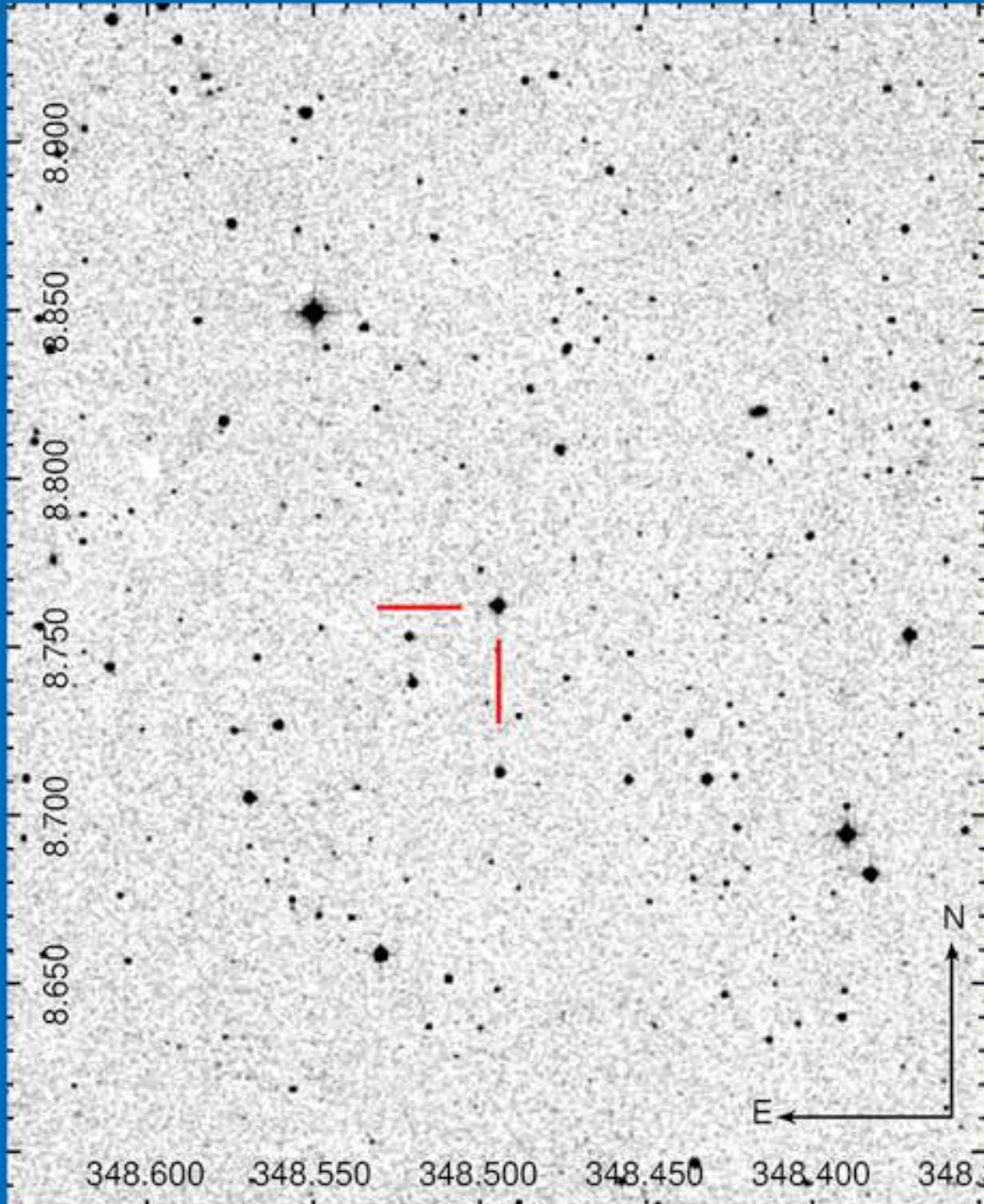


TJAA

Turkish Journal of Astronomy & Astrophysics



TÜRK ASTRONOMİ DERNEĞİ
TURKISH ASTRONOMICAL SOCIETY

TJAA is a publication of the Turkish Astronomical Society
dergipark.gov.tr/tjaa

Year: 2020, Volume: 1, Issue: 1

Turkish Journal of Astronomy and Astrophysics (TJAA)

all volumes and issues of the TJAA can be accessed via: dergipark.org.tr/tjaa

Volume 1, Issue 1 – Special Issue

TJAA Editorial Board

Editor-in-Chief

Ümit Kızıloğlu – Middle East Technical University

Associate Editors

Nazım Aksaker – Çukurova University

Sinan Aliş – İstanbul University

Technical Editor

Sinan Kaan Yerli – Middle East Technical University

Turkish Astronomical Society (TAD) Publication Committee

TJAA is overseen by the TAD Publication Committee

(in alphabetical order)

Tansel Ak – İstanbul University

Aysun Akyüz – Çukurova University

Özgür Baştürk – Ankara University

Serdar Evren – Ege University

Cafer İbanoğlu – Ege University

İbrahim Küçük – Erciyes University

Sinan Kaan Yerli – Middle East Technical University

TJAA is published by the Turkish Astronomical Society

tad.org.tr

© 2020 Türk Astronomi Derneği – All rights reserved.

Cover page is the sky map of **Anadolu** (first named as WASP-52) which contains the exo-planet **Göktürk**.

The page is designed by Süleyman Fişek, Sinan Kaan Yerli and Nazım Aksaker.

UAK
2015



19. Ulusal Astronomi Kongresi
8. Ulusal Astronomi Öğrenci Kongresi

KONGRE KİTABI

2 - 6 Şubat 2015
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

Editörler

Sinan Kaan Yerli

Şölen Balman

Nilgün Kızıloğlu

ODTÜ Fizik Bölümü, Ankara

Ankara 2020

UAK-2015

19. Ulusal Astronomi Kongresi

8. Ulusal Astronomi Öğrenci Kongresi

2 - 6 Şubat 2015

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

Bu kongre,

Dilhan Eryurt Ezer: Yıldız Evreminin İzinde bir Yaşam anısına ve
Türkiye’de Gözlemsel Astronomi: Gelişmeler ve Geleceği temasıyla
düzenlenmiştir.

Şölen Balman (editör)’ün yeni adresi “İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul” olarak değişmiştir.

Kongre kitabındaki bildiriler uak.info.tr sistemi kullanılarak otomatik olarak derlenmiştir.

© 2015, 2020 Türk Astronomi Derneği



Önsöz

Türk Astronomi Derneği (TAD)'ın bünyesinde düzenlenen 19. Ulusal Astronomi Kongresi (UAK 2015), 2–6 Şubat 2015 tarihlerinde Orta Doğu Teknik Üniversitesi ev sahipliğinde düzenlenmiştir.

Getirdiğimiz birçok yenilikle UAK 2015'in, *Ulusal Astronomi Kongreleri* tarihine mihenk taşı olarak geçtiğini düşünüyoruz: UAK 2015'te ilk kez bildirimler için **kategori** kullanıldı; ilk kez **kısa bildiri** türü uygulandı; ilk kez **kalıcı** UAK web sayfası kullanıldı; ilk kez **UAK üyeliğiyle** etkileşimli ve kolay kayıt sistemi kullanıldı; ilk kez sunumlarda **süre sayacı** kullanıldı; ilk kez kongreye **android uygulamasından** erişildi; ilk kez kongre anısı için **UAK'taydım** imza sayfası başlatıldı; ilk kez kongre **canlı yayında** tanıtıldı. Tüm bunların yanında en önemli gelişme olarak da ilk kez uygulamaya başlanan "UAK Yönetim Sisteminin", arka planda hem Bilim Kurulunun hem de Yerel Düzenleme Kurulunun üstündeki yükü olarak tüm meslektaşlarımızın *bilimsel etkinliğe* odaklanabilmelerini sağlamanın ayrı bir sevincini de yaşadık.

Teknik nedenlerden dolayı kongrenin 5 ay gecikerek dönem arasına gelmesine rağmen önemli bir katılım sağlayabildik ve UAK-YS ilk kez kullanılarak şu sayılara ulaştık: 258 kayıtlı başvurudan 184 katılım; bunun %61'i (113 kişi) öğrenci; 3'ü uluslararası olmak üzere toplamda 110 bildiri, 50 poster; katılımcıların çalışmalarını bildiriye (özet dışında) dönüşme oranı 0.87.

Kongrenin ana temasını Dilhan Eryurt hocamıza ayırdık: ***Dilhan Eryurt Ezer: Yıldız Evriminin İzinde bir Yaşam***. Başarılı bir yaşam öyküsünün yanında astrofiziği ODTÜ Fizik Bölümüne getirmiş olması ve astronomi konulu ulusal çapta bir toplantıyı ilk kez 1968'de ODTÜ'de düzenlemiş olması YDK olarak bizlere ayrı bir sorumluluk vermişti; dördüncü kez bir UAK düzenleme onuruna eriştiğimiz UAK-2015 ile Dilhan hocamızı saygı ve özlemlerle anıyoruz.

Tarihe kayıt düşmek adına bir sonraki sayfadaki son sözü Dilhan hocamıza ve öğrencilerinden Mutlu Yıldız'ın 13 Eylül 2012'de Dilhan hoca için yazdığı şiire bırakıyoruz.

Editörler

Dilhan Eryurt Ezer: Kısa bir Bilim Öyküsü

Ülkemizde astronomi ve genel olarak bilimin gelişim sürecini en iyi temsil eden bilimcilerden birisi sevgili Dilhan hocadır. Bu başarının arkasında bilime uluslararası düzeyde yapılan önemli katkılar yatar. 1960 ve 1970'li yıllarda Güneş'in ve diğer yıldızların yapı ve evrimini iç yapı modelleri yaparak aydınlatmaya çalışan az sayıda öncü astrofizikçilerden birisidir. Almış olduğu NASA Apollo ödülü de bu öncülüğün onaylanmış halini ifade etmektedir.

Öznel bilimsel başarıları kadar, ODTÜ'de yetiştirdiği öğrencilerinin astrofizik alanında bilimsel ürünler vermesi de onun için büyük bir mutluluk kaynağıydı. Yüzyıllarca zamanın dışına düşmüş bir ülkenin 1920'li ve 1930'lu yıllarda önce zamana tutunma ve sonra da zamana kurulma arzusundaki bir kuşağın en nezaketli hali görünürdü ders verdiği sınıfta. Onun için bilim yapmak, eğitim vermek, kuruluş ve kurtuluş sürecinden gelen zevkli görevlerdi. 1930'lar Almanya'sından baskılar nedeniyle kaçan bilimcilere kucak açılmasıyla yeşeren bilim hayatımız tek bir kuşakla eşsiz başarılarla imza attı. Bu yeşermeler hiç solmadı, daha da büyüdü.

Öğrencileri, Dilhan hocanın, anlattığı konunun kavrandığını görmeden yeni bir konuya geçmek istemediğini bilirdi. En mutlu anımız en çok öğrenci anlayınca olurdu. Tekrarları bile heyecan doluydu... Yıldızlar nasıl müthiş cisimlerdi? Çöker, ısınır, hidrojeni yakar. Merkezde hidrojeni biter, çöker, helyumunu tutuşturur. Helyumu biter karbonunu yakar, dışarda ise hidrojen, helyum kabuk yakmalar. Kaynak, kaynak içinde... 1987A süpernovası bir başka güzeldi. Nasıl da mavi mavi patladı?

Astronomi ilginç bir bilim dalı, en çok karanlıklarda aydınlanır evrenin sırları. Dilhan hoca bize ışık bıraktı, biz o ışığı hep sevdik... Nötrinoları en çok Nilgün hoca.

Dilhan Eryurt

1926-2012.

Her şey dün gibi geliyor artık,
Başlangıç zamanıyla bitiş zamanı yan yana gelince.
1926 ve 2012 hangi ara birbirine bu kadar yaklaştı,
Sanki bir şey olmamışcasına...
Oysa ne serüvenler, ne "mefkureler" saklı o iki rakam arasında.
Bilimde gelişmiş bir ülke sevdası kaç kelimeye sığar?
Halkımızı, ülkemizi doruklarda görme arzusu nasıl bir aşk?
Rakamlar taşıyamıyor bütün bunları.

Geçip giden zamanda topladıklarımız ve düşürdüklerimizle yürüyoruz.
Eldede ne kalacak çok belli değil.
Bazen araştırmalarımız, bazen akademik ve insani ilkelerimiz.
Şanslı olanlarımızda da her ikisi.
Dilhan hoca hayatta hep şanslı ve azimli hissetti kendini.
Azmini henüz tanıştığı bilgisayarla modelleme yapacağım diye
Saçları dökülürcesine çalışmasıyla anlatmıştı bir keresinde.
Öyküye bedel katıyor saçlar.

Artık sadece yıldızlardan ışık geliyor,
Başka bir zamanı ölçüyor saatler.

Astrophysics I ve II dersleri yıldızlara kapı açtı.
Kaç kişi geçtik?
Hep güzelliklerle andık, anıyoruz Dilhan hocayı...

Kimi ilk öğrencisi olmakla övündü, kimi son.
Ama o tanıdığı herkese övüneceği bir şeyler bıraktı arkasında.
Bereket bu olsa gerek.

Ömrüne "bereket" Dilhan hoca!
Emeklerine minnettarız.

Mutlu Yıldız, 13.9.2012, Bornova

Bilim Kurulu

Tansel Ak	İstanbul Üniversitesi
Aysun Akyüz	Çukurova Üniversitesi
Volkan Bakış	Akdeniz Üniversitesi
Şölen Balman - Başkan	ODTÜ
Altan Baykal	ODTÜ
Selçuk Bilir	İstanbul Üniversitesi
Yavuz Ekşi	İstanbul Teknik Üniversitesi
Ünal Ertan	Sabancı Üniversitesi
Serdar Evren	Ege Üniversitesi
Ersin Göğüş	Sabancı Üniversitesi
Onur Keskin	FMV Işık Üniversitesi
İbrahim Küçük	Erciyes Üniversitesi
Sacit Özdemir	Ankara Üniversitesi
Faruk Soyduğan	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi
Sinan Kaan Yerli	ODTÜ
Cahit Yeşilyaprak	Atatürk Üniversitesi
Mutlu Yıldız	Ege Üniversitesi

Yerel Düzenleme Kurulu

Erdem Aytekin	ODTÜ
Şölen Balman	ODTÜ
Altan Baykal	ODTÜ
Rikkat Civelek	ODTÜ
Merve Çolak	ODTÜ
Emre Doğan	Atatürk Üni. / ATASAM
Yavuz Güney	Atatürk Üni. / DAG
Tuba İkiz	Atatürk Üni. / DAG
Çağdaş İnam	Başkent Üniversitesi
Nilgün Kızıloğlu	ODTÜ
Mehtap Özbey Arabacı	ODTÜ
Yakup Pekön	ODTÜ
Erdem Yenisoy	ATASAM / DAG
Sinan Kaan Yerli - Başkan	ODTÜ
Cahit Yeşilyaprak	Atatürk Üni. / ATASAM / DAG
Elif Pınar Akman	Fizik/Hz
Buket Akseki	Fizik/1
Seda Baştürk	Fizik/1
Hande Çetin	Mol. Biyo. Gen./2
Çağrı Erciyas	Bilgisayar/3
İlayda Nur Güç	Felsefe/Hz
Işıl Özge Işık	Fizik/4
Mete Kağanoğlu	Fen Bil. Öğrt./Hz
Zeynep Kılıç	Fizik/1
Özgür Can Özüdoğlu	Fizik/1
Evrem Ecem Saçmalı	Mimarlık/Hz
Zozan Sarı	Fizik/Hz
Arev Perin Sümer	Biyoloji/1
Ekincan Şimşek	Havacılık/3
Efe Tuncel	Fizik/4
Alpcan Tunç	Fizik Öğrt./Hz
Kerim Yavuz	Mol. Biyo. Gen./2
Çağlar Yıldız	Fizik/1

Kongre Katılımcıları

Mert Acar	Ege Üniversitesi (İzmir)
Mehmet Fatih Adıgüzel	Niğde Üniversitesi (Niğde)
Melike Afşar	Ege Üniversitesi (İzmir)
Seval Akça	Ege Üniversitesi (İzmir)
Buşra Akerdem	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Burak Akgün	Fırat Üniversitesi (Elazığ)
Hasan Ak	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Mihriban Akı	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Tamer Akin	Astromed Şirketi (ANKARA)
İnci Akkaya Oralhan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Nazım Aksaker	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Serap Ak	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Tansel Ak	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ebru Aktekin Çalışkan	Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Büşra Ayşe Akti	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Selçuk Aktürk	İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Aysun Akyüz	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Mehmet Albay	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Berahitdin Albayrak	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Fahri Aliçavuş	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Sinan Aliş	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Mehmet Alpsoy	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Levent Altaş	Getronagan Lisesi (İstanbul)
İbrahim Ceyhun Andaç	İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Fatma Binnur Arslanhan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Özgün Arslan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Zeki Aslan	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Melike Aşan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Evin Aşkan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Anıl Atalan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Betül Atalay	TÜBİTAK UZAY (Ankara)
Alper Ateş	Yeditepe Üniversitesi (İstanbul)
Engin Avcı	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Zeynep Avcı	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Hasan Avdan	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Şenay Avdan	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Berk Aydın	Sabancı Üniversitesi (İstanbul)
Seda Aydın Duru	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Mustafa Emre Aydın	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Hatice Kübra Aygören	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Hilal Aytaç	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Erdem Aytekin	ODTÜ (Ankara)
Mehmed Naim Bağiran	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Hicran Bakış	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Volkan Bakış	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Recep Balbay	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
İlker Bal	Ege Üniversitesi (İzmir)
Şölen Balman	ODTÜ (Ankara)

Çağla Su Başaran	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Arif Bayirli	Boğaziçi Üniversitesi (İstanbul)
Altan Baykal	ODTÜ (Ankara)
Mesut Bayram	Adıyaman Üniversitesi (Adıyaman)
Onur Benli	Sabancı Üniversitesi (İstanbul)
Cansu Bilir	Ege Üniversitesi (İzmir)
Selçuk Bilir	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Z. Funda Bostancı Guver	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Zeynep Bozkurt	Ege Üniversitesi (İzmir)
Gamze Böcek Topcu	Ege Üniversitesi (İzmir)
Beyza Bölükbaşı	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Esra Bulbul	Harvard Üniversitesi (Cambridge , Massachusetts)
İbrahim Bulut	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Sara Bulut	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Utku C. Bulut	Ege Üniversitesi (İzmir)
Turgay Çağlar	Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Seyma Caliskan	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Danjela Cerri	ODTÜ (Ankara)
Caner Cicek	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Mürvet Çelebi	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Zeynep Çelik Orhan	Ege Üniversitesi (İzmir)
Yunus Çetni	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Deniz Çoker	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Sıdıka Merve Çolak	ODTÜ (Ankara)
Kerem Osman Çubuk	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ece Gülfem Dağdeviren	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ömer Lütfi Değirmenci	Ege Üniversitesi (İzmir)
Umut Emek Demirbozan	ODTÜ (Ankara)
Osman Demircan	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Oğuz Erhan Demir	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Fatih Demirtaş	Ege Üniversitesi (İzmir)
Husne Dereli	Nice Üniversitesi (Nice)
Ahmet Dervişoğlu	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ahmet Devlen	Ege Üniversitesi (İzmir)
Ebru Devlen	Ege Üniversitesi (İzmir)
Baha Dincel	Friedrich Schiller Universitaet Jena (Jena)
Murat Dindar	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Büşra Dinmaz	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Mehtap Doğanay	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Emre Doğan	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Özkan Doğan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Mustafa Burak Doğruel	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Sertaç Serkan Doğru	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Furkan Dölek	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Burçin Dönmez	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Cemil Duduk	Kilis 7 Aralık Üniversitesi (Kilis)
Şivan Duran	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Duygu Durmuş	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Melek Dülger	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Başak Ekinci	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi (İstanbul)

Kazım Yavuz Ekşi	İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Nuri Emrahoğlu	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Damla Erakuman	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ahmet Erdem	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Melike Erdi	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Muhammed Kıyami Erdim	Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Orhan Erece	Tübitak Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Yunus Eren	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Tülün Ergin	TÜBİTAK (Ankara)
Naci Erkan	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Ünal Ertan	Sabancıuniv.edu (İstanbul)
Hasan H. Esenoğlu	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Hülya Eser	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Başak Esmer	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Serdar Evren	Ege Üniversitesi (İzmir)
Cemile Ezer	Boğaziçi Üniversitesi (İstanbul)
Nilüfer Felek	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Nurten Filiz Ak	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Süleyman Fişek	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ersin Göğüş	Sabancı Üniversitesi (İstanbul)
Deniz Birol Gökçe	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Hasan Gökçe	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Fatma Gök	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Sevinç Gökmen	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Bülent Güçsav	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Asuman Gültekin Annak	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Yavuz Güney	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Hande Gürsoytrak	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Tolga Güver	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Eda Güzel	Ege Üniversitesi (İzmir)
Sema Harmankaya	Ege Üniversitesi (İzmir)
Elif Haskırış	Bahçeşehir Üniversitesi (İstanbul)
Selçuk Helhel	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Barış Hoyman	Ege Üniversitesi (İzmir)
Murat Hudaverdi	Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Tuba İkiz	Atatürk üniv. (Erzurum)
Muhammed İlhan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Sıtkı Çağdaş İnam	Başkent Üniversitesi (Ankara)
Laurent Jolissaint	Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton du Vaud (Yverdon-les-Bains)
Afşar Kabaş	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Yasemin Kaçar	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Aysel Kahraman	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Gizem Kahya	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Ekrem Kandemir	Tübitak Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Çağdaş Kanvermez	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Seda Kaptan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Dilara Karadeniz	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Yonca Karsli	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Mehmet Kartal	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)

Ersin Kaygısız	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Cenk Kayhan	Ege Üniversitesi (İzmir)
H. Aziz Kayıhan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ahmet Keskin	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Onur Keskin	FMV Işık Üniversitesi (İstanbul)
Hatice Kılıç	İmkb Kayalıboğaz İlkokulu (ankara)
Halil Kırbıyık	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Evrin Kiran	Ege Üniversitesi (İzmir)
Nilgun Kiziloglu	ODTÜ (Ankara)
Umit Kiziloglu	ODTÜ (Ankara)
Seliz Koç	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Şenol Koç	TÜBİTAK UZAY (Ankara)
Dogan T. Koseoglu	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Furkan Ali Küçük	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
İbrahim Küçük	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Murat Menteşe	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
İlker Moral	ODTÜ (Ankara)
Aliye Bedriye Mutaf	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
İlham Nasiroglu	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Yahya Nasolo	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Ali Nur Nurbaki	TÜRKSAT A.Ş./İstanbul Üniversitesi (Ankara)
Samet Ok	Ege Üniversitesi (İzmir)
Aysun Orman	Ege Üniversitesi (İzmir)
Aykut Ozdonmez	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Sibel Örtel	Ege Üniversitesi (İzmir)
Emrah Emin Özbaldan	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Mehtap Özbey Arabacı	ODTÜ (Ankara)
Canay Öz	ODTÜ (Ankara)
Hakan Özçelik	Ege Üniversitesi (İzmir)
Gülizar Özdemir	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Sacit Özdemir	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Tuncay Özdemir	İnönü Üniversitesi (Malatya)
Elifnur Özel	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Nesibe Özel	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ferhat Fikri Özeren	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Görkem K. Öz	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
M. Türker Özkan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Derya Öztürk	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Fahri Öztürk	TÜBİTAK-UZAY (Ankara)
İbrahim Öztürk	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Oğuz Öztürk	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Elif Pekeroğlu Temurtaş	Adıyaman Üniversitesi (Adıyaman)
Gül Sevin Pekmezci	Roma Üniversitesi (Roma)
Yakup Pekön	Atılım Üniversitesi (Ankara)
Reynier Peletier	University of Groningen (Groningen)
Olcay Plevne	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Çağlar Püsküllü	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Oguzhan Sarı	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
A. Talât Saygaç	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Sefa Saylan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)

Muhammed Mirac Serim	ODTÜ (Ankara)
Hakan Sert	Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Kenan Seyfi	Ege Üniversitesi (İzmir)
Aytap Sezer	Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Cambridge)
Mohammad Shameoni Niaei	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Arif Solmaz	Çağ Üniversitesi (Mersin)
Eda Sonbas	Adıyaman Üniversitesi (Adıyaman)
Esin Soydugan	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Faruk Soydugan	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Gökçe Sucu	Tobb Etü (Ankara)
Damla Şahin	Ege Üniversitesi (İzmir)
Şeyda Şahiner	ODTÜ (Ankara)
Şakir Şenol Şahin	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Gizem Şehitoğlu	Ege Üniversitesi (İzmir)
Yunus Şendağ	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Taner Tanrıverdi	Niğde Üniversitesi (Niğde)
Mehmet Tanriver	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Özlem Taşpınar	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Utkan Temiz	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Can Terzioğlu	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Zahide Terzioğlu	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Selcuk Topal	Oxford Üniversitesi (Oxford)
Aslı Tuncer	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Alpcan Tunç	ODTÜ (Ankara)
Efecan Tunç	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Sabiha Tunçel Güçtekin	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Mehmet Tüysüz	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Burak Ulaş	İzmir Türk Koleji Gezegeni (İzmir)
Ayşe Ulubay Sıddiki	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Kadir Uluç	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Pınar Uzunyayla	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Eyüp Kaan Ülgen	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Kübraözge Ünal	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Ozan Ünsalan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Armin Vahdat	İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Eda Vurgun	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ayşe Yalçınkaya	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Melis Yardımcı	Ege Üniversitesi (İzmir)
Aysun Yaşar	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Bülent Yaşarsoy	Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi (Bursa)
Esmâ Yaz Gökçe	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Deniz Yazıcı	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Korhan Yelkenci	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Erdem Yenisoy	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Sinan Kaan Yerli	ODTÜ (Ankara)
Uğur Yeşiltaş	Düzce Üniversitesi (Düzce)
Cahit Yeşilyaprak	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
F. Başak Yıldırım	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Serkan Yıldız	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Y. Ulaş Yıldız	ODTÜ (Ankara)

Yasar Yildiran	Atılım Üniversitesi (Ankara)
Mustafa Yıldız	University of Groningen (Groningen)
Mutlu Yıldız	Ege Üniversitesi (İzmir)
Figen Yılmaz	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Ezgi Yoldaş	Ege Üniversitesi (İzmir)
Arzu Yolko lu	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Talar Yontan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Kutluay Yüce	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Funda Yüzlükoğlu	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Lorenzo Zago	Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton du Vaud (Yverdon-les-Bains)

Kongre Programı

1. Gün - Pazartesi - 2 Şubat 2015	
Oturum 12	Dilhan Eryurt Ezer: Yıldız Evriminin İzinde bir Yaşam (2 bildiri - Oturum Süresi: 02:00)
10:30	Açılış Konuşmaları (30 dk)
11:00	<i>Dilhan Eryurt Ezer ve bize bıraktıkları</i> İbrahim Küçük (30 dk)
11:30	<i>Gezegener ve Barınak Yıldızlarının Evrimi</i> Mutlu Yıldız (30 dk)
12:00	Dilhan Eryurt Ezer Anısına Müzik Dinletisi (30 dk)
12:30	Öğle Arası
1. Gün - Pazartesi - 2 Şubat 2015	
Oturum 13	Yıldızlar, İkili Yıldızlar, Ötegezegenler - 1 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. Nilgün Kızıloğlu</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:45)
14:00	<i>Çift Yıldızların Kinematik ve Dinamik Özellikleri: Açılal Momentum ve Yörünge Dönemi Evrimi</i> (PDF) Faruk Soyduğan (30 dk)
14:30	<i>Yakın çift yıldızların kökeni ve evrimi: W UMa tipi çiftler</i> (PDF) Mutlu Yıldız (15 dk)
14:45	<i>Değen Çift Yıldızların Gezegenleri Olabilir mi?</i> (PDF) Osman Demircan (15 dk)
15:00	<i>W UMa'ların Bileşen Yıldızları</i> (PDF) İbrahim Bulut (15 dk)
15:15	<i>YY Gem Aktif Çiftinin Çoklu Dalgaboyu Çalışması</i> (PDF) Naci Erkan (5 dk)
15:20	<i>Seçilmiş Bazı Örtlen Yakın Çift Yıldız Sistemlerinde Gezegen Araştırılması</i> (PDF) İlham Nasiroğlu (5 dk)
15:25	<i>41. COSPAR Bilimsel Kongresi: Hedefler ve Beklentiler</i> (PDF) Ersin Göğüş (20 dk)
15:45	Oturum Arası (30 dk)
1. Gün - Pazartesi - 2 Şubat 2015	
Oturum 14	Yıldızlar, İkili Yıldızlar, Ötegezegenler - 2 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. İbrahim Küçük</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:55)
16:15	<i>Zonklayan Çift Sistemler</i> (PDF) Esin Soyduğan (30 dk)
16:45	<i>Algol Türü Bir Çift Sistemin Zonklama Özellikleri: HD62571</i> (PDF) Yasemin Kaçar (15 dk)
17:00	<i>Differential Seismic Modelling of Solar-like Stars</i> (PDF) Nesibe Özel (15 dk)

17:15	<i>Güneş-benzeri titreşim yapan yıldızların temel özelliklerinin titreşim frekanslarından bulunması (PDF)</i> Zeynep Çelik Orhan (15 dk)
17:30	<i>Sıcak Jüpiterlerden TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin Fotometrik Çözümleri (PDF)</i> Çağlar Püsküllü (15 dk)
17:45	<i>Delta Lyrae Açık Küme Üyesi BD +36 3317 Örtün Çift Sistemi (PDF)</i> Evrin Kiran (5 dk)
17:50	<i>TÜBİTAK ARDEB Programı (PDF)</i> Faruk Soyduğan (20 dk)
2. Gün - Salı - 3 Şubat 2015	
Oturum 21	Türkiye'de Gözlemsel Astronomi: Gelişmeler ve Geleceği - 1 <i>Oturum Başkanı - Doç.Dr. Sinan Kaan Yerli</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:45)
09:30	<i>TUG'un geçmişi, bugünü ve geleceği (PDF)</i> Halil Kırbıyık (30 dk)
10:00	<i>DAG Projesi: Dünü, Bugünü ve Geleceği (PDF)</i> Cahit Yeşilyaprak (30 dk)
10:30	<i>DAG Proje Yönetimi ve Kazanımlar (PDF)</i> Erdem Yenisoğ (15 dk)
10:45	<i>The effects of atmospheric turbulence on astrophysical observations (PDF)</i> Onur Keskin (15 dk)
11:00	<i>RTT150-TFOSC Uyumlu Optik Polarimetre Tasarımı (PDF)</i> Gizem Kahya (15 dk)
11:15	Kısa Ara (15 dk)
2. Gün - Salı - 3 Şubat 2015	
Oturum 22	Türkiye'de Gözlemsel Astronomi: Gelişmeler ve Geleceği - 2 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. Halil Kırbıyık</i> (4 bildiri - Oturum Süresi: 01:15)
11:30	<i>Stellar Masses in Galaxies (PDF)</i> Reynier Peletier (30 dk)
12:00	<i>Yakın Disk Galaksilerde Moleküler Gaz Gözlem ve Analizi</i> Selcuk Topal (15 dk)
12:15	<i>Erken-tür galaksi olan NGC4203'ün dış bölgelerindeki yıldız oluşumu</i> Mustafa Yıldız (15 dk)
12:30	<i>RV Tau Türü Yıldızların WISE Görünümü (PDF)</i> Zeynep Bozkurt (15 dk)
12:45	Öğle Arası
2. Gün - Salı - 3 Şubat 2015	
Oturum 23	Türkiye'de Gözlemsel Astronomi: Gelişmeler ve Geleceği - 3 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. Ümit Kızıloğlu</i> (6 bildiri - Oturum Süresi: 01:50)
14:00	<i>The DAG Project and its Management (PDF)</i> Lorenzo Zago (30 dk)

14:30	<i>Observing with DAG: Performance Metrics of Imaging and Spectroscopy</i> (PDF) Laurent Jolissaint (30 dk)
15:00	<i>Türkiyede Büyük Teleskoplar İçin GIS kullanılarak Yer Seçimi Çalışması</i> (PDF) Nazım Aksaker (15 dk)
15:15	<i>TUG Teknik İyileştirme ve Geliştirme Çalışmaları</i> (PDF) Murat Dindar (15 dk)
15:30	<i>Adaptive optics for DAG Telescope</i> (PDF) Onur Keskin (15 dk)
15:45	<i>DAG Odak Düzlemi Araçları - Hedefler ve Seçenekler</i> (PDF) Sinan Kaan Yerli (5 dk)
15:50	Oturum Arası (30 dk)
2. Gün - Salı - 3 Şubat 2015	
Oturum 24	Türkiye'de Gözlemsel Astronomi: Gelişmeler ve Geleceği - 4 <i>Oturum Başkanı - Doç.Dr. Cahit Yeşilyaprak</i> (12 bildiri - Oturum Süresi: 01:55)
16:20	<i>TÜBİTAK UZAY'da Geliştirilen Projeler ve Geleceğe Bakış</i> (PDF) Tülün Ergin (30 dk)
16:50	<i>TÜRKİYE ULUSAL RADYO ASTRONOMİ GÖZLEMEVİ (TURAG): TÜRKİYE İÇİN RADYO TELESKOP</i> (PDF) Fahri Öztürk (15 dk)
17:05	<i>Türkiye Meteor Takip Sistemleri</i> (PDF) Ozan Ünsalan (15 dk)
17:20	<i>Alçak Yer Yörüngesi'ndeki Yapay Uydu ve Uzak Çöplerinin, Yer Tabanlı Optik Sistemlerle, Yörüngelerinin Çözüm- lenmesi</i> (PDF) Seda Aydın Duru (15 dk)
17:35	<i>TUG T100 Teleskopu ile Gaia Gözlemleri</i> (PDF) Orhan Erece (5 dk)
17:40	<i>TUG Teleskopları Gözlem Performansı</i> (PDF) Hasan H. Esenoğlu (5 dk)
17:45	<i>DAG ve Uydu Meteorolojisi</i> (PDF) F. Başak Yıldırım (5 dk)
17:50	<i>Automation of Davis Weather Station</i> (PDF) İlker Moral (5 dk)
17:55	<i>UZAYMER</i> (PDF) Nuri Emrahoğlu (5 dk)
18:00	<i>ETAP: an Exoplanet Transit Analyzer Program</i> (PDF) Volkan Bakış (5 dk)
18:05	<i>Geçiş Eğrileri Analizleri için Yeni bir Yazılım: WinFitter ve Uygulamaları</i> (PDF) Çağlar Püsküllü (5 dk)
18:10	<i>Çift Yıldız Kataloglarını Sorgulamak için Python Kütüphanesi</i> (PDF) Sefa Saylan (5 dk)
18:15	Kongre Yemeği
3. Gün - Çarşamba - 4 Şubat 2015	

Oturum 31	Yıldızlar ve Tayf Analizi - 1 Oturum Başkanı - Prof.Dr. Mutlu Yıldız (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:20)
09:30	<i>Optik Bölge Tayf Analizlerinden Manyetik Özellik Göstermeyen geç B-erken F Türü Yıldızların Kimyasal Element Bollukları (PDF)</i> Kutluay Yüce (30 dk)
10:00	<i>HD 33266 ve 6 Cas'ın Kimyasal Bolluk Analizi (PDF)</i> Zeynep Avcı (15 dk)
10:15	<i>Açık Küme Üyesi Kırmızı Dev Yıldızların Kimyasal Analizi (PDF)</i> Gamze Böcek Topcu (15 dk)
10:30	<i>Kepler Örtün Çiftlerinin, HET ve SDSS Tayfları ile Birlikte Analizi (PDF)</i> Hasan Ak (15 dk)
10:45	<i>Post-AGB Yıldızlarında Kimyasal Bolluklar (PDF)</i> Gizem Şehitoğlu (5 dk)
10:50	Kısa Ara (15 dk)
3. Gün - Çarşamba - 4 Şubat 2015	
Oturum 32	Yıldızlar ve Tayf Analizi - 2 Oturum Başkanı - Prof.Dr. Aysun Akyüz (6 bildiri - Oturum Süresi: 01:40)
11:20	<i>u Her sisteminin CNO çevrimi ile işlenmiş katmanlarının izleri (PDF)</i> Ahmet Dervişoğlu (15 dk)
11:35	<i>V776 Her Yıldızına Ait Tayf Çizgilerinde Eşdeğer Genişlik Değişiminin İncelenmesi (PDF)</i> Hande Gürsoytrak (15 dk)
11:50	<i>Uluslararası Karanlık Gökyüzü Parklası ve Türkiye (PDF)</i> Zeki Aslan (20 dk)
12:10	<i>2015 Uluslararası Işık Yılı (PDF)</i> Selçuk Aktürk (15 dk)
12:25	<i>Türkiye'nin İlk Karanlık Gökyüzü Parkı: Bursa (PDF)</i> Bülent Yaşarsoy (10 dk)
12:35	Astronomiye Emek Verenler - 3 (10 dk)
12:45	Öğle Arası
3. Gün - Çarşamba - 4 Şubat 2015	
Oturum 33	Yıldızlar ve Tayf Analizi - 3 Oturum Başkanı - Prof.Dr. Osman Demircan (6 bildiri - Oturum Süresi: 01:45)
14:30	<i>HD 196821, HD 187983 ve 28 Peg Yıldızlarının Kimyasal Bolluk Analizi (PDF)</i> Kübraözge Ünal (15 dk)
14:45	<i>Dev Yıldızların Optik ve Yakın Kızılötesi Renk Dönüşümleri (PDF)</i> Sabiha Tunçel Güçtekin (15 dk)
15:00	<i>HIPPARCOS KATALOĞUNDAKİ ALGOL YILDIZLARININ KİNEMATİĞİ (PDF)</i> Tuncay Özdemir (15 dk)
15:15	<i>Aktif Kromosferli Çift Yıldızların Kinematik Yaş ve Dinamik Davranışları (PDF)</i> Mehmet Tüysüz (15 dk)

15:30	<i>CP Cyg ve HD 202240 Yıldızlarının Kimyasal Bolluk Analizi (PDF)</i> Yahya Nasolo (15 dk)
15:45	Oturum Arası (30 dk)
3. Gün - Çarşamba - 4 Şubat 2015	
Oturum 34	Yıldızlar ve Tayf Analizi - 4 <i>Oturum Başkanı - Doç.Dr. Volkan Bakış</i> (12 bildiri - Oturum Süresi: 01:40)
16:15	<i>Seçilen Bazı Algol Türü Çift Sistemlerde Toplanma Yapılarının Modellenmesi (PDF)</i> Hicran Bakış (15 dk)
16:30	<i>Uzun Dönemli Değişen Yıldız Gözlemleri ve Sonuçları (PDF)</i> Tuba İkiz (15 dk)
16:45	<i>ROTSE-III'de Veri Arşivinde Kısa Dönemli Değişen Yıldızlar (PDF)</i> Deniz Çoker (15 dk)
17:00	<i>Genç Ayrık Çift Yıldız HD 350731'in Doğası (PDF)</i> Fahri Aliçavuş (15 dk)
17:15	<i>CEPHEİD TÜRÜ İKİ SİSTEM: EK PUP ve AE TAU (PDF)</i> Aysel Kahraman (5 dk)
17:20	<i>AB Dor'un Çoklu Dalgaboyu Gözlemleri (PDF)</i> Naci Erkan (5 dk)
17:25	<i>Yakın Çift Yıldız Sistemi: HH Car (PDF)</i> Dogan T. Koseoglu (5 dk)
17:30	<i>Algol türü çift yıldız sistemlerinde üçüncü cisimler</i> Sertaç Serkan Doğru (5 dk)
17:35	<i>VV UMa sistemimdeki dönem değişimi (PDF)</i> Mehmet Tanriver (5 dk)
17:40	<i>QQ Boötes: İlk Fotometrik Araştırma (PDF)</i> Seda Kaptan (5 dk)
17:45	<i>SR VE MİRA YILDIZLARINDA RENK BAĞINTILARI (PDF)</i> Yavuz Güney (5 dk)
17:50	<i>Uzaklık Belirteci Mira Değişenleriyle Yeni Bir Ölçüm Cetveli</i> Deniz Birol Gökçe (5 dk)
4. Gün - Perşembe - 5 Şubat 2015	
Oturum 41	Galaktik Astronomi, Yıldız Kümeleri, Oymaklar - 1 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. Tansel Ak</i> (4 bildiri - Oturum Süresi: 01:15)
09:30	<i>Galaktik Yapı Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Yarını (PDF)</i> Serap Ak (30 dk)
10:00	<i>Güneş Civarındaki F-G Tayf Türü Anadol Yıldızlarından Radyal Metal Bolluğu Gradyenti (PDF)</i> Olca Plevne (15 dk)
10:15	<i>Galaksimizdeki 20 Açık Yıldız Kümesinin CCD UBVRİ Fotometrisi (PDF)</i> İnci Akkaya Oralhan (15 dk)
10:30	<i>NGC 6811 AÇIK KÜMESİNİN FOTOMETRİK ÇALIŞMASI (PDF)</i> Talar Yontan (15 dk)
10:45	Kısa Ara (15 dk)

4. Gün - Perşembe - 5 Şubat 2015	
Oturum 42	Galaktik Astronomi, Yıldız Kümeleri, Oymaklar - 2 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. Selçuk Bilir</i> (6 bildiri - Oturum Süresi: 01:25)
11:00	<i>Galaktik OB Oymaklarının Evrimi ve Kinematiki (PDF)</i> Volkan Bakış (30 dk)
11:30	<i>Be55, Ki02 ve NGC457 Açık Yıldız Kümelerine Ait Temel ve Yapısal Parametrelerin Belirlenmesi. (PDF)</i> Sara Bulut (15 dk)
11:45	<i>NGC 6866 Acik Kumesinin Ayrıntılı İncelenmesi (PDF)</i> Z. Funda Bostancı Guver (15 dk)
12:00	<i>İnce Diskin Uzunluk Ölçeğinin Belirlenmesi (PDF)</i> Esmâ Yaz Gökçe (15 dk)
12:15	<i>GÖKADA MERKEZİ'NDEKİ NÜKLEER GAZ DİSK VE GENÇ YILDIZ DİSKLERİNİN MODELLENMESİ (PDF)</i> Başak Ekinci (5 dk)
12:20	<i>Oort Sabitlerinin Yıldız Rengine Göre Değişimi (PDF)</i> Oğuz Öztürk (5 dk)
12:25	Öğle Arası
4. Gün - Perşembe - 5 Şubat 2015	
Oturum 43	Gökadalar, Kümeler, Sıkı Nesnelere - 1 <i>Oturum Başkanı - Doç.Dr. Ünal Ertan</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:45)
14:00	<i>Gama-ışın Patlamalarının Zamansal Özellikleri ve Lorentz Faktörü</i> Eda Sonbas (30 dk)
14:30	<i>Indirect Searches of Dark Matter in Galaxy Clusters (PDF)</i> Esra Bulbul (20 dk)
14:50	<i>Bazı Nova-gibi Yüksek Faz Sistemlerin X-ışını Gözlemleri (PDF)</i> Şölen Balman (15 dk)
15:05	<i>Kataklizmik Değişenlerin Kinematiki (PDF)</i> Aykut Özdonmez (15 dk)
15:20	<i>Düşük-Parlaklıklı Aralan (LLA) Gama-ışın Patlamalarının (GRBlerin) Özellikleri (PDF)</i> Husne Dereli (15 dk)
15:35	<i>Orta Kutupsallarda Faz Çözünürlüklü X-ışın Analizi: PQ Gem ve V2069 Cyg (PDF)</i> Yakup Pekön (5 dk)
15:40	<i>İŞİNİMSAL OLARAK ETKİN OLMAYAN TOPLANMA AKIŞLARINDA GYROVİSKOZ MANYETİK DÖNME KARARSIZLIĞI (PDF)</i> Melis Yardımcı (5 dk)
15:45	Oturum Arası (30 dk)
4. Gün - Perşembe - 5 Şubat 2015	
Oturum 44	Gökadalar, Kümeler, Sıkı Nesnelere - 2 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. Sacit Özdemir</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:45)
16:15	<i>Kütle Aktarımı Yapan Nötron Yıldızlarının Gözlemsel Özellikleri (PDF)</i> Sıtkı Çağdaş İnam (30 dk)

16:45	<i>Galaksi kümeleri: Çoklu Dalgaboyu Gözlemleri ve Kozmolojik Önemi</i> Sinan Aliş (30 dk)
17:15	<i>Galaksi Morfolojisi-Yoğunluk İlişkisinin $0 < z < 1$ Aralığında İncelenmesi</i> (PDF) Korhan Yelkenci (15 dk)
17:30	<i>X Persei'nin zamanlama analizi ve geçici QPO özelliğinin keşfi</i> (PDF) Şeyda Şahiner (15 dk)
17:45	<i>Dört Kütle Aktarımlı Milisaniye Atarcasının Faz Çözümlü X-Işın Tayf Ölçümü</i> Sıdıka Merve Çolak (15 dk)
5. Gün - Cuma - 6 Şubat 2015	
Oturum 51	Gökadalar, Kümeler, Sıkı Nesnelere - 3 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. Şölen Balman</i> (6 bildiri - Oturum Süresi: 01:35)
09:30	<i>Aşırı-Parlak X-ışını Kaynaklarının Özellikleri ve Çoklu-dalgaboyu Gözlemleri</i> (PDF) Aysun Akyüz (30 dk)
10:00	<i>UXK NuSTAR J095551+6940.8: yüksek kütleli bir X-ışını çiftinde süper manyetik alanlı bir nötron yıldızı</i> (PDF) Kazım Yavuz Ekşi (15 dk)
10:15	<i>Magnetar Patlamalarının Bayes Yöntemi ile İncelenmesi</i> (PDF) Berk Aydın (15 dk)
10:30	<i>Kuazarların değişen rüzgar yapısı</i> (PDF) Nurten Filiz Ak (15 dk)
10:45	<i>NGC 5474 galaksisinde bulunan bir AXK kaynağının optik karşılığı ve çevresinin araştırılması</i> (PDF) Şenay Avdan (15 dk)
11:00	<i>Bazı Zengin Galaksi Kümelerinin X-ışın Gözlemlerinden Yararlanarak Küme İçi Gazın Sıcaklık ve Bolluk Profillerinin İncelenmesi</i> (PDF) Elifnur Özel (5 dk)
11:05	Kısa Ara (15 dk)
5. Gün - Cuma - 6 Şubat 2015	
Oturum 52	Gökadalar, Kümeler, Sıkı Nesnelere - 4 <i>Oturum Başkanı - Prof.Dr. K. Yavuz Ekşi</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:30)
11:20	<i>Termonükleer X-ışın Patlamaları ve Nötron Yıldızlarının Kütle - Yarıçap Ölçümleri</i> (PDF) Tolga Güver (30 dk)
11:50	<i>Genç nötron yıldızlarının yayılma diskleriyle uzun süreli evrimleri</i> (PDF) Ünal Ertan (15 dk)
12:05	<i>Aktif gökada çekirdeklerindeki yüksek kütleli ve eğrilikli maser disklerin evrimi için simülasyonlar</i> Ayşe Ulubay Sıddıki (15 dk)
12:20	<i>HD37424: SNR S147'deki OB türü Kaçan Yıldızın Keşfi</i> (PDF) Baha Dincel (15 dk)
12:35	<i>Protosolar Disk CO-CH4 Equilibrium Chemistry</i> (PDF) Gül Sevin Pekmezci (15 dk)
12:50	Öğle Arası
5. Gün - Cuma - 6 Şubat 2015	

Oturum 53	Genel Astronomi, Güneş Sistemi, Tarih <i>Oturum Başkanı - Doç.Dr. Çağdaş S. İnam</i> (6 bildiri - Oturum Süresi: 00:55)
14:00	<i>Türkiye'deki Astronomi Çalışmalarına Genel Bakış ve Kurumların Bilimsel Performans Değerlendirmesinde Yeni Bir Yaklaşım (PDF)</i> Selçuk Bilir (20 dk)
14:20	<i>Güneş'in Kromosfer Tabakasında Gözlenen Salınımlar (PDF)</i> Z. Funda Bostancı Guver (15 dk)
14:35	<i>Toplam Güneş Işınması - Yerel Sıcaklık İlişkisi: İstanbul Örneği (PDF)</i> Özkan Doğan (5 dk)
14:40	<i>Asteroid Ailelerinin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi (PDF)</i> Eda Güzel (5 dk)
14:45	<i>Temel ve Popüler Astronomi - Astrofiziği Türkiye'de Sevdirmenin ve Yaymanın Bazı Örnek Yolları (PDF)</i> Tamer Akin (5 dk)
14:50	<i>Müneccim Peterz'in 28 Temmuz 1851 Tarihli Güneş Tutulması İçin Hazırladığı Osmanlıca Harita (PDF)</i> Anıl Atalan (5 dk)
14:55	Kongre Değerlendirmesi ve Kapanış (60 dk)

İçindekiler

- 1 Dilhan Eryurt ve Bize Bıraktıkları
İbrahim Küçük
- 5 Gezegenlerin ve Barınak Yıldızlarının Evrimi
Mutlu Yıldız
- 9 Çift Yıldızların Kinematik ve Dinamik Özellikleri: Açısal Momentum ve Yörünge Dönemi Evrimi
Faruk Soyduğan v.ark.
- 13 Yakın Çift Yıldızların Kökeni ve Evrimi: W UMa tipi Çiftler
Mutlu Yıldız
- 17 Değen Çift Yıldızların Gezegenleri Olabilir mi?
Osman Demircan v.ark.
- 21 W UMa'ların Bileşen Yıldızları
İbrahim Bulut v.ark.
- 25 YY Gem Aktif Çiftinin Çoklu Dalgaboyu Çalışması
N Erkan
- 27 Seçilmiş Bazı Örtlen Yakın Çift Yıldız Sistemlerinde Gezegen Araştırılması
İlham Nasıroğlu
- 29 41. COSPAR Bilimsel Kongresi: Hedefler ve Beklentiler
Ersin Göğüş
- 31 Zonklayan Çift Sistemler
Esin Soyduğan
- 37 Algol Türü Bir Çift Sistemin Zonklama Özellikleri
Yasemin Kaçar v.ark.
- 39 Differential Seismic Modelling of Solar-like Stars
Nesibe Özel
- 41 Güneş Benzeri Titreşim Yapan Yıldızların Temel Özelliklerinin Titreşim Frekanslarından Bulunması
Zeynep ÇELİK ORHAN v.ark.
- 45 Sıcak Jüpiterlerden TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin Fotometrik Çözümleri
Çağlar Püsküllü v.ark.
- 49 Delta Lyrae Açık Küme Üyesi BD+36 3317 Örtlen Çift Sistemi
Evrin Kıran v.ark.
- 53 TÜBİTAK ARDEB Programı
Faruk Soyduğan
- 55 TUG'un Geçmişi, Bugünü ve Geleceği
Halil Kırbıyık
- 57 Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi: Dünü, Bugünü, Geleceği
Cahit Yeşilyaprak
- 61 DAG Proje Yönetimi ve Kazanımları
Erdem Yenisoğ v.ark.

- 63 The Effects of Atmospheric Turbulence on Astrophysical Observations
Onur Keskin
- 65 Polarimetrik Gözlemler için RTT150 - TFOSC Uyumlu Polarimetre Tasarımı
Gizem Kahya v.ark.
- 69 Stellar Masses in Galaxies
Reynier Peletier
- 71 Disk Galaksilerde Moleküler Gaz Kinematiki ve Çizgi Oranları Analizi
Selçuk Topal v.ark.
- 75 Erken-tür Galaksi olan NGC4203'ün Dış Bölgelerindeki Yıldız Oluşumu
Mustafa Kürşad Yıldız
- 77 RV Tau Türü Yıldızların WISE Görünümü
İlknur Gezer v.ark.
- 81 The DAG Project and Its Management
Lorenzo Zago
- 83 Observing with DAG: Performance Metrics of Imaging and Spectroscopy
Laurent Jolissaint
- 85 Türkiyede Büyük Teleskoplar için GIS kullanılarak Yer Seçimi Çalışması
Nazım Aksaker v.ark.
- 89 TUG İyileştirme ve Geliştirme Çalışmaları
Murat Dindar v.ark.
- 93 Adaptive Optics for DAG Telescope
Onur Keskin
- 95 DAG Odak Düzlemi Araçları - Hedefler ve Seçenekler
Sinan Kaan Yerli v.ark.
- 97 TÜBİTAK UZAY'da Geliştirilen Projeler ve Geleceğe Bakış
Tülün Ergin
- 99 Türkiye Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi (TURAG): Türkiye için Radyo Teleskop
Fahri Öztürk v.ark.
- 103 Türkiye Meteor Takip Sistemleri
Ozan Ünsalan
- 105 Alçak Yer Yörüngesi'ndeki Yapay Uydu ve Uzay Çöplerinin, Yer Tabanlı Optik Sistemlerle, Yörüngelerinin Çözülmesi
Seda Aydın Duru v.ark.
- 107 TUG T100 Teleskobu ile GAIA Gözlemleri
Orhan Erece v.ark.
- 109 TUG Teleskopları Gözlem Performansı
H. H. Esenoğlu v.ark.
- 113 DAG ve Uydu Meteorolojisi
F. Başak Yıldırım v.ark.
- 115 Automation of Davis Weather Station
İlker Moral
- 117 UZAYMER

Nuri Emrahoğlu

- 119 Galaktik OB Oymaklarının Evrimi ve Kinematığı
Volkan Bakış v.ark.
- 125 Örtlen Gezegenlerin Geçiş Işık Eğrileri Analizleri için Yeni bir Yazılım: WinFitter ve Uygulamaları
Çağlar Püsküllü v.ark.
- 127 Çift Yıldız Kataloglarını Sorgulamak için Python Kütüphanesi
Sefa Saylan
- 129 Optik Bölge Tayf Analizlerinden Manyetik Özellik Göstermeyen geç B – erken F Türü Yıldızların Kimyasal Element Bollukları
Kutluay Yüce
- 135 HD 33266 ve 6 CAS'ın Kimyasal Bolluk Analizi
Zeynep Avcı v.ark.
- 139 Açık Küme Üyesi Kırmızı Dev Yıldızların Kimyasal Analizi
Gamze Böcek Topçu v.ark.
- 143 Kepler Örtlen Çiftlerinin, HET ve SDSS Tayfları ile Birlikte Analizi
Hasan Ak
- 145 Post-AGB Yıldızlarında Kimyasal Bolluklar
Gizem Şehitoğlu v.ark.
- 149 u Her Sisteminin CNO Çevrimi ile İşlenmiş Katmanlarının İzleri
Ahmet Dervişoğlu
- 151 V776 Her Yıldızına Ait Tayf Çizgilerinde Eşdeğer Genişlik Değişiminin İncelenmesi
Hande Gürsoytrak v.ark.
- 155 Uluslararası Karanlık Gökyüzü Parkları ve Türkiye
Zeki Aslan
- 157 2015 Uluslararası Işık Yılı
Selçuk Aktürk
- 159 Karanlık Gökyüzü Parkları ve Türkiye'nin İlk Karanlık Gökyüzü Parkı: Bursa
Bülent Yaşarsoy v.ark.
- 161 HD 196821, HD 187983 ve 28 Peg Yıldızlarının Kimyasal Bolluk Analizleri
Kübraözge Ünal v.ark.
- 165 Dev Yıldızların Optik ve Kızılötesi Renk Dönüşümleri
Sabiha Tunçel Güçtekin v.ark.
- 169 Hipparcos Kataloğundaki Algol Yıldızlarının Kinematığı
Tuncay Özdemir v.ark.
- 175 Aktif Kromosferli Çift Yıldızların Kinematik Yaş ve Dinamik Davranışları
Mehmet Tüysüz v.ark.
- 179 CP Cyg ve HD 202240 Yıldızlarının Kimyasal Bolluk Analizi
Yahya Nasolo v.ark.
- 183 Seçilen Bazı Algol Türü Çift Sistemlerde Toplanma Yapılarının Modellenmesi
Hicran Bakış v.ark.
- 187 Uzun Dönemli Değişen Yıldız Gözlemleri ve Sonuçları

- Tuba İkiz v.ark.*
- 193 ROTSE-III'de Veri Arşivinde Kısa Dönemli Değişen Yıldızlar
Deniz Çoker v.ark.
- 197 Genç Ayrık Çift Yıldız HD 350731'in Doğası
Fahri Aliçavuş v.ark.
- 201 Sefeid Türü İki Sistem: EK Pup ve AE Tau
Aysel Kahraman v.ark.
- 203 AB Dor'un Çoklu Dalgaboyu Gözlemleri
N Erkan
- 205 Yakın Çift Yıldız Sistemi: HH Car
Doğan Tekay Köseoğlu v.ark.
- 207 Algol Türü Çift Yıldız Sistemlerinde Üçüncü Cisimler
Sertaç Serkan Doğru
- 209 VV Ursae Majoris Sistemine Bağlı Küçük Kütleli Üçüncü Bileşen
Mehmet Tanrıver
- 213 QQ Boötes: İlk Fotometrik Araştırma
Seda Kaptan v.ark.
- 217 SR ve Mira Yıldızlarında Renk Bağlılıkları
Yavuz Güney v.ark.
- 221 Uzaklık Belirteci Mira Değişenleriyle Yeni Bir Ölçüm Cetveli
Deniz Birol Gökçe
- 223 Galaktik Yapı Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Yarını
Serap Ak
- 227 Güneş Civarındaki F-G Tayf Türü Anadol Yıldızlarından Radyal Metal Bolluğu Gradyenti
Olçay Plevne v.ark.
- 229 Galaksimizdeki 20 Açık Yıldız Kümesinin CCD UBVRİ Fotometrisi
İnci Akkaya Oralhan v.ark.
- 233 NGC 6811 Açık Kümesinin Fotometrik Çalışması
Talar Yontan v.ark.
- 237 ETAP: Bir Ötegezegen Transit Eğrisi Analiz Programı
Volkan Bakış v.ark.
- 241 Be55, Ki02 ve NGC457 Açık Yıldız Kümelerine ait Temel ve Yapısal Parametrelerin Belirlenmesi
Sara Bulut v.ark.
- 243 NGC 6866 Açık Kümesinin Ayrıntılı İncelenmesi
Z. Funda Bostancı v.ark.
- 247 İnce Diskin Uzunluk Ölçeğinin Belirlenmesi
Esmâ Yaz Gökçe v.ark.
- 251 Gökada Merkezi'ndeki Nükleer Gaz Disk ve Genç Yıldız Disklerinin Modellenmesi
Başak Ekinci v.ark.
- 255 Oort Sabitlerinin Yıldız Rengine Göre Değişimi

- Oğuz Öztürk v.ark.*
- 257 Gama-ışın Patlamalarının Zamansal Özellikleri ve Lorentz Faktörü
Eda Sonbaş
- 259 Galaksi Kumelerinde 3.55 keV Çizgisinin Keşfi
Esra Bulbul v.ark.
- 261 Amanyetik Nova-gibi Sistemlerin Bazı X-ışın Gözlemleri
Şölen Balman
- 265 Katakлизмik Değişenlerin Kinematiği
A. Özdönmez v.ark.
- 269 The Low-Luminosity Afterglow Gamma-ray Bursts
Hüsne Dereli v.ark.
- 273 Orta Kutupsallarda Faz Çözünürlüklü X-ışın Analizi: PQ Gem ve V2069 Cyg
Yakup Pekön
- 275 Işınımsal Olarak Etkin Olmayan Toplanma Akışlarında Gyroviskoz Manyetik Dönme Kararsızlığı
Melis Yardımcı v.ark.
- 277 Kütle Aktarımı Yapan X-ışını Atarcalarının Gözlemsel Zamanlama Özellikleri
Sıtkı Çağdaş İnam
- 281 Galaksi Kümeleri: Çoklu Dalgaboyu Gözlemleri ve Kozmolojik Önemi
Sinan Aliş
- 283 Galaksi Morfolojisi - Yoğunluk İlişkisinin $0 < z < 1$ Aralığında İncelenmesi
F. Korhan Yelkenci v.ark.
- 287 X Persei'nin Zamanlama Analizi ve Geçici QPO Özelliğinin Keşfi
Zeynep Acuner
- 289 Dört Kütle Aktarımlı Milisaniye Atarcasının Faz Çözümlü X-ışın Tayf Ölçümü
Sıdıka Merve Çolak
- 291 Aşırı-Parlak X-ışını Kaynaklarının Özellikleri ve Çoklu-dalgaboyu Gözlemleri
Aysun Akyüz v.ark.
- 297 AXK NuSTAR J095551+6940.8: Yüksek Kütleli Bir X-ışını Çiftinde Süper Manyetik Alanlı Bir Nötron Yıldızı
Kazım Yavuz Ekşi v.ark.
- 301 Magnetar Patlamalarının Bayes Yöntemi ile İncelenmesi
Berk Aydın
- 303 Kuazarların Değişen Rüzgar Yapısı
Nurten Filiz Ak
- 305 NGC 5474 Galaksisinde Bulunan bir AXK'nın Optik Karşılığı ve Çevresinin Araştırılması
Şenay Avdan v.ark.
- 309 Bazı Zengin Galaksi Kümelerinin X-ışın Gözlemlerinden Yararlanarak Küme İçi Gazın Sıcaklık ve Bolluk Profillerinin İncelenmesi
Murat Hüdaverdi
- 311 Termonükleer X-ışın Patlamaları ve Nötron Yıldızlarının Kütle - Yarıçap Ölçümleri
Tolga Güver

- 313 Genç Nötron Yıldızlarının Yayılma Diskleriyle Uzun Süreli Evrimleri
Ü. Ertan
- 315 Aktif Gökada Çekirdeklerindeki Yüksek Kütleli ve Eğrilikli Maser Disklerin Evrimi için Simülasyonlar
Ayşe Ulubay
- 317 HD37424: SNR S147'deki OB türü Kaçan Yıldızın Keşfi
Baha Dinçel
- 319 Protosolar Disk CO-CH₄ Equilibrium Chemistry
Gül Sevin Pekmezci
- 321 Türkiye'deki Astronomi Çalışmalarına Genel Bakış ve Kurumların Bilimsel Performans Değerlendirmesinde Yeni Bir Yaklaşım
Selçuk Bilir v.ark.
- 327 Güneş Kromosferindeki Salınımlar
Z. Funda Bostancı v.ark.
- 331 Toplam Güneş Işınması (TGI) - Yerel Sıcaklık İlişkisi: İstanbul Örneği
Özkan Doğan v.ark.
- 333 Güneş Sistemi'ndeki Küçük Cisimlerin Manyetik Alanları
Eda Güzel v.ark.
- 335 Temel ve Popüler Astronomi - Astrofiziği Türkiye'de Sevdirmenin ve Yaymanın Bazı Örnek Yolları
Tamer Akın
- 337 Müneccim Peterz'in 28 Temmuz 1851 Tarihli Güneş Tutulması için Hazırladığı Osmanlıca Harita
Anıl Atalan
- 339 Cepheidlerde Dönem Değişimi (SW Tau)
Mert Acar
- 341 Element Bolluğu ve Gezegen Oluşumu İlişkisi
Duygu Durmuş v.ark.
- 343 Galaktik Düzlemdeki Yakın Yıldızların Yerel Kütle Yoğunluk Profillerinin İncelenmesi
Oğuz Öztürk v.ark.
- 345 Yakın Yıldızların Uzay Hareketi ve Epicycle Teorisi
Oğuz Öztürk v.ark.
- 347 Bazı Çok Dönemli Zonklayan Yıldızlar için Akor Kalıpları
Burak Ulaş
- 349 Güneş'in Etkinliği ve Radyo Salması
Pınar Uzunyayla
- 351 ÇOMÜ Gözlemevi'nin Güney Yarım Küre Çift Yıldızları Projesi
Osman Demircan
- 353 RY Per ve FR Ori Yıldızlarının Dönem Analizi
Ahmet Devlen v.ark.
- 355 Cüce Nova UV Per'in Patlama ve Sessizlik Dönemlerindeki Fotometrik Gözlemleri
Murat Mentеше
- 357 Düşük Kütle Oranlı Değen Çift Yıldız Dizgesi V728 Herculis

Burak Ulaş

- 359 Fotosferik Parlak Noktalar ile Kromosferik Salınımlar Arasındaki İlişki
Asuman Gültekin Annak v.ark.
- 361 Güneş Sistemi'ndeki Küçük Cisimlerin Manyetik Alanları
Eda Güzel v.ark.
- 363 Fark Fotometrisi Yoluyla bir Asteroidin Dönme Dönemini Belirleme
Afşar Kabaş
- 365 Güneş Etkinliği-İklim İlişkisi
Seliz Koç v.ark.
- 367 NGC 4258 Galaksisindeki AXK X-6 Kaynağının X-ışın ve Optik Bölgede İncelenmesi
Hasan Avdan v.ark.
- 369 Galaxy Evolution in Hot Dense Plasma of Abell 3581 and Abell 400
Turgay Çağlar v.ark.
- 371 SWIFT/BAT Tarafından Gözlenen Gama Işın Patlamalarının Zamansal Özelliklerinin İncelenmesi
Furkan Dölek v.ark.
- 373 XTE J1946+274 Be/X-ışın Sisteminin Durgun Fazdaki Optik ve X-ışın Gözlemleri
Mehtap Özbey Arabacı
- 375 Magnetarların Gurultu Gucu Hesaplamaları
Muhammed Miraç Serim
- 377 Sarmal Galaksi M101'de Gama Işın Patlama Kalıntılarının Araştırılması
Utkan Temiz v.ark.
- 379 Milisaniye Pulsarlarının X-ışın Özellikleri
Eda Vurgun
- 381 AGÇ Adayı Gama Işını Kaynaklarının Işık Eğirilerinin Ayırık Korelasyon Fonksiyonu ile Analizi
Arif Bayırlı
- 383 Gama Işın Patlamalarında Curvature Etkisinin Araştırılması
M. Bayram v.ark.
- 385 NGC253 ve M101 Galaksilerindeki X-ışın Kaynaklarının İncelenmesi
Ece Gülfem Stücker
- 387 Spectral Energy Distributions of Hubble Ultra Deep Field Galaxies Across Cosmic Time
Mireia Montes
- 389 Discovery of GeV Gamma-ray Emission from the Galactic Supernova Remnant Kes 41
Tülün Ergin v.ark.
- 391 Abell 3112 Galaksi Kümesindeki Kimyasal Zenginleşme Evrimi
Cemile Ezer v.ark.
- 393 C (Composite) Tipli G326.3-1.8 Süpernova Kalıntısının Tayfsal Özellikleri
Fatma Gök
- 395 Feibelman 1.01 ve NGC 436 Açık Yıldız Kümelerinin Temel ve Yapısal Parametreleri
Yonca Karslı
- 397 Büyük Kütleli Yıldız Oluşum Bölgesi W49: Genç Yıldızimsı Cisimler

- Gözde Saral v.ark.*
- 399 Karanlık Maddenin Aydınlık Yüzü
Hakan Sert v.ark.
- 401 G357.7-0.1 Süpernova Kalıntısında Yeniden Birleşen Plazmanın Araştırılması
Aytaş Sezer v.ark.
- 403 İzole Eliptik Galaksiler Normal Eliptik Galaksilerden Ne Kadar Farklı?
Eyüp Kaan Ülgen v.ark.
- 405 Radyosonda Rasatları Yardımıyla Erzurum için Yoğuşabilir Su Buharı Miktarının Hesaplanması
Betül Atalay v.ark.
- 407 UZAYBİMER Radyo Teleskop Kontrol Sistemi
Recep Balbay
- 409 Amatör Meteoroloji Radyo Gözlem İstasyonu Kurulumu
Recep Balbay
- 411 Radyo Astronomide Radyo Frekans Girişim (RFI) Etkileri
İbrahim Küçük
- 413 İstek Belde Okulları Gözlemevi
Alper Ateş
- 415 foto-DAG: Fotoğraflarla Doğu Anadolu Gözlemevi
Sinan Kaan Yerli v.ark.
- 421 Uzun Dönemli Yıldızlar
Varol Keskin
- 423 DAG: DIMM ve ATA50 Teleskopları Çatı-Kubbe Otomasyonu
Emre Doğan v.ark.
- 425 Sloan Digital Sky Survey Gözlemleri
Nurten Filiz Ak
- 427 Bilimsel Yayınlar için Elektronik Ortamda Verim Değerlendirme Sahası (Portalı)
Hasan Gökçe
- 429 Türkiye Meteor Takip Sistemleri Donanım, Yazılım ve Özellikleri
Ersin Kaygısız
- 431 Atatürk Üniversitesi Kampüsünün Gökyüzü Kalite Ölçümü (Işık Kirliliği)
I. Nasıroğlu v.ark.
- 433 DAG Türbülans Jeneratörü
Emrah Emin Özbaldan v.ark.
- 435 Camiryo Projesi
Mohammad Shameoni Niaei v.ark.
- 437 Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Altyapı ve Üstyapı Çalışmaları
Cahit Yeşilyaprak v.ark.
- 439 DAG: Atmosferik ve Astronomik Gözlem Sistemleri
Funda Yüzlükoğlu v.ark.
- 441 Bilimsel Devrim Sürecine Yön Veren İcatlar: Teleskop

Anıl Atalan

443 Ortaokul ve Lise Astronomi Dersi İçeriğinin Uygulanışındaki Yanlılıklar, Eksik Noktalar
ve Bunların Giderilmesi İçin Yöntemler
Hasan Aziz Kayıhan v.ark.

Dilhan Eryurt ve Bize Bıraktıkları

İbrahim Küçük¹★,

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, Kayseri

Özet

Bu çağrılı bildiride son doktora öğrencisi olmakla onur duyduğum değerli hocam rahmetli Prof.Dr. Dilhan Eryurt Ezer'in bilim yaşamı ve bilime katkılarından bahsedilmektedir. "Benim gayretim, aktif çalışma hayatımdan ayrıldığım zaman, yıldızların yapıları ve evrimleriyle ilgili çalışmalara devam edecek elemanlar yetiştirmektir" diyen, öğrencilerini yetiştirirken en önem verdiği hususun, onların olabildiğince bağımsız çalışabilecek nitelikte yetişmeleri olan Prof.Dr.Dilhan Eryurt Ezer'in bize bıraktıkları anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Memorials, Tarih, Eğitim, İdari

1 Yaşamı

Dilhan Eryurt'un babası, Ziraat Vekâleti müsteşarlarından ve 7-8'inci dönem Denizli milletvekili olan Abidin Ege, Bornova'da bugünkü Ege Üniversitesi'nin temelini oluşturan Yüksek Ziraat Mektebi'ni kurma çalışmaları için İzmir'deydi. Dilhan Eryurt, işte bu tarihlere denk gelen 29 Kasım 1926'da İzmir'de doğar. Bu tarihten kısa bir süre sonra İstanbul'a, birkaç yıl sonra da Ankara'ya yerleşirler. Dilhan Eryurt, ilkokulu Mimar Kemal İlkokulu'nda okur. İlkokul yıllarına değinirken şöyle diyor: "O zamanlar bizi, Onuncu Yıl Marşı'nı söylemek için sokaklarda dolaştırırlardı." Dilhan Eryurt, bu olayın etkilerini hâlâ kalbinde taşıdığını belirtiyor.

Babası ise ona küçüklüğünden beri şunu aşılamış: "Kızım, oku, kendini yetiştir ve memleketin için bir şeyler yap." Ankara Kız Lisesi'ne öğrenimine devam eder (Alp 1997). En sevdiği derslerin başında Matematik gelmektedir. Lise bitiminde Yüksek Matematik ile uğraşmak ve bu konuda yoğunlaşmak istemektedir.

2 Üniversite yılları

1942-43 eğitim-öğretim yılında İÜ Fen Fakültesine girer. Yüksek Matematik ve Astronomi sertifikalarını birlikte almak zorunda olmaları nedeniyle Astronomi ile yakın ilgisi bu sıralarda başlamıştır. Üniversite Reformu'nu izleyen yıllarda İÜ'de Hitler'in Almanyası'ndan kaçan bilim insanları ile Ord.Prof. Kerim Erim, Ord.Prof. Ali Yar gibi değerli bilim insanlarından dersler alır. Aynı yıllarda ise AÜ Fen Fak. Kuruluşu başlamıştır. Münih Üniversitesi'nde Gök Mekaniği dalında doktora yapan Prof.Dr. Tefik Okyay Kabakçioğlu AÜ Fen fakültesinde göreve başlar. Dilhan Eryurt 1946 yılında İÜ den mezun olunca lisansüstü çalışmalar yapmak üzere AÜ Fen fakültesine başvurur. Fakat kadro problemi ile karşılaşır.

Ancak Prof.Dr. Tefik Okyay Kabakçioğlu kendisini pratik astronomi uygulamalarında yardımcı olmak üzere fahri asistan olarak işe alır. Kendisi astrofizik alanında yetişmek arzusunda. Bu sırada babası kendisini Michigan-ABD'de bulunan büyük dayısının yanına gönderir. Bu sırada da kendisi için AÜ de kadro çıkar ve atanır. 1.5 yıllık görev iziniyle Michigan-ABD'ye gider.

3 Amerika

Michigan Üniversitesi'ndeki hocaları, Dilhan Eryurt'a orada kalmasını ısrarla önerirler ama o, bu üniversitede kalmaz ve Türkiye'ye döner. Ankara Üniversitesi Astrofizik Anabilim Dalı'nda asistan olur ve o sıralar Türkiye'de bulunan Prof. Dr. A. E. Kreiken'in yanında doktora, daha sonra da doçentlik çalışmalarını tamamlar. Eryurt, Dr. Kreiken'in asistanlığını, bir cümleyle şöyle özetliyor: "Prof. Kreiken'in yanında çalıştım ama, kütüphanecilik dahil her türlü işi yaptım." "Kreiken genel astronomi konuları ile ilgileniyordu. Astrofizik alanına girmiyordu. Beraber istatistik ağırlıklı 2-3 çalışma yaptık" (Focus 1999).

1953'te Ankara Üniversitesi Astrofizik Anabilim Dalı'nda doktorasını ve ardından doçentlik çalışmalarını tamamladı. O dönemde Prof. Dr. Kreiken tarafından profesörlük teklif edildiği halde, Dilhan Eryurt, hemen profesör olmaksızın, kendisini yeterli birikime ve düzeye ulaştırmış hissedinceye kadar araştırmalarına devam etmeye karar verir. Bu nedenle, doçentliğini Ankara Üniversitesi'nden aldıktan sonra, 1959 yılında IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) tarafından verilen bir burs ile iki yıllığına Kanada'ya gönderilir. Orada Prof.Cameron'la tanışır ve çalışır. Belli bir burs ücreti almaya başlar. İkinci yıl kuralara göre 500 dolar kadar bir artış yapılır. Dilhan Eryurt 3. kez bursu almaya hak kazanınca, esas kadroya alınır. Dilhan Eryurt öylesine başarılıydı ki, başlangıçta bir yıllığına aldığı bursu, yedi yıl çalıştığı sürekli kadroya dönüştürebilmişti. Burada aynı zamanda ilk kez bilgisayar ile tanışır.

4 İlk UAK

Dilhan Eryurt, 1968'de, Prof.Dr. Erdal İNÖNÜ'den gelen davet ile Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü'ne gelir ve bir yıl boyunca professor olarak çalışır. Bu sırada, o zamana değin hiç yapılmamış bilimsel bir astronomi toplantısı düzenler. O yıl TÜBİTAK'ın desteğiyle başlatılan bu toplantılar, daha sonar iki yılda bir devam eder. O tarihlerde Türkiye'de astronomiyle ilgilenen pek az bilim adamı vardır.

O günleri değerlendirirken, Dilhan Eryurt şunları söylüyor: "İ. Ulusal Astronomi toplantısını düzenlediğimizde, astronomiyle ilgilenen 25 kişi vardı. Şimdi, bir toplantı olduğu zaman yüzlerce kişi geliyor." Bugün ülkemizde astronomi ile uğraşanlar birçok ülkedekilere oranla çok daha küçük bir topluluk oluşturuyorlar. Buna karşın, Türkiye'deki astronomlar uluslararası alanda çok sayıda bilimsel çalışmaya imza atmışlardır.

★ kucuk@erciyes.edu.tr

2 İbrahim Küçük



Şekil 1. Okul yılları (sol), Üniversite yılları (sağ).



Şekil 2. Dilhan Eryurt Amerika'da (sol), Birinci Ulusal astronomi Toplantısı-ODTÜ (sağ).



Şekil 3. Dilhan Eryurt NASA'da (sol), Ödülleri (sağ).

5 NASA'da

1969 yılında kazandığı bir burs ile NASA-Goddard Uzay Enstitüsü'ne gönderilir. Orada 1973 yılına kadar çalışacaktır. NASA ya burs alarak gider tek kadın astronom. Astrofizik hesaplamalarında çok gerekli olan bilgisayarlarla o sırada tanışır. Türkiye'de o zaman bilgisayarın ne olduğu bile bilinmiyordu. Eryurt, bilgisayarla nasıl tanıştığını şöyle anlatıyor: "Kanada'da Deep River Atom Enerjisi Laboratuvarı'nda Prof. Dr. Cameron'la çalışırken, bana bir problem Verdi ve bunun için bir bilgisayar program hazırlamamı istedi. Ben daha programlama nedir bilmiyordum, duymamıştım."

Eryurt, Goddard Enstitüsü'nde çalışmaya başladıktan sonra, Cameron'la birlikte, Güneş'in evrimi üzerine araştırmalar yapar. Yaptıkları çalışmaların büyük bir önemi vardı; çünkü, o zamana değin kabule dilmiş olan Güneş modeli artık ciddi olarak eleştiriliyordu. En son kuramları ele alarak yeni bir model yapılması, yani sıcaklık, yoğunluk, ışınım ve Güneş'le gezegenler arasında meydana gelen etkileşimlerin incelenmesi gerekiyordu. Tüm bu çalışmalar, NASA için çok büyük önem taşı-maktaydı; çünkü, Güneş'in ve Güneş Sistemi'nin incelenmesi, o zamanlar daha yeni yeni başlamakta olan uzay uçuşlarının gelişmesini belirleyecekti. "Gerçek astrofizikle burada karşılaştım. Türkiye'de biz bilgisayar bile görmemiştik, hesaplamaları hesap makinesiyle yapıyorduk. Kanada'da Prof. Cameron'un yanına gittim ve o bana çalışmam için üç konu teklif etti. Ben hidrojen yıldızlarını seçtim. Dr. Cameron bana dönüp, en zorunu seçtin, dedi. Ardından da, önce hidrojenden oluşan bir gazın opozitesini hesaplamak gerektiğini söyledi. Bir bilgisayar programı yapmam gerekiyormuş. Programa belli sıcaklık ve yoğunluk girilince, programın o gazda opozitenin ne olması gerektiğini bulmalıymış. Yani programın bunu yapması için, benim de programı yapmam gerekiyordu. Ama ben değil bilgisayar programını; bilgisayarı ve programlamayı bile bilmiyordum. Hemen kütüphanelere gittim, kitaplar aldım ve programlamayı öğrendim ve programı başardım. Dr. Cameron, şimdi bunu bilgisayara koy dedi, ama ben daha bilgisayarı görmemişim. Gittik kartları yerleştirdik ve Dr. Cameron git sonucu al dedi. Sonucu birkaç saniye içinde elimde görünce doğrusu çok şaşırđım." Dilhan Eryurt'un daha sonra basıldığını söylediği bu çalışmayla burada ilk öğrendiği şey de "fitting" yöntemi olmuş.

6 ODTÜ'ye dönüş

1973 ODTÜ'ye döner Astrofizik ABD kurar 1973 yılında ODTÜ FizikBölümü'ne dönerek Astrofizik Anabilim Dalı'nı kurar ve astrofizik alanında eğitime önem verir.

7 Aldığı ödüller

- Maarif Vekili Hasan Ali YÜCEL tarafından verilen Başarı Ödülü 1942
- NASA Apollo Başarı Ödülü 1969
- New York Astronomi Kulübü Onur Belgesi
- Bilim Ödülü 1977
- Şeref Üyeliği 1977
- Ulusal Gözlemevi Onur Plaketi
- Rotary Club Onur Belgesi
- Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı Hizmet ve Şükran Plaketleri
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen ve Edebiyat Fakültesi Dekanlığı Hizmet ve Şükran Plaketleri
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Hizmet ve Şükran Plaketleri

8 Yetiştirdiği öğrenciler

Dilhan Eryurt öğrendiklerini gençlere aktarmak, bilim insanı yetiştirmek, yararlı bir şeyler yapmak arzusundaydı. Yetiştirdiği ortam kendisini bu yola itmiştir. 1973 yılında NASA'dan ayrılarak ODTÜ'ye Astrofizik Profesörü olarak katıldığında burada Yüksek Lisans ve Doktora dersleri vermiştir. Öğrencilerinin kuvvetli bir fizik altyapıları olduğundan yıldızlarla ilgili çalışmalara kısa zamanda başlamıştır. Yıldızları evrimi, yapıları, Güneş'in yapısı ve evrimi konularında yüksek lisans ve doktora yapan öğrencileri bugün Profesör ünvanı ile ülkemizin değişik üniversitelerinde görev yapmakta ve yaptıkları yayınlarla uluslararası literatürde sürekli yer almaktadır.

Kaynaklar

Akoğlu Alp.: Astrofizikte Öncü Bir Türk Kadını Dilhan Eryurt. Bilim ve Teknik Dergisi **360** (1997) 74–80

Unutmaz İrfan.: Güneşin Evriminde Bir Tür Kadını: Prof. Dr. Dilhan Eryurt. Focus Dergisi **360** (1995).

Erişim:

012-1100: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Gezegenlerin ve Barınak Yıldızlarının Evrimi

Mutlu Yıldız¹★,

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Gezegen keşfi üzerine yapılan araştırmalar bilim tarihinde eşine nadiren rastlanacak bir hızla ilerleyerek, inanılmaz bir gelişme kaydetti. 20 yıl gibi kısa bir sürede binlerce gezegen keşfedildi. Bu gezegenlerin bir kısmının kütle yarıçap gibi temel parametreleri duyarlı bir şekilde ölçüldü. Gözlemsel veriler dev gaz gezegenlerin yarıçaplarının çok fazla olduğunu göstermektedir. Bu gezegenler üzerine yapılan araştırmalar bu fazlalığa açıklama getirmeye çalışmaktadır. Bu çalışmada gözlemsel veriler analiz edilerek aydınlatma (irradiasyon), gel-git ve soğuma işlemlerinin yarıçap fazlalığındaki payları ortaya çıkartılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: planet-star interactions, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Gezegen araştırmaları bilim tarihinde, eğer biricik değilse, eşine ender rastlanır bir gelişmeyi çok kısa sürede göstermiştir. Bu süreç devam etmektedir ve taçlandırılması canlı ve akıllı yaşamın keşfiyle gerçekleşecektir. Bu bakımdan da çok önemli gelişmeler elde edilmiş durumdadır. Keşfin gerçekleşmesi durumunda evreni algılayışımızın sonsuza kadar değişeceği muhakkaktır.

Yıldızlarla gezegenler arasındaki ayırıcı fark, etraflarına yaydığı enerjinin kaynağına dayanmaktadır. Yıldızlar etraflarına yaydıkları enerjiyi nükleer tepkimelerle sağlarken, gezegenlerde etkin bir nükleer tepkimeden bahsedemeyiz. Bu fark, bizi bu yıldızların tamamen farklı cisimler olduğuna yönlendirmektedir. Ancak, bu cisimlerin hidrostatik dengede olması bu iki farklı türü bazı bakımlardan birbirine çok benzer yapmaktadır. Özellikle dev gaz gezegenleri, kütleçekim kuvvetini dengeleyici zıt kuvvet gaz basıncına dayandığından, yapıyla ilgili bazı durumlarda yıldız bilgisine başvurarak anlaşılabilir.

Dev gaz gezegenlerin gezegen araştırmalarında iki önemli avantajı var. Birincisi, bu gezegenlerin keşfi daha kolay. İkincisi, bu gezegenlerin kütle (M_p) ve yarıçap (R_p) gibi temel parametreleri diğerlerine göre çok daha yüksek duyarlılıkla belirlenebiliyor. Bu gezegenlerin yarıçapları bir çok durumda çok büyüktür, gözlemsel verilerin analizinden bu fazlalığa neden olan mekanizmalar ortaya çıkartılabilir. Bu çalışmanın başlıca amacı da budur.

Kepler (Borucki ve ark. 2009; Koch ve ark. 2010) ve CoRoT (Michel ve ark. 2006; Auvergne ve ark. 2009) projeleri sayesinde gezegenlerin temel özellikleri hakkında çok büyük miktarda veri elde edildi. Bunlara ek olarak, gezegen keşfi amacıyla bir çok yer konuşlu proje de var: HARPS (Mayor ve ark. 2003), HAT (Bakos ve ark. 2002), HATnet (Bakos ve ark. 2004), KELT (Pepper ve ark. 2012; Siverd ve ark. 2012), OGLE (Udalski 2003), Qatar (Alsubai ve ark. 2013), SuperWASP (Street ve ark. 2003), TrES (Alonso ve ark. 2004), WASP (Pollacco ve ark. 2006), WTS (Cappetta ve ark. 2012), XO (McCullough ve ark. 2005).

Bu çalışmanın yapıldığı zamanda 1036 barınak yıldızda keşfedilen gezegen sayısı 1706'ydı (Akeson ve ark. 2013; exoplanetarchive.ipac.caltech.edu). Bu sistemlerden bazıları çok gezegenli sistemlerdir. TEPcAt (Southworth 2011) verilerine göre,

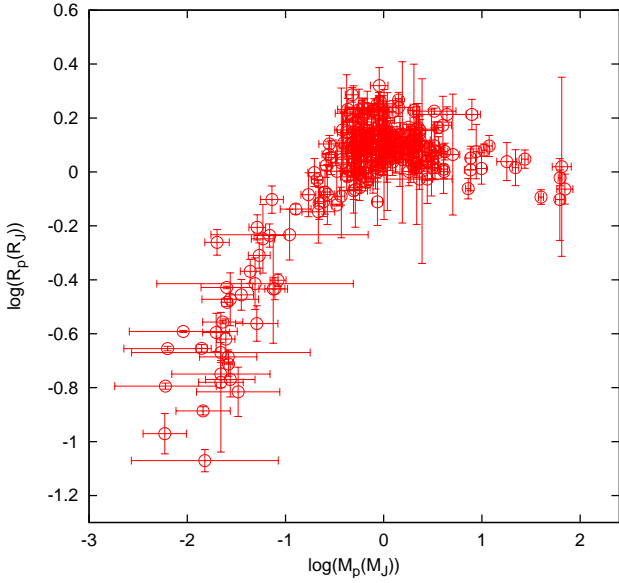
gezegenlerin kütleleri $1.017 M_{\oplus} = 0.0032 M_J$ (KOI-314 c; Kipping ve ark. 2014) ile $69.9 M_J$ (LHS 6343 b; Johnson ve ark. 2011) aralığındadır. Üst sınır kahverengi cüceleri de içermektedir. Kütleleri $10.52 M_J$ olan WASP-18 b (Maxted ve ark. 2013) en büyük kütleli gezegen olarak görülmektedir. Gezegenlerin büyüklüğü ise $0.296 R_{\oplus} = 0.027 R_J$ (Kepler-37 b; Barclay ve ark. 2013) ile $2.09 R_J$ (WASP-79 b; Smalley ve ark. 2012) aralığındadır. Şişkin dev gaz gezegenlerin alt kütle sınırı $0.35-0.4 M_J$ civarındadır. Büyüklükleri ise yarıçap aralığının üst kısımlarında, $0.8-1.4 R_J$, yer alır.

Bir yıldızın ışıngücü esas olarak özeğindeki fiziksel koşullar (özellikle de sıcaklık) tarafından belirlenir. Yarıçap ise özeğindeki fiziksel koşullar kadar dış katmanlardaki maddenin ışıma gösterdiği dirence de bağlıdır. Bu ilişki durumu bize ışıngücü ve yarıçapı yıldız yapı evriminin bir belirtici, kısıtı olarak değerlendirme fırsatı verir. Bir yıldızın ağır element bolluğunun bu bölgelerin fiziksel koşulları üzerindeki etkisi önemlidir. Bu nedenle, Yıldız ve ark. (2014) barınak yıldızların yaşını kütle ve yarıçapın yanı sıra ağır element bolluğunun da fonksiyonu olarak bulmak için yeni bir yöntem geliştirdiler. Gezegenlerin ışıngücünden söz edilemeyeceğinden, yarıçap gezegenlerin yapısı ve evrimi hakkında bilgi içeren biricik nicelik olmaktadır. Bu nedenle, literatürde gezegenlerin kütle yarıçap ilişkisi üzerine çok sayıda makale bulunmaktadır (bkz. Guillot ve ark. 1996; Burrows ve ark. 2000; Sudarsky, Burrows & Hubeny 2003; Fortney ve ark. 2007; Weiss ve ark. 2013).

Dev gaz gezegenlerin yarıçaplarının barınak yıldızdan gelen akıyla ilişkili olduğu bir çok çalışmada tespit edilmiş durumdadır (örneğin, Burrows ve ark. 2000; Demory & Seager 2011). Bunun anlamı, akı, barınak yıldız yakınında bulunan gaz gezegenin atmosferini ve en dış katmanlarını etkili bir şekilde ısıtmaktadır. Jüpiter ve Satürn Güneş'e çok uzak olduklarından ısıtılamıyorlar ve bu nedenle benzerlerine kıyasla yaklaşık olarak en küçük yarıçaplara sahipler.

Yıldızlar gibi gezegenlerde de bir kuvvet dengesi söz konusudur. Gaz gezegenlerde kütleçekim kuvvetine karşı koyan kuvvet gaz basıncına dayanmaktadır. Bu basınç ideal olandan uzaklaşmış olsa da yine parçacık sayısı ve sıcaklığa bir bağlılığı vardır. Gaz gezegenlerin yapısına ilişkin başlıca üç çok önemli sorundan bahsedebiliriz. Bunlar elbette sonuçta yarıçap üzerinde etkilidir. Birincisi, bu gezegenlerin içi ne kadar sıcaktır ve hangi süreçler bu sıcaklığı artırır veya azaltır? İkincisi, genel olarak hal denklemi problemi olarak nitelendirilebilir. Soğuk

★ mutluyildiz1@gmail.com



Şekil 1. Gezegen kütlelerine karşı gezegen yarıçapı.

yıldızlarda dahi basınç ideal gaz denkleminde uzaklaşmaktadır. Sıcaklık düşüp yoğunluk arttıkça ideal olmayan etkileşimlerin payı artmakta ve hem basıncın hem de maddenin ışıma karşı direncinin ölçütü olan saydamsızlık hesabını güçleştirmektedir (soğuk yıldızların gözlemsel ve kuramsal sonuçları arasındaki farklılığı da bu bağlamda ele alabiliriz). Gezegenler için hal denklemi ise yıldızlarda olduğundan daha karmaşıktır (Fortney & Nettelmann 2010). Üçüncüsü, gezegenler nasıl bir kimyasal bileşime sahiptir ve iç kısımlarda nasıl bir kimyasal bileşim grad-yentinden bahsedebiliriz. Kimyasal bileşim hem basınç hem de enerji iletimi (bu da sıcaklık değişimini belirler) açısından çok önemli bir unsurdur. Gezegenlerin yapısını ve evrimini daha iyi anlamamız son kertede bu üç unsurdaki yaptığımız ilerlemelere bağlıdır.

Birinci sorun ile ilişkili süreçlerden birisi gezegen ile barınak yıldız arasındaki karşılıklı çekim etkisidir (Wu 2005; Jackson, Greenberg & Barnes 2008; Liu, Burrows & Ibgui 2008). Bu etkileşim sonucunda, gezegenin yörünge enerjisi gezegenin dış katmanlarının iç enerjisini arttırmak için kullanılır.

2 Gezegenlerin ve Barınak Yıldızların Genel Özellikleri

Gezegenlerin yapısı ve evrimine ilişkin analizlerimiz 6 Ocak 2014 tarihinde TEPcat veri tabanından (www.astro.keele.ac.uk/jkt/tepcat/) alınan verilere dayanmaktadır. Veriler ve elde edilen sonuçlar Yıldız ve ark. (2014) makalesinde bulunabilir (Table S1). Şekil 1'de gezegenlerin yarıçapları kütlelerine karşı logaritmik ölçekte çizilmiştir. Küçük kütle aralığında kütle ile yarıçap arasında hemen hemen doğrusal bir ilişki var. İlişki $1 M_J$ civarında farklılaşıyor ve kütlede neredeyse bağımsız oluyor, özellikle $0.4-4.5 M_J$ aralığında. Bu aralıkta ortalama yarıçap $1.28 R_J$ 'dir. En küçük ve en büyük yarıçaplar, sırasıyla, $0.775 R_J$ ile WASP-59 b'ye (Hébrard ve ark. 2013) ve $2.09 R_J$ ile WASP-79 b'ye (Smalley ve ark. 2012) aittir. Bu gezegenlerin her ikisi de Jüpiter'inkinden biraz küçük kütleyle sahiptir. Barınak yıldızı olan Güneşimize çok uzak olmasından dolayı Jüpiter bu aralıktaki en küçük yarıçaplı gezegenler arasındadır.

Bazı gezegenlerin yörünge basıncı TEPCat katalo-

ğunda sıfır olarak verilmiş, fakat Knutson ve ark. (2014) güncellemesi sıfır olmadığını gösteriyor. Bu güncelleme karşılıklı çekim etkisinin hesabı için çok önemlidir.

En şişkin gezegenlerin bulunduğu kütle aralığı $0.4-4.5 M_J$ 'dir. Diğer iki grup ise bu aralığın altında ve üstünde yer alır. Yıldız ve ark. (2014) esas olarak $M_p > 0.4 M_J$ olan gezegenleri incelemektedir.

Barınak yıldızların etkin sıcaklığı 4550 ile 7430 K aralığında değişmektedir. Çoğunluğu anakol yıldızı, az sayıda da evrimleşmiş yıldız var. Yarıçaplar 0.694 ile $6.20 R_\odot$ aralığındadır. Kütle aralığı ise $0.75-1.57 M_\odot$ 'tir. Bu gezegenli sistemlerin yaşları yıldızların kütle, yarıçap ve ağır element bolluğu verilerinden hesaplanmaktadır.

3 Barınak Yıldızların Ağır Element Bolluğu ve Yaşı

Yıldızların ağır element bolluğu iki bakımdan çok önemlidir. Birincisi, ağır elementler çok sayıda elektron içermesinden dolayı kesit alanları çok büyüktür ve ışıma karşı etkili bir direnç gösterirler. Literatürde yer alan kaynakların neredeyse tamamında ağır element bolluğu bu yanı sıra ele alınmaktadır. İkinci olarak, ağır elementlerin elektronları çoğunlukla çok yüksek bağlanma enerjilerine sahiptir. Öyle ki, ağır elementlerin çoğu Güneş'in aşırı sıcak merkezinde dahi tam iyonize durumda değildir. Yıldız oluşum sürecinde çökmeden sağlanan enerjinin bir kısmı da bu iyonlaşma işlemi için kullanıldığından ağır element fazlalığı daha soğuk özek demektir. Bunun anlamı şudur, birinci şık ağır elementlerin enerjinin (özellikle dış katmanlarda) aktarımındaki rolü açısından önemlidir. İkinci şık ise, ağır element bolluğunun özgeğin fiziksel yapısı açısından da çok önemli olduğunu söylemektedir ve literatürde bu yan neredeyse hiç görülmemektedir.

Ağır element bolluğunun yıldız yapısı ve evrimi açısından bu önemine rağmen, gözlemsel yollardan belirlenmesi aşırı basitleştirilmiş yöntemlere dayanmaktadır. Elbette, söylemekte yarar var, çoğu kez, bu basit yol için çok haklı gerekçelerimiz var. Unutulmamalıdır ki, Güneş gibi bir yıldız için dahi ağır element bolluğu (örneğin, neon bolluğu ve diffüzyonun etkisi gibi) belirsizlikler içermektedir.

Bir yıldızın ağır element bolluğunun belirlenmesi için genellikle izlenen yol, önce bir elementin bolluğu, ad vermek gerekirse, demirin bolluğu, tayftan bulunur ve Güneş ile kıyaslanır. Demir bollukları arasındaki fazlalık (ya da azlık) ne kadarsa diğer elementlerin de aynı miktarda fazla olduğu kabul edilir ve buradan tahmini bir ağır element bolluğu hesaplanır. Ancak bu yöntemin çalışması için demir bolluğu ile en bol bulunan elementlerin (örneğin, oksijenin) bolluğunun aynı olması gerekir. Oysa, gözlemsel sonuçlar böyle söylemiyor. Tersine, Edvardsson ve ark. (1993) verilerine bakacak olursak, $[Fe/H]$ bolluğu ile $[O/Fe]$ bolluğu arasında ters orantı var. Bu nedenle, Yıldız ve ark. (2014) yeni bir yöntem geliştirerek, $[Fe/H]$ değerinden Edvardsson ve ark. (1993) verilerini kullanarak elde edilen ilişkidir $[O/H]$ bolluğunu ve buradan da toplam ağır element bolluğunu buluyorlar. Doğrudan $[Fe/H]$ değerinden hesaplanan Z_{Fe} ile $[O/H]$ değerinden hesaplanan Z_O arasında çok ciddi farklar var. Örneğin, en yüksek $[Fe/H]$ değeri olan yıldızlar için $Z_{Fe} = 0.05$ olduğu halde aynı yıldızlar için $Z_O = 0.025$ olmaktadır. Bu farklılığın etkileri yaş hesabında da kendini gösterir.

Barınak yıldızların yaşını hesaplamak için geliştirdiğimiz yöntem ANKİ (ANKara İzmir) yıldız evrim programıyla elde edilen modellere dayanmaktadır. ANKİ evrim programı Prof. Dr. Dilhan Ezer Eryurt tarafından oluşturulmuş ve geliştirilmiştir (Ezer & Cameron 1965). Elbette, gerekli güncellemeler sürekli yapılmaktadır (Örneğin, Yıldız & Kızıloğlu 1997; Yıldız 2015).

Yaş için geliştirilen yöntem ayrıntılı olarak Yıldız ve ark. (2014)'te anlatılmıştır. Burada kısaca açıklanacaktır. Bir tek yıldızın yaşam süresi üzerinde en belirleyici nicelik kütlesi ise ikinci rolü de ağır element bolluğuna verebiliriz. Geliştirdiğimiz yöntemde öncelikle bir yıldızın verilen M ve Z değerleri için yıldızın sıfır yaş ana kol (SYAK) yarıçapını buluyoruz. Yıldızın yarıçapı ile SYAK yarıçapının oranı yıldızın görelî yaşı t_{rel} 'in $3/2$ kuvveti ile orantılıdır. t_{rel} yıldızın yaşının (t) ana kol ömrüne (t_{AK}) oranıdır. Yıldız ve ark. (2014)'te t_{AK} 'in M ve Z nicelikleri cinsinden hesabı için de matematiksel bir açıklama üretmiştir. Böylece, yıldızın verilen R , M ve Z niceliklerinden görelî yaşını buluruz. Görelî yaşı t_{AK} ile çarparak yıldızın yaşı bulunur.

Eğer yaş hesabında ağır element değeri olarak $Z = Z_{Fe}$ alırsak bulduğumuz yaşlar 17 milyar yıla kadar çıkmaktadır. Bu değer Gökada'nın kabul edilen yaşından (13.4 milyar yıl; Pasquini ve ark. 2004) çok fazladır. $Z = Z_O$ aldığımızda ise yaşlar 0.3–11.3 milyar yıl aralığında bulunmaktadır. Bu sonuç çok daha makuldür.

4 Gezegenlerin Yarıçapını Etkileyen Faktörler

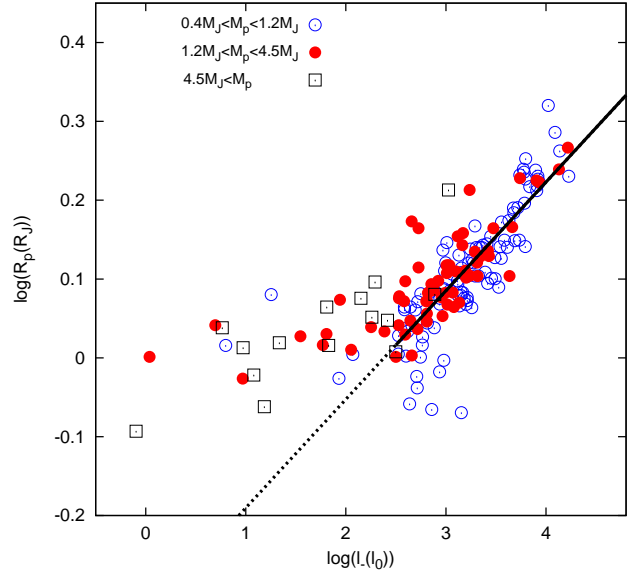
4.1 Barınak Yıldızın Aydınlatma Enerjisi

Yukarıda da değinildiği gibi şişkin dev gaz gezegenlerin bu özelliklerinde barınak yıldızdan gelen akının etkisi olduğu iyi bilinmektedir. Bir çok çalışmada şişkinliğin ne kadar olacağını gezegenin kütlesine bağlı olduğu da belirtilmiştir. Yıldız ve ark. (2014) bulgularına göre yıldızdan gelen akıdan daha önemli olan nicelik birim zamanda gezegenin birim kütlesi başına barınak yıldızdan aldığı enerjidir (l_-). Yıldızdan birim zamanda alınan toplam enerji yıldızdan gelen akı (F_I) ile gezegenin disk alanının (πR_p^2) çarpımıdır:

$$l_- = \pi R_p^2 F_I. \quad (1)$$

Bu niceliği gezegenin kütlesi (M_p) ile bölerek l_- 'yi elde ederiz. Şekil 2'de farklı kütle aralıklarındaki dev gaz gezegenlerin yarıçaplarının l_- 'ye göre nasıl değiştiği gösterilmektedir. l_- 'nin birimi l_0 'dir, l_0 ise bizim Güneş sistemimizde 1 AB uzaklıkta kütlesi 1 M_J ve yarıçapı 1 R_J olan bir gezegen tarafından birim zamanda birim kütle başına alınan enerjidir: $l_0 = 1.106 \times 10^{-4}$ erg $g^{-1} s^{-1}$. l_0 Dünyanın birim zamanda birim kütle başına aldığı enerjinin (l_\oplus) yaklaşık yüzde 38'idir. Bu grafikte üzerinde durulması gereken üç önemli nokta vardır: 1) gezegenlerin yarıçapları ile l_- arasındaki ilişki kütleyle herhangi bir bağımlılık göstermemektedir, üç kütle aralığı için de tek bir ilişki mevcuttur; 2) $\log(l_-/l_0) < 2.5-2.7$ değerlerinde, yani $l_0 < 110-190l_\oplus$ ise, gezegen pek şişmemekte veya çok az şişmektedir; 3) $\log(l_-/l_0) > 2.5-2.7$ ise ($l_0 > 110-190l_\oplus$) ise gezegenler çok şişmektedir.

Birinci nokta biraz daha ayrıntılı ele alınmayı hak etmektedir. Neden yarıçapla F_I arasındaki ilişki kütle aralığına bağılıyken yarıçapla l_- arasında tek bir ilişki var? Bu duruma iki açıklama getirilebilir. Öncelikle, bir gezegenin yarıçapını basınç kuvvetleri ile kütleçekim kuvveti arasındaki (hidrostatik) denge belirler. Şişkin gezegenlerde gelişen süreç basınçta bir artışa yol açmalı ki, kütleçekimin üstesinden gelsin. Basınç açısından önemli olan da ne kadar akı alındığı değil bu akının ne kadar bir maddenin ısıtılması için kullanıldığıdır. Birinci açıklama basınç ile l_0 arasındaki ilişkiye dayandırılabilir. İkinci açıklama için, basit bir örnek verelim; aynı yarıçapa fakat farklı kütlelere sahip iki gezegeni inceleyelim. Her iki gezegen de aynı miktarda gelen akıya maruz kalsınlar. Bu durumda küçük kütleli olanda genişleme daha fazla olacaktır çünkü kütleçekim ivmesi daha



Şekil 2. Gezegen tarafından birim kütle başına birim zamanda alınan toplam enerjiye karşı gezegen yarıçapı. Temsili çizginin denklemi $(0.138 \pm 0.008) \log(l_-/l_0) - (0.327 \pm 0.025)$ 'dir. l_- 'nin yarıçap üzerindeki etkisi $\Delta \log(R_p) = 0.138(\Delta \log(l_-/l_0) - 2.5)$ şeklinde ifade edilebilir.

azdır ve şişirilen katmanlar çok daha yukarılara çıkabilir. Büyük kütleli gezegenin ise, ısıtılan katmanın kütlesi küçük kütleli gezegeninki ile aynı olsa dahi, çekim ivmesi çok yüksek olduğu için şişmeye meğilli katman çok yukarılara gidemez. Durumu özetlemek için l_- 'yi tekrar yazalım:

$$l_- = \frac{\pi F_I}{M_p/R_p^2} \propto \frac{F_I}{g_p}. \quad (2)$$

Bir başka deyişle yarıçap, esas olarak F_I/g_p oranıyla doğru orantılıdır.

4.2 Karşılıklı Çekim Etkisi

Karşılıklı çekimin basık yörüngeli gezegenler üzerinde etkisini nicel olarak hesaplamak için Storch & Lai (2014)'ün yöntemi uygulanabilir. Storch & Lai (2014) yörünge enerjisinin ısıya dönüşme hızı (\dot{E}) için bir formülasyon geliştiriyorlar. Aydınlatma enerjisinin etkisi çok baskın olduğu için önce bu etkinin payı çıkarılmalı. Elde edilen yarıçap (R_p) \dot{E} 'ye karşı çizildiğinde doğrusal bir ilişki olduğunu saptıyoruz. Karşılıklı çekimin en etkili olduğu gezegenli sistemlerde gezegenin yarıçapı yüzde 15 kadar daha fazladır.

4.3 Soğuma

Aslında başlığı "soğuyamama" olarak da yazabilirdik çünkü esas olarak aydınlatma enerjisi (l_-) fazla olan gezegenler soğuyamadıkları için, özellikle de genç olanlar, diğerlerine göre daha büyük yarıçapa sahiptir. Bu durumu, gezegenleri l_- değerlerine göre alt gruplara ayırarak, yaşa (t) karşı R_p grafiğini çizip görebiliriz (bkz. Yıldız ve ark (2014)'ünde şekil 11). Bütün alt gruplar negatif eğime sahiptir. Bir grubun l_- 'si ne kadar yüksekse eğim o kadar keskindir. Bu demektir ki, en düşük l_- 'ye sahip olan grup hızlıca soğuduğu için şu anda çok yavaş bir değişim göstermektedir. Çok düşük l_- 'ye sahip olan Jüpiter'in yarıçapı ilk

8 Mutlu Yıldız

yarım milyar yılda 1.4 R_J 'den 1.1 R_J 'ye düşmekte, sonraki dört milyar yıl gibi bir sürede ise 1.1 R_J 'den 1.0 R_J 'ye azalmaktadır.

5 Sonuç

Şişkin gezegenlerin bu özelliği üzerinde en etkili olan nicelik aydınlatma enerjisidir. Gezegen yarıçapı ile gezegenin barınak yıldızından birim zamanda birim kütle başına aldığı aydınlatma enerjisi arasında çok net bir ilişki vardır. Böyle bir etkinin bulunması çok önemlidir çünkü bu etkiyi çıkardıktan sonra diğer olası etkilerin payını da net bir şekilde görebiliriz. Bu yolla, örneğin, karşılıklı çekim etkisiyle gezegenlerin yarıçapında yüzde 15'e varan fazlalık olduğu görülmektedir. Barınak yıldızların yaşlarının hesaplanması soğuma (ya da soğuyamama) sürecini görmemizi de mümkün kılmaktadır. En büyük dev gaz gezegenleri en yüksek L_* 'ye sahip olanlardır. Aynı (ya da benzer) L_* 'ye sahip olan gezegenlerin en büyük olanları ise en genç olanlarıdır.

Teşekkür

UAK 2015 Prof. Dr. Dilhan Ezer Eryurt'un onuruna düzenlendi. Kendisinin gerek Dünya'da gerekse ülkemizde astronominin gelişmesinde müstesna bir yeri vardır. Bu bildirinin yazarı kendi kişisel akademik öyküsünü Dilhan hocanın öyküsünün bir parçası olarak algılamakta ve kendisiyle çalışma şansını ve zevkini yaşamaktan mutluluk duymaktadır. Onu en çok öğrencilerinin ve ülkemiz astronomlarının kaydettiği bilimsel gelişmeler mutlu ederdi. Kendisini saygı ve sevgiyle anıyoruz.

Bu çalışma TÜBİTAK 112T989 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akeson R. L. ve ark., 2013, PASP, 125, 989
Alonso R. ve ark., 2004, ApJ, 613, L153
Alsubai K. A. ve ark., 2013, Acta Astron., 63, 465
Auvergne M. ve ark., 2009, A&A, 506, 411
Bakos G. Á., Lázár J., Papp I., Sári P., Green E. M., 2002, PASP, 114, 974
Bakos G., Noyes R. W., Kovács G., Stanek K. Z., Sasselov D. D., Domsa I., 2004, PASP, 116, 266
Barclay T. ve ark., 2013, Nature, 494, 452
Borucki W. ve ark., 2009, in Pont F., Sasselov D., Holman M., eds, Proc. IAU Symp. 253, Transiting Planets. Cambridge Univ. Press, Cambridge, p. 289
Burrows A., Guillot T., Hubbard W. B., Marley M. S., Saumon D., Lunine J. I., Sudarsky D., 2000, ApJ, 534, 97
Cappetta M. ve ark., 2012, MNRAS, 427, 1877
Demory B.-O., Seager S., 2011, ApJS, 197, 12
Edvardsson B., Andersen J., Gustafsson B., Lambert D. L., Nissen P. E., Tomkin J., 1993, A&A, 275, 101
Ezer D., Cameron A.G.W. 1965, CaJPh, 43, 1497
Fortney J. J., Marley M. S., Barnes J. W., N., Guillot T., 2007, ApJ, 659, 1661
Fortney J. J., Nettelmann N., 2010, Space Sci. Rev., 152, 423
Guillot T., Burrows A., Hubbard W. B., Lunine J. I., Saumon D., 1996, ApJ, 459, L35
Hébrard G. ve ark., 2013, A&A, 549, A134
Jackson B., Greenberg R., Barnes R., 2008, ApJ, 681, 1631
Johnson J. A. ve ark., 2011, ApJ, 730, 79
Kipping D. M., Nesvorný D., Buchhave L. A., Hartman J., Bakos G. Á., Schmitt A. R., 2014, ApJ, 784, 28
Knutson H. A. ve ark., 2014, ApJ, 785, 126
Koch D. G. ve ark., 2010, ApJ, 713, L79
Liu X., Burrows A., Ibgui L., 2008, ApJ, 687, 1191
Maxted P. F. L. ve ark., 2013, MNRAS, 428, 2645
Mayor M. ve ark., 2003, The Messenger, 114, 20

- McCullough P. R., Stys J. E., Valenti J. A., Fleming S. W., Janes K. A., Heasley J. N., 2005, PASP, 117, 783
Michel E. ve ark., 2006, in Fridlund M., Baglin A., Lochard J., Conroy L., eds, ESA SP-1306:
Pasquini L., Bonifacio P., Randich S., Galli D., Gratton R. G., 2004, A&A, 426, 651
Pepper J., Kuhn R. B., Siverd R., James D., Stassun K., 2012, PASP, 124, 230
Pollacco D. L. ve ark., 2006, PASP, 118, 1407
Siverd R. J. ve ark., 2012, ApJ, 761, 123
Smalley B. ve ark., 2012, A&A, 547, A61
Southworth J., 2011, MNRAS, 417, 2166
Storch N. I., Lai D., 2014, MNRAS, 438, 1526
Street R. A. ve ark., 2003, in Deming D., Seager S., eds, ASP Conf. Ser. Vol. 294, Scientific Frontiers in Research on Extrasolar Planets. Astron. Soc. Pac., San Francisco, p. 405
Sudarsky D., Burrows A., Hubeny I., 2003, ApJ, 588, 1121
Udalski, A., 2003, Acta Astron., 53, 291
Weiss L. M. ve ark., 2013, ApJ, 768, 14
Wu Y., 2005, ApJ, 635, 674
Yıldız M., 2015, RAA, kabul edildi
Yıldız, M., Çelik Orhan, Z., Kayhan, C., Turkoglu, G.E., 2014 MNRAS, 445,4395
Yıldız M., Kızıloğlu N., 1997, A&A, 326, 187

Erişim:

012-1130: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Çift Yıldızların Kinematik ve Dinamik Özellikleri: Açısal Momentum ve Yörünge Dönemi Evrimi

Faruk Soyduğan^{1*}, Selçuk Bilir², Esin Soyduğan¹, Zeki Eker³, Osman Demircan⁴, Mehmet Tüysüz¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

²İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Beyazıt, İstanbul

³Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya

⁴Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü

Özet

Bu çalışmada, yaklaşık 1200 örten çift yıldızın temel parametrelerini içeren veri tabanları oluşturulmuş ve ek olarak 29 örten çift yıldızın analizleri yapılmış ve veri tabanları zenginleştirilmiştir. Verileri toplanan tüm örten çift yıldızların temel parametrelerinin dağılımları incelenmiş ve sistemlerin anakol bileşenleri için kütle-ısıtma bağıntıları üretilmiştir. Ayrık çift yıldızlar için farklı kütle aralıklarında dört ayrı kütle-ısıtma bağıntısı belirlenmiştir. Farklı tür çift yıldız grupları için kinematik analizler yapılarak alt-grup yaşları belirlenmiştir. Yapılan dinamik analizler sonucunda, türler arasındaki geçişlerin olabileceği görülmüştür. Oluşturulan büyük ölçekli veri tabanları yanında, çift yıldızların temel parametre dağılım ve ilişkileriyle özellikle toplam kütle, yörünge açısal momentumu ve yörünge döneminin yaş ile değişimi incelenerek tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: general, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Gökada araştırmaları, onların ve dolayısıyla evrenin yapı taşı olan yıldızların temel özelliklerinin iyi bilinmesine dayanır. Özellikle çift çizgili tayfsal çift olan ve örtme-örtülme gösteren yıldız sistemleri ise yıldızların mutlak parametrelerinin en hassas belirlenebildiği dizgelerdir. Sistemi oluşturan bileşen yıldızlarının da evrimleşmemiş ve ayrıca birbirlerine etkin çekimsel tedirgin uygulamayacak kadar uzak olmaları durumunda, özellikle kütle ve yarıçaplarının, günümüz teknolojisinde geliştirilen yüksek duyarlı ve çözümüme gücündeki alıcı ve analiz yöntemleri ile %1 mertebesinde hassasiyetle belirlenmesini sağlamıştır.

Bu çalışmanın yapılmasındaki önemli motivasyon kaynaklarından biri, örten çift yıldızların (öçy) farklı türlerindeki hassas veri birikiminin özellikle kinematik ve dinamik çalışmalara belirli ölçekte hizmet edebilecek düzeye ulaşmış olmasıdır. Öçy'ların önemli bölümünde kinematik ve dinamik çalışmalar yapılmamış veya yeterli düzeyde ele alınmamıştır. Yıldız yaşlarının tek tek belirlenmesindeki güçlükler nedeniyle, türler ve alt-türlerde grup kinematik yaşlarının belirlenmesi önemlidir. Çift yıldız oluşum ve evrimine ışık tutan önemli iki parametre yörünge dönemi ve açısal momentumudur. Elde edilen kinematik yaşlarla, farklı tür öçy'ların kendi içinde ve ayrıca türler arasında yörünge dönemi ve yörünge açısal momentumun yaş ile değişimlerinin incelenmesi büyük öneme sahiptir. Bu sebeplerle, bu çalışmada farklı türlerden çift yıldız sistemlerinin, temel parametre dağılımları ile birlikte kinematik ve dinamik analizlerine ilişkin elde edilen ilk sonuçlar sunulmaktadır.

2 Gözlemler ve Veritabanları

2.1 Işıkkölçüm Gözlemleri

Bu çalışmada oluşturulan veri tabanını zenginleştirmek amacıyla, seçilen farklı tür örten çift sistemlerin ışıkölçüm gözlemleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde (ÇOMÜG) farklı tür teleskop ve CCD kameralar kullanılarak yapılmıştır. Proje süresince 21 örten çiftin ışık eğrileri gözlenmiş ve tayf verileri ile birleştirilerek (bazılarının tayf verileri bu çalışmada elde edilerek) analiz edilmiş ve veri tabanlarına eklenmiştir. Gözlenen 21 yıldızın 13 tanesi değen çift (CB), 4'ü değmeye yakın çift (NCB), 2'si ayrık çift (DB) ve 2'si de yarı-ayrık çift (SDB) sistemlerdir. Bu çalışmada ayrıca iki DB türü dizgenin ışık eğrileri ASAS veri tabanından, üç sistemin ise Kepler veri tabanından alınarak analiz için hazırlanmıştır.

ÇOMÜG'deki ışıkölçüm gözlemleri 3 yıl boyunca T30, T40, T60 ve T122 teleskopları ile toplam 150 gece boyunca gerçekleştirilerek önemli miktarda veri üretilmiş ve ışık eğrileri analize hazır hale getirilmiştir. Tüm gözlemler için duyarlılıklarının 0.005-0.014 kadir aralığında değiştiği görülmektedir. CCD görüntülerinde indirgeme işlemleri ve seçilen yıldızların parlaklıklarının okunması, C-Munipack yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

2.2 Tayfsal Gözlemler

Seçilen öçy'lardan bazılarının dikine hız verilerinin elde edilmesi amacıyla, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) ve Kanada'da Herzberg Astrofizik Enstitüsü'ne bağlı Dominion Astrofizik Gözlemevi'nde (DAO) tayfsal gözlemler gerçekleştirilmiştir. TUG'da RTT150 teleskobuna bağlı TFOSC tayfçekeri kullanılarak alınan *echelle* tayflar, 11 dizi üzerine yayılmış ve yaklaşık 4100-8000 Å dalgaboyu aralığını kapsamaktadır. Bu dalgaboyu aralığında ortalama çözümüme gücü 5100 civarındadır. DAO'da ise iki farklı teleskop (1.2m ve 1.8m çaplı) ve

* fsoydugan@comu.edu.tr

tayfçeker (yaklaşık 9000 ve 12000 çözümüleme gücünde) kullanılmıştır.

Yapılan tayfsal gözlemler sonucunda sekiz öçy'in tayfları kullanılarak dikine hız eğrileri elde edilmiş ve yörünge çözümüne hazır hale getirilmiştir. Bunlardan iki sistemin hem TUG hem de DAO'da tayfları alınırken, altı dizgenin ise tayf verileri sadece DAO'dan elde edilmiştir. Tayf verisinin indirgenmesinde IRAF yazılımına ait echelle paketi kullanılmıştır.

2.3 Veri Tabanları

Öçy'lerin beş farklı türü (DB, NCB, SDB, CB ve CAB) ve ayrıca CV'lerin kinematik ve dinamik hesaplamaları için, yapılan gözlemlerin yanında, literatürde yayınlanmış verileri de derlenerek her bir tür için katalog oluşturulmuştur. İlgili kataloglarda, sistemlerin isim, koordinat ve öz hareket bileşenleri, trigonometrik paralaksı, yörünge elemanları, mutlak parametreleri, tayf türleri gibi çok sayıda parametre yer almaktadır.

Tüm türler için verileri toplanan sistem sayısına bakıldığında toplamın 1197'ye ulaştığı görülmektedir. Farklı türler için verisi toplanan sistemlerin sayısı ise şu şekildedir: DB:258, CAB:356, SDB: 96, NCB: 52, CB: 185 ve CV: 250. Bu sistemlerden önemli bölümünün çok sayıda çalışması bulunduğu göz önüne alındığında, taranan çalışma sayısının on bini aştığı görülmektedir. Bu şekilde, literatürde yayınlanmış öçy ile ilgili makalelerin büyük bölümü incelenerek detaylı veri tabanları oluşturulmuştur.

3 Veri Analizi ve Kullanılan Yöntemler

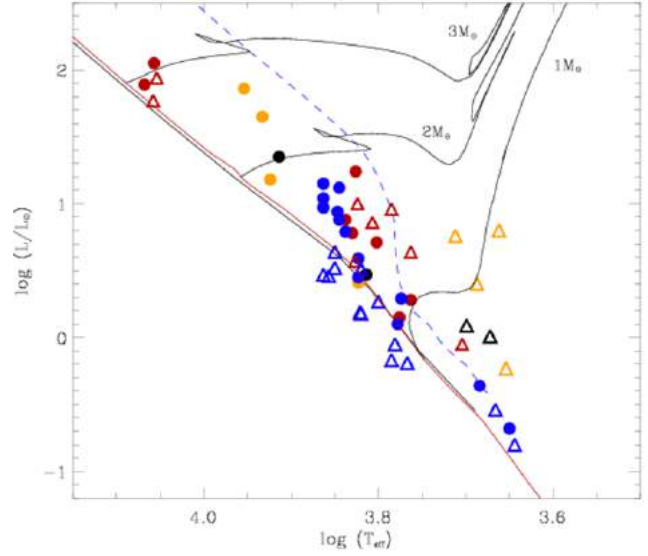
Bu çalışmadaki analizler, iki ayrı grupta verilebilir: i) Yeni gözlemlerden ve veri tabanlarından alınan fotometrik ve tayfsal verinin analizi ve ii) tüm öçy için kinematik ve dinamik analizler. Aşağıda bu iki grup analiz için izlenen yol ile ilgili bilgi verilmektedir.

3.1 Fotometrik ve Tayfsal Analizler

Bu çalışmada, 29 öçy'in yeni gözlemlerle elde edilmiş ışık eğrileri ve/veya dikine hız eğrileri eş-zamanlı olarak analiz edilmiştir. Burada temel amaç, sistemlerin yörünge parametreleri ile bileşen yıldızların fiziksel ve geometrik parametrelerinin duyarlı biçimde elde edilerek kinematik ve dinamik hesaplamalarda kullanılacak veri tabanlarının zenginleştirilmesidir.

Işık ve dikine hız eğrilerinin eş-zamanlı analizlerinde bu alanda sık kullanılan yazılımlardan olan Wilson-Devinney (WD) ve JKTEBOP kullanılmıştır. WD, ilk olarak Wilson ve Devinney (1971) tarafından hazırlanmış olup daha sonraları farklı versiyonları geliştirilmiştir (örneğin Wilson 1993; van Hamme 2003). Wilson Devinney (W-D) yaklaşımı, elde edilen ışık ve dikine hız eğrilerine kuramsal eğrilerinin (LC) ve diferansiyel düzeltme yöntemi ile ışık ve dikine hız eğrilerinin serbest parametre değerlerinin ve hatalarının hesaplanması için (DC) kodlarını kullanır (örneğin, Soyduğan ve Kaçar 2013). Diğer yazılım olan JKTEBOP ise, Etzel (1981) tarafından geliştirilen EBOP kodu üzerinden tasarlanmıştır (Southworth ve diğ. 2004). FORT-RAN77 dilinde J. Southworth¹ tarafından geliştirilen yazılım, Levenberg-Marquardt algoritmasını kullanmakta olup özellikle, ayrı çift sistemlerin analizlerinde kullanılmaktadır (örneğin Rajczak ve diğ. 2010; Deboscher ve diğ. 2013).

¹ <http://www.astro.keele.ac.uk/jkt/codes/>



Şekil 1. Gözlemleri ve analizleri yapılan örten çift sistemlerin birinci (büyük daireler) ve ikinci (içi boş üçgen) bileşenlerinin HR diyagramındaki konumları, ZAMS (sürekli çizgi) ve TAMS (kesikli çizgi) sınırları ve farklı kütleler için evrim yollarının gösterimi. CB'ler mavi, DB'ler kırmızı, SDB'ler turuncu ve NCB'ler siyah sembollerle gösterilmiştir.

Yaklaşık iki yıl devam eden gözlemler sonucunda elde edilen veriler (birkaç sistemin ASAS ve Elodie verileri kullanılmak üzere), toplamda 29 sistemin (CB:13, DB:8, NCB:4, SDB:4) ışık ve dikine hız eğrileri yukarıda verilen yazılımlar yardımıyla analiz edilerek bu sistemlerin bileşenlerinin bazı fiziksel ve geometrik parametreleri ile yörünge elemanları ve uzaklıkları belirlenmiştir. İlgili sistemlerin bileşenlerinin HR diyagramındaki konumları Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekildeki farklı kütleler için evrim yolları ile TAMS ve ZAMS sınırları, Güneş kimyasal bolluğu kabulü altında Pols ve diğ. (1998) çalışmasındaki veriler kullanılarak çizilmiştir.

3.2 Kinematik ve Dinamik Analizler

Seçilen aday sistemlerin kinematik ve dinamik hesaplamalarının yapılabilmesi için altı tür öçy grubu için oluşturulan veri tabanları kullanılmıştır.

Kinematik hesaplamalar, öncelikle uzay hızı, bileşenleri ve belirsizlikleri ile kinematik yaş hesabını içermektedir. Buna ek olarak, popülasyon ayırımında kullanılmak üzere galaktik yörünge hesapları da yapılmıştır. Bu aşamada, uzay hız ve uzay hız bileşenlerinin hesaplanmasında, literatürde sıkça kullanılan, Johnson ve Soderblom (1987)'un algoritması tercih edilmiştir. Uzay hızı bileşenlerinden U ve V için diferansiyel dönme düzeltmesi uygulanırken, tüm bileşenler için "Local Standart of Rest" (LSR) düzeltmesi de yapılmıştır (Coşkunoğlu ve diğ. 2011). Kinematik yaş hesabında ise Wielen (1977) tarafından verilen bağıntı, tüm türler için uygun alt gruplar oluşturularak kullanılmıştır.

Yıldızların hangi popülasyona ait oldukları (ince disk, kalın disk ve halo) yapılan kinematik ve dinamik hesaplamalarda ve elde edilen sonuçlarda büyük farklılıklara yol açacağından, popülasyon ayırımının önemi büyüktür. Bu nedenle, bu çalışmada sistemlerin galaktik yörüngeleri hesaplanarak belirlenecek olan galaktik düzlemden ayrılma miktarı kullanılarak ayırım yapı-

ması planlanmıştır. Galaktik yörüngeler, [Dinescu ve diğ. \(1999\)](#) çalışmasında yer alan galaktik potansiyel modelleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Örten çiftlerin dinamik evrimleri üç temel parametre olan toplam kütle (M), yörünge açısal momentumu (J) ve yörünge dönemleri (P) üzerinden incelenmiştir. Temel parametreler kullanılarak hesaplanan J değerleri üzerinden tüm türlerin alt gruplamaları yapılarak, bu parametrelerin yaş ile değişimleri, dinamik analizler kapsamında, incelenmiştir.

4 Mutlak Parametreler ve Kütle-İşitma Bağıntısı

Bu bölümde, çalışılan öçy için temel parametre dağılımları, bilinen bazı temel düzlemler ($\log T_{eff} - \log L$, $\log M - \log R$, $\log M - \log T_{eff}$, $\log R - \log T_{eff}$ ve $\log M - \log L$) üzerinde incelenmiştir. Kütle, yarıçap, sıcaklık, yörünge dönemi ve kütle oranı parametrelerinin her iki bileşen için ayrı ayrı medyan değerleri hesaplanarak yorumlanmıştır. Özellikle kütle oranı q 'nın değerlerinin türler arasındaki değişimi ilgi çekicidir. DB'ler için kütle oranının medyanı 0.91 iken NCB'lerde 0.47 ve SDB'ler için ise 0.28 olarak belirlenmiştir.

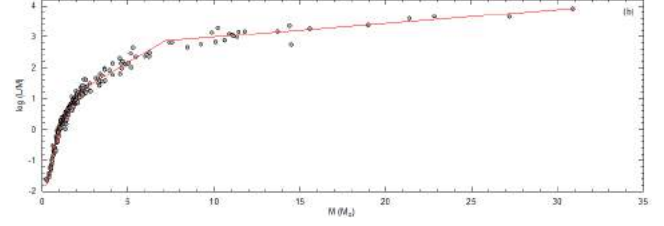
Yaklaşık yüzyıldır bilinen temel ilişkilerden biri olan kütle ile toplam işitma arasındaki bağıntı (MLR), öçy için çok daha duyarlı olarak verilebilmektedir. Temelde üstel olan bağıntı basitçe $L \propto M^\alpha$ olarak gösterilmekte olup anakol yıldızları için oldukça duyarlı şekilde üretilmektedir. Bu bağıntının duyarlı verilerle güncellenmesi, farklı tür öçy için elde edilip karşılaştırılması önemlidir. MLR'nin en son verildiği çalışmalardan bazıları; [Malkov \(2007\)](#), [Torres ve diğ. \(2010\)](#) olarak verilebilir. Bu çalışmada farklı tür öçy'lar için oluşturulan veri tabanlarından MLR bağıntısının en güncel formu belirlemeye çalışılmıştır. Burada, sistemlerin anakolda yer alan bileşenleri, $\log g > 4.0$ kriteri kullanılarak seçilerek bağıntılar sadece anakolda yer alan bileşenler için çıkarılmıştır. Bağıntı için genel form olarak; $\log L = \alpha \cdot \log M + \beta$ denklemi kullanılmış olup, denklemde yer alan katsayılar hataları ile birlikte belirlenmiştir. Çalışılan altı tür sistem için MLR'nin eğimlerini gösteren katsayısındaki farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Ayrık yıldızlarda α katsayısının ortalama değeri 3.90 iken NCB'lerde 3.69 ve SDB'lerde ise 3.22 olarak bulunmuştur.

298 DB türü sistem için MLR ilişkisi ayrıntılı olarak incelendiğinde, özellikle $\log(L/M) - M$ düzleminde, $\log(L/M)$ ile kütle arasındaki değişimin doğrusal bir şekilde ilerlemediği tam aksine en az dört farklı doğrusal bağıntıyla ifade edilebileceği görülmektedir (bakınız Şekil 2). Bu dağılımda kırılma noktalarının $M = 1.05 M_\odot$, (ii) $M = 2.4 M_\odot$ ve (iii) $M = 7 M_\odot$ civarında olduğu belirlenmiştir. Bu dört bölge için MLR ilişkisi belirlendiğinde, eğimi veren α katsayısının en büyük kütle bölgesinden en küçüğe doğru 4.84-2.73 aralığında ortaya çıktığı bulunmuş olup detaylı denklemler ve tartışmaları bu çalışmanın sonucu olarak [Eker ve diğ. \(2015\)](#) tarafından yayınlanmıştır.

5 Kinematik Davranışlar

Çalışmada, öçy'ların kinematik analizleri yapılabilecek parametrelere sahip sistemlerin sayısının 1084 olduğu görülmüştür. En büyük örnek CAB'lar (356) iken, en küçük sayıya sahip grup NCB'ler (52) olmuştur.

İncelenen örnek Güneş komşuluğunda olsa bile farklı popülasyonlarda bulunan sistemlerin örneğimizi kirlettiği bilinmektedir. Sistemlerin M , P ve J parametrelerinin zamanla değişimlerini incelenmesinde galaksimizin belirli bir popülasyon türüne ait bir örnek kullanılmalıdır. Çünkü bu çalışmadaki önemli aş-



Şekil 2. 258 DB bileşenli yıldızlar için kütle başına enerji üretme oranı ile kütle arasındaki dağılım. Kırınım noktaları (i) $M = 1.05 M_\odot$, (ii) $M = 2.4 M_\odot$ ve (iii) $M = 7 M_\odot$ görülmektedir.

malardan biri, sistemleri farklı alt gruplara ayırarak kinematik verilerinden itibaren yaşlarını hesaplamaktır. Kinematik analizler hız dispersiyonlarına bağlı olduğundan farklı bir galaktik popülasyona ait bir veya birkaç sistemin alt örneklerde fark edilmeden hesaplamalarda kullanılması beklenmedik grup yaşlarına ulaşılmasına yol açar. Bu çalışmada biri popülasyonların olasılıkları diğeri de incelenen sistemlerin galaksimizdeki yörünge parametrelerine dayalı iki popülasyon belirleme yöntemi kullanılmıştır.

Öçy'ların ilke kez ayrıntılı yapılan kinematik ve galaktik yörünge hesaplarının çift yıldız astrofiziğine iki farklı katkısı olmuştur: i) sistemlerin popülasyon analizi ve ii) grup yaşlarının belirlenmesi. Her bir grubun popülasyon analizlerinin tamamlanması ile Güneş civarındaki genç ve yaşlı ince disk popülasyona üye sistemler belirlenmiştir.

Tüm alt gruplara ait kinematik özellikler ve kinematik yaş değerleri incelendiğinde, en genç iki alt grup DB ve SDB olup kinematik yaşları sırasıyla 1.56 Gyr ve 1.21 Gyr olarak hesaplanmıştır. İncelenen gruplar arasındaki en yaşlı grup olan CV'lerin kinematik yaşları da 4.13 Gyr'dır. En genç ve en yaşlı gruplar arasında yer alan CAB, CB ve NCB'lerin kinematik yaşları sırasıyla 2.89, 2.90 ve 3.91 Gyr'dır. NCB'lerin CAB ve CB'lere göre ortalama yaşlarının daha büyük hesaplanması ilginçtir. Bunun nedeni bu gruplar içinde hareketli grup üyesi sistemlerden kaynaklanabilir.

Kinematik incelemeler sonucunda, SDB ve NCB türlerinde kalın disk veya halo sistemine rastlanmaz iken, DB, CAB ve CB'lerde ise az sayıda belirlenmiştir. CV'lerde ise 17 kalın disk veya halo popülasyonuna ait sistem olduğu ortaya çıkmıştır ([Ak ve diğ. 2015](#)).

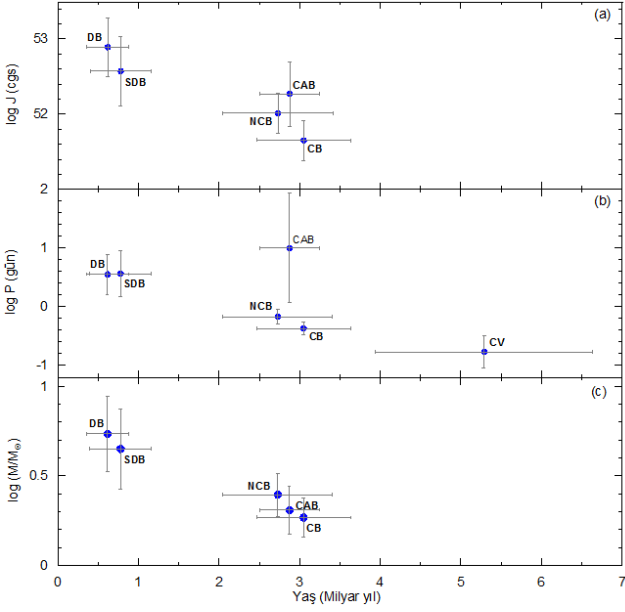
6 Kütle, Açısal Momentum ve Dönem Değişimleri

Öçy'ların dinamik evrimleri, M , J ve P parametrelerinin yaş ile değişimleri kapsamında ele alınmıştır. Çalışılan altı tür için alt gruplandırılmalar J üzerinden yapılmış olup bu üç parametrenin de farklı eğimlerde olmak üzere yaş ile azalma gösterdiği açıkça ortaya konulmuştur.

Altı tür içinde J , M ve P parametreleri için en büyük değişim oranlarına sahip sistemler CAB'lar olarak ortaya çıkmıştır. Buna göre, CAB'ların açısal momentum değişimleri $dJ/J.dt = -19.48 \times 10^{-10} \text{ yıl}^{-1}$, kütle değişimi $dM/M.dt = -6.45 \times 10^{-10} \text{ yıl}^{-1}$ ve dönem değişimi ise $dP/P.dt = -23.19 \times 10^{-10} \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

NCB'ler tüm sistemler içinde J , M ve P parametrelerinin en az değişim gösterdiği dizgelerdir. Bunun nedeni, bileşenlerinin büyük bölümünün A-F tayf türünde olması ve değme sürecinin tam olarak başlamaması olabilir.

SDB'lerde ise açısal momentum değişimleri $dJ/J.dt = -$



Şekil 3. Örten çift sistemlerin ince disk üyelerinin J , P ve M değerlerinin ortalama kinematik yaş ile değişimleri. DB ile SDB'lerde B ve A tayf türü, NCB'lerde A-F tayf türü ve CAB ile CB'lerde F-G tayf türü bileşenlere sahip sistemler kullanılmıştır.

$2.76 \times 10^{-10} \text{ yıl}^{-1}$, kütle değişimi $dM/M.dt = -4.40 \times 10^{-10} \text{ yıl}^{-1}$ ve dönem değişim miktarı ise $dP/P.dt = -4.01 \times 10^{-10} \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Yarı-ayrık dizgeler olan bu sistemlerin bazılarında kütle aktarımı ve toplanma süreçleri etkindir. Kütle aktarımı süreci sırasında, kütle ve açısal momentum kaybı da özellikle kısa dönemli SDB'lerde beklenmektedir.

CB türü sistemlerin önemli bölümünün F ve daha geri tayf türünden bileşenler içermesi manyetik etkinliğin de açısal momentum ve yörünge dönemi değişimlerine katkı vereceğini ortaya koymaktadır. CB'lerde öne çıkan değişimler yörünge açısal momentumunda belirlenmiş olup $dJ/J.dt = -6.75 \times 10^{-10} \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer, aktif bileşenler içeren DB ve CAB'lardan küçük ancak SDB ve NCB türü sistemlerden 2-3 kat büyük olduğu görülmüştür.

Özellikle Roche sınıflaması ile gruplanan türlerin kinematik ve dinamik özelliklerini karşılaştırmak için mümkün olduğunca tayf türü ve kütle aralıklarını aynı alınmalıdır. Bu durumda, benzer nükleer evrime sahip olmasına rağmen, farklı tür çift sistemlerde, farklı fiziksel süreçlerin onların evrimlerine yansımaları ortaya çıkarılabilir ve türler arasında geçişler varsa bunlara ait izler bulunabilir. Bunun için, DB ile SDB'lerde B ve A tayf türü, NCB'lerde A-F tayf türü ve CAB ile CB'lerde F-G tayf türü bileşenlere sahip sistemler alınarak ortalama kinematik yaş ve J , P ve M parametrelerinin ortalama değerleri hesaplanmış ve Şekil 3'te gösterilmiştir.

7 Sonuç

Gerçekleştirilen çalışma ile tüm öçy'ların temel parametrelerinin dağılımları incelenmiş ve kütle-ışıtma bağıntıları üretilmiştir. DB'ler için, literatürde olmayan, farklı kütle aralıklarında dört farklı MLR üretilmiştir (Eker ve diğ. 2015). Altı farklı tür sisteme ilişkin kinematik analizler yapılarak grup yaşları belir-

lenmiştir. Yapılan dinamik analizler sonucunda, Roche sınıflamasındaki türler arasındaki geçişlerin olabileceği görülmüştür.

Bu çalışmanın devamında, özellikle yeni gözlemlerle SDB ve NCB türü iyi bilinen sistemlerin sayıları artırılıp kinematik ve dinamik analizleri daha fazla alt grup ile yapılmalıdır. Bunun yanında, sayısı literatürde oldukça az olan ters Algollerin de daha fazla gözlenip bu alanda değerlendirilmesi gerekmektedir. *Gaia* uydusunun gözlem verileri kullanıma açıldığında (2019-2020 yıllarında beklenmektedir) veri tabanları oldukça zenginleşecek ve bu alanda ortaya koyduğumuz sonuçlar gelecekteki çalışmalara öncü olabilecektir.

8 Teşekkürler

Bu çalışma, 111T224 numaralı TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir. Projeye katkı veren tüm araştırmacılara ve bursiyer öğrencilere teşekkür ederiz. Tayfsal gözlem zamanı sağlayan, Dominion Astrofizik Gözlemevi'ne ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne, fotometrik gözlem zamanı sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi Gözlemevleri ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ak, T., Bilir, S., Özdönmez, A., Soyduğan, F., ve diğ., 2015, *Ap&SS*, 357, 72
 Coşkunoglu B., Ak, S., ve diğ., 2011, *MNRAS*, 412, 1237
 Debusscher, J., Aerts, C., Tkachenko, A., ve diğ., 2013, *A&A*, 556, 56
 Dinescu, D.I., Girard, T.M., van Altena, W.F., 1999, *AJ*, 117, 1792
 Eker, Z., Soyduğan, F., Soyduğan, E., ve diğ., 2015, *AJ*, 149, 131
 Etzel, P.B., 1981, *Photometric and Spectroscopic Binary Systems, Proceedings of the NATO Advanced Study Institute, 1-14 June 1980, Maratea, Italy. Edited by E.B. Carling and Z. Kopal. Dordrecht: D. Reidel Publishing Co., p.111*
 Johnson, D.R.H., Soderblom, D.R., 1987, *AJ*, 93, 864
 Malkov, O. Yu., 2007, *MNRAS*, 382, 1073
 Pols, O.R., Schroder, K.-P., Hurley, J.R., ve diğ., 1998, *MNRAS*, 298, 525
 Ratajczak, M., Kwiatkowski, T., Schwarzenberg-Czerny, A., ve diğ., 2010, *MNRAS*, 402, 2424
 Southworth, J., Maxted, P.F.L., Smalley, B., 2004, *MNRAS*, 351, 1277
 Soyduğan, F., Soyduğan, E., Kanvermez, Ç., Liakos, A., 2013, *MNRAS*, 432, 3278
 Torres, G., Andersen, J., Giménez, A., 2010, *A&ARv*, 18, 67
 van Hamme, W., Wilson, R.E., 2003, *ASPC*, 298, 323
 Wielen, R., 1977, *A&A*, 60, 263
 Wilson, R.E., Devinney, E.J., 1971, *ApJ*, 166, 605
 Wilson, R.E., 1993, *ASPC*, 38, 91

Erişim:

O13-1400: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Yakın Çift Yıldızların Kökeni ve Evrimi: W UMa tipi Çiftler

Mutlu Yıldız¹★,

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Çift yıldız bileşenlerinin ortaklaşa evrimi ve nihai durumu astronominin en gizemli konuları arasındaki yerini korumaktadır. W UMa tipi değen çift yıldızların gözlemsel verileri bu sistemlerin kökeni ve evrimi konusunda çıkarımlar yapabileceğimiz yüksek duyarlılığa sahiptir. Bu sistemlerde küçük kütleli ikinci bileşenlerin ışınımgücü ve yarıçapları kütlelerine göre çok fazladır. Literatürde bu durum için çeşitli sebepler öne sürülmüştür. Bu bildiride sunulacak yaklaşım ise diğerlerinden farklı olarak bu fazlalığı yıldızların başlangıç kütlelerinin şimdiki kütlelerden çok farklı olmasına dayanmaktadır. Bu yaklaşımla, bu sistemlerin bileşen yıldızları için başlangıç kütleleri, açısal momentum evrimleri ve yaşları hesaplanmakta ve analiz edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries (including multiple): close, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Tek bir yıldızın yapısında kökten dönüşümler olabilmesi için nükleer yakıtının kaynağında bitmesi ve devreye başka unsurların girmesi gerekir. Çift yıldızlarda ise bileşenler sistemin açısal momentum kaybetmesinden dolayı birbirine sokuldukları için, nükleer evrimin dışında yeni kökten değişim araçları ortaya çıkar. Bu sürecin en belirgin özelliği bileşen yıldızların gerek birbirinin gerekse sistemin kütleli bir arada tutma yeteneklerini zayıflatmasıdır. Bu durumun ortaya çıkardığı dönüşümler inanılmaz bir yıldız çeşitliliği yaratmaktadır. Örneğin; tufani (katakistik) yıldızlar, Be yıldızları, mavi avareler (blue stragglers, en azından bir kısmı), algoller, W UMa tipi çiftler vb. Bu yıldızların içerisinde temel parametrelerini en iyi bildiğimiz yıldızlar W UMa sistemlerindedir. Bileşenler birbirine çok yakın ve her ikisi de ana kol civarında olduğundan, tutulmalar derindir. Sistemin periyodunun da kısa olması gözlemsel olarak bir avantaj oluşturmaktadır. Bu tip yıldızlardan yaklaşık 100 çiftin temel özellikleri literatürde mevcuttur. Bu gözlemlerin en çarpıcı yanı küçük kütleli (ikinci) bileşenin kütlelerine göre çok parlak ve çok büyük görünmesidir. Bu durumu açıklama amacıyla çeşitli yaklaşımlar ortaya konmaktadır. En öne çıkan yaklaşım birinci bileşenden ikinci bileşene enerji aktarımı yapıldığı şeklindedir. Yakın zamanda Yıldız & Doğan (2013) yeni bir yaklaşımla ışınımgücü ve yarıçap fazlalığını başlangıçta büyük kütleli olan ikinci bileşenin özek yapısının hem M_2 hem de M_{2i} tarafından belirlenmesine bağladılar. Ve, bu ilişkilendirilmeden giderek bileşenlerin başlangıç kütlelerini buldular. Bir kez bu kapı aralandıktan sonra bu ve benzeri sistemlerin açısal momentum evrimlerini, yaşlarını hesaplamının da yolu açılmış oldu (Yıldız 2014).

W UMa tipi değen çift yıldızların ikinci bileşenlerinin gösterdiği ışınımgücü ve yarıçap fazlalığının yanı sıra bir başka ilginç gözlemsel olgu da bileşen yıldızların etkin sıcaklıklarının birbirine çok yakın olmasıdır. Az da olsa, iki alt grup için bileşenlerin etkin sıcaklıkları arasında sistematik bir fark vardır. A alt tipinde birinci bileşenin etkin sıcaklığı (T_{1e}) ikinci bileşeninkinden (T_{2e}) daha fazlayken, W alt tipinde tam tersidir. Literatürde bu alt tiplerin birbirinin evrimsel sonuçları olup olmadığına ilişkin tartışmalar vardır (Gazeas & Niarchos 2006; Eker et al. 2006; Awadalla & Hanna 2005). Maceroni & van't

Veer (1996)'e göre, A alt tipi ile B alt tipi arasında evrimsel bir bağlantı yoktur. Bizim yaklaşımımız da bu yönde, dahası bir W UMa aday çift yıldızın hangi alt türe ait olacağı başlangıçtaki değerlere, özellikle de M_{2i} 'ye bağlı.

W UMa tipi yıldızlarda iki bileşen birbirine değmektedir, her iki bileşen de Roche kovuğunu doldurmuştur. Ayrık bir çift yıldız sisteminde bileşenlerden birisi bir süre sonra Roche kovuğunu dolduruyorsa bunun iki sebebi olabilir: birincisi, büyük kütleli bileşenin nükleer evrimi sonucunda yıldız çok büyür ve kovuğunu doldurur; ikinci durum ise bileşenlerden en azından bir tanesi açısal momentumunu etkili bir şekilde kaybettiğçe yörüngenin ve Roche kovuğunun küçülmesine sebep olur. İkinci durumda bir bakıma yıldız Roche kovuğunu doldurmuyor, Roche kovuğu küçülerek yıldızı taşıyor.

Bu tür sistemlerde iki sürecin, adlarıyla söylersek nükleer evrim ve açısal momentumun kaybı süreçleri, arasındaki bir çeşit yarış söz konusudur. Nükleer evrim elbette büyük kütleli bileşen tarafından belirlenir, açısal momentum evrimini ise genellikle küçük kütleli (bazen de her ikisi) bileşen üstlenir. Bir çift yıldız sisteminin hangi alt tip olacağı belki de bu iki süreçten hangisinin galip geleceğine bağlıdır.

Yakın çift yıldızların her biri diğerinin kütleçekimi altındadır. Bunun dışında, ikinci bileşen aynı kütleli bir ana kol yıldızına göre çok parlakken birinci bileşen sıradan bir ana kol yıldızı görünümü vermektedir (Yang & Liu 2001; Webbink 2003; Li et al. 2008). İkinci bileşenin ışınımgücü fazlalığının birinci yıldızdan yapılan enerji aktarımı ile gerçekleştiği yaklaşımı söz konusuysa da (Lucy 1968a,b; Webbink 2003; Li et al. 2008), değen çift yıldızların evrimi genel olarak pek bilinmemektedir. Hilditch et al. (1988)'e göre, W alt tipi değen yıldızların birinci bileşenleri ana kolda pek evrimleşmemişken, A alt tipi değen yıldızlar ölüm yaş ana kolu (ÖYAK) civarındadır.

2 Değen yıldızların fiziksel özellikleri ve enerji aktarım problemi

Çift yıldızların temel parametreleri elde etmenin en güvenilir yolu hem fotometrik hem de tayfsal verilerin kullanılmasıdır. Literatürde 100'den fazla W UMa tipi değen yıldızın yüksek duyarlılıklarını bulmak mümkündür. Bu yıldızlar Yıldız & Doğan (2013) tarafından tablo halinde verilmiştir. Bu yıldızların birinci bileşenleri çok büyük oranda sıfır yaş ana kolu ile ölüm yaş ana kolu arasında bulunmaktadır. İkinci bileşenlerin

★ mutluyildiz1@gmail.com

kütlelerine göre yüksek ışıngüçüne ve yarıçapa sahip olmaları bu yıldızların çok farklı yapı ve evrime sahip olduklarını gösterir. İkinci bileşenlerin ortalama kütleleri A alt tipi için $0.38 M_{\odot}$ ve W alt tipi için de $0.47 M_{\odot}$ 'tir. Bu kütledeki yıldızların tek bir yıldız olarak (ana kol) evrimi için gereken süre gökada yaşından kat ve kat fazladır.

Bu veriler kullanılarak, literatürde yer alan birinci bileşenden ikinci bileşene enerji aktarım yaklaşımı sınanabilir. Şöyle ki, eğer enerji aktarımı söz konusu ise ikinci bileşende gözlenen fazlalık ($\delta L_2 = L_2 - M_2^4$) birinci bileşende bir azlık ($\delta L_1 = L_1 - M_1^4$) şeklinde kendini göstermeli: $\delta L_2 = -\delta L_1$. δL_2 'yi δL_1 'karşı çizdiğimizde görüyoruz ki A alt tipi için kesinlikle böyle bir ilişki yoktur. W alt tipi için de genel olarak bir ilişki olmamakla birlikte çok küçük δL_1 ve δL_2 değerlerinde az sayıda yıldız için bir ilişki söz konusudur.

3 Bileşenlerin başlangıç kütle hesapları

3.1 Işıngücü fazlalığından ikinci bileşenin başlangıç kütle hesabı

Önce, ışıngüçüne göre kütle (M_L) tanımı yapalım. Örneğin, ÖYAK yıldızları için, ışıngücü kütle ilişkisi

$$L = 1.49M^{4.216} \quad (1)$$

olsun (Yıldız 2015). Bu durumda

$$M_L = (L/1.49)^{1/4.216}. \quad (2)$$

Bizim yaklaşımımıza göre M_L ile M_2 arasındaki (ΔM) fark M_{2i} ile M_2 arasındaki farkla (δM) ilişkili olmalı: $\Delta M = f(\delta M)$. Bu durumda, başlangıç kütleleri

$$M_{2i} = M_2 + f(\delta M) \quad (3)$$

açıklamasından bulabiliriz. Böylece sorunu $f(\delta M)$ 'i bulmaya indirgemiş oluruz. Yıldız & Doğan yaptıkları MESA modellerinden (Paxton et al. 2011)

$$f(\delta M) = M_{2i} - M_2 = 2.50(\delta M - 0.07)^{0.64} \quad (4)$$

buluyorlar. İkinci bileşenlerin başlangıç kütleleri (M_{\odot} biriminde) ise

$$M_{2i} = M_2 + 2.50(\delta M - 0.07)^{0.64}. \quad (5)$$

Bu denklemi A ve W alt tiplerine uyguladığımızda çok ilginç bir sonuç çıkıyor. Bu alt tipler başlangıç kütleleri açısından birbirinden ayrılıyorlar. Ayrırcı kütle $1.8 \pm 0.1 M_{\odot}$ 'dir. A alt tipi bu ayrırcı kütle üstünde ($M_{2i} > 1.8 M_{\odot}$), W alt tipi ise altında yer almaktadır ($M_{2i} < 1.8 M_{\odot}$). Bir kaç istisnanın dışında, bu sonuç bütün W UMA tipi degen yıldızlar için geçerlidir.

İkinci bileşenlerin büyük çoğunluğunun kütleleri 1.3-2.2 M_{\odot} aralığındadır.

3.2 Birinci bileşenin başlangıç kütle hesabı

Değen yıldızların evrimi açısından en belirsiz noktalardan birisi de ikinci bileşenin birinci bileşene kütle aktarımının kütle korunumlu olup olmadığıdır. Çoğu irdelemede kütle korunumu varsayılması herhangi bir belirti olduğundan değil daha iyi bir şey konulamamasından kaynaklanmaktadır. Ancak, ikinci bileşenin başlangıç kütlelerini hesaplayabildiğimize göre şimdi daha iyisini yapabiliriz.

Başlangıçta toplam kütle M_{Ti} , şimdiki toplam kütle de M_T olsun. Kaybedilen kütle de (M_{kayBP}) gözönünde tutarsak

$$M_{Ti} = M_T + M_{kayBP} = M_{2i} + M_{1i} = M_2 + M_1 + M_{kayBP} \quad (6)$$

olur. Buradan da

$$\begin{aligned} M_{1i} &= M_1 - \Delta M + M_{kayBP} \\ &= M_1 - \Delta M \left(1 - \frac{M_{kayBP}}{\Delta M}\right) \\ &= M_1 - \Delta M(1 - \gamma) \end{aligned} \quad (7)$$

buluruz, $\gamma = M_{kayBP}/\Delta M$ olmak üzere. γ için doğrudan kısıt oluşturamayız ancak başlangıçtaki kütle oranını ($1/q_i = M_{1i}/M_{2i}$) sınırlandırabiliriz. Başlangıçta $M_{2i} > M_{1i}$ olmalı ki ikinci bileşen daha hızlı evrimleşip Roche kovuğunu doldursun. Bu durumda $0 < 1/q_i < 1$ aralığında olmalı. Bütün sistemler için tek bir γ olduğunu varsayarsak (en azından A alt tipi için geçerli gibi), $1/q_i$ 'yi bu aralıkta tutan $\gamma = 0.664$ değerini buluruz. Bu da şu demek oluyor, kütle aktarımının korunumlu olması bir tarafa ikinci bileşenin kaybettiği kütle büyük kısmı (üçte ikisi) sistemin dışına kaçıyor.

γ 'nın bu değerini kullanarak denklem (7)'den birinci bileşenin kütlelerini bulabiliriz. Bulunan kütleler 0.2-1.5 M_{\odot} aralığındadır (HV UMA ve V376 And sistemleri hariç). Bu kütle aralığı aynı zamanda manyetik frenlemenin açıl momentum kaybında etkili olduğu aralıktır (Tutukov et al. 2004). Birinci bileşenlerin ortalama başlangıç kütleleri A alt tipi için 0.99 M_{\odot} , W alt tipi için de 0.84 M_{\odot} 'tir.

Bazı W alt tipi sistemlerde $1/q_i > 1$ çıkmaktadır. Bu sistemlerde δM çok küçüktür. δM ne kadar küçükse $1/q_i$ de 1'den o kadar büyük çıkmaktadır. Az sayıdaki bu sistemler için de düzeltme yapılarak başlangıç kütleleri hesaplanmaktadır (bkz. Yıldız & Doğan'da Bölüm 4.3).

Birinci ve ikinci bileşenlerin başlangıç kütleleri için belirsizlik hesaplarının nasıl yapıldığı Yıldız & Doğan (2013)'te ayrıntılı olarak verilmiştir.

4 W UMaların yaşı ve açıl momentum evrimi

Tek, yalıtılmış yıldızların yaş hesabında da çeşitli zorluklar vardır. İç yapı modellerinden yaş bulma yoluna başvuracak hem kütlelerin hem de kimyasal içeriğinin bilinmesi gerekir. Asterosismolojinin vaatleri bu konuda ihtiyacımızı karşılayacak yeterlikte görünüyor. Kütle transferi yapmış degen yıldızlarda yaş hesabı ise, yazarın bilgisine göre daha önce denenmiş bile değil. Yıldız (2014) ilk kez bu amaç için bir yöntem geliştirdi. Burada, bu yöntem (A alt tipi sistemler için olanı) kısaca anlatılacaktır. Önce bir soruya yanıt veremeye başlıyalım. Bir W UMA sisteminden bileşenleri ayıracak olsak, ikinci bileşenin ömrünü üç kütle (M_{2i} , M_2 ve M_L) hangisi belirler? Yanıt, şu olabilir, ışıngücünü M_L belirlediğine göre yaşı da M_L belirlemeli.

Değen bir sistemin üç farklı süreci olmuştur. Bir sistemin yaşı da bu üç sürecin, ayrı (t_D), yarı ayrı (t_{SD}) ve degen (t_{CB}) olarak geçen sürelerin toplamıdır:

$$t = t_D + t_{SD} + t_{CB}. \quad (8)$$

Ayrı süreçte geçen süreyi, en azından A alt tipi için, M_{2i} kütleli bir yıldızın ana kol ömrü olarak hesaplayabiliriz. Yarı ayrı sürecin başında ikinci bileşenin kütleleri M_{2i} iken şu andaki evrimi belirleyen kütle olarak M_L 'ye düşmüştür. Dolayısıyla bu iki süreci kontrol eden "evrimsel kütle" bu iki kütlelerin ortalaması ($\overline{M_2}$) olarak alınabilir:

$$\overline{M_2} = \frac{M_{2i} + M_L}{2}. \quad (9)$$

Bu durumda, A tipi değen çiftler için

$$t_{SD} + t_{CB} \approx t_{MS}(\overline{M_2}). \quad (10)$$

Bu yöntemle A alt tipi sistemler için yaş hesabı yapılabilir. Yıldız (2014)'te bu yaşlar listelenmiştir. Bu yaşların ortalaması 4.37 milyar yıldır. Bilir ve ark. (2005) kinematik yöntemlerle A tipi yıldızların ortalama yaşını 4.48 milyar bulmaktadır. İki yaş değeri beklenmedik ölçüde birbirine yakındır.

Benzer fakat biraz farklı bir yolla W alt tipi sistemler için de yaş hesabı Yıldız (2014) tarafından yapılmaktadır. Bulunan sonuç yine kinematik yoldan bulunan ortalama yaş ile çok uyumludur.

Açısal momentum hesabı iki aşamada yapılabilir. Birincisi, ilk taşımadır. Bu aşamada ikinci bileşen bir ÖYAK'daki yıldız olarak (A alt tipi) Roche kovuğunu doldurduğuna göre, bileşenler arasındaki uzaklığı Eggleton (1983) tarafından üretilen açıklama kullanılarak bulunabilir. İlk taşımdan bugüne açısız momentum kayıp (dJ/dt) hızı $M_{2i}^4 M_{1i}^{0.82}$ ile doğru orantılıdır. İkinci aşama ise gözlenen ayrıık sistemlerin açısız momentumları ile kıyaslanarak hesaplanabilir. Ayrıık sürecin (hemen hemen) başlangıcından sonuna (ilk taşıma) kadar açısız momentum kayıp hızı ise sadece birinci bileşen kütesinin 1.5 kuvveti ile orantılıdır. Bu sonuç çok anlamlıdır çünkü açısız momentumu esas olarak bu bileşen dış uzaya üfleemektedir.

Yıldız (2014) tarafından hesaplanan ayrıık süreçteki açısız momentum kayıp miktarları Stępień (2006) ile Demircan ve ark. (2006) tarafından bulunanlarla oldukça uyumludur.

5 Sonuç

Yakın zamanda değen çift yıldızların yapısı ve evrimi üzerine çok önemli gelişmeler oldu. Yıldız & Doğan (2013) ve Yıldız (2014) çalışmalarını bu kapsamda değerlendirebiliriz. İlk çalışmada, ikinci bileşenlerin başlangıç kütleleri ışınımgüçlerindeki gözlemsel fazlalıktan bulunmaktadır. Bulunan kütlelerin büyük bir kısmı 1.3-2.2 M_{\odot} aralığındadır. Dahası W UMa ların alt tipleri birbirinden ayrıışmaktadır. A alt tipi için $M_{2i} > 1.8 M_{\odot}$, W alt tipi içinse $M_{2i} < 1.8 M_{\odot}$. Bu ayrıışma bu alt tipler için elde edilen yegane ayrıışmadır. Birinci bileşenlerin kütleleri ise 0.2-1.5 M_{\odot} aralığında bulunmaktadır. Bu kütle aralığı tam da manyetik frenlemenin açısız momentum kaybında etkili olduğu kütle aralığıdır. Elde edilen sonuçlar çok tutarlıdır. Başlangıçta, ayrıık süreçte, büyük kütleli ikinci bileşen nükleer evrimi, kütesi 1.5 M_{\odot} 'ten küçük olan birinci bileşen ise açısız momentum evrimini belirlemekte ve sistem sonunda değen bir sistem olmaktadır.

Değen sistemler üzerine ikinci çalışmada ise, Yıldız (2014) bu sistemlerin yaşlarını ve açısız momentum kayıp sistemlerini hesaplayarak bu sistemlerin başlangıç yörünge parametrelerini elde etmektedir. Elde edilen sonuçlar başka yöntemlerle elde edilen literatür değerleriyle uyumlu çıkmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 112T989 nolu proje kapsamında kısmen desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Awadalla, N.S., Hanna, M.A., 2005, J.Korean Ast. Soc., 38, 43
 Bilir S., Karataş Y., Demircan O., Eker Z., 2005, MNRAS, 357, 497
 Demircan O., Eker Z., Karataş Y., Bilir S., 2006, MNRAS, 366, 1511
 Eggleton P.P., 1983, ApJ, 268, 368
 Eker, Z., Demircan, O., Bilir, S., Karataş, Y., 2006, MNRAS, 373, 1483
 Gazeas, K.D., Niarchos, P., 2006, MNRAS, 370, L29

- Li, L., Zhang, F., Han, Z., Jiang, D., Jiang, T., 2008, MNRAS, 387, 97
 Hilditch R.W., King D.J., McFarlane T.M., 1988, MNRAS, 231, 341
 Lucy, L.B., 1968a, ApJ, 151, 1123
 Lucy, L.B., 1968b, ApJ, 153, 877
 Maceroni, C., van't Veer, F., 1996, A&A, 311, 523
 Paxton, B., Bildsten, L., Dotter, A., Herwig, F., Lesaffre, P., Timmes, F., 2011, ApJS, 192, 3
 Stępień K., 2006, Acta Astron., 56, 347
 Tutukov, A.V., Dremova, G.N., Svechnikov, M.A., 2004, Ast.Rep., 48, 219
 Webbink, R.F., 2003, in Turcotte, S., Keller, S.C., Cavallo, R.M., eds, ASP Conf. Ser., 293, 76, 3D Stellar Evolution
 Yang, Y., Liu, Q., 2001, AJ, 122, 425
 Yıldız M., 2015, RAA, kabul edildi
 Yıldız, M., 2014, MNRAS, 437, 185
 Yıldız, M., Doğan, T., 2013 MNRAS, 430, 2029
 Yıldız M., Kızıloğlu N., 1997, A&A, 326, 187

Erişim:

013-1430: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Değen Çift Yıldızların Gezegenleri Olabilir mi?

Osman Demircan^{1*}, İbrahim Bulut¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale

Özet

Değen çift yıldızların gezegenleri olması halinde ışık eğrileri ve minimum zamanlarındaki kaymalar modellenmiş ve modellere dayanarak sistemde manyetik etkinliğin de var olması halinde gözlemlerden gezegen geçişlerini saptamanın çok zor olduğu saptanmıştır. Bugüne kadar değen çift yıldızların etrafında gezegen keşfedilememiş olmasının bu gözlemsel zorluktan kaynaklanmış olabileceği veya bu sistemlerdeki dinamik nedenlerle çevrelerinde gezegen oluşamamış olabileceği veya oluşan gezegenlerin çok önce çift sistem üzerine düşmüş olabileceği yorumu ilk kez yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: planet-star interactions, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

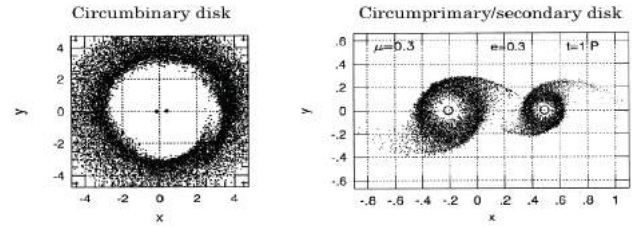
Çift yıldızların etrafında 3. cisimlerin varlığıyla ilgili gözlemsel veriler 1990'lı yıllardan itibaren birikmeye başlamıştır (örneğin bkz. Demircan, Derman, Müeyesseroğlu 1992; ve Demircan 1994). Biriken verilerden çift yıldızlarda 3. cisim bulunma frekansının kısa dönemli çift yıldızlara gidildikçe hızla arttığı, değen çift yıldızlarda bu frekansın %100'e ulaşmış olabileceği Tokovinin ve ark. (2006) tarafından gösterilmiştir. Pribulla ve Rucinski (2008) tarafında bu frekans %60 olarak saptanmıştır. Bugüne kadar değen çift yıldızların etrafında saptanan 3. cisimlerin yıldız kütlelerinde cisimler olduğu bilinmektedir. Bu durum değen çift yıldızların etrafında gezegen kütleli cisimlerin olamayacağı anlamına gelmez. Bugüne kadar değen çift yıldızların tayfsal ve fotometrik gözlemlerinden gezegen kütleli 3. cisimlerle ilgili kanıt saptanamamıştır. Bunun nedeni W UMa türü değen çift yıldızların gözlemlerinde manyetik etkinlik, madde hareketi, ve diğer fiziksel değişimlerin etkisiyle gezegen etkilerinin ayrılamamış olmasıdır. Bu ayırım için daha duyarlı gözlemlere ve daha anlamlı fiziksel modellemelere gereksinim bulunmaktadır. Kepler uzay aracının gözlemleriyle gezegen transitlelerini ortaya çıkaracak gözlem duyarlıklarına ulaşılmış ve farklı türlerden çift yıldızlarda çok sayıda gezegen varlığı saptandığı halde bu gözlemlerde de henüz W UMa türü değen çift yıldızlarda gezegen varlığını gösteren kanıtlara rastlanmamıştır. Bunun nedeni bu sistemlerin çevresinde gerçekten gezegen bulunmaması veya gözlemsel etkilerin karmaşıklığı nedeniyle saptanamaması olabilir. Bu sistemlerde gezegen varlığının gözlemsel transit etkisi, etkinin niteliğini görebilmek için modellenmiştir.

2 Çift Yıldızların Ötegezegenleri

Çift yıldızların Kepler gözlemlerinde iki tür yörüngede ötegezegenler saptanmıştır: i) çift sistemin bir bileşeni etrafında sateellite türü S-tipi yörüngedeki ötegezegenler, ve ii) çift sistemin etrafında planet türü P-tipi yörüngedeki ötegezegenler. Farklı türlerden çift yıldız sistemlerinde ötegezegen keşfedilen sistem istatistiği şöyledir (bkz. www.univie.ac.at/adg/schwarz/binary.htm, www.exoplanets.eu ve Kostov ve ark. 2013, 2014):

- Uzun dönemli ayırık çift yıldızda bir bileşenin etrafında → 44 sistem ($a > 20$ AB)

* demircan@comu.edu.tr



Şekil 1. Çift yıldız sistemi etrafında ve bileşenleri etrafında disk oluşumu (Artymowicz ve Lubow, 1994).

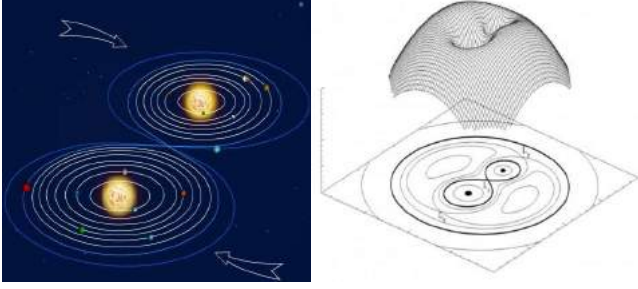
- Kısa dönemli ayırık çift yıldızda sistem etrafında → 10 sistem ($0.08 < a < 0.23$ AB)
- Değen çift yıldızlar (ortak zarf içindeki sistemler) → ? Henüz keşfedilmedi
- Ortak zarf sonrası sistemler (PCES), sistem etrafında → 11 sistem
- Nötron yıldız çift yıldız sistemlerinde, sistem etrafında → 2 sistem?

Not: burada bileşenler arası uzaklık a değeri astronomik birim (AB) olarak verilmiştir. İlk iki gruptaki ötegezegenler transit geçişleriyle, 4. gruptakiler minimum zamanı istatistikleriyle, 5. gruptakiler ise puls zamanlarının analiziyle saptanmıştır. Transit oluşturmayan ötegezegenlerin de var olması gerekmektedir. Bunların varlığı, transit geçiş zamanı istatistiğinden bulunabilir.

Yukarıdaki istatistiklerden de görüldüğü gibi değen çift yıldızların etrafında ötegezegen varlığını gösteren ne dönem değişimi ne de transit gözlemler henüz saptanamamıştır.

3 Yıldızların Etrafında Disk Oluşumu ve Ötegezegenler

Bilindiği gibi gezegenler yıldızların etrafındaki disklerin soğumasıyla kar topu modeline göre oluşurlar (bkz Şekil 1). Diskler ise yıldız oluşum evresinde hızlı dönmenin sonucu ekvator düzlemlerinde bileşen yıldızların etrafında oluşabildiği gibi kısa dönemli sistemlerde sistem etrafında da oluşabilmektedir. Gezegenler diskin oluşabildiği her yerde meydana gelmiş olmalı. Diğer taraftan diskler çift yıldız evriminin farklı evrelerinde oluşabilmektedir: a) oluşum evresinde, b) büyük kütleli bileşenden diğerine madde aktığında, c) fazla madde aktarımı sonucu sistem ortak zarfın içinde kaldığında ve d) ikinci Lagrange noktasından dış ortama fazla madde atıldığında (bkz Şekil 2). Bu



Şekil 2. Roche Modeline göre çift yıldız sisteminde gezegenlerin oluşabileceği konumlar.

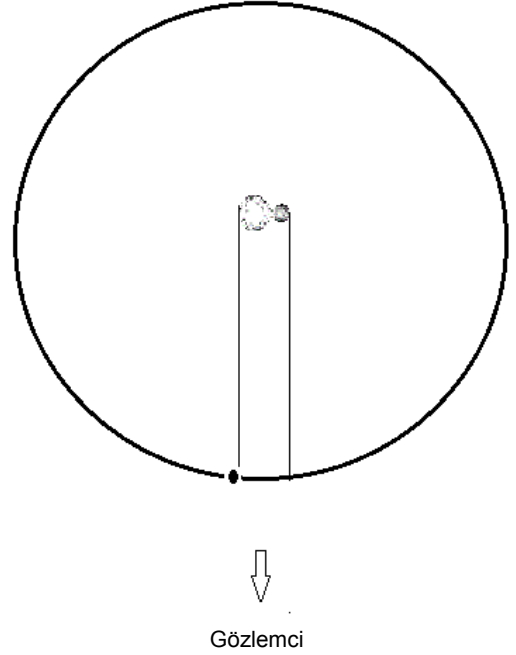
evreler farklı zamanlarda gerçekleştiği için oluşacak gezegenler de 1. Nesil, 2. Nesil, 3. Nesil, ... gezegenler olarak ortaya çıkarlar.

4 Değen Çift Yıldızlarda Gezegen Geçişi Saptamanın Zorluğu

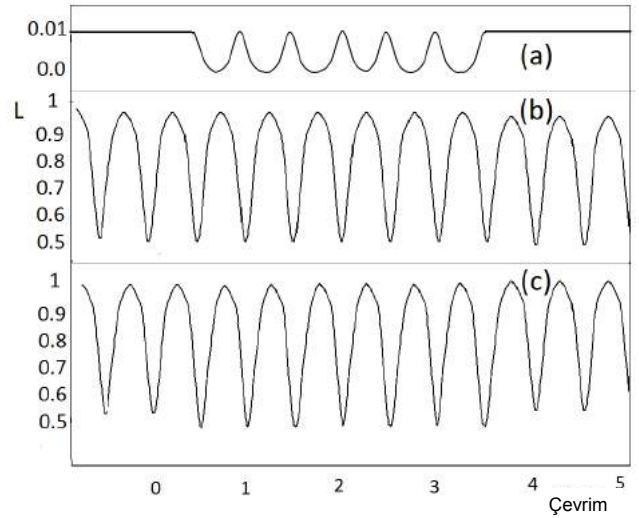
Değen çift yıldızların etrafında gezegen varsa bile bugüne kadar bilinen yöntemlerle saptanamamıştır. Asıl önemlisi Kepler uzay teleskopu ile keşfedilen çift yıldızların çoğu kısa dönemli, onların da büyük kısmı W UMa türü değen çift yıldız olduğu halde 4 yıl sürekli ve duyarlı gözlemler bugüne kadar hiçbir ötegezegen geçişi belirteci göstermemiştir. Bu sistemler için ötegezegen geçişi süresinin çiftin yörünge döneminden daha uzun olacağı, yani varsa bir geçiş sırasında çift sistemin birkaç tur atmış olabileceği ve geçiş nedeniyle ışık seviyesinin bu birkaç tur boyunca en fazla yüzde birkaç kadar düşebileceği, bunun da bu sistemlerde genelde görülen O'Connell etkisiyle karıştırılmış olabileceği düşünülürse bu sistemlerde ötegezegen geçişi saptamanın ne kadar zor olduğu anlaşılır. Bu durumu daha iyi anlamak için iyi bilinen W UMa sistemine bir simülasyon uyguladık: Burada ortak zarf sonrası sistemleri örnek olarak W UMa'nın etrafında ve sistemin yörünge düzleminde bir yıllık yörünge dönemine sahip Jüpiter benzeri bir gezegen olduğunu varsaydık. Bu gezegenin transit geometrisi Şekil 3'te gösterilmiştir. Sistemin maksimum izdüşüm boyutu $b = a_b + R_1 + R_2$ olur. Burada değen çift yıldızlar için $R_1 + R_2$ değeri yörünge yarıbüyük eksen uzunluğu olan a değerinin 0.75 ile 0.80 katı kadardır. Bu durumda fazla değen sistemler için $b = 1.80 \times a_b$ olur. Yörünge yarıbüyük eksen uzunluğu a_p ve yörünge dönemi P_p olan gezegenin b uzunluğunu geçiş süresi T , basit bir orantıyla

$$T \simeq \frac{1.8 a_b}{2\pi a_p} P_p \quad (1)$$

bulunur. Bu formülde W UMa için yukarıda verilen değerler yerine konursa $T = 0.985$ gün bulunur. Buradan anlaşıldığına göre ötegezegenin geçiş süresi içinde merkezdeki değen çift yıldız W UMa yaklaşık $(0.985 / 0.3336 = 3)$ 3 tur atmaktadır. Yani W UMa sisteminde böyle bir gezegen varsa aşağı yukarı 0.01 kadırlık ışık düşmesinden oluşan ötegezegen geçişi üç ışık eğrisi boyunca sürekli devam etmektedir (bkz Şekil 4). Geçiş ışık eğrisi ise genişliği 0.01 kadir olan üç tane yan yana ω biçimli ışık değişiminden oluşur; burada her ω , değen sistemin bir turunu temsil eder. Geçiş eğrisinin maksimumları çift sisteme ait ışık eğrisinin 0.25 ve 0.75 evreleriyle çakışır, ancak geçiş zamanının başlangıcı ve sonunun ω 'nin neresine denk geldiğini tahmin etmek daha karmaşık bir evre hesabı gerektirir. Şekil 4c'de 4a

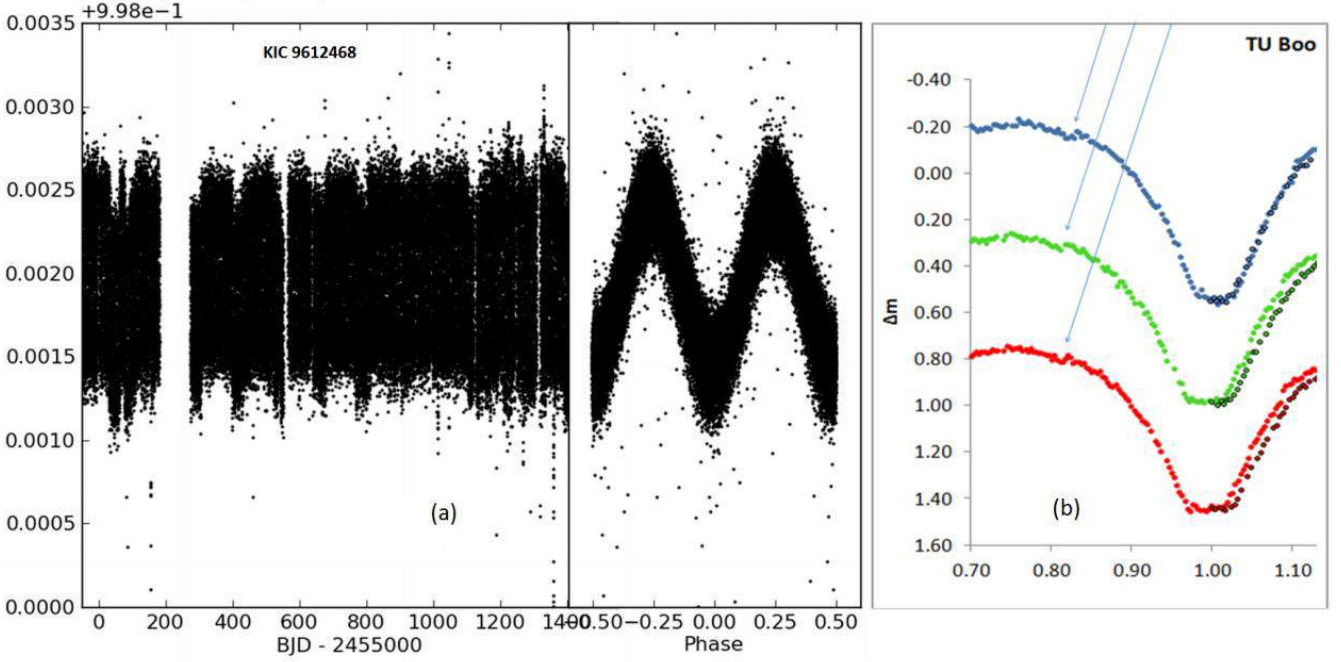


Şekil 3. Değen çift yıldızlarda ötegezegen geçişinin geometrisi.



Şekil 4. W UMa'nın etrafında var sayılan Jüpiter kütleli bir gezegenin (a) sistemin ışık değişimi dikkate alınmaksızın çizilen ışık eğrisi, (b) W UMa sisteminin sürekli ışık değişimi ve (c) iki eğrinin toplamı olan ötegezegen geçiş eğrisi.

ve 4b'nin toplamı olan W UMa'nın ışık eğrisi üzerinde geçiş eğrisi gösterilmiştir. Görüldüğü gibi Şekil 4c'de ötegezegen geçiş ışık eğrisindeki diğer küçük değişimlerle karışabileceği için ötegezegen belirtecini ortaya çıkarmak oldukça zor görünmektedir (bkz Şekil 5). Beklide bu nedenle değen çift yıldızlarda bugüne kadar ötegezegen saptanamamıştır. Şekil 5b'de görüldüğü gibi değen çift yıldızların fotometrik gözlemlerinde dikkat çeken bazı küçük atlamalar ötegezegen geçişleriyle ilgili olabilir.



Şekil 5. (a) KIC 9612468 Kepler çift yıldızının Prša ve ark. (2011) den alınan ışık eğrisi; değişimler manyetik etkinlikten kaynaklanmakta, ancak ötegezegen etkisi varsa bile manyetik alan etkisi içinde kaybolmaktadır. (b) değen çift yıldızların fotometrik gözlemlerinde (örneğin burada gösterilen TU Boo'nun ışık eğrisinde) dikkat çeken bazı küçük atlamalar ötegezegen geçişleriyle ilgili olabilir.

5 Sonuçlar ve Tartışma

Jüpiter kütleli bir ötegezegenin bir değen çift yıldızın önünden geçişiyle oluşan ışık değişimi eğrisi ilk kez modellenmiştir. Bu modelleme, geçiş etkisinin birkaç dönemlik ışık eğrisi üzerine binmiş olması ve etki genliğinin küçük olması nedeniyle, manyetik etkinlik gibi diğer etkilere kolay ayrılmayacağı gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda Kepler teleskopu ile 4 yıl süreli gözlenen değen çift yıldız ışık eğrilerinde ötegezegen geçiş belirteci bulabilmek için model eğrilerden yararlanılması ve yeni analizlerin buna göre yapılması gereği ortaya çıkmıştır.

Diğer taraftan şimdiye kadar minimum zamanlarının analizinden elde edilen 3. cisim ışık-zaman etkisi, daha çok manyetik etkinlik nedeniyle gözlemlerdeki saçılmaların büyük olması nedeniyle gezegen boyutlu 3. cisimlerin saptanmasına olanak vermemiştir. Bu çalışmanın bir sonucu olarak değen çift yıldız gözlemlerinde manyetik alan etkileri modellenerek minimum zamanlarındaki saçılmalar iyileştirildikten sonra karakteri daha iyi belli olan küçük genlikli uzun dönemli ışık zaman etkisi değişimlerinin saptanabileceği, dolayısıyla minimum zamanı analizlerinden varsa büyük kütleli, sisteme uzak (büyük yörünge dönemli) ötegezegenlerin saptanabileceği anlaşılmıştır.

Kaynaklar

- Artymowicz, P., Lubow, S. H.: in Circumstellar Dust Disks and Planet Formation. ed. R. Ferlet, & A. Vidal-Madjar. (1994) 339.
- Demircan, O.: in The Impact of Long-Term Monitoring on Variable Star Research: Astrophysics, Instrumentation, Data Handling, Archiving, Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, held in Ghent, Belgium, November 15-18, 1993, Dordrecht: Kluwer, 1994, edited by Christiaan Sterken and Mart De Groot. NATO Advanced Science Institutes (ASI) Series C, **436** (1994) 77.

- Demircan, O., Derman, E., Müyesseröğlü, Z.: A Period Study of AW UMa. *A&A* **263** (1992) 165–171.
- Kostov, V. B., McCullough, P. R., Hinse, T. C. ve ark.: A Gas Giant Circumbinary Planet Transiting the F Star Primary of the Eclipsing Binary Star KIC 4862625 and the Independent Discovery and Characterization of the Two Transiting Planets in the Kepler-47 System. *ApJ* **770** (2013) 19.
- Kostov, V. B., McCullough, P. R., Carter, J. A. ve ark.: Kepler-413b: A Slightly Misaligned, Neptune-size Transiting Circumbinary Planet. *ApJ* **784** (2014) 18.
- Pribulla, T., Rucinski, S. M.: in Multiple Stars Across the H-R Diagram, ESO Astrophysics Symposia (Berlin: Springer) (2008) 163.
- Prša, A., Batalha, N., Slawson, R. W. ve ark.: Kepler Eclipsing Binary Stars. I. Catalog and Principal Characterization of 1879 Eclipsing Binaries in the First Data Release. *AJ* **141** (2011) 16.
- Tokovinin, A., Thomas, S., Sterzik, M., Udry, S.: Tertiary Companions to Close Spectroscopic Binaries. *A&A* **450** (2006) 681–693.

Erişim:

013-1445: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

W UMa'ların Bileşen Yıldızları

İbrahim Bulut^{1*}, Osman Demircan¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale

Özet

Değen çift yıldızlarda minimum zamanları kullanılarak yapılan analizlerden belirlenen dönem değişimleri çoğunlukla karmaşık bir yapı sergiler. Bunlar çoğunlukla kütle aktarımından kaynaklanan parabolik bir değişim üzerine binmiş bir kaç çevrimsel değişimi gösterirler. Büyük olasılıkla bu çevrimsel değişimler, değen çift sistemin etrafında dönen üçüncü hatta dördüncü, beşinci bileşenden kaynaklanır. Bu çalışmada bir değen çift yıldız sistemi olan CK Boo'in dönem değişimi ayrıntılı olarak incelenmiş, dönem değişiminin nedenleri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Tokovinin ve ark. (2006) çift yıldız sistemlerinde üçüncü bir bileşenin görülme sıklığının çift sistemlerin yörünge dönemine bağlı olduğu belirtmiştir. Buna göre bir çift sistemde üçüncü bileşenin görülme sıklığı, sistemin yörünge dönemi P olmak üzere, $12 < P < 30$ gün için %34 seviyesinde, $P = 9$ günde için %50 seviyesine, $P = 1$ gün için ise bu olasılığın %100 seviyesine kadar çıktığı hesaplanmıştır. Rucinski ve ark. (2007) kuzey yarımkürede yer alan 10 kadirden daha parlak değen çift yıldızlar içinde üçlü sistem olma oranının %61 olduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar tüm değen çift yıldızların bir çoklu sistem içinde yer aldığı yaygın fikrini destekler niteliktedir.

2 Değen Çift Yıldızlarda Dönem Değişimi

Çift yıldızlarda dönem değişimi çalışmaları kütle aktarımı, manyetik aktivite, eksen dönmesi ve üçüncü cisim gibi bir çok fiziksel mekanizmanın açıklanmasına olanak verir. Bu tür çalışmalar çift yıldızların gözlenen minimum zamanlarıyla oluşturulan (O-C) eğrilerinin analiziyle yapılır.

Değen çift yıldızlarda (O-C) eğrileri genelde karmaşık bir yapı sergiler. Bunlar çoğunlukla parabolik bir değişim üstünde binmiş bir kaç çevrimsel değişimi içerir. Buradaki parabolik değişim bileşenlerin birbirlerine kütle aktarımından kaynaklanırken, sinüsel değişimler ise büyük olasılıkla değen çift sistemin etrafında dönen ilave bileşenlerden kaynaklandığı kabul edilir.

Çift yıldızlarda üçüncü bileşenden kaynaklanan ışık-zaman etkisi (LITE) Irwin (1959) tarafından şu şekilde ifade edilmiştir:

$$\tau = \frac{A}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \omega}} \left[\frac{(1 - e^2) \cdot \sin(\nu + \omega)}{1 + e \cos \nu} + e \sin \omega \right] \quad (1)$$

Burada A , (O-C) eğrisinde ışık-zaman etkisinin oluşturduğu sinüsün gün biriminde yarı genliğidir.

Değen çift yıldızlarda LITE yorumlanması 1990'ların başlarına kadar uzanır (bkz örneğin Demircan ve ark. (1992) ve Demircan (1994)). Sonraki yıllarda bu tür çalışmalar bir çok değen çift sisteme uygulanmıştır. Pribulla ve Rucinski (2008) tarafından duyarlı gözlemleri olan 20 değen çift yıldız üzerine yapılan çalışmada, çoklu sistem olma oranının yaklaşık %60 olduğu bulunmuştur.

* ibulut@comu.edu.tr

3 Örnek Bir Değen Çift Yıldız: CK Boo

CK Boo (BD + 9°2916, HD 128141, HIP 71319) Bond (1975) tarafından değişen olduğu keşfedilen A tipi W UMa sistemidir. Tayf türü F7/F5 (Rucinski ve Lu, 1999), maksimum parlaklık $9^m.029$ (V), dönemi ise yaklaşık 0.355 gündür. Bileşenlerin kütleleri 1.415(14) ve 0.154(2) M_{\odot} , yarıçapları ise 1.439(3) ve 0.555(12) R_{\odot} olarak Kalcı ve Derman (2005) tarafından hesaplanmıştır.

Sistemde dönem değişimi üzerine literatürde bir çok çalışma yer almakta olup, ilk çalışmalar Aslan ve Derman (1986) ve Demircan (1987) tarafından yapılmıştır. Yörünge döneminde doğrusal olamayan bir artış olduğunu ise ilk kez Jia ve ark. (1992) belirtmiştir. Daha sonra Qian ve Liu (2000), (O-C) eğrisinde parabolik bir trendin varlığını göstermiş ve bu trendin üstünde dönemi yaklaşık 14 yıl olan küçük genlikli dönemli bir değişim bulmuştur. Bu değişim ikinci bileşenin manyetik aktivitesine bağlanarak Applegate (1992) mekanizmasıyla açıklanmıştır. Kalcı ve Derman (2005) da son görüşü destekleyerek yörünge modülasyonunun dönemini 15.75 yıl olarak revize etmiş, sistemde üçüncü cisim olamayacağını belirtmiştir. Daha sonra Yüce ve ark. (2006), (O-C) eğrisinde parabol üstünde sinüsel bir değişimin olduğunu ve sinüsel değişimin üçüncü cisimden kaynaklandığını kabul ederek bu cismin kütlelerini 0.48 M_{\odot} , dönemini 17.41 yıl olarak hesaplamıştır. Pop ve Vamoş (2012) ise (O-C) eğrisinde parabol üstünde iki sinüsel değişim belirlenmiş ve bunların sisteme bağlı iki ilave bileşenden kaynaklanması durumunda kütlelerinin 0.492 ve 0.272 M_{\odot} olması gerektiğini bulmuştur.

D'Angelo ve ark. (2006) tayfsal gözlemlerden sistemin görsel üçüncü bir bileşenin olduğunu göstermiştir. Bu üçüncü bileşenin tayf türünü M0 V, sıcaklığını 3900 K, parlaklığını $9^m.2$ (V), kütlelerinin 0.48 M_{\odot} ve çift sisteme uzaklığının ise yaklaşık 5 AB olduğu hesaplanmıştır.

3.1 CK Boo'nun Dönem Analizi

CK Boo'nun dönem değişiminin incelenmesinde kullanılan minimum zamanları (O-C) Gateway veri tabanından (Paschke ve Brat, 2006) alınmıştır. Ayrıca bu veri setinde olmayan literatürdeki diğer minimum zamanları da buna eklenmiştir. Böylece 1975-2013 yılları aralığını kapsayan fotometrik/CCD gözlemlerinden elde edilmiş 60 tanesi birinci minimum zamanı olmak üzere toplam 130 tane minimum zamanı toplanmıştır. Tüm minimum zamanları kullanılarak oluşturulan (O-C) eğrisinde,

Çizelge 1. CK Boo'nun dönme analizinden elde edilen ilave cisimlerin parametreleri.

Parametre	Birim	T3	T4
T_0	HJD	446183.5933(17)	
P	gün	0.355153459 (12)	
$P_{3,4}$	gün	9115(248)	3987(69)
$P_{3,4}$	yıl	25(1)	10.9(2)
A	gün	0.0135(3)	0.0045(8)
$T_{per3,4}$	yıl	2451268(8293)	2452167(110)
ω	derece	63(33)	302(17)
e		0.024(10)	0.50(12)
$Q [10^{-10}]$	gün	1.37(1)	
$f(m_{3,4})$	M_{\odot}	0.0204	0.0043
$M_{min3,4}$	M_{\odot}	0.43	0.28
$a_{3,4}$		8.2	5.1
\dot{M}	$M_{\odot}/yıl$	$1.65 \cdot 10^{-8}$	

(O-C) artıkları hesaplanırken aşağıdaki ışık elemanları

$$HJD (Min I) = 2446183.5933 + 0^d.355153459 \times E. \quad (2)$$

kullanılmıştır.

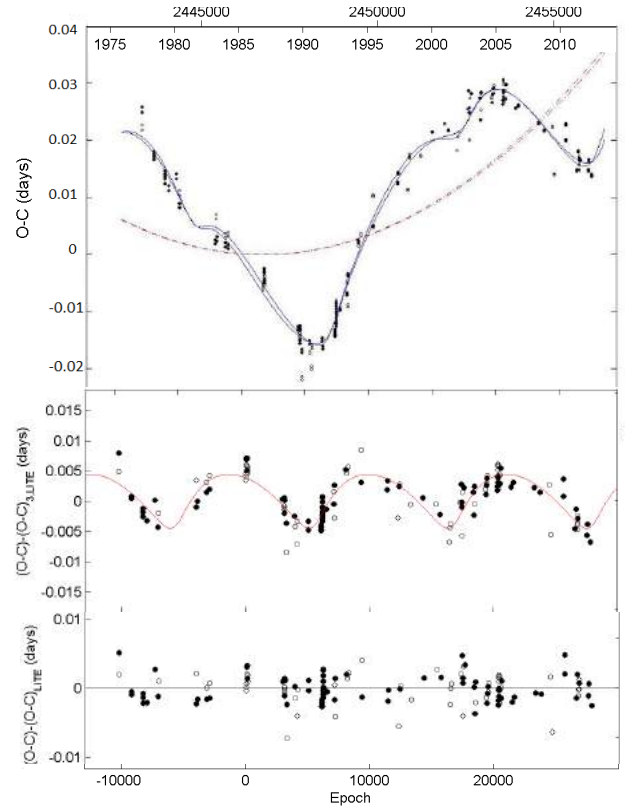
Dönem analizi, Zsche (2009) tarafından yazılan ve MATLAB ortamında çalışan bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde parabolik değişim üstüne binmiş iki sinüsel değişim belirlenmiştir. Sinüsel değişimlerin sisteme çekimsel olarak bağlı iki ilave cismin varlığına işaret ettiği kabul edilmiştir. Buna kabul altında yapılan analizlerle hesaplanan kuramsal (O-C) eğrisinin gözlemlerle uyumu Şekil 1'de, olası ilave cisimlerin belirlenen parametreleride (T2 ve T3) Çizelge 1'de sunulmaktadır. Çizelgede $P_{3,4}$, $f(m_{3,4})$ ve $M_{min3,4}$ ($i = 90$) sırasıyla sinüs eğrilerinin dönemini, cisimlerin kütle fonksiyonlarını ve kütlelerini göstermektedir.

4 Tartışma ve Sonuç

Çift yıldızların (O-C) eğrilerindeki düzgün dönemsel değişimler çoğunlukla sisteme çekimsel olarak bağlı ilave bileşenlerin sebep olduğu LITE etkisinden kaynaklandığı kabul edilir. Duyarlı minimum zamanları kullanılarak oluşturulacak (O-C) eğrileri üzerinde LITE etkisinin araştırılması, sisteme bağlı üçüncü, dördüncü hatta beşinci bileşenlerin belirlenmesini ve parametrelerinin bulunmasını sağlar. Bu tür çalışmaların ilave bileşen barındırma olasılıkları yüksek olan değen çiftlerin Jüpiter benzeri gezegenlerinin tesbit edilmesini sağlayabilecek önemli bir yöntem olabileceği de düşünülebilir.

Bu çalışmada sunulan CK Boo da bir çok değen çift yıldızın (O-C) eğrilerinde görülen tipik özellikleri göstermektedir. CK Boo'nun (O-C) eğrisinin gösterdiği değişim, kütle aktarımından kaynaklı parabolik bir değişim ve bunun üzerine binmiş büyük olasılıkla sisteme fiziksel olarak bağlı cisimlerin oluşturduğu ışık-zaman etkisinden kaynaklanan iki çevrimsel değişimin bileşkesi şeklinde modellenmiş ve ilgili parametreler belirlenmiştir. Çevrimsel değişimlerin dönemi 25(1) ve 10.9(2) yıl, genlikleride 0.0135(3) ve 0.0045(8) gün olarak hesaplanmıştır. Olası üçüncü ve dördüncü cisimlerin minimum kütleleri ise 0.43 ve 0.28 M_{\odot} olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar Pop ve Vámos (2012)'un buldukları değerlerle uyumludur. Bu ilave bileşenlerin kütlelerine bakıldığında her ikisinin de yıldız olduğu anlaşılır.

Parabolik değişim, ikinci bileşenden birinci bileşene doğru kütle aktarımının olduğunu gösteriyor. Bileşenleri kütle değerleri dikkate alındığında sistem için hesaplanan kütle aktarım miktarı



Şekil 1. Parabol ve iki sinüs eğrisinin eklenmesiyle oluşturulan CK Boo'nun O-C diyagramı.

$\dot{M} = 1.65 \cdot 10^{-8} M_{\odot}/yıl$ kadardır ve literatürde değen sistemler için bulunan kütle aktarım miktarı boyutlarındadır.

Kaynaklar

- Applegate, J.H.: A mechanism for orbital period modulation in close binaries. *ApJ* **385** (1992) 621–629.
- Aslan, Z., Derman, E.: Photoelectric observations of CK Bootis. *A&AS* **66** (1986) 281–302.
- Bond, H.E.: Eclipsing binaries found spectroscopically. II. HD 128141. *PASP* **87** (1975) 877–878.
- D'Angelo, C., van Kerkwijk, M.H., Rucinski, S.M.: Contact binaries with additional components. II. A spectroscopic search for faint tertiaries. *AJ* **132** (2006) 650–662.
- Demircan, O.: BV observations of W UMa-type binaries: CK Bootis, BI CVn, and AH Vir. *Ap&SS* **135** (1987) 169–174.
- Demircan, O., Derman, E., Müyesseröğlü, Z.: A period study of AW UMa. *A&A* **263** (1992) 165–171.
- Demircan, O.: in *The Impact of Long-Term Monitoring on Variable Star Research: Astrophysics, Instrumentation, Data Handling, Archiving, Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, held in Ghent, Belgium, November 15–18, 1993, Dordrecht: Kluwer, 1994, edited by Christiaan Sterken and Mart De Groot. NATO Advanced Science Institutes (ASI) Series C, 436* (1994) 77.
- Irwin, J. B.: Standard light-time curves. *AJ* **64** (1959) 149.
- Jia, G., Liu, X., Huang, H.: 1991 Photometry of the W UMa type binary CK Boo. *IBVS* (1992) 3727.
- Kalci, R., Derman, E.: CK Bootis: a W UMa system with a small mass ratio. *AN* **326** (2005) 342–348.
- Paschke, A., Brát, L.: O-C Gateway, a Collection of Minima Timings. *OEJV* **23** (2006) 13.

- Pribulla, T., Rucinski, S. M.: in Multiple stars across the H-R Diagram, ESO Astrophysics Symposia (Berlin: Springer) (2008) 163.
- Qian, S., Liu, Q.: A possible connection between the variability of light curve and the change of the orbital period in the contact binary CK Bootis. *Ap&SS* **271** (2000) 331–339.
- Pop, A., Vamoş, C.: Biperiodic orbital period modulation of the W UMa binary CK Bootis. *NewA* **17** (2012) 667–672.
- Rucinski, S., Lu, W.: Radial velocity studies of close binary stars. II. *AJ* **118** (1999) 2451–2459.
- Rucinski, S.M., Pribulla, T., van Kerkwijk, M.H.: Contact Binaries with Additional Components. III. A Search Using Adaptive Optics. *AJ* **134** (2007) 2353–2365.
- Tokovinin, A., Thomas, S., Sterzik, M., Udry, S.: Tertiary companions to close spectroscopic binaries. *A&A* **450** (2006) 681–693.
- Yüce, K., Selam, S.O., Albayrak, B., Ak, T.: Monitoring secular orbital period variations of some eclipsing binaries at the Ankara University Observatory. *Ap&SS* **304** (2006) 67–69.
- Zasche, P.: The data mining: An analysis of 20 eclipsing binary light-curves observed by the INTEGRAL/OMC. *NewA* **14** (2009) 129–132.

Erişim:

O13-1500: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

YY Gem Aktif Çiftinin Çoklu Dalgaboyu Çalışması

N Erkan¹★,

C J Butler, E Budding, A Erdem

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

Özet

Bu çalışmada YY Gem aktif çiftinin 1988 yılında yapılan çoklu dalgaboyu kampanya gözlem sonuçları incelenmiş, elde edilen optik ışık eğrileri modellenip, diğer dalgaboyundaki gözlem sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: stars: late-type, İkili Yıldızlar

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O13-1515: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Seçilmiş Bazı Örtün Yakın Çift Yıldız Sistemlerinde Gezegen Araştırılması

İlham Nasıroğlu¹★,

Yücel Kılıç, Agnieszka Slowikowska

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

Güneş Sistemi dışındaki gezegenlerin (ötegezegen) farklı yöntemler ile yapılan keşfi gün geçtikçe artmakta ve bu keşifler araştırmacıların bu konu üzerindeki ilgisini giderek artırmaktadır. Bu çalışmada gezegen sistemlerinin keşfi için kullanılan yöntemlerden Zamanlama (Timing) yöntemi kullanılarak seçilmiş yakın örtün çift yıldız sistemlerinde (PCEBs ve CV'ler gibi) gezegen varlığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu yöntemle bu tür sistemlerde gezegen veya üçüncü cismin varlığı bu sistemlerdeki iki yıldızın birbirlerini örtme zamanlarında gözlenen periyodik değişimin Işık-Zaman Etkisi (LTE: Light Time Effect) olgusu ile irdelenmesi sonucu belirlenebilir. Bu Işık-Zaman Etkisi ölçülebilir olup bu türden çift yıldız sistemlerinde gezegen olup olmadığını araştırmak için kullanılabilir. Bu türden çift yıldız sistemlerinde gezegen olup olmadığını araştırmak için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: time, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O13-1520: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

41. COSPAR Bilimsel Kongresi: Hedefler ve Beklentiler

Ersin Göğüş¹★,

Elif Kutdemir

¹ Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul

Özet

Uluslararası Uzay Araştırmaları Komitesi, COSPAR'ın 41. Bilimsel Kongresi 31 Temmuz – 7 Ağustos 2016 tarihlerinde İstanbul'da düzenlenecektir. COSPAR Bilimsel Kongresi iki yılda bir farklı ülkelerde düzenlenmekte olup genellikle 60'a yakın ülkeden 2500'ün üzerinde araştırmacının katılımıyla gerçekleşmektedir. Büyük çaplı bu kongrenin Türkiye'de gerçekleşecek olması, ülkemiz araştırmacıları için hem kendi çalışmalarını tanıtılabilmeleri, hem de ileri seviye çalışmalar hakkında ilk elden bilgi edinerek iş birliği olanakları sağlaması açısından çok önemlidir. Bu konuşmada, 41. COSPAR Bilimsel Kongresinin ülkemizin uzay bilimleri için verimli bir etkinlik olabilmesi için yapılan çalışmalar ve beklentiler paylaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: space vehicles: instruments, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O13-1525: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Zonklayan Çift Sistemler

Esin Soyduğan¹★,

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Özet

Bu çalışmada zonklayan bileşenli çift sistemlerde yapılan zonklama çalışmalarının bilime kazandırdıkları ve çift sistemlerde zonklama çalışmalarının neden önemli olduğu üzerinde durulmuştur. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde sıcak bileşeninde ilk defa δ Scuti türü ışık değişimi belirlenen bir örten çift sistem IO UMA'nın sıcak bileşenin zonklama doğasını ortaya koymak için zonklayan bileşenin zonklama parametreleri, frekans ve mod değerleri belirlenmiştir. Örnek sistem IO UMA'nın sıcak zonklayan bileşeninin dört frekans değeriyle zonklama yaptığı ve genlik oranları ve evre farklarına göre belirlenen / değerine göre çapsal olmayan zonklama gösterdiği bulunmuştur. Yer tabanlı yapılan gözlemler sonucunda elde edilen zonklama parametreleriyle, uydu verileriyle elde edilen zonklama parametrelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Kepler uydusunun zonklama çalışmalarına katkıları üzerinde de durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Yüzey katmanları düzenli olarak büzülüp, genişleyen yıldızlar "zonklayan değişen yıldızlar" olarak adlandırılırlar. Zonklama gösteren değişen yıldızlar, zonklayan yıldızın veya bileşenin zonklama parametrelerinin belirlenmesine ve yıldızın iç kısımları hakkında bilgi sahibi olabilmemize olanak sağlarlar.

Hertzprung-Russell (H-R) diyagramında yer alan "Kararsızlık kuşağı" içerisinde δ Cephei değişenleri, W Virginis değişenleri, RR Lyrae değişenleri ve δ Scuti değişenleri bulunmaktadır. Bu dört tür değişen yıldızın içerisinde bulunan δ Scutiler en küçük genlikli ve en küçük dönemli zonklayan yıldız grubu arasında yerini alır. Bu küçük zonklama genliği ve dönemi, δ Scuti türü değişenlerin diğer zonklayan yıldızlardan daha sonra çalışmasına neden olmuştur.

Kararsızlık kuşağının içerisindeki ve hatta kuşağın dışarısındaki zonklayan değişenlerin tümünde Güneş benzeri zonklayanlar hariç, zonklama mekanizması yıldızın zarfında kritik bir derinlikte yer alan H, He veya ilgili elementin iyonlaşma bölgesidir. Mekanizma "Kappa kurgusudur" (Houdek ve diğ. 1999). Zonklayan yıldızlar bu mekanizma ile zonklamalarını sönmülmeyen sürdürebilirler.

Zonklayan değişenlerin bazıları, yıldızın küresel yapısını koruduğu çapsal (radial) veya küresel yapısını koruyamadığı, yıldız yüzeyinde yer alan komşu bölgelerin birbirlerine göre zıt evrede hareket ettiği çapsal olmayan (non-radial) değişimler gösterirler. δ Scuti yıldızları genellikle, düşük dereceli çapsal ve çapsal olmayan basınç ve çekim modlarıyla zonklama gösterirler (Breger 1979; Stobie ve Shobrook 1976; Millis 1973).

Konvektif çekirdekteki ve kabuktaki hidrojen yanması δ Scuti yıldızlarında CNO çevrimi ile sağlanmaktadır (Guzik 2000). Güneş'te hidrojen yanması p-p çevrimi ile olur. δ Scuti yıldızları üzerine yapılan çalışmalarla, Güneş ve daha büyük kütleli yıldızlarla ayrıca evrimleşmiş yıldızlar hakkında önemli bilgiler elde edilir.

δ Scuti türü yıldızlar üzerine ilk çalışmalar 1970'li yıllardan sonra başlamıştır. Gözlem duyarlılığındaki artış, bu çalışmaların hızlanmasına neden olmuştur. δ Scuti değişenleri için düzenli araştırmalar, Breger (1969), Millis (1967) ve Joergensen ve diğ.

(1999) tarafından yapılmıştır. Örten çift sistemlerdeki δ Scuti türü değişim gösteren bileşenlerin belirlenmesi 1970'li yıllarda (Tempesti 1971; Broglia ve Marin 1974; McInally ve Austin 1977; Joergensen ve Gronbeck 1978) başlamıştır. Çift sistemlerde 1970'lerde başlayan zonklama çalışmaları gerçek anlamda 2000'li yıllardan sonra hız kazanmıştır. 2001 yılına kadar bilinen zonklayan bileşenli çift sistemlerin sayısı yalnızca dokuzdu (Rodriguez ve Breger 2001). Soyduğan ve diğ. (2006a) tarafından yapılan çalışmada bu sayının yirmi beşe ulaştığı bildirilmiştir. Sumter ve Beaky (2007), Turcu ve diğ. (2008) ve Soyduğan ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmalarla Soyduğan ve diğ. (2011) bu sayının kırk dörde ulaştığını söylediler. Bugün bu sayı, altmışa kadar ulaşmıştır Soyduğan ve diğ. (2015).

Bu çalışmada, zonklayan δ Scuti bileşenli çift sistemlerin önemi ve çift olmanın zonklayan bileşenin zonklamasına etkisi, yer tabanlı veriler kullanılarak zonklama çalışmalarının uygulandığı örnek çift sistem IO UMA'da zonklama doğasının incelenmesi, Kepler uydu gözlemlerinin zonklama çalışmalarına kazandırdıkları ve son kısımda tartışma ve sonuçlar yer alacaktır.

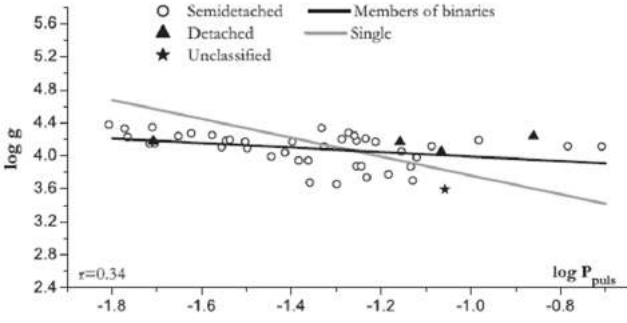
2 Zonklayan δ Scuti Bileşenli Çift Sistemler

δ Scuti yıldızları anakol veya anakoldan ayrılmış, III-V ısıtma sınıfı aralığında kütleleri 1.4 and $3M_{\odot}$ arasında olan zonklayan değişen yıldız grubudur. Dönemleri 20 dakika ile 6 saat aralığındadır (Breger ve diğ. 2005). Işık değişim genlikleri 1 kadirden küçüktür ve ortalama olarak 0.02 kadirdir. Dikine hız genliklerindeki değişimde 10 km/s dolayındadır.

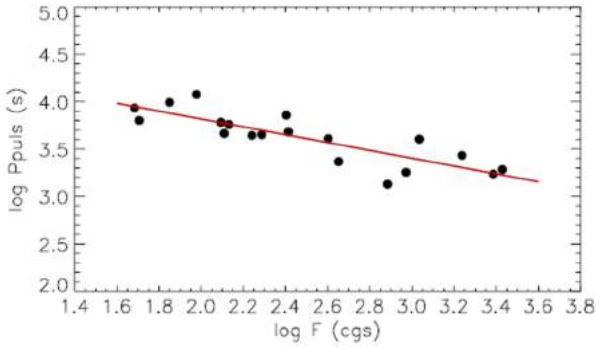
Hem tek δ Scuti değişenleri hem de çift sistemlerdeki zonklayan δ Scuti bileşenleri aynı zonklama karakteristikleri gösterdikleri halde farklı evrimsel sürece sahiptirler. Şekil 1'den görüldüğü gibi, düşey ekseninde yer alan çekim kararması değerlerine göre çift sistemlerdeki zonklayan bileşenler anakolda iken tek δ Scuti türü zonklama gösteren değişenlerin bazıları anakolda bazıları ise daha ileri evrim durumunda bulunurlar (Liakos ve diğ. 2012).

Bir çift sistemdeki yoldaş bileşen zonklayan bileşeni etkileyebilir. Klasik Algoller'de zonklayan bileşen üzerine yoldaş bileşenin uyguladığı kütle transferi, kütle toplanması ve çekimsel kuvvet gibi olası etkiler zonklayan bileşenin zonklama dönemini, genliğini ve modlarını etkileyebilir. Bu tür etkiler için olası

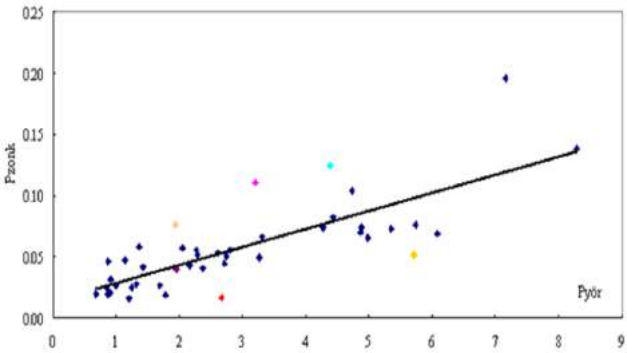
★ esoydugan@comu.edu.tr



Şekil 1. Ayrık ve yarı-ayrık sistemlerdeki zonklayan bileşenlerin ve tek zonklayan değişenlerin çekim kararına değerlerine karşılık zonklama dönemleri (Liakos ve ark., 2012).



Şekil 2. Zonklayan bileşene uygulanan çekim kuvvetiyle zonklama dönemi arasındaki ilişki.



Şekil 3. Zonklayan bileşene uygulanan çekim kuvvetiyle zonklama dönemi arasındaki ilişki.

en güzel örneklerden birisi RZ Cas'tır. RZ Cas da yoldaş bileşen Roche lobunu doldurmuş, hızlı kütle aktarımı yapmaktadır. Zonklayan bileşen üzerine gerçekleşen bu hızlı kütle aktarımı, zonklama genliğinde yıldan yıla değişime neden olabilir (Rodriguez ve diğ. 2004; Soyduğan ve diğ. 2006b). Algol türü çift sistemlerdeki kütle aktarımının zonklama genliğini değiştirebileceği fikri ilk defa Soyduğan ve diğ. (2003) tarafından ortaya konmuştur.

Soyduğan ve diğ. (2006a) yoldaş bileşenin zonklayan bileşenin bir gramlık yüzeyine uyguladığı çekim kuvvetinin bile-

şenin zonklama dönemiyle ilişkisini irdelemiştir. Zonklamayan bileşen zonklayan bileşene ne kadar büyük çekim kuvveti uygularsa zonklamasının daha fazla etkileneceğini ve daha kısa zonklama dönemine sahip olacağını mutlak parametreleri bilinen sekiz sistem için göstermiştir. Soyduğan ve Kaçar (2013) tarafından bu korelasyon mutlak parametreleri bilinen on dokuz sistem için yeniden düzenlenmiştir. 2006 yılındaki korelasyon bir kez daha doğrulanmıştır (bkz. Şekil 2). Zonklama dönemiyle çekim kuvveti arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon Eşitlik 1'de verilmektedir.

$$\log P_{zonk} = -0.40(6) \times \log F + 4.63(0.40) \quad (1)$$

Soyduğan ve diğ. (2006a) tarafından yapılan çalışmada, zonklama dönemiyle çiftin yörünge dönemi arasındaki korelasyona da bakılmıştır. Çift daha büyük yörünge dönemine sahipse, bileşenler arasındaki uzaklık daha büyük olacak ve zonklayan bileşenin bir gramlık yüzeyine uygulanan çekim kuvveti daha küçük olacak ve dolayısıyla da zonklayan bileşenin zonklamasının daha az tedirgin olması beklenecektir. Şekil 3'ten görüldüğü gibi, çiftin yörünge dönemi büyükse zonklama dönemi de büyük olacaktır. Yörünge dönemi ile zonklama dönemi arasındaki korelasyon da Eşitlik 2'de verilmiştir.

$$P_{zonk} = 0.01462(2) \times P_{yör} + 0.0141(8) \quad (2)$$

Elde edilen bu iki korelasyona göre, çiftin yörünge dönemi biliniyorsa zonklama dönemine geçilebilir ve zonklayan bileşen üzerine ne kadar çekimsel kuvvet uyguladığı belirlenebilir. Örten çiftlerde çalışılmasının bir diğer yararı, Min1 tutulma sırasında çapsal olmayan geometrik uzaysal filtrelemeyi kullanarak zonklama modları belirlenebilir (Gamarova ve diğ. 2003; Rodriguez ve diğ. 2004). Tutulma geometrisi ve zonklama kuantum sayılarına (l,m,n) bağlı olarak zonklama genliğinde ve evresinde değişimler meydana gelir.

Örten çiftlerde çalışılmasının diğer avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir. Zonklayan yıldızlardaki mod yarılımları, diferansiyel dönme hakkında bize bilgi verebilir (Rodriguez ve diğ. 2010). Roche lobunu doldurma faktörüyle zonklama dönemi irdelenebilir. Belirlenen kütle değeri kullanılarak yıldızın zonklama frekansı dağılımlarından farklı n değerleri için yaş belirlenebilir (Hoffman 2009).

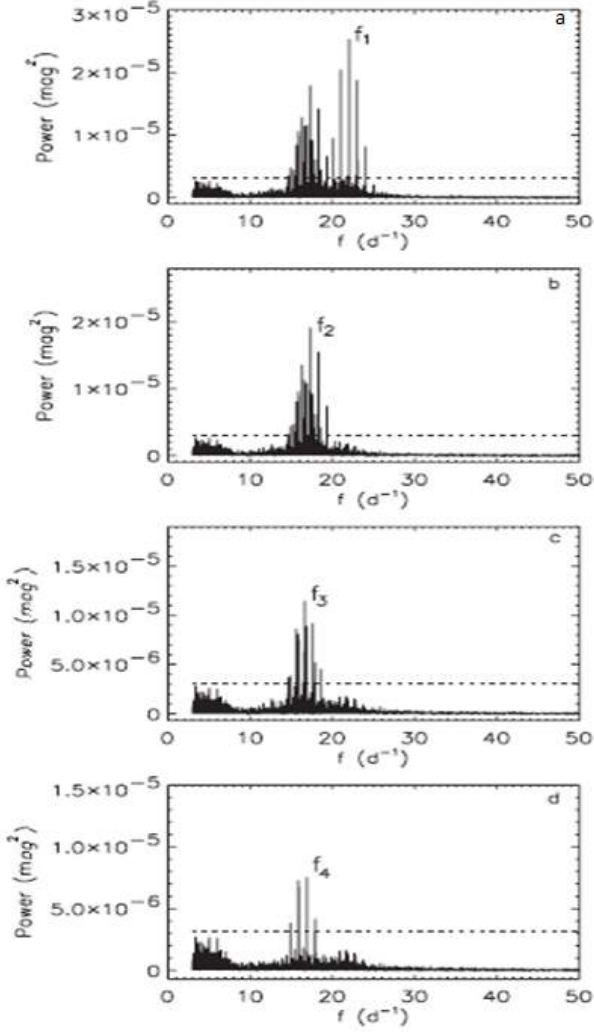
3 Örnek Bir Uygulama: IO UMa

3.1 Tarihçe

IO Ursa Majoris (IO UMa) (HD 115268, HIP 64636) Hipparcos uydusu tarafından keşfedilmiş, Algol türü olarak sınıflanmış, 5.52 gün yörünge dönemli bir çift sistemdir (ESA 1997). Soyduğan ve diğ. (2006c) tarafından hazırlanan δ Scuti bileşenli zonklayan yıldızlar kataloğunda, baş bileşenin tayf türü A3 olduğu ve H-R diyagramında kararsızlık kuşağının teorik sınırları arasında kaldığı için bu sistem δ Scuti türü zonklamaya aday sistem olarak gösterilmiştir. Literatürde çalışılmış bir sistemken, bu sistemin sıcak bileşeninde ilk defa δ Scuti türü ışık değişimi Soyduğan ve Kaçar (2013) tarafından belirlenmiştir. İlk ayrıntılı tayfsal ve fotometrik çalışması da Soyduğan ve Kaçar (2013) tarafından yapılmıştır.

3.2 Fotometrik ve Tayfsal Gözlemler

Fotometrik gözlemler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde 30 cm'lik Schmidt-Cassegrain teleskopla 40 gece ve Atina Üniversitesi Gerostathopoulion Gözlemevi'nde 40



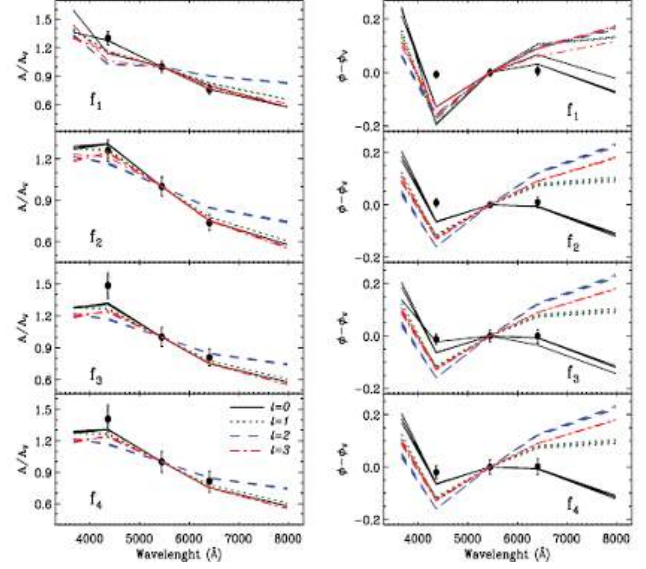
Şekil 4. Frekans değerleri için güç tayfı (power spektrum) ve duyarlılık sınırları.

cm'lik Cassegrain teleskopla 44 gece olarak 2010-2011 gözlem sezonunda gözlemlendi.

Tayfsal gözlemler Catania Astrofizik Gözlemevinde 91 cm'lik Cassegrain teleskopa takılı FRESCO echelle tayfçeki ile 2004 yılında 18 tayf ve 2008 yılında 26 tayf elde edildi. Ayrıca tayfsal veri için ELODIA veri tabanında yer alan veriler de kullanıldı.

3.3 Frekans Analizi ve Mod Belirleme

Sistemin sıcak bileşeninin zonklama doğasını ortaya çıkarabilmek için Fourier dönüşüm yöntemine dayanan PERIOD04 programı (Lenz ve Breger, 2005) kullanılarak frekans analizi gerçekleştirildi. Çok duyarlı frekans analizi yapabilmek için tutulmanın görüldüğü 0.94 ve 1.0 evre arasındaki veriler kullanılmadı. Şekil 4'te verilen periodogram, Breger ve diğ. (1993) nin koyduğu $S/N \geq 4$ kriterine göre duyarlılık sınırının üzerinde kalan dört anlamlı frekans değerini gösterir. $f_1 = 22.0153 d^{-1}$ (65.4 dakika), $f_2 = 17.3055 d^{-1}$ (83 dakika), $f_3 = 16.5979 d^{-1}$ (86.8 dakika), $f_4 = 16.8815 d^{-1}$ (85.3 dakika). Toplam zonklama genliği B, V, ve R filtreleri için sırasıyla 0.04, 0.03 ve 0.023 kadirdir.



Şekil 5. Belirlenen frekanslar için kuramsal modellerle gözlemsel genlik oranları (sol paneller) ve evre farklılıklarının (sağ paneller) karşılaştırılması.

Zonklayan yıldızlar hakkında elde edilen en önemli bilgilerden birisi de mod belirlenmesiyle olur. Zonklama frekanslarıyla ilişkili küresel harmonik derece (l) ve azimutal mertebe (m) mod belirleme yöntemiyle belirlenebilir. Bu çalışmada, IO UMa'nın zonklayan sıcak bileşenine ilişkin l değerleri FAMIAS programı (Zima 2008) ile hesaplandı. Dalgaboyuna karşılık genlik oranları ve evre farklarına göre, frekans değerlerine karşılık gelen mod değerleri hem f_1 hem de f_2 frekans değeri için $l = 1$ ve $m = \pm 1$ olarak hesaplandı. f_3 ve f_4 frekans değerleri için genlik ve evre farklılıklarının büyük hata barları nedeniyle l değerleri doğru olarak belirlenemedi. Şekil 5'te genlik oranları ve evre farkları değerleri gösterilmektedir.

4 Kepler Uydu Gözlemleri

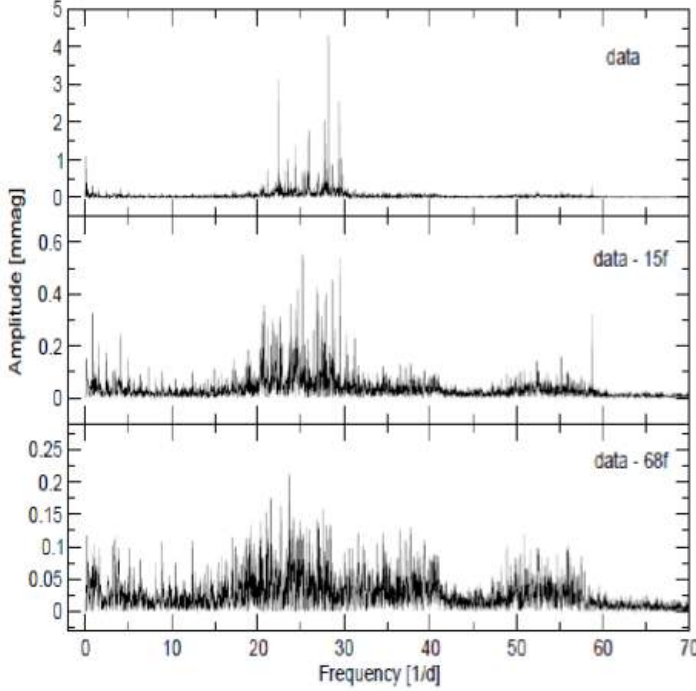
Kepler uydusu transit yöntemiyle güneş benzeri yıldızlar etrafında Dünya benzeri gezegenleri keşfetmek için 2009'da görevlendirildi (Koch ve diğ. 2010). Özellikle yıldız sismolojisine önemli katkılar sağladı.

Çift sistemlerdeki δ Scuti bileşenlerinde bugüne kadar belirlenen maksimum frekans sayısı sekizdir (Rodriguez ve ark., 2010). Soutworth ve diğ. (2011) tarafından KIC 10661783 çift sisteminin zonklayan bileşende altmış sekiz tane frekans değeri elde edilmiştir. Kahraman ve Soydugan (2014) tarafından yapılan bir çalışmada KIC 10486425 çift sisteminde 120 anlamlı frekans değeri elde edilmiştir. Uydu verileriyle anlamlı frekans değerlerinin artmaya başlamasıyla daha yeni korelasyonların elde edilebileceği ve yıldızların iç yapısı hakkında bilgi sahibi olunabileceği umulmaktadır.

5 Sonuçlar

Yarı ayrıklı çift sistemlerdeki zonklayan δ Scuti bileşenlerinin (baş bileşen) büyük bir kısmı $2.0-2.5 M_{\odot}$ arasındadır. Yarıçaplarının yaklaşık %68'i $1.5-2.5 R_{\odot}$ ve ısıtılmaları maksimum $10-20 L_{\odot}$ arasında dağılım gösterir.

Ayrıklı sistemlerde zonklayan bileşenleri bulmak, yarı-ayrıklı sistemlerdeki göre daha zordur. Her iki bileşende kararsızlık



Designation	Frequency (d ⁻¹)	Amplitude (mmag)	Phase (rad)	S/N
f_1	28.135	4.163 (8)	2.114 (2)	98.7
f_2	22.341	3.114 (8)	1.351 (3)	64.4
f_3	29.383	2.396 (8)	1.306 (4)	59.2
f_4	25.902	1.745 (8)	2.906 (5)	32.7
f_5	27.810	1.716 (8)	1.899 (5)	39.2
f_6	24.408	1.366 (8)	1.156 (7)	26.7
f_7	0.0166	1.157 (8)	1.108 (23)	31.5
f_8	29.759	1.022 (8)	2.901 (8)	27.0
f_9	23.462	0.972 (8)	1.465 (9)	19.5
f_{10}	28.622	0.839 (8)	1.143 (10)	18.8
f_{11}	21.078	0.754 (8)	2.591 (11)	16.4
f_{12}	25.433	0.656 (8)	2.155 (13)	12.6
-	-	-	-	-
f_{57}	28.788	0.181 (8)	1.411 (48)	4.0
f_{58}	30.403	0.158 (8)	1.670 (53)	4.2
$f_{59} = f_1 + f_{14}$	55.189	0.154 (8)	2.162 (54)	4.8
$f_{60} = 6j_{orb}$	4.368	0.157 (8)	2.269 (53)	5.6
f_{61}	0.292	0.166 (8)	0.197 (55)	4.5
f_{62}	17.236	0.155 (8)	2.313 (54)	4.2
$f_{63} = f_4 + f_{58}$	52.395	0.153 (8)	2.590 (55)	4.0
f_{64}	31.159	0.153 (8)	2.085 (71)	4.0
$f_{65} = 9j_{orb}$	7.306	0.129 (8)	1.628 (64)	5.6
f_{66}	14.965	0.116 (8)	1.960 (72)	4.2
f_{67}	12.402	0.101 (8)	0.208 (77)	4.6
$f_{68} = 11f_{orb}$	8.353	0.108 (8)	1.533 (78)	3.7

Şekil 6. KIC 10661783 örten çift yıldız sisteminin sıcak bileşeninde belirlenen altmış sekiz anlamlı frekans değerleri (sağ panel) ve güç tayfları (sol panel).

kuşağı içerisinde yer alabileceğinden, bileşenlerin ışınımlarının birbirlerine yakın olması nedeniyle zonklamaların hangi bileşenden kaynaklandığını belirlemek oldukça zor olacaktır. Yarı ayrıklı sistemlerde durum biraz daha kolay olup, toplam ışınımına büyük katkı sıcak bileşenden geleceği ve sadece bu bileşen kararsızlık kuşağı içerisinde kalacağı için zonklamayı belirlemek daha kolay olacaktır.

Zonklama dönemi ve çekim kuvveti arasındaki korelasyona göre, ikinci yıldızın zonklayan yıldızın yüzeyine uyguladığı çekim kuvveti arttıkça zonklama dönemi azalmaktadır. Uygulanan kuvvet zonklayan bileşenin zonklamasını tedirgin edecektir. Bu durum, zonklayan bileşenlerin tek δ Scuti yıldızlarından neden daha kısa dönemlerle zonkladığını da açıklar. Zonklayan bileşenlerin %80'i 2 saatten daha kısa zonklama dönemlerine sahiptir. Tek δ Scuti yıldızlarının zonklama dönemlerinin %68'i 1.2-3.6 saat arasında yer alır. Zonklama dönemi ve yörünge dönemi arasındaki korelasyona göre, yörünge dönemi arttıkça zonklama dönemi de artmaktadır. Zonklama dönemi yörünge döneminin yaklaşık %2 kadardır.

Zonklayan yıldızın Roche Lobunu doldurma faktörü arttıkça zonklama dönemi azalmaktadır. Yarı ayrıklı sistemlerde zonklayan bileşen üzerine, diğer bileşenden kaynaklanan kütle aktarımı zonklayan bileşenin zonklama parametrelerini, genliğini ve dönemini etkileyecektir. Yapılacak çalışmalarda, uydü gözlemlerinden elde edilen verilerin kullanılması bizi daha duyarlı sonuçlara götürecektir.

Teşekkür

Bu araştırma 107T634 numaralı TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Breger, M., 1969, AJ, 74, 166
 Breger, M., 1979, PASP, 91, 5
 Breger, M., Stich, J., Garrido, R., ve ark., 1993, A&A, 271, 482
 Breger M., Lenz, P., Antoci, V., Guggenberger, E. ve ark., 2005, A&A, 435, 955
 Broglia P. ve Marin F., 1974, A&A, 34, 89
 ESA, 1997, Hipparcos and Tycho Catalogues. ESA, Noordwijk
 Gamarova, A. Yu., Mkrichian, D. E., Rodriguez, E. ve ark., 2003, ASPC, 292, 369
 Guzik J. A., 2000, in Ibanoglu C., ed., NATOScience Series C, Mathematical and physical sciences, Vol. 544, Variable Stars as Essential Astrophysical Tools. Kluwer, Dordrecht, p. 213
 Hoffman, D. I. 2009, PhD thesis
 Houdek G., Balmforth N. J., Christensen-Dalsgaard J., Gough D. O., 1999, A&A, 351, 582
 Joergensen H. E. ve Gronbech B., 1978, A&A, 66, 377
 Joergensen, H. E., Johansen, K. T., Olsen, E. H., 1971, A&A, 12, 223
 Kahraman, F. A. ve Soyduğan, E., 2014, IAUS, 301, 433
 Koch, D. G., Borucki, W. J., Basri, G., ve ark., 2010, ApJ, 713, L79
 Lenz, P., ve Breger, M. 2005, CoAst, 146, 53
 Liakos, A., Niarchos, P., Soyduğan, E., ve Zsche, P., 2012, MNRAS, 422, 1250

- McInally C. J. ve Austin R. D., 1977, *Inf. Bull. Variable Stars*, 1334
 Millis, R. L., 1967, *PASP*, 79, 262
 Millis, R. L., 1973, *PASP*, 85, 410
 Rodriguez, E. ve Breger, M. 2001, *A&A*, 366, 178
 Rodriguez, E., Garcia, J. M., Mkrtichian, D. E. ve ark., 2004, *MNRAS*, 347, 1317
 Rodriguez, E., García, J. M., Costa, V., Lampens, P. ve ark., 2010, *MNRAS*, 408, 2149
 Southworth, John, Zima, W., Aerts, C., ve diğ., 2011, *MNRAS*, 414, 2413
 Soyduğan, E., Demircan, O., Akan, M.C., Soyduğan, F., 2003, *AJ*, 126, 1933
 Soyduğan, E., İbanoglu, C., Soyduğan, F., Akan, M. C., & Demircan, O. 2006a, *MNRAS*, 366, 1289
 Soyduğan, E., Soyduğan, F., İbanolu, C., ve ark., 2006b, *AN*, 327, 905
 Soyduğan, E., Soyduğan, F., Demircan, O., & İbanoglu, C. 2006c, *MNRAS*, 370, 2013
 Soyduğan, E., Soyduğan, F., Şenyüz, T., ve ark., 2009, *IBVS*, 5902
 Soyduğan, E., Soyduğan, F., Şenyüz, T., Püsküllü, Ç., & Demircan, O. 2011, *NewA*, 16, 72
 Soyduğan, E. ve Kaçar, Y., 2013, *AJ*, 145, 87
 Soyduğan, E. ve diğ., 2015, hazırlık aşamasında
 Stobie, R. S. ve Shobbrook, R. R., 1976, 174, 401
 Sumter, G. C. ve Beaky, M. M., 2007, *IBVS*, 5798
 Tempesti P., 1971, *Inf. Bull. Variable Stars*, 596
 Turcu, V., Pop, A., ve Moldovan, D., 2008, *IBVS*, 5826
 Zima, W. 2008, *CoAst*, 155, 17

Erişim:

O14-1615: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Algol Türü Bir Çift Sistemin Zonklama Özellikleri

Yasemin Kaçar^{1,2}★ Esin Soyduğan^{1,2}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Astrofizik Araştırma Merkezi

Özet

Bu çalışmada, bileşenlerinden biri Delta Scuti türü değişim gösteren ve Algol türü bir çift sistem olan HD62571'in frekans analizlerinden elde edilen sonuçlar verilmektedir. PERIOD 04 programı ile frekans analizi yapılmış ve zonklama genlikleri B ve V süzgeçleri için sırasıyla 0.19 kadir ve 0.14 kadir, baskın frekans değeri 9.05 c/d ve ikinci frekans değerini de 8.42 c/d olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: oscillations (including pulsations), İkili Yıldızlar

1 Giriş

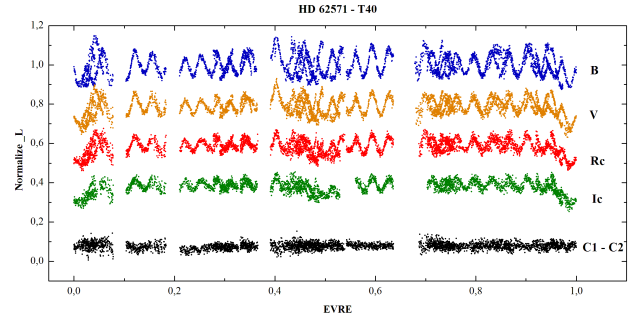
HD 62571 (= V937 Mon, GSC 04843-02140) ayrı bir örten çift sistem olup, sistemin parlaklığı $V=8.73$ kadir, baş bileşenin tayf türü F0V ve yörünge dönemi $P_{yör} = 3.208647(10)$ gün olarak verilmiştir [Pigulski A. ve Michalska G. \(2007\)](#). Birinci minimum derinliği 0.12 kadir ve ikinci minimum derinliği 0.04 kadir olarak verilmiştir [Pigulski A. ve Michalska G. \(2007\)](#). Sistemin literatürde yapılmış ayrıntılı fotometrik ve tayfsal çalışması bulunmamaktadır. ASAS (All Sky Automated Survey) [Pojmański G. \(2001\)](#), [Pojmański G. \(2002\)](#), [Pojmański G. \(2003\)](#), [Pojmański G. ve Maciejewski G. \(2004\)](#), [Pojmański G. ve Maciejewski G. \(2005\)](#), [Pojmański ve ark. \(2005\)](#) verileri kullanılarak, 9.051421 ve 8.428109 c/d'lik iki zonklama dönemi belirlenmiştir.

2 Gözlemler

HD 62571 (= V937 Mon, GSC 04843 - 02140), 2010-2011 gözlem sezonunda, ÇOMÜG'de T40 cm'lik teleskop ve Apogee U47 CCD kameralarla B, V, R_c ve I_c süzgeçlerinde gözlemlendi. 22 gecede, yaklaşık olarak 93 saatlik veri elde edildi. Yapılan gözlemlerde, TYC 4843 1365 ve TYC 4843 2243 sırasıyla mukayese ve denet yıldızı olarak kullanıldı. Şek. 1'de verilen sistemin ışık eğrilerinin evrendirilmesi, başlangıç epogu $T_o(\text{HJD}) = 2451950,6576$ ve yörünge dönemine $P_{yör} = 3.208647$ gün [Pigulski A. ve Michalska G. \(2007\)](#) göre yapılmıştır. Işık eğrisinde tutulmalardan kaynaklanan birinci ve ikinci minimum derinlikleri sırasıyla, 0.12 kadir ve 0.04 kadir olarak ölçülmüştür. Zonklama genliğinin büyük olması Şek. 1'den görüldüğü gibi ışık eğrisinde baş ve yan minimumların görülmesini oldukça zorlaştırmaktadır.

3 HD 62571'in Frekans Analizi

HD 62571'in zonklama özelliklerini ortaya koymak üzere, gözlemsel veriler için kuramsal eğriler oluşturulduktan sonra, her bir gözlem noktasının farkı alınarak, çift sistem olmasından kaynaklanan yansıma ve basıklık etkileri ışık eğrilerinden arındırıldı. Frekans analizini duyarlı yapabilmek için Min I evresinde görülen tutulma etkisi ışık eğrisinden çıkarıldı. Geriye kalan veriye PERIOD 04 ([Lenz ve Breger 2005](#)) programı uygulandı. Sistemin frekans analizinden edilen frekans değerleri, $f_1 = 9.05 d^{-1}$, $f_2 = 8.43 d^{-1}$, toplam zonklama genlikleri B süzgeçinde



Şekil 1. HD62571'in B, V, R_c ve I_c süzgeçlerindeki ışık eğrileri

0.16 kadir ve V süzgeçinde 0.12 kadir olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Bu parametre değerleri kullanılarak elde edilen güç tayfı Şek. 2'de verilmiştir.

4 Tartışma ve Sonuç

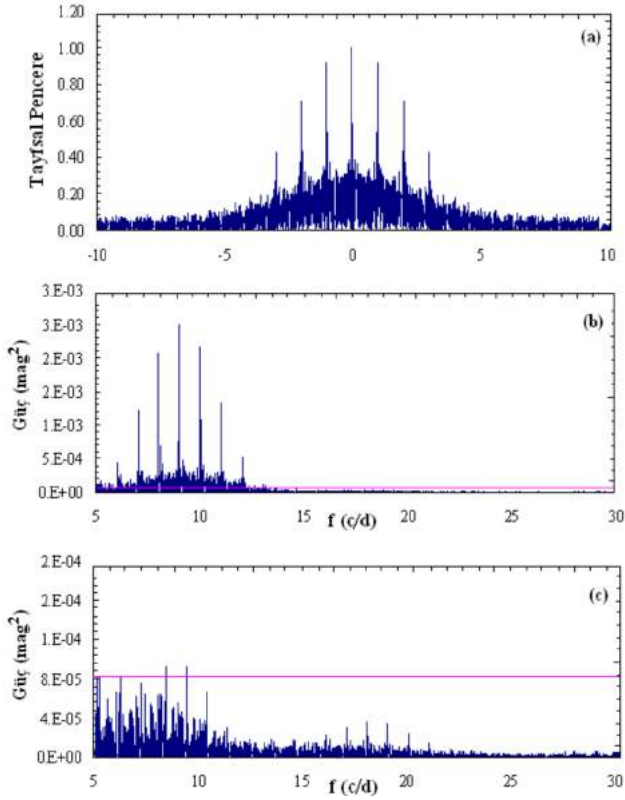
Ayrı bir sistem olduğu belirlenen HD 62571'in [Pigulski A. ve Michalska G. \(2007\)](#) gözlemlerden elde edilen verilerle ayrıntılı frekans analizi ilk defa bu çalışma kapsamında yapılmıştır. Çiftlerde en büyük genlikli, zonklayan yıldız olması açısından önemlidir. Zonklama genliğinin büyük olması, HD 62571'in ışık eğrisindeki birinci ve ikinci minimumların görülmesini zorlaştırmaktadır. Işık eğrisinde tutulmalardan kaynaklanan birinci ve ikinci minimum derinlikleri sırasıyla, 0.12 kadir ve 0.04 kadir olarak ölçülmüş, elde edilen sonuçlar literatür ile uyum içerisindedir.

[Pigulski A. ve Michalska G. \(2007\)](#) HD 62571'in baş bileşenin, iki modla zonklama yaptığını söylediler. Frekans analizinden baskın frekans değerini 9.0514 c/d ve ikinci frekans değerini de 8.4281 c/d olarak belirlediler. Bu frekans değerleri, bizim fourier analizi sonucunda bulduğumuz frekans değerleriyle uyum içerisindedir (Tablo 1). [Pigulski A. ve Michalska G. \(2007\)](#), zonklama genliğini V süzgeçinde 0.1 kadir olarak belirlediler. HD 62571'in literatürde, çalışılmış fotometrik analizi bulunmamakla birlikte bu çalışmada analiz sonucunda toplam zonklama genlik değerleri, B ve V süzgeçleri için, sırasıyla 0.16 kadir ve 0.12 kadir olarak bulunmuştur.

★ aseminkacar@comu.edu.tr

Çizelge 1. HD 62571'in baş bileşeninin zonklama özellikleri

Süzgeç	Frekans (c/d)	Yarı-Genlik	Evre (rad)	S/N
B	$F_1 = 9.0516 \pm 0.0001$	$A_1 = 0.0659 \pm 0.0007$	$\phi_1 = 0.1504 \pm 0.0002$	24.1
	$F_2 = 8.4276 \pm 0.0002$	$A_1 = 0.0141 \pm 0.0007$	$\phi_1 = 0.4568 \pm 0.0002$	12.6
V	$F_1 = 9.0518 \pm 0.0001$	$A_1 = 0.0509 \pm 0.0001$	$\phi_1 = 0.0802 \pm 0.0003$	22.8
	$F_2 = 9.4298 \pm 0.0001$	$A_1 = 0.0099 \pm 0.0001$	$\phi_1 = 0.1866 \pm 0.0002$	4.6



Şekil 2. HD62571'in sıcak bileşeni için; a) Tayfsal pencere b) Birinci baskın moda ilişkin güç tayfı ve duyarlılık sınırı (sürekli çizgi) c) Birinci baskın moda ilişkin frekans çıkarılıktan sonra geriye kalan güç tayfı ve duyarlılık sınırı (sürekli çizgi)

Kaynaklar

- Lenz, P., Breger, M.: Period04 User Guide. CoAst **146** (2005) 53–136
- Pigulski A. ve Michalska G.: Pulsating Components of Eclipsing Binaries in the ASAS-3 Catalog. Acta Astronomica **57** (2007) 61–72
- Pojmański G.: Optimization Methods for Asteroid Lightcurve Inversion: II. The Complete Inverse Problem. The All Sky Automated Survey (ASAS-3) System - Its Operation and Preliminary Data. Small Telescope Astronomy on Global Scales, ASP Conference Series: Astronomical Society of the Pacific **246** (2001) 53 p
- Pojmański G.: The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. I. 0h - 6h Quarter of the Southern Hemisphere. Acta Astronomica **52** (2002) 397–427
- Pojmański G.: The All Sky Automated Survey. The Catalog of Variable Stars. II. 6h-12h Quarter of the Southern Hemisphere. Acta Astronomica **53** (2003) 341–369
- Pojmański G. ve Maciejewski G.: The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. III. 12h-18h Quarter of the Southern Hemisphere. Acta Astronomica **549-3** (2004) 153–179
- Pojmański G. ve Maciejewski G.: The All Sky Automated Survey.

Catalog of Variable Stars. IV. 18h –24h Quarter of the Southern Hemisphere. Acta Astronomica **55** (2005) 97–122

Pojmański G., Pilecki B. ve Szczygiel D.: The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. V. Declinations 0 arcd - +28 arcd of the Northern Hemisphere. Acta Astronomica **55** (2005) 275-301

Erişim:

014-1645: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Differential Seismic Modelling of Solar-like Stars

Nesibe Özel¹★,

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

CoRoT (Convection Rotation and planetary Transits) observations provide the opportunity to study a large sample of stars ranging from the Main Sequence (MS) to the Red Giant Branch. With the large increase in the number of stars showing solar-like oscillations, we intend to extract as much information as possible from a low signal-to-noise ratio (SNR) oscillation spectrum, benefiting from comparison with a reference star having similar seismic and fundamental parameters. We propose a differential method to determine stellar properties of solar-like oscillations which we call “differential seismology of stellar twins”.

Anahtar Kelimeler: stars: oscillations (including pulsations), Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

014-1700: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Güneş Benzeri Titreşim Yapan Yıldızların Temel Özelliklerinin Titreşim Frekanslarından Bulunması

Zeynep Çelik Orhan^{1*}, Mutlu Yıldız¹

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

CoRoT (2006) ve Kepler (2009) uzay araçları ile çok sayıda yıldız için düşük genlikli Güneş benzeri titreşimler gözlenmiştir. Bu frekanslar ile yıldızların temel özellikleri arasında ilişkiler elde edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda genel olarak maksimum genlik ve büyük ayrılma nicelikleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ise, büyük ayrılmadaki minimumların frekanslarının tanınal gücü keşfedildi. Yıldızların temel parametreleri olan kütle, yarıçap, ısıtma, yaş ve konvektif katmanın kütlesi ile bu minimum frekanslar arasında ilişkiler kuruldu. Böylece bu temel parametreler sadece sismik verilerle elde edildi. Ayrıca yıldız yapısı ve evrimi hakkında bilgi veren yeni bir asteroseismik diyagram geliştirildi.

Anahtar Kelimeler: asteroseismology, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Astrofiziğin temel amaçlarından biri yıldızların iç yapısını ve evrimini anlamaktır. Bu da ancak yıldızların temel parametrelerinin yüksek duyarlılıkla belirlenmesine bağlıdır. Tek yıldızlarda kütle, yarıçap gibi temel parametreler doğrudan gözlemler ile belirlenmemektedir. Asteroseismoloji de, özellikle Güneş benzeri titreşim yapan yıldızlar için, geliştirilen yeni yöntemlerle titreşim frekanslarından kütle ve yarıçap belirlenebilmektedir. Bu çalışmada ise, bu titreşim frekanslarını kullanarak büyük ayrılmada görülen minimumlar ile yıldızların temel parametreleri arasında ilişkiler saptanmıştır (Yıldız ve ark. 2014).

Yıldızlardan gerek tayfçekker gerekse ışıkölçer yardımıyla alınan yegane bilgi kaynağı olan foton, doğrudan yıldızın yüzey katmanlarıyla ilgili bilgi taşımaktadır. Bu gözlem yöntemleriyle yıldızların tayf türü, sıcaklığı, rengi ve yüzey kütleçekim ivmesi ($\log g$) duyarlı bir şekilde belirlenebilir. Ancak bu yöntemlerle yıldızların yapısında ve evriminde başat role sahip olan kütle ve yarıçap olarak elde edilmesi oldukça zordur. Bu gözlem yöntemleri kullanılarak kütle, bazı yıldızlar için belirli yöntemler ile saptanabilir. Örneğin, değişen yıldızlar (parlaklığı zamanla değişim gösteren yıldızlar) ve çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerindeki dönemsel ve/veya dönemsel olmayan değişimlerden faydalanarak kütle ve yarıçap belirli bir duyarlılıkla elde edilebilir. Ayrıca anakol yıldızlarının kütlesi, kütle-ısıtma bağıntısından dolayı olarak belirlenebilir. Bunların dışında bir başka yöntem de astrofizikçiler tarafından oluşturulan yıldız iç yapı modelleridir. Bu modeller yapılırken yıldızın gözlemler ile belirlenen ısıtma (uzaklığı bilinen yıldızlar için), sıcaklık, $\log g$ ve renk ölçeği (B-V) vb. parametreleri kullanılır. Böylece bu gözlem parametreleri ile uyumlu modeller yapılır. Elde edilen bu kuramsal modellerden kütle ve yarıçap hatta belirlenmesi zor olan yaş da saptanabilir. Ancak yakın zamana kadar, yıldızların iç kısımlarını gözlenemediği için bu modellerin ne kadar gerçekçi olduğu test edilemiyordu. Günümüzde ise gelişen Güneş sismolojisi (helyosismoloji) ve yıldız sismolojisi (asteroseismoloji) ile bu sorunlarda çözülmeye başlanmıştır. Bu sayede Güneş ve yıldızların gözlemlerinden elde edilen titreşimlerden faydalanarak başta özek olmak üzere iç katmanları ayrıntılı bir şekilde incele-

nebildi. Böylece başta Güneş olmak üzere yıldızların yapısı hakkında yeni bilgiler elde edildi. Örneğin, heliosismoloji sayesinde, Güneş'in özekten yüzeye kadar dönme profili çıkartılıp diferansiyel dönmenin varlığı ve difüzyonun Güneş kütleli yıldızlarda oldukça önemli olduğu bulunmuştur. Ayrıca Güneş'in helyum bolluğu ve konvektif katmanın kalınlığı daha duyarlı bir şekilde belirlenmiştir (Basu ve Antia 1995, Basu ve Antia 1997).

Güneş'ten, bize oldukça yakın olduğu için, beş dakika gibi kısa bir gözlem süresinde binlerce farklı modda titreşim alınmaktadır. Bu sayede Güneş'in yüzeyi yanı sıra merkezi de ayrıntılı olarak incelenebilmektedir. Fakat diğer yıldızlar için yeryüzünden yapılan gözlemlerde bu hassasiyette verilerin alınması pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle uzaydan yapılan gözlemlere ihtiyaç duyularak CoRoT (2006) ve Kepler (2009) uzay araçları gönderilmiştir. Bu uzay araçlarından elde edilen gözlem verileriyle astrofizikçiler için yeni bir dönem başlamıştır. Bu verilerin ışığında gelişen yıldız sismolojisinin en büyük başarısı Güneş benzeri titreşim gözlenen tek yıldızların frekanslarından faydalanarak yıldızın ait temel parametrelerin (M , R , L , vb.) oldukça duyarlı bir şekilde belirlenmesidir. Kütle ve yarıçapın hesaplanmasında ölçeklendirme (scaling) ilişkisi türetilmiştir (Kjeldsen ve Bedding, 1995).

$$\frac{M}{M_{\odot}} = \left(\frac{\nu_{\max}}{\nu_{\max,\odot}} \right)^3 \left(\frac{\Delta\nu}{\Delta\nu_{\odot}} \right)^{-4} \left(\frac{T_{\text{eff}}}{T_{\text{eff}\odot}} \right)^{1.5} \quad (1)$$

$$\frac{R}{R_{\odot}} = \left(\frac{\nu_{\max}}{\nu_{\max,\odot}} \right) \left(\frac{\Delta\nu}{\Delta\nu_{\odot}} \right)^{-2} \left(\frac{T_{\text{eff}}}{T_{\text{eff}\odot}} \right)^{0.5} \quad (2)$$

Denklem (1) ve (2)'deki ν_{\max} (maksimum genliğe sahip olan frekans) ve $\Delta\nu$ (büyük ayrılma) değerleri, yıldızların ışık eğrilerinin analiziyle elde edilen frekanslar yardımıyla saptanmaktadır. Tayfsal gözlemlerle de yıldızların etkin sıcaklıkları elde edilmektedir. Güneş için bu gözlem değerleri $\nu_{\max}=3050 \mu\text{Hz}$, $\Delta\nu=135.15 \mu\text{Hz}$ ve $T_{\text{eff}}=5777 \text{ K}$ olarak alınmıştır.

Ölçeklendirme ilişkisi ile sadece gözlem verileri kullanılarak tek yıldızların kütle ve yarıçapı bulunabilir. Peki kütle ve yarıçap verilerini bulmak için kullanılan bu ölçeklendirme ilişkisi ne kadar iyi sonuçlar vermektedir? Denklem (1) ve (2)'de görüldüğü gibi kütle ve yarıçapın belirlenmesindeki belirsizlik ν_{\max} ve $\Delta\nu$ parametrelerinin bulunmasındaki belirsizliğe çok bağlıdır. Bugün

* zeynep.celik@ege.edu.tr

de dahil olmak üzere bu ölçeklendirme ilişkisinin doğruluğunun test edilmesi ve daha da iyileştirilmesi için çok sayıda çalışma yapılmaktadır (White ve ark. 2011, Chaplin ve Miglio 2013 vb.). Bu konuda en güncel çalışmalardan biri de White ve arkadaşları (2011) tarafından yapılmıştır. Çalışmalarında büyük ayrılmanın sadece yoğunluğun karekökü ile orantılı olmadığı ayrıca sıcaklığını da bir fonksiyonu olduğu belirtilmiştir. Böylece (1) ve (2) numaralı denklemlere yeni tanımlanan sıcaklığa bağlı bir fonksiyon da eklenmiştir. ν_{\max} için ise hesaplanan ve gözlenen değerlerine bakıldığında da özellikle büyük frekans değerlerde farklılaşma görülmüştür. Ayrıca Procyon gibi bazı F-tipi yıldızlarda ν_{\max} 'in tayfsal ve ışık eğrisinden elde edilen değerleri arasında oldukça büyük farklılıklar gözlenmiştir (Arentoft ve ark. 2008). Bu yüzden ölçeklendirme ilişkisindeki ν_{\max} 'in etkisi hala tartışılmaktadır. Bu çalışma kapsamında da tek yıldızların kütle ve yarıçapını daha iyi belirlemek amacıyla yeni ölçeklendirme ilişkileri türetildi. Bunun için yıldız iç yapı modelleri kullanıldı. Bu iç yapı modellerinin frekans hesaplamaları yapıldı.

2 ANKİ Evrim Kodu ve Modellerin Özellikleri

2.1 ANKİ kodunun özellikleri

Sismik olarak incelenen modeller ANKİ (Ankara-İzmir, Ezer & Cameron 1965) evrim kodu ile hesaplandı. Konveksiyon, standart karışım uzunluğu kuramından (Böhrn-Vitense 1958) alındı. ANKİ evrim kodunda hidrojen ve helyum için Mihalas ve ark. (1990) geliştirdiği hal denklemini kullanarak Saha denklemi çözülmektedir. Radyatif saydamsızlık için OPAL (Iglesias & Rogers 1996) tablosu kullanıldı. Düşük sıcaklık için Ferguson ve ark. (2005) tablosu kullanıldı. Nükleer reaksiyon hızları Angulo ve ark. (1999) ve Caughlan & Fowler (1988) çalışmalarından alındı. Modellerde dönmenin (Yıldız 2003, 2005) ve mikroskobik difüzyonun (Yıldız 2011; Metcalfe ve ark. 2012) etkisi göz önünde bulundurulmadı. Difüzyonlu modeller, Güneş'in BiSON (Chaplin ve ark. 1999) gözlem frekansları ile model frekanslarını kıyaslamak için yapıldı.

2.2 Modellerin özellikleri

ANKİ evrim kodu kullanılarak $0.8 - 1.3 M_{\odot}$ kütle aralığı için $0.05 M_{\odot}$ aralıklar ile iç yapı modelleri yapıldı. Bu kod için Güneş kimyasal kompozisyonu hidrojen bolluğu (X) 0.7024 ve ağır element bolluğu (Z) 0.0172 olarak alındı. Güneş konvektif parametre (α) değeri 1.98 alındı.

Modellerden elde edilen merkez hidrojen bolluğu (X_c) 0.70, 0.53, 0.35 ve 0.17 değerleri için ADIPLS titreşim paketi (Christensen-Dalsgaard, 2008) kullanılarak adyabatik titreşim frekansları hesaplandı. Bu sayede farklı kütledeki aynı görelî yaştaki modeller birbiri ile kıyaslanabildi. Görelî yaş (t_{gor}), modellerden elde edilen anakol yaşının (t_{anakol}) farklı X_c 'deki yaşa (t) olan oranıdır ($t_{\text{gor}}=t/t_{\text{anakol}}$). Anakola oturduğu ilk an olan sıfır yaş anakol (SYAK) modelin t_{gor} değeri oldukça küçüktür ($X_c=0.7$). $t_{\text{gor}}=1$ olduğu durumda ise yıldız anakolu terk etmek üzeredir. Diğer X_c değerleri için (0.53, 0.35 ve 0.17) sırasıyla t_{gor} değerleri yaklaşık olarak 0.30, 0.50 ve 0.75'tir.

3 Frekanslarda Görülen Minimumlar

Modellerden elde edilen frekans verileri tek tek ve gruplar halinde incelendi. Bu hesaplanan frekans verilerinden büyük ayrılma değerleri, radyal moddaki frekanslar için $n = 10-25$ aralığında hesaplanan fit yardımıyla belirlendi. Elde edilen büyük ayrılmaya karşın frekans grafiği çizildiğinde iki tane yeni referans frekansı ($\nu_{\min 1}$ ve $\nu_{\min 2}$) tespit edildi. Bu düşmelerden

yüksek frekansta görülene $\nu_{\min 1}$ düşük frekansta görülene de $\nu_{\min 2}$ olarak adlandırıldı. Daha sonra bu yeni referans frekansları Güneş'in BiSON gözlem verisi (Chaplin ve ark. 1999) ile kıyaslandı. BiSON gözlem verilerinde de bu düşmelere rastlandı. Gözlemlerle elde edilen $\nu_{\min 1} = 2600 \mu\text{Hz}$ ve $\nu_{\min 2} = 1900 \mu\text{Hz}$ civarında iken modeller de bu değerler $\nu_{\min 1} = 2555.18 \mu\text{Hz}$ ve $\nu_{\min 2} = 1879.52 \mu\text{Hz}$ olarak belirlenmiştir. Buradan gözlem ile model verilerin birbiriyle oldukça uyumlu olduğu görülmektedir.

Bu büyük ayrılmaya karşın frekans grafiğini aynı merkezi hidrojen bolluğuna sahip fakat farklı kütleler için çizildi. Bu durumda da minimum frekanslar ile kütle arasında bir ilişki elde edildi. Kütle arttıkça her iki minimum da daha kısa dalga boyuna kaydığı gözlemlendi. Buradan da kütle ile minimumlar arasında bir ilişki türetildi (Yıldız ve ark. 2014).

$$\frac{M}{M_{\odot}} = \left(\frac{\nu_{\min 1}}{\nu_{\min 1, \odot}} \frac{\nu_{\max, \odot}}{\nu_{\max}} \right) = \left(\frac{\nu_{\min 2}}{\nu_{\min 2, \odot}} \frac{\nu_{\max, \odot}}{\nu_{\max}} \right) \quad (3)$$

Denklem (3)'de kütle ile minimum frekanslar arasında ilişki kuruldu. Ancak hesaplanan kütlelerin daha duyarlı olarak elde edilmesi için yeni yaklaşım geliştirildi.

$$\frac{M}{M_{\odot}} = \left(\left(\frac{\nu_{\min 1}}{\nu_{\min 1, \odot}} \right)^3 \left(\frac{\Delta\nu}{\Delta\nu_{\odot}} \right)^{-4} \left(\frac{T_{\text{eff}}}{T_{\text{eff}\odot}} \right)^{1.5} \right)^{1/4.26} \quad (4)$$

Bu denklem (4) aracılığı ile minimumlar kullanılarak elde edilen kütle ile model kütleleri oldukça uyumludur. Denklem (4) kullanılarak model kütleleri yaklaşık olarak %2 duyarlılık ile elde edildi. Gözlem verilerinden faydalanarak yıldızların kütlelerini duyarlı bir şekilde saptamak için minimumların duyarlı bir şekilde belirlenmesi, etkin sıcaklık ve büyük ayrılmanın oldukça düşük hata payları ile elde edilmesi gerekir.

Yarıçapı hesaplamak için kütleli belirlemedeki gibi minimum frekanslar kullanıldı. Böylece model yarıçapları da %1 gibi büyük bir duyarlılık ile hesaplandı.

$$\frac{R}{R_{\odot}} = \left(\frac{\nu_{\min 1}}{\nu_{\min 1, \odot}} \right)^{0.23} \left(\frac{\Delta\nu}{\Delta\nu_{\odot}} \right)^{-0.99} \quad (5)$$

Denklem (5)'te görüldüğü gibi model yarıçapları, sadece $\nu_{\min 1}$ ve $\Delta\nu$ kullanılarak oldukça duyarlı bir şekilde elde edilmiştir. Kütle ve yarıçap gibi yıldızın diğer temel parametreleri olan log g, konvektif katmanın kütlesi, ışıma ve yaş hesaplanabilir.

Güneş benzeri titreşim yapan yıldızlar için, Christensen-Dalsgaard (1988) sismik HR diyagramını geliştirmiştir. Bu sismik HR diyagramının ile Güneş benzeri titreşim yapan yıldızların büyük ayrılma ve küçük ayrılma frekansları kullanılarak yıldızların oldukça duyarlı olarak anakol evrimi belirlenmektedir. Bu çalışmada ise yeni referans frekansları kullanılarak yeni bir astrosismik diyagram (AD) oluşturuldu. Böylece tespitleri oldukça kolay olan $\nu_{\min 1}$, $\nu_{\min 2}$ ve $\Delta\nu$ frekansları kullanarak temel parametreler elde edildi.

4 Sonuç

Bu çalışmada büyük ayrılmada görülen $\nu_{\min 1}$ ve $\nu_{\min 2}$ frekansları keşfedildi. Literatürde ölçeklendirme ilişkisi olarak bilinen kütle ve yarıçapı ν_{\max} , $\Delta\nu$ ve T_{eff} ile bulunabilirken bu çalışmada bu iki yeni referans frekans ile bu bağıntılar yeniden türetildi.

$\nu_{\min 1}$ ve $\nu_{\min 2}$ frekanslarının kütle, yarıçap, konvektif katmanın kütlesi, ışıma, log g ve yaş gibi yıldızların temel parametreleri ile ilişkili olduğu bulundu. Bu durumda yeni bir ölçeklendirme ilişkisi geliştirildi. Yeni türetilen ilişkilerde $\nu_{\min 1}$, $\nu_{\min 2}$,

ν_{\max} , $\Delta\nu$ ve T_{eff} parametreleri kullanıldı. Bu sayede kütle ve yarıçap sırasıyla %2 ve %1 duyarlılıklar ile elde edildi.

Ayrıca bu çalışmada yeni asterosismik diyagram geliştirildi. Bu diyagramda dikey eksen büyük ayrılma yatay eksen de $\Delta\nu/\nu_{\min 1}$ olarak kabul edildi. Böylece yıldızların anakol evrimi hakkında bilgi veren yeni bir diyagram geliştirildi.

Bu çalışma farklı kütlelerdeki (0.8-1.30 M_{\odot}) Güneş kompozisyonundaki modellerin frekans analizleri üzerine yapılmıştır. Ancak değişen metal bolluğu ile bu ilişkilerin değişmesi söz konusudur. Buna benzer olarak hidrojen bolluğunun değişimine göre de türetilen bağıntılar yeniden gözden geçirilmelidir. Bu konuda yeni bir yayın için çalışma yapılmıştır (Yıldız ve ark. 2015). Daha sonraki çalışmalarda ise CoRoT ve Kepler uzay aracının gözlediği yıldızların frekanslarını kullanarak bu yıldızların temel parametreleri hakkında detaylı bilgi sahibi olmak hedeflenmektedir.

Teşekkür

Bu konuda hazırlanan yayın Prof. Dr. Dilhan Ezer Eryurt'a adanmış olup MNRAS (2014)'ta yayınlandı. Bu hazırlanan çalışma 112T989 numaralı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Angulo C. et al., 1999, Nucl. Phys. A, 656, 3
Arentoft T. et al., 2008, ApJ, 687,
Basu S., Antia H. M., 1995, MNRAS, 276, 1402
Basu S., Antia H. M., 1997, MNRAS, 287, 189
Böhn-Vitense E., 1958, Z. Astrophys., 46, 108
Caughlan G. R., Fowler W. A., 1988, At. Data Nucl. Data Tables, 40, 283
Chaplin W. J. et al., 2011, Science, 332, 213
Christensen-Dalsgaard J., 1988, in Christensen-Dalsgaard J., Frandsen S., Proc. IAU Symp 123, Advances in Helio- and Asteroseismology, Reidel, Dordrecht, p. 295
Chaplin W. J., Christensen-Dalsgaard J., Elsworth Y., Howarth, Isak G. R., Larsen R. M., New R., Schou J. et al., 1999, MNRAS, 308, 405
Chaplin W. J., Miglio A., 2013, ARA&A, 51, 353
Christensen-Dalsgaard J., 2008, Ap&SS, 316, 113
Ezer D., Cameron A.G. W., 1965, Can J. Phys., 43, 1497
Ferguson J. W., Alexander D. R., Allard F., Barman T., Bodnarik J. G., Hauschildt P. H., Heffner-Wong A., Tamanai A., 2005, ApJ, 623, 585
Iglesias C. A., Rogers F. J., 1996, ApJ, 464, 943
Kjeldsen H., Bedding T.R., 1995, A&A, 293, 87
Metcalfe T. S. et al., 2012, ApJ, 748, L10
Mihalas D., Hummer D. G., Mihalas B. W., Dappen W., 1990, ApJ, 350, 300
White T. R., Bedding T. R., Stello D., Christensen-Dalsgaard J., Huber D., Kjeldsen H., 2011, ApJ, 743, 161
Yıldız M., 2003, A&A, 409, 689
Yıldız M., 2005, MNRAS, 363, 967
Yıldız M., 2011, MNRAS, 412, 2571
Yıldız M., Çelik Orhan Z., Aksoy Ç., Ok S., 2014, MNRAS, 441, 2148
Yıldız M., Çelik Orhan Z., Kayhan C., 2015, MNRAS, 448, 3689

Erişim:

014-1715: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Sıcak Jüpiterlerden TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin Fotometrik Çözümleri

Çağlar Püsküllü^{1,2}★, Faruk Soyduğan^{1,2}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale

Özet

Bu çalışmada, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde kurulu İST 0,6 m ve 1,2 m çaplı teleskoplar ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi 1,0 m çaplı teleskop kullanılarak farklı alıcılara R süzgecinde ışıkölçümü yapılan TrES-3 b ve Qatar-1 b geçişlerinin WINFITTER yazılımıyla gerçekleştirilen analiz sonuçları sunulmaktadır. Bu sistemlerde yer alan ilgili gezegenlerin yarıçapları, farklı tarihlerde elde edilmiş geçiş eğrilerinin analizlerinden, TrES-3 b için $1,34 - 1,43R_J$, Qatar-1 b için $1,16 - 1,32R_J$ aralığında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: planets and satellites: fundamental parameters, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Yarı-büyük eksen uzunlukları, yaklaşık 0,023 AB olan TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin dönemleri sırasıyla, $P_{\text{TrES-3 b}} = 1,30$ gün ve $P_{\text{Qatar-1 b}} = 1,42$ gün olarak verilmektedir. Geçiş süreleri ise sırasıyla; yaklaşık 80 ve 100 dk'dır. Yörünge özellikleri birbirine benzer fakat yapıları ve yıldızlarının özellikleri farklıdır: TrES-3, metal fakiri ve G-türü iken Qatar-1, metal zengini ve K-türü bir yıldızdır.

2 CCD Gözlemleri ve Fotometri

Gözlemler, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi (ÇOMÜG)'nde kurulu 0,6 m (İST60) ve 1,2 m (T122) teleskopları ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi 1,0 m (TUG100) teleskobuyla yapıldı. ÇOMÜG'te Apogee Alta U42 CCD (AP42) ve STL1001-E CCD'si (STL1001E); TUG100'de Spectral Instruments 1100 (SI1100) CCD kamerası kullanıldı. İndirgeme aşamasında sıfır-akım, kara-akım düzeltmesi yapıldı fakat düz alan düzeltmesi uygulanmadı. Fotometride değişken açıklık kullanıldı. Yıldızın etkinliği, atmosferik etkiler ve aletsel etkiler kaynaklı, ışık eğrisine yansımış olabilecek sistematik (kırmızı) gürültülerin derecesi, zaman ortalaması yöntemiyle β katsayısı bu lunarak belirlendi (Winn et al. 2008). β 'nin, 1'den büyük olduğu durumlarda gözlemsel hata ile çarpılarak ağırlıklandırıldı ve geçiş ışık eğrisinin duyarlılığı olarak verildi. Gözlemlere ilişkin bilgiler, Çizelge 1'de yer almaktadır.

3 Geçiş Işık Eğrileri ve Çözümleri

Analizde WINFITTER (Budding & Najim 1980; Budding & Zelik 1987; Rhodes & Budding 2014) yazılımı kullanıldı. Kenar kararına katsayısı (u), Claret & Bloemen (2011)'den alındı. Yörünge'nin dairesel olduğu kabul edildi. Her iki sistemin çözüm sonuçları ortalama değerleri Çizelge 2'de gösterilmekte; gözlemler ile modellerin çizimi, Şekil 2a (üst) ve 2b (alt)'da sunulmaktadır.

3.1 TrES-3 b ve Qatar-1 b

Keşfi, O'Donovan et al. (2007) tarafından yapılan TrES-3 b, $M_* = 0.915 M_\odot$ kütleğinde, $T_e = 5650$ K sıcaklığında Güneş

benzeri bir yıldızın çevresinde dolanmaktadır. Yıldızın parlaklığı $V = 12,40$ kadirdir. Ortalama geçiş derinliği $(R_g/R_*)^2 = 0,028$ olarak ölçülmüştür.

Yüzey sıcaklığı 4860 K, $V = 12,84$ kadir parlaklığında ve $M_* = 0.850 M_\odot$ kütleğinde bir yıldız olan Qatar-1'in gezegeni, Alsubai et al. (2011) tarafından keşfedilmiştir. Ortalama geçiş derinliği, $(R_g/R_*)^2 = 0,021$ olarak verilmektedir.

4 Sonuç ve Tartışma

Yakınlık etkileri nedeniyle TrES-3 b, izlenmesi gereken ilginç bir örnektir. Yıldızlarına hemen hemen aynı uzaklıkta dolanan iki gezegenden TrES-3 b'nin, Qatar-1 b'ye göre daha sıcak ve daha yoğun olduğu bulunmuştur. Bu, gezegen oluşum kuramlarının testi için önemli örnekler olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca yıldızlarının metal bollukları da farklıdır: $[\text{Fe}/\text{H}]_{\text{TrES-3}} = -0,2 < [\text{Fe}/\text{H}]_{\text{Qatar-1}} = 0,2$ (Torres et al. 2008; Alsubai et al. 2011). Bu durum, metal bolluğu ile gezegen yarıçapı arasındaki ilişkinin ısınma mekanizmasına katkısı üzerine düşünülmesi gerektiğini göstermektedir (Yıldız et al. 2014). Şekil 2'de gezegenlerin kütle ve yarıçap değerleri, Southworth TEP¹ kataloğundan (TEPCat) alınan çeşitli ötegezegen kütle-yarıçap değerleri ile birlikte gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere, bulunan gezegenler Jüpiter benzeri olsa da önemli bölümünün, bu çalışmadaki Qatar-1 b ve TrES-3 b'de dahil olmak üzere, daha büyük yarıçaplı ve dolayısıyla daha düşük yoğunluklu oldukları açıktır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK-MFAG 113F353 no'lu proje ile desteklenmiştir. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne 523 projesi kapsamında T100 teleskobunun ve ÇOMÜG'e tez ve proje çalışmalarında T122 ve İST60 teleskoplarının kullanımı için gözlem zamanı sağladıklarından dolayı teşekkür ederiz. Bu çalışma, ayrıca Çağlar Püsküllü'nün doktora tezi çalışması kapsamındadır.

Kaynaklar

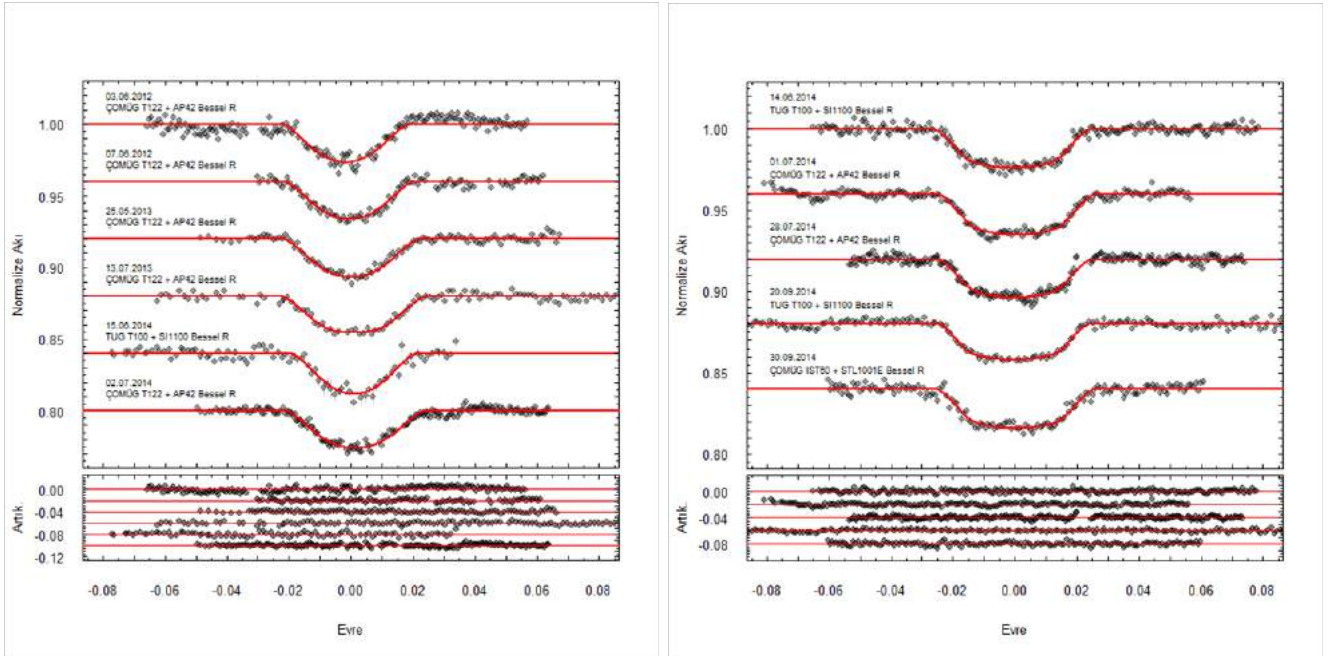
Alsubai K. A., et al., 2011, *MNRAS*, 417, 709
Budding E., Najim N. N., 1980, *ApSS*, 72, 369

★ cpuskullu@comu.edu.tr

¹ <http://www.astro.keele.ac.uk/jkt/tepcat/>

Çizelge 1. TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin Bessel R filtresi gözlem bilgileri

Tarih	Teleskop + CCD	Nokta Sayısı	Binning	Poz Süresi (s)	Hava Kütlesi	Duyarlılık
TrES-3 b						
03.06.2012	T122+AP42	178	1	20	1,019 – 1,340	7,4
07.06.2012	T122+AP42	109	1	20	1,019 – 1,093	3,1
27.05.2013	T122+AP42	110	1	100	1,440 – 1,004	2,4
13.07.2013	T122+AP42	123	1	60	1,019 – 2,550	2,8
15.06.2014	TUG100+SI1100	91	2	40	1,220 – 1,001	3,9
02.07.2014	T122+AP42	216	2	45	1,001 – 1,075	3,6
Qatar-1 b						
14.06.2014	TUG100+SI1100	217	2	60	1,540 – 1,105	2,3
01.07.2014	T122+AP42	195	2	80	1,350 – 1,160	2,9
28.07.2014	T122+AP42	261	2	52	1,104 – 1,220	2,6
20.09.2014	TUG100+SI1100	245	2	100	1,140 – 2,450	3,4
30.09.2014	İST60+STL1001E	159	1	90	1,105 – 1,550	3,3

**Şekil 1.** Geçiş ışık eğrileri, WINFITTER modelleri ve artıkları

- Budding E., Zeilik M., 1987, *ApJ*, 319, 827
 Claret A., Bloemen S., 2011, *A&A*, 529, A75
 O'Donovan F. T., et al., 2007, *ApJ*, 663, L37
 Rhodes M. D., Budding E., 2014, *ApSS*, 351, 451
 Sozzetti A., et al., 2009, *ApJ*, 691, 1145
 Torres G., Winn J. N., Holman M. J., 2008, *ApJ*, 677, 1324
 Winn J. N., et al., 2008, *ApJ*, 683, 1076
 Yıldız M., Çelik Orhan Z., Kayhan C., Turkoglu G. E., 2014, *MNRAS*, 445, 4395

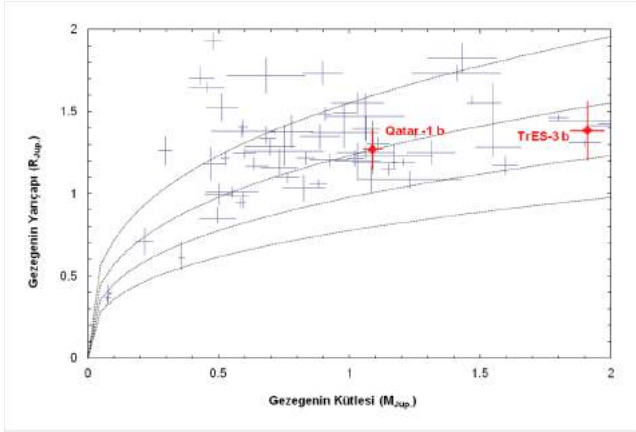
Erişim:

O14-1730: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Çizelge 2. TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin geçiş ışık eğrilerinin analizinden elde edilen parametreleri

Parametre	TrES-3 b	Qatar-1 b
Fotometrik parametreler		
Yarıçaplar oranı, k	$0,173 \pm 0,014$	$0,152 \pm 0,004$
Kesirsel yarıçaplar toplamı, $r_1 + r_2$	$0,197 \pm 0,012$	$0,196 \pm 0,012$
Yörünge eğimi, $i(^{\circ})$	$81,9 \pm 0,8$	$83,3 \pm 0,9$
Kesirsel yarı-büyük eksen uzunluğu, a/R_*	$5,95 \pm 0,33$	$5,89 \pm 0,35$
Geçiş parametresi, $b = a \cos i / R_*$	$0,836 \pm 0,063$	$0,688 \pm 0,063$
Geçiş süresi, t_{14} (gün)	$0,039 \pm 0,007$	$0,056 \pm 0,007$
Yıldızın fiziksel nicelikleri		
Kütle, $M_*(M_{\odot})$	$0,92 \pm 0,05^a$	$0,85 \pm 0,03^b$
Yarıçap, $R_*(R_{\odot})$	$0,82 \pm 0,02$	$0,86 \pm 0,03$
Yüzey Çekim İvmesi, $\log g_*(cgs)$	$4,57 \pm 0,02$	$4,50 \pm 0,03$
Etkin Sıcaklık, $T_e(K)$	5650 ± 75^a	4860 ± 125^b
Gezegenin fiziksel nicelikleri		
Kütle, $M_g(M_J)$	$1,91 \pm 0,08^a$	$1,09 \pm 0,04^b$
Yarıçap, $R_g(R_J)$	$1,35 \pm 0,08$	$1,27 \pm 0,05$
Yüzey Çekim İvmesi, $\log g_g(cgs)$	$3,40 \pm 0,04$	$3,22 \pm 0,04$
Ortalama yoğunluk, $\rho_g(cgs)$	$0,95 \pm 0,10$	$0,60 \pm 0,05$
Etkin Sıcaklık, $T_e(K)$	1640 ± 90	1420 ± 87

^a Sozzetti et al. (2009), ^b Alsubai et al. (2011)



Şekil 2. Gezegenlerin kütle-yarıçap ilişkisi. Mavi hata çubuklarıyla gösterilen veriler, TEP-Cat'den alınmıştır. Bu çalışmadaki gezegenler ise kırmızı renkte işaretlenmiş ve gezegenin adı yanına yazılmıştır. Eğriler ise yukarıdan aşağıya doğru, $\rho = 0,25; 0,5; 1,0$ ve $2,0 \rho_J$ değerlerini göstermektedir.

Delta Lyrae Açık Küme Üyesi BD+36 3317 Örtün Çift Sistemi

Evrin Kıran^{1*}, Petr Harmanec², Ömer Lütfi Değirmenci¹, Marek Wolf²,
Jana Nemravová², Marek Šlechta³

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

²Astronomical Institute of the Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, V Holešovičkách 2, CZ-180 00 Praha 8 - Troja, Czech Republic

³Astronomical Institute, Academy of Sciences of the Czech Republic, CZ-251 65 Ondşejov, Czech Republic

Özet

Bu çalışmada, δ Lyr (Stephenson 1) açık küme üyesi, BD+36°3317 örtün çift sistemine ilişkin elde edilen dikine hız eğrilerinin literatürden alınan ışık eğrileri ile ortak çözümü sunulmuştur. Sisteme ilişkin dikine hız eğrileri, Ondşejov Gözlemevi'ndeki 2m'lik teleskop kullanılarak alınan tayflardan oluşturulmuştur. Bu çalışma ile BD+36°3317 örtün çift sisteminin fiziksel ve yörünge parametrelerinin daha duyarlı şekilde elde edilmesinden başka Delta Lyrae açık kümesine ilişkin bilgilerimizin de güncellenmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, İkili Yıldızlar

1 Tarihçe

BD+36 3317 (GSC 2651 802, SAO 67556, $\alpha_{2000} = 18^{\text{h}}54^{\text{m}}22^{\text{s}}$, $\delta_{2000} = 36^{\circ}51'07''44.5$, $V = 8^{\text{m}}.77$) δ Lyr (Stephenson 1) kümesinin üyesi bir örtün çift sistemdir. Stephenson 1 kümesini ilk keşfeden **Stephenson (1959)**, BD+36°3317 yıldızının parlaklığını $V = 8^{\text{m}}.8$ ve tayf türünü A0 olarak vermiştir. **Bronkalla (1963)**, BD+36°3317 yıldızı için $V = 8^{\text{m}}.8$, $(B - V) = 0^{\text{m}}.41$ ve $(U - B) = 0^{\text{m}}.036$ değerlerini vermiştir. **Eggen (1968)** Stephenson 1 küme bölgesindeki 77 yıldızın UBV gözlemlerini yapmış ve kümenin ortalama renk artığını $E(B - V) = 0^{\text{m}}.05$ ve uzaklık modülünü $7^{\text{m}}.5$, BD+36°3317 yıldızı için de $V = 8^{\text{m}}.8$, $(B - V) = 0^{\text{m}}.02$ ve $(U - B) = -0^{\text{m}}.08$ olarak vermiştir. **Eggen (1972)** BD+36°3317 yıldızı için $V = 8^{\text{m}}.65$, $(B - V)_0 = -0^{\text{m}}.03$ ve $(U - B)_0 = -0^{\text{m}}.115$ vermiştir. Bu değerlere göre BD+36°3317, B9.6 V tayf türüne karşılık gelmektedir. **Eggen (1983)**, Stephenson 1 kümesinin uvby fotometrik gözlemlerini yapmıştır. BD+36°3317 yıldızının, dikine hızı -90 ile 17 km s^{-1} aralığında değişen bir tayfsal çift sistem olduğuna işaret etmiştir. BD+36°3317 yıldızı için $V = 8^{\text{m}}.79$, $(b - y) = 0^{\text{m}}.031$ ve $m1 = 0^{\text{m}}.150$ ve $c1 = 0^{\text{m}}.885$ olarak vermiştir. Bu çalışmada verilen değerler, **Anthony-Twarog (1984)**'in fotometrik verileriyle kıyaslanabilir. $V = 8^{\text{m}}.9$, $(b - y) = 0^{\text{m}}.031$ ve $m1 = 0^{\text{m}}.160$ ve $c1 = 0^{\text{m}}.904$. Ayrıca BD+36°3317 yıldızının parlaklığındaki bu farklılıklara bakarak ışık değişiminin olabileceğini söylemiştir. 2008 yılında, **Viola-Bordonau (2008)** BD+36°3317 yıldızının yıldızın $4^{\text{d}}.30216$ dönemli bir örtün çift sistem olduğunu ve baş minimum zamanının T_0 (HJD) = 2454437.25921 duyan V rengi gözlemlerini yayınlamıştır. **Özdarcan et al. (2005)** BD+36°3317 yıldızının UBV fotometrik gözlemlerini yaparak sistemin dönemini $4^{\text{d}}.302162$ ve minimum zamanını T_0 (HJD) = 2454437.2466 olarak vermiştir. BD+36°3317 yıldızı için renk artığı $E(B - V) = 0^{\text{m}}.139$ ve kızıllaşma miktarı $A_v = 0^{\text{m}}.43$ olarak bulunmuştur.

2 Gözlemler ve Sisteme İlişkin Elde Edilen Sonuçlar

BD+36°3317 örtün çift sisteminin tayf gözlemleri Ondřejov Gözlemevi'ne ait 2m'lik teleskop ile yapılmıştır. Gözlemler, çözümlene gücü 11700 olan Coude tayf çekeri ile 6260 – 6700 Å dalgaboyu aralığında gerçekleştirilmiştir. Tayflar için verilen ortalama poz süreleri yaklaşık 90 dk olup sinyal/gürültü (S/N) oranı 80 ie 200 arasında değişmektedir. Gözlemler Mart – Temmuz 2014 gözlem sezonunda 20 gece yapılmıştır. Her gözlem gecesinde düz alan görüntüsü ve bias görüntüleri elde edilmiş, gözlemler sırasında dalga boyu kalibrasyonunda kullanılmak üzere yıldız tayfları için lamba tayfı alınmıştır. Ön indirgemeler ve dalgaboyu kalibrasyonları için IRAF programı kullanılmıştır. Süreklilik düzeltmesi tellurik çizgiler ve dikine hızların okunmasında **Horn et al. (1996)** ve **Škoda (1996)** tarafından geliştirilen SPEFO programı kullanılmıştır. Hassas dikine hız okumaları için her iki bileşende de net bir biçimde görülen Halpha, Si II 4347 ve Si II4371 Å çizgileri kullanılmıştır. Dikine hız okumaları SPEFO programında çapraz eşleme yöntemiyle yapılmıştır.

Literatürde yer alan ışık eğrileri ve kendi gözlemlerimizden elde ettiğimiz dikine hız eğrilerinin ortak çözümü için **Práa ve Zwitter (2005)** tarafından geliştirilen Wilson Devinney tabanlı PHOEBE programı kullanıldı. PHOEBE programına girilecek olan yörünge parametrelerini hassas olarak elde etmek için V0-KOREL web servisi tarafından sunulan **Hadrava (1995)**; **Hadrava (1997, 2004)** ve **Škoda (2010)** tarafından geliştirilen KOREL programından faydalandı. Bu program aynı zamanda sisteme ait bileşke tayfalardan, tayfların ayrıştırılması yöntemiyle bileşenlerin tayflarını ayrı ayrı elde etmemize yardımcı bir programdır. Bu yöntemle elde edilen tayflar, atmosfer modelleri kullanılarak bileşenlerin sıcaklıklarına ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Hem tayftan bulunan sıcaklık değeri hem de literatürde verilen sıcaklık değeri göz önünde bulundurulunca sıcaklık taraması yapıldı. Dikine hız ve ışık eğrilerinin 9000 – 12500 K sıcaklıkları arasındaki sabit T_1 değerleri için ortak çözümler yapıldı. Verilen sıcaklıkların çözümleri için elde edilen ortalama artıkların kareleri (X^2) hesaplanarak sıcaklığa karşılık çizdirilmiş ve en küçük X^2 değeri $T_1=10450$ K sıcaklığı için elde

* evrimkiran@mail.ege.edu.tr

Çizelge 1. BD+36 3317 örten çift sisteminin fiziksel özellikleri. Hatalar, PHOEBE programı tarafından üretilen iç hatalardır.

Parametre	Birinci Bileşen	Sistem	İkinci Bileşen
$T_{\min.I}$ (HJD)		56803.4598 ± 0.0001	
P (d)		4.302152 (fixed)	
e		0.0 (fixed)	
a (R_{\odot})		17.3 ± 0.1	
V_{γ} ($km s^{-1}$)		-17.8 ± 0.5	
x_{bol}	-0.02		0.14
A	1.00		0.92
g	1.00		0.90
i ($^{\circ}$)		89.27 ± 0.02	
T_{eff} (K)	10450 (fixed)		7623 ± 8.1
Ω	10.49 ± 0.02		9.19 ± 0.02
q		0.678 ± 0.002	
$\log g$ [cgs]	4.29		4.29
(l/l_{tot}) V band	0.79 ± 0.01		0.21
(l/l_{tot}) V band	0.79 ± 0.01		0.21
(l/l_{tot}) B band	0.83 ± 0.01		0.17
(l/l_{tot}) U band	0.84 ± 0.01		0.16
r_{pole}	0.1019 ± 0.0002		0.0844 ± 0.0002
r_{point}	0.1021 ± 0.0002		0.0846 ± 0.0002
r_{side}	0.1020 ± 0.0002		0.0845 ± 0.0002
r_{back}	0.1021 ± 0.0002		0.0846 ± 0.0002

Çizelge 2. BD+36 3317 örten çift sisteminin temel özellikleri.

Parametre	Baş Bileşen	İkinci Bileşen
M (M_{\odot})	2.24 ± 0.07	1.52 ± 0.03
R (R_{\odot})	1.76 ± 0.01	1.46 ± 0.01
T_{eff} (K)	10450 ± 420	7623 ± 328
$\log L$ (L_{\odot})	1.52 ± 0.08	0.81 ± 0.07
M_{bol} (mag)	0.9 ± 0.2	2.7 ± 0.2
$\log g$ [cgs]	4.29 ± 0.01	4.29 ± 0.01
BC (mag)	-0.310	0.028
M_v (mag)	1.25 ± 0.17	2.69 ± 0.19

edilmiştir. Elde edilen çözüme ilişkin sonuçlar Tablo 1'de listelenmektedir.

Tablo 1'de elde edilen sonuçlar kullanılarak bileşenlerin temel fiziksel parametreleri ve hataları hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 2'de verilmektedir. Baş ve yoldaş bileşenlerin kütleleri sırasıyla A3 V ve F2 V tayf türlerine karşılık gelmektedir. [Özdarcan et al. \(2005\)](#) tarafından verilen ($U - B$) ve ($B - V$) renkleri ile tutulma dışında kalan görsel V parlaklıkları, PHOEBE çözümü sonucu elde edilen görelî ışıtmalar ve [Gray \(2005\)](#)'den alınan bolometrik düzeltilmeler kullanılarak baş ve yoldaş bileşenler için sırasıyla $(E(B - V)_p) = 0^{m.054}$ ve $(E(B - V)_s) = 0^{m.073}$, $(A_v)_p = 0^{m.17} \pm 0.04$ ve $(A_v)_s = 0^{m.23} \pm 0.04$, $((B - V)_0)_p = -0^{m.037} \pm 0.014$ ve $((B - V)_0)_s = 0^{m.243} \pm 0.014$, $((m - M)_v)_p = 7^{m.77} \pm 0.18$ ve $((m - M)_v)_s = 7.75 \pm 0.19$ ve $d_p = 332$ pc ve $d_s = 320$ pc değerleri elde edilmiştir. Sistemin uzaklığının bileşenlerin ışıtmaları ile ağırlıklandırılmış ortalaması hesaplanmış ve 330 ± 29 pc değeri elde edilmiştir.

Bileşenlerin H-R diagramındaki konumları [Claret ve Gimenez \(2005\)](#)'den alınan ZAMS çizgisi ile beraber çizdirilmiş ve her iki bileşenin bileşenin ana koldan çok az evrimleştiği görülmüştür. Benzer şekilde, bileşenler [Bertelli et al. \(2009\)](#)'dan alınan evrim modelleri ile karşılaştırılmış ve en iyi uyuma $z = 0.017$ ve $y = 0.3$ kimyasal bileşimi ile sağlanmıştır.

3 Tartışma

BD+36°3317 yıldızının elde edilen dikine hız eğrisi ile literatürde verilmiş ışık eğrilerinin kullanılmasıyla örten çift sistemin temel fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Buna göre sisteme ait kütle, yarıçap, sıcaklık ve ışıtmalar bulunmuştur. Elde edilen değerler kullanılarak bileşenler $\log Te - \log L$ grafiğine yerleştirildiğinde, her iki bileşenin de ZAMS'tan çok az evrimleştiği görülmektedir. Her iki bileşen delta Lyr kümesinin renk -parlaklık diyagramında diğer üyeler ile uyum içerisindedir. Böylece BD+36°3317 yıldızının küme üyeliğinin olasılığı daha artmaktadır. Her iki bileşen için belirlenen kızıllaşma miktarları kullanılarak BD+36 3317 yıldızının ağırlıklı ortalama uzaklığı 330 ± 29 pc olarak bulunmuştur. Bu değer, kümenin literatürde verilen uzaklığı ile hata sınırları içinde uyumludur ve bu durum BD+36 3317 yıldızının küme üyeliğinin olasılığını güçlendirmektedir.

Teşekkür

Yazarlardan Evrim KIRAN, bu çalışma sırasında 2214-Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı ile kendisini destekleyen TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (Bİ-DEB)'na teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

- Anthony-Twarog, B. J. 1984, AJ, 89, 655
 Bertelli, G., Nasi, E., Girardi, L., & Marigo, P. 2009, A&A, 508, 355
 Bronkalla, W. 1963, Astronomische Nachrichten, 287, 249
 Claret, A. & Gimenez, A. 1989, A&AS, 81, 1
 Eggen, O. J. 1968, ApJ, 152, 77
 Eggen, O. J. 1972, ApJ, 173, 63
 Eggen, O. J. 1983, MNRAS, 204, 391
 Gray, D. F. 2005, The Observation and Analysis of Stellar Photospheres
 Hadrava, P. 1995, A&AS, 114, 393
 Hadrava, P. 1997, A&AS, 122, 581
 Hadrava, P. 2004, Publications of the Astronomical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, 92, 15
 Horn, J., Kubát, J., Harmanec, P., et al. 1996, A&A, 309, 521
 Özdarcan, O., Sipahi, E., & Dal, H. A. 2012, New A, 17, 483

- Prša, A. & Zwitter, T. 2005, ApJ, 628, 426
Škoda, P. 1996, in Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Vol.101, Astronomical Data Analysis Software and Systems V, ed. G. H. Jacoby & J. Barnes, 187
Škoda, P. & Hadrava, P. 2010, in Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Vol. 435, Binaries - Key to Comprehension of the Universe, ed. A. Prša & M. Zejda, 71
Stephenson, C. B. 1959, PASP, 71, 145
Violat-Bordonau, T., F. -H. 2008, Information Bulletin on Variable Stars, 5900, 7

Erişim:

O14-1745: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

TÜBİTAK ARDEB Programı

Faruk Soyduhan¹★,

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

Özet

TÜBİTAK-ARDEB kapsamında yer alan destekler konusunda bilgilendirme yapılacak ve sunulan proje destekleri ayrıntıları ile açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: management: project, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O14-1750: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

TUG'un Geçmişi, Bugünü ve Geleceği

Halil Kırbıyık¹★,

¹ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Müdürlük, Antalya

Özet

TUG'da geçmişte yapılan çalışmaların istatistiği ve bugüne kadar gösterilen performans anlatılacaktır. Bugün gelinen bilimsel ve teknik aşamalardan söz edilecektir. Bugünden hareketle geleceği hakkında öngörülerde bulunulacak ve önümüzdeki yıllarda yapılacak ve desteklenecek araştırmalardan bahsedilecek ve yeni dönem çalışmaları tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: observatories: optical, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O21-0930: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi: Dünü, Bugünü, Geleceği

Cahit Yeşilyaprak^{1,2}★,

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

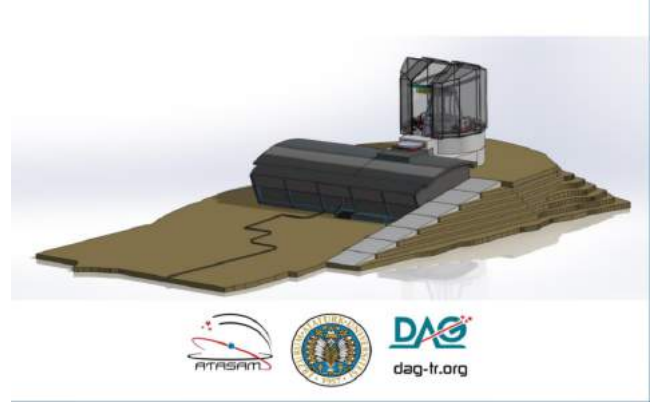
Özet

Atatürk Üniversitesi bünyesinde yürütülen, Kalkınma Bakanlığı destekli Türkiye'nin en büyük teleskobuna sahip olacak "Doğu Anadolu Gözlemevi"nin (DAG) ve bu konuda yürütülen projenin idari, mali, teknik, ekip-ekipman, alt ve üst yapısal çalışmalarının geniş kapsamlı bir değerlendirilmesi yapılacak ve projenin dünü bugünü ve geleceği ile ilgili bilgiler aktarılacaktır.

Anahtar Kelimeler: telescopes, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Proje Bilgileri

- Türü: Altyapı ve Tematik Alan Projesi
- Kurumu: Atatürk Üniversitesi (ATAÜNI)
- Kaynak: Kalkındırma Bakanlığı (DPT) - Atatürk Üniversitesi (ATAÜNI)
- Süreç: 2008: Hazırlık ve I. başvurusu; 2010: İdari ve Teknik Hazırlık ve II.
- Başvurusu; 2011: Etüt Proje (100 KTL) ve III. Başvuru; 2013: Personel - Mali - Teknik – Altyapısal Yapılanma; 2014: Alt ve Üstyapısal Yapılanma ve Teleskop İhalesi;
- Ulusal ve Uluslararası Destek: yaklaşık 50 Üniversite ve Gözlemevi
- Toplam Bütçe (2015): 72 MTL (DPT) + 3 MTL (ATAÜNI)
- Süre: 2012 - 2019



Şekil 1. DAG Ön Tasarımı

2 Proje Özellikleri

Türkiye'nin; ilk kırmızı öte teleskobu, en büyük (4 m çap) teleskobu, ilk muafiyetler kazanan projesi, en büyük bütçeli (bilimsel-tematik) projesi.

3 Aşamalar

- DAG: Teleskop – Kubbe – Binalar – Altyapı – Üstyapı
- ODA: AO Sistemi – Optik Lab. – Aygıtlar (Görüntüleme – Tayf)
- AKS: Ayna Kaplama Sistemi ve Ünitesi

4 DAG Ön Tasarımı (Bina, Master Plan):

- Yük.Mim. Erkan Şahmalı (GÜNARDA A.Ş.)

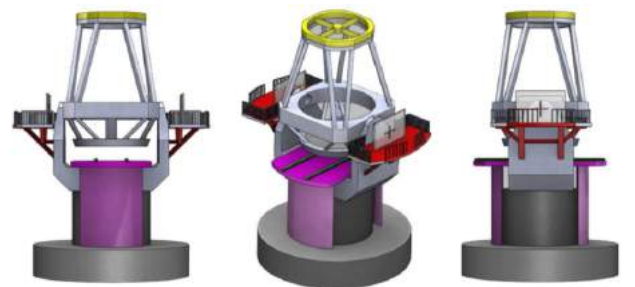
5 Teleskop Optik-Mekanik Ön Tasarımı

- Prof.Dr. Lorenzo Zago (HEIG-VD/İsviçre)
- Prof.Dr. Laurent Jolissaint (HEIG-VD/İsviçre)

6 Yerleşke

- Erzurum-Konaklı-Karakaya Tepeleri (3.170 m) (39 ° 47' K - 41 ° 14' D)

★ cahity@atauni.edu.tr



Şekil 2. Teleskop Ön Tasarımı

- Ulaşım: Havalimanı – DAG Yerleşkesi (Yaz: 45' – Kış: 35')

7 Stratejik Önem

- Boylamsal boşluk dolduran bir konum: Hawaii ve Şili'deki gözlemevleriyle 12 saat zaman farkı; Kuzey – Güney Yarım Küre gözlem zamanı ortaklığı



Şekil 3. Erzurum-Konaklı-Karakaya Tepeleri (3.170 m)

8 Proje Danışmanları

- Prof.Dr. Christophe Benoist (Nice Obs. – France)
- Prof.Dr. Bernhard R. Brandl (Leiden Univ. – Holland)
- Prof.Dr. Jim Emerson (Queen Mary Univ. – UK)
- Prof.Dr. Laurent Jolissaint (Heig-Vd. – Switzerland)
- Prof.Dr. Martin Harwit (Cornell Univ. – USA)
- Yrd.Doç.Dr. Onur Keskin (FMV Işık Üniv. – Türkiye)
- Prof.Dr. Yener Özkan (ODTÜ – Türkiye)
- Doç.Dr. Mehmet Özyazıcıoğlu (Atatürk Üniv. – Türkiye)
- Prof.Dr. Reynier F. Peletier (Kapteyn Inst. – Holland)
- Prof.Dr. René Rutten (IAC – Spain)

9 Proje Müdürleri

- Prof.Dr. Lorenzo Zago (Heig-Vd. – Switzerland)
- Yrd.Doç.Dr. Onur Keskin (FMV Işık Üniv. – Türkiye)

10 İdari – Kurumsal – Mali Gelişmeler:

- Yerleşke arazi tahsisi (2500 dönüm) yapıldı (2012)
- Proje idari ve kurumsal organizasyonu yapıldı (2012)
- Araştırma merkezi "ATASAM" kuruldu (2012)
- "Proje Uzmanları" (Müh., Uzm., Tek., 10) göreve başladı (2012)
- "Teleskop İhale Çağrısı" (CFI) ilgili firmalara yapıldı (2012)
- "İhale Danışma Kurulu" (ATAÜNİ) oluşturuldu (2012)
- "Bilimsel Danışmanlar Kurulu" toplantıları yapıldı (2012, 2013)
- "DAG Belgeseli" (ATAÜNİ) çekimleri başladı (2013)
- "OSTİM" ile çözüm ortaklığı yapıldı (2014)
- Erciyes Üniv. "UZAYBİMER" ile protokol imzalandı (2014)
- "DAG Teleskop İhalesi" yapıldı (2014)
- "AMOS" firması ile sözleşme imzalandı (2014)
- "Moskova Univ." ile DIMM ve bilimsel işbirliği başlatıldı (2014)

11 Akademik – Bilimsel – Teknik Gelişmeler:

- "ATA50 Teleskobu" kuruldu ve testleri yapıldı (2011 - 2012)
- Proje "Danışmanlar Kurulu" (9) oluşturuldu (2012)
- "AVOS" sistemi yerleşke zirvesine kuruldu (2012)
- "Meteosat" sistemi kuruldu (2012)
- Yerleşkede jeolojik etüd ve fizibilite çalışması yapıldı (2012)
- Üniv. – DAG Yerleşkeleri arası RL bağlantısı kuruldu (2012)
- Zirveye DAG Yerleşke Binası yapıldı (2012)
- DIMM kulesi ve elektrik – internet bağlantıları kuruldu (2012)

- "Astronomi ve Astrofizik" (ASA) ABD ve Bölümü kuruldu (2013)
- Yerleşkede jeoteknik ve jeofizik etüd, sondajlar yapıldı (2013)
- Yerleşkeye paratoner sistemleri (3) kuruldu (2013)
- Yerleşke civarına sismik aletler (5) kuruldu ve çalıştırıldı (2013)
- Atmosferik - astronomik aletler DIMM kulesine kuruldu (2013)
- "ASA" Bölümüne kadro (3) tahsisi yapıldı (2014)
- Yerleşkede imar izini ve koruma için işlemler başlatıldı (2014)
- "Proje Müdürleri" (2) göreve başlatıldı (2014)
- "Teleskop" ve "Kubbe" teknik şartnameleri hazırlandı (2014)
- DAG projesi yurtdışı kongre ve fuarlarda tanıtıldı (2011 - 2015):

- AFAR: Hawaii, Poster (2011)
- SPIE: Amsterdam (2012) – Montreal, Poster (2014)
- ASTROROB: Malaga, Poster (2011 – 2013 - 2015)
- FSU: Jena, Seminer (2014)

- ODA için kapsamlı bilimsel gerekçe hazırlandı (2014)
- ODA için 4 üniv. ortak Kalkınma Bak.'na proje sunuldu (2014)
- Yerleşke Elektrik (3.5 km, yedekli) yeraltı hattı döşendi (2014)
- Yerleşke Fiber (26 km, 48 C) yeraltı hattı döşendi (2014)
- Yerleşke su deposu (2x15 ton, filtre, yeraltı) yapıldı (2014)

12 DAG Teleskobu

- Kendine özgün yeni tasarım: Optik olarak, yeni, benzersiz ve minimal; yüksek performans: aO + AO + RC, 2 Nasmyth odak, 4 m çap, görsel ve kırmızı öte.

13 DAG'da Gelecek

- Master Plan ve Gözlemevi Binası tasarım ihalesi (2015)
- Kubbe ihalesi (2015)
- Jeneratör – Trafo alımları ve kurulumu (2015)
- MASS – DIMM sistemi kurulumu ve testleri (2015)
- ODA projesinin başlatılması, işbirlikleri, ihaleler (2015-2016)
- Yerleşke zemin – yol ıslahı (2015)
- IR yaz/kış okulu ve çalıştay (2015 - 2016)
- Uluslararası IR Astronomisi Konferansı (2016)
- Bilişim altyapısı ihalesi (2016 - 2017)
- Gözlemevi inşaatı ve Kubbe kurulumu (2016 - 2017)
- AKS projesinin hazırlanması ve sunulması (2017 - 2018)
- AKS ihalesi (2018 - 2019)
- Optik testler ve "İlk Işık" (2019)

14 DAG İşbirlikleri

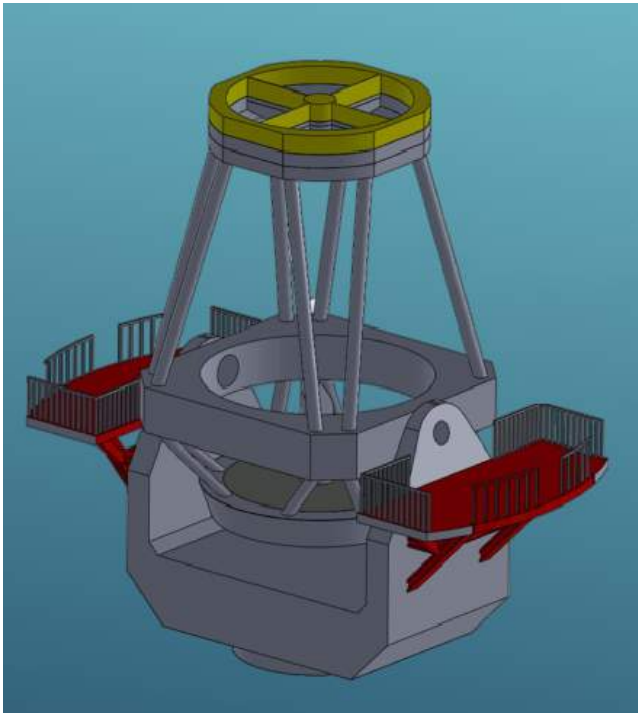
- FLAMINGOS-I - Çoklu Nesne NIR Tayfölçer (Univ. of Florida)
- MKIDs - Microwave Kinetic Inductance Detectors (Univ. of California)
- TMT – AO - TMT - AO sisteminin DAG'da denenmesi (California Inst. of Tech.)
- ESO- İleriye dönük proje ve alıcılar için kuzey yarıküre ortaklığı
- MASS-DIMM - DIMM Sistemi kurulumu (Moscow State Univ.-SAI)



Şekil 4. Erzurum-Konaklı-Karakaya Tepeleri (3.170 m) Hava Çekimi



Şekil 5. DAG'ın konumsal önemi



Şekil 6. DAG Teleskobu ön tasarımı.

15 DAG Yerli – Yabancı İşbirlikleri

DAG Yerleşkesi, Orta/küçük çaplı teleskoplara, bilimsel ve teknik işbirliklerine açıktır:

- Teleskop getir – Gözlem zamanı ver...
- Aygıt getir – Gözlem zamanı al...
- Proje getir – Gözlem zamanı al...

Eleman yetiştirmek için bütün altyapısal destek sağlanacaktır: Yer, Elektrik, İnternet, Yerleşke Ulaşımı, Su, Konaklama.

16 DAG İletişim

<http://dag-tr.org>
dag@atauni.edu.tr – atasam@atauni.edu.tr
Tel: +90 (442) 2363144 – 2312217

Atatürk Üniv. Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Binası, Erzurum

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, TC. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne ve DAG Proje Ekibi'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma, 2011K120230 numaralı "Doğu Anadolu Gözlemevi" (DAG) isimli Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Erişim:

O21-1000: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A.&A.](#)

DAG Proje Yönetimi ve Kazanımları

Erdem Yenisoy^{1*}, Cahit Yeşilyaprak^{1,2}, Sinan Kaan Yerli³

¹Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

³Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Kalkınma Bakanlığı destekli “2011K120230” nolu Doğu Anadolu Gözlemevi Projesi, Atatürk Üniv. (ATAÜNİ) bünyesinde yürütülen bir tematik altyapı projesidir. Doğrudan Rektörlüğe bağlı olarak kurulan Astrofizik Uygulama ve Araştırma Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü, projenin önemi ve süreli olması sebebiyle diğer birimlerle (Rektörlük, Genel Sekreterlik, Hukuk Müş., Deprem Araştırma Merkezi, Yapı İşleri Teknik Daire Baş. ve Merkez Atölyeler gibi) doğrudan ilişki içerisinde olup daha hızlı hareket imkanı bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: management: project, Tarih, Eğitim, İdari

1 ATAÜNİ’den Gelen Kazanımlar ve Destekler

- Personel desteği
(İdari:2, Teknik: 2, Hizmet Alımı: 5, Güvenlik: 4, Akitli Öğrenci: 5)
- Akademik kadro desteği ve önceliği
(Son 2 yılda: Öğr. Üyesi: 2, Öğr. Elemanı: 2)
- Akademik ve İdari Yapılanma
(2012: Araştırma Merkezi, 2013: Bölüm kurulumu)
- DAG ile ilgili BAP desteği/önceliği
(Toplam Proje: 10, Toplam Bütçe: 700 kTL)
- Kurum içi ve dışı yazışmalarda ve proje ödemelerinde öncelik
- Ekipman ve altyapı desteği
(PC, mobilya, beyaz eşya, teknik ekipman)
- ATASAM ve DAG için araçlar
(4x4, ATV, Kar motoru, İş makineleri desteği)
- Merkez ve DAG Yerleşke Hizmet Binaları desteği
(Ödenek, tefrişat, 1000 m², 120 m²)
- Merkezde akademik, idari, teknik personel görevlendirme fırsatı
- Rektörlükten her yıl bütçe ve ek bütçe alabilme fırsatı
(Son 2 yılda öz kaynaklardan: 3 MTL)
- ATASAM/DAG olarak ihale ve alım yapabilme izini ve kolaylığı
- Kurum içi birimlerle doğrudan yazışabilme ve ortak iş yapabilme imkanı
- Teknokent şirketleşmesinde ve merkez lab.’da öncelik ve teşvik
- Diğer kamu kurumlarıyla yapılan işlerin idari takibi ve önceliği
- Bölgesel tanıtım ve yerel kurumlardan destek
(Belgesel, Seminer, Belediyeler)
- ERASMUS, FARABI, MEVLANA Programlarında destek ve kontenjan
- DAG ile ilgili diğer DPT projelerinde öncelik ve destek
- DAG Yerleşkesi için arazi tahsisi ve ödemesi
(2500 dönüm, 550 kTL)
- Misafirhane (mobilyalı, 10 kişi) ve Proje Lojmanı (mobilyalı, 4 kişi)

* erdemyenisoy@gmail.com

2 DAG Projesi’nden Gelen Kazanımlar ve Destekler:

- Ayrı bir bütçe ve kontrol kolaylığı (2015 yılı itibariyle 72 MTL)
- Harcamalarda kolaylık ve zaman kazanımı (ihale, doğrudan temin)
- Yatırım Teşvik Programı ve muafiyetler (2013) (KDV, Gümrük, Kurumlar)
- Maksimum sayıda (10) ve kesintisiz personel çalıştırma izini
- Projeler içinde, en yüksek seviyeden ücretle eleman çalıştırma

3 ATASAM

ATASAM yönetim yapılanması; Proje Yürütücüsü aynı zamanda Astrofizik Uygulama ve Araştırma Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü’nün başında Müdür olarak yer almaktadır. Müdür ve Proje Yürütücüsüne yardımcı olması proje hakkında alınan kararlarda etkin olan 2 kurul yer almaktadır. Danışmanlar Kurulu alanlarında uzman mühendis, fizikçi gibi 13 kişiden oluşmaktadır. Yürütme Kurulu ise üniversite yönetiminden ve uzman akademisyenlerden oluşan 7 kişilik bir kuruldur. ATASAM Müdürüne bağlı İdari ve Teknik Müdür yardımcıları ile daha koordineli çalışma ortamı, hızlı bürokrasi ve çözüm sağlanmıştır.

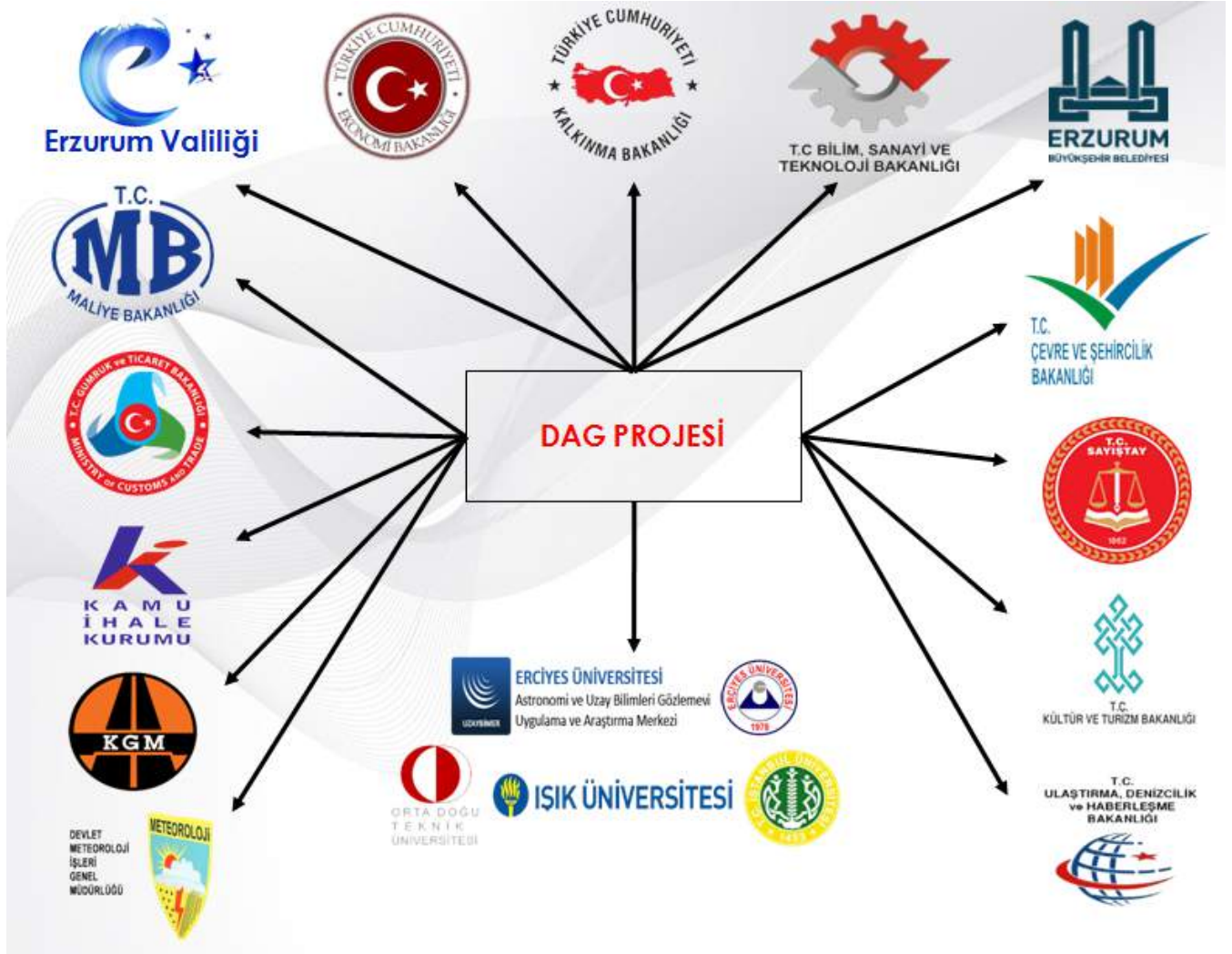
4 DAG Projesi

Proje yönetiminde de ATASAM ile aynı yapılanma oluşturulmuş ancak ek olarak proje yürütücüsü/atasam müdürüne bağlı yerli/yabancı proje müdürleri bulunmaktadır. Proje Müdürleri proje ofisi sayesinde DAG Projesi ve ATASAM’ın İdari/teknik çalışmalarının düzenini, önceliğini ve koordinasyonu sağlamaktadır.

5 DAG Projesi’nin İlk’leri, En’leri ve Deneyim’leri

5.1 İlkler

- Kapsam (Teleskop, Kubbe, Bina, Altyapı, Alıcı, Kaplama),
- İhale Süreci (yurtdışı, davet, pazarlık, muafiyet, fiyat-performans, sözleşme, ödeme şekli),
- Proje Müdürü çalıştırılması (yerli ve yabancı)
- Kesintisiz proje araştırmacısı çalıştırma (12 Ay, 365 Gün)
- Bir DPT projesinin Yatırım Teşvik Programına alınması
- Mali muafiyetler (KDV, Gümrük, Kurumlar vergisi gibi...)



Şekil 1. DAG Projesi ve Kurumsal Bağlantılar.

5.2 Enler

- Yüksek bütçeli (2015 yılı itibariyle 72 MTL),
- Kapsamlı (Teleskop, Kubbe, Bina, Altyapı, Alıcılar, Kaplama),
- Fazla sayıda proje araştırmacısı çalıştırma (10),
- Üst sınırdan ücret ödeyebilme

5.3 Deneyimler

- İdari, mali, ihale, muafiyet konularında deneyim paylaşımı,
- Kamu kurum ve kuruluşlarına danışmanlık ve destek,
- Referans proje kabul edilme.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, TC. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne ve DAG Proje Ekibi'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma, 2011K120230

numaralı Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Erişim:

021-1030: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

The Effects of Atmospheric Turbulence on Astrophysical Observations

Onur Keskin¹★,

¹FMV Işık Üniversitesi, Makine Mühendisliği, İstanbul

Özet

Atmospheric turbulence is caused by random variations in temperature and pressure that spatially and temporally alter the air's index of refraction. As electro-magnetic radiation from distant astronomical objects propagates through the atmosphere, the waves of light are distorted by these fluctuations in the refractive index and the information stored in the wavefront is corrupted. For astronomers, this loss of information manifests as degradation in the angular resolution that can be achieved with a ground-based telescope.

Anahtar Kelimeler: atmospheric effects, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O21-1045: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Polarimetrik Gözlemler için RTT150 - TFOSC Uyumlu Polarimetre Tasarımı

Gizem Kahya^{12,*}, Selçuk Helhel¹, İrek Hamitoğlu², Cevdet Bayar², Oğuzhan Okuyan², Süleyman Kaynar²

¹ Akdeniz Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Antalya

² TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya

Özet

113F263 Nolu TÜBİTAK desteği ile yürütülen bu çalışma ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'da bulunan 1.5 m çapındaki (Rus-Türk Teleskobu) RTT150 için ışığı çift kırma özelliği ile bilinen WeDoWo (Wedge Double Wollaston) tipi prizma RTT150-TFOSC sistemine uygun olarak tasarlanmış ve sisteme entegre edilmiştir. Böylece, fotometri ve spektroskopi özelliklerine sahip olan RTT150 teleskopunun gözlem olanağı artırılmıştır. TFOSC-WP polarimetresi olarak adlandırılan polarimetre ile eş zamanlı olarak 0°, 45°, 90°, 135°'de görüntüler alınabilmektedir. Tasarımın polarimetrik özellikleri, güçlü polarize ve polarize olmayan standart yıldızlardan toplanan gözlemsel veriler ile incelenmiştir. Cihazsal polarizasyondan kaynaklanan polarizasyon derecesinin sistematik hatası ekvatorial koordinat sisteminde 1 x 5 yaydakika için 0.2% ve konum açısının hatası 1.9° olarak hesaplanmıştır. Sistemin parlaklık limiti ise 17 Kadir'dir. Bu sınırlamalar ve yetenekler RTT150 teleskobunun şu anki ve gelecekteki GAIA ve SRG projelerine bağlı astrofizik çalışmalarına katkı sağlaması açısından yeterlidir ve önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: polarimeters, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Giriş

Bu çalışma ile ışığın polarizasyon özelliğinden faydalanılarak Dünya'ya Yaklaşan Asteroidlerin (DYA) fiziksel parametrelerinin incelenmesi (albedo, taksonomi, çap, porozite vs.) hedeflenmiştir. RTT150 - TFOSC sistemine entegre edilebilir bir Wollaston prizma düzeneği tasarlanarak üretilmiştir. Entegrasyon işlemini takiben üç ayrı dönemde test gözlemleri yapılmıştır. Sunulan polarizörün yetenekleri güçlü polarize ve polarize olmayan standart yıldızlardan toplanarak elde edilmiştir (Helhel ve ark. (2015)).

2 TFOSC-WP (WeDoWo Polarimetresi) Optik Tasarım

RTT150'nin ana odak düzlemi aletlerinden biri olan TFOSC, Cassegrain odağında bulunur. TFOSC (TÜBİTAK National Observatory(TUG) Faint Object Spectrograph and Camera), spektroskopi ile fotometri arasında karşılıklı olarak çok hızlı geçiş yapabileceğine sahip olmasından dolayı hızlı değişim isteyen kaynakların araştırılmasında kullanılabilir. Bu nedenle, astrofizik kaynakların yer tabanlı gözlemleri ile günümüzdeki ve/veya gelecekteki GAIA ve Spektrum-X-Gamma benzeri astrofizik uzay programları için esnek ve güçlü bir üye olma imkânına sahiptir. TFOSC-WP için Wedge ve Wollaston prizmalarının boyut ve açı değerleri Oliva (1997) makalesi referans alınarak, ZEMAX optik tasarım programında bu değerler istenilen şekilde optimize edildi. Polarize olmuş görüntüler TFOSC odak düzleminde 60''(yay-sn) genişliğinde bir yarıktan geçirilerek birbiriyle çakışmaması sağlandı (Helhel ve ark. (2014)). Wollaston prizmasının optik kısımları Kalsit CaCO₃ malzemesi kullanılarak ELAN Ltd.'de üretildi. Stokes vektörünün ilk üç elemanı $\vec{S}(I, Q, U)$ kaydedilen akı değerleri aracılığıyla Denklem 1'den elde edildi. Cihazın referans düzleminde lineer polarizasyon derecesi (P) ve polarizasyonun konum açısı (Θ) Stokes parametrelerinden Denklem 2 ve 3 aracılığıyla hesaplandı. Polarizasyon derecesinin ve polarizasyonun konum açısının hata değerleri Denklem 4 ve 5 aracılığıyla hesaplandı (Shakhovskoy ve Efimov (1972)). WeDoWo üzerine gelen ışığı lineer polarizeli dört parçaya böler ve CCD üzerinde ikisi optik eksenin üzerinde (0°, 90°) ve diğer ikisi optik eksenin altında (45°, 135°) olmak üzere dört görüntü oluşur. Bu görüntülerin polarizasyonları 0°, 45°, 90°, 135°'dir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, kolimatörden gelen paralel gelen ışınlar Wedge tarafından ikiye ayrılır ve (Wollaston Prizması) WP -1 ve WP - 2 prizmalarına ulaşır. Wollaston prizmaları, gelen ışığı, 0°, 45°, 90°, 135° olarak dört görüntüye ayırır. Burada görüntüleri birbirinden WP-1,(optik eksenin üstünde olduğu için pozitif) 2 mm ve 6 mm olarak; WP-2 ise görüntüleri birbirinden (optik eksenin altında olduğu için negatif) -2 mm ve -6 mm olarak ayırır. Wollaston prizmalarının optik eksenleri arasındaki fark 45 derecedir ve birbirlerine simetriklerdir. Prizma, üzerine gelen polarize olmayan ışını, birbirlerine dik olacak şekilde lineer polarize olmuş ışına ayırır. Bu yüzden, teleskopun odak düzleminde oluşan her bir görüntü, CCD üzerinde birbirine dik iki görüntü oluşturur.

$$\vec{S}(I, Q, U) = \begin{bmatrix} I_0 + I_{90} & \text{yada} & I_{45} + I_{135} \\ I_0 - I_{90} \\ I_{45} - I_{135} \end{bmatrix} \quad (1)$$

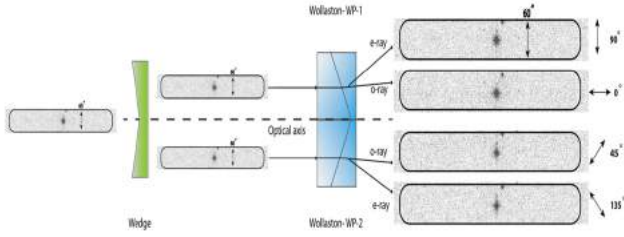
$$P = \frac{\sqrt{Q^2 + U^2}}{I} \quad (2)$$

$$\theta = 0.5 \arctan\left(\frac{U}{Q}\right) \quad (3)$$

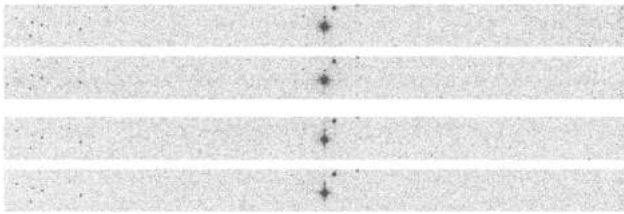
$$\sigma_P = \frac{|Q\delta Q + U\delta U|}{P} \quad (4)$$

$$\sigma_\theta = \frac{28.65\sigma_P}{P} \quad (5)$$

* gizem.kahya@tubitak.gov.tr



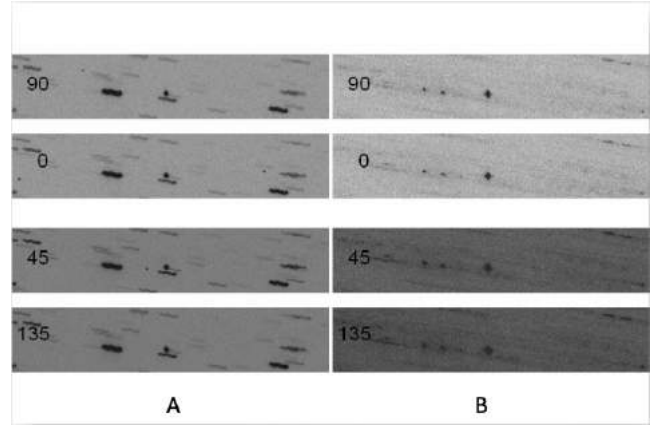
Şekil 1. WeDoWo optik şeması (Polarize olmayan standart yıldız BD+32d3739, V- bandı, 7 sn poz, 23 Ağustos 2014.)



Şekil 2. Ön indirgenmiş TFOSC - WP görüntüsünün örneği (Polarize olmayan standart yıldız BD+32d3739, V-bandı, 7 sn poz, 23 Ağustos 2014)

3 RTT150'de Polarimetrik ve Fotometrik Gözlemler

Tasarlanan TFOSC-WP'nin kaibrasyonunu yapmak ve polarize ve polarize olmayan standart yıldızların karakteristiklerini belirlemek amacıyla üç gözlem periyodunda gözlemler gerçekleştirildi. Düz-alan (flat-fielding) görüntüleri, polarizör kullanılarak ve ilgili optik bantlarda (*BVRI*) alındı. Gözlemler, ay ışığının güçlü polarizasyon özelliğinden kurtulmak için güneşten 90 derece ayrık olarak iki konumunda gerçekleştirildi. Bu gözlemlerde 60 yay-sn'lik bir sınırlayıcı slit, dört iletim kanalında oluşan görüntülerin üst üste binmesini önlemek için kullanıldı. Astronomik tan durumunda, teleskop, Güneş'in 45 derece zenith açısındaki koordinatlarına yönlendi ve bu adımlar, zıt azimuth'da aynı zenith uzaklığına yönlendirilerek yapıldı. Sabah tanı için, Güneş'in doğduğu yerdeki azimut değeri tercih edildi. Astronomik tan'da alınan flat görüntüleri, teleskop küçük adımlarla kaydırılarak alındı. Alınan bu görüntülere median (ortanca) filtre uygulanarak olası yıldız kaynaklarının temizlenmesi sağlandı. Ortanca alma (Median combining) işleminden önce polarize akı değerleri normalize edildi ve bu adımı takiben sıradan-ışın (ordinary-ray) ve sıradışı-ışınların (extraordinary-ray) median değerlerinin toplamı olarak gelen akılar belirlendi. Teleskobun iki farklı konumunda birleştirilen/toplanan görüntüler tekrar toplanarak polarize olmayan düz alan görüntüleri elde edildi. Tüm görüntülerde bias çıkarılması ve flat düzeltilmesi işlemleri yapıldı. Şekil 2, dört adet lineer polarize ışının (0° , 90°) ve (45° , 135°)'lerde TFOSC - WP ile alınmış örnek görüntüsüdür. Görüntüler birbirinden 60 yay-sn ile ayrılmıştır. Farklı polarizasyon kanalındaki her bir yıldız görüntüsü ortalandı ve akılar 5 yay-sn açıklıklardan ölçüldü. Şekil 3a'da DYA 276049 için TFOSC-WP polarimetresi kullanılarak V Bandında 120 sn poz süresi verilerek ve birbirinden 60 yay-sn ile ayrılmış 0° , 45° , 90° ve 135° 'de gözlenen dört



Şekil 3. DYA 276049 için TFOSC-WP polarimetresi kullanılarak alınmış beş görüntünün median ile birleştirilmesi.

Çizelge 1. Polarimetrik Gözlemlerden Elde Edilen Fizik Parametreleri

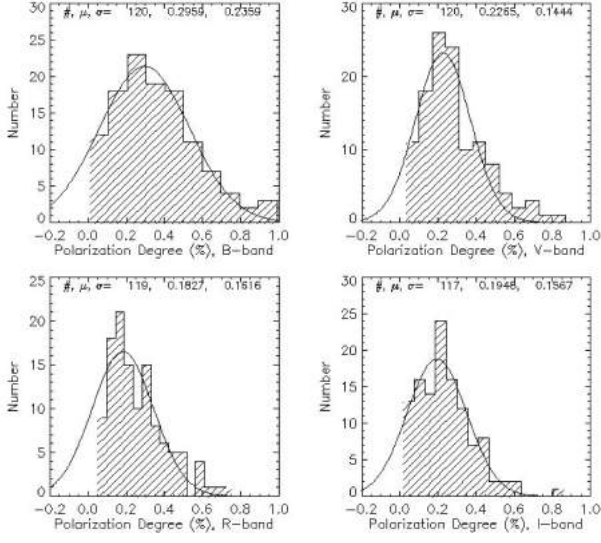
Asteroit	Spektal Tip	Albedo (ρ_v)	Çap
163132	E - tipi (yüksek pV)	0.5 ± 0.19	0.306 ± 0.08
276049	C - tipi (düşük pV)	0.043 ± 0.005	3.106 ± 0.29
333578	S - tipi (orta pV)	0.25 ± 0.023	0.221 ± 0.03

polarize ışın, B'de ise bu şekilde alınmış 5 görüntünün median(ortanca) ile birleştirilmiş son hali görülmektedir.

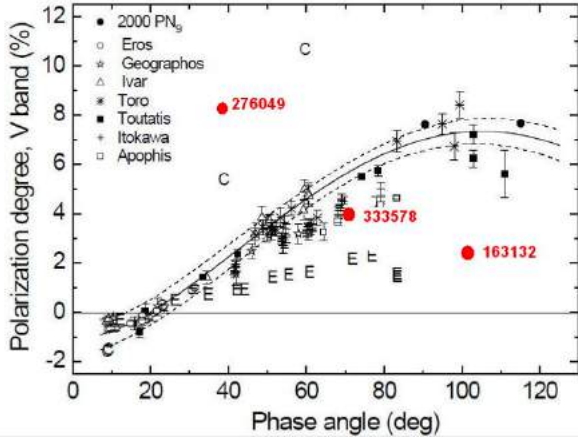
4 Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada, Dünya'ya yaklaşma döneminden seçilen 3 adet asteroidin polarimetrik gözlemleri yapılmıştır ve spektral sınıfları belirlenmiştir. Çizelge 1'de polarimetrik yolla elde edilen fizik parametreleri verilmektedir. Şekil 5'de [Belskaya ve ark. \(2009\)](#) makalesinden alınan, V- bandında gözlenmiş 3 asteroidin polarizasyon derecesine bağlı faz açısı grafiği verilmektedir. Asteroid 163132 için albedo hesabında maksimum polarizasyon ulaştığı değer kullanıldı. Diğer iki asteroid için ise eğim parametreleri kullanıldı. Çap belirlenirken ise, fotometrik eğimin ortalama değeri kullanıldı ve fotometri yapıldı. Mutlak parlaklık (*H*), V-bandında ölçüldü. Bu bilinen bilgiler ile (ρ_v , *H*) belirlendi. Kalibrasyon için polarize olmayan standart yıldızların (sıfır derece polarizasyona yaklaşan yıldızlar) polarizasyon dereceleri *BVRI* bantlarında gözlenmiştir (Şekil 4). Elde edilen sonuçlar polarizasyon derecesinin hatası yaklaşık 0.2% ve polarizasyon açısının hatası 1.9° olarak belirlenmiştir ([Helhel ve ark. \(2015\)](#)). Şekil 6'da içi dolu kırmızı halkalar ile gösterilen RTT150 TFOSC-WP ile *BVRI* bantlarında gözlenen polarize olmayan standart yıldızlardan elde edilen sonuçları göstermektedir. Çizelge 2'de güçlü polarize yıldızların V-bandında hesaplanan lineer polarizasyon derecesi ve polarizasyon açısı değerlerinin, tablanmış değerler ile karşılaştırılması verilmektedir ([Hsu ve Breger \(1982\)](#); [Schmidt ve ark. \(1992\)](#); [Dolan ve Tapia \(1986\)](#); [Clemens ve Tapia \(1990\)](#); [Turnshek ve ark. \(1990\)](#)). Hiltner 960ın kaydedilen polarimetrik verileri, tablanmış değerleriden farklıdır ([Schmidt ve ark. \(1992\)](#)) bu durum onun polarimetrik olarak değişen bir yıldız olabileceğini göstermektedir.

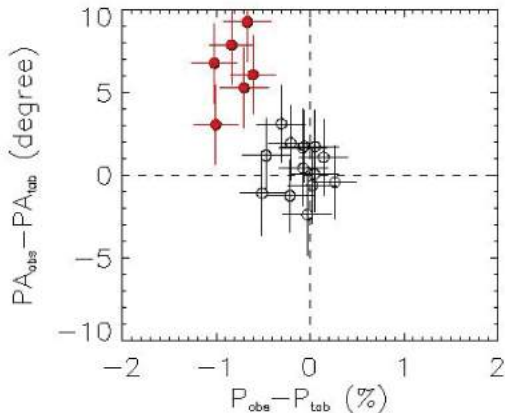
RTT150 teleskobunun fotometrik ve spektroskopik gözlem yetenekleri, geliştirilen polarimetrenin eklenmesi ile genişletilmiştir. TFOSC-WP'nin eklenmesi ile ESA'nın astrofizik amaçlı



Şekil 4. BVRI bandında gözlemlenmiş polarize olmayan standart yıldızların lineer polarizasyon derecesi ölçümlerinin dağılımı



Şekil 5. Faz açısına karşı V-bandında polarizasyon derecesi değişimi



Şekil 6. Faz açısına karşı V-bandında polarizasyon derecesinin değişimi

Çizelge 2. Polarimetrik Gözlemlerden Elde Edilen Polarimetrik Sonuçlar

İsim	P_{obs} (%)	P_{tab} (%)	P_{obs} (°)	PA_{tab} (°)
BD+59d389	6.53 ± 0.2	6.70 ± 0.20	98.45 ± 1.2	98.10 ± 0.1
BD+64d106	5.63 ± 0.2	5.69 ± 0.04	96.98 ± 1.4	96.60 ± 0.2
HD236633	5.52 ± 0.1	5.49 ± 0.02	94.20 ± 0.7	93.76 ± 0.1
Hiltner960	4.86 ± 0.2	5.66 ± 0.02	60.70 ± 2.0	54.80 ± 0.1

uzay görevi GAIA'ya ve RTT150 teleskobunun gelecek hedeflerinden biri olan Spetrum-X Gamma uydusuna, yer tabanlı optik destek vermesiyle RTT150'nin gözlem yeteneklerini artırmıştır.

Bu çalışmada literatürden toplanan polarize ve polarize olmayan standart yıldızların bir listesi verildi (Hsu ve Breger (1982); Schmidt ve ark. (1992); Dolan ve Tapia (1986); Clemens ve Tapia (1990); Turnshek ve ark. (1990)). Bu liste TFOSC-WP ile ilk olarak Ağustos 2014'te gözlemlendi. İkinci set Eylül'de ve son gözlem seti ise Nisan 2015'te gerçekleştirildi. Cihazın kendi polarizasyonun lineer davranışı ekvatorial koordinat sisteminde 1×5 yay-dk'lık uygun bir çalışma alanında astrofizik amaçlı yöntemlerle belirlendi. Cihazsal sistematik hatalar, polarizasyon derecesi için 0.2% ve polarizasyon açısı için 1.9° olarak hesaplandı. İdeal olmayan Wollaston prizmasının kendi/içsel iletim katsayısından dolayı, Wollaston prizmaları arasındaki tüm iletim katsayılarının oranı sabit olarak hesaplandı. Bu parametreler sabit olmasına rağmen, cihaz kalibrasyonu için bilimsel olarak ilgilenilen kaynakların polarimetrik araştırmalarının yapıldığı her gözlem gecesinde onların kontrolü gerekmektedir. Polarimetride gerekli kalibrasyonların not edilmesi enstitü programlarının bilimsel hedeflerine bağlıdır ve kalibrasyon işlemleri standart yıldızlar için gereklidir (örneğin, iyi bilinen polarizasyon derecesine ve iyi bilinen polarizasyon açısına sahip astronomik kaynaklar).

Teşekkür

Bu çalışmada, TFOSC-WP'nin tasarım ve üretim aşamaları TÜBİTAK (Proje No. 113F263) tarafından mali olarak; entegrasyon ve test aşamaları da TÜBİTAK TUG (Proje No:14BRTT150-665) tarafından ve bir tez çalışması olarak Akdeniz Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Belskaya I.N., Fornasier S., Krugly Y.N.: Polarimetry and BVRI photometry of the potentially hazardous near-Earth Asteroid (23187) 2000 PN9. *Icarus* 201, (2009) 167-171.
- Clemens, D.P., Tapia, S.: Toward selection of intermediate-magnitude polarization standards, *Pub. Astron. Soc. Pac.* 102, (1990) 179-182
- Dolan, J.F., Tapia, S.: Wavelength dependence of position angle in polarization standards, *Pub. Astron. Soc. Pac.* 98, (1986) 792-802
- Helhel, S.; Kahya, G.; Khamitov, I. and Bayar, C.: Design of TFOSC Compatible Polarimeter for Polarimetric Observations, *Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings, Guangzhou, China, Aug. (2014) 25-8*
- Helhel, S., Khamitov, I., Kahya, G., Bayar, C., Kaynar, S., Gumerov, R.: *Exp Astron*, DOI 10.1007/s10686-015-9468-8, (2015)
- Hsu, J.-C., Breger, M.: On standard polarized stars, *Astrophys. J.* 262, (1982) 732-738
- Oliva, E.: Wedged double Wollaston, a device for single shot polarimetric measurements, *Astron. Astrophys.* 123, (1997) 589-592
- Shakhovskoy, N.M. & Efimov, Yu. S.: Polarization observations of nonstable stars and extragalactic object. I: Equipment, method

of observation and reduction. *Izv. Krymskoi Astrofiz. Obs.*, Tom 45, (1972) 90–110

Schmidt, G. D.; Elston, R. & Lupie, O. L.: The Hubble space telescope Northern- hemisphere grid of stellar Polarimetric standarts , *Astron. J.* **104**, (1992) 1563–1567

Turnshek, D. A.; Bohlin, R. C.; Williamson, R. L., II; Lupie, O. L.; Koornneef, J.; Morgan, D. H.: An atlas of Hubble Space Telescope photometric, spectrophotometric, and polarimetric calibration objects, *Astron. J.* **99**,(1990) 1243

Erişim:

O21-1100: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Stellar Masses in Galaxies

Reynier Peletier¹★,

¹University of Groningen, Department of Astronomy, Groningen

Özet

There has been considerable progress in recent years in determining stellar masses of galaxies. In this talk, I discuss various methods and their uncertainties. In particular, I will discuss the stellar masses that one can obtain from near-infrared imaging and spectroscopy, through stellar population synthesis.

Anahtar Kelimeler: galaxies: stellar content, Kırmızıöte Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O22-1130: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Disk Galaksilerde Moleküler Gaz Kinematığı ve Çizgi Oranları Analizi

Selçuk Topal^{1*}, Martin Bureau¹, Timothy A. Davis^{2,3}, Melanie Krips⁴,
Lisa M. Young^{5,6}, Alison F. Crocker⁷

¹Sub-department of Astrophysics, University of Oxford, Denys Wilkinson Building, Keble Road, Oxford OX1 3RH, U.K.

²European Southern Observatory, Karl-Schwarzschild-Str. 2, 85748, Garching bei Muenchen, Germany

³Centre for Astrophysics Research, University of Hertfordshire, Hatfield, Herts AL1 9AB, U.K.

⁴Institut de Radio Astronomie Millimetrique (IRAM), 300 rue de la Piscine, Domaine Universitaire, F-38406 Saint Martin d'Hères, France

⁵Physics Department, New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, NM 87801, U.S.A.

⁶Academia Sinica Institute of Astronomy & Astrophysics, PO Box 23-141, Taipei 10617, Taiwan, R.O.C.

⁷Reed College, 3203 SE Woodstock Blvd., Portland, OR 97202, U.S.A.

Özet

Bu bildiriye, disk galaksilerde moleküler gaz kinematığı ve çizgi oranları analiz yöntemleri erken-tür galaksiler NGC 4710 ve NGC 5866 içersindeki karbon monoksit (CO) [¹²CO(1-0), ¹²CO(2-1), ¹³CO(1-0) ve ¹³CO(2-1)] ve yüksek yoğunluklu gazların [HCN(1-0), HCO⁺(1-0), HNC(1-0) ve HNCO(4-3)] çoklu geçiş gözlemleri analiz edilerek anlatılacaktır. Galaksilerin elde edilen X-şeklindeki pozisyon-konum grafiği (PVD) ortaya koyduğu üzere galaksilerin merkezinde çubuk yapısı bulunmaktadır. Gazın büyük bir çoğunluğu iki bileşenden oluşan (merkezi disk yapısı ve onun dışında bir gaz halkası) bir yapı içersinde yer almaktadır. Göreli olarak daha az yoğun olan CO gazı her iki bileşende bulunurken, yüksek yoğunluklu gazlar merkezi disk yapısında yoğunlaşmıştır. Biz bu çalışmada, gözlenen emisyon çizgilerinin oranlarına dayanan ve birbirini tamamlayan 3 ayrı yöntem kullanarak gazın fiziksel koşullarını elde ettik. İlk olarak PV diyagramlarının oranını elde ettik. Daha sonra PVD üzerinde, her iki farklı bileşendeki toplam akı oranlarını değerlendirdik. Son olarak ise, fiziksel koşulları niceliksel olarak elde edebilmek için, bir radyatif transfer modeli uygulayarak gözlenen çizgi oranlarının hangi fiziksel koşullara denk geldiğini belirledik. Sonuç itibariyle, dışta yer alan halka şeklindeki gaz yapısına kıyasla, nükleer diskteki yoğun gaz oranı daha fazla, daha sıcak ve CO gazı optik olarak daha incedir. Bu durum merkezi diskte UV radyasyonunun yüksek olduğunu, bir başka deyişle büyük kütleli genç yıldızların ve kozmik ışınların bu bölgede daha yoğun olduğunu göstermektedir. Diğer galaksiler için elde edilmiş benzer çizgi oranlarının, bu çalışmadaki değerlerle mukayesesi ise önemli farklılıklar ve benzerlikler olduğuna işaret etmektedir. NGC 4710 ve NGC 5866 merkezindeki gazın (nükleer bileşen) fiziksel özelliklerine bakıldığında koşulların spiral galaksiler ile starburst galaksiler arasında bir durum sergilediği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: ISM: molecules, Radyo Astronomisi

1 Giriş

Yıldızlar moleküler gaz bulutları dediğimiz inanılmaz derecede soğuk ve yoğun yapılar içersinde doğarlar. Bu nedenle bu bölgelere galaksilerin yıldız doğumhaneleri denir. Aktif olarak yıldız oluşumu gösteren galaksiler, galaksimiz Samanyolu gibi, moleküler gaz bakımından zengin iken erken-tip galaksiler dediğimiz evrenin daha erken zamanlarında oluşmuş ve belli süreçlerle yıldız oluşumu kesintiye uğramış galaksilerde moleküler gaz ya yoktur ya da çok azdır. Ancak yıldız oluşumunu daha iyi anlayabilmek için her tip galaksideki moleküler gazın fiziksel koşulları incelenmelidir. Bu çalışmada erken-tip galaksiler olarak kodlanan ancak hatırı sayılır derecede moleküler gaz barındıran iki galakside, NGC 4710 ve NGC 5866, gözlenen birçok moleküler çizgi geçişi kullanılarak gazın fiziksel koşulları derinlemesine incelenmektedir.

2 Gözlem ve Veri İndirgeme

2.1 Gözlemler

NGC 4710 ve NGC 5866 galaksilerinin mm/mm-altı gözlemleri Combined Array for Research in Milimeter-wave Astronomy (CARMA) ve Institut de Radio Astronomie Millimetrique (IRAM) Plateau de Bure Interferometer (PdBI) anten dizileri kullanarak gerçekleştirilmiştir. Gözlemlerde elde edilen çözünürlük yaklaşık 400 parseğe tekabül etmektedir.

2.2 Veri İndirgeme

CARMA ve PdBI anten dizileri ile alınan veriler bu verilere özgü indirgeme programları olan the Multichannel Image Reconstruction, Image Analysis and Display (MIRIAD) (Sault et al. 1995) ve Grenoble Image and Line Analysis System (GILDAS) packages Continuum and Line Interferometer Calibration (CLIC) and MAPPING¹ paket programları ile indirgenmiştir.

* nebula81@gmail.com

¹ <http://www.iram.fr/IRAMFR/GILDAS>

2.3 Pozisyon-konum Grafiği (PVD)

Pozisyon-konum grafiği galaksi yarı-büyük eksen uzunluğu boyunca 5-piksellik (6.5'') bir kesit alınarak oluşturuldu. 5-piksellik kesit gözlem için kullanılan bir beam boyutuna yani maksimum çözünürlüğe karşılık gelmektedir. Elde edilen PVD'lere örnek olarak lütfen Şekil 1'e bakınız.

3 Çizgi oranları analizi

Farklı moleküler geçişler farklı fiziksel koşullar gerektirdiği için (örn. farklı sıcaklık, yoğunluk ve optik derinlik) bu geçişler arasındaki oranlar bize o bölgenin fiziksel koşulları hakkında yararlı bilgiler verebilir (örn. Topal et al. 2014). Örneğin, CO gazı doğası gereği yüksek yoğunluklu gazlara kıyasla (HCN, HNCO gibi) daha düşük yoğunluklu yerleri işaret edebilir. Bu amaçla bu çalışma esnasında 3 farklı şekilde çizgi oranları dikkate alınmıştır: (1) CO gazı geçişleri arası çizgi oranları (sıcaklık, optik derinlik ve kolon yoğunluğu hakkında bilgiler sunar), (2) CO ve yoğun gaz geçişleri arası çizgi oranları (yüksek yoğunluklu gazın oranı hakkında bilgiler sunar), ve (3) yüksek yoğunluklu gazlar arasındaki geçişlere ait çizgi oranları (gazın kimyasal durumu, yoğunluk ve baskın eksitasyon/de-eksitasyon mekanizmaları hakkında bilgiler sunar)

3.1 PVD oranları

Fiziksel koşullar hakkında kabaca fikir sahibi olabilmek için ilk önce her geçiş için elde edilen PVD'lerin direkt oranları alınmıştır. Bu yöntemle fiziksel koşulların galaksi diski üzerinde nasıl değiştiği hakkında ilk bilgiler elde edilmiştir.

3.2 Yarıçapın bir fonksiyonu olarak toplam akı oranlarındaki değişim

Fiziksel koşulların incelenmesi ikinci adım olan toplam akıların galaksi üzerinde her noktada elde edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Tüm geçişler için elde edilen toplam akı değerlerinin birbirleriyle oranlanması sonucu Şekil 2'de gösterildiği gibi grafikler elde edilmiştir. Bu grafikler çizgi oranlarının galaksinin neresinde ne kadar değiştiğini gösterdiği için fiziksel koşulların değişimi hakkında da bize yararlı bilgiler sunmaktadır.

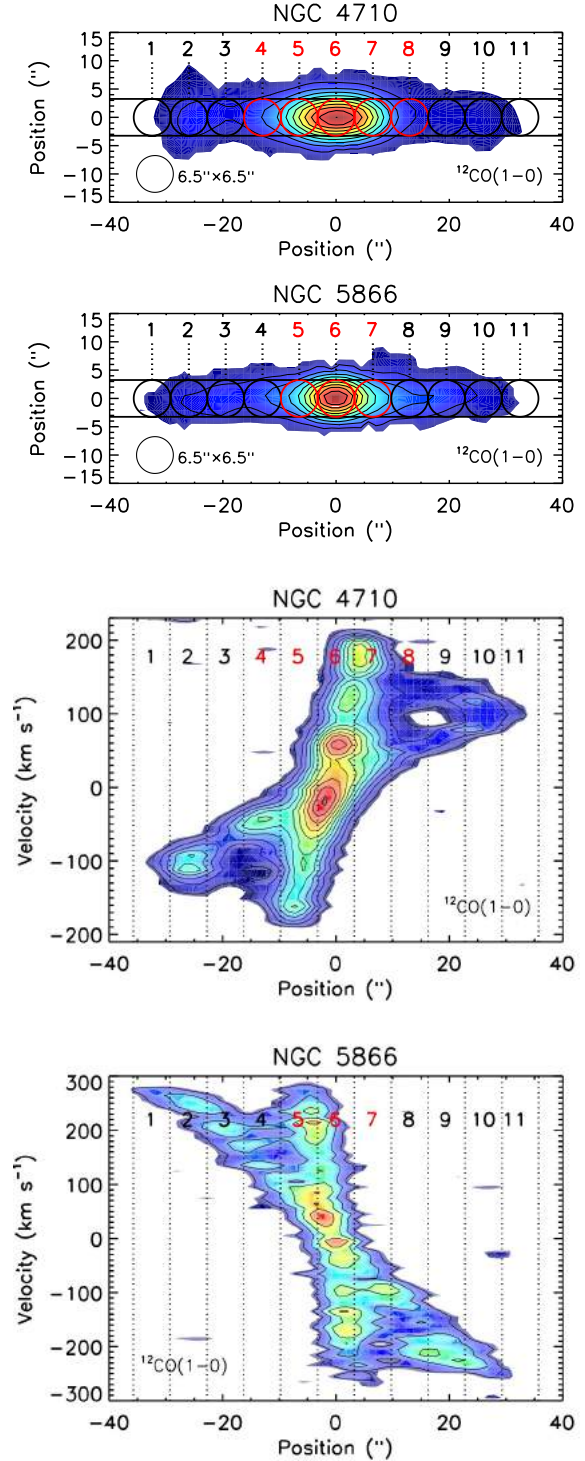
3.3 Radyatif Transfer Modellemesi

Uygulanan bu son yöntemle, galaksi üzerinde birbirinden farklı en az 3 çizgi oranı elde edilen her bölge için fiziksel modelleme yapılmış ve gözlenen çizgi oranlarına karşılık gelen fiziksel koşullar niceliksel olarak elde edilmiştir. Modelleme için yerel termodinamik dengenin olmadığı RADEX kodu kullanılmıştır (van der Tak et al. 2007).

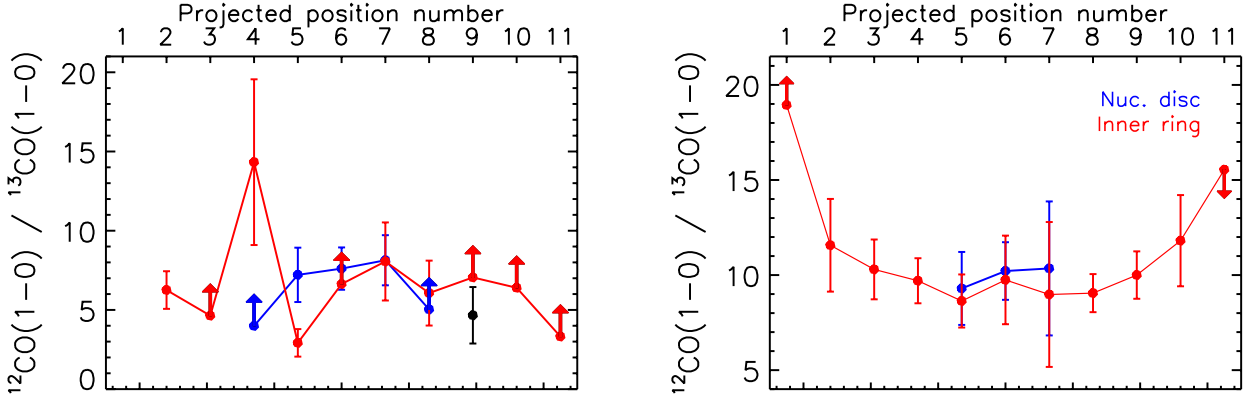
4 Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma ile ilk defa erken-tip galaksiler için çoklu-geçiş çizgilerine dayanan ve sadece bolca gözlenen CO molekül geçişleri değil, aynı zamanda yoğun gazın belirteci olan HCN, HCO⁺, HNC, HNCO gibi moleküler geçişler de kullanılarak, gazın fiziksel özellikleri derinlemesine araştırılmıştır. Elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda listelenmiştir.

- X-şeklindeki PV diyagramlarının işaret ettiği gibi galaksilerin diski, merkezdeki çubuksu yapı tarafından kontrol edilen, iki bileşenli bir yapıya sahiptir; merkezde hızlı dönen disk yapısı ile daha dışta yer alan halka şeklindeki yapı.



Şekil 1. Üst: NGC 4710 (sol) ve NGC 5866 (sağ) galaksilerinin yarı-büyük eksenleri boyunca çizgi oranlarının elde edildiği ve çalışıldığı pozisyonlar gösterilmektedir. Alt: Yukarıdaki pozisyonlara denk gelen, PVD üzerinde alınmış 5-piksellik (bir beam) dilimler, yine aynı PVD üzerinde gösterilmiştir. Kırmızı halkalar ve karşılık gelen sayılar gözlenen tayfa her iki bileşenden de katkının olduğu pozisyonları gösterirken, siyah halkalar ve karşılık gelen numaralar sadece dıştaki halka yapısından gelen akının olduğu pozisyonları göstermektedir. Her halka bir beam genişliğe yani 6.5'' çapa sahiptir.



Şekil 2. ^{12}CO ve ^{13}CO (1–0) geçişlerinin NGC 4710 (sol) ve NGC 5866 (sağ) disk üzerindeki değişimleri. Üst ve alt limitlere ait oranlar sırasıyla yukarı ve aşağı yöndeki oklarla gösterilmektedir. Şekil 1'de gösterildiği gibi pozisyonlar numaralandırılmıştır.

- Önceden yayınlamış tek-çanak verileri ile bu çalışmada yayınlanan interferometrik veriler karşılaştırıldığında, interferometrik gözlemler vasıtasıyla tek-çanak tarafından belirlenemeyen diskin daha dış kısımlarındaki gazı da belirlediği anlaşılmıştır.
- Bu iki galaksi içerisinde HNC ve HNCO moleküler geçişleri ilk defa bu gözlemlerle ortaya çıkarılmıştır.
- Çizgi oranlarına dayalı fiziksel analiz sonuçları, merkezdeki gas diskinin dıştaki gas halkasına kıyasla homojen olmayan ve yıldız oluşumunun daha yüksek olduğu bir ortama sahip olduğunu işaret etmektedir. İki bileşendeki yıldızlararası ortam birbiri ile mukayese edildiğinde fiziksel koşulların farklı olduğu anlaşılmaktadır.
- Bu çalışmanın konusu olan iki erken-tip galaksi, NGC 4710 ve NGC 5866, için elde edilen çizgi oranları diğer tip galaksilerde elde edilen çizgi oranları ile karşılaştırıldığında önemli farklılıklar ve benzerlikler göze çarpmaktadır. Buna göre, NGC 4710 ve NGC 5866 merkezi bölgesinde bulunan gazın fiziksel koşulları normal sarmal galaksiler ve yüksek derecede yıldız oluşumu gösteren galaksilerde gözlenen fiziksel koşulların arasında değerler göstermektedir. Ancak her iki galaksinin daha dış kısmında yer alan gaz halkalarındaki fiziksel koşullar daha ılımlı bir yıldız oluşum aktivitesinin varlığına işaret etmektedir.

Yıldız oluşum bölgelerinin çoklu-çizgi geçiş oranlarına göre analizi bize fiziksel koşulların daha iyi araştırılması için birçok olanak sağlamaktadır. Bu nedenle, sadece CO değil diğer daha sofistike moleküler gazların çoklu-çizgi geçişleri de gözlenmelidir.

Kaynaklar

- Sault R. J., Teuben P. J., Wright M. C. H., 1995, in Shaw R. A., Payne H. E., Hayes J. J. E., eds, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series Vol. 77, Astronomical Data Analysis Software and Systems IV*. p. 433 ([arXiv:astro-ph/0612759](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0612759))
- Topal S., Bayet E., Bureau M., Davis T. A., Walsh W., 2014, *MNRAS*, 437, 1434
- van der Tak F. F. S., Black J. H., Schöier F. L., Jansen D. J., van Dishoeck E. F., 2007, *A&A*, 468, 627

Erişim:

022-1200: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Erken-tür Galaksi olan NGC4203'ün Dış Bölgelerindeki Yıldız Oluşumu

Mustafa Kürşad Yıldız¹★,

Paolo Serra, Reynier F Peletier, Tom Oosterloo, Raffaella Morganti

¹ *University of Groningen, Kapteyn Astronomical Institute, Groningen*

Özet

Nötr hidrojen (HI) ve moleküler gaz gözlemleri, erken-tür galaksilerin (ETG) yaklaşık %50'sinin soğuk gaz içerdiğini göstermiştir. Kümeler dışında bulunan ETG'lerin yaklaşık %20'sinde HI gazı düşük kolon yoğunluğunda, optik yıldız yapısından çok daha geniş alana yayılmış olarak (disk gibi) gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, geniş alanda yayılmış olan bu HI gazının ev sahibi galaksi üzerindeki etkisini anlamaktır. HI gazı ile ETG'lerin gelişimleri arasındaki ilişkiyi anlayabilmek için, öncelikli olarak ATLAS3D projesinde gözlemlenmiş ETG olan NGC 4203'ün HI diski üzerindeki yıldız oluşumunu inceledik. Bunun için UV, kırmızı-ötesi ve derin-optik fotometri verileri kullandık. HI gazının dağılımını detaylı olarak anlayabilmek için bu galaksiyi radyo bölgede tekrardan gözlemledik.

Anahtar Kelimeler: galaxies: evolution, Radyo Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O22-1215: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

RV Tau Türü Yıldızların WISE Görünümü

İlknur Gezer^{1,2,*}, Hans Van Winckel², Zeynep Bozkurt¹

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir, Türkiye

²KU Leuven Astronomi Enstitüsü, Leuven, Belçika

Özet

Bu çalışmada Değişen Yıldızlar Kataloğu'nda (GCVS) verilen gökadamızdaki RV Tau yıldızlarının kızılöte ışıkölçümlerine dayanan ayrıntılı bir inceleme sunulmuştur. RV Tau yıldızları ışık eğrilerinde birbirini izleyen sıg ve derin minimumlara sahip olan, tayf türleri F ve K arasında değişen yüksek ışıtmalı Pop II türü Cepheid değişenleridir. Bu yıldızların asimtotik dev kolundan (AGB) beyaz cüceye doğru evrimleşen ve bu sırada HR diyagramında kararsızlık kuşağından geçmekte olan asimtotik dev kolu sonrası (Post-AGB) yıldızlar oldukları düşünülmektedir. Sınırlı sayıda RV Tau yıldızı, büyük kızılöte ışınım artıkları gösterdikleri için IRAS (Infrared Astronomical Satellite, 1983) tarafından keşfedilmiştir. Bu yıldızlar IRAS [12]-[25], [25]-[60] renk-renk diyagramında özel bir bölgede kümelenmiştir. Çalışmamızda, WISE (Wide field Infrared Survey Explorer) ışıkölçümlerini kullanarak IRAS renklerine dayalı bu çalışmayı genişlettik. RV Tau yıldızlarının kızılöte özelliklerini literatürde iyi tanımlanmış, RV Tau türü değişim göstermeyen post-AGB yıldızlarıyla karşılaştırdık. Buna ek olarak, RV Tau yıldızları ile post-AGB yıldızlarının, çift olma durumları ve tükenmişlik (depletion) olarak bilinen yüzey kimyasal bolluk anormalliği gibi gözlemsel özelliklerini de karşılaştırdık.

Anahtar Kelimeler: (stars:) circumstellar matter, Kırmızıöte Astronomisi

1 Giriş

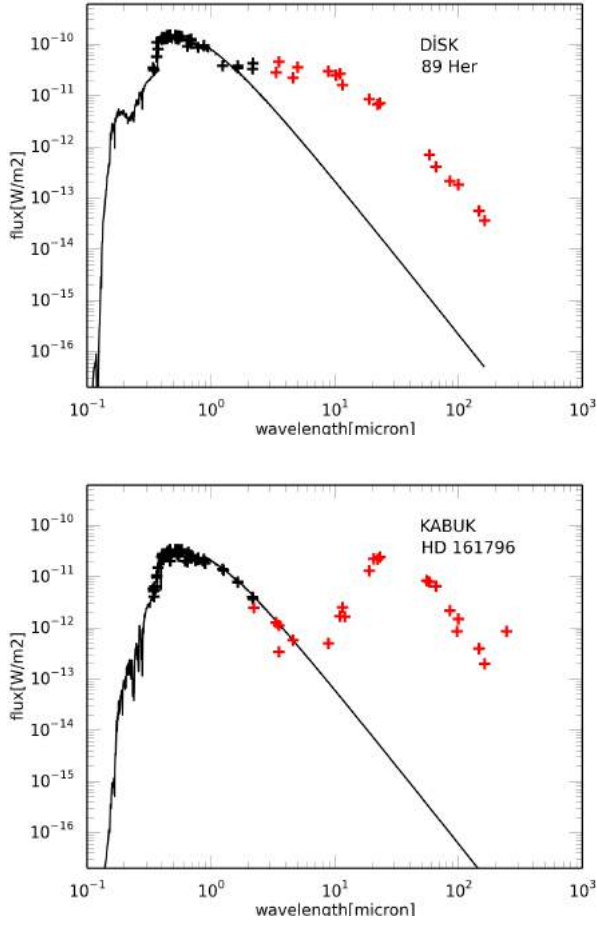
Değişen Yıldız Kataloğu'na göre gökadamızda bilinen 171 RV Tau yıldızı vardır. Büyük Macellan ve Küçük Macellan bulutlarında da pek çok RV Tau yıldızı keşfedilmiştir. RV Tau yıldızları kendi içinde iki fotometrik alt sınıfa ayrılır, RVA ve RVb (Karkarkin 1958). RVA yıldızlarının ortalama parlaklıkları sabitken, RVb yıldızlarının ortalama parlaklıkları 600 ile 1500 gün dönemli değişimler göstermektedir. RV Tau yıldızları tayfsal olarak da üç alt sınıfa ayrılmaktadır (Preston et al. 1963). Tayfsal sınıflar RVA, RVB ve RVC olmak üzere büyük A, B ve C harfleri ile gösterilir. RVA türü yıldızlar G-K tayf türlerinde görülür, güçlü soğurma çizgileri vardır ve normal CN ve CH bantları ile bazen fotometrik minimum sırasında TiO bantları gösterirler. RVB yıldızları genel olarak daha sıcak yıldızlardır, karbonca zengin olduklarını gösteren güçlü CN ve CH bantları sergilerler. RVC sınıfı yıldızlar genellikle küme üyesi RV Tau yıldızlarıdır. RV Tau yıldızlarında gözlenen büyük kızılöte ışınım artığına, yıldız etrafındaki tozun ısıl salmasının neden olduğu düşünülmüştür ve ilk defa, Jura (1986) tarafından post-AGB yıldızları olarak sınıflandırılmışlardır. Bu yıldızlar, çevrelerinde bulunan uzun ömürlü, sıcak ve oldukça kararlı disk yüzünden IRAS [12]-[25], [25]-[60] renk-renk diyagramında belirli bir bölgede kümelenme gösterirler. Lloyd Evans (1985) IRAS renk-renk diyagramındaki bu bölgeyi RV Tau kutusu olarak tanımlamıştır. Ancak IRAS renkleri sadece 18 RV Tau yıldızı için kullanılabilir durumdadır. Çalışmamızda, daha yeni ve hassas bir kızılöte uydusu olan WISE uydusunun ışıkölçümleri kullanılmıştır. WISE uydusu 2009 yılında gönderilmiş ve tüm gökyüzünü 3.4, 4.6, 12 ve 22 μ bantlarında taramıştır (Wright et al. 2010). WISE'in en büyük avantajı gökadamızdaki bilinen tüm RV Tau yıldızlarını görebiliyor olmasıdır. WISE ışıkölçüm bantları IRAS bantları ile aynı değildir. Bu nedenle bu çalışmada yeni renk ölçekleri belirlenerek, [3.4]-[4.6] ve [12]-[22] renkleri tanımlanmıştır. Burada [3.4]-[4.6] rengi yakın-kızılöte ışınım artığı için

iyi bir belirteçken, [12]-[22] rengi daha soğuk bir tozun göstergesidir. RV Tau yıldızları post-AGB yıldızlarının bir alt sınıfı olduğu için gökadamızdaki RV Tau yıldızlarını yine gökadamızda bulunan ve RV Tau türü değişim göstermeyen post-AGB yıldızları ile karşılaştırdık. Bunun için, RV Tau türü değişim göstermeyen ve literatürde iyi tanımlanmış post-AGB yıldızlardan oluşan bir karşılaştırma grubu oluşturduk.

2 WISE renk-renk diyagramı

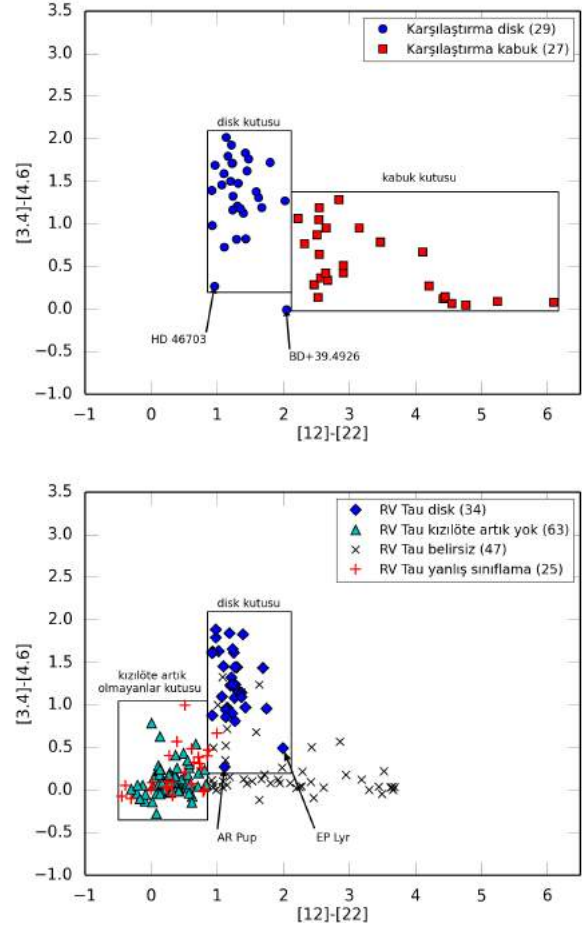
Kızılöte ışınım artığı post-AGB yıldızlarının en belirgin özelliğidir. Görsel olarak parlak post-AGB yıldızları tipik olarak iki çeşit tayfsal enerji dağılımı (TED) gösterirler: iki tepeli TED ve geniş kızılöte artığı gösteren TED. Şekil 1'in üst panelinde görülen iki tepeli tayfsal enerji dağılımına sahip yıldızda, görsel bölgedeki ilk tepe fotosferden kaynaklanan akıya karşılık gelirken kızılöte bölgedeki ikinci tepe serbestçe genişleyen toz kabuğun (zarf) ısıl salmasını temsil etmektedir. İki tepeli TED sergileyen yıldızların genellikle tek yıldız oldukları düşünülmektedir. Şekil 1'in alt panelinde görülen yıldızda ise yakın-kızılöte bölgede başlayan ışınım artığı, yıldız yakınlarında hala toz olduğunu göstermektedir. Bu da yıldızın çevresinde bulunan bir disk yapıya işaret etmektedir. Geniş kızılöte ışınım artığı gösteren bu yıldızlar genellikle çift sistemlerle ilişkilendirilmektedir. Karşılaştırma grubu 33 diskli ve 27 kabuklu olmak üzere toplam 60 yıldızdan oluşmaktadır. Karşılaştırma grubu yıldızları için WISE renk-renk diyagramı çizildiğinde diskli ve kabuklu yıldızların diyagramda farklı bölgelerde kümelendikleri görülmüştür (Şekil 2 üst panel). Diyagramda diskli yıldızların kümelendiği bölgeyi disk kutusu, kabuklu yıldızların kümelendiği bölgeyi ise kabuk kutusu olarak tanımladık. 60 karşılaştırma grubu yıldızı için Vizier veri tabanını kullanarak TED ve literatürde verilen atmosfer parametreleri (Teff, logg ve [Fe/H]) için Krucz atmosfer modellerini elde ettik. Böylece WISE renk-renk diyagramında disk kutusunda kümelenen yıldızların diskli TED gösterdiklerini, kabuk kutusunda kümelenen yıldızların ise çift tepeli, kabuklu TED gösterdiklerini doğrulamış olduk. RV Tau yıldızları için de aynı yolu izledik. Zonklama dönemleri ve tayf

* zeynep.bozkurt@ege.edu.tr



Şekil 1. Üst panel: Diskli bir yıldız olan 89 Her'in tayfsal enerji dağılımı (TED). Alt panel: Kabuklu bir yıldız olan HD 161796 için TED.

türlerini inceleyerek değişen yıldızlar kataloğunda verilen 171 RV Tau yıldızından 25 tanesinin büyük olasılıkla yanlış sınıflandırılmış cisimler olduklarını tespit ettik (Zsoldos 1991). Bu nedenle, analizlere 146 RV Tau yıldızı ile devam ettik. 146 RV Tau yıldızı için WISE renk-renk diyagramını çizdiğimizde bu yıldızların kızılöte özelliklerine göre üç farklı bölgede kümelenmelerini gördük (Şekil 2 alt panel). Bu kümelenmeyi kontrol etmek için 146 RV Tau yıldızı için Vizier veri tabanını kullanarak TED ve literatürde atmosfer parametreleri verilen bazı RV Tau yıldızları için Krucz atmosfer modellerini elde ettik. RV Tau yıldızları için çizilen WISE renk-renk diyagramında ilk göze çarpan kümelenme daha önce karşılaştırma grubu yıldızları için tanımladığımız disk kutusu içinde görülmektedir. Bu kutu 45 RV Tau yıldızını içermektedir ve bunların 34 tanesi TED'lerinde belirgin bir disk yapı göstermektedir. Geriye kalan 11 yıldızın TED'leri büyük genlikli zonklamalar ve yetersiz veri nedeniyle belirsizdir. Diyagramda diğer bir dikkat çekici kümelenme sıfır noktası civarında görülmektedir. Toplam 65 RV Tau yıldızı bu bölgede toplanmıştır ve beklediği gibi bu yıldızlar TED'lerinde kızılöte ışınım artışı göstermemektedir. Son olarak bazı RV Tau yıldızlarının, daha önce karşılaştırma grubu yıldızları için tanımladığımız kabuk kutusu içinde yer aldığı görülmektedir. Bu yıldızlar kabuklu kaynaklar gibi küçük [3.4]-[4.6] renk artışı ile 2.2 ile 3.7 arasında değişen [12]-[22] renk artışı göstermektedir.

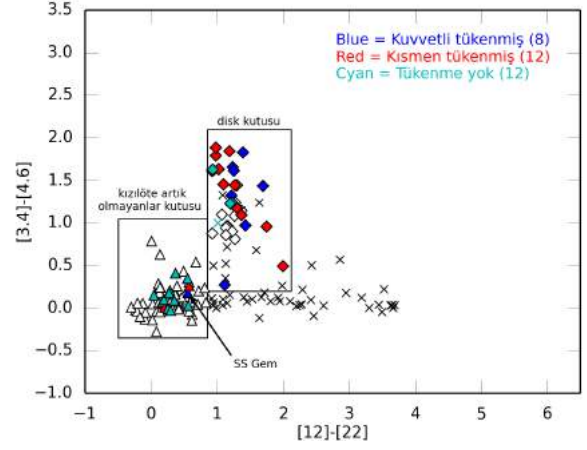
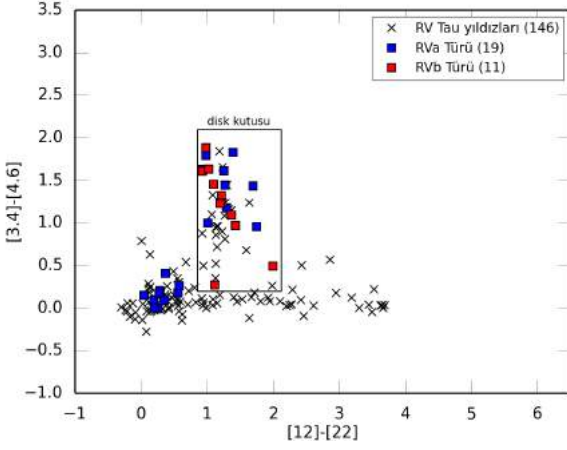
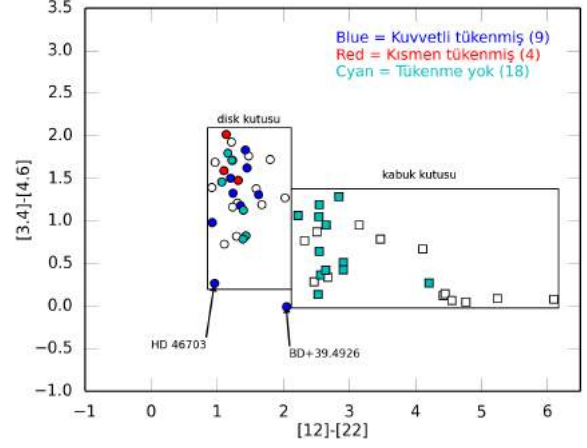
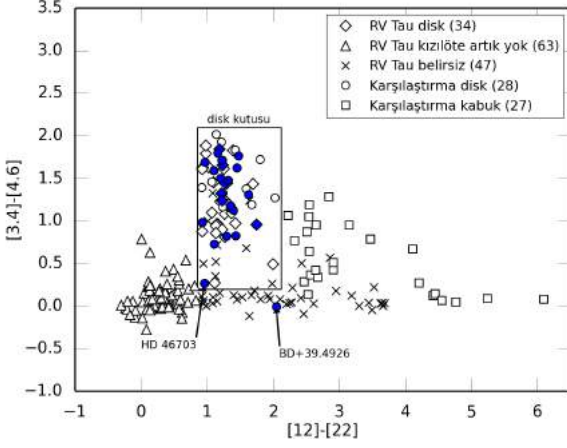


Şekil 2. Üst panel: 60 post-AGB yıldızından oluşan karşılaştırma grubu için WISE renk-renk diyagramı. Alt panel: Gökadamızdaki 171 RV Tau yıldızı için WISE renk-renk diyagramı.

irler, ancak bu yıldızlar kabuklu yıldızlar gibi belirgin çift tepeli TED'ler sergilemezler. Bu yıldızlar kabuklu kaynaklar olabilirler ancak kızılöte ışıkölçümleri ve kabuk kinematikleri ile ilgili yetersiz bilgi nedeniyle bu yıldızları belirsiz olarak tanımlamayı tercih ettik. Böylece, WISE ışıkölçümü ve TED analizi ile RV Tau yıldızlarını kızılöte özelliklerine göre üç sınıfa ayırdık; diskli kaynaklar, kızılöte ışınım artışı göstermeyenler ve belirsizler.

2.1 Diskli Sistemler ve Çift Sistemler

Gökadamızdaki RV Tau yıldızları ve karşılaştırma grubu yıldızları arasında çift oldukları ispatlanmış yıldızların hepsinin diskli yıldızlar olduklarını tespit ettik (Şekil 3 üst panel). Dolayısıyla uzun zamandır bilinen diskli olma ve çift olma durumu arasındaki ilişkiyi bir kez daha göstermiş olduk. Ayrıca, RV Tau fotometrik sınıfı olan RVa ve RVb yıldızlarının WISE renk-renk diyagramında dağılımlarını inceledik (Şekil 3 alt panel). RVb sınıfı yıldızlar zonklama dönemlerinin yanında, zonklama dönemlerinden daha uzun dönemli değişimler de göstermektedirler. Van Winckel et al. (1999) RVb olgusunu şöyle açıklamaktadır: çift sistem etrafında disk (circumbinary dusty disc) olduğunu varsayarsak, diske bakış açımız fotometrik sınıfı belirler. Eğer sisteme büyük bir eğim açısı altında bakıyorsak yörünge hareketi sırasında sistem etrafındaki tozlu diskin değişen soğurması



Şekil 3. Üst panel: 60 post-AGB yıldızı ve Gökadamızdaki RV Tau yıldızları için WISE renk-renk diyagramı. Bu diyagram üzerinde bugüne kadar çift oldukları kanıtlanmış olan 17 post-AGB yıldızı mavi dairelerle, 7 RV Tau yıldızı mavi dörtgenlerle temsil edilmiştir. Alt panel: RV Tau yıldızları için WISE renk-renk diyagramı. Bu diyagram üzerinde RVa ve RVb türü yıldızların dağılımı gösterilmiştir.

Şekil 4. Üst panel: 60 post-AGB yıldızı için WISE renk-renk diyagramı. Bu diyagram üzerinde farklı derecelerde tükenmişlik gösteren yıldızlar farklı renklerde temsil edilmiştir. Alt panel: 146 RV Tau yıldızı için WISE renk-renk diyagramı üzerinde farklı derecelerde tükenmişlik gösteren yıldızlar farklı renklerde gösterilmiştir.

(circumstellar extinction) yüzünden uzun dönemli değişim görüyor olabiliriz. Bu varsayım altında uzun dönemli bu değişim aynı zamanda yörünge dönemi olacaktır. Sisteme kutuplarından bakıyorsak bakış açısı doğrultusunda hiçbir soğurma göremeyeceğimizden uzun dönemli bir değişim görmeyeceğiz. WISE renk-renk diyagramında RVa ve RVb yıldızlarının dağılımlarına baktığımızda RVb yıldızlarının hepsinin disk bölgesinde toplandığı görülmektedir. RVa ve RVb yıldızlarının hepsi büyük ihtimalle çift sistemler olabilirler ancak bugüne kadar RVa yıldızlarından iki tanesi (AC Her, RU Cen) ve RVb yıldızlarından da iki tanesi (U Mon, SX Cen) için yörünge parametreleri tespit edilmiştir. Hem RVa hem de RVb yıldızlarının çift olup olmadıklarını test etmek için daha fazla dikine hız gözlemlerine ihtiyaç vardır. Böylelikle çift olma durumunun RV Tau yıldızlarında yaygın bir durum olabileceği söylenebilir.

2.2 Diskli Sistemler ve Tükenmiş Sistemler

RV Tau yıldızlarının post-AGB evresindeki zonklayan yıldız olduklarını kabul edersek bu yıldızların karbon ve yavaş nötron yakalama işlemleriyle (γ -işlem) üretilen elementlerce zengin ol-

malarını bekleriz. Düşük ve orta kütleli yıldızlar için Asimtotik Dev Kolu (AGB) evresi en zengin nükleosentezin gerçekleştiği evredir. Bu evrede C, N ve γ -işlem süreciyle Fe'e kadar pek çok element üretilir. Üretilen bu elementler tırmıklama ve karıştırma süreçleriyle yıldız yüzeyine taşınır. Gökadamızdaki RV Tau yıldızlarının kimyasal bollukları literatürde geniş ölçüde çalışılmıştır (Giridhar et al. 1994, 1998, 2000; Gonzalez et al. 1997b,a; Van Winckel et al. 1998; Maas et al. 2002, 2005; Deroo et al. 2005). Bu çalışmalar göstermiştir ki beklenen aksine gökadamızdaki RV Tau yıldızları (V453 Oph dışında, bkz. Deroo et al. (2005)) C ve γ -işlem elementlerince zengin değillerdir. Ayrıca Büyük Macellan Bulutu'nda bulunan RV Tau yıldızlarında da (MACHO 47.2496.8 dışında, bkz. Reyniers et al. (2007)) C ve γ -işlem elementlerine rastlanmamıştır (Reyniers & Van Winckel 2007; Reyniers et al. 2007). RV Tau yıldızları beklenen post-AGB bolluklarını göstermezler, onun yerine tükenme (depletion) olarak adlandırılan tuhaf kimyasal bolluklar sergilerler. Tükenmiş (depleted) fotosferde yüksek yoğunlaşma sıcaklığına sahip (Fe, Ti, Sc gibi) dayanıklı elementlerin bollukları az, düşük yoğunlaşma sıcaklığına sahip (C, O, S, Zn gibi) uçucu elementlerin bollukları neredeyse Güneş bollukları ile aynı ya da biraz daha

büyük değerlerde görülmektedir. Tükenmiş fotosferin en tipik özelliği yüksek $[Zn/Fe]$, $[Zn/Ti]$ ve $[S/Ti]$ oranlarıdır. Waters et al. (1992) tükenmiş fotosferin ancak çift yıldız sistemlerinde, tozun yıldız çevresindeki diskte tuzaklanmasıyla ortaya çıkabileceğini önermiştir. Bu çalışmada amaçlarımızdan birisi de kızılöte ışınım özellikleri ile tükenmişlik arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmaktır. $[Zn/Ti]$ ve $[S/Ti]$ oranları tükenmiş atmosfer için iyi birer belirteç oldukları için bu oranları tükenmişlik ölçeği olarak kullandık ve şöyle bir ölçeklendirme yaptık: $[Zn/Ti]$ ve ya $[S/Ti] > 1.5$ ise kuvvetli tükenmiş (strongly depleted), $1.5 > [Zn/Ti]$ ve ya $[S/Ti] > 0.5$ ise kısmen tükenmiş (mildly depleted), $[Zn/Ti]$ ve ya $[S/Ti] < 0.5$ ise tükenme yok (non-depleted). Şekil 4'de karşılaştırma grubu yıldızları ve RV Tau yıldızları WISE renk-renk diyagramında tükenmişlik derecelerine göre farklı renklerde gösterilmiştir. Hem post-AGB hem de RV Tau yıldızları için tükenmişlik dereceleri ile kızılöte ışınım özellikleri arasındaki ilişkinin karmaşık olduğunu görürüz. Her ikisinde de kuvvetli ve kısmen tükenmiş post-AGB yıldızlarının çoğu disk kutusunda toplanmıştır. Ancak beklendiği gibi bütün disk kaynakları tükenmiş değildir. Hatta çift olduğu kanıtlanmış bazı disk kaynaklarında bile tükenme gözlenmemiştir. Ayrıca hiç kızılöte ışınım artışı göstermeyen tükenmişlik gösteren yıldızlar da bulunmaktadır. Tükenmişlik diskte belli bir zaman ölçeğinde gerçekleşir, dolayısıyla disk çoktan dağılmış olabilir ve biz yıldızın fotosferinde halen tükenmişliğe ilişkin izler görüyor olabiliriz. Böyle bir yıldızla örnek olarak BD+39 4926 verilebilir. Dolayısıyla, yıldızın kızılöte ışınım özelliklerinin sadece yıldızın evrimine bağlı değil aynı zamanda diskin evrimine de bağlı olduğu sonucuna vardık. Sonuç olarak diskin varlığının tükenmişlik durumu için gerekli bir ön koşul olduğu ancak yeterli olmadığı söylenebilir. Bu çalışmaya ilişkin daha ayrıntılı bilgi Gezer et al. (2015)'de bulunabilir.

Kaynaklar

- Deroo P., Reyniers M., Van Winckel H., Goriely S., Siess L., 2005, *aap*, 438, 987
- Gezer I., Van Winckel H., Bozkurt Z., De Smedt K., Kamath D., Hillen M., Manick R., 2015, preprint ([arXiv:1507.04175](https://arxiv.org/abs/1507.04175))
- Giridhar S., Rao N. K., Lambert D. L., 1994, *apj*, 437, 476
- Giridhar S., Lambert D. L., Gonzalez G., 1998, *apj*, 509, 366
- Giridhar S., Lambert D. L., Gonzalez G., 2000, *apj*, 531, 521
- Gonzalez G., Lambert D. L., Giridhar S., 1997a, *apj*, 479, 427
- Gonzalez G., Lambert D. L., Giridhar S., 1997b, *apj*, 481, 452
- Jura M., 1986, *apj*, 309, 732
- Kukarkin B. V., 1958, in Roman N. G., ed., IAU Symposium Vol. 5, Comparison of the Large-Scale Structure of the Galactic System with that of Other Stellar Systems. p. 49
- Lloyd Evans T., 1985, *mn*, 217, 493
- Maas T., Van Winckel H., Waelkens C., 2002, *aa*, 386, 504
- Maas T., Van Winckel H., Lloyd Evans T., 2005, *aa*, 429, 297
- Preston G. W., Krzeminski W., Smak J., Williams J. A., 1963, *apj*, 137, 401
- Reyniers M., Van Winckel H., 2007, *aap*, 463, L1
- Reyniers M., Abia C., Van Winckel H., Lloyd Evans T., Decin L., Eriksson K., Pollard K. R., 2007, *aap*, 461, 641
- Van Winckel H., Waelkens C., Waters L. B. F. M., Molster F. J., Udry S., Bakker E. J., 1998, *aap*, 336, L17
- Van Winckel H., Waelkens C., Fernie J. D., Waters L. B. F. M., 1999, *aap*, 343, 202
- Waters L. B. F. M., Trams N. R., Waelkens C., 1992, *aap*, 262, L37
- Wright E. L., Eisenhardt P. R. M., Mainzer A. K., et al. 2010, *aj*, 140, 1868
- Zsoldos E., 1991, Information Bulletin on Variable Stars, 3557, 1

Erişim:

O22-1230: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

The DAG Project and Its Management

Lorenzo Zago¹★,

Onur Keskin

¹ Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton du Vaud, Optomechanical Engineering, Yverdon-les-Bains

Özet

The DAG Project and managerial issues related to call for tenders, determination of technical specifications both for the telescope, the dome and the observatory building will be presented.

Anahtar Kelimeler: telescopes, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O23-1400: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Observing with DAG: Performance Metrics of Imaging and Spectroscopy

Laurent Jolissaint¹★,

Lorenzo Zago, Onur Keskin

¹Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton du Vaud, Optomechanical Engineering, Yverdon-les-Bains

Özet

DAG telescope will be designed as a telescope with adaptive optics and seeing limited modes of observation. Its primary mirror will be a thin meniscus, controlled in shape by an active optics system. This implies specific requirements for the mirrors manufacturing errors tolerancing, studied and defined in this document.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: adaptive optics, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O23-1430: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Türkiyede Büyük Teleskoplar için GIS kullanılarak Yer Seçimi Çalışması

Nazım Aksaker^{1,14}★, Sinan Kaan Yerli², Mehmet Akif Erdoğan¹, Erdem Erdi³, Kazım Kaba⁴, Tansel Ak⁵, Zeki Aslan⁶, Volkan Bakış⁷, Osman Demircan⁸, Zeki Eker⁷, Serdar Evren⁹, Varol Keskin⁹, İbrahim Küçük¹⁰, Tuncay Özdemir¹¹, Tuncay Özışık¹², Selim Osman Selam¹³

¹ Vocational School of Technical Sciences, Çukurova University, Adana, Turkey

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara, Turkey

³ Remote Sensing Division, Turkish State Meteorological Service, Ankara, Turkey

⁴ Department of Physics, Çukurova University, Adana, Turkey

⁵ Science Faculty, Department of Astronomy and Space Sciences, İstanbul University, İstanbul, Turkey

⁶ 1427. Cd., No:4/24, Balgat, Ankara, Turkey

⁷ Science Faculty, Space Sciences and Technologies Department, Akdeniz University, Antalya, Turkey

⁸ Science and Letter Faculty, Space Sciences and Technologies Department, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

⁹ Science Faculty, Astronomy and Space Sciences Department, Ege University, İzmir, Turkey

¹⁰ Science Faculty, Department of Astronomy and Space Sciences, Erciyes University, Kayseri, Turkey

¹¹ Science and Letter Faculty, Physics Department, İnönü University, Malatya, Turkey

¹² TÜBİTAK National Observatory, Antalya, Turkey

¹³ Science Faculty, Department of Astronomy and Space Sciences, Ankara University, Ankara, Turkey

¹⁴ Research and Application of Space Sciences and Solar Energy Center (UZAYMER), University of Çukurova, Adana, Turkey

Özet

Bu çalışmada Türkiye’de potansiyel gözlemleri için yer seçimi çalışmaları Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) içerisinde uydu görüntüleri kullanılarak yapılmıştır.

Bulutluluk, Sayısal Yükseklik Modeli, Yapay Işıklılık, Yoğuşabilir Su Buharı miktarı, Aerosol Optik kalınlığı ve rüzgar hızı katmanları CBS içerisinde çalışıldı. ÇKKA'nın sonucu olarak Türkiye'deki en uygun yerlerin güney batıdan kuzey doğuya çizilen bir doğrunun doğu kısmında olduğu belirlendi. Bu bölgeler ileride yapılacak ayrıntılı çalışmalarda birincil adaylardır. Buna ek olarak büyük gözlemlerimizde çalışılmıştır. Potansiyel gözlemevi adaylarındaki test çalışmalarında kullanılacak bir prototip üretilmek üzere bir TUBİTAK projesi devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: site testing, Gözlemleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Giriş

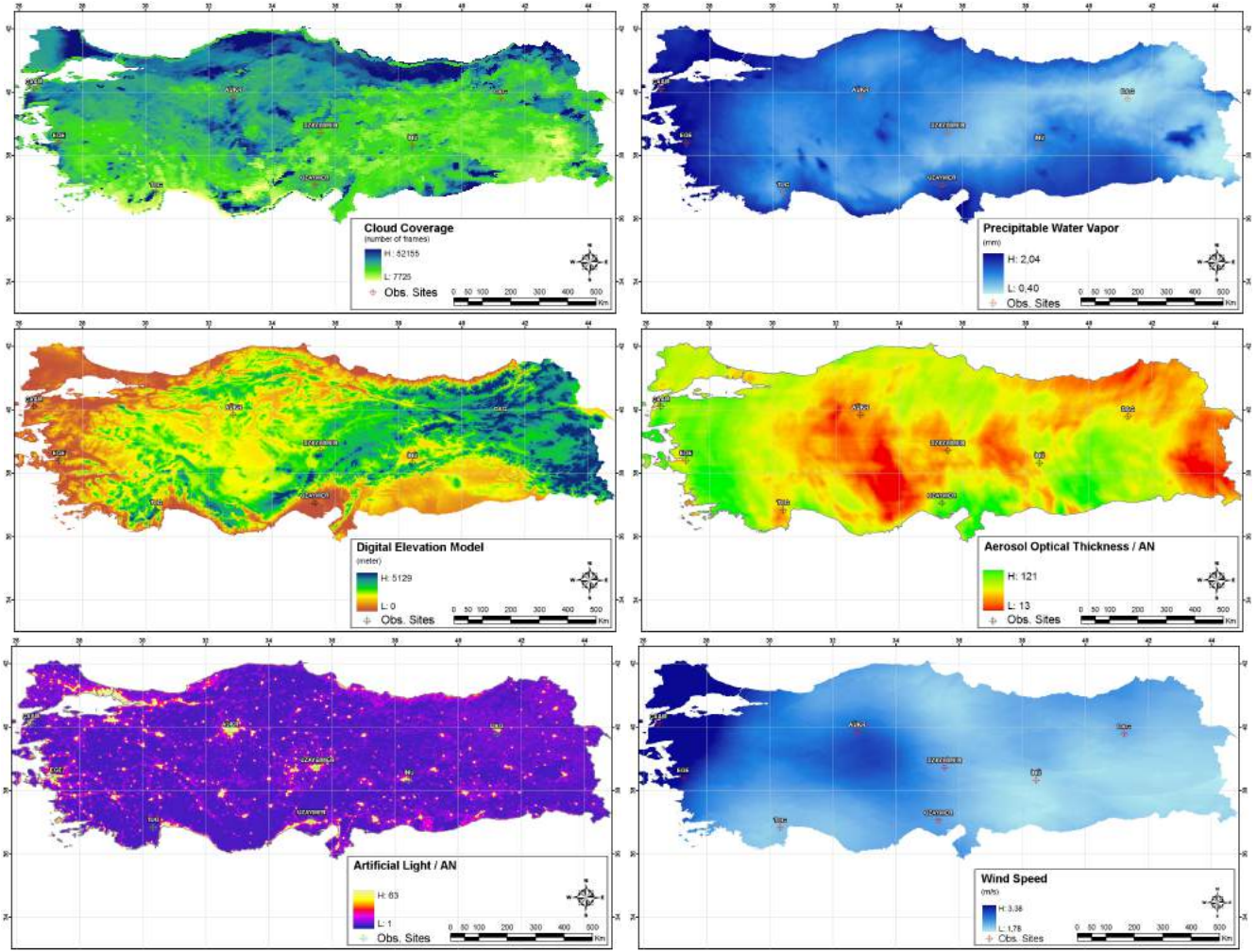
Astronomik gözlemevi yer seçimi, tasarlanan deneylerin ve projelerin uygulanması ile fikirleri ve rüyaları gerçekleştirmesi nedeniyle astronominin önemli bir bölümüdür. Bu nedenle içerisinde büyük bir iş içermektedir. Mühendislik ve malzeme bilimindeki gelişmelerin sonucu olarak gözlemlerinin ve teleskopların maliyetleri düşmüştür. Bununla birlikte maliyetlerin düşmesine rağmen yıllık gözlem oranının maximum ile kullanılmasını değiştirmemiştir.

İyi bir gözlemevi genellikle deniz seviyesinden yüksek, insan faaliyetlerinden kaynaklanan ışıklılıktan uzak ve bulutsuz bir ortamda bulunur. Örneğin 2000 m'den yüksek coğrafi konumların yüzey alanı Dünya'nın karasal yüzeyinin sadece % 32'dir. Aynı alan Türkiye için % 12 dir. Ayrıca, jeolojik yapıların dağılımı Türkiye'nin güney, güney-doğu, doğu kısmında için arama sın-

ırlanmaktadır. Ancak, en büyük teleskoplarla listesi dikkate alındığında dünyada teleskop kapsamında iki bariz boşluklar vardır: (1) yaklaşık 30-45 derece Doğu boylamında olan gözlemevi boşluğu (Büyük teleskoplar ile aynı anda her iki yarımkürede kapsayan boşluk örneğin "2020'lerde ESO" atölye içinde hemisfer arasında işbirliği vizyonu bakınız) (2) enlemsel olarak. Bu nedenlerle Türkiye'de büyük teleskoplar için yer seçim çalışmalarına başlamıştır.

Yukarıdaki nedenler çerçevesinde ve ilk olarak 29-31 Mart 2013 tarihinde Antalya'da TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'un düzenlediği Kurullararası Ortak Çalıştayında Türkiye'de büyük gözlemleri için yer seçimi tartışıldı. Aynı toplantıda İstanbul'da 11 Mayıs 2013 tarihinde "Türkiye'de Büyük Teleskoplar İçin Yer Belirleme Çalışmaları Çalıştay - I" Türk Astronomi Derneği (TAD) ve Bilim Akademisi Derneği evsahipliğinde düzenlenmesine karar verildi. Çalıştay sonucunda bir sonuç raporu oluşturuldu. Bu rapora göre CBS katmanlarının oluşturulması ve Aday adayı belirleme çalışması olmak üzere 2

★ naksaker@cu.edu.tr



Şekil 1. ÇKKA içerisinde kullanılan katmanlar. katmanların birimleri sırasıyla CC: bulutlu görüntülerin sayıları; DEM: meters; PWV: mm; WS: m/s; Geri kalanı: rastgele sayılar

Çizelge 1. ÇKKA içinde kullanılan katmanlar için farklı senaryolar

Senaryolar	CC	DEM	AL	PWV	AOT	WS
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	-	1.0	1.0
3	1.0	1.0	1.0	-	-	-

ekip oluşturuldu. CBS katman çalışması 2 Temmuz 2013 tarihinde tamamlandı. 2-3 Ağustos 2013 tarihleri arasında TUG da düzenlenen Aday adayı belirleme çalışması sonucunda farklı senaryolar kullanılarak 17 bölge belirlendi.

2 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Tüm uzaysal veya coğrafi verilerin saklandığı, dönüştürüldüğü, yönetildiği, analiz edildiği ve sunulduğu bir bilgisayar sistemidir. İnsan, metod, veri, yazılım ve donanım olmak üzere 5 ana bölümden oluşur. Nokta, çizgi ve alan geometrik şekilleri kullanarak tüm coğrafi nesnelere bilgisayar ortamında analiz edilebilir hale getirebilmektedir. CBS yönetimi, sorgulama, analiz ve görselleştirme görevleri bulunmaktadır. Çoğunlukla vektör olmak üzere raster ve bunlar ile ilişkili diğer verileri kullanır. Sonuç olarak CBS karar vericilere akıllı haritalar üzerinde analizler yaparak

kararlarında yardımcı olmaktadır. Benzer yer seçim çalışmaları incelendiğinde Bulutluluk, Sayısal Yükseklik Modeli, Gece Işıklılığı, Atmosferik su buharı miktarı, Aerosol içeriği, Rüzgar Hızı, Jeolojik yapı, sismik aktivite, maden aktivitesi, ticari havayolu güzergahları gibi bir çok katman kullanıldığı görülmektedir. Bu katmanlar kurulacak gözlemevine veya yapılacak bilime göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışmada ilk 6 katman ile ilgilenildi. Bu katmanların seçiminde hem bilimsel amaç hemde hızlıca ulaşılabılır veya üretilebilir olmasına dikkat ettik.

2.1 Bulutluluk

Elimizde hem MODIS uydusundan üretilmiş bulutluluk verileri hemde METEOSAT'dan üretilmiş bulutluluk verileri bulunmasına karşı veri alma sıklığı nedeniyle METEOSAT verileri tercih edilmiştir. 2008-2012 yılları arasında toplam 52155 bulutluluk verisi analiz edilmiş ve sonucunda tüm Türkiye için ortalama bulutluluk haritası üretilmiştir. Bu katmanın yersel çözünürlüğü 5kmx5km zamansal çözünürlüğü ise 15 dakikadır. Katmanlar içerisinde en önemli katman bulutluluk katmanıdır.

2.2 Sayısal Yükseklik Modeli

İkinci en önemli katman ise yükseklik katmanıdır. Yükseklik katmanı Sayısal yükseklik modeli katmanı olarak Uzaktan algılama (Radar) tekniği ile oluşturulmuştur. ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) uydusunun GDEM (Global DEM) verilerinden oluşturulan sayısal yükseklik modeli 30m çözünürlüğe sahiptir. ASTER GDEM verileri 2012 yılında ilgili web sitesinden indirilmiştir.

2.3 Gece Işıklılığı

Gece ışıklılığı uydular tarafından kolaylıkla belirlenebilmektedir ve gözlemleri negatif olarak etkilemektedir. DMSP/OLS (Defense Meteorological Satellite Program's Operational Linescan System) sistemi ile 2012 yılında üretilen gece ışıklılığı haritası kullanılmıştır.

2.4 Atmosferik Su Buharı

Atmosferik su buharı miktarı zenit doğrultusundaki su buharı miktarının bir ölçüsüdür ve atmosferin kızılöte bölgedeki geçirgenliğini etkiler. Eğer kızılöte bölgede çalışmalar yapılacak ise yüksek, durağan ve kuru bölgeler tercih edilmelidir. Bu çalışmada MODIS AQUA uydusunun verilerinden üretilmiş MYD05 PWV katmanı kullanılmıştır.

2.5 Aerosol Optik Kalınlığı

Aerosol atmosferin günışında geçirgenliğini göstermektedir. Bu nedenle atmosferik sönümleme ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Burada yine MODIS uydusunun MYD04 verileri kullanılmıştır.

2.6 Rüzgar Hızı

Atmosferik görüş seçilecek yer üzerindeki rüzgar hızı ile ilişkilidir. Rüzgar hızı katmanı için Devlet Meteoroloji Müdürlüğünden Türkiye üzerine yayılmış 362 istasyonun 40 yıllık verileri alınarak CBS ortamında ortalama rüzgar hızı değerleri modellenmiştir.

Yukarıda belirtilen katmanlar sırası ile şekil 1. de verilmiştir.

3 Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA)

Çok kriterli karar analizi belirlenen kriterler çerçevesinde kolay karar vermeyi sağlayan bir tekniktir. CBS veri setleri ile çok kriterli karar analizi, örneğin bir yer seçim çalışmasında, kolaylıkla kullanılabilir. Bu yeni analiz türü 3 ana bölümden oluşmaktadır. 1. Her bir katmanın ağırlıklandırılması 2. Her katmanın standartlaştırılması 3. Ağırlıklı ortalaması alınarak sonuç haritasının üretilmesi

Yer seçim çalışmasında yukarıda bahsedilen katmanların ağırlıkları Çizelge ??'da verilmiştir.

1. senaryoda tüm katmanların ağırlıkları eşit olarak alındı. Bu bir tür test senaryosu olarak düşünüldü. Ancak bu senaryo incelendiğinde en uygun/uygun olmayan yerler kendilerini belli etmektedir. Üstelik diğer senaryolarıda içerimesi açısından önemlidir.

2. Senaryoda Su buharı katmanı yükseklik ile doğru orantılı olduğundan su buharı miktarı haritasının ağırlığı 0 olarak alındı ve diğerlerinin ağırlıkları aynı olarak alındı.

3. Senaryoda ise 2. senaryoya ek olarak Aerosol optik kalınlık verisinin gün ışında alınması ve rüzgar hızının çözünürlük sorunu nedeniyle ağırlıkları 0 olarak alındı.

Bu senaryoların sonuçlarında elde edilen haritalar şekil 2. de verilmiştir.

Çizelge 2. Var olan gözlemlerinin ve yeni belirlenen 17 noktanın farklı senaryolarda aldığı değerler.

Name (Region)	Longitude (° East)	Latitude (° North)	Elevation (m)	Case1	Case2	Case3
ÇAAM	26.48	40.10	373	0.40	0.42	0.53
EGE	27.27	38.40	622	0.44	0.46	0.43
TUG	30.34	36.82	2436	0.69	0.69	0.62
AÜKR	32.78	39.84	1254	0.47	0.44	0.31
TURAG	33.09	37.14	1062	0.70	0.70	0.68
UZAYMER	35.35	37.06	112	0.48	0.48	0.51
UZAYBİMER	35.55	38.71	1094	0.54	0.51	0.35
İNÜ	38.44	38.32	1021	0.59	0.57	0.42
DAG	41.23	39.78	3102	0.78	0.74	0.76
YA-01	42.95	38.06	3493	0.84	0.84	0.80
YA-02	43.11	38.24	3515	0.82	0.85	0.81
YA-03	43.14	37.97	3301	0.84	0.83	0.79
YA-04	43.31	38.14	2847	0.85	0.86	0.81
YA-05	43.65	38.23	3380	0.86	0.85	0.80
YA-06	43.85	38.03	3576	0.85	0.82	0.74
YA-07	44.32	37.75	3531	0.86	0.83	0.78
YB-01	29.57	36.54	2939	0.67	0.69	0.68
YB-02	30.08	36.59	2230	0.63	0.62	0.50
YB-03	31.30	37.66	2866	0.73	0.74	0.74
YB-04	32.03	36.94	2471	0.72	0.72	0.68
YB-05	34.18	37.19	2754	0.80	0.80	0.79
YB-06	34.63	37.39	3499	0.65	0.64	0.57
YB-07	35.17	37.83	3504	0.67	0.64	0.57
YB-08	35.45	38.53	3835	0.72	0.72	0.72
YB-09	39.16	39.50	3316	0.78	0.78	0.77
YB-10	39.77	39.79	3426	0.77	0.76	0.75

4 Sonuçlar

Sonuç olarak ÇKKA-CBS kullanılarak Türkiyede büyük teleskopla için yer belirleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada 3 farklı senaryo test edilmiş ve senaryolar değişse bile uygun yerlerin çok fazla değişmediği görülmüştür. Bu senaryolara göre 2-3 Ağustos 2013 tarihlerinde TUG da yapılan toplantı ile yer belirleme ekibi tarafından 17 nokta belirlenmiştir. Bu noktalar ve varolan gözlemleri şekil 3. de ve senaryolardaki değerler çizelge 2. verilmiştir.

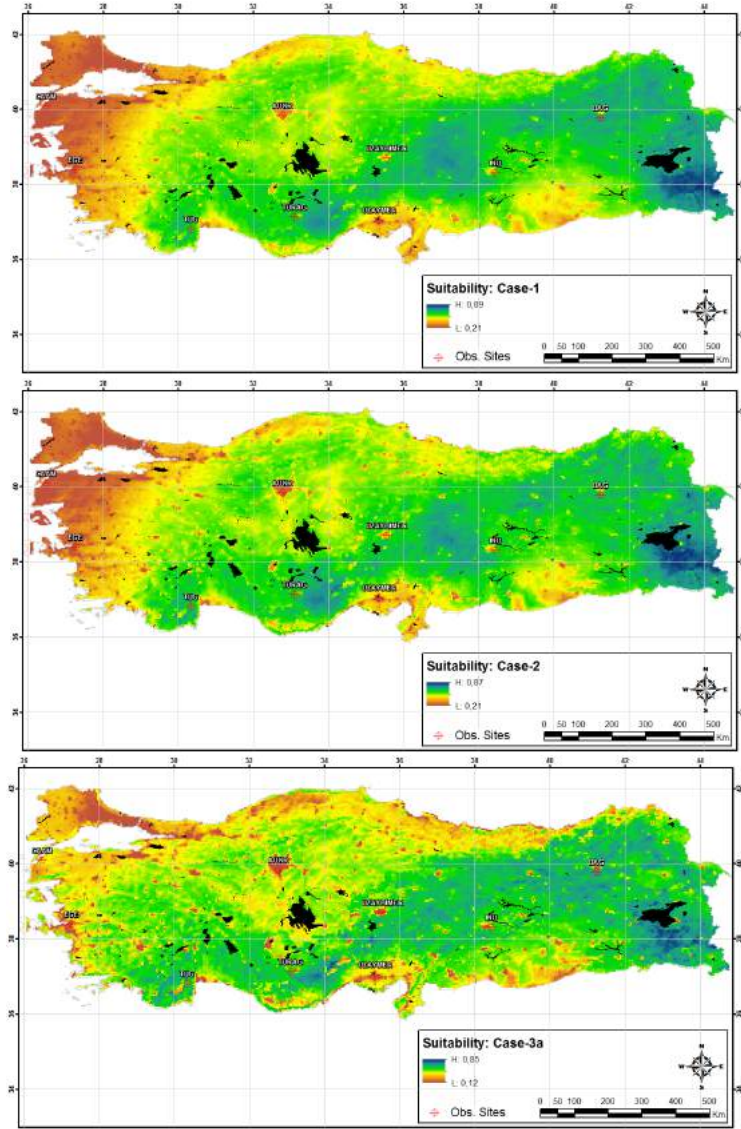
Senaryolarda 1' e çok yakın yerler bulunmamaktadır. En yüksek değer 0.85 dir. TUG ve DAG oldukça uygun yerlerdedir. Yeni yerleşkeler için uygun yerler bulunmaktadır. YA ve YB(farklı kümelenlem nedeniyle 2 bölüme ayrılmıştır.) bölgesinde toplam 17 nokta belirlenmiştir. Türkiyenin en iyi sitesi ancak yerinde yapılacak çalışmalar ile belirlenebilir. Bu amaçla geliştirilen bir protip yapımı TÜBİTAK projesi (113F266) olarak başlatılmıştır. Bu çalışmanın ayrıntıları <http://gis.dag-tr.org/> adresinden ve arXiv:1504.04549 çalışmasında bulunabilir.

Teşekkür

Bu çalışma 113F266 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Aksaker, N., Yerli, S. K., Erdoğan, M. A., Erdi, E., Kaba, K., Ak, T., Aslan, Z., Bakış, V., Demircan, O., Evren, S., Keskin, V., Küçük, İ., Özdemir, T., Özışık, T., Selam, S. O.: Astronomical site selection for Turkey using GIS techniques. *Experimental Astronomy*. (2015) arXiv:1504.04549



Şekil 2. 3 Farklı senaryo (sırasıyla) için elde edilen haritalar.



Şekil 3. Yer belirleme çalışmasında belirlenen 17 nokta ve var olan gözlemlerinin konumları.

Erişim:

O23-1500: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

TUG İyileştirme ve Geliştirme Çalışmaları

Murat Dindar^{1*}, Ekrem Kandemir¹, Saniye Dindar¹, Cevdet Bayar¹

¹ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi; Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, Antalya

Özet

Bu çalışmada; Teleskop Uzmanı Yetiştirme (TUY) projesi kapsamında TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinde (TUG) çalışan TUY ekibi tarafından yapılan RTT150, T100 ve T60 teleskoplarında optik, yazılım, kontrol ve elektronik alanında yapılan iyileştirme ve geliştirme çalışmaları anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: observatories: optical, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Teleskop Uzmanı Yetiştirme Projesi

Teleskop Uzmanı Yetiştirme (TUY) projesi, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde 2010 yılında DPTye (2010K120170-DPT) verilen proje kapsamında başlatılmıştır. Projenin amacı; teleskop sistemlerinin optik, mekanik, kontrol, elektronik ve yazılım bileşenleri hakkında yetişmiş iş gücü oluşturmaktır. Bu amaçla; 2 yazılım mühendisi, 2 elektronik mühendisi, 1 makina mühendisi, 1 optik uzmanı, 2 elektronik teknisyeni ve 2 gözlem sorumlusundan oluşan bir ekip kurulmuştur.

Bu ekipten mekatronik, yazılım ve makina mühendisleri Avrupa Güney Gözlemevinin(ESO) Almanya Garchingdeki merkezine; elektronik, yazılım ve optik uzmanı Şili ESO Paranal Gözlemevi'ne eğitim için gönderilmiştir. Ekip 2011 yılının Mart ayında, eğitimlerini tamamlayıp TUG bünyesinde çalışmaya başlamıştır.

2 İyileştirme ve Geliştirme Çalışmaları

TUG bünyesinde TUY ekibi tarafından yapılan iyileştirme-geliştirme çalışmaları bu bölümde anlatılacaktır.

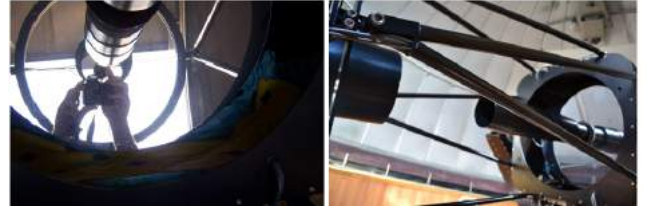
2.1 Ayna Yıkama

Zaman içerisinde teleskop aynaları üzerinde toz birikmesi veya yağmur damlaları sonucu lekelerin oluşmaktadır. Bu gibi durumlar ayna yansıtıcılığını azaltmakla birlikte yüzeyine gelen ışınların saçılmasına neden olmaktadır. Gözlem kalitesini düşüren bu olumsuzlukların kabul edilebilir sınırları aşması durumunda; ayna, yıkama işlemine tabii tutulur.

Teleskop aynalarının yıkanması gerek tekniği, gerek ise kullanılan malzeme türü bakımından bilinen geleneksel yaklaşımlardan farklılıklar göstermektedir. Uygun malzemeler ve teknikler kullanılarak yapılan yıkama işlemi sonucunda ayna yüzey yansıtıcılık yüzdesi ve saçılma miktarında ciddi iyileşmelerin olduğu gözlenecektir.

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobunun birincil aynasına ait yıkama öncesi ve sonrası yansıtıcılık ve saçılma değerleri karşılaştırıldığında gerçekleşen iyileşme açıkça şekil 1'de görülecektir.

Dalgaboyu 670 nm olan laser kullanılarak yıkama öncesi ve sonrası alınan yansıtıcılık ve RMS saçılma değerleri aşağıdaki çizelge 1'de karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 1. Yıkama öncesi ve sonrası T60 teleskobun birincil ayna yüzeyi.

Çizelge 1. Yıkama öncesi ve sonrası T60 teleskobun birincil ayna yüzeyine ait yansıtıcılık ve RMS saçılma değerleri.

Yansıtıcılık(%)	Öncesi
	RMS Saçılma (angstrom)
62	288.3
40.7	413.4
61.8	271.5
77	205.2
69.4	243.2
Yansıtıcılık(%)	Sonrası
	RMS Saçılma(angstrom)
94.6	89.3
93.8	97.8
94.3	81.9
94.3	68.9
94.7	61.7

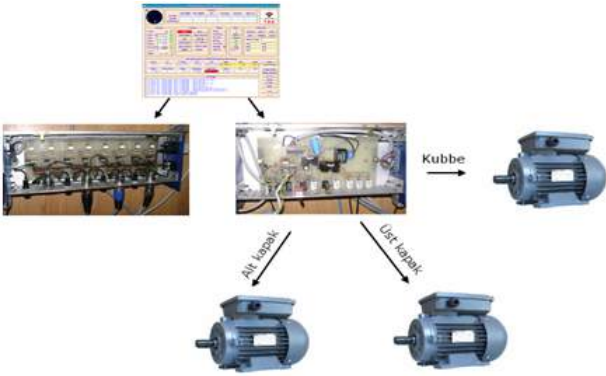
2.2 T60 Teleskobu Kubbe Otomasyonu

Triyaklarla kontrol edilen ve birçok kez modifikasyona uğrayan eski sistem, teleskop kontrol yazılımının hata vermesine neden olduğundan yeni bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur (Şekil. 2).

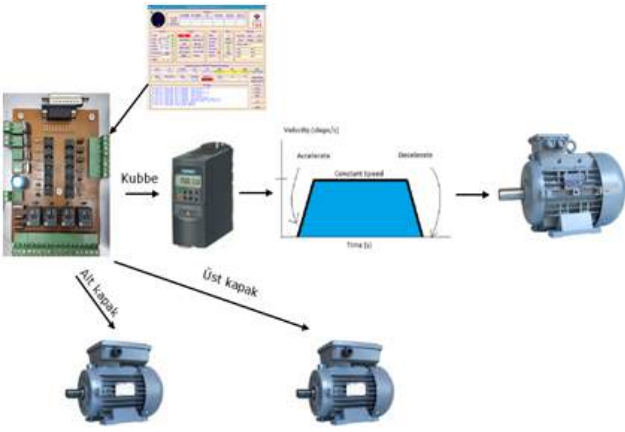
Tek fazlı olan kubbe motoru, yeni sistemde, üç fazlı motorla değiştirilerek daha güçlü hale getirilmiştir (Şekil. 3). Soğuk kış şartlarında dişlilerin daha uzun ömürlü olması için kalkış ve duruşta ivmelenme ve yavaşlama için süre tanıyacak şekilde programlanan motor sürücü sisteme eklenmiştir **Parmaksızoglu ve diğerleri (2014)**.

Sisteme dâhil edilen motor sürücüsünün giriş ve çıkışlarının, teleskop kontrol yazılımıyla uyumlu hale getirilmesi için, röle, optokuplör ve transistörlerden oluşan çok amaçlı bir kart tasarlanmıştır. Kartın ayrıca TUY40 teleskopunun kubbe kontrolünde de kullanılması planlanmıştır.

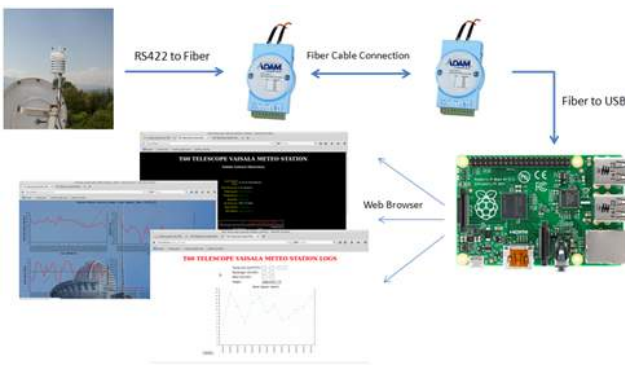
* murat.dindar@tubitak.gov.tr



Şekil 2. T60 Kubbe kontrolünde kullanılan eski sistemi.



Şekil 3. T60 Kubbe kontrolünde kullanılması planlanan yeni sistem.



Şekil 4. T60 Vaisala meteoroloji istasyonu otomasyonu.

2.3 Meteoroloji İstasyonu Otomasyonu

TUG-T60 teleskobunda bulunan Davis meteoroloji istasyonunun zaman zaman karasız çalışması ve yıldırım, elektrostatik gibi durumlardan çok kolay etkilenmektedir. Bu nedenlerden dolayı, daha kararlı bir sistemin tasarlanması kararlaştırılmıştır. Bu amaçla Raspberry Pi kullanılarak fiber bağlantılı Vaisala meteoroloji istasyonu otomasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil. 4).

2.4 GRB Alarm Yazılımı

GRB yazılım T60 teleskop kontrol bilgisayarı üzerinde GNU/C diliyle geliştirilmiştir Dindar ve diğerleri (2015). Yazılım tasarımı, şekil 5'de de görüleceği üzere T60 kontrol yazılımının (Talon) mimarisine uygun olarak tasarlanmıştır. Yazılım, sanal gözlemevi mesajlarını kullanarak, mesajlarından ilgili parametrelerini ayırtıp, T60 için belirlenen parametrelere uygun mesajları seçip, gözlem programına eklemektedir. Yazılım testleri başarılı bir şekilde yapılmış ve ilk GRB gözlemi circular olarak yayınlanmıştır Sonbas ve diğerleri (2014).

2.5 TUY40 Robotik Teleskop Kontrol Sistemi

TUY 40 robotik teleskop kontrol sistemi, mekanik ve optik olarak hazır bir teleskop kurgusu kullanılarak, elektroniği ve yazılımı TUG-TUY personeli tarafından geliştirilmiştir (Şekil. 6). Kontrol sistemi, Talon kontrol yazılımı ve LabVIEW üzerinde geliştirilmiş gömülü gerçek-zamanlı teleskop kontrol yazılımından oluşmaktadır Dindar ve diğerleri (2014). Sistem üzerinde yapılan ilk testlerde; takip hatası 4 arsec./sn., yönelme hatası da Ra eksenini için 2.2 arcmin; Dec eksenini için 25 arsec olarak hesaplanmıştır.

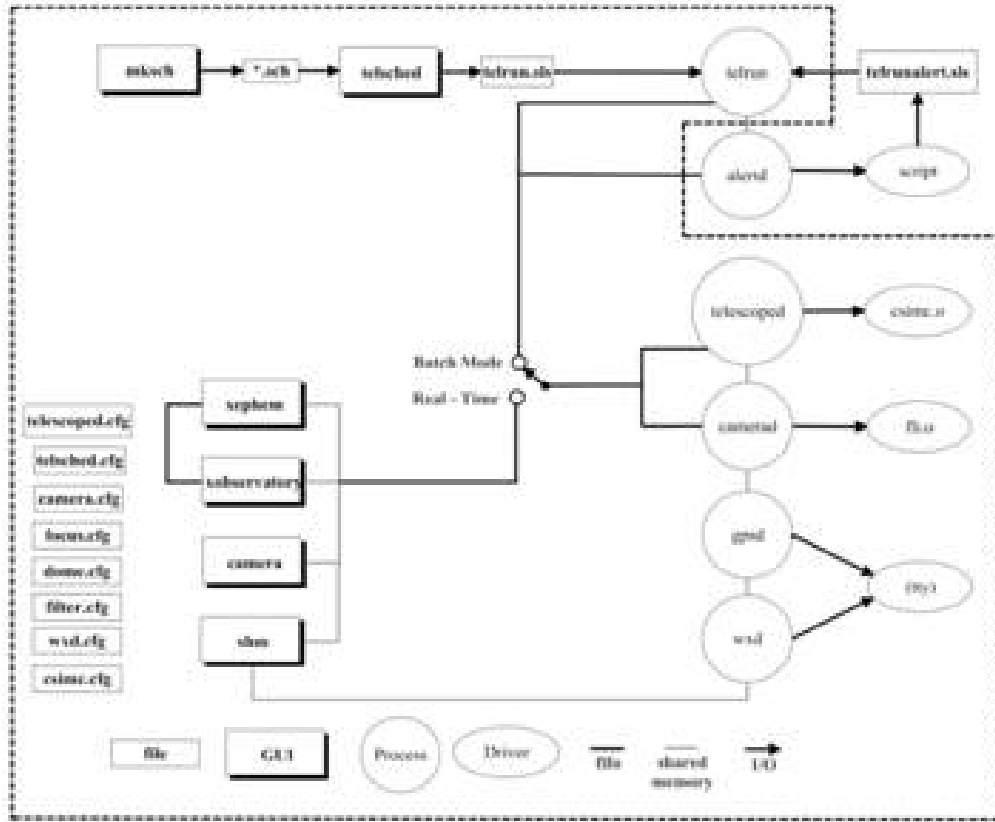
3 Sonuç

Bildiride TUG'da TUY ekibi tarafından geliştirilen sistemler ve uygulamalar anlatılmıştır. Yapılan çalışmalarda TUG'da mevcut durumda çalışan sistemlerin yeni teknolojiler kullanılarak iyileştirilmesi, yeni sistemlerin yapı ile uyumlu olarak geliştirilmesi ve sistemlerin kararlılıklarını artırarak çalışmasını sürdürebilmesi hedeflenmiştir. TUG'da yapılması planlanan çalışmalara aşağıda özetlenmektedir.

- TUG arşiv komisyonu oluşturuldu.(TUG Arşiv Sistemi)
- Donanım ve yazılım mimarisine ilişkin ihtiyaçlar ve öneriler belirlenerek sistem kurgusu belirlendi.(TUG Arşiv Sistemi)
- Teleskop için kullanılan hazır kurguda mekanik hatalar saptandı. (Tracking Hatası)(TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Pointing düzeltmeleri için gökyüzü testlerine ihtiyaç var. (TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Alt yapı işleri (inşaat, elektrik, internet).(TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Filtre ve kubbe tasarımları.(TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Donanım (Kısa Zamanda) mimarisi oluşturuldu. (Test aşamasında)(T60 Teleskobunun Modernizasyonu)
- Yazılım mimarisi (Uzun Zamanda) için ihtiyaçlar belirlendi. Teleskop kontrol yazılımı geliştirildi. Test edildi.(Teleskop bağımsız olarak).(T60 Teleskobunun Modernizasyonu)
- Filtre, Kubbe, CCD kontrol modülleri ve meteo modülü eklenecek.(OCS için)(T60 Teleskobunun Modernizasyonu)

Kaynaklar

- Parmaksızoğlu, M., Dindar, M., Kirbiyık, H., Helhel, S.: Software and electronic developments for TUG-T60 robotic telescope. The Series of Confernces of Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica **45** (2014) 24–25.
- Dindar, M., Helhel, S., Esenoğlu, H, Parmaksızoğlu, M.: A new software on TUG-T60 autonomous telescope for astronomical transient events. Experimental Astronomy **39** (2015) 21–28.
- Sonbas, E. et al.: GRB 141225A: very early T60 observations.
- Dindar, M., Dindar, S., Kandemir, E., Bayar, C. Helhel, S., Özışık, T.: TUY 40 telescope control system based on LabVIEW. Inter-



Şekil 5. T60 GBR alarm yazılımı.



Şekil 6. TUY 40 robotik teleskobu.

national Conference on Computational and Experimental Science and Engineering (ICCESN) (2014).

Erişim:

O23-1515: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Adaptive Optics for DAG Telescope

Onur Keskin¹★,

Laurent Jolissaint

¹ *FMV Işık Üniversitesi, Makine Mühendisliği, İstanbul*

Özet

What we propose for DAG is therefore a natural guide star GLAO system, that can be turned into a highly efficient AO system. Thus the working principle and expected performance analysis will be shown. In this manner most DAG users will be able to make some use of the DAG AO. Later, it will be possible to upgrade the system by changing the algorithm and adding 1 or 2 additional DM, and even laser guide stars.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: adaptive optics, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O23-1530: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

DAG Odak Düzlemi Araçları - Hedefler ve Seçenekler

Sinan Kaan Yerli^{1*}, Cahit Yeşilyaprak², Onur Keskin³, Tolga Güver⁴

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

²Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

³FMV Işık Üniversitesi, Makine Mühendisliği, İstanbul

⁴İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

DAG projesi çerçevesinde, teleskobun da tanımlanması ve optiğinin belirlenmesinden sonra Türk Astronomisinin gereksinim ve gelecek hedefleri de gözetilerek proje ekibi DAG teleskobunun iki Nasmyth odağına yerleştirilecek olası tayföçer ve görüntüleme araçları için öngörülerde bulunmuş ve yeni bir proje teklifi vermiştir. Bu bildiri bu süreç tanıtılıp sunulan yeni proje tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: focal plane, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

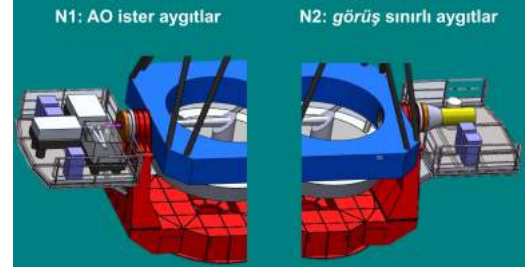
1 DAG Odak Düzlemi Aygıtları

UAK-2015 bildirilerinin basımı geciktiğinden dolayı DAG-ODA (Odak Düzlemi Aygıtları)'nda 2011-2016 arasını içeren daha kapsayıcı bilgilendirme UAK-2016'da (Yerli v.ark. 2018) ayrıntılarıyla verilmiştir.

Tarihsel gelişimin kayıt altına alınabilmesi adına burada yalnızca ana fikire fotoğraflarla değinilecektir.

Kaynaklar

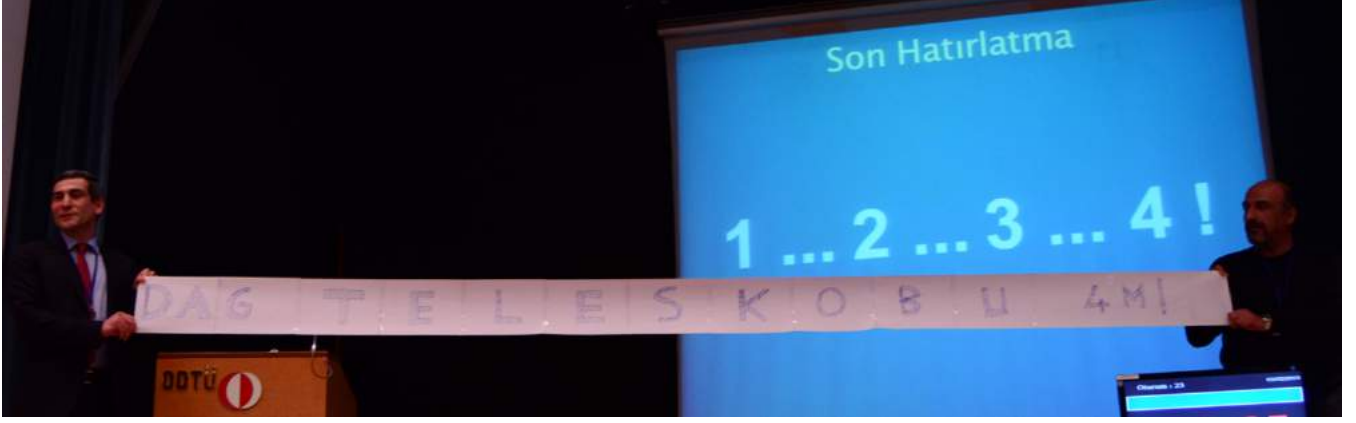
DAG Odak Düzlemi Aygıtları: Türk Gözlemsel Astronomisinde Yeni Dönem, Sinan Kaan Yerli; Cahit Yeşilyaprak; Tolga Güver; Onur Keskin; Sinan Aliş, 2018, 20. Ulusal Astronomi Kongresi, Erzurum, 2016, s. 20.



	N1 (AO)	N2 (görüş)
Optik	ters-döndürücü alan-düzeltilici(!)	döndürücü alan-düzeltilici(!)
	dar alan	geniş alan
Görsel	görüntüleme +	MOS +
	tayf	yeni teknikler
yakın-IR	görüntüleme +	+ diğer
	tayf	

Erişim:

O23-1545: **UAK-2015 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A.**



TÜBİTAK UZAY'da Geliştirilen Projeler ve Geleceğe Bakış

Tülün Ergin¹★,

¹ TÜBİTAK Uzak Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, Merkez, Ankara

Özet

TÜBİTAK UZAY, Türkiye'nin uzay teknolojileri konusunda gelişimini sağlamak, uzay teknolojileri ve ilgili alanlarda güncel araştırma konularını ortaya koymak, çözümlenmek ve çözümlenmesine yardımcı olmak amacı ile kurulmuş bir araştırma, teknoloji geliştirme ve uygulama kuruluşudur. TÜBİTAK UZAY, uzay teknolojileri, elektrik, elektronik ve yazılım alanlarında araştırma, geliştirme ve uygulama projeleri yürütür. Bu konuşmada, TÜBİTAK UZAY'da geliştirilen başlıca projeler tanıtılacaktır ve Türkiye'de gelecekte uzay alanında çalışılabilecek olası konular değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: space vehicles: instruments, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O24-1620: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Türkiye Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi (TURAG): Türkiye için Radyo Teleskop

Fahri Öztürk^{1*}, İbrahim Küçük², Umut A. Yıldız³, Selçuk Topal⁴, Elif Beklen⁵, Tülün Ergin⁶, Gülay Gürkan Uygun⁷, Ahmed Akgiray⁸

¹ TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, ODTÜ Yerleşkesi, 06800 Ankara, Türkiye

² Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, Kayseri, Türkiye

³ California Institute of Technology, NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA 91109, California, USA

⁴ University of Oxford, Department of Astrophysics, Keble Road, Oxford, OX3 3RH, The UK

⁵ National Radio Astronomy Observatory, Charlottesville, VA 22903, USA

⁶ TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, ODTÜ Yerleşkesi, 06800 Ankara, Türkiye

⁷ University of Hertfordshire, Centre for Astrophysics Research, AL10 9AB, Hertfordshire, The UK

⁸ Özyeğin Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Çekmeköy, 34794, İstanbul, Türkiye

Özet

Ülkemiz astronomi camiası olarak görsel dalgaboylarında uzun bir geçmişe sahibiz. Kurulmakta olan ve ilk ışığı 2018 yılında alması planlanan Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) sayesinde ise kızılöte bölgede evreni inceleme fırsatı bulacağız. Yakın evrende görsel dalgaboylarında görülemeyen birçok fiziksel olguyu araştırabilmek ve evrenin daha derinlerini gözleyebilmek için ülke olarak sıradaki hedefimiz mm/mm-altı ve radyo bölgelere duyarlı teleskoplar inşa etmek olmalıdır. Bu sayede Türk astronomisi evreni çoklu-dalgaboyu penceresinden inceleme fırsatı bulacaktır. Bu bildiriye, mm/mm-altı/radyo astronomisinin Dünya'daki önemi ve Türkiye Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi (TURAG) projemizin gerekliliği ve geldiği nokta ile birlikte gelecekteki planlar özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: observatories: radio, Radyo Astronomisi

1 Radyo Astronominin Önemi

Radyo astronomi alanında yapılan çalışmalar yalnızca evreni anlamaya yönelik olmayıp, ayrıca hayatımızın içinde yer alan bir çok teknolojik gelişmeye de ön ayak olmuştur. Bu teknolojik gelişmeler tarımdan tıba kadar değişik alanlarda uygulama sahası bulmuş ve toplumun refah düzeyinin yükselmesine katkı sağlamıştır. Örneğin günümüzde çok yaygın olarak kullanılan cep telefonları, uydu haberleşme ağları, füze takip sistemleri gibi bir çok alanda radyo teknolojisi kullanılmaktadır. Ayrıca zayıf radyo sinyallerinin elde edilebilmesi için geliştirilen düşük gürültü düzeyine sahip alıcı sistemleri günümüzde kullanılan uydu haberleşme sistemleri endüstrisinde büyük gelişmelere yol açmıştır.

Günümüzde evren hakkında edindiğimiz bilgilerin çoğu radyo astronomi amaçlı kullanılan teleskoplar sayesinde. Çok sayıda kuasar, pulsar, karadelik keşfi ve hatta Evren'in kökenine dair bir çok soruya yanıt veren 3 Kelvin mikrodalga arka alan ışımasının keşfi yine radyo teleskoplar sayesinde gerçekleştirilmiştir.

2 Türkiye'deki Radyo Astronomi Çalışmaları

Ülkemizde yıllardır özellikle görsel dalgaboylarında çalışılmaktadır ve buna özgü teleskoplarımız astronomi ve uzay bilimleri bölümlerinin olduğu neredeyse her üniversitede, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) mevcuttur. Bunun yanısıra, ülkemizdeki radyo astronomi çalışmaları Erciyes Üniversitesi Astro-

nomi ve Uzay Bilimleri Bölümü (ERÜ-AUBB) tarafından başlatıldığı için projenin ilk etabı olan yer seçimi çalışmaları görevini ERÜ-AUBB başlatmış ve sonuçlandırılmıştır. Bu sırada da Erciyes Üniversitesi (ERÜ) bünyesinde Radyo Astronomi Gözlemevi kurulumu için bir başka Kalkınma Bakanlığı projesi yürütülmüş ve tamamlanmıştır. Bu proje kapsamında 12.8 m çapında bir teleskop ve 22 m çapında bir RADOME, NATO-SATCOM'dan alınmış ve bir radyo teleskoba dönüştürülmek üzere Erciyes Üniversitesi yerleşkesi içerisinde kurulmuştur. TUG Yönetim Kurulu toplantısında alınan karar doğrultusunda önerilen projenin yürütücüsü başkanlığında oluşturulan 'Türkiye Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi Yer Seçimi Komitesi', Mart 2007'de göreve başlamış ve Aralık 2008 itibarıyla görevi tamamlanmıştır. Bu komite tüm Türkiye'nin meteorolojik, atmosferik haritalarını çıkararak analizler yapmış ve radyo astronomi açısından bilimsel kriterlere uygun radyo-tenha bölgeler belirlemiştir. Belirlenen bölgelere gidilerek radyo frekans ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler Ocak 2008 - Aralık 2008 arasında alınmıştır. Yapılan meteorolojik, atmosferik hesaplama ve değerlendirmeler ile Radyo Frekans Girişim ölçümleri sonucu Karaman İli radyo tenhalığı açısından TURAG'ın kurulması için en uygun yer olarak belirlenmiş ve bu bilgi TÜBİTAK, Kalkınma Bakanlığı ve Karaman Valiliği'ne iletilmiştir. Bu bağlamda yer seçimi çalışmaları sırasında yapılan Radyo Frekans Girişim (RFI) ölçümleri sonucu Karaman İli Yazılı (Koordinat: 37° 08' 15 K, 33° 05' 37 D; Yükseklik: 1065 Metre) ve Akçaşehir-Çakırdağ (Koordinat: 37° 24' 14 K, 33° 29' 37 D; Yükseklik: 1108 Metre) radyo tenha bölge olarak belirlenmiştir (Erdi (2015)). Bu noktada teleskobun konfigürasyonunda dünya standartlarındaki en iyi bilimi yakalamak için ilk önerilen frekansın şu anda daha yükseğine ulaşmak amaçlanmıştır. Bu

* fahri.ozturk@tubitak.gov.tr

amaçla yer seçim çalışmalarının, ayrıca havadaki kuruluşu da tespit ederek, bu ve başka bölgelerde ayrıca havadaki kuruluşu da tespit edilmesi amaçlanarak yeniden yapılması gerekmektedir.

2014 yılında çalışma grubu bu kez daha geniş bir katılımı yeniden oluşturulmuştur. Çalışma grubunun proje önerisi hazırlıkları, daha önceki çalışmaların da devamı niteliğinde olup (), yukarıda belirtilen kapsamda devam etmektedir. Grubun yakın gelecekteki planları arasında ilk sırada kendisine tahsis edilmiş ve Erciyes Üniversitesi yerleşkesinde bulunan teleskopları çalışır hale getirmek vardır. Amacımız, Türkiye'nin, dünyada radyo astronomi alanında söz sahibi olacağı Türkiye Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi, TURAG'a sahip olmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda grubumuz, 30 metre çanak çapına sahip 2000 - 2500 metre yükseklikte bir bölgede 350 GHz'e kadar gözlem olanağı sunan alıcı ile donatılmış bir tek-çanak (single dish) radyo teleskobunun yapılabilmesi için çalışmalarını sürdürüyor. Frekansın en yüksek sınırı, yer belirleme çalışmalarının tamamlanmasının ardından kesinlik kazanacağından 350 GHz üst sınırı, ülkemizde bulunacak en mükemmel gözlem yerine bağlı olarak 250 GHz'e kadar da düşürülebilir.

3 Bilimsel Motivasyon

Görsel bölgedeki dalgalarla karşılaştırıldığında radyo dalgaları daha uzundur. Doğası gereği radyo dalgaları görsel bölgede gizli kalan birçok ayrıntıyı açığa çıkarır. Radyo gözlemleri sayesinde Evren'in kökeni, büyüklüğü ve Evren hakkında daha nice sorulara cevaplar arayabiliriz. Çünkü uzun dalga boyları ile Evren'in en eski, en soğuk ve dolayısıyla en uzak bölgelerine bakmak mümkündür. Örneğin galaksilerdeki yıldız oluşum bölgeleri olan moleküler gaz bulutlarının soğuk ve daha yoğun kısımları çalışılabilir. Bu bölgeler içerdikleri gaz ve toz bulutları nedeniyle görsel dalga boyunda çalışan teleskoplar ile gözlenemezler. gözlenemezler. Ancak radyo dalgaboylarında bakıldığında yıldız oluşum alanları görülebilir ve daha merkezi kısımları incelenebilir. Çünkü radyo ışınımının dalga boyu daha uzun olduğu için yıldız bölgesini çevreleyen madde tarafından soğurulmaya uğramadan ortamı terk edecek ve ışınım teleskobunuza ulaşacaktır. Ayrıca, Evren'de en yoğun bir şekilde bulunan hidrojen molekülü (H_2) ve ikinci derecede bolluk oranına sahip karbonmonoksit (CO) molekülünün enerji geçişleri sayesinde yıldız oluşum bölgeleri hakkında incelemeler yapılabilir. CO molekülünün düşük enerji geçişlerinin yaşandığı (yani $J=1-0$, $2-1$, $3-2$) 110-350 GHz frekans aralıkları, radyo dalgalarının çalışma frekanslarına karşılık gelmektedir (, Fukuda M. ve Yanagida T. (1986), Dodelson S. ve Widrow L. M. (1994)).

TURAG çalışmaları kapsamında, şu ana kadar yer seçimi için yapılan atmosferle ilgili çalışmalar ve teleskop için düşünülen çap da dikkate alındığında maksimum frekans olarak 350 GHz düşünülmüştür. Yıldızların oluştuğu moleküler bulutları anlamlı bir şekilde analiz edebilmek, yapılan gözlemin çözünürlüğü ile doğrudan alakalıdır. Yıldız oluşum bölgelerini temsil eden dev molekül bulutlarının (GMClers) boyutları onlarca parsek (pc) (1 parsek= 3.08×10^{13} km) genişliğe ulaşabildiği gibi (Asaka, T., et al. (2005)), bazen bundan daha büyük boyutlara sahip 40 - 200 pc arasında değişen GMC oluşumları da görülebilir (Asaka T. ve Shaposhnikov M. (2005)). GMC boyutlarına yakın çözünürlüğe sahip gözlemler bu yıldız oluşum bölgelerini daha ayrıntılı ve anlamlı bir şekilde inceleyebilmemize olanak sağlar. Bugüne kadar dış galaksiler için yapılan tek çanaklı gözlemler dikkate alındığında kpc (1000 pc) altında çözünürlüğe sahip gözlem sayısı çok azdır. TURAG projesi ile hedeflenen maksimum fre-

kans olan 350 GHz ile 30 metrelik bir antenin elde edeceği çözünürlük değeri yaklaşık 7,2 yay saniyesidir. Bu da örneğin 10 Mpc uzaklıktaki bir galaksi üzerinde 350 pc boyutlarında bir çözünürlük elde edeceğimizi gösterir. Yani TURAG ile yakın komşuluktaki dış galaksiler için kpc altında çözünürlüğe sahip gözlemler yapılabilecek ve galaksimiz komşuluğundaki tüm galaksiler, ayrıntılı bir şekilde araştırılabilecektir. Böylece TURAG sayesinde Hubble Diyagramı'nı oluşturan galaksiler tüm morfolojik sınıflarda (sarmal, merceksi, eliptik) incelenebilecektir. Kendi galaksimiz içerisinde yapılacak tüm radyo astronomi çalışmaları dikkate alındığında, ilgilenilen gök cisimleri gezegenimize çok daha yakın olacağından, çözünürlüğün çok daha iyi olacağı ise aşikardır.

Tüm bunların yanısıra, dünyadaki ekonomik bunalım ve Hawaii Eyaleti'nin özel kuralları neticesinde JCMT ve CSO gibi çok önemli radyo teleskoplar birkaç sene sonra kapatılacaktır ve yüksek frekanslarda Dünya üzerinde gözlem olanağı sağlayacak radyo teleskop sayısı sadece birkaç tane kalacaktır. Ancak gelişmiş ülkeler şu anda yatırımlarını ESO'nun ALMA gibi devrimsel nitelikteki dizge (interferometre) teleskoplarına yönlendirmişlerdir. En büyük sorun her ne kadar bu tür dizgeler çok yüksek çözünürlük sağladığından çok küçük bir bölgenin çok detaylı görüntüsünü elde ediyor olsalar da, bu sefer geniş yapıli cisimlerin sağlayacağı büyük resmi görmemize olanak vermemektedir. Bu bakımdan tek çanak teleskoplar her zaman önemini ve geçerliliğini koruyacaktır. Hele yüksek frekanslarda çalışan tek çanak sayısının Dünya'da çok az olması da ülkemizi bu konuda bir cazibe merkezi haline getirecektir. Örneğin optik, kırmızı-öte, X-ışınları gibi dalga boylarında birçok 'Tüm Gökyüzü Taraması' (All-Sky-Survey) yapılmış olsa da yüksek frekanslarda böyle bir çalışma bugüne kadar yapılmamıştır. Sadece böyle bir proje için kullanılsa bile birçok keşfi beraberinde getireceği muhakkaktır. Kurulması tasarlanan radyo teleskop ile radyo astronomi alanında mm ve mm-altı çalışmalar ülkemizde ilk kez tüm yazılımları ile birlikte yapılması önerilen 30 m sınıfı anten ile bu çalışmalar en az 20-30 yıl önemini koruyacaktır.

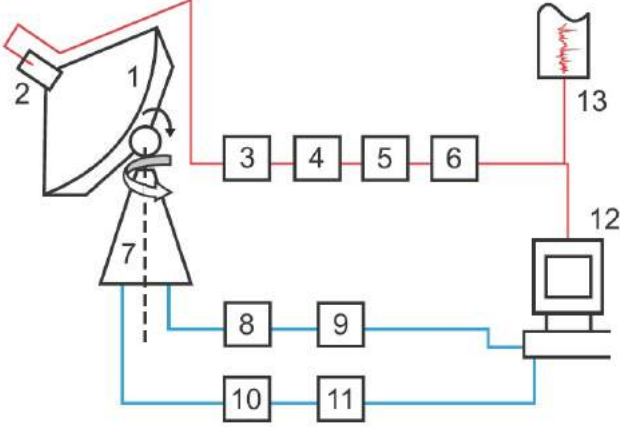
4 Teknik Gereklilik

Radyo teleskobun teknik gerekliliklerini ortaya koyabilmek için bilimsel motivasyondan faydalanıyoruz. Bu nedenle, çalışma frekansına bağlı olarak teleskobun çapı ve teleskobun optik modeli belirlenmesi gereken en temel iki parametredir. Orta ölçek olarak değerlendirilebilecek, 30 metre çapında bir radyo teleskop ihtiyacı teknik olarak gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu ölçülerdeki bir radyo teleskobun yüksek hassasiyette, düşük gürültü seviyesinde ve düşük çapraz polarizasyon performansı sergileyen bir alıcı donanımına sahip olması beklenir. Teleskobun bu özellikleri, gökyüzündeki zayıf astronomik kaynaklardan yayılan ışınımın algılanabilmesi için oldukça önemlidir.

Teleskobun geometrisi, optik olarak klasik Cassegrain veya Gregorian konfigürasyona sahip, parabol-elips yapıli olarak düşünülmektedir. Bu tasarım, yüksek optiksel etkinliği nedeniyle şu anda tüm dünyada tek-çanak radyo sistemlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Kevork N. Abazajian et al. (2007)). Milimetre ve milimetre altı dalga boyu ölçeğinde halen kullanılmakta olan Effelsberg 100 m, IRAM 30 m ve yeni inşa edilen Sardinian 64 m teleskopları bu optik konfigürasyona sahip teleskoplardan sadece birkaçıdır. Orta ölçekte böyle bir teleskobun, hedeflenen rms yüzey hassasiyetine sahip olabilmesi için, çok sayıda etkinleştirici ile kontrol edilen yüzey panellerine sahip olması beklenir. Bu yüzey hassasiyeti (surface accuracy) değeri direkt olarak teleskobun en yüksek çalışma frekansını

Çizelge 1. Geliştirilmesi planlanan teleskobunun teknik özellikleri.

Optik Konfigürasyon	Casegrain, Gregorian + Beamwaveguide
Max. frekans	350 GHz
Çanak çapı	30 metre
Çözünürlük	7.2 yay saniye
Yüzey hassasiyeti	$\lambda/20$

**Şekil 1.** Radyo teleskobunun çalışma ilkesi (1-Anten, 2-LNA, 3-Yükseltici, 4-Tayfçeker, 5- Dedektör, 6-Dönüştürücü, 7-Destek sistemi, 8-11-Motorlar, 12-PC, 13-Yazıcı).

belirlemektedir. Yüzey hassasiyeti, en yüksek rms değeri ışığın dalga boyunun 20'de biri olduğunda sağlanır (Boyarsky A. et al. (2006a)). Buradaki dalga boyu teleskobun maksimum çalışma frekansına karşılık gelmektedir. Stratejik olarak öncelikle en uygun frekans değerinde çalışabilecek teleskobu tasarlayıp, daha sonra bu teleskobu daha üst frekans değerlerine yükseltmeyi uygun buluyoruz. Bunu yaparken kullanılan çeşitli meteorolojik teknikler, teleskobun mekanik ve termal etkilerden kaynaklanabilecek hatalarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Mekanik olarak, teleskobun "pointing, alignment ve gravity" bozuklukları tespit edilir. Termal testler ile teleskobun çanak yüzeyinin termal kararlılığı sağlanır.

5 Teknik Gereklilik

Radyo teleskoplar çok zayıf sinyalleri algılamaya çalıştığı için yüksek kazançlı, yani büyük toplama alanına sahip antenler kullanılmak mecburidir. Bu yüzden, parabolik çanak antenler mm ve mm-altı dalgaboylarında çalışan teleskoplar için yegane seçenektir.

Bir radyo çanağının gökyüzünden gelen zayıf radyo ışınlarını toplaması ve faydalı bir veri setine dönüştürme süreci şekilde görülmektedir. İlk aşama çanakta odaklanan dalgaların beslemeye aktarılmasıdır. Sonraki aşama ise gözlenen sinyalin bir güçlendiriciye taşınmasıdır.

Besleyici antenler çanak anten sisteminin önemli elemanlarından bir tanesidir. Antenler, gözlem yapılmak istenen frekans aralığında gerekli performans kriterlerini (simetrik ışınma, geniş bant, düşük yan lobe ve çapraz polarizasyon gibi) sağlamak zorundadırlar. Günümüzde bütün bu özelliklere sahip tek anten oyuklu dişli boynuzlardır (corrugated horn) (). Bu antenlerin 100 GHz frekanslarına kadar ülkemizde, Tübitak- UZAY,

Tübitak-MAM tarafından geliştirilmeleri mümkündür. Ve yine bu antenlerden elde edilecek zayıf sinyalleri güçlendirebilecek düşük gürültülü yükselticilerin (LNA) tasarım ve test faaliyetleri NANOTAM ve Tübitak-UZAY tesislerinde gerçekleştirilebilir. 100 GHz üstünde çalışan ve kabul edilebilir gürültü performansı sergileyen LNA'lar yeni yeni geliştirilmektedir (Tyler C. et al. (2002)). Bu yüzden, uzun yıllardır bu frekanslarda çalışan radyo teleskop alıcılarında besleyici anteni SIS mixer'lar (karıştırıcı) takip eder. Günümüzde hala 100-150 GHz ve üstünde SIS karıştırıcı'lar en düşük gürültü performansını sergilemektedir. Bunların yanısıra 100 GHz üzeri frekanslarda teleskobun alıcı sistemlerinde pasif olarak kullanılması muhtemel olan antenler, bant geçirici süzgeçler ve güç bölücü gibi dalga kılavuzlarının tasarım ve üretim faaliyetleri Tübitak-MAM tesislerinde gerçekleştirilebilir.

6 Sonuç

Bu bildiriye, Türkiye'deki radyo astronomi çalışmalarının başlatılması ve bir radyo teleskop geliştirilebilmesi için yapılan ve yakın gelecekte planlanan çalışmalara yer verilmiştir. İnanıyoruz ki, bir teleskop seçimi, teleskobun çapı, çalışma frekanslarının belirlenmesi Türkiye'de radyo astronomi politikasının belirlenmesiyle eş değerdir. Bu sayede uluslararası düzeyde bilim ve teknoloji geliştirme yeteneğine sahip ve dünyadaki boşlukları iyi değerlendirecek projeler hedefleyebiliriz. Üniversiteler (İTÜ, Sabancı, ODTÜ, vb.), araştırma enstitüleri (Tübitak-UZAY, MAM, vb.) ve endüstri ile çeşitli ortaklıklar sonucunda yukarıda bahsedilen alıcı sistemlerinin tasarım ve üretim faaliyetleri gerçekleştirilebilir. Diğer taraftan, gerektirdiği hassas üretim teknoloji nedeniyle ülkemizde geliştirilmesi mümkün görünmeyen yüksek frekanslı alıcı bileşenleri (LNA ve SIS mixers) yurtdışındaki ARGE merkezleri ile kurulabilecek ortaklıklar sonucu temin edilebilir. Radyo teleskop çalışmalarının yalnızca astronomiye değil, beraberinde tüm uzay çalışmalarına, tıp, savunma, bilgisayar ve daha birçok disipline kaynaklık ettiğini biliyoruz. Bu nedenle, radyo astronomi çalışmalarının geniş disiplinlerden (mühendislik, doğa bilimleri, vb.) katılımlarla kararlı bir şekilde başlatılması ve bu kapsamda bir bilimsel geleneğin oluşması ülke çıkarlarımız için büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Küçük, İ., vd.: Site selection for a radio astronomy observatory in Turkey: Atmospheric, meteorological and radio frequency analyses. *Exp. Astron.*, Vol 33, No.1, (2012), 1–26.
- Yıldız, U. A., vd.: Ulusal Radyoteleskop Projesi, XVIII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Kongresi VII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Öğrenci kongresi, (2012).
- Dishoeck, V., vd.: *ARA & A*, Vol 36, (1998), 317.
- Lada, C. J., vd.: *The origins of stars and planetary systems*. Kluwer Academic Publishers (1999), 14.
- Arce, H., vd.: *Proceedings of Protostars and Planets*, Vol 245 (2007), 260.
- Granet, C., vd.: *IEEE Antennas and Propagation*, Vol 40, (1998), 2.
- Pisanu, T., vd.: *Proceedings of 7th European VLBI Network Symposium*, (2004).
- Meyer, D. J., vd.: *ApJ*, Vol 744, (2004), 42.
- Kirk, H.: *JRASC*, Vol 105, (2012), 2.
- Clarricoats, P. J. B., vd.: *Corrugated horns for microwave antennas*, *Electromagnetic waves series 18*, IEEE Press, (1984).
- Gawande, R., vd.: *W-band heterodyne receiver module with 27 K noise temperature*, *IEEE Microwave Symposium Digest (MTT)*, (2012), 1-3.

102 *Fahri Öztürk v.ark.*

Erişim:

O24-1650: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Türkiye Meteor Takip Sistemleri

Ozan Ünsalan¹★,

Ersin Kaygısız, Sinan Öngen, Mehmet Emin Özel, Olcay Bölükbaşı, Ayberk Yılmaz

¹ İstanbul Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

Türkiye Meteor Takip Sistemleri ile Çarpma Kraterleri ve Meteoritleri Veritabanı'nın oluşturulması hakkında bilgi verilecektir. Meteorlar, atmosfere girdikleri andan itibaren, özel kameralar ile izlenebilmekte, yörüngeleri özel yazılımlar ile belirlenebilmekte ve potansiyel düşme/çarpma noktaları alan ziyaretleriyle tespit edilebilmektedir. Toplanan meteoritler IR ve Raman spektroskopik yöntemlerin yanısıra SEM-EDX analizleri ile ve petrografik analizler ile incelenip sınıflandırılmakta ve uluslararası literatüre katkıda bulunmaktadır. (Bu proje, TÜBİTAK tarafından MFAG/113F035 no'lu 1001 projesi kapsamında 3 yıl süreyle desteklenmiştir)

Anahtar Kelimeler: meteorites, meteors, meteoroids, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O24-1705: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Alçak Yer Yörüngesi'ndeki Yapay Uydu ve Uzay Çöplerinin, Yer Tabanlı Optik Sistemlerle, Yörüngelerinin Çözülmesi

Seda Aydın Duru^{1*}, Egemen İmre², Sacit Özdemir¹, Ethem Derman¹

¹ Ankara Üniversitesi, Tandoğan Kampüsü, Fen Edebiyat Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100

² University of Surrey, Guildford, Space Center Institute, School of Physics and Electronics, GU2 7XH

Özet

Alçak Yer Yörüngesi'ndeki yapay uydu ve uzay çöpleri, yüksek maliyet gerektiren RADAR (Radio Detecting And Ranging), LIDAR (Light Detection and Ranging) ve özel üretim optik sistemler yerine, COTS (Commercial off-the-Shelf) sistemleri kullanılarak, yörüngelerinin tespitinin düşük maliyetle yapılabilirliği, oluşturulan bir sistemle gösterilmiştir. Teleskop kundağı ve kameranın uzaktan kontrolünün yapıldığı bu sistemde, Gauss ve Gibbs yöntemleri kullanılarak, hedef cisimlerin konum, hız vektörleri ve bu vektörlere bağlı Kepler Yörünge Parametreleri hesaplanmıştır. 8 gözlem setinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda, sistemin hassasiyeti, zamanda 0.5 – 1.0 saniye, konumda 0.1 derece, parlaklık limiti ise 4.5 kadirdir.

Anahtar Kelimeler: celestial mechanics, Güneş Sistemi Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O24-1720: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

TUG T100 Teleskobu ile GAIA Gözlemleri

Orhan Erece^{1,2,*}, Murat Koçak¹, Sıla Eryılmaz Kılıç¹, Hasan Esenoğlu^{1,3}, Halil Kırbıyık¹

¹TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

²Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya

³İstanbul Üniversitesi Fen F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) teleskoplarının çok sayıdaki Gaia uyarılarına uygun yönetilmesi gerekmektedir. Gaia küresel bir proje olup ülkemizi bu alanda TUG temsil edecektir. Uluslararası organizasyona veri sağlanacak, bilimsel yayın için kaliteli veri toplanacaktır. TUG T100 teleskobu için Gaia Yer Destek Gözlemleri'ne ayrılan zaman yılda 80 saat olarak belirlenmiştir. Hem Gaia'dan gelecek uyarılara hazırlık gözlemleri hem de sonrasında Gaia'dan gelen uyarı gözlemleri ile 2015 Şubat ayına kadar T100 teleskobu ile toplam 91 görüntü alınmıştır. Bu görüntülerin gözlem süresi toplam 11.17 saattir. Alınan her bir görüntünün indirgenmesi ile fotometrik sonuçlar Cambridge Fotometrik Kalibrasyon Sunucusuna yüklenir. Burada her bir kaynak için toplanan veriler, o kaynak için ışık eğrisini oluşturarak kaynağın türünün incelenmesine olanak sağlar. Verilerin indirgenmesi için geliştirilen betik ile veriler kolayca indirgenir ve sunucuya yüklenir.

Anahtar Kelimeler: telescopes: space borne, Gözlemleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Giriş

Gaia misyonunun amacı, Samanyolu boyunca astronomik nesnelerin hassas üç boyutlu ölçümleri ile geniş bir yapı haritası oluşturmaktır. Astronomik nesnelerin hareketleri bu animasyon haritaya kodlanacak, Samanyolu'nun kökeni ve evrimi canlandırılacaktır. Gaia projesi ile Samanyolu'nun yaklaşık bir milyar yıldızı için konum belirleme, uzaklık, öz hareket ve atmosferik parametreler (etkin sıcaklık, yüzey çekimi ve bolluk) üzerine kaliteli veri elde edilmesi amaçlanmıştır (Lobel ve ark. 2011; Deneffeld 2011). Bu görevinin yanı sıra, gökyüzündeki beklenmedik geçici parlamalar ile özellikle Güneş Sistemi içerisindeki yeni cisimleri (asteroid, kuyruklu yıldız vb.) keşfedebilir. Ancak Gaia kendi gözlem programına devam edeceğinden, bu keşiflerin Yer gözlemleri ile takip edilmesi gerekmektedir. Bunun sonucunda parlamaların neden kaynaklandığı veya Güneş Sistemi içerisinde yeni bir cisim ise en hızlı şekilde Yer gözlemleri ile astrometrik sonuçlar alınarak yörünge belirlenmeye çalışılır. TUG, bu amaç doğrultusunda Gaia Yer Destek Gözlem Grubu'na dahildir.

2 Çalışma Grupları

Gaia'nın birçok çalışma grubu vardır. TUG'un dahil olduğu Yer Destek Gözlem Grupları iki farklı alanda çalışmaktadır. Bunlardan ilki Cambridge Üniversitesi Astronomi Enstitüsü'nün yürütücülüğündeki geçici parlama olayları üzerine çalışan gruptur. Parlamaların sebebinin bulunabilmesi için farklı zamanlarda farklı gözlemlerinden yapılan gözlemlerin sonuçları toplanır ve ışık eğrisi çıkartılmaya çalışılır (bkz. Şekil 1 ve 2). Burada geçici parlamaya sebep olabilecek olaylar süpernova patlamaları, gel-git dağılması olayı, mikromerceklemeler, kataklizmik değişimler, gama ışın patlamaları ve genç yıldızlı objeler olabilir. Bir diğer çalışma grubu Paris Gözlemevi ve IMCCE enstitüsü yürütücülüğündeki gruptur. Bu grup, Güneş Sistemi içerisinde yeni keşfedilecek olan küçük gezegenlerin yörüngelerini belirlemeye çalışır. Yeni bir cisim bulunduğunda en hızlı şekilde farklı gözlemlerinden farklı zamanlarda yapılan astrometrik gözlemler

sonucunda cismin en düşük hata ile yörüngesi elde edilmeye çalışılır.

3 Yapılan Gözlemler

T100 teleskobu için Gaia gözlemlerine ayrılan zaman çalışma grubu farketmeksizin yılda 80 saattir. Şubat 2015 tarihine kadar 91 Gaia görüntüsü alınmıştır. Bu görüntüler için toplam kullanılan zaman ise 11.17 saattir. Bu gözlemlerin tamamı geçici parlama olayları için gelen uyarıların gözlemleridir. Şubat 2015 tarihine kadar henüz Gaia'dan Güneş Sistemi içinde yeni bir cisim keşfi ile ilgili uyarı alınmamıştır. Her gözlem gecesi sonunda T100 teleskobu gözlem raporlarında Gaia gözlem bilgileri yer almaktadır (bkz. Şekil 3).

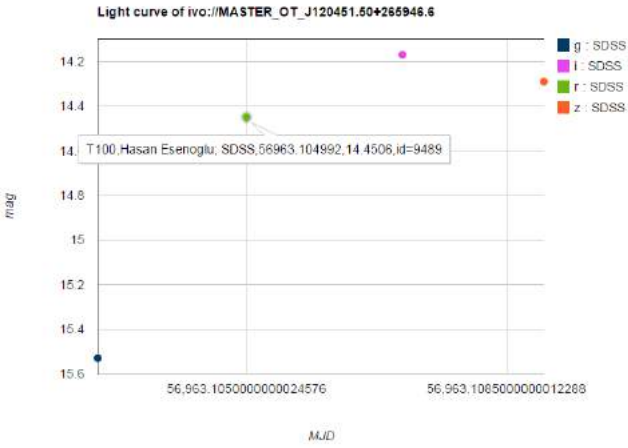
Bugüne kadarki Yer destek gözlemleri ile 8 kaynak gözlenmiştir. Bunlardan 6 tanesi diğer teleskoplardan gelen uyarılar iken 2 tanesi Gaia tarafından gönderilen uyarılardır. Bunlar;

- MASTER_OT J120451.50+265946.6
- ASASSN-14bb
- ON325
- CSS100215:122454+212246
- ASASSN-14ae
- 2014J
- Gaia15aaf
- Gaia15aal

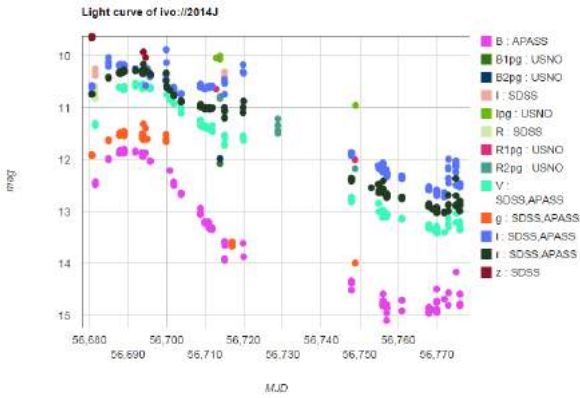
3.1 Veri İndirgeme ve Giriş

Alınan verilerin istenen formatta indirgenmesi için bir betik geliştirilmiştir. Buna göre alınan görüntü IRAF programına girerek ön indirgenmesi yapılır ve bilimsel hale getirilir. Daha sonra [astrometry.net](http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/followup) yazılımı ile astrometrik indirgenmesi yapılarak görüntü alanının wcs (World Coordinate System) koordinatları elde edilir. En son sextractor yazılımı ile tüm alanın fotometrisi yapılır ve sonuç olarak her bir kaynağın wcs koordinatları ile aletsel parlaklığı hesaplanmış olur (bkz. Şekil 4). Hesaplanan bu veriler <http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/followup> adresine yüklenir.

* orhan.erece@tubitak.gov.tr



Şekil 1. Gözlemi yalnızca TUG T100 teleskobu ile SDSS filtreleri kullanılarak yapılmış bir geçici parlama olayı. http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/followup/get_alert_lc?alert_id=25692

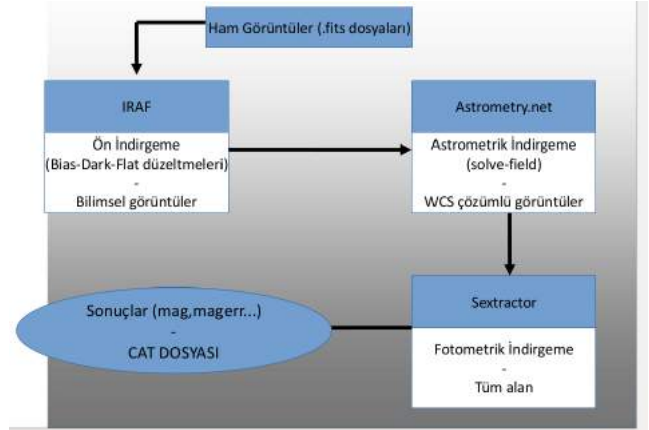


Şekil 2. Uluslararası işbirliği sonucu toplanan fotometrik verilerin oluşturmuş olduğu ışık eğrisi. SDSS filtreleri ile alınan verilerden bazıları T100 teleskobuna aittir. http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/followup/get_alert_lc?alert_id=25462

-N: 20:28:24 - 20:33:11,
22:50:09 - 05:05:42,
05:43:26 - 05:53:09 F:
Gaia: 21:17:36 -
21:49:20-

-Sorun yok. Gaia gözlemi yapıldı. Toplam 7.03 saat gözlem yapıldı. Gaia gözlemi 0.53 saat. Fırsat Gözlemi: 0. saat. Kalan veri kapasitesi: 785.9 GB-

Şekil 3. T100 Teleskobu'na ait gözlem raporlarında Gaia gözlemi bilgileri yer almaktadır. Şekil'de Gaia gözleminin yapıldığı zaman aralığı ve toplam gözlem süresi gösterilmektedir. http://msrv2.tug.tubitak.gov.tr/gozlemoku_t100_with_activity.php



Şekil 4. Hazırlanan betik ile uygulanan indirgeme adımları

4 Tartışma ve Sonuçlar

Gaia benzeri uzay uyduları tarafından katalog dışı gökyüzü parlaklık değişimlerinin takibi astrofiziksel araştırmalar açısından oldukça önemlidir. Uydu, görevine devam edeceğinden parlamaların ya da yeni cismin takibinin Yer gözlemleri ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu sebeple hem bilimsel veri üretimi ve araştırma hem de uluslararası işbirliği içerisinde bulunabilmek için TUG, Gaia Yer Destek Gözlem Grubu'na dahildir.

Bu projenin ana hedefi Gaia Yer Destek Gözlem Grubu'nun üyesi olarak TUG'un, RTT150, T100 ve T60 teleskoplarının katkıları ile Gaia tarafından keşfedilecek eşsiz nesnelere spektral ve fotometrik gözlemlerini gerçekleştirmek olacaktır. Toplanacak veriler, geçici parlama gösteren kaynakların tanımlanması ve sınıflandırılması ile tip Ia süpernovalarının belirlenmesinde kullanılacaktır. Bu sebeple TÜBİTAK BİDEB "2221 Konuk veya Akademik İzinli (Sabbatical) Bilim İnsanı Destekleme Programı" kapsamında Rusya Kazan Federal Üniversitesi'nden Doç. Dr. Almaz Ilurovich Galeev bir yıllığına TUG'da çalışacaktır.

Kaynaklar

- Lobel, A., De Greve, J., Van Rensbergen, W.: Stellar Atmospheres in the Gaia Era - Preface: Journal of Physics. Conference Series, Volume 328, Issue 1, id. 011001, (2011)
- Dennefeld, M.: The ESA-GAIA Mission: Not Only Astrometry. 9th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics. ASP Conference Series, Vol. 451. Edited by S. Qain, K., Leung, Zhu., and Kwok, S.: San Francisco: Astronomical Society of the Pacific (2011) p.317

<http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/followup>
<https://www.imcce.fr/gaia-fun-ss0/>

Erişim:

O24-1735: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

TUG Teleskopları Gözlem Performansı

H.H. Esenoğlu¹²,*, İ. Hamitoğlu¹, K. Uluç¹, O. Okuyan¹, M. Koçak¹, S. Eryılmaz Kılıç¹, M. Parmaksızoğlu¹, O. Erece¹, S. Kaynar¹, T. Özışık¹, H. Kırbıyık¹

¹ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

² İstanbul Üniversitesi Fen F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

TUG resmi sitesinden verilen RTT150, T100 ve T60 teleskoplarının güncel gözlem performansları sunulmaktadır. Gecede 3 saatten az gözlem yapılmışsa "gece gözlem yapılmamış" olarak ve 3 saat ve üstü gözlem yapılmışsa "tüm gece gözlem yapılmış" olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, yüksek nem, şiddetli rüzgar, bulut ve arıza sebebi ile gözlem yapılamayan geceler de belirtilmiştir. Buna göre TUG'un açık gece sayısı 210 ± 30 gün çıkmıştır. Görüş değerleri ise RTT150 için $1.57'' \pm 0.68$ ve T60 için $2.30'' \pm 0.39$ bulunmuştur. Bu çalışma ile aktif çalışan 3 TUG teleskopunun yıllık ve aylık gözlem performansları güncellenmiş olmaktadır. TUG internet sitesinden de bu işlem sürdürülecektir.

Anahtar Kelimeler: observatories: optical, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Giriş

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde 3 teleskop aktif çalışmaktadır; bunlar RTT150, T100 ve T60'tır. Gözlem verilerinin özellikle yayın olarak değerlendirilmesi ve takibine ilişkin "TUG Teleskopları Performans Çalıştayı" her yıl düzenli yapılmaktadır¹. TUG teleskoplarındaki gözlemlere dayalı veya TUG destekli yıllara göre yayın listesi web adresinde² verilmiştir. Gökyüzü şartlarına ilişkin TUG teleskopları gözlem performansı istatistiği de internet sitesinden verilmektedir (referans: RTT150³, T100⁴, T60⁵). Bununla birlikte T60'ın farklı performans grafikleri, bu çalışma ile 2014 yılı için RTT150 ve T100 teleskoplarının performansları ile eşleştirilmiştir.

2 TUG Teleskopları Performansına Veri

Performans grafiklerine veriler günlük olarak tutulan "Gözlem Sonu Raporu"ndan alınmaktadır (referans: RTT150¹, T100², T60³). İki büyük teleskopun raporları günlük tutulmuş maalesef T60'ın eksik bırakılmıştır. Bu yüzden günlük T60'ın ne kadar gözlem yaptığı verisi 2014 yılı için arşivden sorgulama yöntemiyle ve webten⁴ gözlemlerin sayısı adedince başlangıç ve bitiş zamanlarından yararlanılmıştır. Gözlem sonu raporlarında ayrıca yüksek nem, şiddetli rüzgar, bulut ve arıza sebebi ile gözlem yapılamayan geceler de belirtilmiştir. Performans grafiklerinde bunlar da yer almıştır. Gecede 3 saatten az gözlem yapılmışsa "gece gözlem yapılmamış" olarak dikkate alınmıştır.

* esenoglu@istanbul.edu.tr

¹ <http://tug.tubitak.gov.tr/tr/haber/v-tug-teleskoplari-performans-calistayi-23-25-ekim-2015>

² http://www.tug.tubitak.gov.tr/tug_yayinlari.php

³ http://www.tug.tubitak.gov.tr/rtt150_performans.php

⁴ http://www.tug.tubitak.gov.tr/t100_performans.php

⁵ <http://193.140.96.43/cgi-bin/Limits>

¹ <http://msrv2.tug.tubitak.gov.tr/gozlemoku.php>

² http://msrv2.tug.tubitak.gov.tr/gozlemoku_t100_with_activity.php

³ http://msrv2.tug.tubitak.gov.tr/gozlemoku_t60.php

⁴ <http://t40pc3.tug.tubitak.gov.tr/cgi-bin/thumbs.cgi?dates=20150827>

3 saat ve üstü gözlem yapılmışsa "tüm gece gözlem yapılmış" olarak grafiklerde yer almıştır.

2.1 TUG Teleskopları Performans Grafikleri

Aktif 3 teleskopun 2014 yılı açık gece sayısı grafikleri (gün, saat ve yüzde olarak ki yılın tamamı %100) Şekil 1'de verilmiştir. Grafiklerden açık gece sayısı en yüksekten düşüğe sırasıyla RTT150, T100 ve T60 olmuştur. RTT150 ve T100'ün 2013 ve 2012 yıllarında açık gece sayısı grafikleri (gün, saat ve yüzde olarak) Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 1 gibi Şekil 2'de de RTT150'nin açık gece sayısı %28 farkla T100'den yüksektir. TUG'un açık gece sayısını en iyi verenin RTT150 olduğunu söyleyebiliriz. Son 8 yıl süresince RTT150 üzerinden açık gece sayısı ortalama 210 ± 30 gün çıkmış olup grafikleri (gün, saat ve yüzde olarak) Şekil 3'te verilmiştir.

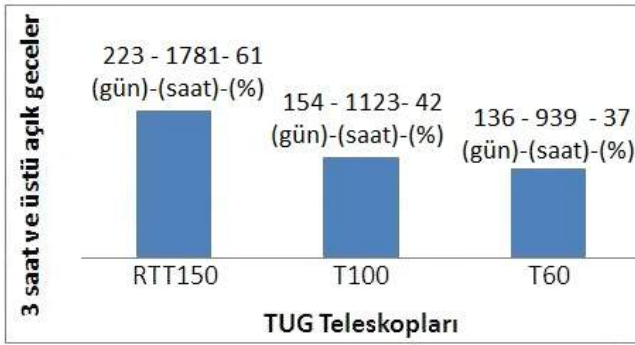
Benzer şekilde aylara göre açık gece sayısı grafikleri, Şekil 4'te 3 teleskopun 2014 yılı için, Şekil 5'te RTT150 ve T100'ün 2013 ve 2012 yılları için ve Şekil 6'da RTT150'nin son 8 yılı için verildi. Şekil 4, 5, ve 6'dan en fazla açık gece sayısı Temmuz ve Ağustos ayları ile en düşük açık gece sayısı Aralık, Ocak ve Şubat ayları olduğu gözükmemektedir.

Öte yandan kapalı geçen gece sayısı grafikleri, Şekil 7'de 3 teleskopun 2014 yılı için, Şekil 8'de RTT150 ve T100'ün 2013 ve 2012 yılları için ve Şekil 9'da RTT150'nin son 8 yılı için verildi. Şekil 7, 8 ve 9'dan kapalı geçme nedeni en fazla bulutlanma ve sonra da nem gelmektedir.

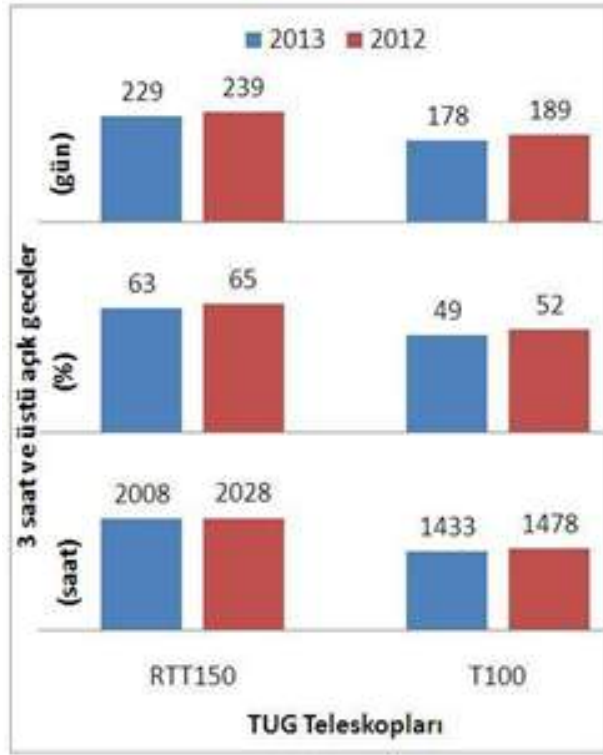
TUG teleskopları performansına girebilecek son bir parametre de Gözlemevi'nin görüş değeridir. T60 bu işlemi otomatik olarak sürekli yapmaktadır. Buna göre yaklaşık son 5 yılın (2015-2010 arasında 837 gece üzerinden) ortalama görüş değeri $2.30'' \pm 0.39$ olup grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Daha eski yaklaşık 4 yılın (Temmuz 2004-Kasım 2000 arası) RTT150 ile ölçülen ortalama görüş değeri de $1.57'' \pm 0.68''$ dir (Aslan ve ark. 2004).

2.2 TUG Benzeri İki Gözlemevi Karşılaştırması

TUG'un açık gece sayısı ve görüş değerleri, Special Astronomical Observatory (SAO; Rusya) ve Maidanak Astronomical Observatory (MAO; Özbekistan) değerlerinki ile Çizelge 1'de karşılaştırılmıştır.



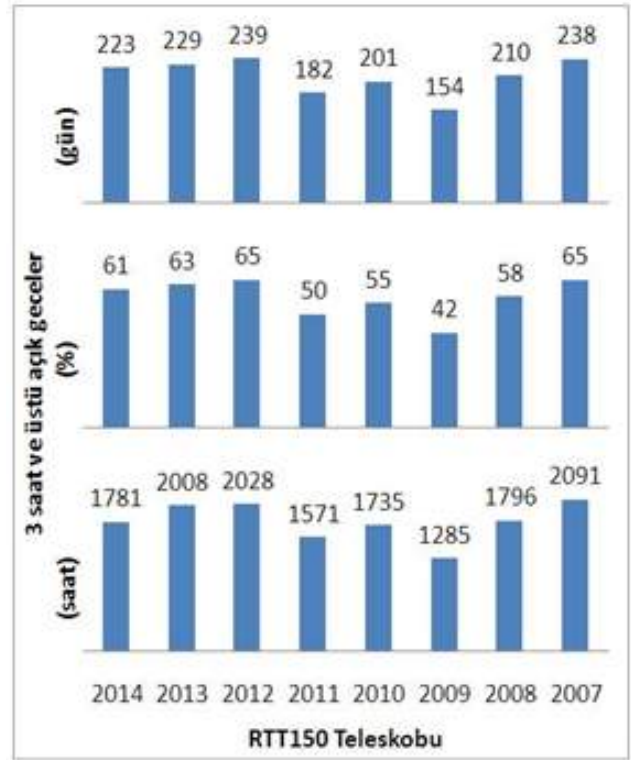
Şekil 1. 2014 yılı açık gece sayısı



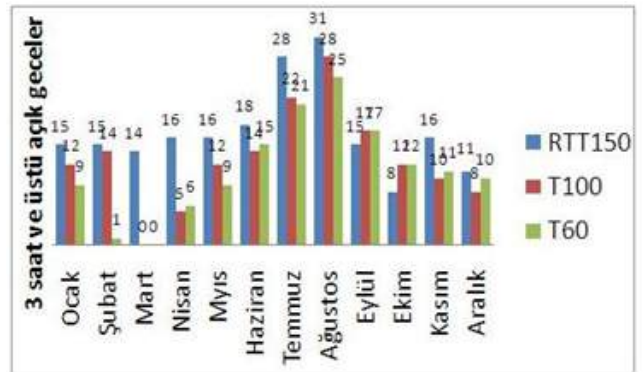
Şekil 2. 2013 ve 2012 yılları açık gece sayısı

3 Tartışma ve Sonuçlar

TUG'un 3 aktif teleskopundan RTT150 en fazla açık gece sayısına sahip olmuştur. Bunun iki nedeni şöyle olabilir: çoğunlukla tayf gözlemlerinin yapılması ve gözlemcinin gözleminde, teleskopun yakınında bulunmasıdır. T100, RTT150'ye göre düşük açık gece sayısına sahip olmuştur. Bunun üç nedeni de şöyle olabilir: fotometrik gözlemlerin yapılması, T100'ün gözlemevi yerleşkesinde atmosfer olaylarına açık en yüksek noktada konuşlanması ve gözlemci gözlemevinin uzağında bulunması (uzaktan erişimli çalışması). Bir de teleskoplar içinde T60 en düşük açık gece sayısına sahip çıkmıştır. Bunun da üç nedeni şöyle olabilir: fotometrik gözlemlerin yapılması, T60'ın gözlemevi yerleş-



Şekil 3. 2014-2007 yılları açık gece sayısı

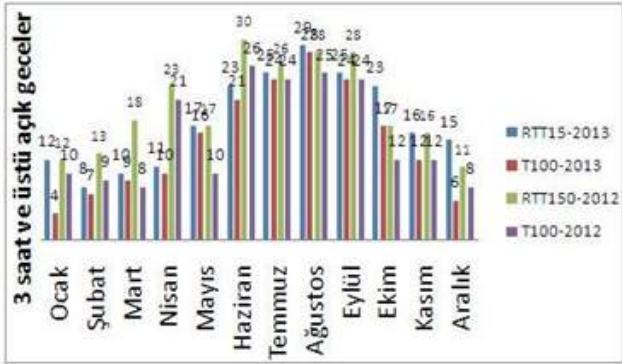


Şekil 4. 2014 yılında aylara göre açık gece sayısı

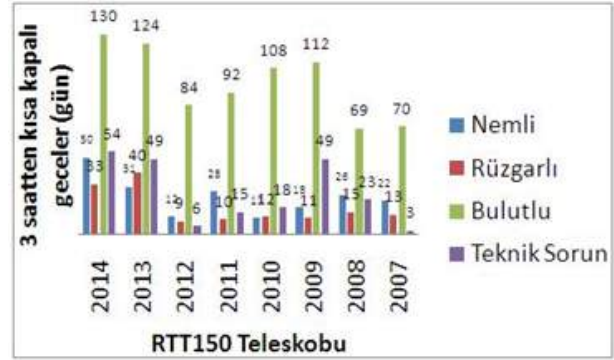
kesinde çanak anten topografyası çukurunda konuşlanması ve gözlemcinin bulunmamasıdır (nesne tabanlı robotik çalışması).

Bu çalışma ile bulunan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

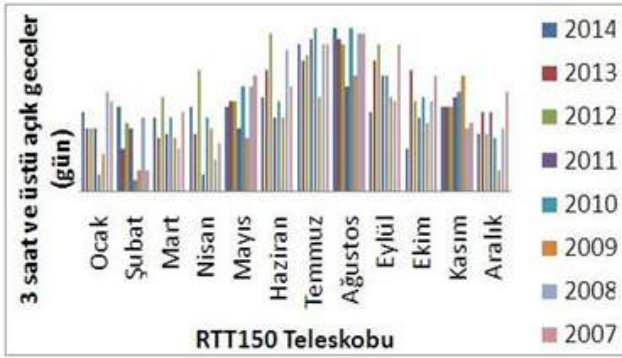
1. RTT150 en fazla açık gece sayısına sahip
2. RTT150 ile T100 arasında açık gece sayısındaki fark=%28
3. T60 en düşük açık gece sayısına sahip
4. TUG'un açık gece sayısı ortalama 210±30gün
5. En fazla açık gece sayısı Temmuz ve Ağustos
6. En düşük açık gece sayısı Aralık, Ocak ve Şubat
7. Gözlem yapılamamasının iki önemli nedeni bulut ve nem
8. Görüş değerleri RTT150 için 1.57"±0.68", T60 için 2.30"±0.39



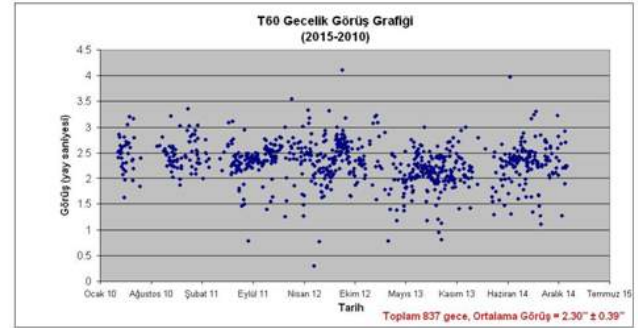
Şekil 5. 2013 ve 2012 yıllarında aylara göre açık gece sayısı



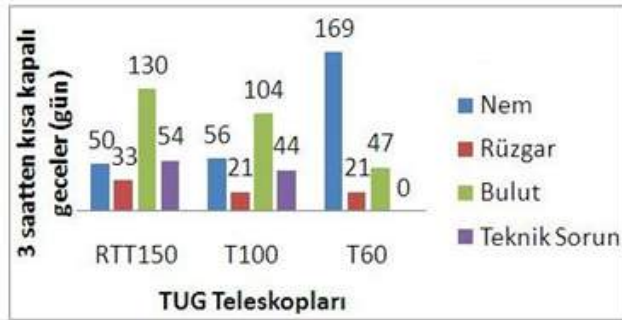
Şekil 9. 2014-2007 yılları kapalı gece sayısı



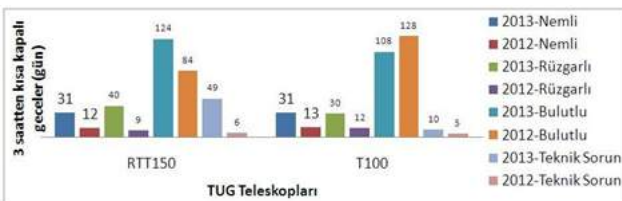
Şekil 6. 2014-2007 yılları arası aylık açık gece sayısı



Şekil 10. T60'ta güncel görüş (seeing) ölçümü



Şekil 7. 2014 yılı kapalı geçen geceler



Şekil 8. 2013 ve 2012 yılları kapalı gece sayısı

	TUG	SAO	MAO
Açık gece sayısı	210 gün	< 210 gün	> 210 gün
Görüş	1".57-2".0.39	> 1".57-2".30	0".65
Doğu boylamı	+30° 20'.1	+41° 26'.5	+64° 54'.0
Enlemi	36° 49'.5	+43 39'.2	+38 41'.1
Yükseklik	2515 m	2100 m	2500 m
Teleskop	1.5 m	6 m	1.5 m

Çizelge 1. TUG performansı benzer iki gözlemevi değerleri ile karşılaştırılması

9. Gözlemevi yerleşkesi içinde atmosfer şartları değişiklik gösterir

Kaynaklar

Aslan, Z., Parmaksızoğlu, M., Keskin, V., Selam, S.O., Yeşilyaprak, C., Şahin, T., Khamitov, İ., Özışık, T. : IV. Ulusal Astronomi Kongresi, 31 Ağustos-4 Eylül 2004, Kayseri

Erişim:

O24-1740: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

DAG ve Uydu Meteorolojisi

F. Başak Yıldırım^{1*}, Nazım Aksaker², Mohammad Shameoni Niaei^{1,3}, Yavuz Güney⁴, Erdem Erdi⁵, Cahit Yeşilyaprak^{1,3}

¹ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

² Çukurova Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adana

³ Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

⁴ Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

⁵ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara

Özet

İkinci Nesil Meteoroloji uydusu (MSG), Dünya ile eş zamanlı dönmekte olup; yerden 36.000 km yükseklikte bulunmaktadır (2012 yılından beri). MSG; üzerinde bulunan 12 tayfsal kanala sahip SEVIRI, görsel ve kırmızı öte radyometre olan GERB aletleri ile her 15 dak. bir Dünya görüntüsünü hızlı tarama özelliğiyle de 5 dak. da bir Avrupa'nın görüntüsünü çekmektedir. Bu veriler, EUMETCAST ile kullanıcılara dağıtılmaktadır. Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi kapsamında, ATASAM'a, 14.06.2012 tarihinde kurulan meteosat sistemi sayesinde 15 dak. bir gelen görüntüler, TMet programı kullanılarak, 12 kanala ait görüntü farkları ile RGB (RedGreenBlue) uygulamaları yapılmaktadır. Bu sayede, Türkiye'nin en büyük teleskobunun yer alacağı DAG yerleşkesinin bulutluluk gibi birçok atmosferik özellikleri anlık olarak izlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: methods: data analysis, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 İkinci Nesil Meteoroloji Uydusu (MSG)

Bu çalışmada, Avrupa Meteorolojik Uydu İşletme Teşkilatı (EUMETSAT) tarafından işletilen METEOSAT uydularından biri olan İkinci Nesil Meteoroloji uydusu (MSG) kullanılmıştır. GERB aleti ile alınan veriler iklim çalışmalarında kullanılmaktadır. MSG uydusunun teknik bilgileri, Çizelge-1'de yer almaktadır.

2 GERB (Geostationary Earth Radiation Budget)

- Görünür ve kırmızı öte radyometre,
- İklim çalışmaları için kullanılmakta,
- Atmosferin en üst noktasındaki ışınımın kısa (SW) ve uzun (LW) dalgaboyu bileşenlerinin hassas ölçümlerini yapmaktadır.

3 SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager)

- Hava tahminleri ve 12 farklı kanal (Çizelge-2),
- 8 kanal: termal kırmızı öte bölge: bulutlar, kara ve deniz yüzeylerinin sıcaklığı,
- 1 kanal; HRV yüksek çözünürlüklü görünür bölge: bulut ve kara yüzeyinin görüntüleri, bulut izi rüzgarları (cloud trace winds), bitki örtüsündeki büyük değişimler, doğal olaylar,
- Soğurulan ozon, su buharı ve CO₂ ile atmosferik hava kütlelerinin karakteristiğinin analizi ve 3 boyutlu atmosfer görüntüsü,
- Görünür bölge kanalı için, yatay görüntü çözünürlüğünün 1 km ye 2,5 km olması: şiddetli havanın başlangıcı ve bitişinin tespiti.

Çizelge 1. MSG Teknik Özellikler

Yörünge Zamanı	24 saat
Tekrar Döngüsü	15 dk. (Tüm Disk) 5 dk. (Avrupa)
Yörünge Kütlesi	1.200 kg
Görüntüleyici Kütlesi	260 kg
Görüntüleyici Yer Uzaklığı	Kanal12 (HRV) Kanal1-11 (VIS,IR,WV)
Güç Kapasitesi	600 W

Çizelge 2. SEVIRI Teknik Özellikler

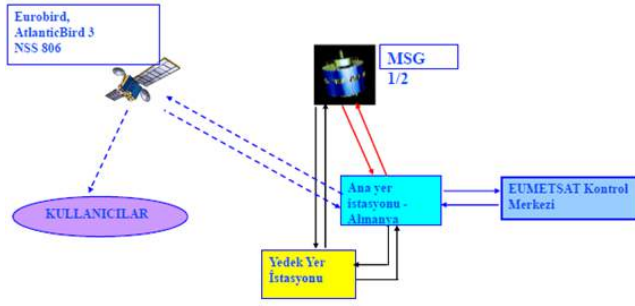
Kanal No	Kanal Adı	Nom. Merkez Dalgaboyu	Nom. Spektral Dalgaboyu
Kanal 1	VIS 0,6	0,635	0,56-0,71
Kanal 2	VIS 0,8	0,810	0,74-0,88
Kanal 3	NIR 1,6	1,640	1,50-1,78
Kanal 4	IR 3,9	3,900	3,48-4,36
Kanal 5	WV 6,2	6,250	5,35-7,15
Kanal 6	WV 7,3	7,350	6,85-7,85
Kanal 7	IR 8,7	8,700	8,30-9,10
Kanal 8	IR 9,7	9,660	9,38-9,94
Kanal 9	IR 10,8	10,800	9,80-11,80
Kanal 10	IR 12,0	12,000	11,00-13,00
Kanal 11	IR 13,4	13,400	12,40-14,40
Kanal 12	HRV	0,4-1,1	0,5-0,9

4 RGB Uygulamaları

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesine destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, TC. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne ve

* basakeminoglu@gmail.com



Şekil 1. Uydu Meteorolojisi

Çizelge 3. Kanal Uygulamaları

Kanal No	Spektral Bant	Uygulama Alanları
1	VIS 0,6	Yer ve bulut tanımlama, Optik bulut kalınlığı
2	VIS 0,8	Bitki örtüsü, Yer ve bulut tanımlama, Optik bulut kalınlığı
3	NIR 1,6	Kar ve buz tespiti, Bulut parçacık büyüklüğü ve safhası
4	IR 3,9	Bulut parçacık büyüklüğü ve safhası, Sis, Yangın, SST
5	WV 6,2	Yüksek seviye su buharı, Atmosferik kararsızlık
6	WV 7,3	Orta seviye su buharı
7	IR 8,7	Kum fırtınası
8	IR 9,7	Ozon kanalı
9	IR 10,8	Bulut tepe sıcaklığı, Atmosferik kararsızlık
10	IR 12,0	Cirrus bulutlarının tespiti, Atmosferik kararsızlık
11	IR 13,4	CO2 kanalı
12	HRV	Bulut detayı (1 km)

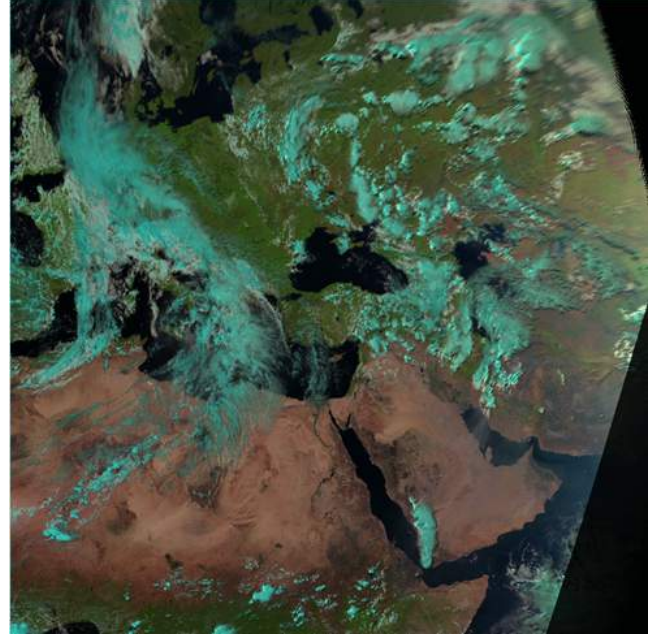
DAG Proje ekibine teşekkür ederiz. Ayrıca, bu çalışma, hem GBAP-2014/45 numaralı Gündümlü Bilimsel Araştırma Projesi hem de 2011K120230 numaralı "Doğu Anadolu Gözlemevi" (DAG) isimli Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Erdi, E., Demir F., Arslan, M. Meteosat Verileri, Nwcsaf Atmosferik Ürünlerinin Özellikleri ve Görüntülenmesi. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 2013.
- Ertürk, A.G., MSG Görüntülerinin Yorumlanması. MSGView Semineri, 2012.
- Ertürk, A.G., MSG SEVIRI Data İşleme ve Görüntüleme Yazılımı. MSGView Semineri, 2011.
- König, M. Basic Satellite Meteorology Course: Introduction to Remote Sensing. EUMETSAT. 2014
- Schmetz, J., Pili, P., Tjemkes, S., Just, D., Kerkmann, J., Rota, S., And Ratier, A. An Introduction To Meteosat Second Generation (Msg). American Meteorological Society. 2002.
- <http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/CurrentSatellites/Meteosat/index.html>
- <http://camiryo.mshyk.org>

Erişim:

O24-1745: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.



Şekil 2. Örnek Uydu Meteo görüntüsü (3 kanal: VIS 0.6, VIS 0.8, NIR 1.6, Bitki: yeşil renkte, Bulutlar: beyaz, Kar: açık yeşil, Okyanus: siyah, Çıplak zemin: kahverengi)

Automation of Davis Weather Station

İlker Moral¹★,

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Davis meteoroloji istasyonu için geliştirmiş olduğum açık kaynak kodlu genel sürücü ile bütün versiyonlarını kontrol edip javascript destekli kullanıcı dostu arayüz ile verileri analiz edebilme sistemi hakkında bildiri sunacağım.

Anahtar Kelimeler: methods: data analysis, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O24-1750: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

UZAYMER

Nuri Emrahoğlu¹★,

Aysun Akyüz, Nazım Aksaker, Hasan Avdan, Şenay Avdan, Utkan Temiz,
Furkan Dölek, Yavuz Güney

¹Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Adana

Özet

Bu çalışmada Çukurova Üniversitesi yerleşkesinde bulunan UZAYMER de yapılan çalışmalar anlatılacaktır. İlk ışık 21 Mart 2013 tarihinde M51 ve M42 galaksilerinin 50 cm'lik teleskop ile alınmıştır. İlk ışığın alındığı tarih itibariyle yapılan test gözlemlerinde seeing 1.8-5.8 arcsec arasında değiştiği gözlenmiştir. Ulaşılabilir parlaklık limitleri 60 s için 14.1, 16.5, 17.4, 17.2 ve 16.3 olarak sırasıyla U, B, V, R ve I filtrelerinde ölçülmüştür. Uzaymer tüm araştırmacılara ve gözlem projelerine açıktır.

Anahtar Kelimeler: telescopes, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O24-1755: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Galaktik OB Oymaklarının Evrimi ve Kinematığı

Volkan Bakış¹★, Selçuk Bilir², Osman Demircan³

¹Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

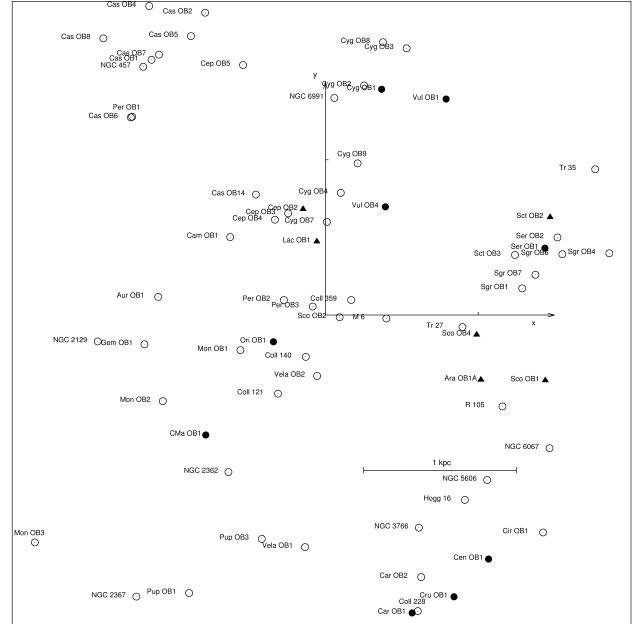
Özet

Yıldız oluşum bölgeleri yıldız evriminin ilk basamaklarını ve bir çok astrofiziksel fenomeni daha iyi anlamamız açısından yegane yerlerdir. Ancak bu bölgelerdeki yoğun gaz ve toz küçük kütleli yıldızların gözlenmesini zorlaştırmaktadır. Sadece ön tayf türünden yıldızlar yüksek ışınım basınından dolayı etrafındaki gazı dağıtmışlar ve kendilerini açığa çıkarmışlardır. Bu çalışmada yıldız oluşum bölgelerinin kinematik ve evrimsel parametrelerinin içinde bulunan çift ve çoklu sistemlerin analizleri ile nasıl belirlendiği kullanılan yöntemler ile anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: planets and satellites: general, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Yıldız oluşum bölgeleri (YOB), sarmal galaksilerin düzlemlerinde ve farklı galaktik doğrultularında bulunan ve yıldız oluşumunun çoğunlukla aktif olduğu bölgelerdir. Yaşları genellikle 50 milyon yılı geçmeyen YOB, üyelerinin zayıf çekimsel bağlarından ötürü galaktik etkileşimler nedeniyle dağılmaya müsaittirler. YOB'ların kimyasal element bolluğu yıldız oluşum oranını etkileyen önemli parametrelerdendir. Bu durum, Samanyolu ile diğer sarmal galaksilerdeki yıldız oluşumunun anlaşılmasında YOB'ların kimyasal kompozisyonunun bilinmesini gerektirir. Genel olarak, yıldızlararası ortam yüzde 70 hidrojen gazı, geri kalan çoğu gazın helyumdan ve çok az bir kısmının da metal adı verilen diğer ağır elementlerden oluşmaktadır. Yıldızlararası ortamın bir kısmı nebula adı verilen çok daha yoğun gaz bulutlarından oluşur ve yıldızlar bu tür gaz bulutlarında meydana gelirler. Yıldızlararası ortamın tipik yoğunluğu 0.1-1 parçacık/cm³ iken yıldız oluşumunun meydana geldiği dev yıldız bulutlarındaki yoğunluk 1000 parçacık/cm³'tür. Kütleleri Güneş kütleline kadar çıkabilen dev gaz ve toz bulutları içerisindeki gaz basıncı, çekimsel çökme durduramayacak kadar yetersiz olduğunda bulut içinde meydana gelecek bir te-dirginlik bulutun çökme sürecini başlatacaktır. Çökme süreci ilerledikçe daha küçük parçalara ayrılan molekül bulutu çekimsel potansiyel enerjisini çevresine ısı olarak yayar. Sıcaklığın ve basıncın artmasıyla bulut parçası, dönen bir gaz küresine dönüşür. Gaz küresinin sıcaklığı iç basıncı çekimsel kuvvete karşı koyacak kadar arttığında, yıldız öncesi cisim meydana gelir. Bu cisim saran gaz ve toz ortam yıldız etrafında bir disk oluşturarak yıldızın üzerine düşmeye ve açısız momentum aktarmaya devam eder. Bu sırada yıldız öncesi cisim, evrim diyagramında Hayashi çizgisi adı verilen bir yol üzerinde anakola doğru ilerler. Hayashi çizgisi sonuna gelen ve hidrostatik dengeye ulaşan (Hayashi limiti) yıldız öncesi cismin çökmesi sabit sıcaklık altında Kelvin-Helmholtz zaman ölçeğinde devam eder. Bu evreden sonra anakola ulaşan yıldız öncesi cisimler, merkezlerinde hidrojeni yakacak sıcaklığa ulaştıklarında yıldız olarak adlandırılırlar. YOB'larda henüz anakola girmemiş 2 Güneş kütleli yıldızlara kadar T Tauri, 2 ile 8 Güneş kütleli arasında kütleyle sahip olanlara Herbig Ae/Be yıldızları adı verilir. YOB'larda 8



Şekil 1. Güneşten 2 kpc uzaklık içerisinde yer alan YOBların Galaktik düzleme izdüşümü. Uzaklık ve koordinat bilgisi Mel'nik ve Dambis (2009)'den alınmıştır. Bu çalışmada çalışılan gölgeler dolu daireler, daha çok veriye ihtiyaç duyulan bölgeler ise dolu üçgenler ile gösterilmiştir.

Güneş kütlelerinden daha büyük kütleli yıldızların evrimleri daha hızlı olacağından büyük kütleli yıldızları gözlemek zordur.

Bugün YOB dışında gözleyemediğimiz çoğu tek, çift veya çoklu yıldız sistemleri bir zamanlar yıldız oymağı olarak adlandırdığımız bir molekül bulutunda diğer üye yıldızlar ile aynı uzaysal hızda hareket etmekteydiler. Zamanla galaktik etkileşimlerden, süpernova patlamaları veya yıldız çarpışmalarından en az bir tanesine maruz kalarak yıldız oymağının dağılması neticesinde üye yıldızlar da kazandıkları yeni açısız momentumları ile uzayda farklı yerlere dağılmışlardır. YOB dışında bulunan çoklu sistemlerin daha az bulunması, YOB'ların dağılması (buharlaşıma) sırasında çoklu sistemlerin kazandıkları açısız mo-

★ volkanbakis@akdeniz.edu.tr

Çizelge 1. İncelenen YOB'lara ait bazı temel özellikler.

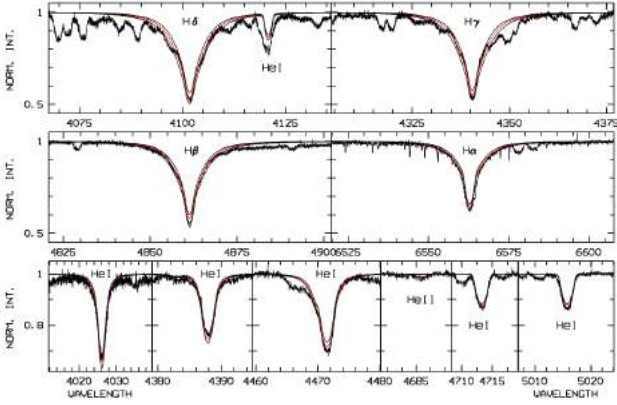
Oymak Adı	Çift/Çoklu Sistem	Galaktik Boylam	Galaktik Enlem	Uzaklık (kpc)	RV (km/s)
Ser OB1	QR Ser	14.69	-0.97	1.5	-5
Sct OB2	W, V493 Sct	23.2	-0.5	1.6	-11
Vul OB1	AT Vul	59.41	-0.12	1.6	+3.1
Vul OB4	EV Vul	60.66	-0.17	0.8	-2.9
Cyg OB1	V493, V455, V456, V2107, V1068 Cyg	76.82	+1.44	1.5	-13.5
Lac OB1	AA And	99.69	-17.64	0.5	-13.6
Cep OB2	SU, V446 Cep	99.25	+3.77	0.7	-17
Cas OB6	DN	135.0	+0.8	1.8	-42.7
Cas-Tau	DV Cam, V559 Cas	Tüm Gökyüzü		0.14	-
Ori OB1	IM Mon	195.44	-12.8	0.4	+25.4
CMa OB1/OB2	FM, LT CMa	224.18	-2.22	1.1	+34.3
Car OB1	HH Car	284.51	-0.04	1.8	-5
Cru OB1	MQ Cen	294.12	-1.97	2.00	-5.3
Cen OB1	ET Cru	303.17	+2.43	1.9	+19
Ara OB1	LP Ara	336.5	-1.5	1.1	-36.3
Sco OB1	V565 Sco	343.74	+1.36	1.5	-28.8
Sco OB4	FV Sco	352.39	+2.9	1.0	+3

mentumun bu sistemlerin bileşenlerini birbirinden ayırarak kadar büyük olabileceği gerçeğinden kaynaklanmaktadır.

Yıldız oluşum simülasyonları yıldız oymaklarındaki yıldızların hepsi olmasa da, büyük bir çoğunluğunun çift veya çoklu sistemlerin bir üyesi olduğunu göstermektedir. Yıldız oluşum bölgelerindeki çift ve çoklu sistemlerin sayısının çok olmasının rastlantı olmadığı ve yıldız oluşum sürecinin bir parametresi olduğunu gösteren teorik çalışmalar (Brown (2001); Bouy ve diğ. (2006); Kouwenhoven ve diğ. (2007)), bu bölgelerdeki çift ve çoklu sistemlerin ayrıntılı gözlem ve analizlerinin yapıldığı çalışmaları (ön tayf türündeki yıldızlar için diğerleri arasında Hensberge (2007); Bakış ve diğ. (2007), geri tayf türündeki anakol öncesi çift yıldızlar için diğerleri arasında Luhman (2005); Luhman & Potter (2006) destekler niteliktedir. Brown (2001) yakın YOB'larda ilk oluşan çift yıldızların karakteristiklerini belirlemek için bir çalışma yapmıştır. Bouy ve diğ. (2006) Upper Sco OB YOB'undaki çoklu yıldızların nüfusunun özelliklerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu çalışmaya göre çok küçük kütleli yıldızların 100-150 AB yarı büyük eksen büyüklüğünde yörüngelere sahip çift sistemler oluşturduklarını bulmuşlardır. Kouwenhoven ve diğ. (2007) teorik simülasyonları kullanarak, Sco OB2 oymağındaki orta kütleli çift yıldız nüfusunun ve gözlenen özelliklerinin (yörünge dönemleri, yörüngelerinin yarı büyük eksen uzaklıkları) gözlemlerle uyumluluğu incelemiştir. Nitschelm (2003) Sco-Cen YOB'undaki tüm çift ve çoklu sistemlerin bir kataloğunu oluşturmuştur ve bu katalogta belirlediği aday yıldızların sistematik tayfsal gözlemlerini yaparak yeni çift ve çoklu ön tayf türü çift ve çoklu sistemlerin belirlenmesine devam etmektedir. Hensberge (2007) Sco-Cen YOB'undaki biri çift (V883 Cen) diğeri çoklu (η Mus) olan iki sistemi tayfsal ve fotometrik olarak incelemiştir. Bakış ve diğ. (2007) çalışmasında ise Sco-Cen üyesi olan η Mus'un ayrıntılı tayfsal ve fotometrik çalışması yapılmış ve sistemde görünmeyen bir diğer bileşenin varlığının tayftaki izleri ortaya konarak η Mus'un Sco-Cen YOB'unun özellikleri ile uyumluluğuna kinematik olarak bakılmıştır. Nitschelm ve ark., Galaksimizdeki YOB'lar üzerine Şili'de düzenlenen toplantıda Sco-Cen OB YOB'undaki çift ve çoklu sistemlerin özelliklerini ile bu bölgedeki bir çoklu sistemin doğasını ortaya koyan bir çalışmayı sunmuşlardır. Çalışmada bu tür sistemlerin dikine hız ölçümlerini kullanarak Sco-Cen YOB'undaki üye yıldızlar arasından çift ve çoklu sistemlerin nasıl ayrıldığı gösterilmiştir.

Sco OB2 oymak kompleksindeki çift sistemlerin dağılımlarına bakıldığında B0-B3 tayf aralığındaki çift ve çoklu sistemlerin sayısının toplam oymak üyesi yıldızların sayısına oranı ortalama 0.8, B4-B9 tayf aralığı için 0.4, A tayf türü için 0.3, F tayf türü için 0.2 ve GKM tayf türleri için de 0.3'tür. Gözlemler ile teorik hesaplamalar arasındaki tutarsızlığın nedenlerinden biri seçim etkisi olsa da en önemli neden matematiksel hesaplamalarda önemli bir parametre olan yıldız oymağının başlangıç kütle fonksiyonunun (BKF) iyi belirlenememesidir. BKF, yıldız oymağındaki yıldızların kütlelerinin dağılımını veren bir fonksiyondur ve iyi belirlenebilmesi için oymaktaki en küçük kütlede en büyük kütleli yıldızlara kadar gözlenmesi ve fiziksel parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. BKF'nin duyarlı olarak belirlenebilmesi YOB'lardaki yıldız oluşum sürecinde çift sistemler oluştuğundan hemen sonra ve dinamik evrim başlamadan önce çift ve çoklu sistemlerin sıklığının öğrenilmesini sağlamaktadır. BKF'nin belirlenebilmesindeki en büyük sorunlardan biri küçük kütleli anakol öncesi sönük yıldızların içinde buldukları bulutun da soğurma etkisiyle çok daha sönük olmaları ve optik bölgede gözlenemez hale gelmeleridir. Bu tür anakol öncesi yıldızların gözlemleri yakın kızılötesi bölgede soğurmanın az olduğu yüksek mevkilere yerleştirilmiş büyük teleskoplarla ve gelişmiş gözlem teknikleriyle (yüksek çözünürlüklü kızıl ötesi kameralar vb.) yapılmaktadır. Daha parlak ön tayf türünden yıldızlarda ise, birkaç yıldız oluşum bölgesi dışında, ayrıntılı tayfsal çalışmalardan daha çok, fotometrik yöntemlerle yıldızların mutlak parametrelerine ulaşılma yoluna gidilmiştir. Bunun nedeni, ön tayf türündeki yıldızlardan oluşan çift sistemlerin tayflarında az sayıda çizgi bulunması ve bu çizgilerin de yıldızların hızlı dönmelerinden dolayı belirsiz bir hale gelip tayfsal analizlerini zorlaştırmasıdır. Bu sistemler çoklu olduğunda, tayfa her bir bileşenin süreklilik çizgileri yörünge çevrimi sırasında bir diğer yıldızın tayfındaki soğurma çizgilerini zayıflatacağından durum çok daha karmaşık bir hal alır. Bu tür sistemlerin incelenmesinde son yıllarda geliştirilmiş modern analiz teknikleri (tayfın fourier veya dalgaboyu uzayında incelenmesi vb.) kullanılmaktadır.

Çift yıldızlar astrofizikte birçok fenomenin (Tip Ia Süpernovalar, kısa ve uzun gama-ışın patlamaları, X-ışın bileşenli çiftler, milisaniye pulsarları ve çift nötron yıldızları) açıklanmasında önemli rol oynarlar. Ayrıca çift yıldızların yoğun yıldız bulutlarının



Şekil 2. V2107 Cyg çift sisteminin baş bileşenin NLTE atmosfer modeli ile hesaplanan sentetik tayflar ile modellenmesi (Bakış ve diğ. (2014)).

daki dinamik evrimi etkilediği de bilinmektedir. Çift ve çoklu sistemlerin sık olmasına rağmen oymaklardaki tüm yıldızların tek yıldız varsayımı altında fotometrisinin yapılması, oymak hakkında elde edilen bilgilerin hatalarını arttırmaktadır. Çünkü çift ve çoklu yıldız sistemlerinin fotometrik parlaklığı ve rengi ile bileşenlerin ayrı ayrı parlaklık ve renkleri birbirlerinden farklıdır. Bu nedenle bu bölgelerdeki yıldızların duyarlı fiziksel parametrelerine ulaşmanın en güvenilir yolu, oymaklardaki çift ve çoklu yıldız sistemlerin fotometrik ve yüksek çözünürlüklü tayfsal veriler ile birlikte analiz etmektir. İncelenen çift veya çoklu sistemlerin tayflarının bileşenlerine ayrıştırılması ve ayrıştırılmış tayflarının ayrı ayrı incelenmesi ile sistemdeki tüm bileşenlerin gerçek fiziksel özelliklerine ulaşmak mümkün olmaktadır.

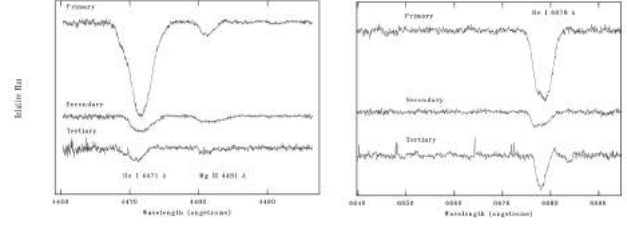
Bu çalışmada YOBda incelenen yıldızların yüksek çözünürlüklü tayfları, "tayfın ayrıştırılması" yöntemi ile bileşenlerine ayrıştırılarak model atmosfer yaklaşımları ile uyumluluğuna bakıldı ve ilgili bileşenin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi, dönme hızı, element bolluğu gibi parametrelerine ulaşılmıştır. Bileşenlerin kimyasal özellikleri, içinde buldukları ortamın özelliklerini yansıtacağından, aynı bölgedeki farklı yıldızlardan elde edilecek kimyasal kompozisyon bölgesinin element bolluğu hakkında bilgi vermiştir. Ayrıca, ayrıntılı tayfsal analiz sonucunda elde edilen çift veya çoklu sistemin kütle merkezi hızı ve sistemin astrometrik verilerinin (koordinat, öz hareket ve paralaks) bir araya getirilmesi ile incelenen yıldız sistemin uzay hızına ulaşılmıştır. Yıldız sistemi için ulaşılabilecek bu bilgi aynı zamanda oymağın kinematığı hakkında da bize bilgi vermiştir.

Bu çalışmada incelenen YOBlar bazı temel özellikleri ile birlikte Tablo 1'de verilmiştir. Şekil 1'de ise Güneş'ten 2 kpc uzaklık içerisinde yer alan YOBların Galaktik düzlemdeki izdüşümleri gösterilmiştir.

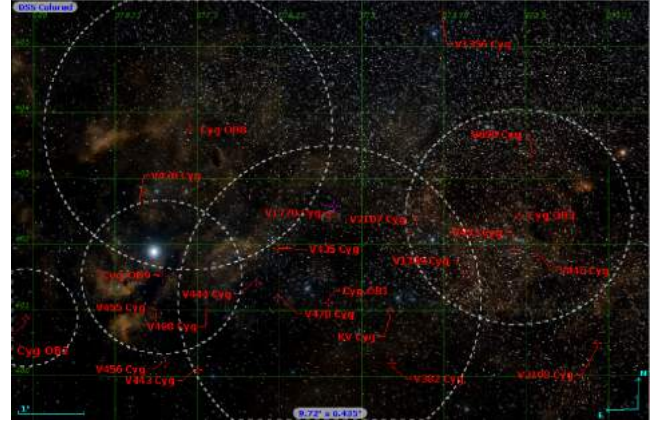
2 Gözlemler

Tablo 1'de bazı özellikleri verilen 18 YOB içinde yer alan toplam 25 çift/çoklu sistem fotometrik ve tayfsal yöntemlerle gözlenmiştir. Bunlara ek olarak üç uzun dönemli (V1068 Cyg, W Sct, V493 Sct) ve üç kısa dönemli sistem (EV Vul, AA And, SU Cep) de sadece fotometrik olarak gözlenebilmiştir, ayrıntılı analiz için tayfsal veriye ihtiyaç vardır.

Fotometrik gözlemler üç farklı gözlem yerinde yapılmıştır; Ulupınar Gözlemevi (0.4 ve 1.22 m teleskoplar), TÜBİ-



Şekil 3. Tayfında üç bileşen barındıran CMA OB1 üyesi FM CMA'nın bileşke tayflarının farklı iki dalgaboyu bölgesinde bileşenlerine ayıklanması.



Şekil 4. Cygnus YOB kompleksi ve bu kompleksteki oymaklar (Bakış ve diğ. (2014)).

TAK Ulusal Gözlemevi (0.6 ve 1.0 m teleskoplar) ve SAAO-Güney Afrika Astrofizik Gözlemevi (0.5 m teleskop). Tayfsal gözlemler ise dört farklı gözlemevinde yapılmıştır; TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (1.5 m teleskop, Coude-Echelle, $R \sim 40000$), SAAO (1.9 m teleskop, GIRAFFE, $R \sim 39000$), Observatorio del Roque de los Muchachos-Spain (1.2 m teleskop, HERMES, $R \sim 80000$) ve ESO La Silla-Chile (2.5 m teleskop, FEROS, $R \sim 48000$).

3 Yöntem

Bu çalışmada izlenen yöntem örten çift ve çoklu yıldız sistemleri kullanılarak bu sistemlerin buldukları ortama ilişkin parametreleri elde etmektir. Çünkü bugün hala yıldızlara ait bilgiyi en hassas örten çift yıldız sistemlerinden elde edebiliyoruz. Sadece fotometrik olarak gözlenebilen örten çift sistemler bize sistemin yörünge eğimi, bileşenlerin sıcaklıkları, göreceli yarıçapları ve ısıtma oranları gibi parametreleri verirken, bu gözlemsel veri sistematik olarak elde edilmiş tayfsal veri ile birleştirildiğinde başta bileşenlerin kütleleri, yarıçapları, yörünge bütünlüğü ve varsa basıncı, bileşenlerin mutlak parlaklıkları, ısıtmaları, gibi parametreler doğrudan elde edilebilmektedir. Bu parametreler kullanılarak da hassas uzaklık ve yaş belirlenebilir. Yaş belirleme bileşenlerin HR diyagramındaki konumlarının yıldız evrim modelleri ile karşılaştırılması yoluyla yapıldığından sistemin metal bolluğunun yüksek çözünürlüklü tayflar kullanılarak belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için farklı metal bolluklarında model atmosferler hesaplanarak incelenen dalgaboyu aralığı için sentetik tayflar oluşturulur ve gözlemler ile karşıla-

tırlır. Karşılaştırmada en iyi uyan model kikare testi ile yapılrısa elde edilen parametrelerin hataları da belirlenebilir. YOBlarda ön tayf türünden yıldızlar ile ilgilendiğimizden tayfsal modellerde yerel termodinamik dengeden uzaklaşmak durumunda kalınmıştır (bkz. Şekil 2).

Bilindiği üzere bir çift veya çoklu sistem tayfsal olarak gözleendiğinde elde edilen tayfta, eğer uygun evrede alınmış, bileşenlerin toplam ışığa katkısı ve tayfin S/G oranı ile çözünürlüğü uygun değerlerde ise, tüm bileşenlerin çizgilerini görmeyi bekleriz. Bileşenlerin çizgi şiddetleri bileşke tayfta $\frac{I_i}{I_1+I_2+I_3+\dots}$ ($i=1,2,3,\dots$) çarpanı kadar azalmıştır. Bir yakın çift yıldız sisteminde bu çarpan yörünge çevrimi boyunca sürekli değişmektedir. Çünkü bileşenler birbirlerine çok yakın olduklarından küresellikten ayrılmışlardır. Bu da tutulmalar dışında bile toplam ışığın değişmesine sebep olmaktadır. O halde bileşke tayfin elde edildiği evre bileşenlerin tayf çizgileri modellenirken dikkate alınması gereken bir parametredir. Bu araştırma projesinde bileşke tayfı tek tek modellemek yerine bir adım daha ileri gidilerek bileşenlerin bileşke tayftan ayrıştırılmasını sağladık. Bu yöntem ilk olarak dalgaboyu uzayında **Simon ve Sturm (1994)** tarafından matematiksel olarak gösterilmiştir. Ancak ?'un geliştirdiği yöntem çok sayıda matematiksel işlem gerektirdiğinden çözümler uzun zaman almaktaydı. Daha sonra **Hadrava (1995)** ve **Ilijic (2004)** problemi fourier uzayına taşıyarak analizlerin çok daha kısa zamanda yapılabileceğini göstermişlerdir. Bu projede bileşke tayftan bileşenleri ayırmak ve tayfsal yörünge elemanlarını belirlemek için **Hadrava (1995)** tarafından geliştirilen KOREL kodu kullanılmıştır.

Bu çalışmada ele aldığımız YOBlardaki çift ve çoklu sistemleri belirlerken önce **Mel'nik ve Dambis (2009)** tarafından verilen oymakların kinematik bilgileri kullanılarak ilgili YOB'un sınırları çizilmiştir. Bu sınırlar içerisindeki tüm O veya B-tayf türünden çift/çoklu örten sistemler belirlenmiştir (Şekil 4). Belirlenen adayların fotometrik ve tayfsal gözlemleri yapılarak önce üyeliğine bakılmış daha sonra üye olan sistemlerin yaş, kimyasal element bolluğu ve kinematik parametreleri hesaplanarak içinde bulunduğu YOBun bu parametreleri güncellenmiştir.

Fotometrik verilerin indirgenmesinde DAOPHOT tabanlı C-MUNIWIN¹, ışık eğrilerinin analizinde ise **Wilson ve Devinney (1971)** programı kullanılmıştır. Tayfsal veriler üzerinde yapılan tüm indirgemeler IRAF ile yapılmıştır. Tayfların KOREL ile bileşenlerine ayrıştırılmasından sonra bileşen tayflarına kimi zaman LTE (**Kurucz (1993a)**) kimi zaman da NLTE (**Hubeny ve diğ. (1995)**) model atmosfer modellemesi yapılmıştır. Atmosfer modellemelerinde atmosfer parametreleri (T_{eff} , $\log g$, vsini, ζ) için geniş bir ağ oluşturularak gözlem tayfı bu sentetik tayf ağı içerisinde en küçük χ^2 aranmıştır (**Bakış ve diğ. (2011)**). Mutlak öğeleri duyarlı bir şekilde belirlenen sistemlerin evrim durumları $\log T_{eff} - \log L$ veya $\log T_{eff} - \log g$ düzlemlerinde **Bertelli ve diğ. (2009)**'nin teorik evrim modelleri kullanılarak incelenmiştir.

4 Sonuçlar ve Tartışma

YOBlardaki çift ve çoklu yıldız sistemleri incelenerek seçilen YOBlara ait parametrelerin elde edildiği bu çalışmada toplamda 18 adet YOB içinde yer alan 25 çift/çoklu sistem incelenmiştir. Gözlem programına giren sistemlerin hassas dikine hız eğrilerinin elde edilmiş olması ve tayfsal veriler ile fotometrik verilerin eş zamanlı çözümünden hesaplanan uzaklıkların literatürdeki öz hareket verileriyle birleştirilmesi sistemlerin kinematik

analizlerinin yapılmasına olanak vermiştir. İncelenen sistemlerin oymaklar ile olan fiziksel ilişkisini ortaya koyabilmek için literatürde oymaklar üzerine yapılan en son çalışmalar, bu proje çalışmasında elde edilen ile karşılaştırılmış ve olası üyelik durumları tartışılmıştır. Oymaklara üye yıldız sistemlerinin tayfsal ve fotometrik analizi, bileşen yıldızların fiziksel özelliklerinin ortaya çıkartmakla beraber oymakların başlangıç kütle fonksiyonlarını elde etmek isteyen teorisyenler için de önemli bir gözlemsel bulgudur. Ayrıca, araştırma kapsamında incelenen oymak üyesi çift ve çoklu yıldız sistemlerinin modern yöntemler kullanılarak yapılan analizlerinden ele alınan oymakların yaş, uzaklık ve element bolluğu gibi bilgilere literatürde belirlenen değerlerden çok daha iyi bir hassasiyetle ulaşılmıştır.

Kouwenhoven ve diğ. (2007) yıldız oluşum bölgelerinin matematiksel simülasyonunu yaptıkları çalışmada yeni oluşan yıldızların yüzde 99'unun çoklu sistem olarak oluştuğunu ve çoklu sistem olmanın yıldız oluşumunun bir karakteristiği olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu proje kapsamında incelenen çift sistemlerin büyük çoğunluğunun en az bir uzak bileşene sahip olduğu görüldü. Bu da **Kouwenhoven ve diğ. (2007)**'nin önerisini destekler niteliktedir.

Teşekkür

Bu araştırma 109T449 nolu TÜBİTAK/EVRENA projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Bakış, V., Bakış, H., Eker, Z., Demircan, O.: η Muscae: a young detached binary with two identical components MNRAS **382** (2007) 609
- Bakış, V., Hensberge, H., Bilir, S., Bakış, H., Yılmaz, F., Kıran, E., Demircan, O., Zejda, M., Mikulášek, Z.: Study of Eclipsing Binary and Multiple Systems in OB Associations. II. The Cygnus OB Region: V443 Cyg, V456 Cyg, and V2107 Cygnus AJ **147** (2014) 149
- Bakis, H., Bakis, V., Bilir, S., Mikulášek, Z., Zejda, M., Yaz, E., Demircan, O., Bulut, I.: Study of Eclipsing Binary and Multiple Systems in OB Associations. I. Orion OB1a - IM Monocerotis PASJ **63** (2011) 1079
- Bertelli, G., Nasi, E., Girardi, L., Marigo, P.: Scaled solar tracks and isochrones in a large region of the Z-Y plane. II. From 2.5 to 20 M_{\odot} stars A&A **508** (2009) 355
- Bouy, H., Mart'in, E. L., Brandner, W., Zapatero-Osorio, M. R., Béjar, V. J. S., Schirmer, M., Huélamo, N., Ghez, A. M.: Multiplicity of very low-mass objects in the Upper Scorpius OB association: a possible wide binary population A&A **451** (2006) 177
- Brown, A., G., A.: Open Clusters and OB Associations: a Review RMxAC **11** (2001) 89
- Hadrava, P.: Orbital elements of multiple spectroscopic stars. A&AS **114** (1995) 393
- Hensberge, H., Nitschelm, C., Olsen, E. H., Sterken, C., David, M., Freyhammer, L., M., Landin, N. R., Bouzid, M. Y., Papadaki, C., Pritchard, J., D., Clausen, J., V., Vaz, L., P., R.: The eclipsing double-lined binaries V883Cen and η Mus MNRAS **379** (2007) 349
- Hubeny, I., Lanz, T.: NLTE line blanketed model atmospheres of hot stars. I. Hybrid Complete Linearization/Accelerated Lambda Iteration Method AJ **439** (1995) 875
- Ilijic, S., Hensberge, H., Pavlovski, K., Freyhammer, L. M.: Obtaining normalised component spectra with FDBinary ASPC **318** (2004) 111
- Kouwenhoven, M., B., N., Brown, A., G., A., Portegies Zwart, S., F., Kaper, L.: The primordial binary population. II. Recovering the binary population for intermediate mass stars in Scorpius OB2 A&A **474** (2001) 77

¹ <http://c-munipack.sourceforge.net/>

- Kurucz, R., L.: Atlas 9 Stellar Atmosphere Programs and 2 km/s Grid
Cambridge, MA: Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
CDROM 13 (1993)
- Luhman, K., L.: Discovery of a Wide, Low-Mass Binary System in
Upper Scorpius ApJ **633** (2005) 41
- Luhman, K., L., Potter, D.: Testing Theoretical Evolutionary Models
with AB Doradus C and the Initial Mass Function ApJ **638** (2006)
887
- Nitschelm, C.: The binary population in the Sco-Cen Complex: the
present state of knowledge and preparation of future research
ASSL **299** (2003) 16
- Mel'nik, A., M., Dambis, A., K.: Kinematics of OB-associations and
the new reduction of the Hipparcos data MNRAS **400** (2009)
518
- Simon, K., P., Sturm, E.: Disentangling of composite spectra A&A
281 (1994) 286
- Wilson, R., E., Devinney, E., J.: Realization of Accurate Close-Binary
Light Curves: Application to MR Cygni ApJ **166** (1971) 605

Erişim:

O24-1800: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Örten Gezegenlerin Geçiş Işık Eğrileri Analizleri için Yeni bir Yazılım: WinFitter ve Uygulamaları

Çağlar Püsküllü^{1,2,*}, Faruk Soyduğan^{1,2}, Ahmet Erdem^{1,2}, Edwin Budding^{2,3}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale

³Carter Gözlemevi ve Victoria Üniversitesi, SCPS, Wellington ve Canterbury Üniversitesi, Fizik ve Astronomi Bölümü, Yeni Zelanda

Özet

Kepler teleskobu ile gözlenen HAT-P-7 b (Kepler-2 b), Kepler-6 b ve Kepler-8 b gezegenleri geçiş ışık eğrilerinin çözümleri, yeni bir analiz yazılımı olan WINFITTER ile yapıldı ve ilgili sistemlerin yörünge elemanları ile yıldızların ve gezegenlerin fiziksel parametreleri belirlendi.

Anahtar Kelimeler: planets and satellites: fundamental parameters, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Yörünge hareketi yapan örten gök cisimlerinde gözlemsel verinin analitik yöntemlerle modellenmesi sayesinde sadece ışık eğrilerinin analizinden birçok yörünge elemanı ile bileşenlerin birçok fiziksel parametresine ulaşılabilmektedir. Yer tabanlı gözlemlerin aksine, Kepler uzay teleskobuyla gözlenen Jüpiter boyutlarındaki gezegenlerin geçiş ışık eğrilerinin yüksek duyarlılığı olması nedeniyle sözü edilen parametreler hassas olarak elde edilebilmektedir.

2 Seçilmiş Ötegezegenlerin Geçiş Işık Eğrilerinin Analizi

Yıldızına çok yakın dolanan HAT-P-7 b, Pál et al. (2008) tarafından HATNet teleskoplarıyla keşfedildiğinde; Kepler teleskobu henüz görevine başlamamıştı. HAT-P-7 b (Kepler-2 b)'nin ilk Kepler gözlemleri, Welsh et al. (2010) tarafından yayınlandı. Jüpiter boyutunda bir gezegen olan Kepler-6 b, Dunham et al. (2010) tarafından keşfedilmiştir. Gezegenin yarıçapı, $R_g = 1,3 R_J$ ve yıldızına uzaklığı, $0,045 AB$ olarak ölçülmüştür. Yıldızı metal zenginidir. Keşfi, Jenkins et al. (2010) tarafından yapılan Kepler-8 b, düşük yoğunluklu gezegenlerden bir tanesidir.

Bu çalışmadaki fotometrik analizlerde kullanılan WINFITTER yazılımı, tutulma gösteren herhangi bir sistemin gözlemsel ışık eğrisini, sistemin geometrik ve fiziksel parametreleri yardımıyla modelleyebilmektedir (Rhodes & Budding 2014). Analiz algoritması olan FITTER kodu (Budding & Najim 1980; Budding & Zeilik 1987; Budding & Demircan 2007), yıldızın dönme ve gel-git tedirginlikleriyle oluşan biçim bozulmasını, çekim ve kenar kararma etkisini ve yansıma etkisini Radau denklemleriyle (Kopal 1959) hesaplayarak, fiziksel bir model üretebilmektedir. WINFITTER hata hesabında Hessian matrisi ve öz değer-öztör değerlerini kullanır.

Çalışmanın ilk adımında, WINFITTER programına giriş değerlerini bulmak için, Kepler'in geçiş tanımlamaya yönelik algoritmalarından biri olan Threshold Crossing Event (TCE) (Tenenbaum et al. 2014) kullanılarak, HAT-P-7 b (Kepler-2 b), Kepler-6 b ve Kepler-8 b'nin 01-16 çeyrekleri verisi çözüldü. TCE verisinin analizinde geometrik parametreler, k , r_1 ve i 'nin

Rhodes & Budding (2014) tarafından verilen değerleriyle başlandı. Temel fiziksel nicelikler, yıldızın kütlesi (M_*), etkin sıcaklığı (T_e); gezegenin kütlesi (M_g), Çizelge 1'de verilen kaynaklardan alındı. Gezegenlerin denge sıcaklığı T_{eq} , Bond albedoları sıfır kabul edilerek hesaplandı (Rowe et al. 2008). İkinci adımda, TCE verisi çözümlerinden bulunan geometrik ve fiziksel parametreler, WINFITTER'a başlangıç/giriş değerleri olarak alındı ve nihai çözüme ulaşmak için ele alınan üç ötegezegenin Pre-search Data Conditioned (PDCSAP) verisi kullanıldı. TCE ve PDCSAP verilerinin çözümlerinde geçiş ortası başlangıç zamanı (T_0) ve yörünge dönemi (P), NASA Ötegezegen Kayıtlarından¹; doğrusal kenar kararma katsayısı (u), Claret & Bloemen (2011) çizelgeleri ATLAS modelinden alınmıştır. Yörüngeler dairesel kabul edilmiştir. Sonuçlar, Çizelge 1'de verilmekte; gözlemler ile modellerin karşılaştırılması, Şekil 2a, 2b ve 2c'de gösterilmektedir.

3 Sonuç ve Tartışma

Yıldızından $0,0377 AB$ uzaklıktaki HAT-P-7 b'nin sıcaklığı $T'_{eq} = 2220 \pm 31K$ ve ortalama yoğunluğu $\rho = 0,65 \rho_J$ olarak elde edilmiştir. Pál et al. (2008)'nin tayfsal gözlemlerle destekledikleri çalışmalarında gezegenin kütlesini $M_g = 1,78 M_J$ ve yarıçapını $R_g = 1,36 R_J$ olarak buldular. Bu çalışmada ise 0. çeyrek veri setinden seçilen BJD 125 - 127 aralığındaki tek bir geçiş eğrisinin analiziyle gezegenin yarıçapı, $R_g = 1,50 \pm 0,04 R_J$, yörünge eğikliği, $i = 82^\circ, 79 \pm 0,37$ olarak hesaplandı (bkz. Çizelge 1). Kepler-6 b'de ise gezegenin yarıçapı, $R_g = 1,71 \pm 0,03 R_J$, yörünge eğimi, $i = 83^\circ, 25 \pm 0,11$ ve yıldızın yarıçapı, $R_* = 1,73 \pm 0,02 R_\odot$ olarak hesaplanmıştır. Yarıçapı $R_g = 1,64 \pm 0,08 R_J$ olarak hesaplanan dev gezegen Kepler-8 b'nin ortalama yoğunluğu ise $\rho = 0,38 \pm 0,01 \rho_J$ 'dir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK-MFAG 113F353 no'lu proje ile desteklenmiştir. Bu çalışma, ayrıca Çağlar Püsküllü'nün doktora tezi çalışması kapsamındadır.

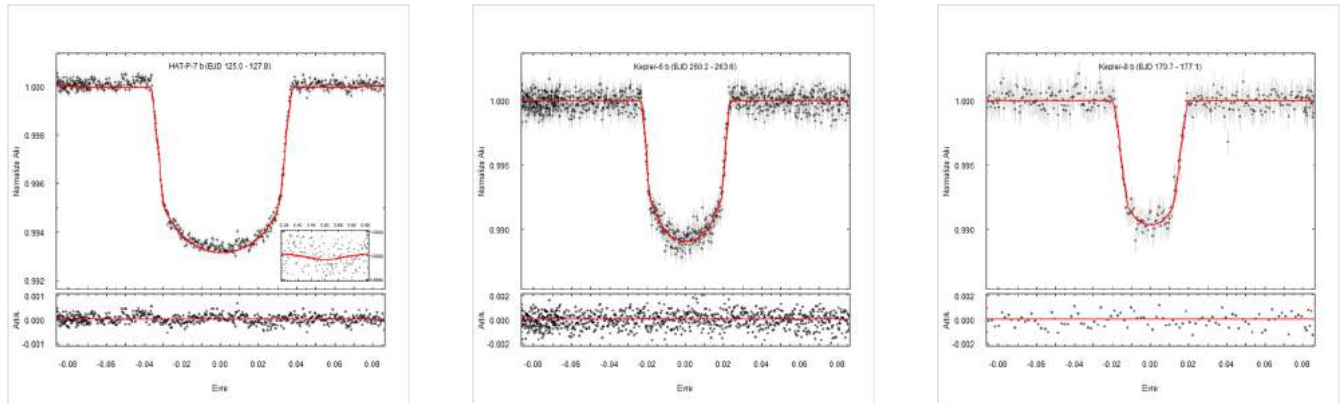
* cpuskullu@comu.edu.tr

¹ <http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>

Çizelge 1. HAT-P-7, Kepler-6 ve Kepler-8 yıldızları ve gezegenlerinin WinFitter çözüm parametreleri

Yıldız	HAT-P-7 (Kepler-2)	Kepler-6	Kepler-8
Kütle, M_* (M_\odot)	$1,470 \pm 0,080$ ^a	$1,209 \pm 0,044$ ^b	$1,213 \pm 0,067$ ^c
Yarıçap, R_* (R_\odot)	$1,98 \pm 0,04$	$1,39 \pm 0,03$	$1,68 \pm 0,06$
Yüzey Çekim İvmesi, $\log g_*(cgs)$	$4,01 \pm 0,03$	$4,23 \pm 0,03$	$4,07 \pm 0,04$
Etkin Sıcaklık, $T_e(K)$	6350 ± 80 ^a	5647 ± 44 ^b	6213 ± 150 ^c
Gezegen	HAT-P-7 b (Kepler-2 b)	Kepler-6 b	Kepler-8 b
Kütle, M_g (M_J)	$1,780 \pm 0,097$ ^a	$0,669 \pm 0,024$ ^b	$0,603 \pm 0,033$ ^c
Yarıçap, R_g (R_J)	$1,5 \pm 0,04$	$1,3 \pm 0,04$	$1,64 \pm 0,08$
Yüzey Çekim İvmesi, $\log g_g(cgs)$	$3,29 \pm 0,03$	$2,99 \pm 0,03$	$2,74 \pm 0,05$
Ortalama yoğunluk, $\rho_g(cgs)$	$0,65 \pm 0,04$	$0,38 \pm 0,02$	$0,17 \pm 0,01$
Denge Sıcaklığı, $T'_{eq}(K)$	2220 ± 22	1506 ± 20	1766 ± 51
Işık Eğrisi	HAT-P-7 b (Kepler-2 b)	Kepler-6 b	Kepler-8 b
Yarıçaplar oranı, $k(r_2/r_1)$	$0,07807 \pm 0,00027$	$0,09562 \pm 0,00068$	$0,10064 \pm 0,00115$
Kesir. yarıçapları toplamı, $(r_1 + r_2)$	$0,26344 \pm 0,00335$	$0,15576 \pm 0,00337$	$0,17784 \pm 0,00571$
Yörünge eğimi, $i(^{\circ})$	$82,79 \pm 0,37$	$87,15 \pm 0,51$	$82,72 \pm 0,38$
Doğr. kenar karama katsayısı, u	$0,536$	$0,613$	$0,548$
Kesir. yarı-büyük eksen uzunluğu, a/R_*	$4,09 \pm 0,12$	$7,03 \pm 0,19$	$6,19 \pm 0,25$
Geçiş parametresi, $b = a \cos i / R_*$	$0,514 \pm 0,024$	$0,349 \pm 0,016$	$0,784 \pm 0,048$
Geçiş süresi, t_{14}	$0,147 \pm 0,004$	$0,137 \pm 0,004$	$0,112 \pm 0,014$
Giriş-çıkış süresi, t_{23}	$0,015607 \pm 0,000003$	$0,014938 \pm 0,000326$	$0,029372 \pm 0,001292$
Geçiş ortası zamanı (BJD 2454000+)	$965,379692 \pm 0,000079$	$967,424721 \pm 0,000176$	$964,687029 \pm 0,00041$

^a Pál et al. (2008), ^b Dunham et al. (2010), ^c Jenkins et al. (2010)



Şekil 1. Geçiş ışık eğrileri, WINFITTER modelleri ve artıkları (sol: HAT-P-7 b: Q00 BJD 125-127; orta: Kepler-6 b: Q03 BJD 260-263; sağ: Kepler-8 b: Q00 BJD 170-177).

Kaynaklar

- Budding E., Demircan O., 2007, Introduction to Astronomical Photometry. Cambridge University Press, Cambridge
- Budding E., Najim N. N., 1980, *ApSS*, 72, 369
- Budding E., Zeilik M., 1987, *ApJ*, 319, 827
- Claret A., Bloemen S., 2011, *A&A*, 529, A75
- Dunham E. W., et al., 2010, *ApJL*, 713, L136
- Jenkins J. M., et al., 2010, *ApJ*, 724, 1108
- Kopal Z., 1959, Close binary systems. Chapman & Hall, London
- Pál A., et al., 2008, *ApJ*, 680, 1450
- Rhodes M. D., Budding E., 2014, *ApSS*, 351, 451
- Rowe J. F., et al., 2008, *ApJ*, 689, 1345
- Tenenbaum P., et al., 2014, *ApJS*, 211, 6
- Welsh W. F., Orosz J. A., Seager S., Fortney J. J., Jenkins J., Rowe J. F., Koch D., Borucki W. J., 2010, *ApJL*, 713, L145

Erişim:

O24-1805: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Çift Yıldız Kataloglarını Sorgulamak için Python Kütüphanesi

Sefa Saylan^{1*},

¹*Istanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul*

Özet

Bu çalışmada “General Catalogue of Variable Stars”, “Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars”, “Ritter Cataclysmic Binaries Catalog (Rev. 7.21)” katalogları” *.sql formatına çevrilip mysql veri tabanına eklenmiştir. Geliştirilen bu veri tabanı ile çift yıldızlara ait her türlü bilgiyi sorgulayarak bir liste oluşturulacaktır. Oluşturulan python kütüphanesi yardımı ile ilk önce web sayfasına, web sayfası üzerinden de veri tabanına erişim sağlanacaktır. Bu sayede veri tabanının web servis olarak kullanılması mümkün hale gelecektir. Sonuç olarak astronomların çok kısa sürede istenilen veriye ulaşmaları hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: astronomical data bases: miscellaneous, Gözlemleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Giriş

Teknolojinin çağımızdaki etkisini gördüğümüz alanlardan birisi de astronomik veri miktarının her geçen saniye artmasıdır. Bu sonuçtan yola çıkarak çift yıldız kataloglarının sayısında da artış gözlemek mümkündür. Her bir katalogdaki veriye ulaşmak için katalogların web sayfasına girilmeli ve oradaki veri indirgenmelidir. Verilerin formatlı çıktısının verilmediği kataloglar göz önüne alındığında istenilen verilere ulaşmak için kaybedilen zaman miktarı oldukça artacaktır. Bu çalışmadaki amacımız istenilen veriye ulaşmak için harcanan zamanın minimuma indirgenmesidir.

2 Method ve Veri

Bu çalışmada php, python ve sql yazılım teknolojilerini kullanılmış ve veri olarak da çift yıldızlara ilişkin üç katalog kullanılmıştır. Önce [1][2][3] katalogları *.sql formatına çevrildi daha sonra php dili yardımı ile her bir katalog bir tablo olarak veri tabanına aktarıldı.

Veri tabanının oluşturulabilmesi için kataloglar python dili içerisinde bulunan “split()” fonksiyonu yardımı ile parçalanarak *.sql dosyası oluşturulup veri tabanına aktarılacak duruma getirilmektedir. *.sql dosyalarının büyüklüğünden dolayı bu aktarma işlemi phpmyadmin üzerinde bulunan Import bölümü ile gerçekleştirilemeyip php dili ile okutulup veri tabanına eklenmesi sağlandı.

[1] katalogunda veriler formatlı bir şekilde ayrılmış “|” ayırıcı split fonksiyonunda kullanılarak gerekli çevrim kolay bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

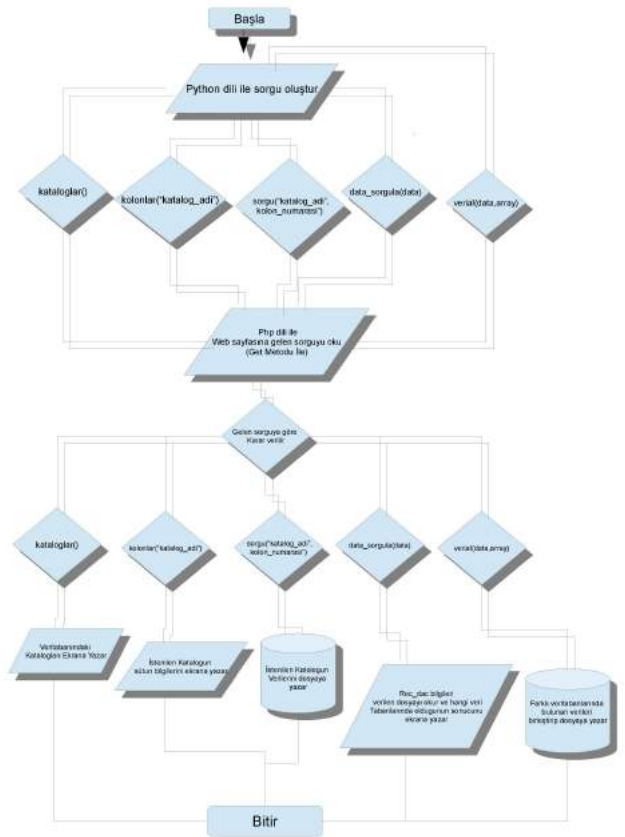
[2] katalogu formatlı olmayan bir katalog örneğidir. Bu katalogun çevrimi için kullanılan yöntem kolon adlarının altında bulunan her bir satırda her bir kolon adının karakter sayısı kadar alınarak sütunlara ait veriler elde edilmiştir ve bu verilerle *.sql çevrimi gerçekleştirilmiştir.

[3] Katalog da [1] kataloguyla aynı şekilde veri tabanına eklenmiştir.

Bu aşamaya kadar gerçekleşen süreçte veri tabanımız oluşturuldu. Şimdiki aşamada veri tabanını sorgulamak için php ve python arasındaki ilişki aşağıdaki akış şemasında gösterilmektedir.

1	RA, Dec (J2000)	MOS	DB	ADS	HD	HEP	V1.11*	V2.22*	PPPPP	PPPPPP	eee	eeeee	AAA	AAAA*	cc	ceeee
2	000000.91-192955.8	09000-1930	LTT 9831	-	224690	2	9.0	-	499.7969	d	18.8466	14.31	m	2.81		
4	000019.10-441726.0	09003-4417	I 1477	-	224750	25	6.80	7.56	384.1	y	-	1.023	m			
5	000019.10-441726.0	09003-4417	I 1477	-	224750	25	6.80	7.56	384.1	y	22.5	1.023	m	0.096		

Şekil 1. [2] Kataloguna ait verinin *.sql formatına çevrilmiş örneği.



Şekil 2. Akış şeması

* sefa.saylan@hotmail.com

Kullanıcının Python kütüphanesini kullanabilmesi için gerekli olan komutlar aşağıda tanımlanmıştır.

```
import_bistpy_as_bs_//Kütüphaneyi_çalışılan_dosyaya_yükler.
bs.katalog()_//Veri_tabanında_bulunan_katalogların_adını_listeler.
bs.kolonlar('Katalogunadı');_//Çalışılmak_istenilen_katalogun_hangi_bilgileri_içerdiğini_gösterir.
bs.sorgu("GCSV", "0_ '1:10' ,2,3")_//İstenilen_katalogu_bilgisayara_kaydeder.
```

Burada açıklanması gereken nokta "0_ '1:10' ,2,3" argümanıdır. Bu argüman yardımı ile her bir virgül kolon numarasını belirtmektedir. " '1:10'" işlemi ise veriye istenilen limiti koymak için kullanılır. Bu komutun anlamı: "0= Id , 2 = GCVS , 3=RA_Dec" olmak üzere.GCSV katalogunun içerisinde ID'si 1 ile 10 arasındaki dataların ID, GCVS , Ra_Dec verilerini bilgisayara kaydeder.

```
bs.data_sorgula("dosya_yolu")_//İçerisinde_sağ_açıklık_ve_dik_açıklık_bilgileri_bulunan_dosyayı
_//Veri_tabanlarında_sorgular_ve_hangi_veri_tabanlarında_olduğu
_//ile_ilgili_sonucu_ekrana_yazdırır.
bs.verial("dosya_yolu",
_//Bulunduğu_birinci_katalog:'istenilen_sütunlar'
_//Bulunduğu_ikinci_veri_tabanı:'istenilen_sütunlar')
```

Bu komut sayesinde farklı kataloglarda bulunan yıldızın istenilen verilerine eş zamanlı ulaşmak mümkün olacaktır

3 Hedefler

Çalışmanın daha da iyi sonuç verebilmesi için katalog sayısının artırılması ve sorgulama biçimlerinde yenilikler getirilmesi hedeflemektedir. Web sayfası üzerinden kullanıcıların da kendi profillerini oluşturmalarına ve ellerindeki yıldız kataloglarını kimse ile paylaşmadan sistemi kullanarak indirgemeleri de hedefler arasındadır.

Teşekkür

Çalışmamı gerçekleştirmem için destek ve danışmanlıkta bulunan Sayın Prof. Dr. M. Türker Özkan'a Python programlama dilini öğrenmem için tavsiyede bulunan Sayın Dr. Murat Gezer'e ve Fizikçiler ve Astronomlar için Bilgisayarla Hesaplama Teknikleri Yaz Okulu 'nu düzenleyen Bilim Akademisi Akademisyenlerine teşekkür ederim.

Kaynaklar

Samus N.N.; Durlevich O.V.; et al General Catalogue of Variable Stars (Samus+ 2007-2011)
 The Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars (Henceforth Sixth Catalog ; Hartkopf et al. 2001a)
 Catalogue of cataclysmic binaries, low-mass X-ray binaries and related objects (Seventh edition) Ritter. H. Kolb.U, Release 7.21, March 2014.

Erişim:

O24-1810: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Optik Bölge Tayf Analizlerinden Manyetik Özellik Göstermeyen geç B – erken F Türü Yıldızların Kimyasal Element Bollukları

Kutluay Yüce¹★,

¹Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100, Anadolu, ANKARA

Özet

Yıldızların ayrıntılı tayf analizleri yapılarak ‘normal’, ‘civa–mangan (HgMn)’ ve ‘metal (A_m)’ çizgi tayfları veren yıldız tiplerinin ayırt edici tayf çizgilerinden yola çıkılarak, bu yıldızların kimyası irdelendi. Ayrıca He, C, N, O elementleri yanında metallerin ve ağır metallerin yıldız atmosferlerindeki göreceli bollukları, gözlemsel olarak türettiğimiz HR diyagramı üzerindeki dağılımları incelendi. Metal çizgili özel yıldızlarda tespit edilen element bolluk dağılımlarındaki değişimin, civa–mangan tipi yıldızlardakine nazaran daha az olduğu belirlendi. Civa–mangan tipinden soğuk yıldızların, metalik türden sıcak yıldızlar ile aynı evrim yolları üzerinde olduğu kanısına ulaşıldı.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Astronominin en faal kollarından biri olan “yıldız spektroskopisi / tayfbilim” üzerinde yapılan çalışmalar, astrofizikçilere yıldız atmosferlerinin fiziksel özelliklerini tespit etmeleri yanında, kimyasal bileşimlerini anlama ve yıldızları mantıksal bir sıraya göre sınıflandırma olanağı sağlar. 19. yüzyıl sonlarında; yıldızların ayırt edici “tayf profil hatlarından” hareketle standart sınıflama tanımlamaları yapılarak, yıldızlar türlerine göre ayrıldı. Yıldız gözlemciliğinde büyük çaplı teleskopların kullanımı ile, gözlenen yıldız ışığının o yıldızda özgü olma kalitesi artarken; yıldızların tek tek incelenmesi sıradan çalışmalar haline geldi. Yıldız astrofiziği gelişirken, yıldızların mevcut modellerine ilişkin ayrıntılar ve gelişmeler üzerinde yoğunlaşıldı; nicel anlamda doğruluk gittikçe önem kazandı. Bu doğruluk yıldız atmosferlerini araştırmak için yeterli iken, temelinde yatan fiziksel süreçlerin anlaşılması ve modellenmesi, halâ zor bir alan olarak durmaktadır.

Nitel ve nicel atmosfer analizleri neticesinde yıldızlar, kimyasal özelliklerine göre ayrıca sınıflandırıldı. Optik bölge tayflarında, daha yaygın bilinen ‘normal’ yıldızlarınkinden farklı olarak, sahip oldukları fiziksel parametrelerinden beklenenin dışında kimyasal yapı içeriği sebebi ile; “kimyasal-tuhaf (peküliyer/özel) yıldızlar” olarak isimlendirilen yıldız tiplerinin varlığı, yıldız astrofiziğinin ilgi alanı içerisinde yer aldı. Geç B - erken F tayf türü aralığındaki yıldızların bir kısmını teşkil eden “kimyasal peküliyer/tuhaf yıldızlar” bu türden normal yıldızlara nazaran bazı sıra dışı özellikler arz etmektedir. Bu yıldızların özelliklerinin ve gelişim safhalarının açıklanması bağlamında mevcut teoriler bizi tatmin edici sonuçlara götürmemektedir. Çünkü bu gruba dahil yıldızların, ortak nitelikleri bulunduğu gibi, ayrıca her birinin kendisine has özellikleri de vardır. Bu sebeple bu tipten mümkün mertebe çok sayıda yıldızın incelenmesi, ortak özelliklerinin tespiti ve evrimlerinin tahmini bakımından zorunlu görülmektedir.

Birlikte çalıştığımız araştırma ekibi, yıldızların detaylı tayfsal analizleri üzerinde uzmanlaşmıştır. Çalışmalarımızda, özellikle üst anakol yıldızlarından manyetik özellik göstermeyen “civa–mangan (HgMn)” ve “metal çizgili (A_m)” olarak bilinen

kimyasal “sıra dışı yıldız” tiplerinin “normal” yıldızlar ile birlikte fiziksel parametrelerine bağlı olarak kimya yönü ile ilgileniyoruz (örn.; Adelman et al. 2001, Yüce et al. 2011c). Yapılan çalışmalarda öncelikli hedeflerimiz, yıldızları tek tek ele alıp, gözlemsel optik bölge tayflarına “yüksek çözünürlüklü/ince analiz (fine analysis)” tekniğini uygulayarak kimyasal bileşimlerini belirlemektir (örn.; Adelman and Yüce 2010). Ardışık analizler sürecinde; gözlemsel tayflar üzerinde bulunan çizgi profillerinin tamamı tespit edilerek atom / iyon tanımlanmaları yapılmıştır. Ancak; dalga boyları birbirine oldukça yakın olan, birkaç elemente ait çizgi hatları tayf üzerinde üst üste binerek oluşan karma / binişik / örtüşük (blend) çizgileri yapılan analizlerde kullanılmaya özen gösteriyoruz. Bugüne kadar geldiğimiz noktada yıldızların atmosfer parametreleri (yüzey sıcaklığı, çekim ivmesi ve mikrotürbülans hızı) ve elementlerin göreceli bollukları bu çalışmalar neticesinde elde edilen önemli argümanları teşkil etmektedir. Bu durumda yıldızların “Güneş ve güneş ile ilintili kimyasal-bileşimli” normal yıldızlardan olan sapmaları belirlenebilmektedir.

Bir diğer hedefimiz ise, yukarıda özetlenen ‘özel nitelikli’ tayfsal çalışmalarımızın sonuçlarını ‘genele uygulamak’ üzerine odaklanmak olmuştur. Bu anlamda kullandığımız en önemli kaynak B , A ve F tayf türü olan Anakol Bandı ‘normal’ ve manyetik özellikli olmayan ‘kimyasal tuhaf’ yıldızlara ait çalışmaların ağırlıklı olarak yer aldığı “Dominion Astrofizik Gözlemevi Tayfları ile Element Bolluk Analizleri” serisidir. Bu türden seri yaklaşımlar, değişik tekniklerin uygulanması ve farklı girdi verilerinin kullanılmasıyla oluşacak farklılıkları ortadan kaldırmaktadır. Dolayısıyla tüm tayfsal diziler aynı/yakın kalitede olduğundan ölçümlerin duyarlılığı ve buradan elde edilen sonuçların güvenilirliği artmaktadır. Yüce et al. (2011a) DAO serisinde incelenen yüksek çözünürlüklü analiz tekniğini, otomatik element bolluk analizleri ile karşılaştırmaktadır.

Yıldız atmosferlerinin ayrıntılı tayfsal analizleri neticesinde elde edilen bilgiler, DAO serisi aracılığı ile önemli bir ‘tayfsal veri seti’ olarak yıldız astrofiziği alanına kazandırılmaktadır. Bu bilgiler, Dominion Astrofizik Gözlemevi’nde yüksek çözünürlüğe (0.072 Å) ve yüksek sinyal gürültü oranına (200+) sahip tayfsal veriler kullanılarak, model atmosfer yöntemiyle element bolluk analizlerinden elde edilmektedir. İncelenen tayf aralığı genellikle $\lambda 3820\text{--}4750\text{\AA}$ olup, bazı yıldızlar için daha uzun dalgaboylarını

★ kyuce@ankara.edu.tr

içerir. Analizi yapılmak üzere incelemeye alınan yıldızlar çoğunlukla $B2-F0$ tayf türü aralığındadır. Seride yer alan bazı yıldızlar sonraki yıllarda daha yüksek kaliteli ve/veya daha geniş tayf bölgesinde yeniden incelenmiştir. Buradan elde edilen sonuçlar; DAO serisinde ilk ve güncel sonuçlar arasında uzun dönemli bir tutarlılığın olduğunu göstermiştir. Tespit edilen bu durum; zaman içerisinde geliştirilen analiz teknikleri ve bir miktar farklı dedektörlerin kullanımı ve geliştirilen çizgi osilatör şiddetlerinin uygulanmasına rağmen elde edildi. Yeni osilatör şiddetlerinin kullanımı sayesinde, aynı elementin iki iyonu arasındaki dengeye en iyi uyan element bolluk oranları düzeltilti. Literatürde bugüne kadar, genellikle $F6$ 'dan daha geç türler ile $B1$ 'den daha sıcak olan yıldızlar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Oysa HR diyagramının geç B – erken F tayf türü bölgesinde, DAO serisinde ele alındığı gibi, ayrıntılı bir tayfsal analiz serisi henüz hazır değildir. Ancak; şimdilerde orta- A ve erken- F tayf türü 'normal' ve kimyasal 'tuhaf yıldızlar' literatürdeki yerini almaya başladı.

Literatürde; 'HgMn, Am ve normal' tipi yıldızların kayda değer manyetik alana, fotometrik ve/veya tayfsal değişimlere sahip olup olmadıkları irdelenmektedir. Zira, bunların varlığı çalışmalarımızı etkileyebilirdi. HR diyagramının manyetik özellik taşımayan HgMn ve Am tipi yıldızların bulunduğu bölgede aynı zamanda normal ve mCP yıldızları da mevcuttur. Auriere et al. (2007) yıldızlara özgü geliştirilmiş 'magnetometre' kullanarak mCP yıldızlarında en az 300 Gauss değerinde manyetik alanlar tespit etti. Yapılan yüksek çözünürlüklü gözlemlerde 40 'normal' ve ' Am ' tipi yıldızlar için manyetik varlığına ilişkin kanıt bulunamadı (örn.; Auriere et al. 2010). Ne var ki; Vega yıldızında son derece küçük eser niteliğe haiz manyetik alanın olabileceğine dair iddialar mevcuttur (örn.; Petit et al. 2010), fakat öylesine küçük bir manyetik alan varlığı, element bolluklarını önemli ölçüde etkilememelidir. Benzer bir çalışma da Kocuhkhov et al. (2013) tarafından HgMn yıldızlarında manyetik alan tespit edilmedi.

Son 20 yılda yıldızların iç yapısı ve atmosferlerinin kuramsal olarak anlaşılmasına katkı sağlayan önemli gelişmeler oldu. Maddenin ışıma karşı direncinin bir ölçütü olan donukluk hesabı geliştirildi. Bu sayede yıldızların herhangi bir bölgesindeki yoğunluk, sıcaklık ve kimyasal bileşim içeriğinden basınç ve iç enerji, gerçek değerine daha yakın olarak hesaplanabiliyor. Yıldız atmosferlerine enerji akışını sağlayan yıldız iç yapı modellerini oluşturmanın yolu olabildiğince çok katmanlara ayırarak yıldız yapı denklemlerini eş zamanlı olarak çözmekten geçer. Böylelikle yıldızlar ve evrimi deşifre edilebilmektedir. Ülkemizde bu tarz çalışmaların başlamasını ve ilerlemesini, Sayın Prof. Dr. Dilhan Ezer Eryurt hocamızın çok değerli çalışmalarına borçluyuz. Saygı ile belirtmek isterim.

2 Kimyasal Yapı Ayırımına Göre Üst ve Orta Anakol Yıldızları

Tayfsal sınıflama yapan araştırmacılar bazı yıldızları, tayf görünümünün birbirine benzemesini esas alarak 'normal' yıldız olarak tanımladı. Ancak; kimyasal analizlerde yüksek çözünürlüklü tayfların kullanımı ile 'normal' yıldızlardan bazılarının farklı gruplandırılması fikri ağırlık kazandı. Bu yıldızlar, Charles Cowley tarafından "görünürde normal yıldızlar (superficially normal stars)" olarak betimlenir.

Adelman (2004) tarafından incelenen 'normal' A yıldızları; "yüzey element bollukları Güneş'in değerlerine yakın (süperdevler ve beyaz cüceler dışında), algılanabilen bir manyetik alanı olmayan, ekvatoryal dönme hızları $> 120 \text{ km s}^{-1}$ değere sa-

hip olan, salma çizgileri gözlenmeyen, fotometrik olarak ölçülen ışıma şiddetleri zamanla değişmeyen yıldızlar olarak tarif edilir. Ayrıca bu yıldızlar 'bir çift sistemin üyesi iseler bileşenler arası önemli ölçüde kütle aktarımları yoktur' olarak betimlenir.

'Kimyasal tuhaf' yıldızlar optik bölge tayflarında bazı elementlerin beklenenden güçlü ya da zayıf soğurma çizgilerinin varlığı ile ilk kez fark edildiler. Örneğin bazı yıldızlar, Morgan (1933) tarafından, Mn, Si, Eu, Cr ve Sr elementlerinde görülen baskın tuhafliklarla tanımlanmıştır. Daha sonra Preston (1974) tarafından geç B – erken F yıldızları tayfsal yolla sınıflandırıldı. Bahse konu yıldızlar, aynı zamanda, manyetik alan şiddetleri ile de karakterize edilirler. Manyetik özellik gösteren ve manyetik özellikli olmayan yıldız tiplerine ait genel bir ayırım Kurtz (2000) tarafından yapılmaktadır.

Metal çizgili ya da Am tipi yıldızlar (Preston' un $CP1$ yıldızları): Miss Maury 1897 de yıldızları yirmi iki grupta toplarken, bazı yıldızların bu sınıflamaya aykırılık gösterdiğine ve bu şartlarda hepsini aynı grup içerisinde toplanamayacağına özellikle işaret etti. Ancak Titus ve Morgan (1940) bu sıra dışı yıldızların bazılarının ortak özelliklere sahip olduklarını fark edip, bunları ayrı bir grup altında topladılar ve bunlara "metalik çizgili yıldızlar" adını verdiler. Söz konusu bu yıldızlarda C, N, O ve Ca bollukları genelde Güneş'tekine nazaran daha az iken, demir grubu elementler daha fazla bolluk gösterir. Bu bolluk anomaliklerinin, kütle kaybı, türbülans gibi farklı fiziksel süreçlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Michaud 2005).

Adelman and Unsure (2007), 'normal' A ve erken F türü yıldızların Am tipleri ile birleştiğini belirledi. $A0$ ile kodlanan tayf türü yöresinde 'normal' ve Am tipi yıldızlar oldukça benzer element bolluk yapıları sergilemektedir. Bu iki yıldız tipi arasında net bir ayırım henüz yoktur.

Adelman et al. (2003), soğuk HgMn yıldızlarının sıcak Am yıldızlarına evrimleştiğini gösterdi. Başka araştırmacılar, tayflardaki Hg hatlarını esas alarak bu iki sınıfı birbirinden ayırmayı denemişlerdir.

Manyetik özellikli CP yıldızları (mCP) (Preston'un $CP2$ yıldızları): Manyetik özellik veren kimyasal sıra dışı yıldızların tayflarında (125 Å mm^{-1}) Sr, Cr, Eu, ve Si elementlerinin çizgileri, anormallikler sergilemektedir. Manyetik alanı olduğu bilinen tuhaf B ve A yıldızları da benzer tayf değişiklikleri gösterir. Bu yıldızların çoğu tayfsal, fotometrik ve manyetik değişim gösterirler.

Manyetik özellikli kimyasal tuhaf yıldız tipleri, üst ve orta anakol yıldızlarıdır ve tayflarında anormal kimyasal bolluklar ve farklı enerji dağılımlarıyla karakterize edilirler. Manyetik CP yıldızları, normal yıldızların aksine optik ve moröte bölgeye ait tayflarda, birçok genişlemiş çizgi profil özelliklerine sahiptir. Görünür bölgedeki en baskın özelliği $\lambda 5200$ çizgisinin merkez bölgesidir. Saul J. Adelman'nın 'spektrofotometrik çalışmaları' bu özelliklerin mCP yıldızları için optik bölge belirteçleri olduğunu gösterir.

Civa-mangan yıldızları (HgMn) (Preston'un $CP3$ yıldızları): Bu grubun üyeleri tipik olarak geç B türü yıldızlardır. Tayflarını, olağan dışı şiddetli mangan çizgileri ve özellikle Hg II $\lambda 3984$ çizgisi karakterize eder.

Auriere et al. (2007), manyetik özellik göstermeyen CP yıldızlarının kolu olarak oluşan bu tür yıldızların, manyetik alana sahip olmadıklarını tespit etti.

Çoğu HgMn yıldızı, $B9$ sınıfında, ya da bu sınıfa yakın bir tayf türü olarak sınıflandırılır. Adelman (2003), erken A tür yıldız olan ν Cnc isimli yıldızı en soğuk HgMn yıldızı olduğunu belirledi. Bir HgMn yıldızı olan α And isimli yıldızın Hg II $\lambda 3984$

çizgisinde dönemli profil değişimi (örn.; Wahlgren et al. 2001) keşfedilmiş ve bunun sebebi olarak, civanın yıldız yüzeyindeki homojen olmayan dağılımları gösterilmiştir.

HgMn yıldızlarının kimyasal özellikleri, 'atomik verinin geliştirilmesi'nde önemli bir faktördür. Optik bölgenin geniş dalgaboyu aralığına ait gözlemsel tayflar ($\lambda\lambda 3050-10000\text{\AA}$) ve geliştirilmiş atomik verilerin kullanımı ile gerçekleştirilen atmosfer analizleri; yıldız atmosferlerinin doğasını açığa kavuşturmada kaydedilen önemli çalışmalar (örn.; Yüce et al. 2011b).

Helium bakımından fakir yıldızlar (Preston'un CP4 yıldızları): Bu grup kimyasal tuhaf B yıldızlarıdır. Bu yıldızlar, sıcak mCP (CP2) ve HgMn (CP3) yıldızlarının bir karışımıdır. Tayflarında helyum, platin ve civa elementlerinin baskın çizgi profilleri ve çizgi kaymaları gözlemlenmiştir.

Bir yıldızda, her yıldızda görülmesi beklenen bazı tayfsal karakteristiklerin gözlenemeyişini ve bolluklarda görülen bazı farklılıkların/tuhafliklerin meydana gelişini açıklamak için daha çok çalışma yapılması gerekmektedir. Bu konuda difüzyon teorisi olarak adlandırılan ve element dağılımlarını tahminde kullanılan bilimsel yaklaşımlar şimdilik yetersizdir (Charles Cowley, 2006 yazılı görüşme).

Yukarıda bahsedilen kimyasal tuhaf yıldız tiplerinin dışında farklı özellikler sergileyen yıldız grupları da vardır. Bunlar ρ Pup ve λ Bootis tipi yıldızlardır.

ρ Pup tipi yıldızlar, III ve IV ışınım sınıfının üyesi olan evrimleşmiş *Am* tipi yıldızlardır. Michigan Tayfsal Kataloğu'nda δ Del olarak tanımlandılar. Geç-A ve orta-F türünden evrimleşmiş parlak *Am* yıldızları için ρ Pup yıldızı prototip olarak önerildi (Gray and Garrison 1989). Bu tip yıldızlar için genel kabul gören kimyasal yapı özelliği; anakol hayatına Ca ve/veya Sc bakımından oldukça fakir olarak başlayabilmeleridir. Evrim süresince bahse konu elementlerin fakirliği giderek etkisini azaltır. Bu durumda yıldız, normal kalsiyum bolluğu sergiler (örn.; Berthet 1992).

λ Bootis (λ Boo) yıldızları, kayda değer metal fakirliği ile karakterize edilen kimyasal tuhaf, manyetik özellik sergilemeyen ve A dan F tayf türüne kadar uzanan Pop I cüce yıldızlarıdır. C, N, O ve S element bollukları Güneş'teki değerlerde iken, demir grubu elementler bakımından fakirdir. Bu bolluk yapısı sadece yıldızın yüzeyi ile sınırlı gibi gözükmekte ise de; birçok λ Boo yıldızı zonklayan δ Scuti yıldızı olarak tanımlanmıştır.

Kimyasal 'tuhaf yıldızlar' üzerinde yapılan ilk çalışmalardan sonra elementlerin bolluklarındaki sıra dışılığın zahiri olduğu ve bunun, bu yıldızların atmosferlerindeki farklı fiziksel şartlardan meydana geldiği düşünülüyordu. Ancak sonraki araştırmalar yıldızların atmosferlerindeki fizik şartlarının normal olduğunu gösteriyor (yüksek mikrotürbülans hariç). O halde element bolluklarındaki anormallikler hakikidir; yani kimyasal tuhaf yıldızlar, normal yıldızlardan farklı bir yüzey kimyasına sahiptir. Ancak bu tip yıldızların buldukları çift sistemlerdeki veya kümelerdeki diğer yıldızlar normaldir. O halde olağandışı kimyasal bileşim yıldızın hayatı esnasında meydana gelmiş olmalı. Acaba yüzey kimyasal bileşimlerindeki sıra dışılığı meydana getiren süreçler nelerdir? Bu soruya cevap verebilmek için daha birçok kimyasal tuhaf yıldızın nicel olarak incelenmesi gereklidir.

Michaud (1970) tarafından ortaya konulan ve Vauclair et al. (1978) tarafından geliştirilen 'difüzyon teorisi' yıldız atmosferlerindeki bolluk anormalliklerinde kabul edilen bir açıklamadır. Genel kanaat ise HgMn yıldızlar arasında daha nadir olan ağır elementler görelî olarak bol miktarda iken hafif bol elementlerin azalmasıdır. Michaud ve arkadaşları (örn.; Talon et al. 2006) tarafından yapılan hesaplamalar, *Am* tipi yıldızlarda

gözlenen bolluk anormalliğinin ana nedeni olarak, ışınım ivmesi tarafından kontrol edilen atomik difüzyonu göstermiştir. Işınım basıncı ve bölgesel yüzey çekim arasındaki denge; bir elementin yukarı doğru itilmesine ve desteklenmesine ya da aşağı hareketini belirler. Eğer karşı koyan hidrodinamik süreçler yok ise / etkin değilse, atomik difüzyon gözlenenden daha büyük bolluk anomalileri üretebilir. Sabit bir oranda türbülans karışımı ve kütle kaybı meydana geliyorsa bolluk miktarlarında azalma beklenebilir.

3 Civa-Mangan, Metal Çizgili ve Normal Yıldızlar Üzerine Gerçekleştirdiğimiz Kimyasal Element Bolluk Analizleri

İncelediğimiz yıldızlar, ölçümlerimize göre 'vsini $< 50 \text{ km s}^{-1}$ ' dönme hızı değerlerine sahip, Pop I üyeleridir (Yüce and Adelman 2014). Söz konusu bu yıldızlar aynı zamanda B5 ve daha geç tayf türünden, anakol ve yakınlarındaki yıldızlardır. Sadece zayıf tayf çizgilerine dayanan analizlerde, artan dönme hızı nedeni ile çizgiler zayıfladığından, element bollukları belirlenmemektedir. Zira çizgiler örtüşmekte, bu da analizlerin karmaşıklaşmasına sebep olmaktadır. Sonuçta, ince analiz tekniği kullanılarak nicel bollukları belirlemede kullanılacak tayf çizgilerinin sayısı azalmaktadır.

Önemli bir soru; bolluk belirleme işlemi için civa spektral hatlarına benzer başka spektral hatlar bulunup bulunmayacağıdır. Eğer ışımali difüzyon ve çekimsel çökme bu yıldız tiplerindeki bolluk anormalliğini oluşturan temel mekanizma ise, biz böyle tayf çizgileri bulmamız gerekir. Bu olasılığı araştırmak, yaptığımız çalışmalar arasındadır.

Yüce and Adelman (2014) tarafından DAO serisindeki B, A, erken F türü normal, HgMn ve *Am* tipi yıldızların element bollukları öncelikle tek bir standarta dönüştürüldükten sonra yıldızlar yeniden gruplandırıldı; 17 'HgMn', 21 '*Am*' ve 20 'normal' yıldız. Söz konusu bu çalışmada kullanılan Güneş'e ilişkin yüzey element bollukları Asplund et. al. (2009) tarafından verilenlerdir. Ardından tayfsal çıkarımlardan elde edilen atmosfer parametrelerine bağlı gözlemsel HR diyagramı türetildi. He, C, O, Mg, Al, Si, P, S, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Ga, Sr, Y, Zr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Hg içeren otuz iki (32) elementin bolluk dağılımları incelendi.

Etkin sıcaklık değeri 7700 ila 10200 K ve yüzey çekim ivmesi 3.25 ila 4.30 aralığında olan 21 *Am* yıldızı, atmosfer parametreleri (10375–1330 K ve 3.50–4.25) aralığında 17 HgMn yıldızından daha benzer bolluk anormalliklerine sahiptirler. *Am* tipi yıldızların çoğu kalsiyum ve skandiyum azlığı yanında (normal bolluklu λ UMa hariç) demir pikli elementler, ağır elementler ve nadir toprak elementlerdeki (gözlendiği taktirde) bolluk fazlalığını paylaşılmaktadır. Ulaşılan sonuçlar, klasik *Am* ve *Fm* yıldızlarında dahil etmek üzere *Am* tipi yıldızlarda da sıcak *Am* yıldızlarını kapsayacak şekilde *Am* sınıfını genişleten Conti (1965) ile uyum sağlamaktadır.

Adelman et al. (2003) HgMn ve metal çizgili yıldızların element bollukları, etkin sıcaklıkları, yüzey çekim ivmeleri ve mikrotürbülans hızları arasında bir korelasyon analizi sunmuşlardır. Söz konusu çalışmada ele alınan yıldız sayısı az olmakla birlikte bu iki yıldız tipi arasında önemli bir örtüşme olduğu tespit edilmiştir. İlgili makalede yer alan Çizelge 2, çoğu durumda korelasyon sabiti r'nin 0.312'den daha büyük mutlak değerlerine karşılık gelen önemli bir ilişki sunar. İlgili çalışmada bazı veriler hesaba katılmamış ve tahmini dönme hızına (vsini) yer verilmemiştir. Yüce and Adelman (2014) HgMn ve *Am* tipi 38 yıldızın etkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi, mikrotürbülans hızı,

vsini ve (Mg, Si, Ca, Ti, Cr, Mn Fe ve Sr) bolluk anormalliklerine ilişkin niceliklerin bir korelasyon analizini gerçekleştirdiler. 38 yıldızla ait korelasyon değeri 0.320'den büyükse yıldızlar arasında bir korelasyon ilişkisinin olması olasılığı $1/20$ değerinden daha azdır. Bir başka ifade ile; 38 yıldız için r'nin mutlak değeri 0.320'den daha büyük olmalıdır anlamına gelecek bir tesadüfe bağlılığı ancak $1/20$ ihtimalden daha az bir olanak var ise bu korelasyon önemli olarak kabul edilir. Bu kriteri karşılayan değerler Yüce ve Adelman tarafından Tablo 2 (ve Tablo 3)'de koyu renkli gösterilmektedir. Tablo 3 sadece birkaçı eksik/atlanmış da olsa çok değerli sonuçları içerir; Sc (32 çizgi), Ni (34 çizgi), Y (35 çizgi), ve Zr (34 çizgi). Söz konusu değerlerden daha azına sahip elementler için bir korelasyon sunulmuş olsaydı, bu çalışmanın amacı HgMn ve Am yıldızlarının tüm etkin sıcaklık aralığı için olmayacaktı. Yıldız yavaş dönüyorsa, hiç bir gözlenmiş verinin görünür dönme hızına bağlı olmaması beklenir. Halbuki, dönme hızı ile [Mg/H], [Mn/H] ve [Ni/H] arasında belirgin bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Benzer atom numaralı elementlerin bollukları arasındaki ilişkilerde genel beklentiler, difüzyon teorisine dayalı olarak geliştirilmiştir. Söz konusu bu durumlar bazı haller için geçerlidir. Bundan başka, herhangi bir elementin yüzey bollukları yıldızdan yıldızla önemli ölçüde değişiklik gösterdiği bilinmektedir.

Montreal modelleri normal yıldızlardan ziyade HgMn ve Am tipi yıldızlarda daha çok dillendirilen C, N ve O fakirliğini öngördüğünden dolayı; biz de incelemeye aldığımız yıldız tipleri için [C/Fe] & [log Fe/H] ve [O/Fe] & [log Fe/H] grafiklerini hazırlayarak, değişimleri incelemeye aldık (bkz. Yüce and Adelman 2014; Şekil 65 ve 66). Güneş'teki Fe bolluğu ise $\log Fe/H = -4.5$ dex değerine karşılık gelmektedir. Demir bolluğu artarken; [C/Fe] ve [O/Fe] azalır; yani X ile Y arasında negatif yönde bir korelasyon vardır. Yüce and Adelman (2014) çalışmasında yer alan Şekil 65 ve 66'da görüldüğü gibi normal yıldızlar şeklin sol tarafında yer almaktadır. HgMn ve Am yıldızları ise tüm değer aralığı boyunca yayılmıştır.

4 Müzakere

Etkin sıcaklık – yüzey çekim ivmesi – bolluk diyagramlarında, yıldızların konumları ile element bollukları arasında ilişkiler göze çarpmaktadır. Ancak etkin sıcaklıkları ve yüzey çekim alanları çok benzer olan bazı yıldızlarda, element bolluklarının farklı olduğu da bir gerçektir. Yıldızların iç bölgelerinde hız / açısal momentum profillerinin farklı olması böyle farklı element bolluklarına yol açabilir. Konu ile ilgili teorinin de, bu önemli bulguyu tahmin edebilecek şekilde modifiye edilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada SIMBAD veritabanı (Strasbourg, Fransa) kullanılmıştır. Çalışma arkadaşlarım Sayın Prof. Dr. Saul J. Adelman (Citadel, Amerika Birleşik Devletleri) ve Sayın Prof. Dr. Austin F. Gulliver (Brandon, Kanada)'e teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Adelman, S. J.: uvby FCAPT photometry of the metallic-lined stars 60 Tau and HR 1528 and the magnetic CP stars HR 8216 and HR 8770. *A&A*, (2003), vol.401, 357–360
- Adelman, S. J.: The physical properties of normal A stars. in: J. J. Zverko et al. (eds.), *The A Star Puzzle*, IAU Symp. 224, UK: Cambridge University Press, (2004), p.1–11
- Adelman, S. J., Unsee, N.: On chemical abundances of Am and Normal A type stars. *Balt. Astron.*, (2007), vol.16, 183–190
- Adelman, S. J., Yüce, K.: Elemental abundance analyses with Coude

- Echelle Spectrograms from the TÜBİTAK National Observatory of Turkey: I. The HgMn stars 11 Per, HR 2801, and nu Cnc, *Astron. Nachr.*, (2010), vol.331, 785–793
- Adelman, S. J., Adelman, A. S., & Pintado, O. I.: On the relationship between the mercury-manganese stars and the metallic-lined stars. *A&A*, (2003), vol.397, 267–273
- Adelman, S. J., Caliskan, H., Kocer, D., Kablan, H., Yüce, K., Engin, S.: Elemental abundance analyses with DAO spectrograms. XXV. The superficially normal B and A stars alpha Draconis, tau Herculis, gamma Lyrae, and HR 7926. *A&A*, (2001), vol.371, 1078–1083
- Aurière, M., Wade, G. A., Lingières, F., et al.: No detection of large-scale magnetic fields at the surfaces of Am and HgMn stars. *A&A*, (2010), vol.523, id.A40 p.1–5
- Aurière, M., Wade, G. A., Silvester, J., et al.: Weak magnetic fields in Ap/Bp stars. Evidence for a dipole field lower limit and a tentative interpretation of the magnetic dichotomy. *A&A*, (2007), vol.475, 1053–1065
- Asplund, M., Grevesse, N., Sauval, A.J., & Scott, P.: The chemical composition of the Sun. *ARA&A*, (2009), vol.47, 481–522
- Berthet, S.: Which evolution for an Am star? *A&A*, (1992), vol.253, 451–458
- Conti, P. S.: The early A stars. I. Rotation and metallicity. *ApJ.*, (1965), vol.142, 1594–1603
- Gray, R. O., Garrison, R. F.: The early F-type stars - Refined classification, confrontation with Stromgren photometry, and the effects of rotation. *ApJS*, (1989), vol.69, 301–321
- Kochukhov, O., Makaganiuk, V., Piskunov, N. et al.: Are there tangled magnetic fields on HgMn stars? *A&A*, (2013), vol.554, id.A61, pg.1–12
- Kurtz, D. W.: Pulsation of chemically peculiar and pre-main sequence stars in the delta Scuti instability strip. in M. Breger and M. Montgomery (eds.), *ASP Conference Series*, (San Francisco: ASP) ISBN: 1-58381-041-2, (2000), vol.210, 287–308
- Michaud, G.: Diffusion processes in peculiar A stars. *ApJ*, (1970), vol.160, 641–658
- Morgan, W.W.: Some evidence for the existence of a peculiar branch of the spectral sequence in the interval B8-F0. *ApJ*, (1933), vol.77, 330–336
- Petit, P., Lingières, F., Wade, G. A., et al.: The rapid rotation and complex magnetic field geometry of Vega. *A&A*, (2010), vol.523, A41 p.1–9
- Preston, G. W.: The chemically peculiar stars of the upper main sequence. *ARA&A*, (1974), vol.12, 257–277
- Talon, S., Richard, O., & Michaud, G.: AmFm stars as a test of rotational mixing model. *ApJ*, (2006), vol.645, 634–651
- Titus, J., and Morgan, W. W.: On the classifications of the A stars. I. The spectral types of the brighter members of the Hyades Cluster. *ApJ*, (1940), vol.92, 256–261
- Vauclair, S., Vauclair, G., Schatzman, E., & Michaud, G.: Hydrodynamical instabilities in the envelopes of main-sequence stars - Constraints implied by the lithium, beryllium, and boron observations. *ApJ*, (1978), vol.223, 567–582
- Wahlgren, G. M.; Ilyin, I., & Kochukhov, O.: Spectrum variability for the HgMn star alpha And. *AAS Mtg.* 199, (2001), vol.33, p.1506
- Yüce, K., Adelman, S. J.: Elemental abundance analyses with DAO Spectrograms. XXXIV. A three-dimensional graphical examination of the elemental abundances of the mercury-manganese and metallic-line stars. *PASP*, (2014), vol.126, 345–358
- Yüce, K., Adelman, S. J., & Gulliver, A. F.: Elemental abundance analyses with DAO spectrograms. XXVIII. Comparisons with two series of automated elemental abundance analyses. *New Astronomy*, (2011a), vol.16, 191–193
- Yüce, K., Castelli, F., & Hubrig, S.: Wavelengths and oscillator strengths of Xe II from the UVES spectra of four HgMn stars. *A&A*, (2011b), vol.523, id.A37 p.1–16
- Yüce, K., Adelman, S. J., Gulliver, A. F., Hill, G.: Elemental abun-

dance analyses with DAO spectrograms: XXXII. HR 6455 (A3 III), delta Aqr (A3 V), eta Lep (F2 V), and 1 Boo (A1 V). *Astron. Nachr.*, (2011c), vol.332, 681–689

Erişim:

O31-0930: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

HD 33266 ve 6 CAS'ın Kimyasal Bolluk Analizi

Zeynep Avcı¹★, Tolgahan Kılıçoğlu¹, Aslı Elmaslı¹, Şeyma Çalışkan¹, Kübraözge Ünal¹, Yahya Nasolo¹, Berahitdin Albayrak¹

¹Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100, Tandoğan ANKARA

Özet

Bir Am yıldızı olduğu ilk kez belirlenen HD33266 ve süperdev bir yıldız olan 6 Cas'ın, yüksek çözünürlüklü tayfsal verileri TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde RTT150 teleskobuna bağlı Coude Echelle Tayfçekeri kullanılarak elde edildi. Bu veriler yardımıyla yıldızlara ilişkin atmosfer parametreleri belirlendikten sonra kimyasal bolluk analizi gerçekleştirildi. HD 33266 için 25, 6 Cas için ise 13 ayrı atomik türe ilişkin bolluklar hesaplandı. 6 Cas'ın Hidrojen Balmer (H_{α} , H_{β} ve H_{γ}) çizgi profilleri detaylı bir şekilde incelenerek bu yıldızın yüksek hızlı yıldız rüzgarlarına sahip olabileceği görüldü. Her iki yıldızın da H-R diyagramı üzerinde yerleri belirlenerek, evrim yollarından kütleleri, izokronlardan ise yaşları tayin edildi.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Am türü yıldızların tayfları incelendiğinde, Sc (ve bazen Ca) element bolluğunun düşük olduğu, çoğu demir grubu elementte ve özellikle Sr, Y, Zr ve Ba elementlerinde yüksek bolluklara sahip olduğu gözlemlendi (Fossati et al. (2009)). HD 33266 yıldızı literatürde ilgili ilk çalışmalarda tayf türü A2III olarak belirlendi (Cowley et al. (1969)). McAlister et al. (1989) bu yıldızın değişen bir yıldız olmadığını not etti. Abt & Morrell (1995) Mg II 4481 Å çizgisini kullanarak HD 33266'nın $v \sin i$ 'sini 10 km s^{-1} olarak hesapladı. Royer et al. (2002) bir çok A tayf türü yıldızın dönme hızını ölçtü ve HD33266'nın $v \sin i$ 'sini 15 km s^{-1} buldu. Harper (1937) 6 Cas'ın tayfında 15 soğurma çizgisi inceleyerek yıldızın parlaklığını $5^m.6$ ve tayf türünü A2p olarak belirledi. Aynı çalışmada dikine hızı -55.7 km s^{-1} belirlendi ve 6 Cas'ın tayfının Deneb (α Cygni) ile benzerlik gösterdiği görüldü. Buna ek olarak ilk defa bir çift sistem olabileceği düşünüldü. Aydın (1972)'nin 6 Cas için yapmış olduğu çalışmada yıldızın dikine hız değişimi rapor edildi, mikrotürbülans hızı ve çizgilerin eşdeğer genişliklerindeki değişimler çalışıldı. Yıldızın ait atmosferik genişleme hızı $50-180 \text{ km s}^{-1}$ ve bu değişimin periyodu da 1-1.5 ay olarak bulundu. Bunun sonucu olarak da yıldızın zonkladığı kanıtlandı (Chentsov (1995)). 6 Cas için yapılan çalışmalardan en önemlisi rüzgar momentumu-parlaklık ilişkisi Puls et al. (1996), Kudritzki et al. (1999), McCarthy et al. (2001) çalışmalarıdır. Kudritzki et al. (1999) 6 Cas için H_{α} , H_{β} ve H_{γ} çizgileri incelenmiş, etkin sıcaklığı 8400 K , yüzey çekim ivmesi 0.85 , rüzgar hızı 190 km s^{-1} , yıllık kütle kaybı $0.65 \times 10^{-6} M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır.

2 Gözlemler ve İndirgeme

Bu çalışmada HD 33266 ve 6 Cas için alınmış yüksek çözünürlüklü ($\sim 40\,000$) tayfsal veriler, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG-Antalya, Türkiye)'nde bulunan RTT150 teleskobuna bağlı Coude Echelle Tayfçekeri ile elde edildi. Hedef yıldızların gözlemleri sırasıyla 23-24 Aralık ve 23-24 Eylül 2010'da yapıldı. Yıldız tayflarının sinyal-gürültü oranını (S/G) arttırmak adına HD 33266 yıldızı için her iki gün alınmış olan tayflar birleştirildi. Hava koşullarından dolayı 6 Cas için aynı işlem gerçek-

leştirilemedi indirgeme sürecinde sadece 23 Eylül gecesine ait tayf kullanıldı. Yıldız tayf görüntüleri ile birlikte Bias, Flat (halojen lamba) kalibrasyon görüntüleri ve dalgaboyu kalibrasyonu için Th-Ar lamba görüntüleri alındı.

Elde edilen ham gözlem verilerinin ön indirgemeleri IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programı kullanılarak tayfsal analize hazır hale getirildi. Tüm görüntülere bias, flat ve saçılmış ışık düzeltmeleri uygulanarak dalgaboyu kalibrasyonu yapıldı. Yıldızın ait dikine hızları hesaplamak için yıldız tayfı Doppler etkisinden arındırıldı. Bunun için orta şiddetli temiz metal çizgileri kullanılarak dikine hızlar belirlendi ve tüm tayfların dikine hızları Güneş merkezine indirgenmiş olarak hesaplandı. Hedef yıldızlar için yapılan bu işlemlerden sonra yıldızların tayfları normalize edildi ve normalize tayf üzerinden yıldızların dönme hızları ($v \sin i$) hesaplandı. Çizelge 1'de hedef yıldızların gözlemsel verileri yer almaktadır.

3 Analiz

3.1 Çizgi Tanısı

Çizgi tanısı yapabilmek için ilk olarak HD 33266 ve 6 Cas yıldızlarının tayfında bulunan çizgilerden oluşan bir liste oluşturuldu ve çizgiler dalgaboyuna göre sıralandı. Daha sonra yıldızların tayfında bulunan soğurma çizgilerinin merkezi dalgaboyları ile eşdeğer genişlikleri ölçüldü ve bu listeye eklendi. HD 33266'nın çizgi listesi *omi* Peg (spectra.freeshell.org) yıldızının çizgi listesinden faydalanılarak oluşturuldu. 6 Cas'ın tayf türü ve ışınım sınıfı ile benzerlik gösteren Deneb (A2 Iae) yıldızının Albayrak et al. (2003) tarafından oluşturulmuş tayfsal çizgi listesi ve buna ek olarak aynı listenin revize edilmiş hali olan Schiller & Przybilla (2007)'nin Deneb için oluşturdukları çizgi listeleri kullanılarak çizgi tanısı yapıldı. Çizgi tanısı yapılırken, çizginin merkezi ve laboratuvar dalgaboyları ile uyumu, bu dalgaboyuna karşılık gelen atomik türün osilatör şiddeti, uyarılma potansiyeli, çizgi profilini etkileyen; S/G oranı, gürültü içinde kalan çizgiler, yer atmosferi kaynaklı çizgiler, yıldızın dönme hızı ve yıldız tayfının çözünürlüğünden kaynaklı çizgi binişikliği durumları dikkate alındı. Daha sonra tanımlanan çizgiler, güncel atomik veri listeleri içeren; NIST (National Institute of Standards and Technology) ve VALD (Vienna Atomic Database) veri tabanları aracılığıyla çizgilerin osilatör şiddetleri güncellendi.

★ zavci@ankara.edu.tr

Çizelge 1. Gözlemsel Veriler

Yıldız Adı	Parlaklık* [kadir]	RA* [s dk sn]	DEC* [° ' '']	Poz Süresi [sn]	v_{helio}^{**} [km s ⁻¹]	$v \sin i^{**}$ [km s ⁻¹]	S/G** [@ 5000 Å]
HD 33266	6.17	05 13 02.81	+61 51 00.14	2 x 4500	4.3	12	320
6 Cas	5.43	23 48 50.171	+62 12 52.26	2700	-41	29	170

* SIMBAD Astronomical Database'ten alınmış veriler

** Bu çalışmada hesaplanmıştır

Çizelge 2. Fotometrik ve Tayfsal atmosfer parametreleri

Yıldız Adı	Fotometrik			Tayfsal		
	T_e [K]	logg [dex]	T_e [K]	logg [dex]	ξ [km s ⁻¹]	[Fe/H] [dex]
HD 33266	9274	3.43	9200 ±150	3.60±0.1	2.6±1	0.21±0.01
6 Cas			9200 ±300	1.60±0.1	6.0 ± 1	-0.02 ±0.03

3.2 Atmosfer parametreleri

Atmosfer parametreleri hesaplanmanın farklı yolları vardır, bunlardan en bilinenleri fotometrik ve tayfsal yöntemdir. Bu çalışmada atmosfer parametreleri, tayfsal olarak hesaplanmış ve başlangıç atmosfer parametreleri literatür verilerinden temin edilmiştir. Atmosfer parametreleri belirleme işlemi WIDTH9 (Kurucz 1993b; Sbordone et al. 2004) kodu kullanılarak yapılmıştır.

3.2.1 Mikrotürbülans hızı (ξ)

Bu çalışmada mikrotürbülans hızını belirlerken, atomik tür için bolluk değerlerinin sabit ve eşdeğer genişlikten bağımsız olması durumuna dikkat edildi ve model atmosferde sıcaklık, log g değerleri sabit tutuldu. Yıldız tayflarında Fe I ve Fe II çizgilerinin sayıca fazla olması nedeniyle, sırasıyla HD 33266 için Fe I ve 6 Cas için Fe II çizgi kartları kullanılarak farklı mikrotürbülans değerleri ile çizgi bollukları belirlendi. Bollukların eşdeğer genişlikten bağımsız olma durumu dikkate alınarak, bolluk - eşdeğer genişlik grafiğinden mikrotürbülans değeri elde edildi.

3.2.2 Etkin sıcaklık (T_e) ve yüzey çekim ivmesi (log g)

Etkin sıcaklık, HD 33266 için Fe I, 6 Cas için Fe II çizgilerinin uyarılma dengesinden elde edildi. Mikrotürbülans hızı belirlerken kullanılan Fe I ve Fe II çizgi kartı aynı şekilde etkin sıcaklık belirlemede de kullanıldı. Hedef yıldızların yüzey çekim ivmesinin belirlenmesi için bu çalışmada kullanılan yöntem, yıldız atmosferinde bulunan elementlerin iyonizasyon dengesinin sağlanması esasına dayanmaktadır. İyonizasyon denge koşulu, aynı atmosfer parametreleri (T_e , log g , ξ) kullanılarak bir elementin ardışık iki iyonlaşma durumuna ait çizgilerden elde edilen bolluk değerlerinin birbirine eşit olması durumudur. Bu çalışmada yüzey çekim ivmesi belirlerken daha önce belirlenmiş olan mikrotürbülans ve etkin sıcaklık değerleri sabit tutuldu, ATLAS9 (Kurucz (2005), Sbordone et al. (2004), Sbordone et al. (2004)) programı kullanılarak elde edilen farklı log g değerindeki model atmosferleri ile Fe I - Fe II çizgi kartları kullanılarak çizgi bollukları hesaplandı. Fe I ve Fe II çizgilerinin ortalama bolluklarının eşit olduğu durumda da log g değeri belirlendi. Şekil 1'de yer alan H_α , H_β ve H_γ çizgi profillerinin normalizasyonu, belirlenen atmosfer parametrelerinin kontrolü, düşük eşdeğer genilikli ya da çizgi bilişikliği yapıları olan çizgilerin ve ince yapı düzeltmesi yapılacak çizgilerin bolluk değerlerinin hesaplanması, bunlara ek olarak çizgilere ait dönme hızlarının kontrolü, SYNTHES kodu

(Kurucz (1993b), Kurucz (2005)) ile üretilen kuramsal tayfların normalize tayf ile karşılaştırılması yöntemi kullanılarak yapıldı.

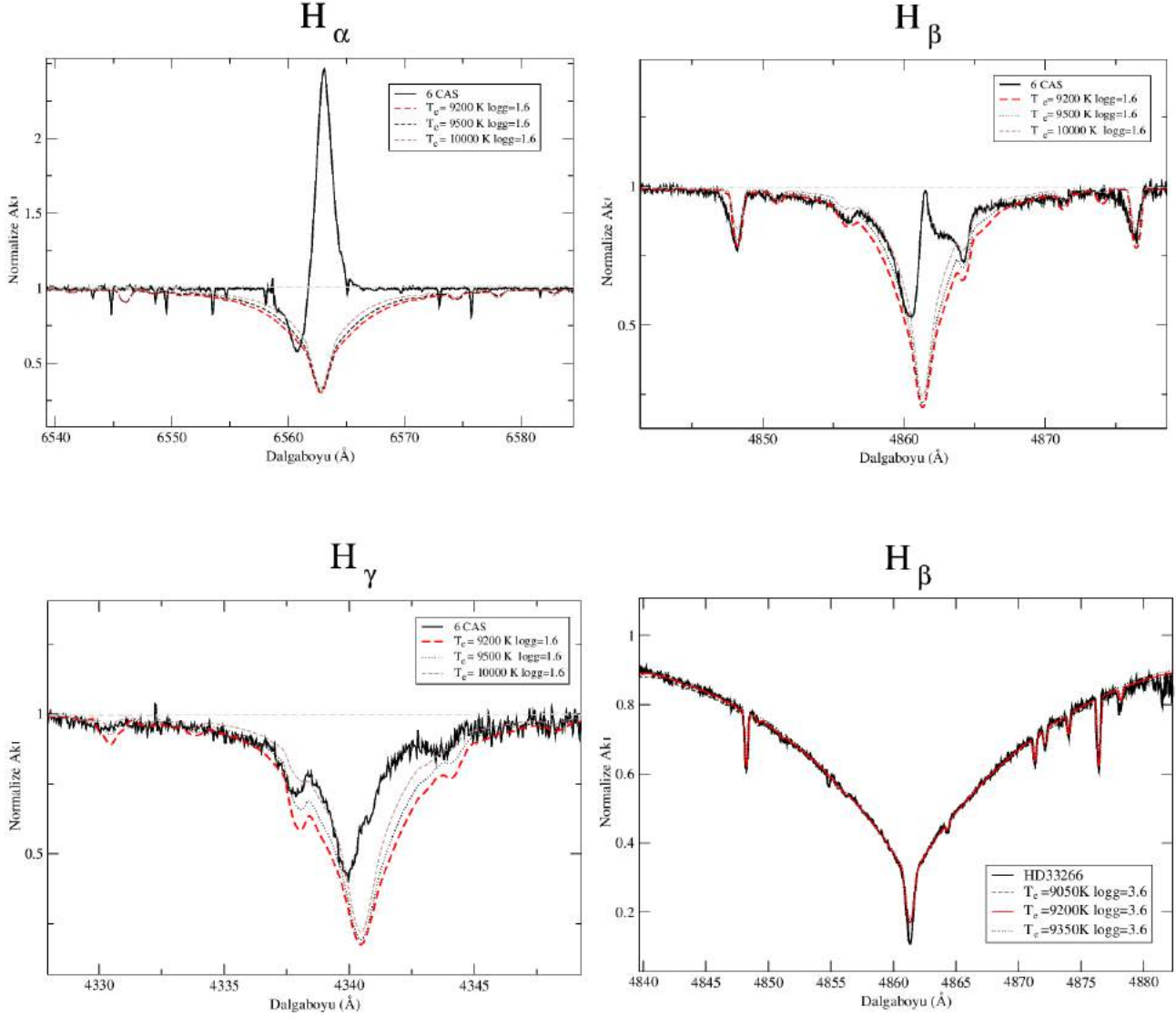
3.2.3 Element Bolluk Analizi

Her bir yıldız için elde edilmiş atmosfer parametrelerine uygun ATLAS9 ile üretilmiş model atmosferler kullanarak WIDTH9 kodu aracılığıyla Güneş bolluğuna Grevesse & Sauval (1998) göre her bir atomik türden için bolluklar hesaplandı. Buna ek olarak HD 33266 yıldızında ince yapı (hfs) gösteren V, Sc, Mn ve Y elementleri için farklı bir çizgi listesi kullanılarak element bollukları hesaplandı. 6 Cas için He I ve Mn II çizgilerinin kuramsal tayf uyumuna bakılarak bolluklar belirlendi. Deneb'in, N I (Przybilla et al. (2011)), Mg I, Ti II ve Fe II (Schiller & Przybilla (2007)) çizgileri için hesaplanan yerel termodinamik olmayan (non-LTE) etkiler çıkarılarak 6 Cas'ın non-LTE etkiden arındırılmış bollukları hesaplanmıştır. HD 33266 ve 6 Cas yıldızlarının element bolluk grafiği Şekil 2'te verilmiştir.

4 Sonuç

HD 33266 [C/H] ve [N/H] bollukları bakımından düşük iken [O/H] bolluğunun [C/H] ve [N/H] bolluğuna nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür. HD 33266 yıldızı için genel olarak bolluklara bakıldığında demir elementleri olan V, Cr, Mn, Ni ve ağır elementler olan Zn, Y, Zr, Sr ve Ba elementlerinin bolluklarının oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda [Sc/H] = -0.68 ± 0.07, [Ca/H] = -0.04 ± 0.15 ve etkin sıcaklığı da 9200 K bulunmuştur. HD 33266 yıldızı, Adelman & Unsee (2007) tarafından sıcak bir Am yıldızı olarak belirlenen o Peg ([Sc/H] = -0.37; [Ca/H] = 0.14; T_e = 9600 K) yıldızı ile benzerlik göstermektedir. Am yıldızlarının diğer bir karakteristik özelliği de düşük dönme hızlarına sahip olmalarıdır (< 120 km s⁻¹) (Abt & Morrell (1995)), HD 33266 yıldızının vsin i 'si o Peg'e benzer olarak 6 km s⁻¹'dir. Sonuç olarak HD 33266'nin bolluk özellikleri ve $v \sin i$ 'si göz önünde bulundurularak bir Am yıldızı olduğu kabul edildi.

6 Cas yerel termodinamik koşullarda hesaplanmış bolluk değerlerinin Venn (1995)'nin çalışmasında yer alan benzer A tayf türü süperdev yıldızlarının (HD 14489, HD 13476, HD 15316) bollukları ile uyum içinde olduğu görülmüştür. 6 Cas için dikine hız değeri -41 ± 2 km s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. 6 Cas'ın dönme hızı, gözlemsel tayfın orta şiddetli Ti II, Cr II ve Fe II çizgileri ile bu çizgiler için üretilen kuramsal tayfların uyumluluğuna bakılarak hesaplanmıştır



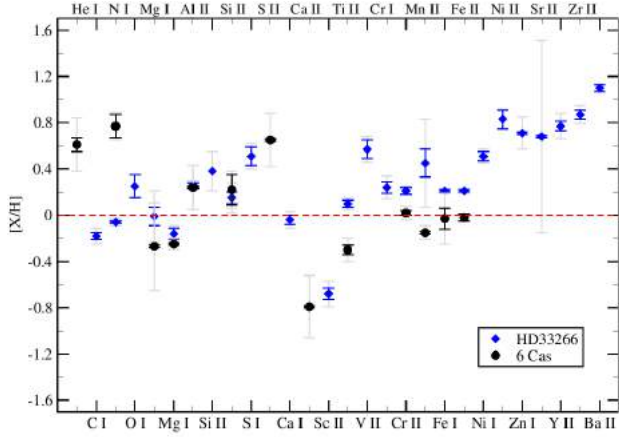
Şekil 1. HD 33266 ve 6 Cas'ın H Balmer çizgilerinin kuramsal tayflar ile çakıştırılması

($v \sin i = 29 \pm 4 \text{ km s}^{-1}$). Hedef yıldızlara ait yaş, kütle ve evrim süreçleri hakkında yorum yapılabilmek için yıldızların H-R Diyagramında yerleri belirlendi. Işınım gücünü hesaplamada HD 33266 için Balona (1994), 6 Cas için Torres (2010) kalibrasyonları kullanıldı. Görünür parlaklıkları ve paralaksar kullanılarak yıldızların ışınım gücü elde edildi. Işınım gücü ve etkin sıcaklıklar kullanılarak H-R diyagramdaki yerleri belirlendi. Salasnich et al. (2000)'nin evrim yolları ile yıldızların kütleleri tayin edildi. HD 33266 için kütlesi $2.30 \pm 0.06 M_{\odot}$ ve 6 Cas için $20 M_{\odot}$ olarak belirlendi. HD 33266 için Marigo et al. (2008)'nin izokronları, 6 Cas için Bressan et al. (2012)'nin izokronları kullanılarak yıldızların yaşları belirlendi. HD 33266 için $400 \pm 60 \text{ Myr}$, 6 Cas için ise $9.5 \pm 2 \text{ Myr}$ olarak hesaplandı. Şekil 3'te hedef yıldızlara ait H-R diyagramı yer almaktadır.

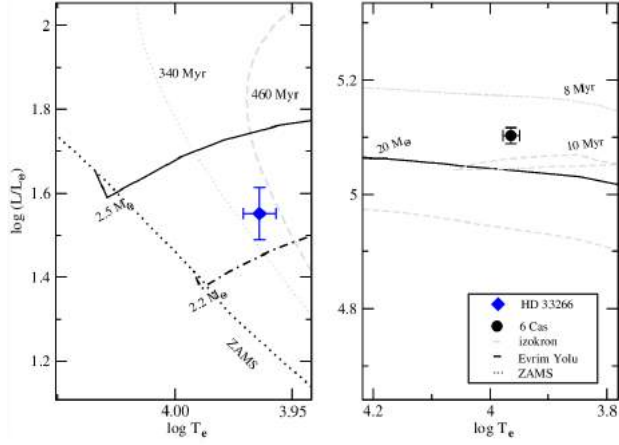
Kaynaklar

Abt H. A., Morrell N. I., 1996, VizieR Online Data Catalog, 209, 90135

- Adelman S. J., 1988, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 235, 749
- Albayrak B., Gulliver A. F., Adelman S. J., Aydın C., Koçer D., 2003, *Astronomy and Astrophysics*, 400, 1043
- Aydın C., 1972, *Astronomy and Astrophysics*, 19, 369
- Balona L. A., Jerzykiewicz M., 1994, VizieR Online Data Catalog, 726, 782
- Bressan A., Marigo P., Girardi L., Salasnich B., Dal Cero C., Rubele S., Nanni A., 2012, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 427, 127
- Chentsov E. L., 1995, *Astrophysics and Space Science*, 232, 217
- Cowley A., Cowley C., Jaschek M., Jaschek C., 1969, *Astronomical Journal*, 74, 375
- Fossati L., Ryabchikova T., Bagnulo S., Alecian E., Grunhut J., Kochukhov O., Wade G., 2009, VizieR Online Data Catalog, 350, 30945
- Grevesse N., Sauval A. J., 1999, VizieR Online Data Catalog, 334, 70348
- Harper W. E., 1937, Publications of the Dominion Astrophysical Observatory Victoria, 7, 1



Şekil 2. HD 33266 ve 6 Cas element bolluklarının Güneş bolluğuna göre grafiği



Şekil 3. HD 33266 ve 6 Cas yıldızlarının H-R diyagramı

- Kudritzki R. P., Puls J., Lennon D. J., Venn K. A., Reetz J., Najarro F., McCarthy J. K., Herrero A., 1999, *Astronomy and Astrophysics*, 350, 970
- Kurucz R. L., 1993, *VizieR Online Data Catalog*, 6039, 0
- Kurucz R. L., 2005, *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi*, 8, 14
- Marigo P., Girardi L., Bressan A., Groenewegen M. A. T., Silva L., Granato G. L., 2008, *Astronomy and Astrophysics*, 482, 883
- McAlister H. A., Hartkopf W. I., Sowell J. R., Dombrowski E. G., Franz O. G., 1989, *Astronomical Journal*, 97, 510
- McCarthy J. K., Kudritzki R.-P., Lennon D., Venn K. A., Smartt S. J., Herrero A., 2001, in *American Astronomical Society Meeting Abstracts #198*. p. 1182
- Przybilla N., Nieva M.-F., Butler K., 2011, *Journal of Physics Conference Series*, 328, 012015
- Puls J., et al., 1996, *Astronomy and Astrophysics*, 305, 171
- Royer F., Grenier S., Baylac M.-O., Gómez A. E., Zorec J., 2002, *Astronomy and Astrophysics*, 393, 897
- Salasnich B., Girardi L., Weiss A., Chiosi C., 2000, *Astronomy and Astrophysics*, 361, 1023
- Sbordone L., Bonifacio P., Castelli F., Kurucz R. L., 2004, *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi*, 5, 93
- Schiller F., Przybilla N., 2007, *Astronomische Nachrichten*, 328, 656
- Torres G., 2010, *Astrophysical Journal*, 140, 1158

Venn K. A., 1995, *Astrophysical Journal Supplement*, 99, 659

Erişim:

031-1000: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Açık Küme Üyesi Kırmızı Dev Yıldızların Kimyasal Analizi

Gamze Böcek Topçu^{1*}, Melike Afşar¹, Chris Sneden²

¹ Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

² The University of Texas, Department of Astronomy and McDonald Observatory, Austin

Özet

Bu çalışmada, NGC 752 açık küme üyesi 10 kırmızı dev yıldızın kimyasal bolluk analizi ve NGC 6940 açık yıldız kümesinin ön analiz sonuçları sunulmaktadır. Model atmosfer parametreleri, Fe I, Fe II, Ti I ve Ti II çizgilerinin eşdeğer genişlikleri ölçülerek belirlenmiştir. Sentetik analiz yöntemiyle belirlenen lityum bolluğu 6707 Å rezonans çizgisinden, oksijen bolluğu ise yasaklanmış [O I] 6300 Å çizgisinden belirlenmiştir. Karbon ve azot bollukları da sentetik analiz yöntemiyle elde edilmiştir. Karbon bolluğu 4311 ve 4325 Å dalga boyu aralığındaki G-bandı ile 5160 ve 5631 Å'da bulunan C₂ Swan bandlarından bulunmuşur. Azot elementinin bolluğu 7995–8040 Å aralığındaki ^{12,13}CN kırmızı-sisteminden belirlenmiştir. Çalışmamızın önemli hedeflerinden biri olan ¹²C/¹³C izotop oranı da aynı sistemdeki yaklaşık 8004 Å'da bulunan ¹²CN ve ¹³CN çizgi oranlarından tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, alfa (Mg, Si, Ca), hafif tek-Z (Na, Al), Fe-grubu (Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn), n-yakalama (Y, La, Nd, Eu) elementlerinin bollukları eşdeğer genişlik ya da sentetik analiz yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Klasik yıldız evrim kuramında (ör. Iben 1967), yıldız anakoldan ayrılıp kırmızı dev kolu'na (RGB) doğru evrimleşirken konvektif zarfı yıldızın iç kısımlarına doğru genişler ve lityum ve berilyum ve bor bolluklarında ilk seyreltilmeye (dilution) neden olur. Yıldız içlerine doğru genişleyen konvektif katmanın H yanmasından sonra ortaya çıkan işlenmiş maddeye ulaşması ve bu işlenmiş maddeyi yüze taşıması ile birinci tırmıklama (first dredge-up) meydana gelir. Birinci tırmıklama, özellikle C ve N yüzey bolluklarını değiştirir; ¹³C ve ¹⁴N bolluklarını artırırken ¹²C bolluğu ve ¹²C/¹³C izotop oranı azalır (ör. Charbonnel et al. 1998; Gratton et al. 2000, ve referansları). Bolluklardaki bu değişimlerin miktarı ise başlangıç kütlesi ve metal oranı ile ilişkilidir (ör. Sweigart et al. 1989; Charbonnel 1994). Birinci tırmıklamadan sonra konvektif zarf, yozlaşmış He çekirdeği saran aktif H-yanma kabuğundan yüze doğru geri çekilmeye başlar ve bu aşamadan sonra klasik kurama göre RGB evrimi sırasında yüzey bolluklarında başka değişimler beklenmez.

Ancak konveksiyonun tek karışım mekanizması olduğu standart evrim modeli tüm gözlemsel detayları açıklayamamaktadır. Gözlemsel sonuçlar, beklenmemesine karşın, ıştırma fonksiyonu tümseğinden (luminosity bump function, LBF) hemen sonra yüzey bolluklarında daha fazla karışım işlemi gerektiren sonuçlar göstermektedir. N bolluğu beklenenden daha fazla artarken Li ve C bolluğu ile ¹²C/¹³C oranı daha fazla azalmaktadır. Bu etki, alan yıldızlarında, açık ve küresel kümelerde, metalce çok fakir devlerde, LMC ve Sculptor gibi farklı gökadalarda gözlenmiştir. Bu sonuçlar aslında ekstra karışımın konumdan ya da başlangıç metal oranından bağımsız, RGB yıldızlarının kendi evrimlerinden kaynaklanan evrensel bir etki olduğunu göstermektedir.

Gözlem sonuçları ve kuramsal çalışmalar arasında iyi bir karşılaştırma yapabilmek için yıldız kütlelerinin iyi bir şekilde belirlenmesi gerekir ki bu da alan yıldızları için zorlu bir iştir. Açık ve küresel kümelerdeki yıldızlar bu tip bir karşılaştırma için

daha iyi adaylardır çünkü aynı kimyasal bileşim ile aynı yaşta ve uzaklıkta oluşurlar. Renk-parlaklık diyagramlarına izokronlar uygulanarak küme üyelerinin sıcaklık, ıştırma, evrim durumu ve kütleleri alan yıldızlarına göre daha duyarlı öngölebilir. Bu bilgiler sayesinde küme üyesi yıldızların bolluk analizleri daha duyarlı bir şekilde yapılarak model atmosferleri çok daha net bir biçimde belirlenebilir. Bu konudaki ilk çalışma Gilroy (1989) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada 20 Gökada açık kümesindeki dev yıldızlara ilişkin ¹²C/¹³C oranları belirlenmiş, geniş yaş aralığını kapsayan gözlem verilerinden daha yaşlı kümelerdeki dev yıldızların genç küme üyelerine göre önemli ölçüde daha fazla karışım geçirdiği sonucuna varılmıştır. Bu yaşlı devlerin ¹²C/¹³C oranları da kuramsal beklentilerden çok daha düşüktürler, bir şekilde birinci tırmıklama evresinde beklenilenden daha fazla karışım geçirmiş olmalıdırlar. Gilroy (1989) çalışmasının bir diğer sonucu da kütlesi ≈2.2 M_☉'den az olan küçük kütleli yıldızların daha fazla karışma uğramış olmalarıdır. Sonucun neden kuramsal beklentilerle uyuşmadığı ise bu çalışmadan günümüze kadar bir çok araştırmacı tarafından gözlemsel ve kuramsal olarak incelenmiştir (ör. Charbonnel & Lagarde 2010, ve referansları).

Bu çalışma ile amacımız, yüksek çözünürlük ve sinyal/gürütü oranına sahip tayf gözlemlerini yaptığımız NGC 752 kümesinin üyesi olan 10 adet kırmızı dev (RG) yıldızın dikine hızlarını (RV) ölçerek küme üyesi olup olmadıklarını test ettikten sonra detaylı kimyasal bolluk analiz sonuçlarını literatüre sunarak bu yıldızlarda ekstra karışımın var olup olmadığını tartışmaktır. Ayrıca model atmosferleri duyarlı bir biçimde belirlenen üyelerin Li bolluğu, ¹²C/¹³C oranı, fotometrik ve tayfsal HR diyagramları yardımıyla evrim durumlarını tahmin etmektir. Aynı çalışmanın yapılacağı NGC 6940 küme üyesi 12 RG yıldızı için de ön analiz sonuçları sunulmaktadır.

2 NGC 752, NGC 6940 ve RG yıldızları

Ortalama yaştaki NGC 752 (≈447 pc) ve NGC 6940 (≈770 pc) kümelerinin ve kırmızı dev yıldızlarının seçimleri ilk olarak

* gamzebocek@gmail.com

Çizelge 1. Dikine hızlar. (a) Böcek Topcu et al. (2015), (b) Mermilliod et al. (2008) (c) Hazırlık aşamasında.

NGC 752	RV^a (kms^{-1})	RV^b (kms^{-1})	NGC 6940	RV^c (kms^{-1})	RV^b (kms^{-1})
MMU 1	4.73 ± 0.20	5.19 ± 0.15	MMU 101	7.74 ± 0.23	6.81 ± 0.14
MMU 3	4.11 ± 0.20	4.56 ± 0.10	MMU 152	9.28 ± 0.24	8.5 ± 0.15
MMU 11	4.45 ± 0.19	4.75 ± 0.12			
MMU 24	4.86 ± 0.19	5.36 ± 0.10			
MMU 27	4.39 ± 0.19	4.58 ± 0.11			
MMU 77	4.58 ± 0.20	5.02 ± 0.09			
MMU 137	5.59 ± 0.20	5.25 ± 0.09			
MMU 295	6.32 ± 0.23	5.20 ± 0.09			
MMU 311	5.19 ± 0.19	5.79 ± 0.09			
MMU 1367	3.98 ± 0.19	4.55 ± 0.11			

Çizelge 2. Model atmosfer parametreleri. Li bollukları ve $^{12}C/^{13}C$ izotop oranları.

Yıldız	T_{eff} (K)	$\log g$ ($cm s^{-2}$)	ξ ($km s^{-1}$)	$[M/H]$	$\log \epsilon(Li)$	$^{12}C/^{13}C$	Evrin Durumu
NGC 752							
MMU 1	5005	2.95	1.07	-0.07	0.15	25	RGB
MMU 3	4886	2.76	1.10	-0.10	1.25	25	RGB
MMU 11	4988	2.80	1.14	-0.06	1.00	25	RC
MMU 24	4839	2.42	1.23	-0.09	<0	15	RC
MMU 27	4966	2.73	1.16	-0.04	0.95	17	RC
MMU 77	4874	2.80	1.15	-0.05	1.34	25	RGB
MMU 137	4832	2.51	1.29	-0.16	<0	15	RC
MMU 295	5039	2.88	1.10	-0.05	<0	20	RHB
MMU 311	4874	2.68	1.24	-0.02	0.78	20	RC
MMU 1367	4831	2.42	1.22	-0.07	<0	17	RC
NGC 6940							
MMU 101	5012	2.93	1.18	-0.04	0.66	>25	
MMU 152	4917	2.66	1.33	-0.13	<0	6	

WEBDA¹ veri tabanından yapılmıştır. İstenilen parlaklık aralığında yer alan RG yıldızlarının da yer aldığı geniş kapsamlı RVçalışması, (Mermilliod et al. 2008) kullanılarak sadece küme üyesi olanlar seçilerek gözlenmiştir. NGC 752 küme üyesi 10 RG yıldızın gözlemleri McDonald gözlemevinde bulunan 2.7m çaplı teleskoba bağlı Robert G. Tull Cross-Dispersed Echelle tayfçekeri ($R \approx 60.000$) ile yapılmıştır. Gözlenen dalgaboyu aralığı 4000–8000 Å 'dir. NGC 6940 kümesinin 12 RG yıldızın gözlemleri ise 9.2 m çaplı Hobby-Eberly Teleskobuna (HET) bağlı olan "High Resolution Spectrograph (HRS)" ($R \approx 60000$) ile yapılmıştır. Elde edilen tayflar standard IRAF² paketleriyle indirgenmiştir. HET teleskobundan alınan tayf verisi kırmızı ve mavi olmak üzere iki bölgeden meydana gelmektedir. Tayfın mavi tarafı yaklaşık 5100–6900 Å kırmızı tarafı ise yaklaşık 7000–8800 Å dalgaboyu aralığını kapsamaktadır. Her iki bölge IRAF ile ayrı ayrı indirgendikten sonra analiz aşamasında birleştirilmiştir.

Kimyasal bolluk analizine başlamadan önce RG yıldızların küme üyeliklerini test etmek amacıyla IRAF'ta bulunan *fxcor* paketi ile dikine hız ölçümü yapılmıştır. RV ölçümünde standard yıldız yerine tüm hedef yıldızların model atmosferleri birbirine çok yakın olduğundan ortalama bir model atmosfere sahip olacak şekilde oluşturulan sentetik tayf karşılaştırma standardı olarak kullanılmıştır. Çizelge 1'de her iki küme üyelerinin ölçülen dikine hızları verilmektedir. NGC 752 kümesi için ortalama

dikine hız $\langle RV \rangle = 4.82 \pm 0.20 \text{ kms}^{-1}$, NGC 6940 kümesinin ise $\langle RV \rangle = 8.02 \pm 0.56 \text{ kms}^{-1}$ 'dir.

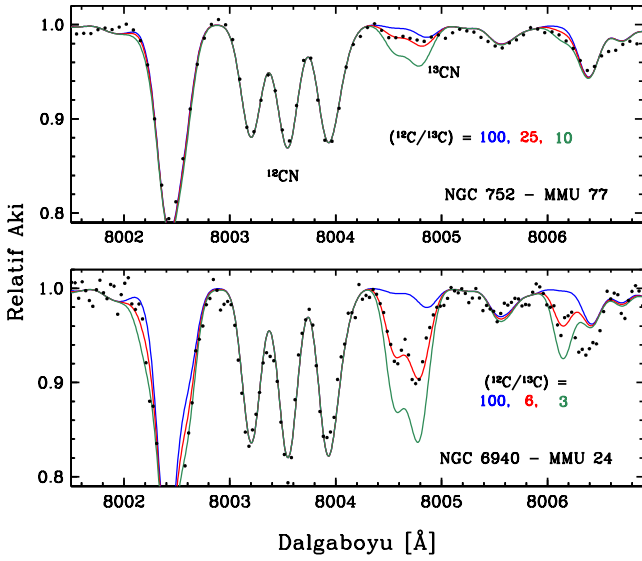
3 Model Atmosferler ve Bolluk Analizi

Bolluk analizine başlamadan önceki en önemli adım geçiş olasılıklarının ($\log gf$) ve uyarılma potansiyellerinin (EP) bulunduğu çizgi listelerinin oluşturulmasıdır. Çalışmamızda atomik ve moleküler çizgi listeleri için mümkün olduğunca en yeni laboratuvar çalışmaları seçilmiştir (detaylar için bk. Böcek Topcu et al. 2015). Model atmosferlerin belirlenmesi için başka atomik çizgi veya moleküller ile karışmamış Fe I, Fe II, Ti I ve Ti II çizgilerinin eşdeğer genişlikleri ölçülmüştür. Elde edilen bolluk değerleri için iç tutarlılık sağlanması amacıyla $R = 150.000$ çözünürlüklü güneş tayfı (Kurucz et al. 1984) aynı çizgi listeleriyle analiz edilmiş, bulunan güneş bollukları küme üyelerinin $[X/Fe]$ bolluklarının hesabında kullanılmıştır. Castelli & Kurucz (2003) tarafından hazırlanan atmosfer modellerini kullanan MOOG¹ (Snedden 1973) analiz kodunun yarı-otomatik versiyonu ile RG yıldızlarının model atmosferleri belirlenmiştir. Eşdeğer genişlik yöntemi ve sentetik analiz yöntemi ile bolluk belirlenmesi de yine MOOG yazılımının farklı alt paketleri ile yapılmıştır. Başlangıç parametreleri belirlenirken fotometriden bağımsız sıcaklık belirlemek amacıyla çizgi derinliği oranı yöntemi (line-depth ratio, LDR) kullanılmıştır. LDR sıcaklıkları, sıcaklığa çok duyarlı (örneğin V I) ve az duyarlı (örneğin Fe I) elementlerin birbirine

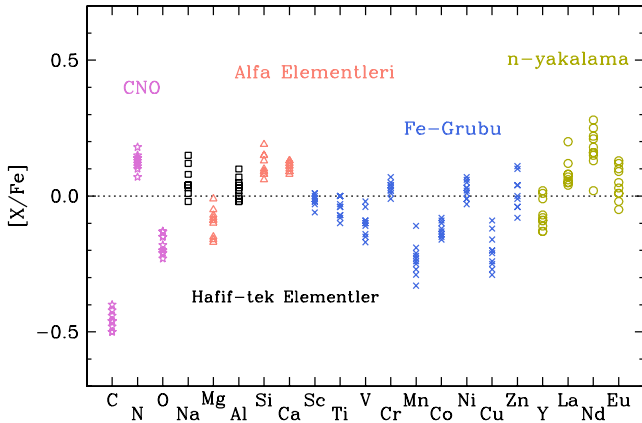
¹ <http://www.univie.ac.at/webda/webda.html>

² <http://iraf.noao.edu/>

¹ <http://www.as.utexas.edu/~chris/moog.html>



Şekil 1. ^{12}C N ve ^{13}C N moleküllerinden izotop oranlarının belirlenmesi.



Şekil 2. NGC 752 üyesi RG yıldızları için $[X/\text{Fe}]$ oranları.

çok yakın çizgilerinin merkezi derinlik oranlarından belirlenmektedir (Biazzo et al. 2007a,b). Çizelge 2’de NGC 752 küme üyesi 10 ve NGC 6940 küme üyesi 2 yıldızın hesaplanan, tayfsal model atmosfer parametreleri listelenmiştir.

Si I, Ca I, Ni I, Cr I ve Cr II çizgilerinin bolluk analizi eşdeğer genişlik ölçümü ile yapılmıştır. Güncel geçiş olasılıkları bulunmayan ve çok ince (hyper-fine) yapı gösteren elementler olan V I, Sc II ve Co I için NGC 752 küme çalışmasında ters-güneş analizi ile belirlenen geçiş olasılıkları kullanılmıştır. Bu elementlerin bolluk analizleri MOOG programındaki “blends” rutini ile yapılmıştır. Na I, Mg I, Al I, Mn I, Cu I, Zn I, La II, Nd II ve Eu II çizgilerinin bollukları ise başka atom ya da moleküller ile karışıklarından sentetik tayf analizi yöntemiyle elde edilmiştir.

Sentetik tayf analizine CNO elementlerinin bolluklarının ard arda belirlenmesi ile başlanmıştır. Oksijen bolluğu 6300 Å’da yer alan yasaklanmış [OI] çizgisinden elde edilmiştir. Azot bollukları 8000–8048 Å aralığındaki CN moleküllerinden belirlenirken, karbon bollukları 5160 ve 5631 Å yöresindeki C_2 mo-

leküllerinin analizi ile bulunmuştur. $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ izotop oranı yaklaşık 8004 Å’da bulunan ^{12}C N ile ^{13}C N moleküllerinin oranı ile hesaplanmıştır. Şekil 1’de NGC 752 kümesindeki MMU 77 ve NGC 6940 kümesindeki MMU 152 RG yıldızlarının izotop oranlarının belirlenmesi gösterilmektedir. MMU 152 yıldızının izotop oranı bu derece yüksek metal bolluğuna sahip açık küme üyeleri arasında şu ana kadar belirlenen en düşük $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ değeridir.

4 Sonuçlar

Şekil 2’de NGC 752 küme üyesi 12 RG yıldızının $[X/\text{Fe}]$ bollukları noktalanmıştır. C bolluğu azalırken N bolluğu artmaktadır. Ancak sabit kalması beklenen O bolluğu ≈ 0.18 dex azalmıştır. Diğer elementler ise güneş bolluğu etrafında salınmaktadır. Çizelge 2’de ise Li bollukları ve $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ oranları verilmektedir.

NGC 752 kümesindeki gözlenen yıldızların evrim durumları Çizelge 2’de yer alan değerler de dikkate alınarak incelenildiğinde, yıldızlardan üç tanesinin ilk çıkış devri, altısının kırmızı yığın (RC) yıldızı, birinin ise yatay kırmızı dev kolu (RHB) yıldızı olduğu önerilmiştir (Böcek Topcu et al. 2015). Düşük $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ oranı gösteren RC ve RHB yıldızlarının konumları LBF’den sonra yer aldığından ekstra karışım geçirmiş oldukları düşünülmektedir.

NGC 6940 kümesindeki ($[M/H] \approx -0.08$) MMU 152 yıldızının ise ön analiz sonuçları dikkate değerdir. Oldukça düşük karbon bolluğu ($[C/\text{Fe}] = -0.46$) gösteren bu yıldızın ($^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \approx 6$) karbon izotop oranı da çok düşüktür. Bu değer güneş metal bolluğu civarında şu ana kadar gözlenmiş en düşük karbon izotop oranıdır. NGC 6940 kümesindeki 12 RG yıldızın analiz sonuçları bir başka çalışmamızda duyurulacaktır.

Kaynaklar

- Biazzo K., Frasca A., Catalano S., Marilli E., 2007a, *Astron. Nachr.*, 328, 938
 Biazzo K., et al., 2007b, *A&A*, 475, 981
 Böcek Topcu G., Afşar M., Schaeuble M., Sneden C., 2015, *MNRAS*, 446, 3562
 Castelli F., Kurucz R. L., 2003, in Piskunov N., Weiss W. W., Gray D. F., eds, *IAU Vol. 210, Modelling of Stellar Atmospheres*. p. 20P
 Charbonnel C., 1994, *A&A*, 282, 811
 Charbonnel C., Lagarde N., 2010, *A&A*, 522, A10
 Charbonnel C., Brown J. A., Wallerstein G., 1998, *A&A*, 332, 204
 Gilroy K. K., 1989, *ApJ*, 347, 835 (Gil89)
 Gratton R. G., Sneden C., Carretta E., Bragaglia A., 2000, *A&A*, 354, 169
 Iben Jr. I., 1967, *ApJ*, 147, 624
 Kurucz R. L., Furenlid I., Brault J., Testerman L., 1984, *Solar flux atlas from 296 to 1300 nm*. Aura
 Mermilliod J. C., Mayor M., Udry S., 2008, *A&A*, 485, 303 (Mer08)
 Sneden C., 1973, *ApJ*, 184, 839
 Sweigart A. V., Greggio L., Renzini A., 1989, in *Bulletin of the American Astronomical Society*. p. 789

Erişim:

031-1015: **UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.**

Kepler Örten Çiftlerinin, HET ve SDSS Tayfları ile Birlikte Analizi

Hasan Ak¹★,

Rohit Deshpande, Chad Bender, Scott Fleming, Andrej Prsa, Suvrath Mahadevan

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Kepler uydusu, esas görevinin yanında, örten çiftlerin de yüksek duyarlılıkta ışık eğrilerini elde etmiştir. Örten çiftlerin ışık eğrisi ve tayflarının birlikte analizinden elde edilen dinamik kütle ve yarıçapların duyarlı ve doğru değerler olması, yıldızlara ilişkin teorik çalışmalarda kritik öneme sahiptir. Literatürde %2-3'ten daha duyarlı dinamik kütle ve yarıçapa sahip yıldız sayısı 250 kadardır. HET ve SDSS teleskoplarında devam eden bir proje ile, dinamik kütle ve yarıçapları yüksek duyarlılık ile belirlenmiş yeni sistemler literatüre kazandırılacaktır. Özellikle K-M türü yıldızların yüksek duyarlılıklı kütle ve yarıçap değerleri literatürde çok azdır. Bu nedenle, projeye alınan sistemler, özellikle K-M türü bileşenlere sahip olan (olabilecek) sistemler arasından seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: spectroscopic, İkili Yıldızlar

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

031-1030: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Post-AGB Yıldızlarında Kimyasal Bolluklar

Gizem Şehitoğlu^{1*}, Zeynep Bozkurt¹

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir, Türkiye

Özet

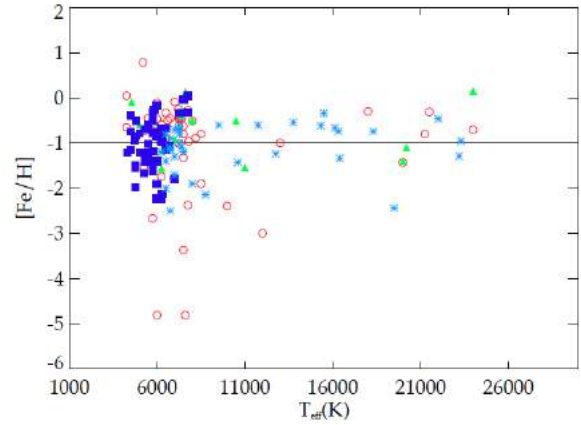
Bu çalışmada post-AGB yıldız örneklerine ilişkin kimyasal bolluk verilerinden yola çıkılarak, önceki evrim aşamasında gerçekleşen nükleosentez işlemleri ile bu işlemlerle üretilen yeni elementlerin yüze taşınmasını sağlayan karıştırma işlemlerine ilişkin izlerin arandığı yüksek lisans tezimizin küçük bir kısmı sunulmaktadır. Burada [Fe/H] oranı dağılımı, C, N, O ve α -element bolluk dağılımlarına ilişkin yapılan incelemelerimizden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: stars: AGB and post-AGB, Yıldız Tayfı

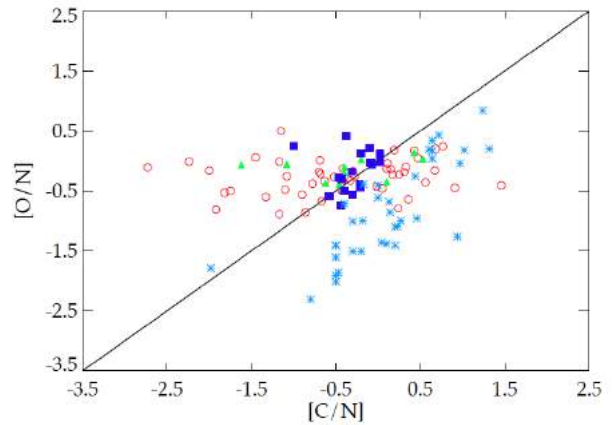
1 Giriş

Post-AGB terimi C-O çekirdeği çevreleyen kabuklarda tekrarlanan H ve He yanmalarının gerçekleştiği, küçük ve orta kütleli yıldızların ($0.8M_{\odot} - 8M_{\odot}$) AGB evresini izleyen evrimsel basamaklarını ifade etmektedir. Büyük ışıtmalı bu cisimler ($10^3 \sim 10^4 L_{\odot}$) AGB evresinin sonunda güçlü kütle kayıplarına maruz kalırlar ($10^{-7} \sim 10^{-4} M_{\odot} \text{ yıl}^{-1}$) ve kabaca sabit bir ısıtma ile hızlı bir şekilde daha yüksek sıcaklıklara doğru evrimleşirler. Post-AGB cisimleri başlangıç kütlelerine sıkı bir şekilde bağlı olan ve en büyük kütleli olanlar için yaklaşık olarak 30 yıl ile en düşük kütleli olanlar için 30.000 yıl (Schönberner (1979), Schönberner (1983)) arasında değişen gezegenimsi bulutsuya geçiş zamanlarına sahiptirler. Post-AGB yıldızlarının diğer önemli bir özelliği, etraflarını saran kalın bir zarf yapının varlığıdır. Bu zarf ısıl atmalı AGB evresi sırasında oluşmaktadır. Yıldızlar post-AGB evresine girdikten sonra ata yıldızın başlangıç kütlelerine bağlı olan bir zaman ölçeğinde bu toz zarf seyrelir ve merkezi cisim optik olarak görünür hale gelir (Blöcker (1995a), Blöcker (1995b)). Post-AGB yıldızlarına ilişkin gözlemsel çalışmalar geniş bir dalgaboyu aralığında ve çok çeşitli tekniklerle yapılmaktadır. Bakış doğrultusundaki optik derinlik çok büyük değilse, moröte ve optik akıllar merkezi yıldızın kimyasal olarak çalışılmasına olanak vermektedir. Böylece yıldız çevreleyen maddenin opasite özellikleri ve hatta bazı durumlarda yıldız çevreleyen moleküllerin elektronik geçişleri çalışılabilir. Ayrıca yıldız çevreleyen toz kızılöte bölgede ısıl ışımaya yaptığı için kızılöte gözlemleri bu cisimlerin çalışılması için çok önemlidir.

AGB evrimi aşamasında yıldızlar nükleosentez, tırmıklama, ısıl atma ve kütle atımı gibi bazı fiziksel süreçler geçirmektedir. Post-AGB yıldızlarının yüzey element bolluklarından yola çıkılarak AGB evresindeki element üretimi ve bu elementlerin tırmıklama işlemi ile yüze taşınması anlaşılmalıdır. Tekrarlanan tırmıklama süreçleri ile yıldız yüzeyine taşınan ürünler güçlü yıldız rüzgarları ile yıldızlararası ortama dağıtılırlar. Bu yüzden AGB yıldızları evrendeki elementlerin üretildiği fabrikalar olarak nitelendirilmektedir. Böylece Post-AGB yıldızlarının çalışılması ile anlaşılabilir AGB nükleosentez işlemleri aynı zamanda yıldızlararası ortamdaki ve gökadamızdaki kimyasal karışımın anlaşılması açısından da önem taşımaktadır.



Şekil 1. İncelenen cisimlerin [Fe/H] oranı dağılımı. Şekilde kırmızı içi boş daireler çok olası post-AGB, yeşil üçgenler olası post-AGB, koyu renk mavi kareler RV Tau ve açık renk mavi yıldızlar R CrB / eHe / LTP türü cisimleri temsil etmektedir.

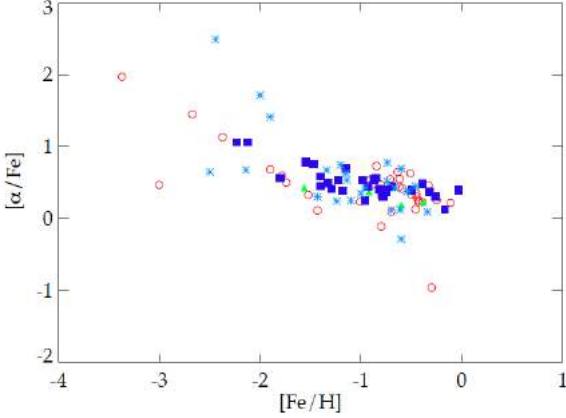


Şekil 2. İncelenen cisimler için [O/N]-[C/N] grafiği. Semboller Şekil 1'deki gibidir.

* gizem.sehitoglu@gmail.com

Çizelge 1. Çok olası post-AGB cisimleri. Kaynak: Mello et al. (2012)

Yıldız Adı	Tayf Türü	V(mag)	T_{eff} (K)	log g (cgs)	ξ (kms ⁻¹)	Vr (kms ⁻¹)	Tür
LSE 63	B1Iabe	11.90	21600	2.58	20	10.7	hotpAGB
LSE 3	B3IIIe	11.5	15300	2.05	10	12.4	IRASsel,hotpAGB

Şekil 3. İncelenen cisimler için $[\alpha/Fe]$ - $[Fe/H]$ grafiği. Semboller Şekil 1'deki gibidir.

2 Post-AGB Yıldız Kataloğu

Bu çalışmada Szczerba et al. (2007) tarafından oluşturulan ve ncaac.torun.pl/postagb2 adresinde online olarak sunulan post-AGB kataloğunun verilerinden yararlanılmıştır. Bahsi geçen katalogta cisimler 5 sınıfa ayrılmıştır: çok olası (very likely), olası (possible), RV Tau, R CrB / eHe / LTP ve elenmiş (unlikely) cisimler. Çalışmada post-AGB kimliği belirlenmiş ya da post-AGB olması olası olan cisimler ile ilgilenildiği için elenmiş cisimler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu katalogta şu an 209 çok olası post-AGB, 87 olası post-AGB, 112 RV Tau, 72 R CrB / eHe / LTP cismi bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda bu katalogta yer alan cisimler tek tek taranarak literatürde kimyasal bolluk analizi mevcut olan cisimler belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda elimizde 70 çok olası post-AGB, 14 olası post-AGB, 53 RV Tau, 37 R CrB / eHe / LTP cismi kalmıştır. Bu 174 cisme ilişkin parlaklık, tayf türü, dikine hız gibi temel bazı özelliklerin yanında etkin sıcaklık (T_{eff}), yüzey çekim ivmesi (log g) ve türbülans hızı (ξ_t) gibi atmosfer parametreleri ile bazı elementlerin bollukları da literatürden bulunarak listelenmiştir. Çizelge 1'de tez çalışması kapsamında oluşturulan tablolara örnek olması amacıyla çok olası post-AGB yıldızlarına ilişkin tablonun küçük bir parçası verilmektedir.

2.1 $[Fe/H]$ Oranı

$[Fe/H]$ oranı genel olarak gök cisimlerinin metallilik incelemesi için tercih edilen bir belirteçtir. Seçilen cisimlerin metallilik durumunu incelemek için literatürden elde edilen güncel veriler kullanılmıştır. Böylece her bir tür için yıldızların metalce zengin ya da fakir olma durumu araştırılmıştır. Yapılan incelemede olası post-AGB, RV Tau, R CrB / eHe / LTP cisimlerinin genel olarak metalce zengin ($[Fe/H] > -1$) ve metalce fakir ($[Fe/H] < -1$) yıldızları aynı oranda içerdikleri, çok olası post-AGB yıldızlarının ise ağırlıklı olarak metalce zengin yıldızları içerdiği gözlenmiştir (Şekil 1). Ayrıca 11000 K'den daha büyük sıcaklıktaki

cisimlerin genel olarak metalce zengin olduğu dikkati çekmektedir. Şekil 1'den de görüldüğü gibi cisimlerin büyük çoğunluğu 0 değerinin altında kalan negatif $[Fe/H]$ değerine sahipler, dolayısıyla çalışmamızdaki yıldızlar güneşe göre metalce fakir yıldızlar grubunda yer almaktadır.

2.2 C, N, O Bollukları

Çalışmamızda cisimlerin karbon zengini ya da oksijen zengini olma durumunu görebilmek için $[O/N]$ - $[C/N]$ grafiği incelenmiştir. Bu inceleme yıldızlarda C, N, O miktarlarındaki değişimin kaynağı olan CNO çevriminin irdelenmesine ve karıştırma işlemlerinin etkinliğine ilişkin ipucu yakalamaya olanak sağlamaktadır. Bu amaçla seçilen cisimlerin C, N ve O bolluk değerleri kullanılarak Şekil 2 elde edilmiştir. Şekilde $C/O = 1$ çizgisi üstünde kalan bölge oksijen zengin, altında kalan bölge ise karbonca zengin cisimlerin bulunduğu bölgeyi temsil etmektedir. Çok olası post-AGB cisimlerinin yatay bir dağılım izlediği görülmektedir yani C/O oranının 1'den büyük olduğu ve küçük olduğu cisimler yaklaşık olarak birbirine yakın sayıdadır. Olası post-AGB ve RV Tau cisimlerinin dağılımı da çok olası post-AGB dağılımına benzerken, R CrB / eHe / LTP cisimleri C/O oranının 1'den büyük olduğu kısımda yer almaktadır. Bu da onların genel olarak karbonca zengin olduğunu ve 3. tırmıklama işlemi etkin çalıştığı için yıldız içlerinde üretilen C'un yüzeye taşınabildiğine işaret olarak değerlendirilmiştir.

2.3 α -Element Bollukları

Genellikle astrofizikte α -element bollukları cisimlerin popülasyon türleri ve gökadamdaki konumları için belirteç olarak kullanılmaktadır (Rao et al. 2012). Çalışılan cisimlerin gökada konumlarının incelenmesi için α -element bolluklarının demir oranları ile genel metallilik ölçütü olarak kullanılan $[Fe/H]$ arasında bir grafik oluşturulmuştur. Genel olarak $[Fe/H]$ oranı -1'den küçük olan metalce fakir yıldızlar gökadamızın halo bölgesinde yer alan en yaşlı yıldızlardır. $[Fe/H]$ oranı -0.5 ile -1 arasında olan yıldızlar 10 Gyr'dan daha yaşlı kalın disk yıldızları olarak, $[Fe/H]$ oranı -0.5'den büyük olanlar ise ince disk yıldızları olarak değerlendirilmektedir (Chiappini 2008). En büyük α -element zenginleşmesine sahip cisimlerin haloda yer alma eğiliminde olduğu görülmüştür. Post-AGB yıldızlarının kimyasal bolluklarına ilişkin yapılan bu çalışmanın ayrıntıları Şehitoğlu (2014)'de bulunabilir.

Kaynaklar

- Blöcker, T., : Stellar evolution of low and intermediate-mass stars I. Mass loss on the AGB and its consequences for stellar evolution, *A&A*, **297** (1995a) 727
- Blöcker, T., : Stellar evolution of low and intermediate-mass stars II. Post-AGB evolution, *A&A*, **299** (1995b) 755
- Chiappini, C., : The Discrete Thick and Thin Disk Abundance Patterns, Formation and Evolution of Galaxy Disks, *ASP Conference Series*, **396** (2008) 113
- Mello, D.R.C., Daflon, S., Pereira, C.B. and Hubeny, I., : Chemical abundances of hot post-AGB stars, *A&A*, **543** (2012) 11
- Rao, S.S., Giridhar, S. and Lambert, D.L., : Chemical composition

- of a sample of candidate post-asymptotic giant branch stars, *MNRAS*, **419** (2012) 1254
- Schönberner, D., : Asymptotic giant branch evolution with steady mass loss, *A&A*, **79** (1979) 108
- Schönberner, D., : Late stage of stellar evolution II-Mass loss and the transition of asymptotic giant branch stars into hot remnants, *ApJ*, **272** (1983) 708
- Szczerba, R., Siodmiak, N., Stasinska, G. and Borkowski, J., : To-run catalogue of post-AGB and related objects, *yCat*, (2007) 34690799S
- Şehitoğlu, G., : Post-AGB Yıldızlarında Kimyasal Bolluklar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Yüksek Lisans Tezi, (2014), 1-92

Erişim:

O31-1045: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

u Her Sisteminin CNO Çevrimi ile İşlenmiş Katmanlarının İzleri

Ahmet Dervişoğlu¹★,

Kresimir Pavlovski, Vladimir Kolbas, John Southworth

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Kütle aktarımı yapmış çift yıldızların fotosferik kimyasal kompozisyonu, yıldızın geçmişi hakkında çok değerli bilgiler taşımaktadır. Aktarım sırasında ortaya çıkan CNO reaksiyonlarıyla işlenmiş bu katman, yıldızın başlangıç parametreleri ile ilgili ipuçları içerir. Bu çalışmada u Her sisteminin baş bileşeninin yüksek çözünürlük ve kalitedeki tayfı, CAHA gözleminden alınmış tayfların tayfsal ayırma yöntemi kullanılmasıyla elde edilmiş ve Hipparcos ışık eğrisi modelleri ile birleştirilerek sistemin temel öğeleri bulunmuştur. Bu öğeler sayesinde kimyasal kompozisyon modellenmesinde karşılaşılan Teff-log g dejenerasyonu aşarak sistemin C/N oranı elde edilmiştir. Sistem için hazırlanan çift yıldız evrim gridlerinin kullanılması ile sistemin başlangıç koşulları için tahminde bulunulmuştur

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries (including multiple): close, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O32-1120: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

V776 Her Yıldızına Ait Tayf Çizgilerinde Eşdeğer Genişlik Değişiminin İncelenmesi

Hande Gürsoytrak¹★, Birol Gürol¹

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

V776 Her yıldızı B9 tayf türünden kimyasal peküler (tuhaf), sıcak bir yıldızdır. Görsel parlaklığı $5.^m24$ olan yıldızın dönme dönemi 1.3119 gün [Catalano & Renson \(1998\)](#) olarak belirtilmiştir. Yıldız, 5 Mayıs ve 11 Ağustos 2014 tarihleri arasındaki 8 farklı gecede, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan RTT150 teleskobu ve COUDE eşel tayfçekeri ile gözlenmiştir. Tayfsal veriler yıldızın tüm dönme dönemini taramaya yönelik şekilde dönme döneminin yaklaşık % 2.5 - 3'üne karşılık gelen sık aralıklarla elde edilmeye çalışılmış ve dönme döneminin tamamına yakını bu şekilde taranabilmiştir. Bu çalışmada, tayfsal veriler kullanılarak Cr elementine ait çeşitli çizgilerin eşdeğer genişliklerinde meydana gelen değişim incelenmiş ve sonuçlar ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: stars: atmospheres, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Bu çalışmada B9 tayf türünden kimyasal peküler bir yıldız olan V776 Her yıldızının toplam 8 farklı gecede elde edilmiş 28 adet tayfı üzerinde Cr elementine ait çeşitli çizgilerin eşdeğer genişlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çalışma, "Seçilmiş Bazı Peküler A Yıldızlarının Doppler Görüntüleme Yöntemi ile Yüze Haritalarının Elde Edilmesi" başlıklı doktora tez çalışmasının; yıldız tayflarının elde edilmesi, indirgenmesi ve süreklilik seviyesine normalizasyonu işlemleri ile birlikte, ilk aşamasını oluşturmaktadır. Doppler Görüntüleme Yöntemi kullanılarak yıldızların ayrıntılı yüzey haritalarının oluşturulabilmesi için yıldızın tüm dönme dönemi taramak üzere zaman serisi şeklinde elde edilmiş tayfsal verilere ihtiyaç duyulmaktadır. İliev, başarılı bir Doppler görüntüleme çalışması için dönme dönemi boyunca en az 40 farklı noktaya ait gözlemsel veriye ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır [İliev \(2010\)](#). Şu ana kadar V776 Her yıldızının dönme döneminin yaklaşık %70'i tamamlanabilmiştir. Elde edilen bu tayfların eşdeğer genişlik ölçümünün yapılması ve literatürle karşılaştırılması, yıldızın yüzey haritalarının elde edilip edilemeyeceğini ortaya koymak açısından önem taşımaktadır.

1.1 V776 Her Yıldızı

V776 Her yıldızı ilk kez 1933'te Morgan tarafından α^2 Canum Venaticorum yıldızı olarak sınıflandırılmış peküler bir yıldızdır. B9 tayf türünden [Renson & Manfroid \(2009\)](#) olan yıldızın görsel bölge parlaklığı $5.^m24$ [Ducati \(2002\)](#) olarak verilmiştir. Babcock 1958 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında yıldızın tayfında Sr II, Si II, Fe II ve Cr II çizgilerinin varlığını belirtmiş ve bu çizgilerin eşdeğer genişlik değişimi gösterdiğini vurgulamıştır [Babcock \(1958\)](#). Sargent ve Searle yıldızın pekülerite türünü Eu-Cr olarak belirtmişlerdir [Sargent & Searle \(1962\)](#). Hatzes 3 farklı yıldızın yüzeyindeki Cr elementinin dağılımını incelediği çalışmasında V776 Her yıldızına da yer vermiştir [Hatzes \(1991\)](#). 1994 yılındaki yayınında Glagolevskij, yıldızın Q parametresinden elde edilen etkin sıcaklığını 9450 K, çok-renk fotometrisinden elde edilen sıcaklık değerini ise 9050 K olarak belirtmiştir [Glagolevs-](#)

Çizelge 1. V776 Her yıldızına ait çeşitli bilgiler

Yıldız	V776 Her - (I Her – HR6234 – HD151525)
$\alpha(2000)$	16sa 47dk 46.sn42
$\delta(2000)$	05° 14' 48."28
Tayf Türü	B9p
Prot	1.3119 gün Catalano & Renson (1998)
vsini	35 km/s Abt et al. (2002)
mU	$5.^m20$
mB	$5.^m22$
mV	$5.^m24$
mJ	$5.^m085$
mH	$5.^m082$
mK	$5.^m098$

[kij \(1994\)](#). V776 Her yıldızına ait çeşitli parametreler Çizelge 1'de verilmiştir.

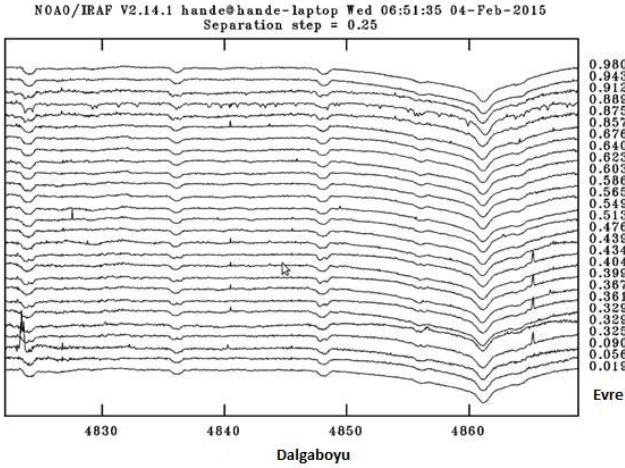
2 Gözlemler

Çalışmada kullanılan gözlemsel veriler 13BRTT150-499 no'lu proje kapsamında TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde elde edilmiştir. Gözlemler için 150 cm'lik RTT150 teleskobu COUDE tayfçekeri ile birlikte kullanılmıştır. Proje kapsamında 2014 A döneminde 5, 7, 10, 11 Mayıs ve 2014 B döneminde ise 10, 11, 12 Temmuz, 9, 10, 11 Ağustos ve 5, 6 Ekim geceleri TUG tarafından tahsis edilmiştir. Söz konusu gözlem zamanlarından Mayıs, Temmuz ve Ağustos ayına denk gelen gecelerden, bazılarının tamamında, bazılarının ise birkaç saatlik kısmında yüksek nem, yüksek rüzgar hızı ya da bulutluluk gibi olumsuz hava koşulları sebebiyle gözlem yapılamamıştır. 5 ve 6 Ekim gecelerinde ise teleskopta meydana gelen teknik bir aksaklık sebebiyle hiç gözlem yapılamamıştır. Gözlemler esnasında kalibrasyonların gerçekleştirilebilmesi amacıyla her geceye ait bias, flat ve thorium-argon lamba tayfları ile yıldızın ait tayflar elde edilmiştir. Elde edilen yıldız tayflarının gözlemlendiği evrensel zaman, evre ve hava kütlesi değerleri ile kullanılan poz sürelerine ilişkin bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir. Evre hesabı için kullanılan ışık elemanları ise, $\text{Max (HJD)}=2452555.4988 \pm 1^g.3119 \times E$ [Hatzes \(1991\)](#); [Catalano & Renson \(1998\)](#) şeklindedir.

★ Hande.Gursoytrak@science.ankara.edu.tr

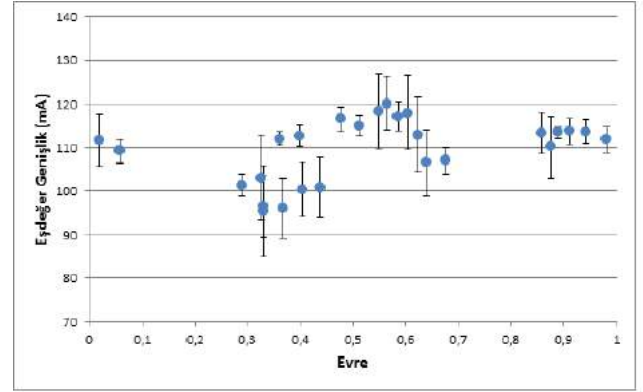
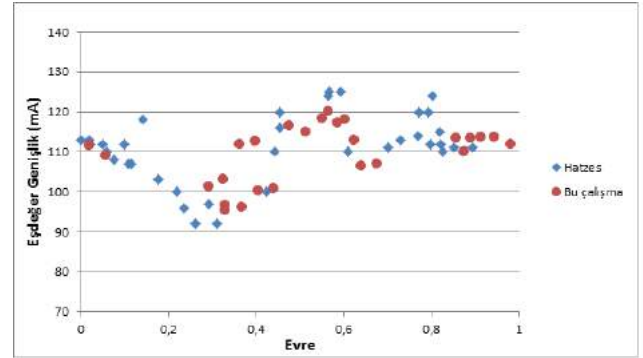
Çizelge 2. Tayfsal verilere ilişkin çeşitli bilgiler

Tarih	Cisim	UT	Poz Süresi (sn)	Evre	Hava Kütlesi
05 May 14	V776Her_1	01:08:28	3000	0.857	1.368
	V776Her_2	02:09:10	3000	0.889	1.676
07 Mays 14	V776Her_1	22:06:18	4200	0.290	1.187
	V776Her_2	23:18:47	4200	0.329	1.200
11 May 14	V776Her_1	21:48:23	4000	0.329	1.190
	V776Her_2	22:59:13	4000	0.367	1.193
	V776Her_3	00:09:46	4000	0.404	1.314
	V776Her_4	01:19:47	3500	0.439	1.566
10 Tem 14	V776Her_1	18:00:10	4000	0.943	1.185
	V776Her_2	19:09:18	4000	0.980	1.198
	V776Her_3	20:23:42	4000	0.019	1.343
	V776Her_4	21:32:50	4000	0.056	1.683
	V776Her_5	22:45:38	3000	0.090	2.284
12 Tem 14	V776Her_1	18:15:15	4000	0.476	1.178
	V776Her_2	19:24:24	4000	0.513	1.226
	V776Her_3	20:34:09	4000	0.549	1.407
	V776Her_4	21:43:18	4000	0.586	1.834
09 Ağu 14	V776Her_1	22:53:05	4000	0.623	3.036
	V776Her_2	20:00:36	4000	0.875	1.907
10 Ağu 14	V776Her_1	21:11:02	4000	0.912	3.312
	V776Her_2	18:56:49	4000	0.603	1.480
11 Ağu 14	V776Her_3	20:05:58	4000	0.640	2.010
	V776Her_4	21:15:49	3800	0.676	3.511
	V776Her_1	17:39:39	4000	0.325	1.249
	V776Her_2	18:48:49	4000	0.361	1.461
11 Ağu 14	V776Her_3	19:59:21	4000	0.399	1.978
	V776Her_4	21:09:53	3600	0.434	3.282

**Şekil 1.** V776 Her yıldızına ait tayflarda evreye bağlı değişim

3 Analizler

Elde edilen gözlemsel veriler, IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programı yardımıyla indirgenmiştir. Ardından yine IRAF ve içerisinde yer alan GUIAPPS paketi kullanılarak normalizasyonu ve seçilen belirli çizgilere ilişkin eşdeğer genişlik ölçümü işlemleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de indirgeme, dalgaboyu kalibrasyonu ve süreklilik seviyesine normalizasyon işlemleri sonrası 26 farklı evrede, toplam 27 adet tayftan, çeşitli Cr çizgilerinin ve 4861 Å H β çizgisinin de yer aldığı yaklaşık

**Şekil 2.** 4824Å Cr çizgisinin evreye bağlı eşdeğer genişlik değişimi**Şekil 3.** Hatzes (1991) ile bu çalışmadaki eşdeğer genişlik ölçümlerinin karşılaştırılması

50 Å'luk bir bölge görülmektedir. Toplam 28 adet tayftan birinin kalitesi oldukça kötü olduğundan kullanılamamıştır. Kalan 27 tayftan ise 2 tanesi farklı gecelerde alınmış fakat aynı evreye karşılık gelmiştir.

Şekil 2'de toplam 26 adet tayfın 4824Å CrII çizgisine ait eşdeğer genişlik ölçümlerine ilişkin grafik yer almaktadır. Evreye bağlı olarak Cr II çizgisinde meydana gelen eşdeğer genişlik değişimi açıkça görülmektedir. Eşdeğer genişliğin evreye bağlı değişiminin incelenmesi Doppler Görüntüleme Yöntemi'yle yüzey haritalama işleminin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu yüzden TUG'da gerçekleştirilen gözlemler sonucu elde edilen tayfsal verilerden söz konusu değişimi görebilmek bu verilerin Doppler Görüntüleme Yöntemi ile yüzey haritalaması yapmaya elverişli olduğunu ortaya koymak açısından önem taşımaktadır. Şekil 3'de ise bu çalışmada gerçekleştirilen ölçümler, Lick Gözlemevi'nden elde edilen aynı yıldızın 4824Å CrII çizgisi üzerinde Hatzes Hatzes (1991) tarafından gerçekleştirilen eşdeğer genişlik ölçümleri ile karşılaştırılmış ve oldukça benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

4 Sonuçlar

2014 yılında TUG tarafından tahsis edilen gecelerde V776 Her yıldızına ait toplam 28 adet tayf elde edilmiştir. Hava koşullarının da etkisiyle elde edilen tayfların bir kısmı ihtiyaç duyulan S/G değerlerine sahip değildir, bu sebeple tüm tayflar üzerinde eşdeğer genişlik ölçümü yapmak mümkün olamamıştır. Bunun

yanı sıra yıldızın dönme döneminin tamamının taranmasına ihtiyaç duyulmaktadır, fakat veri setinde halen bir takım boşluklar bulunmaktadır. Bu boşlukların tamamlanabilmesi amacıyla daha fazla gözlemsel veriye ihtiyaç vardır. Yıldızın dönme dönemini yakın aralıklarla taramak oluşturulması planan yüzey haritalarındaki ayrıntının artırılabilmesi açısından çok büyük öneme sahiptir. Bunun yanında düşük S/G değerine sahip tayfların karşılık geldiği evre aralıklarının tekrar gözlenip daha kaliteli verilerle değiştirilmesi de planlanmaktadır. Hatzes (1991)'in **Hatzes (1991)** çalışmasında olduğu gibi 4824Å Cr çizgisine ilişkin ölçümlerden evreye bağlı eşdeğer genişlik değişimi açıkça görülmektedir. Bu da TUG'da elde edilen tayfsal verilerin, yıldızın yüzeyinde evreye bağlı olarak meydana gelen değişimi modelleyebilme imkanı vereceğini ortaya koymaktadır. V776 Her yıldızının atmosferinde gözlenen diğer elementlere ait çizgiler için de benzer ölçümlerin gerçekleştirilmesi, Cr II haritalarının oluşturup literatürle karşılaştırılması, yıldızla ilişkin literatürde yer almayan diğer elementlere ait yüzey haritalarının oluşturulması ve elde edilen tüm sonuçların uluslararası literatüre kazandırılması amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda gözlemler, indirgeme ve analiz çalışmaları sürdürülecektir.

Teşekkür

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi yönetimine ve RTT150 teleskobu gözlem sorumluları başta olmak üzere tüm TUG çalışanlarına destek ve yardımları için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abt H. A., Levato H., Grosso M., 2002, *The Astrophysical Journal*, 573, 359
Babcock H. W., 1958, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 3, 141
Catalano F., Renson P., 1998, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 127, 421
Ducati J., 2002, *Catalogue of Stellar Photometry in Johnson's 11-Color System*, 2237, 0
Glagolevskij Y. V., 1994, *Bulletin of the Special Astrophysics Observatory*, 38, 152
Hatzes A. P., 1991, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 253, 89
Iliev I. K., 2010, *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd*, 90, 91
Renson P., Manfroid J., 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 498, 961
Sargent W. L., Searle L., 1962, *The Astrophysical Journal*, 136, 408

Erişim:

O32-1135: **UAK-2015 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A**.

Uluslararası Karanlık Gökyüzü Parkları ve Türkiye

Zeki Aslan¹★,

¹Akdeniz Üniversitesi, Emekli, Ankara

Özet

Işık kirliliği nedeniyle yıldızları ve yıldızlı gökyüzünün güzelliğini seyretmek için şehirlerden uzak karanlık yerlere gitmek gerekiyor. İnsanların bu gereksinimini karşılamak üzere, Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği (IDA) Uluslararası Karanlık Gökyüzü Parkı (UKGP) kavramını geliştirdi. Bu bildiri de UKGP kriterleri tanıtılacak, örnekler gösterilecek ve Türkiye'de başlattığımız çalışmalar açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: light pollution, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

032-1150: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

2015 Uluslararası Işık Yılı

Selçuk Aktürk¹★,

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Fizik Mühendisliği, İstanbul*

Özet

20 Aralık 2013 tarihli Birleşmiş Milletler (BM) Genel Kurulu 68. oturumunda, 2015 yılı Uluslararası Işık ve Işık Temelli Teknolojiler Yılı olarak ilan edilmiştir. Bu uluslararası yıl, UNESCO ile birlikte çok sayıda bilimsel derneğin oluşturduğu bir konsorsiyumun inisiyatifi sonucu ortaya çıkmıştır ve bilimsel dernekler, eğitim kurumları, kar amacı gütmeyen dernekler, teknoloji platformları ve özel sektör dahil pek çok paydaşı bir araya getirmeyi hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: light pollution, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O32-1210: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Karanlık Gökyüzü Parkları ve Türkiye'nin İlk Karanlık Gökyüzü Parkı: Bursa

Bülent Yaşarsoy^{1*}, Samet Tuna¹, Burak Topkaya¹

¹Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi; Bursa Büyükşehir Belediyesi, Osmangazi, BURSA

Özet

Gelişen dünyada kirlenen yalnızca doğamız değil, geceleri gördüğümüz gökyüzü de ışıklarımız sayesinde kirlenmeye ve daha az yıldız gökyüzünde görmeye başladık. Özellikle büyükşehirlerde yaşayan insanların gökyüzündeki bir kaç parlak yıldızdan daha fazlasını görememeleri ve karanlık gökyüzüne duyulan ihtiyacın artmasından ötürü günümüzde ışık kirliliğinin az olduğu gökyüzleri koruma altına alınmaya başlamıştır. Bursa Karanlık Gökyüzü Parkı, böylesi ihtiyaçların karşılanması ve ülkemizde de karanlık bir gökyüzü bilinci oluşturmak için Bursa Büyükşehir Belediyesinin katkıları ile Uludağ'da kurulması planlanan Türkiye'nin ilk Karanlık Gökyüzü Parkıdır.

Anahtar Kelimeler: light pollution, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Karanlık Gökyüzü Parkları

Bulduğunuz yerde gece gökyüzüne çıplak gözle baktığınızda gördüğünüz yıldızların sayısı size ışık kirliliği hakkında bilgiler veriyor. Büyükşehirlerde gece gördüğünüz yıldızlar bir elin parmakları kadar azalmaya başladı. Karanlık bizim için aydınlık kadar önemli bir ihtiyaç. Büyüme hormonunun salgılanmasından kaliteli uykuya kadar çok ihtiyacımız var. Yalnızca insanlık olarak bizim değil tüm canlılar içinde karanlık önemli. Etrafını yeşil ışıklar ile aydınlattığımız koca çınarlar kuruyor ya da gökdelenleri binaları aydınlattığımız ışıklar yüzünden kuşlar geceleri onların tepelerinde biteviye uçuyorlar ya da ay ışığı ile denizi bulması gereken kamlumbağalar deniz yerine karada yollarını kaybediyorlar.

Işık kirliliği, bütün dünyayı ilgilendiren bir çevre ve kültür sorunudur. Giderek artan ışık kirliliği, karanlık, yıldızlı gökyüzünü ve gökbilimi tehdit etmekte, insanların ve diğer ve hayvanların biyolojik saatini etkilemekte, ekosisteme zarar vermektedir.

Türkiye'de ekonomiye yükü yılda 120 MTL'nin üstündedir.

Dünyada sayıları gün geçtikçe artan karanlık gökyüzü parklarının adaylarından biri Bursa'nın Keles ilçesi sınırları içerisinde yer alan Kendir Yaylası'nda Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılmaya başlanıyor. Büyük çoğunluğu Amerika'da olmak üzere 20 adet karanlık gökyüzü parkı bulunmaktadır.

Uluslararası Karanlık Gökyüzü Parkları (International Dark Sky Parks, <http://darksky.org/>): Olağanüstü yıldızlı gökyüzüne ve doğal gece çevresine sahip, ışık kirliliğine karşı korunmuş, doğal gece karanlığının önemli eğitim, kültürel miras, çevre güzelliği ve doğal kaynak değeri olan kamu arazisi olarak tanımlanmaktadır.

Uluslararası Karanlık Gökyüzü Parkları Birliği (International Dark Sky Parks Association) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre Karanlık Gökyüzü Parkları üçe ayrılmaktadır (<http://darksky.org/>):

1.1 Altın Sınıfı Parklar:

Olağan gözlemciyi göz alıcı ışık kaynakları rahatsız etmez. Işık kubbeleri sönüktür ve ufka yakın gökyüzü ile sınırlıdır. Bu sınıf içindeki parklarda açık gökyüzü ve iyi görüş koşulları altında

6.8 kadirde büyük ya da eşit parlaklığa sahip yıldız ve gök cisimlerini gözlemlenir. Tüm görsel gök olayları dizisi seyredilebilir; örnek, Kutup ışıması, Samanyolu, Zodyak ışığı, ve sönük meteorlar. Altın Sınıfı Parklar Bortle Gökyüzü Sınıfına göre 1-3 aralığında olmalı veya Unihedron Gök Parlaklığı Ölçeri (SQM) değeri 21.75 ya da üstünde olmalıdır.

1.2 Gümüş Sınıfı Parklar:

Nokta ışık kaynakları ve göz alıcı ışıklar gece manzarasında baskın değildir. Ufuk civarında ışık kubbeleri mevcuttur fakat başucuna uzanmazlar. Bu sınıf içindeki parklarda açık gökyüzü ve iyi görüş koşulları altında 6.0 ile 6.7 kadir arasında parlaklığa sahip yıldız ve gök cisimlerini gözlemlenir. Parlak gök olayları düzenli olarak seyredilebilir, bazen daha sönükler görülebilir. Yazın ve kışın Samanyolu görülür. Gümüş Sınıfı Parklar Bortle Gökyüzü Sınıfına göre 3-5 aralığında olmalı veya Unihedron Gök Parlaklığı Ölçeri (SQM) değeri 21.00 ile 21.75 aralığında olmalıdır.

1.3 Bronz Sınıfı Parklar:

Yapay ışıklı ve gök ışıklı alanlar Gümüş'de fazla fakat but buralarda doğal gökyüzü özellikleri hala belirgin. Bu sınıf içindeki parklarda açık gökyüzü ve iyi görüş koşulları altında 5.0 ile 5.9 kadir arasında parlaklığa sahip yıldız ve gök cisimlerini gözlemlenir. Bir çok gök olayı görülemez. Andromeda Gökadası gibi işaret edildiği zaman Samanyolu sönükçe görülür. Sınıfı Parklar Bortle Gökyüzü Sınıfına göre 5-6 aralığında olmalı veya Unihedron Gök Parlaklığı Ölçeri (SQM) değeri 20.00 ile 21.00 aralığında olmalıdır.

2 Bursa Karanlık Gökyüzü Parkı

Karanlık Gökyüzü Parklarının ülkemiz için önemi biraz daha fazladır. Özellikle Ortaöğretim seviyesinde gökyüzü farkındalığı oluşturma açısından müfredat içerisinde astronomi, uzay, gökyüzü, yıldızlar ve gök nesnelere hakkında verilen bilgilerin yetersizliği astronomiye olan merakı da azaltmaktadır. Ayrıca doğa ile içiçe olacak mekan olmasından dolayı daha da önemlidir.

Tübitak Ulusal Gözlemevi tarafından düzenlenen gözlem şenliği katılımcı sayısının sürekli artması ülkemizde de astronomi ile ilgilenen amatörlerin sayısının arttığını ve karanlık gökyüzü parklarının potansiyel ziyaretçilerinin olduğunu göstermektedir.

Doğa yürüyüşleri ve dağ bisikleti parkurlarının bulunduğu

* bulentyasarsoy@bursabtm.org

şehrin çok uzağında olmayan böylesi alanların gündüz doğa ile içiçe olmak, geceleri de gökyüzünün güzelliğini görmek için tercih edilecektir.

Bursa Karanlık Gökyüzü Parkı; Bursa ili, Keles ilçesi sınırları içinde bulunan Kendir Yaylası'nda yaklaşık 250 dönüm arazi içerisinde yukarıda belirtilen amaçlara uygun olarak yapılması planlanan Türkiye'nin ilk karanlık gökyüzü parkıdır.

Bugüne kadar yapılan SQM ölçümlerinde 21.60 değeri kaydedilmiştir. Uğur Ykizler tarafından yapılan gözlemlere devam edilerek mevsimlik değişimler hakkında da sonuçlar elde edilmeye çalışılacaktır.

Elde edilen gökyüzü parlaklık ölçümlerinden de görüldüğü üzere Kendir Yaylası Uluslararası Karanlık Gökyüzü Parkları Birliği sınıflandırmasına göre Gümüş Sınıfı bir park olmaya adaydır.

Bursa Karanlık Gökyüzü Parkı, turizm açısından da önemli bir durak olarak Uludağ Yaz Turizmine büyük katkılar sağlayacaktır. Yaz aylarında bir çok tesisin kapalı olduğu Uludağ bölgesinde yaz turizmini canlandırma açısından farklı bir yaklaşım olacaktır.

Bursa Karanlık Gökyüzü Parkı kapsamında aşağıdaki bölümler yapılacaktır:

- Gözlemevi
- Çadır Alanları
- Teleskop Konumlandırma Alanları
- Dağ Yürüyüş Parkuru
- Yönetim Evi
- Sosyal Alanlar (WC-Duş)
- Sosyal Yaşam Alanları (Kafeterya-Revir Odası)

Bursa Karanlık Gökyüzü Parkı içerisinde gerçekleşmesini planladığımız etkinlikler ise aşağıdaki gibidir:

- Doğa-Parkı Etkinlikleri
- Doğa Yaz Kampları
- Gündüz Doğa Gece Astronomi Etkinlikleri
- Hafta sonu Doğa Etkinlikleri
- Gençlik Kampı Etkinlikleri
- Bilimsel İçerikli Gençlik Yaz Kampları
- Bireysel Ziyaretçilere Yönelik Etkinliklerin Kapsamı ve Amacı Nedir?
- Çadır Alanı Kiralama
- Teleskop Kiralama
- Teleskopu Online Olarak Kiralama

Bursa Karanlık Gökyüzü Parkı çalışmaları halen devam etmektedir ve en kısa zamanda faaliyete geçmesi planlanmaktadır.

Teşekkür

Bursa Karanlık Gökyüzü Parkının bir düşünceden öteye gitmesi ve bir hayalin gerçekleşmesi için bugüne kadar her türlü desteği esirgemeyen Sayın Recep Altepe'ye, Rifat Bakan'a, Prof. Dr. Zeki Aslan'a, Prof. Dr. Dursun Koçer'e, Prof. Dr. Ethem Derman'a, Prof. Dr. Zeynel Tunca'ya, Prof. Dr. Serdar Evren'e ve Amatör Astronomlar Uğur Ykizler ile Başar Titiz'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

International Dark-sky Association, <http://darksky.org/>

Erişim:

O32-1225: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

HD 196821, HD 187983 ve 28 Peg Yıldızlarının Kimyasal Bolluk Analizleri

Kübraözge Ünal^{1*}, Şeyma Çalışkan¹, Tolgahan Kılıçoğlu¹, Aslı Elmaslı¹,
Yahya Nasolo¹, Zeynep Avcı¹, Berahitdin Albayrak¹

¹Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri, 06100, Tandoğan ANKARA

Özet

HD 196821, HD 187983 ve 28 Peg yıldızlarının yüksek çözünürlüklü tayfları (R 40000) TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nden elde edildi. Yıldızların atmosfer parametreleri ve tayfında gözlenen elementlerin kimyasal bolluk değerleri belirlendi. HD 196821 yıldızı için 12, HD 187983 yıldızı için 15 ve 28 Peg yıldızı için 11 elemente ilişkin bolluk değerleri hesaplandı. Yapılan bolluk çalışmasında HD 196821 yıldızının peküler bir civa-mangan (HgMn) yıldızı olduğu ilk kez tespit edildi. HD 187983 süperdev yıldızının tayfında Hidrojen Balmer çizgilerinden H α da P Cyg profili görüldü. HD 196821, HD 187983 ve 28 Peg yıldızlarının kütleleri ve yaşları, çeşitli yıldız evrim modelleri ve izokronlar kullanılarak öngörüldü.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Yıldızların kimyasal ve fiziksel özelliklerini anlamamanın en güvenilir yolu onların tayflarını incelemektir. Yıldızların atmosferine yönelik kimyasal bolluk hesabı, galaksimizin ve yıldızların evriminin anlaşılması için iyi bir yol göstericidir.

1.1 Normal A Yıldızları

Normal A Yıldızları [Adelman \(2004\)](#) göre, fotosferlerinde Güneş'tekine yakın element bollukları gösteren, kimyasal tuhaflik sergilemeyen A tayf türünden yıldızlardır. 28 Peg yıldızının tayf türünü A3 III [Cowley et al. \(1969\)](#) tarafından sınıflandırıldı. Yıldızın dikine hızı 7.8 km s^{-1} [Shajn & Albitzky \(1932\)](#) ve $10.46, 11.38, 12.16 \text{ km s}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve değişen yıldız olmadığı belirtilmiştir [Kunzli et al. \(1996\)](#). Dönme hızı [Abt & Morrell \(1995\)](#) tarafından Mg II 4481 dalgaboyundaki çizgi ile 40 km s^{-1} , [Royer et al. \(2002\)](#) tarafından ise 49 km s^{-1} olarak hesaplanmıştır.

1.2 A Tayf Türü Süperdev Yıldızlar

HD 187983 yıldızının tayf türü A1 lab olarak [Morgan et al. \(1955\)](#) tarafından belirlendi. Dikine hızı 25.7 km s^{-1} ve 11.2 km s^{-1} [Abt \(1957\)](#), 2.9 km s^{-1} [Humphreys \(1970\)](#), [Humphreys \(1978\)](#) -4.4 [Mayer et al. \(1994\)](#) olarak belirlendi. vsini değeri 42 km s^{-1} [Verdugo et al. \(1999\)](#), 45 km s^{-1} [Evans et al. \(2006\)](#), 15 km s^{-1} [Przybilla et al. \(2010\)](#), mutlak parlaklık değeri -6.8 kadir [Abt \(1957\)](#), 6.6 kadir [Gammelgaard & Rudkjøbing \(1973\)](#), -6.5 kadir [Humphreys \(1978\)](#), [Hill et al. \(1986\)](#) ve [Verdugo et al. \(1999\)](#), -6.8 kadir [Burki \(1978\)](#), -7 kadir [Bartkevicius & Lazauskaite \(1997\)](#) olarak hesaplandı. Kütleleri $15 M_{\odot}$ [Przybilla et al. \(2010\)](#), $14.7 M_{\odot}$ [Humphreys \(1978\)](#), $15.9 M_{\odot}$ ve yarıçapı $78 R_{\odot}$ [Burki \(1978\)](#) olarak hesaplandı.

1.3 Civa-Mangan (HgMn) Yıldızları

(3984 \AA) dalgaboyunda bulunan Hg II çizgisi [Bidelman \(1962\)](#) tarafından gözlemlendiğinden itibaren HgMn yıldızları çalışılmaya başlanmıştır. B7-B9 tayf türü aralığına dağılmış, 10000 K ile

Çizelge 1. Yıldızların gözlemsel parametreleri 28 Peg, HD 196821 ve HD 187983. v_{helio} ve $v \sin i$ km/s birimindedir. S/N ise $\approx 5000 \text{ \AA}$ 'da ölçülmüştür.

Yıldız Adı	Parlaklık [m]	RA [h m s]	DEC [° ' '']	v_{helio}	$v \sin i$	S/N
HD 196821	6.077	20 39 10.65	21 49 02.80	-32.91	25	209
28 Peg	6.441	22 10 30.18	20 58 40.74	12.26	52	260
HD 187983	5.57	19 52 01.59	24 59 31.78	-2.70	30	216

15000 K sıcaklık aralığına sahip geç B tayf türü yıldızlardır [Saffe & Levato \(2009\)](#). Mikrotürbülans hızları $0 - 1.2 \text{ km s}^{-1}$ ve kütleleri ise $2 - 5 M_{\odot}$ aralığındadır. En belirgin özellikleri tayflarında HgII (3984 \AA), MnII ($4026 \text{ \AA}, 4136 \text{ \AA}$), ağır elementlerden W, Re, Os, Ir, Pt, Sr, Ga, Au, Tl, Xe, Y, Zr, Pb, Bi, [Wahlgren et al. \(1995\)](#), [Castelli & Hubrig \(2004\)](#) elementleri gözlenmektedir. Yaklaşık olarak 150 HgMn yıldızı bilinmektedir [Renon & Manfroid \(2009\)](#). HD 196821 yıldızının tayf türü B9 III [Renon et al. \(1991\)](#) olarak belirlendi. Dikine hızı $-34.8, -39.2, -41.7, -52.9, -32.5, -33.3, -33.7 \text{ km s}^{-1}$ [Harper \(1937\)](#), -31.6 km s^{-1} [Wolff \(1978\)](#), vsini hızı ise 20 km s^{-1} [Wolff \(1978\)](#), 10 km s^{-1} [Abt & Morrell \(1995\)](#) ve -20.8 km s^{-1} [Griffin et al. \(2012\)](#) tarafından olarak hesaplandı.

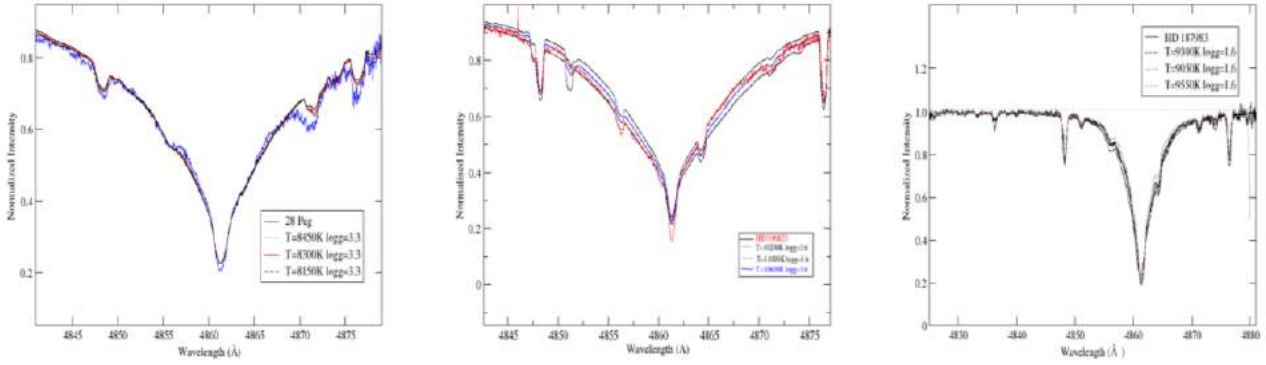
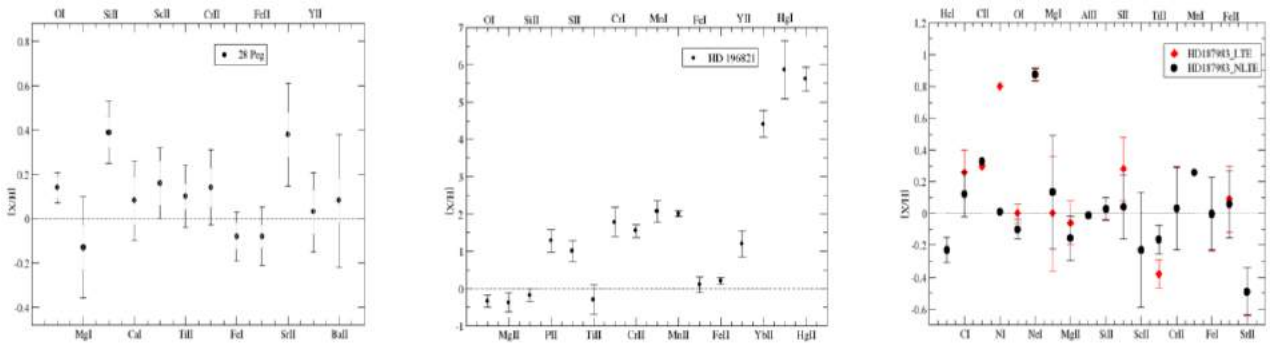
2 Gözlemler ve Analiz Yöntemleri

HD 196821, HD 187983 ve 28 Peg yıldızlarının R 40000 çözünürlüğe sahip 3900 ile 7500 \AA] dalgaboyu aralığındaki tayfları TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nden Coude (eşel) odağına bağlı 1.50 metrelik RTT150 teleskobu ile elde edildi. İndirgemeler IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programı ile yapıldı. Yıldızlara ilişkin gözlemsel parametreleri tablo 1'de yer almaktadır.

2.1 Atmosfer Parametrelerinin Belirlenmesi

Yıldızların atmosfer parametrelerini belirlemek için; başlangıç değerleri olarak [Napiwotzki et al. \(1993\)](#) kalibrasyonu ile fotometrik olarak hesaplanan sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi alındı. Yıldızların atmosfer parametreleri daha sonra tayfsal yöntemler ile belirlendi. Tablo 2'de fotometrik ve tayfsal olarak he-

* k.ozgeunal@gmail.com

Şekil 1. Her üç yıldızın H β (4861Å) profil fitleri

Şekil 2. Herbir yıldız için belirlenen elementlerin bolluk grafikleri

Çizelge 2. Yıldızların atmosfer parametreleri

Yıldız Adı	Fotometrik		Tayfsal			
	T_{eff} K	$\log g$ dex	T_{eff} K	$\log g$ dex	ξ [kms $^{-1}$]	[Fe/H] [dex]
HD 196821	10300	3.60	10600	3.60	0.00	0.11
28 Peg	8100	3.40	8300	3.30	3.00	-0.12
HD 187983			9300	1.60	7.00	0.12

saplanan atmosfer parametreleri, şekil 1'de ise her üç yıldızın H β profil fitleri bulunmaktadır. HD 196821 yıldızı için; Hidrojen Balmer çizgi profil fit yöntemi kullanıldı. 28 Peg yıldızının dönme hızı yüksek olduğundan dolayı atmosfer parametreleri; yıldızın tayfında bulunan Fe-I ve Fe-II çizgilerinden hesaplanan Fe bolluğunun eşit olduğu değerler sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi değeri olarak kabul edildi. Mikrotürbülans hızı ε belirlemede Fe-I çizgilerinden hesaplanan bollukların, bu çizgilerin eşdeğer genişliklerinden bağımsız olması durumu dikkate alındı. HD 187983 süperdev yıldızının; sıcaklık değerini hesaplamak için MgI/II çizgilerinin vermiş olduğu aynı Mg bolluğuna sahip olan değer yıldızın sıcaklığı olarak kabul edildi ve ayrıca atmosfer parametreleri [Firnstein & Przybilla \(2012\)](#) yayınından alındı.

2.2 Çizgi Tanısı ve Bolluk Analizi

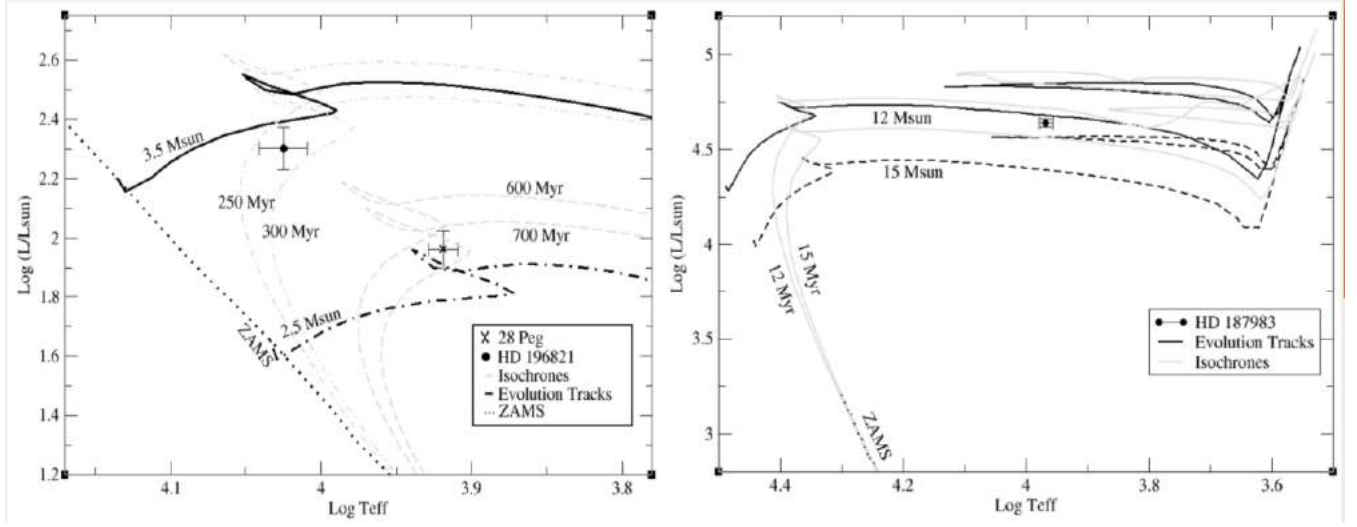
HD196821 yıldızı için çizgi tanısı <http://wwwuser.oat.ts.astro.it/castelli/stars.html> adresinden alınan HD 35548, HD 193452, HD 175640 yıldızlarının tayfları örnek alındı. Çizgi listeleri NIST (National Institute of Standard and Technology), VALD (Vienna Atomic Line Database) [Piskunov](#)

Çizelge 3. V bandında görünen parlaklığı, m_v [Oja \(1983\)](#), parallax, π , [van Leeuwen \(2007\)](#), mutlak parlaklığı, M_v (bu çalışma), bolometrik düzeltmesi, BC [Torres \(2010\)](#), logaritmik ışınım gücü, $\log(L/L_{\odot})$ (bu çalışma), and logaritmik etkin sıcaklığı, $\log T_{\text{eff}}$ (bu çalışma).

Star name	m_v [mag]	π [mas]	M_v [mag]	BC	$\log(L/L_{\odot})$	$\log T_{\text{eff}}$ [K]
HD 196821	6.007	4.54	-0.641	-0.380	2.297	4.025
28 Peg	6.460	4.80	-0.136	0.015	1.940	3.919
HD 187983	5.57	0.943	-6.755	-0.112	4.639	3.968

[et al. \(1995\)](#) ve [Kupka et al. \(1999\)](#); veri tabanı kullanılarak oluşturuldu. Atmosfer parametreleri ve model atmosferleri yerel termodinamik dengenin olduğu varsayımını kabul eden ATLAS9 ile [Kurucz \(1993b\)](#); [Kurucz \(2005\)](#); [Sbordone et al. \(2004\)](#), sentetik tayflar LINUX tabanlı SYNTHE ile üretildi [Kurucz \(1993a\)](#); [Kurucz \(2005\)](#).

Üç yıldızın da kimyasal bolluk analizi yıldızların atmosferinde yer alan çeşitli atomların oluşturduğu soğurma çizgilerinin eşdeğer genişliklerinin ölçülmesiyle gerçekleştirildi. Yıldızların tayfında gözlenen elementler ve onların bolluk değerleri şekil 2'de görülmektedir. Ayrıca HD 196821 yıldızı için Hg, P, Y, O, Yb bolluklarını hesaplamada tayf sentezi yöntemi kullanıldı. Süperdev yıldızların atmosferleri yapıcı anakol yıldızlarından farklıdır ve LTE durumundan sapmalar gerçekleşir. Bu yüzden HD 187983 süperdevi için bazı elementlerde NLTE düzeltmeleri yapıldı.



Şekil 3. Her üç yıldızın tahmini evrim yolları ve yaş tayinleri bulunmaktadır. Yıldızların bolometrik düzeltmeleri Torres (2010) göre yapılmıştır.

3 Bulgular ve Sonuç

- Çalışılan yıldızların atmosfer analizleri sonucunda; HD 196821 yıldızının B9 tayf türü dev peküler bir civa-mangan (HgMn) yıldızı olduğu ilk kez tespit edildi. Daha önceden bu yıldızın Si-Cr peküler yıldız olduğu söylenilmiştir Heacox (1979).
- 28 Peg normal A tayf türü dev bir yıldız olduğu belirlendi.
- HD 187983 süperdev yıldızının tayfında Hidrojen Balmer çizgilerinden *Halpa* da (6563Å) P Cygni profili görüldü. Bu yapı yıldızda, yıldız rüzgarları varlığının bir göstergesidir.

3.1 Hertzsprung–Russell Diyagramı

Tablo 3'de bulunan değerler kullanılarak yıldızların H-R diyagramındaki yerleri belirdi. Şekil 4' de yıldızların H-R diyagramındaki tahmini konumları verildi. Yıldızların izokron ve evrim yolları sırasıyla; Salasnich et al. (2000) ve Bressan et al. (2012) yöntemleri ile belirlendi.

3.2 Sonuçlar

- HD 196821 yıldızının dönme hızı 25 km s^{-1} , sıcaklığı 10600 K, yüzey çekim ivmesi 3.60 , mikro- türbülans hızı ise 0 km s^{-1} olarak belirlendi. Yapılan bolluk analizi sonucunda peküler HgMn yıldızı olduğu tespit edildi ve tayfında Hg, Mn, P, Y, Yb, S, Cr elementleri Güneş'e göre oldukça bol ; O, Mg, Si, Ti ve Fe elementleri ise Güneş bolluğunda ya da Güneş'e göre az bulundu. Civa (Hg) bolluğu 5 dex, Mangan (Mn) 2 dex olarak belirlendi. Yıldızın kütlesi $3.4 M_{\odot}$ (ZAMS kolundan uzakta evrimleşmeye başlamış), yaşı ise 280 milyon yıl olarak hesaplandı.
- 28 Peg yıldızı normal A tayf türü bir yıldızdır. Dönme hızı 52 km s^{-1} , sıcaklığı 8300 K, yüzey çekim ivmesi 3.30 , mikrotürbülans hızı 3 km s^{-1} olarak hesaplandı. Yıldızın kütlesi $2.60 M_{\odot}$, yaşı ise 650 milyon yıl hesaplandı.
- HD 187983 süperdev yıldızının ise tayfında *H α* da salma gözlemlendi. Dönme hızı 30 km s^{-1} , sıcaklığı 9300 K, yüzey çekim ivmesi 1.60 , mikrotürbülans hızı 7 km s^{-1} , mutlak parlaklığı -6.76 kadir olarak belirlendi. Sıcaklık ve logg değerleri aynı olan diğer süperdev (iPer ve 42 Cyg) yıldızlar ile bolluk

değerleri karşılaştırıldığında referans alınan diğer yıldızlar ile yakın değerler olduğu görüldü. Yıldızın kütlesi $15 M_{\odot}$, yaşı ise yaklaşık 14 milyon yıl ve yarıçapı ise $78 R_{\odot}$ tespit edildi.

Kaynaklar

- Abt H. A., 1957, *ApJ*, 126, 138
 Abt H. A., Morrell N. I., 1995, *ApJS*, 99, 135
 Adelman S. J., 2004, in Zverko J., Ziznovsky J., Adelman S. J., Weiss W. W., eds, IAU Symposium Vol. 224, The A-Star Puzzle. pp 1–11, doi:10.1017/S1743921304004314
 Bartkevicius A., Lazauskaite R., 1997, *Baltic Astronomy*, 6, 499
 Bidelman W. P., 1962, *AJ*, 67, 111
 Bressan A., Marigo P., Girardi L., Salasnich B., Dal Cero C., Rubele S., Nanni A., 2012, *MNRAS*, 427, 127
 Burki G., 1978, *A&A*, 65, 357
 Castelli F., Hubrig S., 2004, *A&A*, 421, L1
 Cowley A., Cowley C., Jaschek M., Jaschek C., 1969, *AJ*, 74, 375
 Evans C. J., Howarth I. D., 2003, *MNRAS*, 345, 1223
 Firnstein M., Przybilla N., 2012, *A&A*, 543, A80
 Gammelgaard P., Rudkjøbing M., 1973, *A&A*, 27, 261
 Griffin R. E., Gray R. O., Corbally C. J., 2012, *A&A*, 547, A8
 Harper W. E., 1937, *Publications of the Dominion Astrophysical Observatory Victoria*, 7, 1
 Heacox W. D., 1979, *ApJS*, 41, 675
 Hill G. M., Walker G. A. H., Yang S., 1986, *PASP*, 98, 1186
 Humphreys R. M., 1970, *AJ*, 75, 602
 Humphreys R. M., 1978, *ApJS*, 38, 309
 Kunzli M., North P., 1998, *A&AS*, 127, 277
 Kupka F., Ryabchikova T. A., 1999, *Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd*, 65, 223
 Kurucz R. L., 1993a, *SYNTHES spectrum synthesis programs and line data*. Cambridge Publications
 Kurucz R. L., 1993b, *VizieR Online Data Catalog*, 6039, 0
 Kurucz R. L., 2005, *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi*, 8, 14
 Mayer P., Chochol D., Hanna M. A.-M., Wolf M., 1994, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, 24, 65
 Morgan W. W., Code A. D., Whitford A. E., 1955, *ApJS*, 2, 41
 Napiwotzki R., Schoenberner D., Wenske V., 1993, *A&A*, 268, 653
 Oja T., 1983, *A&AS*, 52, 131

- Piskunov N. E., Kupka F., Ryabchikova T. A., Weiss W. W., Jeffery C. S., 1995, *A&AS*, 112, 525
- Przybilla N., Firnstein M., Nieva M. F., Meynet G., Maeder A., 2010, *A&A*, 517, A38
- Renson P., Manfroid J., 2009, *A&A*, 498, 961
- Renson P., Kobi D., North P., 1991, *A&AS*, 89, 61
- Royer F., Grenier S., Baylac M.-O., Gómez A. E., Zorec J., 2002, *A&A*, 393, 897
- Saffe C., Levato H., 2009, *Rev. Mex. Astron. Astrofis.*, 45, 171
- Salasnich B., Girardi L., Weiss A., Chiosi C., 2000, *A&A*, 361, 1023
- Sbordone L., Bonifacio P., Castelli F., Kurucz R. L., 2004, *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi*, 5, 93
- Shajn G., Albitzky V., 1932, *MNRAS*, 92, 771
- Torres G., 2010, *AJ*, 140, 1158
- Verdugo E., Talavera A., Gómez de Castro A. I., 1999, *A&A*, 346, 819
- Wahlgren G. M., Leckrone D. S., Johansson S. G., Rosberg M., Brage T., 1995, *ApJ*, 444, 438
- Wolff S. C., 1978, *ApJ*, 222, 556
- van Leeuwen F., 2007, *A&A*, 474, 653

Erişim:

O33-1430: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Dev Yıldızların Optik ve Kızılötesi Renk Dönüşümleri

Sabiha Tunçel Güçtekin¹★, Serap Ak²

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, atmosfer model parametreleri tayin edilmiş dev yıldızlar için optik ve yakın kızılötesi bölgedeki parlaklık ve renkler arasında dönüşüm ve ters dönüşüm denklemleri elde edilmiştir. Dönüşüm denklemlerinin elde edilmesinde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ndeki T100 teleskobuyla yapılan BVR_c ve gri gözlemleri kullanılmıştır. Optik verileri elde edilen yıldızların yakın kızılötesi fotometrik verileri 2MASS veri tabanı ile eşleştirilerek belirlenmiştir. Optik ve yakın kızılötesi fotometrik sistemler arası-daki dönüşüm ve ters dönüşüm denklemleri renklerin ikinci dereceden veya iki renge duyarlı doğrusal fonksiyonu olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen dönüşüm formülleri optik ile yakın kızılötesi gökyüzü tarama programlarını arasında bir köprü vazifesi görmektedir.

Anahtar Kelimeler: stars: general, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Gökyüzü tarama programları sayesinde, gökyüzünün iki farklı yarıkürsünde yer alan teleskoplar ile yaklaşık 42000 derece karelik tüm gökyüzü, seçilen poz sürelerine göre fotometrik bakımdan sığ ya da derin olarak taranmaktadır. Böylece, elektromanyetik tayfin geniş bir bölgesinde sürdürülen geniş alan gökyüzü taramaları Evren anlayışımızın köklü bir şekilde değişmesine neden olmuştur. İlk gözlemler göz ile başlayıp, teknolojinin hızlı gelişimiyle günümüzde yerini çok daha hassas alıcılar olan CCD kameralara bırakmıştır. Bu tarama programları bilimsel amaca göre *sığ* veya *derin* olarak tasarlanmaktadır. İstatistiksel olarak sığ gökyüzü taramaları parlak kadirdeki yakın gök cisimlerini, derin gökyüzü taramaları ise sönük kadirdeki uzak gök cisimlerini içermektedir. Sığ ve derin gökyüzü taramalarının bir arada değerlendirilmesi, incelenen gök cisimlerinin temel yapısal parametrelerini ortaya koymakla beraber Evren'in üç boyutlu haritasının çıkartılmasına yardımcı olur.

Dünya atmosferi elektromanyetik tayfin her bölgesinde geçişli değildir. Bu da, gözlemlerin sadece yer tabanlı değil uçak, balon ve uydular ile de yapılmasını gerektirir. Uzun dalgaboyu (kızılötesi) bölgesindeki gözlemler özellikle *IRAS*, *AKARI* ve *WISE* uydularından gelmektedir. En güncel orta kızılötesi veriler, *W1*, *W2*, *W3*, *W4* bantları ile tanımlanan ve 2009 yılında uzaya gönderilen *WISE* (Wide-field Infrared Survey Explorer) uydusundan sağlanmaktadır (*Wright et al. 2010*). Yakın kızılötesindeki veriler ise, kuzey ve güney yarımkürelerdeki kızılötesi teleskoplar kullanılarak *J*, *H* ve *K_s* bantlarıyla tanımlanan 2MASS (Two Micron All Sky Survey) gökyüzü taraması ile gerçekleştirilmiştir (*Skrutskie et al. 2006*). Tüm gökyüzünü kapsayacak şekilde tasarlanan 2MASS ve *WISE* taramaları astronomların kullanımına açılmıştır (*Cutri et al. 2003, 2013*). Optik bölgede bilinen en önemli gökyüzü taraması *u*, *g*, *r*, *i* ve *z* bantlarıyla tanımlanan SDSS'tir (Sloan Digital Sky Survey; *Abazajian ve diğ. 2004*). 2000'li yıllarda başlatılan bu gökyüzü taramasının amacı, kuzey galaktik yarımküredeki tüm gökyüzünün, hem fotometrik hem de tayfsal olarak taranıp Evren'in üç boyutlu haritasının çıkartılmasıdır. Böyle bir harita oluşturulurken sönük gökcisimlerinin incelenmesi gerektiğinden sığ parlaklık-

lardaki cisimler dikkate alınmamaktadır. Bu durumda parlak ve sönük nesnelerin bir arada incelenmesi mümkün olmaz. Yirminci yüzyılda tüm gökyüzü fotoğrafik olarak Johnson-Morgan sistemiyle taranmış olmasına rağmen, günümüzde CCD alıcılar ile tüm gökyüzünü içeren bir tarama programı tasarlanmamıştır. Bu sebeple, yukarıda sözü geçen gökyüzü taramaları arasında ilişki kurabilmek için fotometrik sistemler arasında geçişleri sağlayan deneysel olarak geliştirilecek dönüşüm denklemlerine ihtiyaç vardır. Bu denklemler fotometrik sistemler arasında bir köprü vazifesi görür.

Bu çalışmanın amacı, atmosfer model parametreleri duyarlı şekilde tayin edilmiş dev yıldızlar için optik ve kızılötesi bölgedeki parlaklıklar ve renkler arasındaki dönüşüm denklemlerini ortaya koymaktır. Çalışmada dönüşüm denklemleriyle beraber TUG'un gecelik ve mevsimsel ortalama sönümleme katsayıları da elde edilmiştir. Bu da gözlemevi atmosferinin fotometrik kalitesinin belirlenmesine ve dolayısıyla gözlem yapacak astronomların veri indirgemelerinde faydalı olacaktır.

2 Veri Analizi

Çalışmadaki yıldızlar pastel kataloğundan seçilmiştir (*Soubiran ve diğ. 2010*). Katalogdaki yıldızlar literatürde tayfsal verileri bulunan ve atmosferik model parametreleri iyi bilinen kaynaklardır. Bu tür çalışmalar genellikle arşivlerden ve literatürden derlenen veriler kullanılarak veya sentetik veriler ile (*Smith ve diğ. 2002; Yaz ve diğ. 2010*) yapılmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmada hedeflenen yıldızlar parlak oldukları için SDSS fotometrik sisteminde gözlenemediklerinden arşivlerde ve literatürde verileri yoktur. Sentetik verilerden üretilmiş dönüşüm denklemlerine ise deneysel verilerden yapılmış olanlar kadar güvenilmez. Bu çalışmada kullanılan veriler tarafımızdan yapılan gözlemler ile elde edilmiştir.

2.1 Gözlemler

Gözlemler TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde kurulmuş 100 cm çaplı ACE marka T100 teleskobu, bu teleskobun odak düzlemindeki Spectral Instruments 1100 CCD kameralarla Bessell BVR_c ve Asahi SDSS $g'r'i$ filtreleri kullanılarak yapılmıştır. 4096×4096 piksel formatlı bu kameradaki UV verimi artırılmış 15 mikron kare pikseli Fairchild 486 BI CCD yongası, 400-700 nm dalga boyu aralığında nispeten düz bir kuvantum

★ sabihatuncel@gmail.com

verimliliği eğrisine sahiptir. Bu yonganın çalışmamız açısından en önemli özelliği, kısa ve uzun dalga boylarında yüksek kuvantum verimliliği göstermesidir. Kameranın gözlemlerimiz için diğer faydaları, geniş görüş alanı sayesinde standart yıldız alanlarında bir seferde çok sayıda yıldızın gözlenebilmesi ve gelişmiş shutter'ı sayesinde çok kısa poz sürelerinin verilebilmesidir. Bu sayede çok parlak yıldızlar gözlenebilmiştir.

Program yıldızlarının kaliteli gözlemleri toplam 23 gecede, 21-22 Temmuz 2011, 9-11 Eylül 2011, 31 Ekim 2011, 1 Kasım 2011, 21-22 Kasım 2011, 29 Aralık 2011, 19 Şubat 2012, 29 Mart 2012, 1 Nisan 2012, 12 Nisan 2012, 16-17 Mayıs 2012, 28-29 Temmuz 2012, 18-19 Ağustos 2012, 16-18 Eylül 2012 tarihlerinde yapılmıştır. Veri kalibrasyonları ve tüm ölçümler için IRAF görüntü indirgeme ve fotometri paketleri kullanılmıştır.

Çalışmamızda program yıldızlarının aletsel parlaklıklarının standart fotometrik sistemdeki parlaklıklara dönüştürülmesi için hem sönümleme katsayılarının hem de standart fotometrik sisteme dönüşüm katsayılarının hesaplanması gereklidir. Bu nedenle standart alanlardaki yıldızlar gözlenmiştir. Bu çalışmada gözlenen standart yıldız alanları Landolt (2009) ve Smith ve diğ. (2002) tarafından verilen listelerden seçilmiş ve her gözlem gecesinde değişik renklerden mümkün olduğunca çok sayıda standart yıldız farklı zenit uzaklıklarında gözlenmiştir.

Gözlenen dev yıldızlar pastel kataloğundan geniş bir metal bolluğu aralığı göz önüne alınarak seçilmiştir. Programa dahil edilecek yıldızların belirlenmesinde yıldızların yüzey çekim ivmeleri $2 < \log g < 3$ aralığında seçilmiştir. Bu şekilde yaklaşık 450 yıldız belirlenmiştir. Fakat bu yıldızlar hemen hemen gökyüzüne homojen dağıldıklarından, ülkemizden tümü gözlenemez. Bu sebeple deklinasyonları $\delta > -15$ derece olan yıldızlar dikkate alınmış ve gözlenebilecek 200'e yakın yıldız belirlenmiştir. Bu yıldızlardan da 80 tanesi 2011 ve 2012 yıllarında gözlenmiştir.

Program dahilinde bulunan yıldızlar en az üç sefer gözlenerek indirgenmiş ve aletsel parlaklıkları ölçülmüştür. Daha sonra, elde edilen bvr_c ve $g'r'i'$ aletsel parlaklıklar standart parlaklıklara dönüştürülmüş ve 80 yıldızın fotometrik verileri listelenmiştir. Gözlemlerin indirgenmesi hakkındaki ayrıntılar Ak ve diğ. (2014)'nin çalışmasında verilmiştir.

3 Kızarma ve Mutlak Parlaklık Tayini

80 yıldızın mutlak parlaklıklarının tayininde yıldızların atmosferik model parametrelerinden faydalanılmıştır. Program yıldızlarının etkin sıcaklıkları bilindiği için etkin sıcaklık ile M_V mutlak parlaklığı arasındaki bir ilişki kurularak yıldızların uzaklıkları belirlenmek istenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, Sung ve diğ. (2013)'nin çalışmasından alınan dev yıldızların yüzey sıcaklıklarıyla mutlak parlaklık verileri arasında bir bağıntı üretilmiştir. Böylelikle listede bulunan ve sıcaklığı bilinen her bir yıldızın M_V mutlak parlaklığı hesaplanabilmiştir. Yıldızların uzaklıkları Pogson bağıntısıyla belirlenmiştir.

Fotometrik verilerin yıldızlararası ortamın etkilerinden arındırılmasında Schlafly ve Finkbeiner (2011) kızarma haritası kullanılmıştır. Toplam A_V sönükleşme değerleri, yıldızların Galaktik koordinatları NED¹ servisinde bulunan kızarma hesabına girilerek elde edilmiştir. Bu doğrultulardan belirlenen sönükleşme değerleri, Galaksinin sınırına kadar olan bölge için geçerli olduğundan Bahcall ve Soneira (1980)'nin verdiği bağıntı kullanılarak Güneş ile yıldız arasındaki uzaklığa indirgenmiştir. Eş

zamanlı olarak yıldızların kızarmaları ve uzaklıkları bu yöntem ile tayin edilmiştir (Ak ve diğ. 2014).

4 Dönüşüm Formülleri

Program yıldızlarının kızarmadan arındırılmış parlaklık ve renkleri kullanılarak BVR_c ve $g'r'i'$ fotometrik sistemleri arasında dönüşüm denklemlerini elde etmek için aşağıdaki bağıntılar tercih edilmiştir ($i = 1, \dots, 9$). Bu bağıntıların katsayıları ve katsayılarla ait belirsizliklerin hesaplanmasında regresyon analizi kullanılmıştır. Katsayılar ve belirsizlikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

$$(g' - V)_0 = a_i(B - V)_0^2 + b_i(B - V)_0 + c_i \quad (1)$$

$$(g' - V)_0 = a_i(V - R_c)_0^2 + b_i(V - R_c)_0 + c_i \quad (2)$$

$$(g' - V)_0 = a_i(B - V)_0 + b_i(V - R_c)_0 + c_i \quad (3)$$

$$(g' - r')_0 = a_i(B - V)_0^2 + b_i(B - V)_0 + c_i \quad (4)$$

$$(g' - r')_0 = a_i(V - R_c)_0^2 + b_i(V - R_c)_0 + c_i \quad (5)$$

$$(g' - r')_0 = a_i(B - V)_0 + b_i(V - R_c)_0 + c_i \quad (6)$$

$$(r' - i')_0 = a_i(B - V)_0^2 + b_i(B - V)_0 + c_i \quad (7)$$

$$(r' - i')_0 = a_i(V - R_c)_0^2 + b_i(V - R_c)_0 + c_i \quad (8)$$

$$(r' - i')_0 = a_i(B - V)_0 + b_i(V - R_c)_0 + c_i \quad (9)$$

Ayrıca yukarıdaki dönüşüm denklemlerinin ters dönüşümleri de aşağıdaki gibi elde edilmiş ($i = 10, \dots, 18$) ve bağıntıların katsayılarıyla belirsizlikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

$$(V - g')_0 = d_i(g' - r')_0^2 + e_i(g' - r')_0 + f_i \quad (10)$$

$$(V - g')_0 = d_i(r' - i')_0^2 + e_i(r' - i')_0 + f_i \quad (11)$$

$$(V - g')_0 = d_i(g' - r')_0 + e_i(r' - i')_0 + f_i \quad (12)$$

$$(B - V)_0 = d_i(g' - r')_0^2 + e_i(g' - r')_0 + f_i \quad (13)$$

$$(B - V)_0 = d_i(r' - i')_0^2 + e_i(r' - i')_0 + f_i \quad (14)$$

$$(B - V)_0 = d_i(g' - r')_0 + e_i(r' - i')_0 + f_i \quad (15)$$

$$(V - R_c)_0 = d_i(g' - r')_0^2 + e_i(g' - r')_0 + f_i \quad (16)$$

$$(V - R_c)_0 = d_i(r' - i')_0^2 + e_i(r' - i')_0 + f_i \quad (17)$$

$$(V - R_c)_0 = d_i(g' - r')_0 + e_i(r' - i')_0 + f_i \quad (18)$$

5 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmadaki dönüşüm denklemleri araştırmacıların ihtiyaçları doğrultusunda farklı formlarda üretilmiştir. Tek renge bağlı olan dönüşümler ikinci dereceden fonksiyonlar ile, iki renge bağlı olanlar doğrusal denklem takımlarıyla ifade edilmiştir. BVR_c , fotometrik sisteminden $g'r'i'$ fotometrik sistemine renk dönüşümleri için $(g' - V)_0$, $(g' - r')_0$ ve $(r' - i')_0$ renkleri sadece $(B - V)_0$ veya $(V - R_c)_0$ renginin ikinci dereceden bir fonksiyonu ya da her iki $(B - V)_0$ ve $(V - R_c)_0$ renginin doğrusal bir fonksiyonu olarak elde edilmiştir. Buna karşın dönüşümlerin tersleri için de $(V - g')_0$, $(B - V)_0$ ve $(V - R_c)_0$ renklerine sadece $(g' - r')_0$ veya $(r' - i')_0$ renginin ikinci dereceden bir fonksiyonu ya da her iki $(g' - r')_0$ ve $(r' - i')_0$ renginin doğrusal bir fonksiyonu olarak uygulanmıştır. Farklı biçimlerde oluşturulan denklemlerin katsayıları ve belirsizlikleri regresyon analiziyle hesaplanmış ve parametreleri çizelgelerde verilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği gibi parametrelerin belirsizlikleri ve dönüşümlerden hesaplanan renkler ile gözlemsel renklere ait ortalamaya belirsizlikler genelde küçüktür. Bu da çalışmada hesaplanan fotometrik dönüşümlerin oldukça duyarlı parlaklık ve renklerin elde edilmesini sağladığını göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen dönüşüm denklemleri optik ve yakın kızılötesi göky-

¹ <https://ned.ipac.caltech.edu/forms/calculator.html>

Çizelge 1. (1)-(9) eşitlikleriyle verilen dönüşüm denklemlerinin katsayıları ve belirsizlikleri. R , korelasyon katsayısı; σ , standart sapma ve $o.f.$, ortalama farktır.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Katsayı	$(g' - V)_0$	$(g' - V)_0$	$(g' - V)_0$	$(g' - r')_0$	$(g' - r')_0$
a_i	-0.122±0.051	-0.155±0.227	0.404±0.083	-0.045±0.031	0.381±0.120
b_i	0.651±0.074	1.044±0.160	0.168±0.166	1.006±0.055	1.528±0.055
c_i	-0.069±0.028	-0.056±0.032	-0.035±0.024	-0.197±0.024	-0.170±0.009
R	0.912	0.876	0.907	0.986	0.992
σ	0.068	0.080	0.070	0.059	0.059
$o.f.$	0.000	0.000	0.000	-0.006	-0.002
	(6)	(7)	(8)	(9)	
Katsayı	$(g' - r')_0$	$(r' - i')_0$	$(r' - i')_0$	$(r' - i')_0$	
a_i	0.464±0.063	-0.243±0.035	-0.420±0.064	-0.026±0.049	
b_i	0.931±0.128	0.730±0.051	1.111±0.030	0.897±0.099	
c_i	-0.205±0.018	-0.224±0.019	-0.209±0.005	-0.185±0.014	
R	0.982	0.940	0.993	0.953	
σ	0.054	0.047	0.031	0.042	
$o.f.$	0.000	0.000	-0.001	0.000	

Çizelge 2. (10)-(18) eşitlikleriyle verilen dönüşüm denklemlerinin katsayıları ve belirsizlikleri. R , korelasyon katsayısı; σ , standart sapma ve $o.f.$, ortalama farktır.

	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Katsayı	$(V - g')_0$	$(V - g')_0$	$(V - g')_0$	$(B - V)_0$	$(B - V)_0$
d_i	0.041±0.016	-0.104±0.165	-0.460±0.059	0.022±0.018	0.466±0.117
e_i	-0.615±0.013	-1.096±0.029	-0.243±0.111	1.028±0.014	1.947±0.028
f_i	-0.030±0.007	-0.156±0.014	-0.052±0.015	0.205±0.007	0.418±0.015
R	0.989	0.977	0.989	0.996	0.987
σ	0.049	0.067	0.050	0.055	0.098
$o.f.$	0.001	-0.001	-0.005	0.002	0.005
	(15)	(16)	(17)	(18)	
Katsayı	$(B - V)_0$	$(V - R_c)_0$	$(V - R_c)_0$	$(V - R_c)_0$	
d_i	1.321±0.092	-0.002±0.016	0.102±0.097	0.335±0.037	
e_i	-0.616±0.193	0.552±0.009	1.085±0.017	0.449±0.068	
f_i	0.162±0.023	0.112±0.004	0.229±0.009	0.158±0.009	
R	0.974	0.992	0.991	0.995	
σ	0.071	0.033	0.039	0.030	
$o.f.$	0.000	0.007	0.001	0.002	

üzü tarama programlarındaki veriler arasında bir köprü vazifesi görmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma 212T214 numaralı TÜBİTAK projesiyle, gözlemler de TUG T100 teleskobunda 11BT100-184-2 numaralı gözlem projesiyle gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Abazajian, K., Adelman-McCarthy, J. K., ve diğ., 2004, AJ, 128, 502
 Ak, S., Ak, T., ve diğ., 2014, PASA, 31, 14
 Bahcall, J. N., Soneira, R. M., 1980, ApJS, 44, 73
 Cutri, R. M., ve diğ., 2003, 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources, CDS/ADC Electronic Catalogues, 2246
 Cutri, R. M., ve diğ., 2013, WISE All-Sky Data Release, CDS/ADC Catalogues, 2328
 Landolt, A. U., 2009, AJ, 137, 4186
 Schlafly, E. F., Finkbeiner, D. P., 2011, ApJ, 737, 103
 Skrutskie, M. F., Cutri, R. M., ve diğ., 2006, AJ, 131, 1163

- Soubiran, C., Le Champion, J.-F., Cayrel de Strobel, G., Caillo, A., 2010, A&A, 515, A111
 Smith, J. A., Tucker, D. L., ve diğ., 2002, AJ, 123, 2121
 Sung, H., Lim, B., ve diğ., 2013, JKAS, 46, 103
 Wright, E. L., Eisenhardt, P. R. M., ve diğ., 2010, AJ, 140, 1868
 Yaz, E., Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Coşkunoglu, B., Cabrera-Lavers, A., 2010, AN, 331, 807

Erişim:

033-1445: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Hipparcos Kataloğundaki Algol Yıldızlarının Kinematığı

Tuncay Özdemir^{1*}, Ahmet İskender¹

¹Inönü üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik bölümü MALATYA

Özet

Bu çalışmada, 1997 yılında yayınlanan Hipparcos Kataloğundaki Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızlar herhangi bir uzaklık sınırlaması olmadan belirlenmiştir. Hipparcos kataloğundan belirlenen bu yıldızların astrometrik verileri (ıraklık açıları ve hataları, öz hareketleri ve hataları, koordinatları ve hataları, periyotları, tayf türleri, parlaklıkları ve renkleri) Hipparcos kataloğundan alınmıştır. Bu yıldızların dikine hızları ise literatürden alınmıştır. Algol yıldızları görelî ıraklık açısı hatalarına ve tayf türlerine göre alt guruplara ayrılmış ve bu alt gurupların ortalama uzay hızı bileşenleri (u, v, w), hız dağılımları ($\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$), konumları (x, y, z) ve kinematik yaşları hesaplanmıştır. Görelî ıraklık açısı hatası $\epsilon_\pi/\pi < 0.500$ olan yıldızlar için ortalama uzay hızı bileşenleri (u, v, w) = $(-11.6 \pm 1.7, -13.2 \pm 1.3, -7.3 \pm 1.0)$, hız dağılımları ($\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$) = $(26.6 \pm 2.4, 20.8 \pm 1.8, 15.3 \pm 1.4)$ ve yaşları $t = 1.83$ Gyl olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: astrometry, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

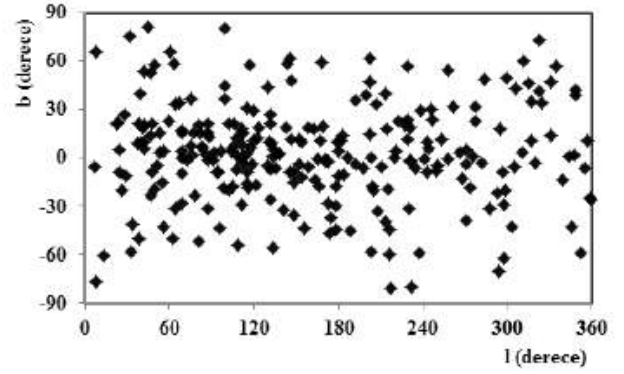
Algol türü ışık değişimi gösteren sistemler yarı – ayrık sistemlerdir. Bu sistemlerdeki küçük kütleli bileşenler Roche şişimlerini doldurmuştur ve diğer bileşene göre daha ileri bir evrim aşamasındadırlar, yani sıfır yaş anakolunun daha uzağında bulunurlar. Bu sistemlerdeki bileşenler anakol sonrası kütle alış verişini yapan soğuk bileşenlerdir. Kütle aktarımını yeni bitirmiş veya devam etmekte olan erken tür değen sistemlerdir. Işık eğrilerinde tutulma dışı parlaklıkları kabaca sabitken tutulmaya giriş ve çıkış evreleri aralığında kalan bölümlerinde oldukça belirgin derin tutulma gösteren sistemlerdir. Kopal'ın, yakın çiftleri Roche şişimine göre ayrık, yarı – ayrık ve değen sistemler olarak üç guruba ayırdığı sınıflamada algol türü sistemler terimi yarı–ayrık çiftlerin ana alt gurubu anlamına gelmektedir. Bu alt guruptaki sistemler "klasik Algol" sistemleri olarak tanımlanırlar. Ana bileşenleri B veya erken A tayf türü bir anakol yıldızı, yoldaş bileşenleri ise kritik Roche şişimini doldurmuş G veya K tayf türü bir dev veya alt dev yıldızdır (Giuricin et al. 1983), (Sahade et al. 1993).

2 Yıldızların Seçimi

Çalışmada kullanılan yıldızlar Hipparcos kataloğundan seçilmiştir. Bu katalog'da herhangi bir sınırlama olmaksızın tutulma gösteren ve "Algol türü" ışık eğrisine sahip olan ve katalogda "EA" olarak tanımlanan yıldızlar seçilmiştir (Perryman 1997).

3 Veri

Hipparcos kataloğundan seçilen bu yıldızlara ait; sağ açıklık ve hataları, dik uzaklık ve hataları, parlaklıkları, periyotları, tayf türleri, renkleri, öz hareketleri ve ıraklık açıları ve hataları Hipparcos kataloğundan alınmıştır. Çalışmada kullanılan yıldızlardan HIP74778, HIP108317, HIP108606 ve HIP112928 yıldızlarının ıraklık açıları ve hataları ise van Leeuwen kataloğundan alınmıştır (van Leeuwen 2007). Yıldızlara ait galaktik koordinatlar SIMBAD veri tabanından alınmıştır. Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızlar iki veya daha fazla yıldızlardan oluşmuş sistemler oldukları için bu yıldızların dikine hızları kütle merkezinin dikine hızı olarak daha önce yayınlanmış hız kataloglarından ve



Şekil 1. Hipparcos kataloğundan seçilen yıldızların galaktik koordinatlarına göre dağılımları

makalelerden alınmıştır. Katalogda verilen yıldızlardan 332 yıldızın dikine hızı literatürden bulunmuş ancak bu yıldızlardan 76 tanesinin görelî ıraklık açısı hatası $\sigma_\pi/\pi > 0.500$ olduğu için çözüm dışı bırakılmıştır.

Seçilen yıldızların galaktik koordinatlarına göre dağılımları Şekil 1'de ve görelî ıraklık açısı hatalarına göre dağılımları Şekil 2'de verilmiştir.

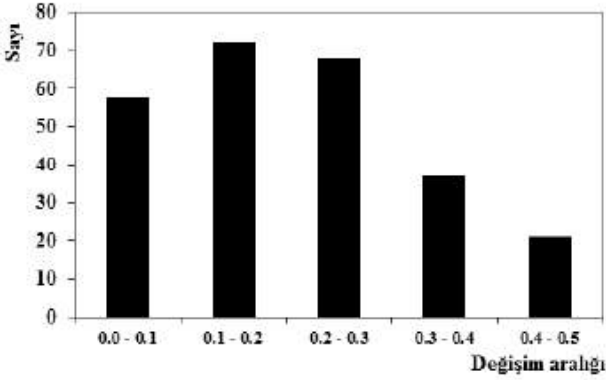
4 Yöntem

Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızların kinematik özellikleri için Johnson & Soderblom (1987) algoritması kullanılarak çözüm yapılmıştır. Buna göre x galaksi merkezi doğrultusunu, y galaksinin dönme doğrultusunu ve z galaksi düzlemine dik doğrultuyu, u = Galaktik merkez doğrultusundaki hızı, v = Galaktik dönme doğrultusundaki hızı ve w = Galaktik kuzey kutup doğrultusundaki hızı göstermektedir. Bu sistemin merkezi ise Güneş'tir.

5 Araştırma Bulguları, Tartışma, Sonuçlar

Görelî ıraklık açısı hatası $\sigma_\pi/\pi < 0.500$ olan yıldızların x – z uzay dağılımı ve v – u uzay hız dağılımı Şekil 3 (üst sol ve sağ)'da verilmiştir. Şekil 3 (üst sol)'daki HIP74778 ve Şekil 3 (üst sağ)'daki HIP46881 yıldızları farklılık göstermektedir. x –

* tuncay.ozdemir@inonu.edu.tr



Şekil 2. Seçilen yıldızların görelî iraklık açısı hatalarına göre dağılımları

z düzleminde HIP74778 dikkate alınmadığında yıldızlar her iki ekseninde de ± 500 pc içinde bir dağılım göstermektedir ve x – z dağılımı hemen hemen simetrik bir dağılım göstermektedir.

Yıldızların y – z eksenindeki uzay dağılımları ve v – w hız dağılımları Şekil 3 (alt sol ve alt sağ)'da verilmiştir. Konum grafiklerine baktığımızda yıldızlarımız galaksimizin kollarında bulunan yıldızlardır ve hiçbir halo yıldızları olarak görünmemektedir. Hız ve konum dağılımları simetrik görünmektedir, herhangi bir yanlılık ve seçim etkisi gözlenmemektedir. HIP46881 (S Vel) $v = -200.7$ km/s'lik hızı ile ince disk üzerinde Pop II yıldızdır (Aslan 2012).

Kinematik farklılığı belirleyen esas parametre galaksi dönme yönündeki hız bileşeni v' 'dir. Algal sistemlerini kinematik olarak incelerken belirlediğimiz alt guruplarda v bileşenin kinematik bakımdan etkili olmadığı Çizelge 1'de görülmektedir. Bu alt guruplarda v hızı hata sınırları içinde hemen hemen aynıdır.

Algal yıldızlarının kinematik özellikleri iraklık açısı daha iyi olan ($\sigma_{\pi}/\pi > 0.250$) yıldızlar için de incelenmiştir. Daha iyi iraklık açısına sahip Algal yıldızları için bulduğumuz uzay ve hız dağılımları ile Şekil 3 (üst sol ve sağ)'da verilen görelî iraklık açısı hatası $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ olan Algal yıldızlarının uzay ve hız dağılımları arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Sadece yıldız sayısı ve saçılma miktarı azalmıştır. Bu yıldızların konum ve hız grafikleri Şekil 4'da verilmiştir.

Yapılan hesaplamalara galaktik dönme etkisi katılmamıştır. Bunun nedeni incelenen Algal yıldızlarının uzay dağılımlarının çok farklı ve geniş bir aralığa sahip olmamasıdır. Örneğin $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ olan Algal yıldızları için bütün yıldızların uzay dağılımı incelendiğinde yıldızlar her ekseninde (x, y, z) yaklaşık ± 500 pc içinde bir dağılım göstermektedir. Bir gurup olarak düşünüldüğünde yakın sayılabilecek bu yıldızlar için diferansiyel galaktik dönmenin uzay hızlarına etkisinin fazla olmayacağı, eğer varsa da bütün yıldızları aynı oranda etkileyeceği düşünülmektedir (Byckling 2009). Ayrıca galaktik dönmenin kinematik olarak yaşlı yıldızlar üzerinde çok etkili olmadığı da bilinmektedir (Karataş et al. 2004). Döneme göre yapılan sınıflamada dönemi 5 günden küçük ve 5 günden büyük olan yıldızlar için yapılan kinematik hesaplamalarda bunların uzay hızı bileşenlerinde her hangi bir kinematik farklılık gözlenmemektedir. Ancak $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ değerlerindeki farklılık yıldız sayısından kaynaklanabileceği gibi kinematik bir farklılıktan da kaynaklanabilir.

Algal yıldızları için elde ettiğimiz ortalama uzay hızları ile

Güneş'in hareketini temsil eden ve Güneş'in ters işaretli öz hızları ($u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}$) karşılaştırıldığında aralarında büyük farklar olmadığı görülmüştür. Algal yıldızları için bulduğumuz ortalama uzay hızları Dehnen & Binney (1998) 'in tanımladığı S hız dağılım parametresi ile karşılaştırılmıştır. S her hangi bir yıldız grubu için hız dağılımının bir ölçüsü olarak kabul edilen hız dağılım parametresidir ve hız dağılımının bileşenlerinden $S^2 = (0.77\sigma_u^2 + 0.45\sigma_v^2 + 0.79\sigma_w^2)^{1/2}$ eşitliği ile hesaplanmaktadır (Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009)). Şekil 5 ve Şekil 6'da sırasıyla S ve B – V değişiminin grafiklerini göstermektedir (Dehnen & Binney (1998)).

Hipparcos katalogundaki Algal yıldızlarının B – V renkleri $0.25 < B - V < 1.9$ aralığında değişim göstermektedir. Şekil 5'de B – V rengi 1.2 değerine kadar verilmektedir, ancak Dehnen ve Binney'e (1998) göre renk değeri büyüdükçe belli bir değerden sonra ($B - V > 0.8$) uzay hızlarının değeri hemen hemen sabit kalmaktadır. Bu nedenle bulduğumuz u, v, w hız değerlerini Şekil 5 üzerinde yorumlamamızda herhangi bir kısıtlama yoktur ve Algal sistemlerinin değeri "*" ile gösterilmiştir. Yıldızların uzay hızları (u, v, w) ile Güneş'in hareketini temsil eden öz hızları ($u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}$) ters işaretlidir. Buna göre $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızlarımızın ortalama hız değerleri, renkleri ortalama $B - V = 0.34$ olduğu için (Mihalas & Binney 1981) tarafından anadol yıldızları için hazırladıkları Şekil 5 üzerinde gösterilmiştir. Aynı yıldız grubu için bulduğumuz S parametresi ile ortalama uzay hızları Şekil 6'da "*" ile gösterilmiştir. Grafikte u ve w hız bileşenlerinin sabit olduğu ancak v hız bileşenin S^2 büyüdükçe çizgisel olarak arttığı görülmektedir. $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ için $S^2 = 924.2$ olarak hesaplanmıştır.

Şekil 7'de B – V rengine karşılık hesaplanan σ değerleri ve Strömberg asimetric kaymasına göre Algal yıldızlarının buldukları yerler "*" ile belirlenmiştir. Strömberg asimetric kayması $< V_{\phi} > = -\sigma_u^2/80$ bağıntısı ile belirlenmektedir (Dehnen & Binney (1998); Byckling (2009)). $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ yıldız grubu için hesaplanan değeri ise -8.8'dir.

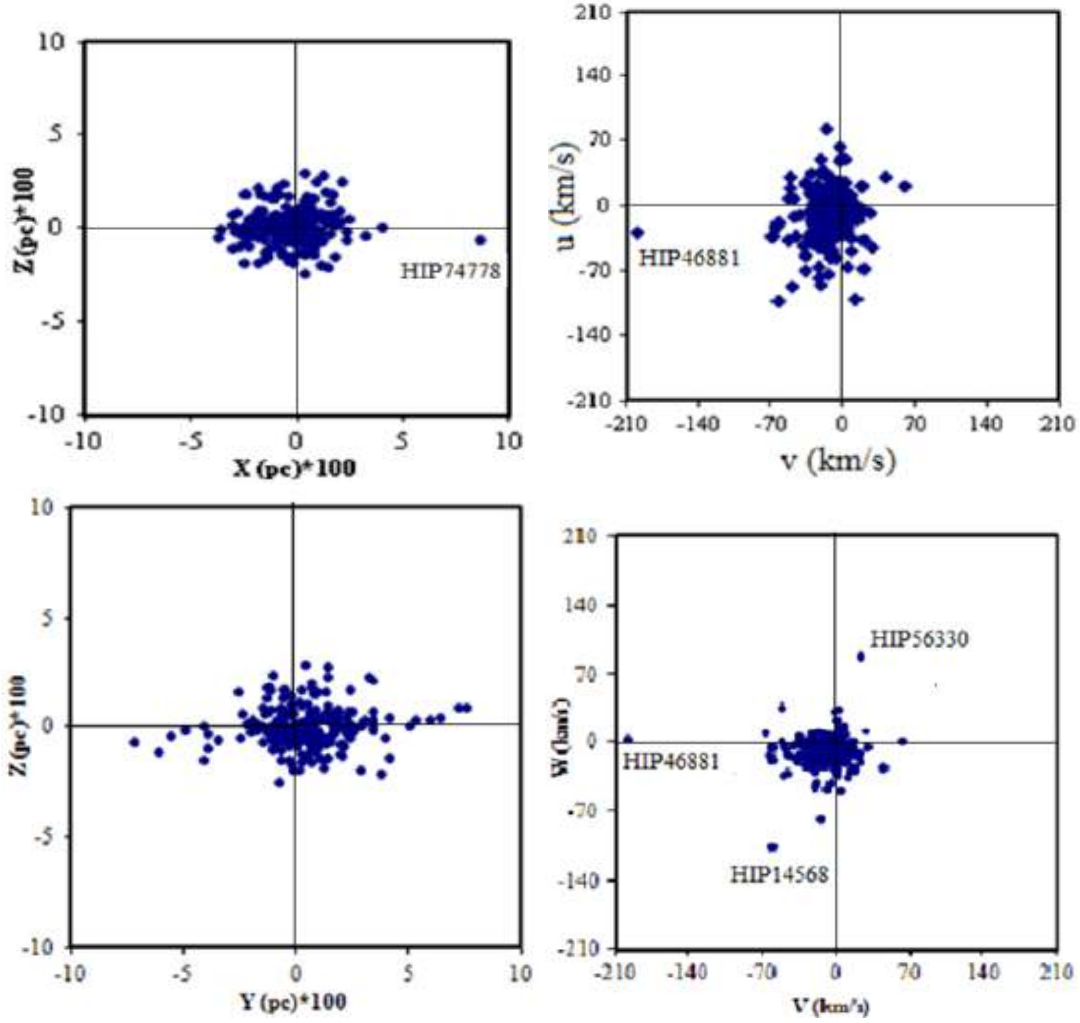
Algal yıldızları için belirlediğimiz bir diğer kinematik parametre ise "eksen dönmesi" (ϕ) olarak bilinen ve hız dağılımının ana ekseninin galaksi merkezi doğrultusundan ne kadar saptığını gösteren parametredir. Bu değer $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldız grubu için 16.9 derece olarak belirlenmiş ve bu değerler Şekil 8 üzerinde "*" ile gösterilmiştir.

Şekil 5 ve Şekil 7'deki sapmalar hızlardan kaynaklanmaktadır. Bu grafikler tek anadol yıldızları için hazırlanmış grafiklerdir, Algal sistemleri ise birden fazla yıldızdan oluşmaktadır. Ayrıca dikine hızın (V_r) sistemin kütle merkezini ne kadar temsil ettiği önemlidir. Aynı şey öz hareket için de geçerlidir çünkü öz hareketin de kütle merkezini ne kadar temsil ettiği önemlidir. Bu nedenlerden dolayı bu sapmalar meydana gelebilir.

Genelde bütün yıldız türleri için kabul edilen ve hız dağılımı bileşenleri arasındaki ilişkinin $\sigma_u > \sigma_v > \sigma_w$; $\sigma_w/\sigma_u = 0.5$ ve $\sigma_v/\sigma_u = 0.55 \sim 0.75$ şeklinde olması beklenmektedir (Mihalas & Binney (1981)). İncelediğimiz tüm yıldız guruplarında bu ilişkiler sağlanmaktadır.

6 Kinematik Özellikler

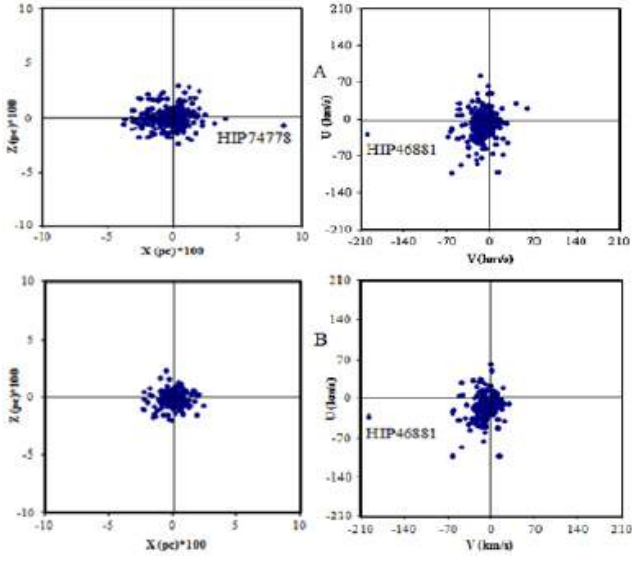
Algal yıldızları için yaptığımız kinematik çözümlerin sonucunda bulduğumuz uzay dağılımlarının uzay hızlarının, hız dağılımlarının ve eksen kayması değerlerinin kabul edilebilir ve gerçeği yansıtan değerler olduğu görülmektedir. Kinematik çalışmalarda Algal yıldızlarının sayısı arttıkça elde edilecek sonuçların daha hassas ve hatalarının ise daha az olacağı açıkça görülmektedir.



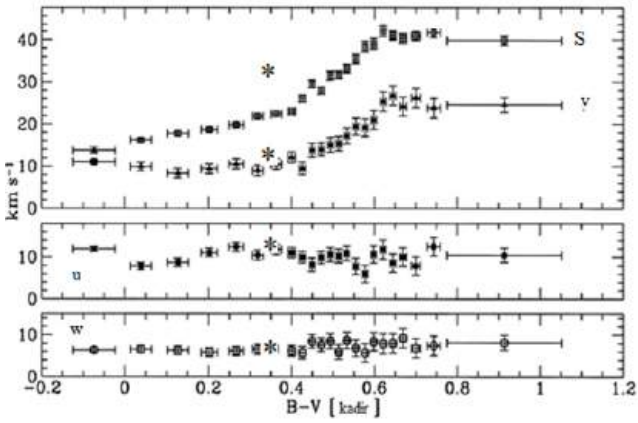
Şekil 3. Üst sol: $\sigma_\pi/\pi < 0.500$ olan yıldızların x – z uzay dağılımı; Üst sağ: $\sigma_\pi/\pi < 0.500$ olan yıldızların v – u uzay hız dağılımı; Alt sol: $\sigma_\pi/\pi < 0.500$ olan yıldızların y – z uzay dağılımı; Alt sağ: $\sigma_\pi/\pi < 0.500$ olan yıldızların v – w uzay hız dağılımı.

Çizelge 1. Algoller için yapılan çözümler sonucunda elde edilen ortalama uzay hızları, hız dağılımları, hız dağılım oranları, yaş ve eksen kayması değerleri. Yaş için verilen değerler [Wielen \(1977\)](#) ve [Aysun Akyüz \(2010\)](#)'den hesaplanan değerlerdir. **Kısaltmalar:** TY:Tüm Yıldızlar,

Gruplar	N	Ortalama Hızlar (km/s)			Hız Dağılımları (km/s)			σ	$\sigma_u:\sigma_v:\sigma_w$	$\frac{\sigma_w}{\sigma_u}$	$\frac{\sigma_v}{\sigma_u}$	$\varphi(^{\circ})$	t ($\times 10^9$)
		$u \pm \epsilon_u$	$v \pm \epsilon_v$	$w \pm \epsilon_w$	$\sigma_u \pm \epsilon\sigma_u$	$\sigma_v \pm \epsilon\sigma_v$	$\sigma_w \pm \epsilon\sigma_w$						
TY	332	-9.0 ± 1.6	-13.7 ± 1.3	-7.7 ± 1.0	28.4 ± 2.5	22.8 ± 2.0	16.4 ± 1.5	39.9	1.7:1.4:1.0	0.6	0.8		1.94
TY: $\sigma_\pi/\pi < 0.50$	256	-11.7 ± 1.7	-13.2 ± 1.3	-7.3 ± 1.0	26.6 ± 2.4	20.8 ± 1.8	15.3 ± 1.4	37.1	1.7:1.4:1.0	0.6	0.8	16.8	1.83
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.50$ (B,A,F)	200	-9.3 ± 1.7	-13.1 ± 1.5	-6.5 ± 1.0	24.7 ± 2.2	20.6 ± 1.8	14.4 ± 1.3	35.3	1.7:1.4:1.0	0.6	0.8	15.8	1.75
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.50$ (G,K,M)	52	-20.3 ± 4.4	-15.6 ± 2.9	-10.3 ± 2.5	31.8 ± 2.9	20.6 ± 1.8	18.2 ± 1.6	42.0	1.7:1.1:1.0	0.6	0.7	13.9	2.03
TY: $\sigma_\pi/\pi < 0.25$	170	-12.5 ± 1.9	-13.1 ± 1.7	-7.9 ± 1.2	24.9 ± 2.2	22.0 ± 2.0	15.0 ± 1.3	36.5	1.7:1.5:1.0	0.6	0.9	28.9	1.80
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.25$ olan B,A,F	130	-10.4 ± 1.9	-12.7 ± 2.0	-7.0 ± 1.2	21.9 ± 1.9	22.5 ± 2.0	13.6 ± 1.2	34.2	1.6:1.7:1.0	0.6	1.0	-39.9	1.70
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.25$ olan G,K,M	39	-19.5 ± 5.2	-14.5 ± 3.3	-11.0 ± 3.0	32.7 ± 2.9	20.9 ± 1.9	19.0 ± 1.7	43.2	1.7:1.1:1.0	0.6	0.6	16.1	2.08
P > 5 Gün	93	-10.2 ± 2.9	-13.3 ± 2.6	-8.2 ± 1.1	27.9 ± 2.5	25.1 ± 2.2	10.8 ± 1.0	39.0	2.6:2.3:1.0	0.4	0.9	28.7	1.91
$\sigma_\pi/\pi < 0.500$ P < 5 Gün	204	-7.9 ± 2.0	-13.9 ± 1.4	-8.2 ± 1.2	28.1 ± 2.5	20.5 ± 1.8	17.1 ± 1.5	38.8	1.6:1.2:1.0	0.6	0.7	6.4	1.90
Vr + FeH	77	-8.8 ± 3.6	-13.0 ± 2.9	-6.5 ± 2.7	31.9 ± 2.8	25.5 ± 2.3	23.9 ± 2.1	47.4	1.3:1.1:1.0	0.7	0.8	18.3	2.24



Şekil 4. A. $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızların $x - z$ ve $v - u$ grafikleri; B. $\sigma_{\pi}/\pi < 0.250$ olan yıldızların $x - z$ ve $v - u$ grafikleri.

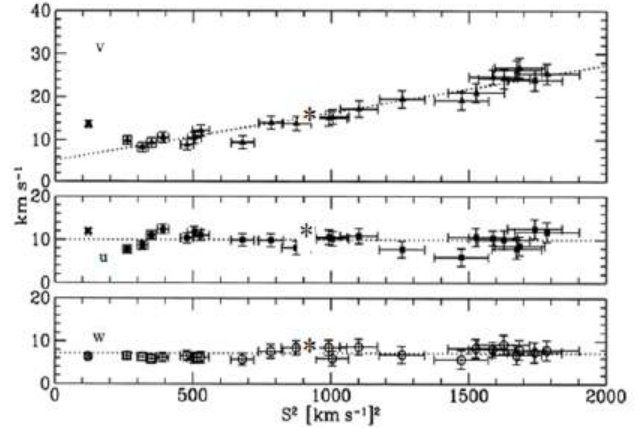


Şekil 5. Anakol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile $B - V$ rengi arasındaki grafiği (Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009))

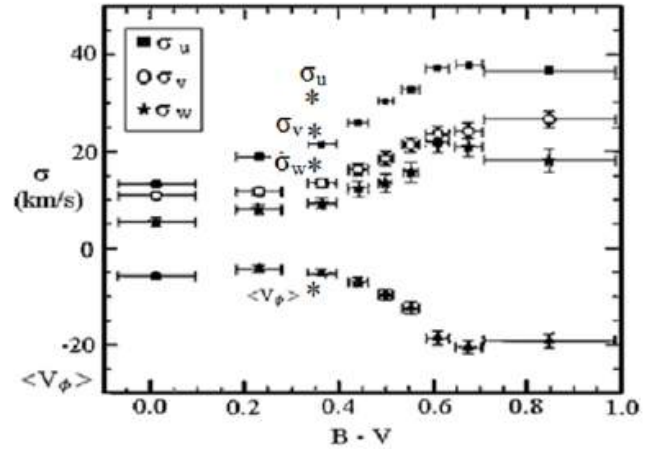
Elde ettiğimiz sonuçlar dikkate alındığında Algol yıldızlarının uzay dağılımlarını veren Şekil 3 (üst sol)'dan ve hız dağılımlarını veren Şekil 3 (üst sağ)'dan bu yıldızların disk yıldızları oldukları görülmektedir.

Algol yıldızlarının uzay dağılımlarında z - eksenine (galaksi düzlemine dik olan doğrultu) boyunca ± 500 pc içinde dağılmış olmaları ıraklık açısı kriterine bağlı olarak seçim etkisinden kaynaklanmış gibi görünse de elde ettiğimiz uzay hızları ve hız dağılım değerleri Algol yıldızlarının disk yıldızları olduklarını desteklemektedir. Samanyolu galaksisi için bilinen disk bölgesinin boyutları z - ekseninde ± 500 pc'dir. Hatta bu sınırın ± 800 pc uzaklığa ulaştığı kabul edilmektedir (Byckling (2009); Soubiran et al. (2003)).

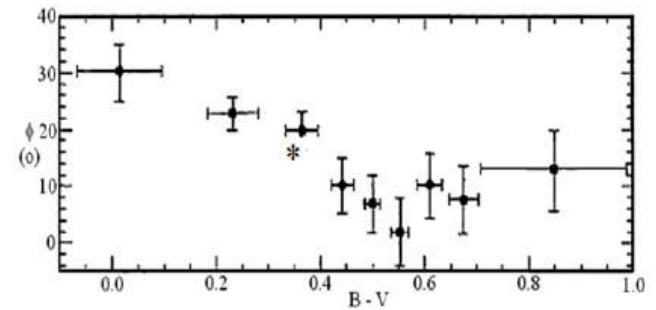
Chen (1998) disk yıldızları üzerine yaptığı kinematik çalışmada ince disk yıldızları için bulduğu hız değerleri (-7, -18, -3) km/s, hız dağılım değerleri de (36, 21, 17) km/s şeklindedir. Chen, kalın disk yıldızları için ise hız değerlerini (-3, -36, -3) km/s ve hız dağılım değerlerini (94, 71, 58) km/s olarak bel-



Şekil 6. Anakol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile hız dağılım ölçüsü S arasındaki grafiği (Dehnen & Binney (1998); Byckling (2009))



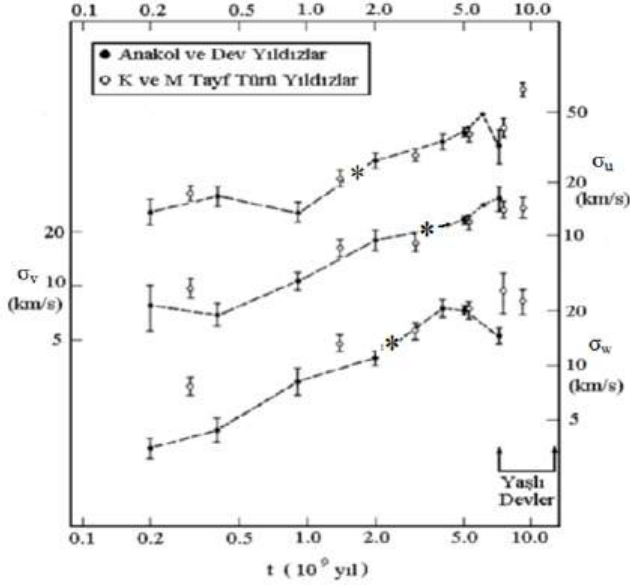
Şekil 7. Anakol yıldızlarının $B - V$ rengi ile hız dağılımları ve Strömberg asimetric kayması arasındaki grafiği (Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009))



Şekil 8. Anakol yıldızlarının $B - V$ rengi ile eksen kayması (ϕ) arasındaki grafiği (Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009)).

Çizelge 2. Chen (1998) ve Soubiran et al. (2003) 'in çalışmaları ile Algol yıldızlarının uzay hızlarının ve hız dağılım değerlerinin karşılaştırılması.

Bölge	Uzay hız bileşenleri (km/s)			Hız Dağılımı (km/s)			ref.
	u	v	w	σ_u	σ_v	σ_w	
İnce disk	-7	-18	-3	36	21	17	Chen
Kalın disk	-3	-36	-3	94	71	58	
İnce disk (genç)				37	24	15	Soubiran
İnce disk (yaşlı)				43	28	18	
Konum (z) (200-400 pc)				37	24	17	
Konum (z) (400-800 pc)				40	26	16	
Algoller -11.6 -13.2 -7.2				26.6	21.0	15.2	



Şekil 9. Anadol yıldızlarının hız dağılımı ile yaş arasındaki ilişkileri Byckling (2009).

irlemiştir. Bu sonuçlara göre bir değerlendirme yaparsak Algol yıldızları için bulduğumuz kinematik çözümler incelendiğinde, Algol yıldızları disk yıldızları içinde özellikle ince disk yıldızlarına benzer bir dağılım göstermektedirler.

(Karataş et al. 2004) yaptıkları çalışmada metalce fakir CABs yıldızlarının dağılımı için "f" parametresini kullanmışlardır. Bu parametre

$$f = \frac{1}{300}(u^2 + v^2 + w^2)^{1/2} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Bu denklemdeki u , v , ve w hızları, Güneşe göre belirlenen ortalama u , v , w hızlarına Yerel Sükünet noktasına göre Güneş'in $(u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}) = (9, 12, 7)$ km/s'lik hızları ilave edilerek belirlenmiştir. Bu parametreye göre $f < 0.35$ olan yıldızlar ince diske; $0.35 < f < 1$ olan yıldızlar kalın diske ve $f > 1$ yıldızlar ise halo'ya aittir. Buna göre kinematik çözümlemesini yaptığımız $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ olan yıldızlarımızdan sadece

HIP14568, HIP46881 ve HIP56330 yıldızları kalın disk yıldızları olarak ortaya çıkmaktadır.

Soubiran et al. (2003)) yaptıkları çalışmada ince disk yıldızlarını hem yaşlarına hem de konumlarına göre incelemiştir ve daha genç olan disk yıldızları için hız dağılım değerleri (37, 24, 15) km/s, yaşlı disk yıldızları için hız dağılımı değerlerini (43, 28, 18) km/s olarak belirlemiştir. Konumlarına göre de z - eksenini boyunca 200 - 400 pc arasında dağılan ince disk yıldızları için hız dağılım değerlerini (37, 24, 17) km/s; 400 - 800 pc içindeki ince disk yıldızları için hız dağılım değerlerini (40, 26, 16) km/s olarak bulmuştur. Bu değerlerle $\varepsilon_{\pi}/\pi < 0.500$ için bulduğumuz değerleri karşılaştırdığımızda yıldızlarımız genç ince disk yıldızları olarak karşımıza çıkmaktadır. Chen (1998) ve Soubiran et al. (2003) ve bulduğumuz uzay hız değerleri ve hız dağılım değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

7 Kinematik Yaş

Algol yıldızları için elde ettiğimiz kinematik çözümler ile bu yıldızların kinematik yaşlarını da inceleyebiliriz. Yıldızların kinematik yaşları incelenirken uzay dağılımları ve hızları, hız dağılımları, eksen kayması ve metal bolluğu oranları gibi kinematik özellikler bir arada incelenmelidir (Byckling 2009).

(Mayor 1974)'e göre yıldızların yaşını belirleyen kinematik parametreler, galaksi düzlemine dik hız dağılım bileşeni (σ_w) ve eksen kayması olarak tanımlanan hız elipsoidinin ana ekseninin x - eksenine ile yaptığı açı olan (φ) değerleridir. Hız dağılım bileşeninin (σ_w) değeri büyüdükçe ve eksen kaymasının değeri azaldıkça yıldızların yaşları artmaktadır. Bu aynı zamanda galaksi düzleminden uzaklaştıkça yaşların da arttığını göstermektedir. Soubiran et al. (2003) göre de metal bolluğu oranları azaldıkça (metalce zayıf oldukça) yıldızların yaşları artmaktadır.

Algol yıldızlarının yaşlarını kinematik özelliklerine dayanarak bulmak için Mihalas & Binney (1981)'den alınan ve Şekil 9'da verilen grafik kullanılmıştır. Bu grafikte farklı yıldız gruplarından elde edilmiş hız dağılımları ile yaş arasındaki bağıntılar gösterilmiştir. Bu grafik üzerinde sadece $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ için elde edilen değerler kullanılarak Algol sistemleri "*" ile gösterilmiş ve kinematik yaşlar 1.5 - 3.5 Gyl arasında bulunmuştur. Diğer alt guruplar için bulduğumuz yaşlarla birlikte ortalama alınırsa yaş değerimiz yaklaşık 2.4Gyl'dir

Diğer bir kinematik yaş hesabı Wielen (1977) ve Aysun Ak-yüz (2010) önerdiği yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre bir grup yıldızın yaşı uzay hız dağılımı ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkiyi veren denklem

$$\sigma_v^3(T) = \sigma_{u,\gamma=0}^3 + \frac{3}{2}\alpha_v\delta_2T\delta \left[\exp\left(\frac{\tau}{T\delta}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

şeklinindedir. Bu denklemde $\sigma_{u,\gamma=0}$ bir yıldızın sıfır yaşındaki hızını (10 km/s), α_v rotasyon eğrisini açıklayan sabit (2.95), $T\delta$ zaman ölçeği (5×10^9), δ_2 yayılma katsayısı (3.7×10^{-6} (km/s)³ yıl), $\sigma_v(T)$ bir grup yıldızın hız dağılımı ve τ ; kinematik yaştır. Denklem, sabitler yerine konduktan sonra

$$\sigma_v^3(T) = 1000 + 81862.5 \left[\exp\left(\frac{\tau}{5 \times 10^9}\right) - 1 \right] \quad (3)$$

şeklini alır. $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$ alt gurubu için bulduğumuz σ değeri 37.1 km/s'dir. Bu değeri denklemde yerine koyduğumuzda elde ettiğimiz yaş değeri 1.83 Gyl'dir. Algol yıldızları için alt gurupları da dikkate aldığımızda bu denklemden bulduğumuz yaş değeri 1.83 - 2.24 Gyl arasında bir değişim göstermektedir.

Çizelge 3'de elde ettiğimiz kinematik verilerin diğer guruplarla karşılaştırılması verilmiştir. Algol sistemleri çift yıldız sis-

Çizelge 3. Algol yıldızlarının kinematik sonuçlarının çalışılan diğer grupların kinematik sonuçları ile karşılaştırılması. R1: Karataş et al. (2004); R2: C. İbanoğlu (2010); R3: Aslan et al. (1999); R4: Bu Çalışma; R5: Ak et al. (2010). * Yerel Sükunet Noktasına göre hız dağılımı değerleri.

Çalışılan Grup	Uzay hız bileşenleri (km/s)			Hız Dağılımı (km/s)			Yaş Gy	ref.
	u	v	w	σ_u	σ_v	σ_w		
CABs (genç)							0.95	R1
Ayrık Örtün ÇY	0.94	0.52	0.68	21.96	15.88	10.66	1.27	R2
RS CVn	-12.80	-11.80	-9.00	33.40	22.70	18.50	1.48	R3
Algoller	-11.60	-13.20	-7.20	26.60	21.00	15.20	1.83	R4
W UMa	-9.00	-20.70	-9.30	35.10	21.10	14.60	2.04	R3
CABs (yaşlı)							3.86	R1
Katalismik değişenler (Periyot boşluğunun üstü)				36.35*	25.40*	20.28*	4.00	R5
Katalismik değişenler (Periyot boşluğunun altı)				37.64*	30.45*	26.02*	5.00	R5

temleri olduğu için diğer çift yıldız sistemleri ile karşılaştırdığımızda genç sistemlerden yaşlı sistemlere doğru; CABs(genç) ==> Ayrık örtün çift yıldızlar ==> RS CVn sistemleri ==> Algoller sistemleri ==> W UMa sistemleri ==> CABs (yaşlı) ==> Katalismik değişenler (CV) yaş sıralaması çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Ak T., Bilir S., Ak S., Çoşkunoglu B., Eker Z., 2010, in Edi. C. İbanoğlu A. Dervişoğlu E. S., ed., *Yakın çift Yıldızların Yapısı ve Evrimi Çalıştayı*. pp 231–254
- Aslan Z., 2012, -
- Aslan Z., Özdemir T., Yesilyaprak C., Iskender A., 1999, *Turkish Journal of Physics*, 23, 445
- Aysun Akyüz Nazım Aksaker H. A., ed. 2010, *Aktif kromosferli Çift yıldızların kinematigi*
- C. İbanoğlu A. Dervişoğlu E. S., ed. 2010, *Ayrık örtün yıldızlarının kinematigi ve yorunge evrimi*
- Chen B., 1998, *ApJ*, 506, L79
- Dehnen W., Binney J. J., 1998, *MNRAS*, 298, 387
- Giuricin G., Mardirossian F., Mezzetti M., 1983, *ApJS*, 52, 35
- Johnson D. R. H., Soderblom D. R., 1987, *AJ*, 93, 864
- Karataş Y., Bilir S., Eker Z., Demircan O., 2004, *MNRAS*, 349, 1069
- Mayor M., 1974, *A&A*, 32, 321
- Mihalas D., Binney J., 1981, *Galactic astronomy: Structure and kinematics /2nd edition/. Freeman*
- Perryman M. A. C., 1997, in Bonnet R. M., et al., eds, *ESA Special Publication Vol. 402, Hipparcos - Venice '97*. pp 1–4
- Sahade J., McCluskey Jr. G. E., Kondo Y., Stickland D., 1993, *The Observatory*, 113, 39
- Soubiran C., Bienaymé O., Siebert A., 2003, *A&A*, 398, 141
- Wielen R., 1977, *A&A*, 60, 263
- Yesilyaprak C., 2003, PhD thesis, Akdeniz University
- van Leeuwen F., 2007, *A&A*, 474, 653

Erişim:

O33-1500: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Aktif Kromosferli Çift Yıldızların Kinematik Yaş ve Dinamik Davranışları

Mehmet Tüysüz^{1,2*}, Faruk Soyduğan^{1,2}, Selçuk Bilir³, Osman Demircan^{1,2}, Zeki Eker⁴

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale

³ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

⁴ Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya

Özet

Geriyayf türünden bileşen(ler)e sahip ve kromosferik aktivite belirteci gösteren ayırık ya da yarı-ayırık sistemler aktif kromosferli çift yıldızlar (CAB) olarak bilinir. Bu çalışmada kütle, yarıçap ve sıcaklık değerleri bilinen ve bileşenleri anakol yıldızlarından oluşan Güneş civarındaki CAB'lar kinematik özellikleri dikkate alınarak mercek altına alındı. Örnekteki sistemler, açılma momentumlarına göre alt gruplara ayrılarak ortalama kinematik yaşları hesaplandı. Grupların ortalama kinematik yaşlarıyla, ortalama açılma momentumu, ortalama kütle ve ortalama dönem değişimleri incelendi. Ayrıca aktif ve aktif olmayan geriyayf türüne sahip (F veya daha geri) ayırık ve anakol bileşenli sistemlerin kinematik yaş ile dinamik davranışları birlikte ele alınarak, aktivitenin dinamik evrim üzerine etkileri tartışıldı.

Anahtar Kelimeler: stars: kinematics and dynamics, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Kromosferik aktivitesi belirlenmiş, F veya daha geri tayf türünden, ayırık ya da yarı-ayırık çift yıldızlar "Aktif Kromosferli Çift Yıldızlar" (CAB) olarak bilinir. Sistemin H α veya Call H ve K çizgi merkezlerinde görülen salmaları, yıldız lekelerinden kaynaklanan fotometrik değişimler, radyo ve X-ışını gözlemleri kromosferik aktivitenin en temel belirteçleridir. CAB yıldızları anakol, dev ve alt-dev bileşenlerine sahip, F-M tayf türü aralığında yer alan, kinematik olarak genç ve yaşlı sistemleri içermesi bakımından heterojen bir gruptan oluşmaktadır. Kinematik yaşlar dikkate alınarak yapılan dinamik çalışmaları, incelenen örneğin homojenize edilmesiyle daha anlamlı olacağından mümkün olduğunca homojen bir örnek üzerinde çalışıldı. Örnekteki sistemlere galaktik diferansiyel dönme ve Yerel Durağanlık Standart (Local Standart of Rest - LSR) düzeltmeleri dikkate alınarak "Hareketli Grup" (Moving Grup - MG) testleri yapılarak genç hareketli küme üyeleri belirlendi. Ayrıca örnekte yer alan sistemler için popülasyon durumları da dikkate alındı. Dinamik evrim tartışmaları anakol CAB ları üzerinden yapılarak daha doğru sonuçlara ulaşılmaya çalışıldı. Tüm bu çalışmalar için seçilen örnek Soyduğan ve diğ. (2015) çalışması baz alınarak oluşturuldu.

2 Veri

Güneş'e göre uzay hızlarının hesabına olanak sağlayan ekvatorial koordinatları (α, δ), trigonometrik paralaksı (π), özhareket bileşenleri ($\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}$) ve kütle merkezi hızları (γ) mevcut olan sistemler bu çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada yer alan yıldızların konum bilgileri Simbad¹ veri tabanından alınmıştır. Uzay hızlarının hesaplamasında kullanılan astrometrik veriler ile kütle merkezi dikine hız verilerinin tamamı için Soyduğan ve diğ. (2015)'nin yapmış olduğu çalışma dikkate alındı.

3 Galaktik Uzay Hız Bileşenleri

Çalışmada yer alan yıldızların Galaktik uzay hız bileşenleri (U, V, W) ve bu hız bileşenlerine ait hatalar Johnson ve Soderblom (1987)'in algoritması kullanılarak hesaplandı.

Galaksimiz diferansiyel dönmeye sahiptir. W bileşenine galaktik dönmenin etkisi olmadığından, galaktik diferansiyel dönme düzeltmesinin sadece U ve V hız bileşenlerine uygulanmaktadır. Yapılan gözlemler durağan olmayan Güneş'e göre yapıldığından kinematik parametrelerde LSR düzeltmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışmadaki sistemlerin (U, V, W) hız bileşenlerinin LSR düzeltmesi için Coşkunoğlu ve diğ. (2011)'nin değerlerinden faydalanılmıştır.

Soyduğan ve diğ. (2015)'nin yaptıkları çalışmada uzay hızı hesaplanan 356 CAB ($N_{katalog} = 356$) sistemi için uzay hızının hatası (S_{hata}) ve uzay hız bileşenlerinin hatalarının ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) frekans dağılımları incelendi (Şekil 1). Uzay hızının ortalama hatası ($\langle S_{hata} \rangle$) ile uzay hız bileşenlerinin ortalama hatasının (σ_S) toplandı ($\langle S_{hata} \rangle + \sigma_S = 10.23$). Bu sonuç kinematik çalışmaya dahil olacak sistemlerin uzay hız bileşenlerinin toplam hatalarının üst sınırı olarak kabul edildi. Buna göre, çalışmada yer alacak sistem sayısı 325 olarak belirlendi.

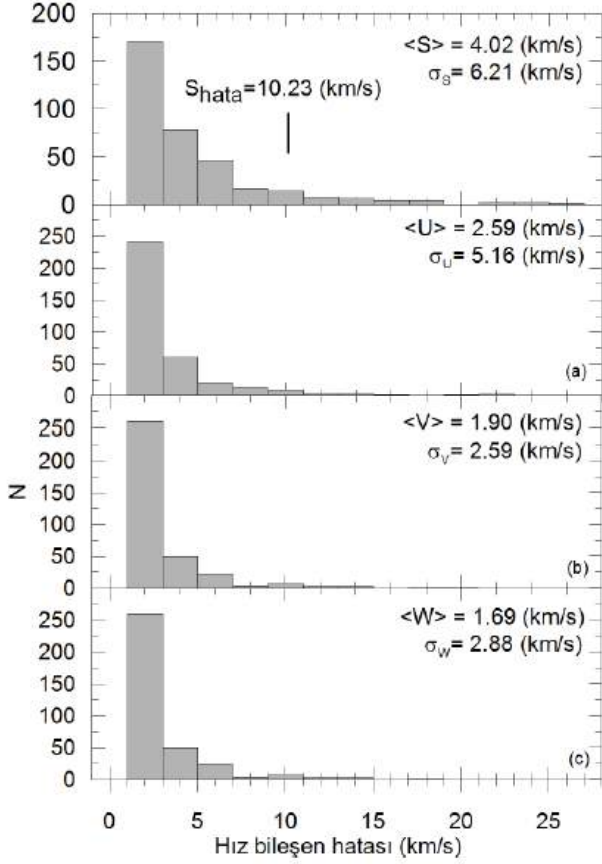
Çalışmada $N_{kinematik} = 325$ CAB sistemin galaktik yörünge parametreleri dikkate alınarak popülasyon grupları belirlendi. Örnekte yer alan CAB sistemlerinin galaktik düzlemden maksimum ayrılacakları uzaklıkların frekans dağılımları Şekil 2'de gösterilmiştir. Ak ve diğ. (2015) yaptıkları çalışmada $Z_{max} = 825$ pc'in ötesindeki sistemlerin Galaksimizin olası kalın disk ve halo yıldızları olduğunu belirlemişlerdir. Buna göre, örnekte yer alan 316 CAB'ın ince disk popülasyon grubuna ait sistemler olduğu belirlendi (Şekil 3).

4 Hareketli Küme Üyelerinin (MG) Belirlenmesi

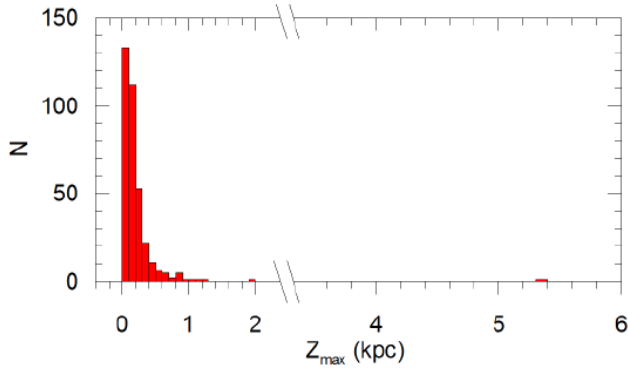
Hareketli grup (Moving Grup-MG), galaksi içerisinde çekimsel olarak birbirinden bağımsız ancak aynı kinematiki paylaşan "süper küme" olarak adlandırılan grup yıldızların Güneş civarına giren parçası olarak tanımlanır. MG üyeleri kinematik olarak

* mehmettuysuz@comu.edu.tr

¹ <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

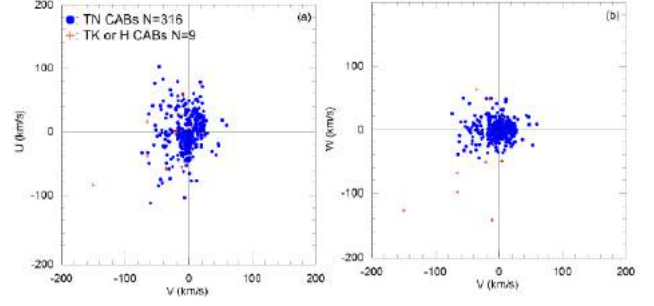


Şekil 1. $N_{katalog} = 356$ sistem için uzay hız hatası ($\langle S_{hata} \rangle$) ve uzay hız bileşenlerinin hatalarının ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) frekans dağılımı.

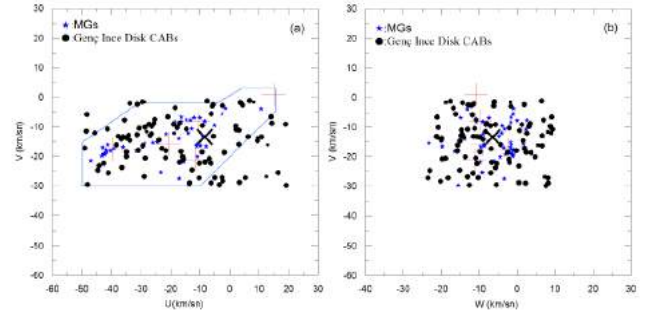


Şekil 2. Galaktik yörünge parametreleri hesaplanan CAB'ların galaktik düzlemden çıkabilecekleri maksimum dik uzaklıklara (Z_{max}) ait frekans dağılımları.

birbirine benzeyen ve aynı orijinden meydana gelen sistemlerdir. Eggen (1958a,b, 1989, 1995) yapmış olduğu çalışmalarda olası MG üyesi yıldızları belirlemek için "öz hareket" ve "öz hız" kriterlerini öngörmüştür. Leggett (1992)'in genç ince disk yıldızları için vermiş olduğu hız aralıkları ($-50 < U < 20$, $-30 < V < 0$, $-25 < W < 10$ km/s) içinde yer alan CAB sistemleri için Eggen kriterleri dikkate alınarak MG testi uygulanmıştır ($N_{MG}=44$) (Şekil 4).



Şekil 3. Uzay hız bileşenlerine LSR ve galaktik diferansiyel dönme hız düzeltmesi yapılmış 325 CAB'ın V-U (a) ve V-W (b) hız diyagramları üzerindeki yerleri.



Şekil 4. U-V (a) ve W-V (b) hız uzaylarında genç yıldızlar ile olası MG üyesi CAB yıldızlarının dağılımı. (+) hareketli kümeleri, (X) LSR'nin U-V ve W-V hız diyagramlarındaki konumunu göstermektedir. U-V (a) hız dağılımında sürekli çizgi ile gösterilmiş sekizgen yapı hareketli kümelerin sınırlarını belirlemektedir (Eggen (1989)).

5 Kinematik Yaş Tayini

Yıldızların uzay hız dispersiyonları yaş ile ilişkilidir. Yıldızların diğer gök cisimleri ile gerçekleşen bir çekimsel karşılaşma, genellikle yıldızın v hızı arttıkça azalan bir difüzyon katsayısının ortaya çıkmasıyla sonuçlanır (Spitzer ve Schwarzschild 1953; Chandrasekhar 1960; Hénon 1973). Difüzyon katsayısı, yıldızların hızları ile saçılan kütlelerin hızına bağlıdır. Bu durumu göz önüne alınarak bir grup yıldızın yaşı, uzay hız dispersiyonlarıyla ilişkilendirmiştir (Wielen 1977).

$$\sigma_v^3(\tau) = \sigma_{v,\gamma=0}^3 + \frac{3}{2} \alpha_v \delta_2 T_\delta [\exp(\frac{\tau}{T_\delta}) - 1] \quad (1)$$

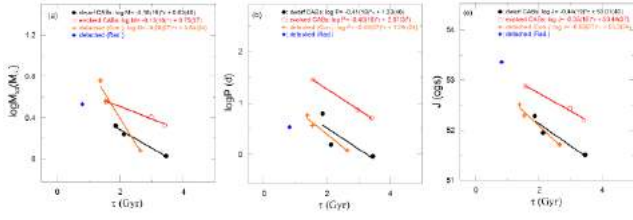
Burada; $\sigma_{v,\gamma=0}^3$ yıldızın sıfır yaşındaki hızı (10 km/s); α_v rotasyon eğrisini açıklayan sabit (2.95); T_δ zaman ölçeği (5×10^9 yıl); δ_2 yayılma katsayısı (3.7×10^{-6} (km/s)³ yıl); $\sigma_v(\tau)$ bir grup yıldızın hız dağılımı; τ kinematik yaşı gösterir. Denklem (1)'in güncellenmesi ve sabitlerin yerine konulmasıyla:

$$\sigma_v^3(\tau) = 1000 + 81862.5 [\exp(\frac{\tau}{5 \times 10^9}) - 1] \quad (2)$$

halini alır. Örnekteki CAB sistemleri için oluşturulan alt-grupların kinematik yaşları hesaplanmıştır. CAB sistemleri öncelikle "evrimleşmiş" ve "cüce" CAB'lar olmak üzere iki ana gruba ayrıldı. Her bir ana grup ortalama açısal momentumlarına ($\langle J \rangle$) göre gruplandırıldı. Ayrıca geri tayf türünden aktiv-

Çizelge 1. CAB ve DB türü sistemlerden oluşan alt grupların kinematik yaş, ortalama açıl momentum, ortalama dönem ve ortalama toplam kütleleri hesaplanmıştır.

Alt-Grup	τ (Gyr)	$\langle \log J \rangle$	$\langle \log P \rangle$	$\langle \log Mt \rangle$
CAB (cüce)	3.45 (68)	51.50	-0.04	0.03
	2.12 (84)	51.95	0.19	0.24
	1.86 (49)	52.29	0.80	0.32
CAB (evrimleşmiş)	3.41 (1.08)	52.20	0.71	0.33
	2.97 (1.44)	52.43	0.87	0.41
	1.55 (92)	52.88	1.45	0.56
DB (konvektif)	2.64 (72)	51.71	0.08	0.08
	1.57 (50)	52.30	0.56	0.39
	1.37 (41)	52.51	0.76	0.45
DB (radyatif)	0.80 (36)	53.36	0.53	0.53



Şekil 5. Örnekte yer alan CAB ve DB türü sistemler için kinematik yaşın (τ) J , M ve P ile değişimleri.

ite göstermeyen ya da henüz aktivite belirtecine rastlanamamış DB türü sistemler için de benzer bir alt gruplama oluşturuldu (Çizelge 1).

6 Dinamik Davranışların İncelenmesi

Çift yıldızların evrim senaryosu, kütle (M) ve açıl momentum (J) parametreleri ile şekillenmektedir. M ve J yörüngeyi ve yörünge parametrelerini doğrudan etkilemektedir. Bir grup çift yıldız sistemi için kinematik yaşın (τ) J , M ve P ile değişimlerini anlamak, çift yıldızların evrimini yorumlamak için önemli bir bilgi sağlar (Şekil 5).

Şekil 5'den cüce bileşenli CAB ve DB türü sistemlerin ortalama açıl momentum, ortalama kütle ve ortalama dönemin, kinematik yaş ile değişimleri aşağıda gibi elde edilmiştir:

$$\frac{dJ_{cuce}}{\tau} = -1.02 \times 10^{-10} J_{cuce} \quad (3)$$

$$\frac{dP_{cuce}}{\tau} = -0.94 \times 10^{-10} P_{cuce} \quad (4)$$

$$\frac{dM_{cuce}}{\tau} = -0.41 \times 10^{-10} M_{cuce} \quad (5)$$

$$\frac{dJ_{db-conv}}{\tau} = -1.36 \times 10^{-10} J_{db-conv} \quad (6)$$

$$\frac{dP_{db-conv}}{\tau} = -1.15 \times 10^{-10} P_{db-conv} \quad (7)$$

$$\frac{dM_{db-conv}}{\tau} = -0.67 \times 10^{-10} M_{db-conv} \quad (8)$$

7 Tartışma ve Sonuç

Yıldızların evrim senaryolarının tek tek incelenmesi çok büyük bir problemdir. Yıldızların kinematik çalışması, bir grup yıldızın evrim senaryosunun incelenmesine olanak sağlamaktadır. Ancak yine de kinematik yaklaşımlarda çok duyarlı parametrelere ihtiyaç vardır. Bundan dolayı kinematik analizlerle elde edilecek sonuçların doğruluğunu arttırmak için örneği temel parametreleri iyi bilinen sistemlerden oluşturmak önemlidir. Çalışmada yer alan CAB ve DB türü sistemlerin ortalama açıl momentumlarının, ortalama toplam kütlelerinin ve ortalama dönemlerinin kinematik yaşla azaldığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlardan anakol CAB yıldızları ile aktivite belirtecine rastlanmamış konvektif katmana sahip DB türü sistemlerin birbirini takip eden bir dinamiğe sahip olduğu söylenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 111T224 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ak, T., Bilir, S., Özdönmez, A., Soyduğan, F., Soyduğan, E., Püsküllü, Ç., Ak, S., Eker, Z., 2012, Ap&SS, 357, 72
 Chandrasekhar, S., 1960, Principles of stellar Dynamics, New York, Dover, Enlarged ed., 336
 Çoşkunoglu, B., Ak, S., Bilir, S., Karaali, S., Önal, Ö., Yaz, E., Gilmore, G., Seabroke, G. M., 2011, MNRAS, 419, 2844
 Eggen, O. J., 1958a, MNRAS, 118, 65
 Eggen, O. J., 1958b, MNRAS, 118, 154
 Eggen, O. J., 1989, PASP, 101, 366
 Eggen, O. J., 1995, AJ, 110, 2862
 Henon, M., 1973, Collisional Dynamics in Spherical Stellar Systems, Saas-Fee, Sauverny: Geneva Observatory, 183
 Johnson, D. R. H., Soderblom, D. R., 1987, AJ, 93, 864
 Leggett, S. K., 1992, ApJS, 82, 351
 Soyduğan, F., Soyduğan, E., Bilir, S., Demircan, O., 2015, TÜBİTAK 111T224 No'lu Proje
 Spitzer, L. J. R., Schwarzschild, M., 1953, ApJ, 118, 106
 Wielen, R., 1977, A&A, 60, 263

Erişim:

O33-1515: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

CP Cyg ve HD 202240 Yıldızlarının Kimyasal Bolluk Analizi

Yahya Nasolo¹★, Aslı Elmaslı¹, Şeyma Çalışkan¹, Tolgahan Kılıçoğlu¹, Kübraözge Ünal¹, Zeynep Avcı¹, Berahitdin Albayrak¹

¹Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100, Tandoğan Ankara

Özet

A tayf türünden yıldızlar olan CP Cyg ve HD 202240'nın TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde elde edilen yüksek çözünürlüklü tayfları ışığında ayrıntılı kimyasal bolluk analizleri gerçekleştirildi. Yıldızların atmosfer parametreleri belirlendi. CP Cyg için 19 ve HD 202240 için 20 elemente ilişkin bolluk değerleri hesaplandı. Sonuçlar her iki yıldızın normal A türünden yıldızlar olduklarını gösterdi. Hedef yıldızların H-R diyagramı üzerindeki konumu belirlendikten sonra, yıldız evrim modelleri yardımıyla kütleleri ve çeşitli izokronlar kullanılarak yaşları tahmin edildi.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Yavaş dönen A tayf türü yıldızlar tayfları temiz olduğundan atmosferlerinin element bolluklarını elde etmek için oldukça ideal cisimlerdir. Normal A tayf türü yıldızlar süperdev veya beyazcüce olmayan Güneş bolluğuna benzer bolluklar gösteren A tayf türü yıldızlardır ve demir grubu elementlerinden daha ağır elementler ± 0.4 dex aralığında bolluklar gösterebilir [Adelman & Unsee \(2007\)](#). CP Cyg'nin tayf türü A7III olarak belirlendi [Cowley et al. \(1969\)](#). [Burkhart & Coupry \(1991\)](#) CP Cyg'nin etkin sıcaklığını 7910 K ve $\log g$ 'ni 3.4 dex olarak buldu ve yıldızın Li, Si ve Fe bolluğu elde etti. Mg II 4481 Å çizgisi kullanan [Abt & Morrell \(1995\)](#) $v \sin i$ (dönme hızı) 10 km s^{-1} olarak hesapladı. [Royer et al. \(2002\)](#) ise yıldızın dönme hızını 18 km s^{-1} olarak belirledi. HD 202240 F0III tayf türünden bir yıldız olarak belirlendi [Cowley et al. \(1969\)](#) HD202240'un dikine hızı 12.8 km s^{-1} belirlendi [Wilson \(1953\)](#). [Abt & Morrell \(1995\)](#) tarafında dönme hızı Mg II 4481 Å çizgisi kullanarak 18 km s^{-1} olarak hesaplandı. [Royer et al. \(2002\)](#) dönme hızını 26 km s^{-1} olarak ölçtü. HD 202240 bolluk analizi [Kurtz \(1976\)](#) tarafından dispersiyonu $8\text{-}10 \text{ Å/mm}$ olan bir tayf kullanılarak yapıldı.

2 Gözlemler ve İndirgemeler

CP Cyg ve HD 202240 yıldızlarının görünür bölgeyi kapsayan yüksek çözünürlüklü (40 000) tayfları TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde RTT150 teleskobuna bağlı Coude Tayfçekeri ile elde edildi. Yıldızların tayfı ile birlikte kalibrasyon görüntülerinden Bias ve Flat alındı. Dalgaboyu kalibrasyon için gözlemler sırasında Th-Ar lamba tayfı alındı. Tayfın sinyal gürültü oranını arttırmak adına birden fazla tayf alıp birleştirme (coadd) işlemi yapıldı. CP Cyg için tek tayf mevcut olduğundan bu işlem gerçekleştirilmedi. HD202240 için alınmış iki tayf olduğundan birleştirme işlemi uygulandı. Tayfların indirgeme işlemleri IRAF (Image Reduction And Analysis Facility) ortamında yapıldı. Tüm görüntülerden bias çıkardıktan sonra flat düzeltme yapıldı. Saçılmış ışık düzeltmesinden sonra dalgaboyu kalibrasyonu yapıldı. Orta şiddetli temiz metal çizgiler kullanılarak dikine hızlar belirlenip tüm tayflara güneş merkezine göre düzeltme yapıldı. Dikine hız düzeltmesinden sonra HD 202240 için birleştirme işlemi yapıldı. Kötü hava şartlarından dolayı CP Cyg

Çizelge 1. Gözlem bilgileri

Yıldız Adı	RA [s d s]	DEC [° ' '']	Parlaklık [kadir]	Tayfı türü	Vsini [km s^{-1}]
CP Cyg	21 37 27.87	44 41 47.58	6.20	A7 III	19
HD 202240	21 13 26.42	36 37 59.75	6.08	A7 II	17

için sadece bir adet tayf elde edilmişti. Tayflar normalize edildi ve kuramsal tayflar yardımıyla dönme hızları ($v \sin i$) belirlendi. Yıldızlara ait gözlem bilgileri çizelge 1'de yer almaktadır.

3 Analiz

3.1 Çizgi tanısı

Çizgilerin ait atomik türleri, gözlenen ve laboratuvar dalgaboyları belirlendi. Kurucuz çizgi veritabanı ve Vienna Atomic Line Database (VALD, [Piskunov et al. \(1995\)](#); [Kupka et al. \(1999\)](#); [Ryabchikova et al. \(1999\)](#)) çizgi listeleri kullanıldı. Çizgi tanısı yaptıktan sonra çizgilere gauss profili fit edilerek eşdeğer genişlikler ölçüldü. Çizgilerin atomik bilgileri kontrol edildi ve $\log gf$ 'leri güncellendi. Çizgilere ait atomik bilgilerin güncellenmesi için NIST çizgi veri tabanı kullanıldı. Atomik türleri ait bolluk hesaplamaları için girdi dosyaları oluşturuldu. Girdi dosyaları, her atomik tür için çizgilerin laboratuvar dalgaboylarını, atomik bilgilerini ($\log gf$ vs.) ve eşdeğer genişliklerini içermektedir.

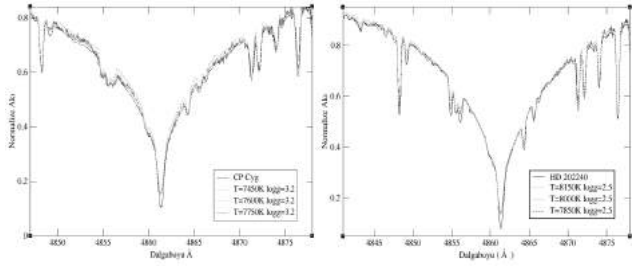
3.2 Atmosfer parametreleri

Başlangıç model atmosferleri elde etmek için ilk atmosfer parametreleri fotometrik olarak elde edildi. CP Cyg için Strömgren akıları kullanılarak $uvby\beta$ [Napiwotzki et al. \(1993\)](#) kalibrasyonu, HD 202240 için ise Geneva fotometrisi kullanılarak [Kunzli et al. \(1996\)](#) kalibrasyonu ile parametreler elde edildi. Belirlenen parametreler kullanılarak ATLAS9 kodu [Kurucz \(2005\)](#), [Sbordone et al. \(2004\)](#) yardımıyla başlangıç atmosferler modelleri üretildi. Sonra tayfsal olarak atmosfer parametreleri belirlendi. Mikrotürbülans (ξ), eşdeğer genişlik-bolluk ilişkisinden elde edildi. Her bir atomik türe ait çizgilerin eşdeğer genişlikleri hata sınırları içerisinde aynı bolluk değerini vermelidir. Burada mikrotürbülans serbest parametre olarak alındı. Etkin sıcaklık hesaplamak için çok sayıda çizgi içeren Fe I türünün uyartılma potansiyeli kullanıldı. Bolluk değerleri uyartılma potansiyelinden bağımsız-

★ nasolo@ankara.edu.tr

Çizelge 2. Fotometrik ve Tayfsal atmosfer parametreleri

Yıldız Adı	Fotometrik		Tayfsal		
	T_e [K]	logg [dex]	T_e [K]	logg [dex]	ξ [km s ⁻¹]
CP Cyg	7611	3.20	7600	3.20	2.4
HD 202240	8092	2.78	8000	2.50	3.0

**Şekil 1.** CP Cyg ve HD 202240'nin gözlemsel ve kuramsal tayfların karşılaştırılması. Gri olan yıldız için belirlenen atmosfer parametreden oluşturulan kuramsal tayftır.

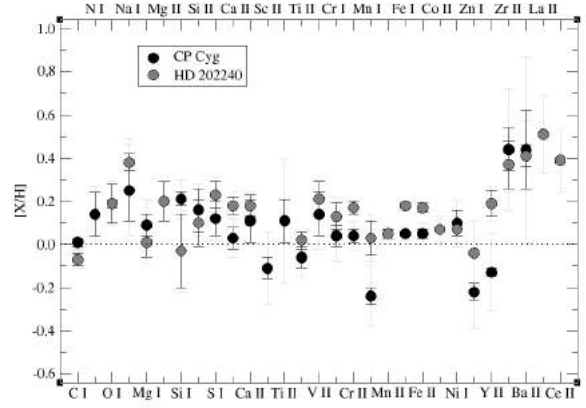
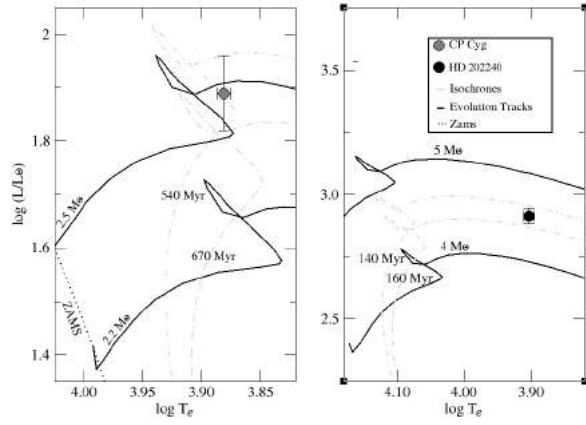
dır. Yani bir atomik tür için her çizginin uyarılma potansiyeli doğru sıcaklık olma şartıyla hata sınırı içerisinde aynı bolluk değerlerini verir. İyonizasyon dengesi kullanılarak yüzey çekim ivmesi (logg) belirlendi. Yıldız tayfında bulunan Fe I ve Fe II çizgilerinden hesaplanan Fe bolluğunun eşit olduğu logg değeri ilgili yıldızın logg değeri olarak kabul edildi. logg değeri ayrıca Cr I/II çizgilerinden de kontrol edildi. Sıcaklık ve yüzey çekim ivmesinin belirlenmesinin ardından mikrotürbülans son olarak tekrar belirlendi. Fotometrik ve tayfsal atmosfer parametreleri Çizelge 2'de yer almaktadır. Tayfsal olarak elde edilen atmosfer parametrelerini denetlenmek amacıyla SYNTHE kodu **Kurucz (1993b)**; **Kurucz (2005)** kullanarak H_β profilinin kuramsal tayfı elde edilip gözlemsel tayf ile fit edildi. H_β profil fitleri şekil 1'de gösterildi.

3.3 Bolluk Analizi

WIDTH9 kodu **Kurucz (1993a)**; **Sbordone et al. (2004)** yardımıyla ölçülen eşdeğer genişliklerden bolluklar elde edildi. V, Sc, Mn, ve Y gibi çok ince yapı gösteren elementler için ayrı çizgi listesi kullanıldı. SYNTHE kodu **Kurucz (1993a)**; **Kurucz (1993a)** kullanılarak kuramsal tayf üretildi ve bu elementlerin bollukları hesaplandı. Bollukları ayarlanarak kuramsal tayf, gözlemsel tayf ile fit edildi. Bolluklar Güneş bolluğuna **Grevesse & Sauval (1998)** göre hesaplandı. En iyi uyumu sergileyen bolluk değeri ilgili elementin nihai bolluğu olarak kabul edildi. Bollukları grafik olarak Şekil 2'de yer almaktadır.

4 Sonuç

CP Cyg için 19 ve HD 202240 için 20 element içeren yıldızların detaylı bolluk analizi yapıldı. Her iki yıldız Güneş'e yakın bolluklar sergilese de birçok element Güneş'e göre bir miktar fazladır. CP Cyg için Zr ve Ba dışında bollukları Güneş bolluğuna yakındır. HD 202240 da benzer bir dağılım gösterdi. Yıldız tayfsal karakteristiğini belirlemek için C, N, O bollukları önemlidir. Bu bollukların Güneş bolluğuna yakın olması durumu yıldızların normal A tayf türü yıldızlar olduğunun bir göstergesidir **Adelman & Unsee (2007)**. Bu sonuçlar CP Cyg ve HD

**Şekil 2.** Belirlenen bollukların Güneş bolluğuna göre grafiği**Şekil 3.** CP Cyg ve HD 202240'un HR Diyagramdaki yeri. Evrim yolları kullanılarak yıldızların kütlesi ve izokronlar yardımı ile yaşı belirlendi.

202240 yıldızlarının normal A tayf türü yıldızlar olduğunu işaret etmektedir. Yaş, kütle ve evrim aşaması hakkında yorum yapabilmek adına yıldızlar H-R Diyagramına yerleştirildi. Işınım gücünü hesaplamada CP Cyg için **Balona (1994)**, HD 202240 için **Torres (2010)** kalibrasyonları kullanıldı. Görünür parlaklıkları ve paralaksalar kullanarak yıldızların ışınım gücü hesaplandı. Işınım gücü ve etkin sıcaklıklar kullanarak H-R diyagramdaki yerleri belirlendi. Şekil 3'te H-R diyagramı yer almaktadır. **Salasnich et al. (2000)**'nin evrim yolları kullanılarak yıldızların kütleleri tayin edildi. CP Cyg için kütle 2.50±0.09 M_\odot ve HD 202240 için 4.50±0.09 M_\odot olarak belirlendi. CP Cyg için **Marigo et al. (2008)**'nin izokronları, HD 202240 için **Bressan et al. (2012)**'nin izokronları kullanılarak yıldızların yaşları belirlendi. Buna göre, CP Cyg'nin yaşı 600±60 Myr ve HD 202240'nin yaşı ise 150±10 Myr dir.

Kaynaklar

- Abt H. A., Morrell N. I., 1995, *Astrophysical Journal*, 99, 135
 Adelman S. J., Unsee N., 2007, *Baltic Astronomy*, 16, 183
 Balona L. A., 1994, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 268, 119
 Bressan A., Marigo P., Girardi L., Salasnich B., Dal Cero C., Rubele S., Nanni A., 2012, *Monthly Notices of the Royal Astronomical*

- Society*, 427, 127
- Burkhardt C., Coupry M. F., 1991, *Astronomy and Astrophysics*, 249, 205
- Cowley A., Cowley C., Jaschek M., Jaschek C., 1969, *Astronomical Journal*, 74, 375
- Grevesse N., Sauval A. J., 1998, *Space Science Reviews*, 85, 161
- Kunzli M., North P., Kurucz R. L., Nicolet B., 1996, *VizieR Online Data Catalog*, 412, 20051
- Kupka F., Piskunov N., Ryabchikova T. A., Stempels H. C., Weiss W. W., 1999, *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 138, 119
- Kurtz D. W., 1976, *Astrophysical Journal*, 32, 651
- Kurucz R., 1993a, Atomic data for opacity calculations. Kurucz CD-ROM No. 1. Cambridge, Mass.: Smithsonian Astrophysical Observatory, 1993., 1
- Kurucz R., 1993b, SYNTHE Spectrum Synthesis Programs and Line Data. Kurucz CD-ROM No. 18. Cambridge, Mass.: Smithsonian Astrophysical Observatory, 1993., 18
- Kurucz R. L., 2005, *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi*, 8, 14
- Marigo P., Girardi L., Bressan A., Groenewegen M. A. T., Silva L., Granato G. L., 2008, *Astronomy and Astrophysics*, 482, 883
- Napiwotzki R., Schoenberner D., Wenske V., 1993, *Astronomy and Astrophysics*, 268, 653
- Piskunov N. E., Kupka F., Ryabchikova T. A., Weiss W. W., Jeffery C. S., 1995, *Astronomy and Astrophysics*, 112, 525
- Royer F., Grenier S., Baylac M.-O., Gómez A. E., Zorec J., 2002, *Astronomy and Astrophysics*, 393, 897
- Ryabchikova T. A., Malanushenko V. P., Adelman S. J., 1999, *Astronomy and Astrophysics*, 351, 963
- Salasnich B., Girardi L., Weiss A., Chiosi C., 2000, *VizieR Online Data Catalog*, 336, 11023
- Sbordone L., Bonifacio P., Castelli F., Kurucz R. L., 2004, *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplementi*, 5, 93
- Torres G., 2010, *Astronomical Journal*, 140, 1158
- Wilson R. E., 1953, *Carnegie Institute Washington D.C. Publication*, p. 0

Erişim:

O33-1530: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Seçilen Bazı Algol Türü Çift Sistemlerde Toplanma Yapılarının Modellenmesi

Hicran Bakış¹★, Özlem Taşpınar¹, Volkan Bakış¹, Zeki Eker¹

¹Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya, Türkiye

Özet

Yakın çift yıldız sistemlerinde evrim sonucu Roche lobunu dolduran bileşen birinci Lagrange noktasından (L_1) yoldaş bileşene madde aktarmaya başlar. Akan madde başlangıç hızına, doğrultusuna ve yoğunluğuna bağlı olarak yoldaş bileşene çarparak bir sıcak bölge oluşturur veya yıldızı sıyrarak yıldız etrafında bir disk oluşturabilir. Tüm bu yapılar kendini sistemin tayfında salma veya ek soğurma olarak gösterir. Bu tür sistemlerdeki, bu karmaşık salma/soğurma yapılarının hız uzayında üst üste binmesi nedeniyle, bu etkileri kolayca birbirinden ayırmak mümkün olmamaktadır. Bu salma bileşenlerini çalışmak amacıyla, yıldız, disk ve gaz akışlarını birlikte ele alarak sentetik tayfları üretilmekte ve hazırlanan sentetik tayflar yıldızın gözlenen tayfı ile karşılaştırılmaktadır. Böylece, sistemin tayfsal verisine yapılan modellemeler ile sistem için disk, gaz akışı ve/veya sıcak lekenin fiziksel özellikleri belirlenebilmektedir. Bu çalışmada seçilen Algol türü R Ara ve U Sge sistemlerinin H_α bölgesinde elde edilen tayfları kullanılarak madde aktarımı sonucunda oluşan toplanma yapıları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: mass-loss, Yıldız Tayfı

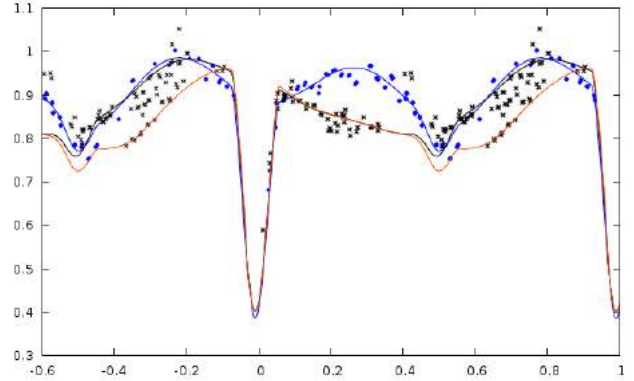
1 Giriş

Yörünge dönemi $4^g.42$ olan R Ara sistemi (B9V+F2III) ile ilgili hem fotometrik (Forbes vd (1988), Banks (1990)) hem de tayfsal (Sahade (1952), Sahade vd (1996), Arias vd (2008), Reed vd (2010)) olarak, sistemde bileşenler arası madde aktarımı ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. En son çalışmasında, Reed vd (2010), IUE verisini kullanarak, sistemdeki toplanma yapılarının olası geometrisinin fotometrik ve tayfsal delillerini sunmuşlardır. Tüm çalışmalar R Ara'nın oldukça karmaşık bir evrim aşamasından geçtiğini göstermektedir.

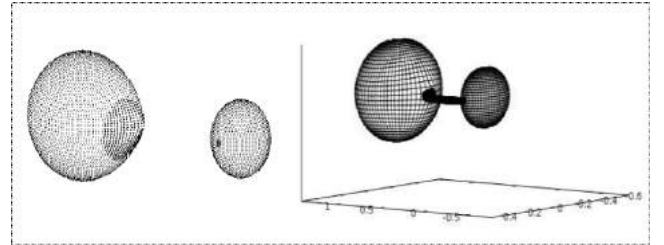
U Sagittae (B7–B8V+G2–G4III–IV) yörünge dönemi $3^g.38$ olan, tam tutulma gösteren Algol–türü sistemlerin en parlaklarıdır ve değişen yıldız olarak keşfedilmesinden bu yana aktif olarak çalışılmaktadır. Birçok yazar sistemde kütle aktarımı, halka veya disk olabileceğine dair delilleri sunmuştur (Struve (1949); McNamara (1951), McCluskey vd (1991), Albright ve Richards (1995), Richards ve Albright (1999), Richards (2003), Richards (2004)). Sistemin en son çalışmasında (Richards vd (2014)) 2–boyutlu hız görüntüleri oluşturularak sistemde birçok fiziksel aktivitenin etkisinin birlikteliği gösterilmiştir. Bu çalışmada, 1993 yılında elde edilen tayflarda akan madde, akan maddenin yıldız çarpma bölgesi, toplanma diski, ek soğurma bölgesi ve yoldaş bileşenden kaynaklanan kromosferik etkinin var olduğu vurgulanırken, 1994 yılında elde edilen tayflarda ise bir önceki yıldan farklı olarak akan maddenin yıldız çarpma bölgesi ve toplanma diski etkileri belirlenemmiştir.

2 Gözlemler

R Ara görece olarak ($V \sim 7^m$) parlak bir sistem olmasına rağmen literatürdeki çalışmaları azdır. Sistemin yayınları arasında özellikle optik bölgede elde edilmiş yüksek çözünürlüklü tayfı bulunmamaktadır. R Ara'nın optik tayfları Mt John gözlemindeki (Yeni Zelanda) 1 m çaplı McLennan teleskopuna bağlı HERCULES tayfçekeri ile alınmıştır (Bakış (2007)). 41000 çö-

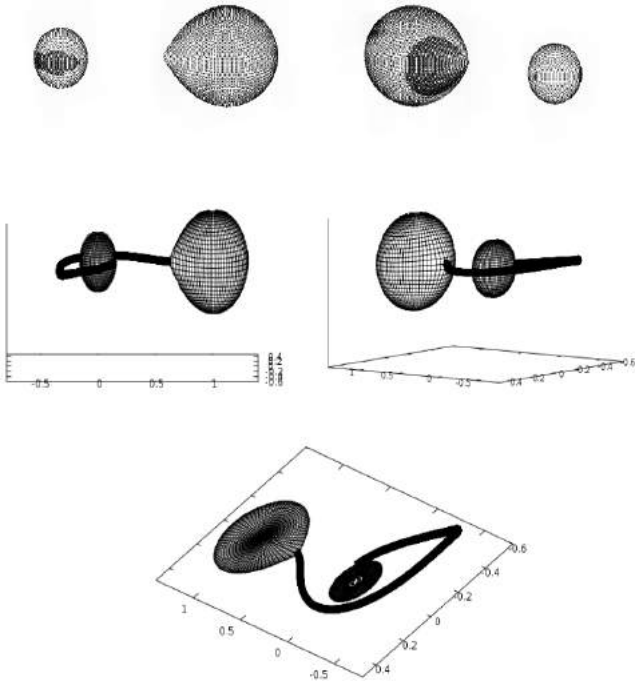


Şekil 1. R Ara sisteminin Hipparcos ışık eğrisi ve ona yapılan uygun model fitleri. Mavi noktalar ve fit birinci model, siyah yıldızlar diğer tüm gözlem noktaları, siyah fit ikinci model ve kırmızı fit ise üçüncü modeldir.



Şekil 2. Sağda birinci model sonucunda bileşenlerin sahip olabilecekleri potansiyel yüzeyleri ve baş bileşen üzerindeki sıcak leke, akan maddenin yoldaş üzerine izdüşümü sonucu oluşan soğuk leke, solda ise 0.65 yörünge evresi için akan maddenin hesaplanan yolu.

★ hicranbakis@akdeniz.edu.tr



Şekil 3. (Üstte) İkinci model sonucu elde edilen potansiyel yüzeylerin iki farklı evrede (0.25(sol) ve 0.65(sağ)) görünümü. (Ortada) akan maddenin izlediği yol. (Altta) Akan maddenin izlediği yol ancak eğim açısı 0 derece alınmıştır.

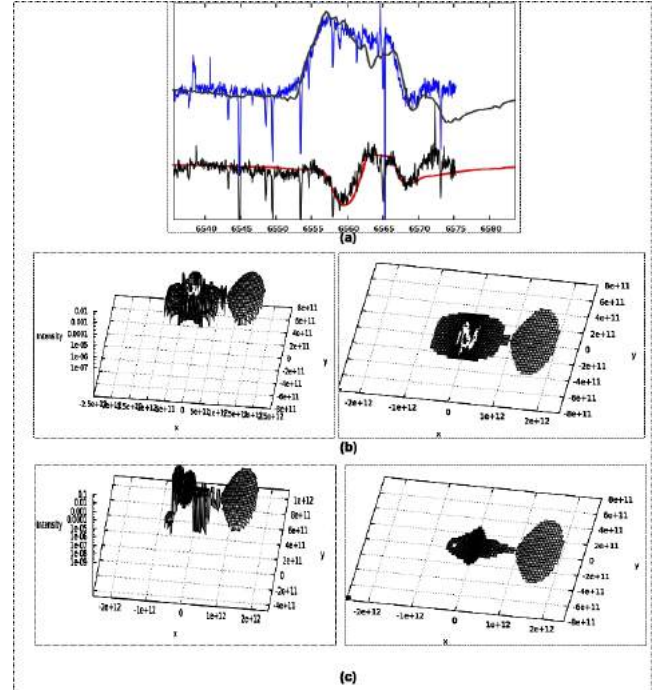
zümleme gücüne sahip 29 tayf elde edilmiştir. Yapılan gözlemlerde ortalama 1400 s poz süresi ile 500 nm'de ortalama S/G oranı ~ 100 elde edilmiştir. Fotometrik gözlemleri ise, Hipparcos uydusu (ESA, 1997) tarafından 1989–1992 yılları arasında yapılarak toplam 187 veri elde edilmiştir. Bu ölçümlerin ortalama standart hatası $0^{m}.008$ 'dir.

U Sge sisteminin gözlemleri, TÜBİTAK Ulusal Gözleminde bulunan 1.5 m çaplı teleskop (RTT150) ve ona bağlı Coude-Echelle tayfçakeri (CES) ile yapılmıştır. U Sge'nin toplamda 53 adet yüksek çözünürlüklü ($R \sim 40000$) tayfı elde edilmiştir. Yapılan gözlemlerde 3600 saniye poz süresi ile elde edilen tayfların H_{α} civarında ortalama S/G oranı ~ 150 'dir.

3 İncelenen sistemlerdeki Toplama Yapılarının Modellenmesi

3.1 Aktif Sistem R Arae

Sistemdeki toplama yapılarının araştırılması için öncelikle sistemin mutlak parametrelerinin duyarlı bir şekilde bulunması gerekmektedir. Bu amaçla Bakış (2007) tarafından belirlenen sistemin yörünge parametreleri ve bileşenlerin mutlak parametreleri kullanılmıştır. Sistemin hem ışık eğrisi hem de tayf verisi kullanılarak sistemdeki maddenin özellikleri araştırılmıştır. Öncelikle sistemin ışık eğrisi göz önüne alınmıştır. R Ara sisteminin ışık eğrisi bir yörünge çevriminden diğerine değişebilmektedir. Şekil 1'de sistemin Hipparcos uydusu tarafından elde edilen ışık eğrisi gösterilmektedir. Bu ışık eğrisi incelendiğinde gözlem zamanına göre en azından 3 farklı durum sergilenmektedir. Bu nedenle ışık eğrisi üç farklı model için, elde edilen dikine hız eğrisi de kullanılarak Wilson Devinney (Wilson (1994)) programı ile yarı-ayrık konfigürasyon için çözümler her bir model



Şekil 4. $\phi=0.26$ evrede alınmış farklı zamanlara ait tayflar

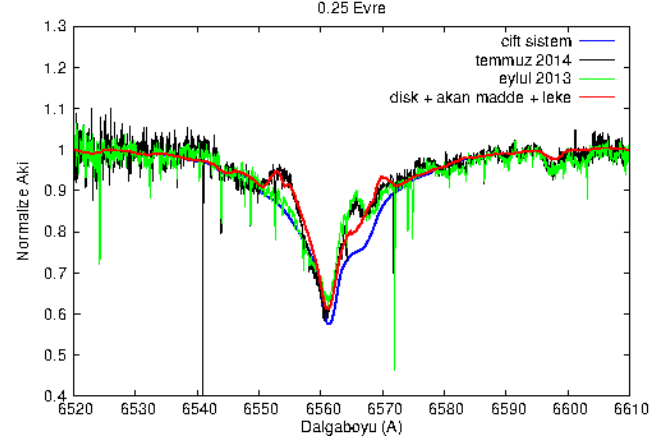
için sistemin parametreleri oluşturulmuştur. Şekil 1'de 3 farklı senaryo için yapılan modeller de gösterilmektedir. Mavi renkle gösterilen birinci model, sistemde varolan maddenin etkisinin en az olduğu ışık eğrisine yapılmıştır. Bu modelde akan madde doğrudan baş bileşene çarpmakta ve bir sıcak leke oluşturmaktadır. Sıcak lekenin etkisi birinci minimuma girişteki maksimum seviyesinin yükselmesi şeklinde kendini göstermektedir. Aynı zamanda, akan madde ise bazı evrelerde yoldaş bileşeni örterek ışığının azalmasına neden olmaktadır. Bu sebeple modellemeye akan maddenin yoldaş üzerindeki izdüşümü leke ile modellenmiştir. Bu etki de ikinci minimumdan sonra olan düşmeden anlaşılabilir. Ayrıca, Şekil 2'de ışık eğrisine yapılan modelden varsayılan bileşenlerin sahip olacakları potansiyel yüzeyleri (solda) ve bu etkiyi oluşturan yapıyı görmek amacıyla akan maddenin izleyeceği yol 0.65 evre için çizdirilmiştir. Akan maddenin izlediği yol hesaplamalarında Plavec ve Kříž (1965) tarafından verilen üç cisim problemine ilişkin formüller kullanılmıştır. Birinci Lagrange noktasından ayrılan maddenin baş bileşene çarptığı yer ve akan maddenin yoldaş bileşeni örtmesi Şekil 2'de görülmektedir. Şekil 1'de birinci minimumdan sonra eğrinin iki eğilim gösterdiği görülmektedir, bunlar herhangi bir sönümlenmenin olmadığı ve büyük miktarda sönümlenmenin olduğu durumlardır. Ancak ikinci minimumdan sonra ışık eğrisinde minimum ve maksimum soğurmalar arasında dağılmış verilerin de olduğu göze çarpmaktadır. Bu da bize sistemde ikinci minimumdan sonra en düşük ve en yüksek soğurma arasında geçiş olduğunu gösterir. İkinci modelde, akan maddenin, baş bileşenin etrafını sardığı ve bu nedenle de akan maddenin baş bileşen üzerindeki izdüşümünün leke şeklinde düşünülmesi ile ışık eğrisini modellenmiştir. Yıldız saran maddenin baş bileşenin etrafında izlediği yolun sonunda baş bileşen üzerine düştüğü görülmektedir (Şekil 3). Maddenin düştüğü yer sıcak leke ile temsil edilmiştir. Şekil 1'de siyah fit ikinci modeli kırmızı fit ise üçüncü modeli göstermektedir. Birinci modeldeki gibi yoldaş bileşen için leke tanımı yoldaş bile-

şenin akan madde ile örtülmesini temsil etmektedir. İkinci model, akan maddenin ve çarpma bölgesinin hangi evrelerde nasıl etki yaptığını göstermek amacıyla 0.25 ve 0.65 evreler için Şekil 3'de çizdirilmiştir. Şekiller çizdirilirken yörünge eğimi (80°) olarak göz önüne alınmıştır. Üçüncü modelde yoldaştan çıkan madde yine yıldızın etrafını sarmaktadır ancak çıkan maddenin yoğunluğu daha büyük olduğundan ışık eğrisinde daha büyük soğurmalara yol açmaktadır. Yapılan modellerden madde aktarım hızının çevrimsel olarak değiştiği anlaşılmaktadır. Birinci Lagrange noktasından çıkan madde hem hız hem de yoğunluk bakımından farklılık göstermekle birlikte baş ve yoldaş yıldızlar üzerindeki leke modellerinden çıkan maddenin izlediği yolun çizgisel olmadığı, bunun yerine daha dağınık bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır.

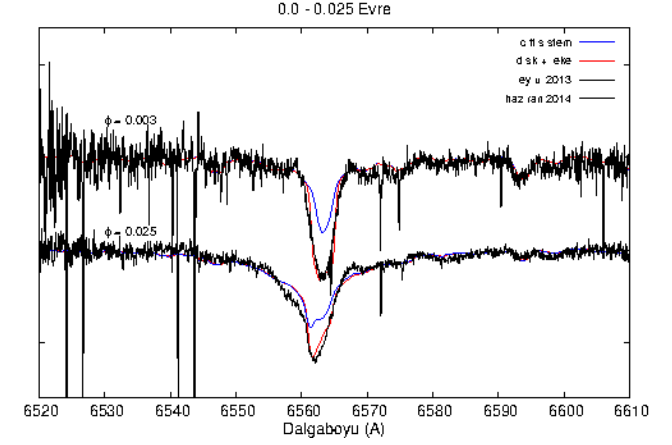
Sistemin fotometrik verisinden elde edilen bilgilerle, sistemdeki toplanma yapılarını, gaz akışını ve baş bileşen üzerindeki olası sıcak lekenin parametrelerini belirlemek amacıyla sistemin bileşke tayfları (baş bileşen, yoldaş bileşen, akan madde, toplanma disk ve sıcak leke) SHELLSPEC programı (Budaj ve Richards (2004)) ile modellendi. Baş ve yoldaş bileşen için sıcaklık ve çekim ivmeleri sırasıyla $T_{e1}=12400$ K, $\log g_1=4.0$ ve $T_{e2}=7000$ K, $\log g_2=3.0$ olarak kullanılmıştır. Işık eğrisinde olduğu gibi sistemin tayfları da oldukça değişken bir yapı sergilemektedir. Şekil 4'de aynı evrede ($\phi=0.26$) fakat farklı zamanlarda elde edilmiş iki tayfı karşılaştırıyoruz Şekil 4 (a)'da üstteki tayfta yoldaş bileşenden akan madde baş bileşeni 210 dereceli boylama kadar sarmakta, baş bileşene çaptığı yerde bir sıcak bölge oluşturmaktadır ve baş bileşenin etrafında oldukça kalın bir disk bulunmaktadır. Şekil 4 (a)'da alttaki tayfta ise yine akan madde baş bileşeni aynı ölçüde sarmakta fakat baş bileşenin etrafında daha ince bir disk oluşturmaktadır ve dolayısıyla sıcak bölgede daha baskın olmaktadır. Bu durum, ışık eğrisi modellerinde önerilen 2. ve 3. senaryoya karşılık gelmektedir. Yani, akan gazın değişen akış hızı ve yoğunluğu hem ışık hem de tayfta çevrimsel değişimlere neden olmaktadır. Şekil 4'de aynı zamanda bu modeller için oluşturulan geometriye göre yeşil-lik dağılımı 3-boyutlu olarak gösterilmektedir. Bu şekillerden de aynı evrede olmasına rağmen diskin nasıl değiştiği açıkça görülmektedir. Yapılan modellerde disk, akan madde ve akan maddenin baş bileşene çarpması sonucu oluşan sıcak leke bulunmaktadır.

3.2 U Sagittae

Richards vd (2014), 1993-1994 yıllarında U Sge için elde ettikleri tayfların analizinden sistemdeki salmayı ve ek soğurmaları oluşturan yapıların bu iki yıl içinde değiştiğini modellemişlerdir. U Sge'nin 2013-2014 yıllarında elde ettiğimiz tayfları, bu değişkenliği belirleme ve değişken yapının modellenmesi nedeniyle önemlidir. Şekil 5'de U Sge sisteminin Eylül 2013 ile Temmuz 2014 tarihlerinde 0.25 evrede alınan tayfları ve bu tayflara yapılan modeli gösterilmektedir. Şekil 5'de model, disk, akan madde ve sıcak leke varsayımı ile çözülmüştür. Eylül 2013 tayfının kısa dalgaboyu tarafındaki düşme ise bu dönem U Sge sistemindeki diskin etkisinin azaldığını göstermektedir. Sistemde yoldaş bileşenin G tayf türünde olması, bu bileşenden kaynaklanan özellikle H_α çizgisinde görülen aktivite etkilerinin de gözönüne alınmasını gerektirmektedir. Bilindiği gibi geç tür yıldızlarda lekeler, manyetik ilmekler ve kromosferik aktivite bu yıldızların H_α çizgisinde salma ve ek soğurmalara neden olmaktadır. U Sge sistemi tam tutulma gösterdiği için, baş bileşenin tam örtüldüğü evrede yalnızca baş bileşenin etrafındaki disk ve yoldaşın ışık katkısı tayfa katkıda bulunur. Şekil 6'da tam tu-



Şekil 5. (a) U Sge sisteminin Eylül 2013 ile Temmuz 2014 tarihlerinde $\phi=0.25$ evrede alınan tayfları ve bu tayflara yapılan model.



Şekil 6. U Sge sisteminin Eylül 2013 ile Haziran 2014 tarihlerinde sırasıyla $\phi=0.0-0.03$ evrelerdeki tayfları ve yapılan model.

tulma evresinde, yalnızca bileşenlerin katkısını gösteren çift sistem modeli gözlemlerden oldukça farklı çıkmaktadır. Bu evrede ek bir soğurma gerektiği açıkça görülmektedir. Şekilde kırmızı ile gösterilen modelde düşük yoğunluklu disk ve soğuk leke ile ifade edilen ve yoldaş bileşenin kromosferinin katkısı modele dâhil edildiğindeki durum gösterilmektedir. Buna göre sistemde disk, akan madde, çarpma bölgesi (sıcak leke) ve yoldaş bileşenin kromosferik katkısı bulunmaktadır.

4 Sonuçlar ve Tartışma

İncelenen sistemlerden R Ara sisteminde baş bileşen etrafında oldukça değişken yapıda geçici toplanma diskinin izlerine rastlanmıştır. U Sge sisteminin etrafındaki yapı, çok düşük yoğunluklu bir disk, akan madde, bu maddenin baş bileşene doğrudan çarpmasıyla oluşan sıcak leke ve yoldaş bileşenin kromosferinin katkısından oluşmaktadır.

Teşekkür

Bu araştırma 112T928 no'lu TÜBİTAK Kariyer projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Albright, G. E. ve Richards, M.T.: The transient accretion disk in the Algol-type binary U Sagittae. *ApJ* **441** (1995) 806–820
- Arias, M. L., Sahade, J., Barbá, R. H.: A high resolution spectroscopic study of the interacting binary R Arae. *RMxAC* **33** (2008) 118
- Bakış, H.: Be Bileşenli Etkileşen Çift Sistemler. Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (2007)
- Banks, T.: Light Curves for R Arae. *IBVS* (1990) 3455
- Budaj, J., Richards, M.T.: A description of the Shellspec code. *CoSka* **34** (2004) 167–196
- Forbes, M., Budding, E. ve Priestley, J.: Photometric Fluctuations in the Light Curves of R Arae. *IBVS* (1988) 3278
- McNamara, D. H.: The Spectrum of U Sagittae at Minimum Light. *PASP* **63** (1951) 38
- McCluskey, G. E. Jr., McCluskey, C. P. C. ve Kondo, Y.: IUE investigation of mass flow in the interacting binary U Sagittae. *ApJ* **378** (1991) 281-285
- Plavec, M., Kříž, S.: Trajectories of ejected particles in close binaries. *for BAICz* **16** (1965) 297
- Reed, P. A., McCluskey, G. E. Jr., Kondo, Y., Sahade, J., Guinan, E. F., Giménez, A., Caton, D. B., Reichart, D. E., Ivarsen, K. M. ve Nysewander, M. C.: Ultraviolet study of the active interacting binary star R Arae using archival IUE data. *MNRAS* **401** 913
- Richards, M. T. ve Albright, G. E.: Morphologies of H α Accretion Regions in Algol Binaries. *ApJ* **123** (1999) 537-626
- Richards, M. T.: Images of Active Mass Transfer in Direct Impact Close Binary Systems. *ASPC* **293** (2003) 120
- Richards, M. T.: Doppler tomography of Algols. *AN* **325** (2004) 229-232
- Richards, M. T., Cocking, A. S., Fisher, J. G., Conover, M. J.: Images of Gravitational and Magnetic Phenomena Derived from Two-dimensional Back-projection Doppler Tomography of Interacting Binary Stars. *ApJ* **795** (2014) 18
- Sahade, J.: The Spectrum of the Eclipsing Variable R Arae. *ApJ* **116** (1952) 27-34
- Sahade, J., Ferrer, O. E., ve Barba, R. H.: R Arae in the Visual Region of the Spectrum. *RMxAC* **5** (1996) 131
- Struve, O.: Spectroscopic Binaries (George Darwin Lecture). *MNRAS* **109** (1949) 487-506
- Wilson, R. E.: Binary-star light curve models: *PASP* **106** (1994) 921–941

Erişim:

O34-1615: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Uzun Dönemli Değişen Yıldız Gözlemleri ve Sonuçları

Tuba İkiz^{1*}, B. Bülent Güçsav², Cahit Yeşilyaprak^{1,2}

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

³Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

Özet

TUG teleskoplarında (ROTSE-III, T60 gibi) uzun süredir sürdürülen ve halen devam eden uzun dönemli değişenlere (SR, Mira gibi) ait farklı türden değişimlerin, ışık eğrilerinin ve bulunan periyotların, yapılan diğer çalışmaların (proje, tez, yayın, yazılım gibi) bir özeti verilecektir. Uzun dönemli gözlemler yapılırken elde edilen, diğer kısa dönemli değişen yıldızlara ait örneklerde sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: stars: oscillations (including pulsations), Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Mira (M) tipi değişen yıldızlar, geç (M, C, S) tayf türünden zonklayan, uzun dönemli değişim gösteren kırmızı dev yıldızlardır. Değişim genlikleri 2.5m'den büyük ve değişim periyotları 100-1000 g'dür (GCVS4). Mira ve SR tipi değişen yıldızlar, benzer evrimsel süreçte sahip olsalar bile aralarındaki temel farklılık ışık değişimlerinden (düzenli/ periyodik/ yarı düzenli/ düzensiz) kaynaklanmaktadır. Mira tipi yıldızların evriminde iki önemli aşama; iç katmanlarında gerçekleşen He kabuk parlamaları ve dış katmanlarda gerçekleşen zonklama ve kütle kaybıdır. Bu iki aşamanın ortak göstergesi Mira tipi yıldızlarda gözlenen belirgin periyot değişimleridir. Bu değişimler aynı zamanda, zonklama kipinin de değişimi anlamına gelmektedir. Yarı düzenli (SR) değişen yıldızlar, orta ve geç tayf türünden ($20g \leq P \leq 2500g$ ve $V \leq 2.5m$) zonklayan kırmızı yıldızlardır. Bu yıldızlarda periyot, çapsal zonklama olayından kaynaklanır ve periyotlardaki değişim tipi ve tayf türüne göre SRa, SRb, SRc ve SRd olarak 4 alt gruba ayrılırlar. Üstelik SRa tipi yıldızların ayrı bir sınıf değil, SRb ve Miralardan oluşmuş karışık bir grup olabileceği düşünülmektedir (Kerschbaum ve Hron 1992). Özellikle ışıma gücü dev (III) ve tayf türü M olan SRa ve SRb tipi yıldızların Mira tipi yıldızlardan farklı PL, PC ve PR bağıntıları gösterdikleri bilinmektedir (Yeşilyaprak 2004, Yeşilyaprak ve Aslan 2004). Ayrıca SR yıldızlarında P bilgisi, bu yıldızların kütle kaybı oranları hakkında da bilgi vermektedir (Vassiliadis ve Wood 1993, Arndt 1997, Yeşilyaprak 2004). Bu yüzden, SR tipi değişenlerde zonklama periyotlarının belirlenmesi çok önemlidir. Evrimsel olarak SRb ile Mira tipi yıldızlar arasında bir süreç olduğu düşünülen SRa yıldızlarının bazen SR bazen de Mira gibi değişim gösterdikleri gözlemsel olarak da kanıtlanmıştır (Mattei vd. 1998; Kiss vd. 1999). Bu nedenle SRa tipi yıldızların birden fazla periyoda sahip olmaları çok daha beklenen bir durumdur.

Kırmızı yıldızlarda (SR ve Mira) periyot değişimlerinin nedeni, bu yıldızlarda bulunan He kabuğunun tutuşması ile oluşan ısıl salınım hareketleri olarak gösterilmiştir (Merchan ve Jurado 2003). SR yıldızlarının çoklu periyoda sahip olmasının nedeni, aynı anda farklı çapsal zonklama kiplerinde zonklama yapmalarıdır. SR tipi yıldızlarda daha sık görülen çoklu periyot, Mira tipi yıldızlarda da gözlenmektedir ve bu periyotların tespiti çok uzun dönemli ve kesintisiz gözlemler gerektirmektedir. Bu

Çizelge 1. Temel Bilgiler ve Periyot Analizi

TUG: Uzun Dönemliler	ROTSE-III	T60
Yıldız Türü	SR, Mira	SR, Mira, SARV
Gözlem Süresi	2004-2012	2010-2014
Gözlenen Bölge	≥ 100	17
Filtre	-	B, V, R, I
Gözlem Verisi Sayısı	≥ 100.000	≥ 15.000
Nesne Sayısı	$\geq 2.000.000$	≥ 50
İndirgeme Yazılımı	Özel (TAY Grubu:VSX)	Özel (MYRaf2)
Periyot Yazılımı	Peranso/Period04	Peranso/Period04

tür gözlemler için en uygun teleskop sistemi ise, robotik olarak çalışan teleskoplardır.

Gözlem ve Analiz

Mira ve SR türü kırmızı yıldızlar, ROTSE-III teleskobu ile, 2004 – 2012 yılları arasında, diğer Mira, SR ve SARV türü yıldızlar ise T60 teleskobu ile 2010 – 2014 yılları arasında gözlenmiştir. Gözlenen yıldızlara ait temel bilgiler ve periyot analizi bilgileri Çizelge-1'de özetlenmiştir.

1.1 Sonuçlar

Bulunan güncel periyotların doğruluğu, sık aralıklarla (1 veya birkaç g) alınacak uzun süreli/dönemli gözlemlerle sağlanabilir. ROTSE-III ve T60 teleskoplarıyla elde edilen uzun dönemli değişen yıldızlara ait ışık eğrileri ve periyot analizi sonuçları, Şekil-1'de, bu gözlemler yapılırken elde edilen kısa dönemli değişen yıldızlara ait ışık eğrileri ise Şekil-2'de gösterilmiştir.

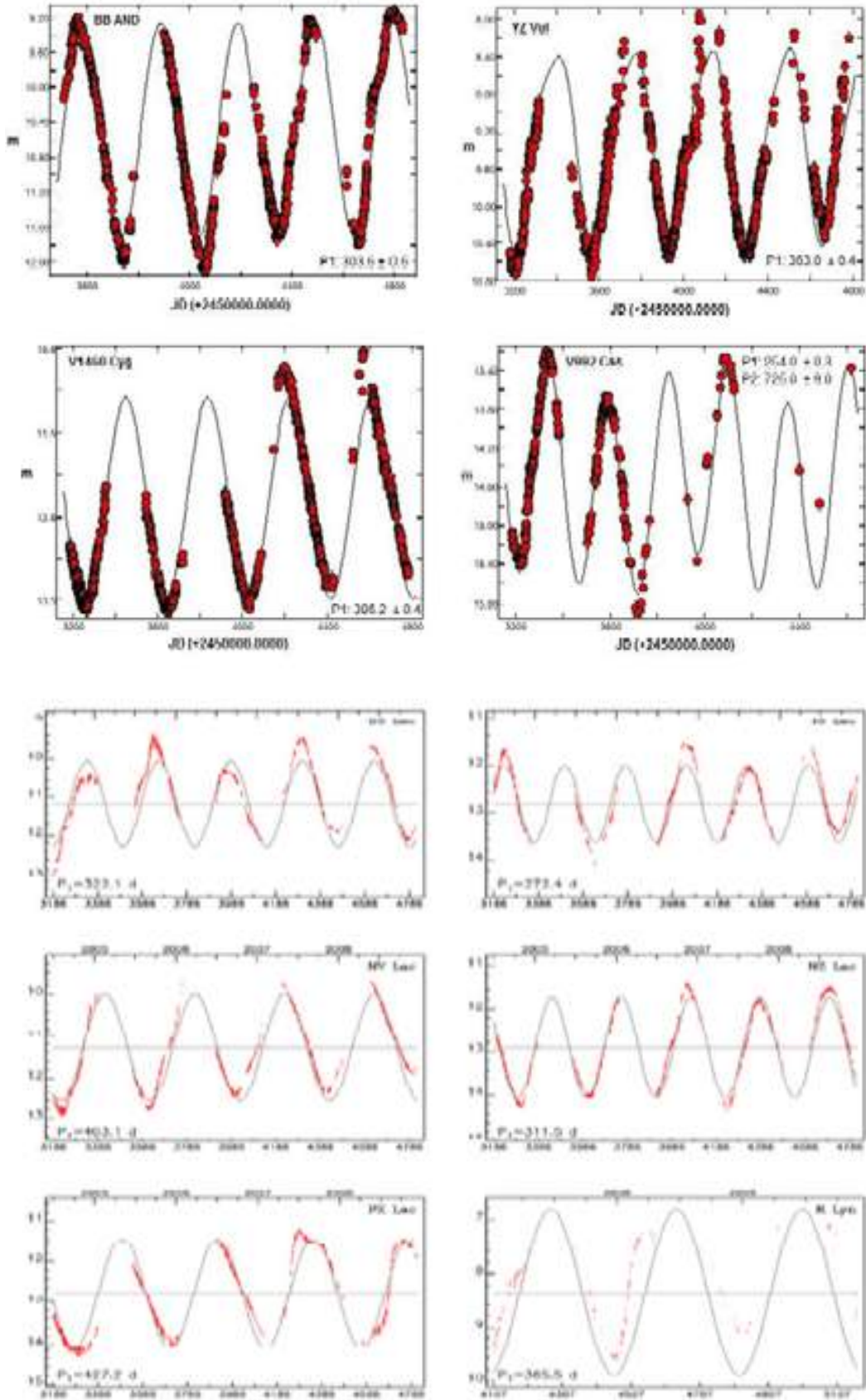
Mira, SR ve SRaV tipi yıldızların periyotlarının belirlenmesi uzun dönemli ve kesintisiz gözlemler gerektirmektedir. Bu amaçla, ROTSE-III ve T60 gibi robotik teleskop sistemi için verilen gözlem projeleri sayesinde, uzun dönemli (birkaç yıllık) ve sık aralıklarla (hemen hemen her gece) gözlenmiş yıldızların içinden seçilmiş bazı Mira, SR ve SRaV tipi yıldızların periyotları ve ışık eğrileri incelenmiştir.

Kaynaklar

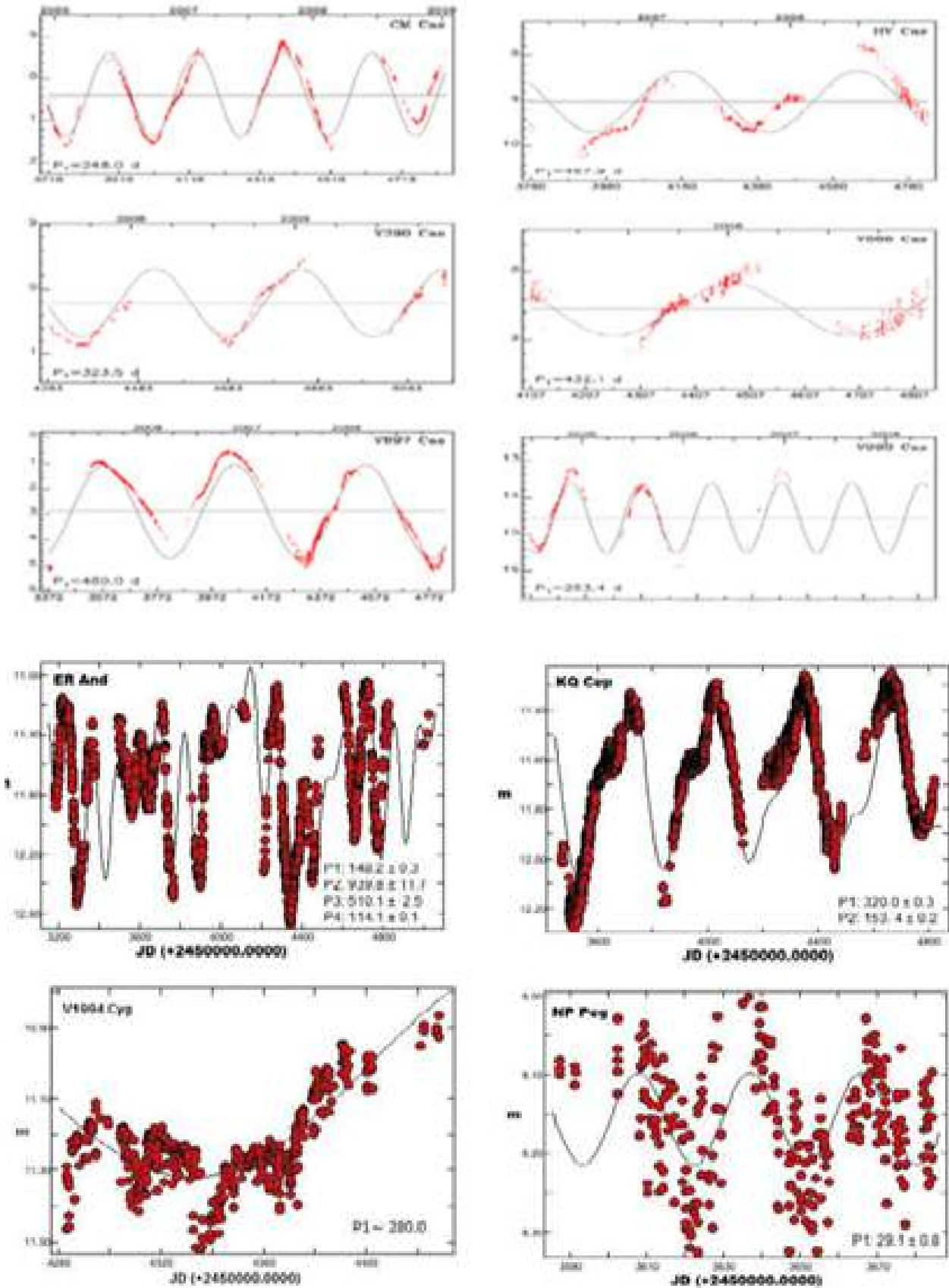
Kerschbaum, F. ve Hron, J.: Semiregular variables of types SRa and SRb - Basic properties in the visual and the IRAS-range. AA 263 (1992) 97-112

Mattei, J.A., Foster, G., Hurwitz, L.A., vd.: The Proceedings of ESA

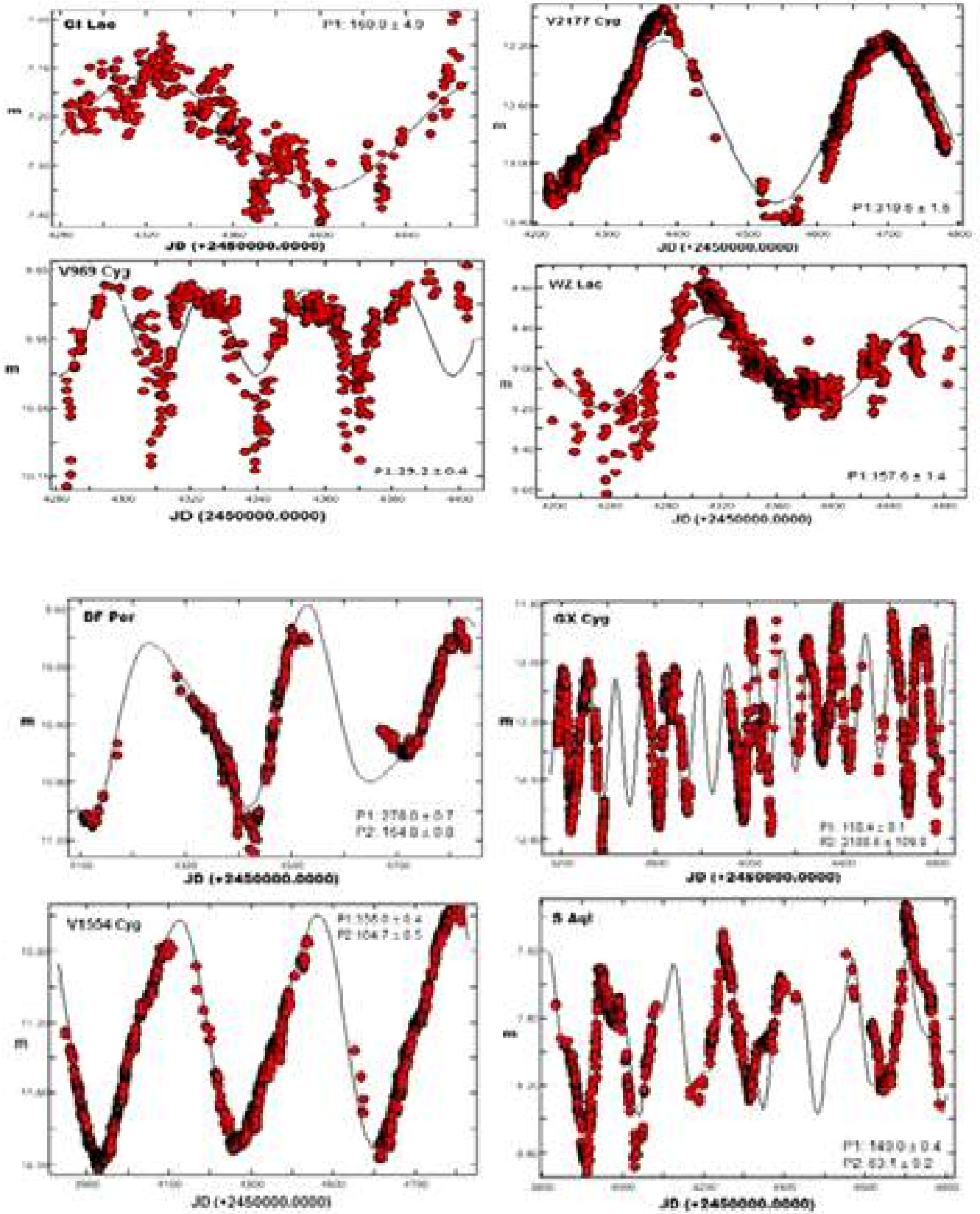
* tubaaikiz@gmail.com



Şekil 1. Uzun Dönemli Değişen Yıldızlar.

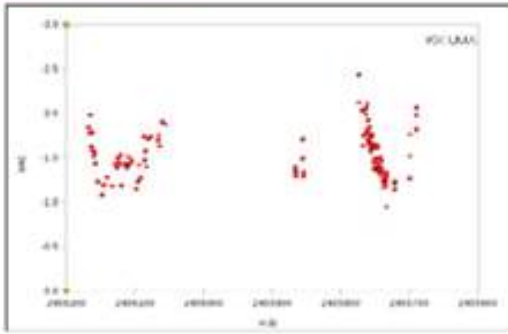


Şekil 1 – devami Uzun Dönemli Değişen Yıldızlar.

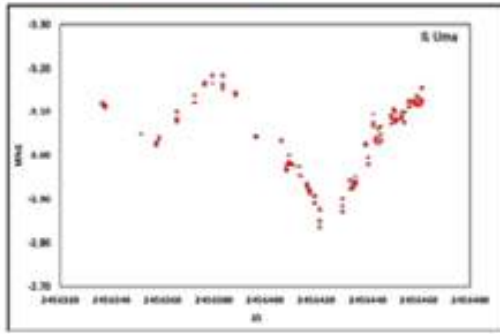


Şekil 1 – devamı Uzun Dönemli Değişen Yıldızlar.

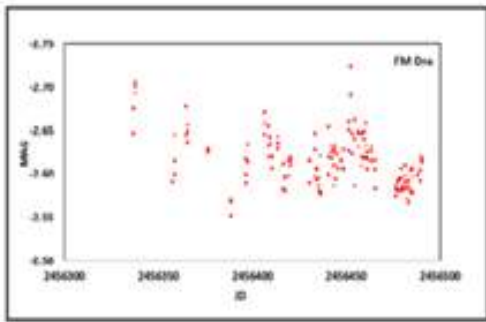
KX Uma (13m, SR)



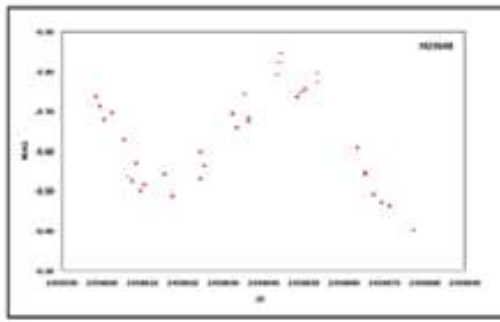
IL Uma (10m, SR, M2)



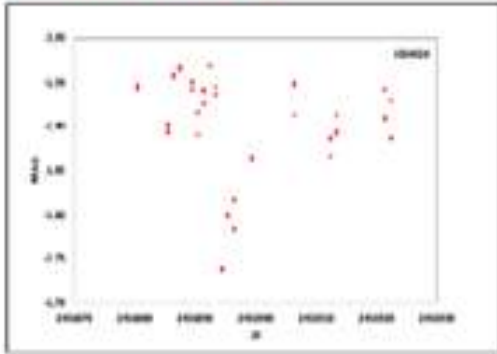
FM Dra (9m, SR/SARV, M)



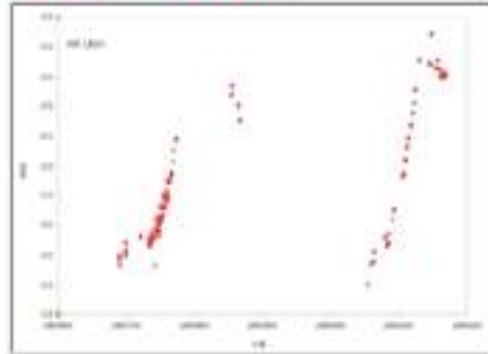
HD3648 (9m, SR, M6)



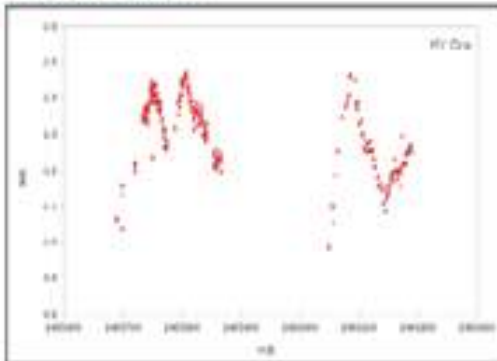
HD4924 (7m, SARV, G5)



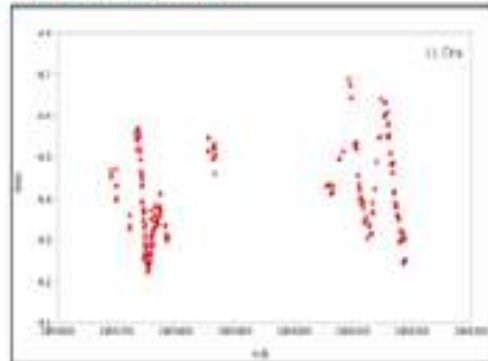
KK Uma (14m, Mira, M)



KY Dra (12m, SR)

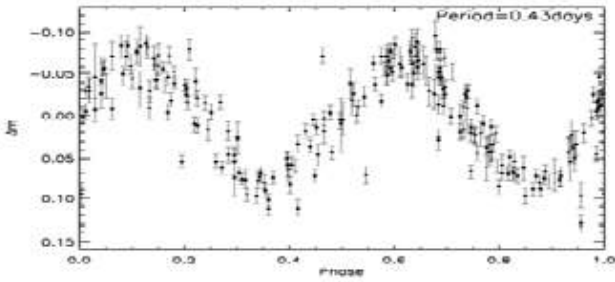


LL Dra (9m, SR, M2)

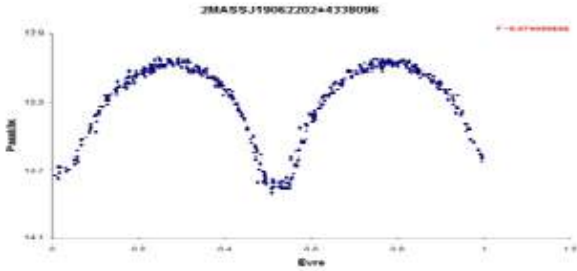
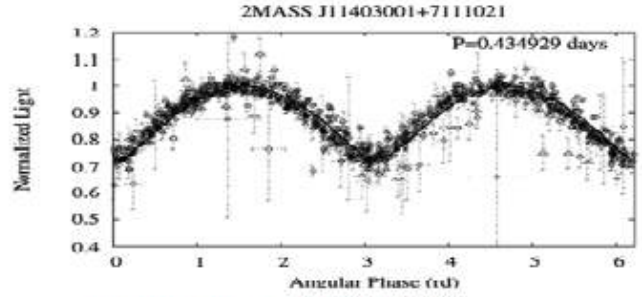


Şekil 1 – devamı Uzun Dönemli Değişen Yıldızlar.

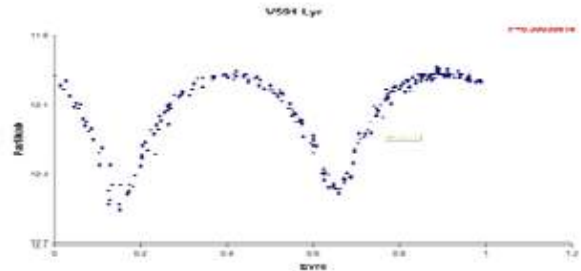
IO Dra (Dscrt, 8m, P: ?g)



2MASS1906+4338 (WUma, 13m, P: ?g)

2MASSJ11403001+7111021
(WUma, 14m, P: ?g)

V591 Lyr (WUma, 12m, P: 0.3g)



Şekil 2. Kısa Dönemli Değişen Yıldızlar.

Symposium, Hipparcos-Venice '97. (ESA SP-402, 1998) (1999) 269-274

Merchan, B. P. ve Jurado, V. M.: Strong period decrease in the Mira star S Sex: a possible helium-shell flash. AA 353 (2000) 264-268

Stothers, R. ve Leung, K. C.: Luminosities, masses and periodicities of massive red supergiants. AA 10 (1971) 290-300

Vassiliadis, E. ve Wood, P. R.: Evolution of low- and intermediate-mass stars to the end of the asymptotic giant branch with mass loss. ApJ 413 (1993) 641-657

Yesilyaprak, C.: Yarı Düzenli Değişen Yıldızların Mutlak Parlaklığı ve Kinematığı. Fen Bilimleri Enst., Akdeniz, Üniversitesi, Antalya (2004)

Yesilyaprak, C. ve Aslan, Z.: Period-luminosity relation for M-type semiregular variables from Hipparcos parallaxes. MNRAS 355 (2004) 601-607

Whitelock, P. A. ve Feast M.: Hipparcos parallaxes for Mira-like long-period variables. MNRAS 319 (2000) 759-770

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne ve TUG'a gözlem desteği için teşekkür ederiz.

Erişim:

034-1630: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

ROTSE-III'de Veri Arşivinde Kısa Dönemli Değişen Yıldızlar

Deniz Çoker^{1*}, Sacit Özdemir¹, Cahit Yeşilyaprak², Bülent Güçsav¹, Emre Aydın¹

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri, Ankara

²Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik, Erzurum

Özet

Bu çalışmada ROTSE-III'de veri arşivinde bulunan kısa dönemli değişen yıldızların belirlenmesi ve analizleri otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Nokta kaynakların analizinde önce dönem belirleme için Lomb-Scargle algoritması uygulanmış ve kısa dönemli değişen yıldızlar belirlenmiştir (~ 1000). Daha sonra Fourier serisi fiti ile elde edilen katsayılar kullanılarak değişen sistemlerin sınıflandırılması yapılmıştır. Son olarak W UMa türü olarak belirlenen sistemlerin değme oranı (f), yörünge eğimi açısı (i) ve kütle oranı (q) yaklaşık olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: methods: data analysis, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Özellikle son yıllarda hızla artan gökyüzü tarama projeleri nedeniyle artan verilerin bir o kadar hızlı indirgenebilmesi için otomatikleştirilmiş yöntem ve algoritmalara olan ihtiyaç oldukça önemli bir hale gelmiştir. Günümüzde yer bazlı ve uzaydan gerçekleştirilen gökyüzü tarama projeleri için geliştirilmiş otomatikleştirilmiş yöntem ve algoritma çalışmalarına literatürde rastlanmaktadır (ör. Eyer ve Blake (2005), Devor (2005), Debosscher ve ark. (2007), Dubath ve ark. (2011) gibi).

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) yerleşkesinde bulunan ROTSE-III'de robotik teleskobu ile gözlemleri yapılmış ve atıl halde duran verilerden literatürde olmayan değişen yıldızların keşfi, bu değişenlerin dönemlerinin hesaplanması, sınıflandırılması ve bazı geometrik parametrelerinin belirlenmesi gibi bir çalışmanın henüz yapılmamış olması bu işlemleri otomatik hale getirecek ve bu bilgilere bizi hızlıca ulaştıracak bir yöntemin önemini ve gerekliliğini göstermektedir. Bu amaçla Çoker ve ark. (2013); Çoker (2015) tarafından yapılan çalışmalardan yararlanılarak ROTSE-III'de teleskobu tarafından gözlenen ~ 1000 bölgeye düşen 4.5 milyon civarındaki nokta kaynak incelenmiştir.

İncelenen kaynaklar içinden kısa dönemli değişenlere ($0.1 \text{ gün} < P < 1.5 \text{ gün}$), özellikle de W UMa türü (EW) örten değişen sistemler üzerine yoğunlaşmıştır. Belirlenen dönem kısıtasına göre sınıflanması olası olan değişen sistemler bazı geometrik (EW, EB, EA türü ya da bu yöntem için daha doğru bir sınıflama olacak olan E, EC, ESD, ED) ve bünyesel (δ Scu, RR Lyr) değişen sistemlerden oluşmaktadır.

Python ile geliştirilen yazılımın (PnF.py – Türk Astronomi Yazılımları [TAY]) adını kısaca aşağıdaki gibidir:

- Tüm kaynaklara ait veri setlerinden olası dönem hesaplamaları literatürde sıkça kullanılan Lomb-Scargle (Lomb (1976), Scargle (1982)) periyodogram analizinin gerçekleştirilmesi.
- Kriterlere uygun sistemlere (kısa dönemli olması, döneminin doğruluğu gibi) uygulanan Fourier serisi fitlerinden Fourier katsayılarının elde edilmesi.
- Elde edilen Fourier katsayıları kullanılarak değişen sistemlerin sınıflandırılması.

- EW değişen türü olarak belirlenen sistemlerin yaklaşık geometrik parametrelerinin elde edilmesi.

2 Materyal ve Yöntem

45 cm ayna çapına ve geniş görüş alanına ($1^\circ.85 \times 1^\circ.85$) sahip Robotik Optical Transient Search Experiment (ROTSE-III) teleskobu gözlemlerini filtresiz ve tam otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Los Alamos Ulusal Laboratuvar'ında yapılan testlerde 5, 20 ve 60 s poz süreleri için ulaşılan limit parlaklık değerleri sırasıyla 17^m , $17^m.5$ ve $18^m.5$ olmuştur (Akerlof ve ark. (2003)).

Güçsav (2010) tarafından geliştirilen veri yolundan çıkan verilerden yararlanılarak yapılan bu çalışmada kriter olarak en az 100 adet nokta kaynak bulunan framelerden yararlanılmış ve ışık eğrileri elde edildikten sonra, ortalama parlaklığa göre $\pm 3\sigma$ dışındaki değerler eğrilerden çıkarılmıştır.

Kriterlere uygun ışık eğrilerine uygulanan Fourier serisi fitlerinden elde edilen katsayılardan yararlanılarak Rucinski (1993, 1997a,b) ve Pojmanski (2002) tarafından verilen teorik ışık eğrilerine ait katsayılar ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

Rucinski (1993) oluşturduğu model ışık eğrilerine yapılan fitlerde

$$\ell(\theta) = \sum_0^{10} a_i \cos(2\pi i \theta)$$

şeklindeki 11 terimli kosinüs serisinden yararlanmıştır. Özellikle EW türü sistemler için yapılan bu çalışmada a_2 ve a_4 katsayılarının grafike edilmesiyle gözlemsel ışık eğrileri için f parametresinin yaklaşık olarak belirlenebileceğini göstermiştir. Değme oranı (f) parametresinin eldesinden sonra, i ve q parametrelerinin belirlenmesinde sadece a_2 katsayısından yararlanabileceğini belirtmiştir.

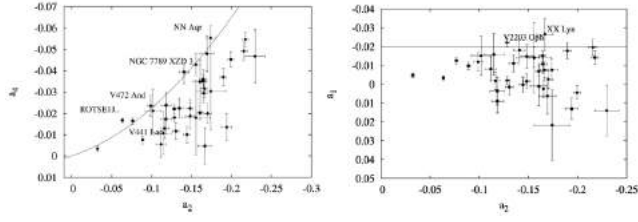
Rucinski'nin OGLE projesi kapsamında 933 örten değişen için yaptığı çalışmada ise iç kritik eş potansiyel limitini gösteren $f = 0$ bağıntısını temsili olarak

$$a_4 = a_2(0.125 - a_2)$$

bağıntısını vermiştir (Rucinski (1997a)). Aynı çalışmada zonklayan sistemlerin ise genelde a_2 - a_4 grafiğinin alt kısmında kaldığını yani $a_4 > 0$ (pozitif) değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir.

Aynı projenin devamı makalesinde ise Rucinski (1997b),

* denizcoker@gmail.com



Şekil 1. ROTSE-III'de gözlenmiş 38 adet W UMa türü örten değişen sistemin a_2-a_4 ve a_2-a_1 düzlemleri üzerindeki dağılımları (Çoker ve ark. (2013))

minimumlar arası derinlik farkına duyarlı olan a_1 katsayısından yararlanmıştır. Elde edilen a_2-a_1 grafiğinde değen sistemlerin $-0.02 < a_1 < 0$ ile belirtilebilecek bir bant aralığında dağıldığı gözlemlenmiştir.

Yine benzer bir çalışma Hoffman ve ark. (2009) tarafından NSVS verileri kullanılarak 4659 adet değişen sistemin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Bu çalışmada özellikle RRab türü değişenlerin pozitif a_4 katsayılarına sahip oldukları belirtilmiştir.

Çoker ve ark. (2013) tarafından ise ROTSE-III'de arşivinde bulunan ve literatürde EW türü olarak bilinen 38 sistem incelenmiştir. Rucinski'nin yaptığı çalışmalardan yararlanılmış ve aynı şekilde bu sistemlerin a_2-a_4 grafiği ve a_2-a_1 grafiğindeki dağılımlarına bakılmıştır (Şekil1). Grafiklerden a_2-a_1 göre sadece 2 sistemin -0.02 kriter çizgisinin üstünde kaldığı ancak hata barları ve çizgiye olan yakınlıkları dolayısıyla EW türü sistemler olabileceği gösterilmiştir.

Pojmanski (2002) yaptığı çalışmada 4500 teorik ışık eğrisine

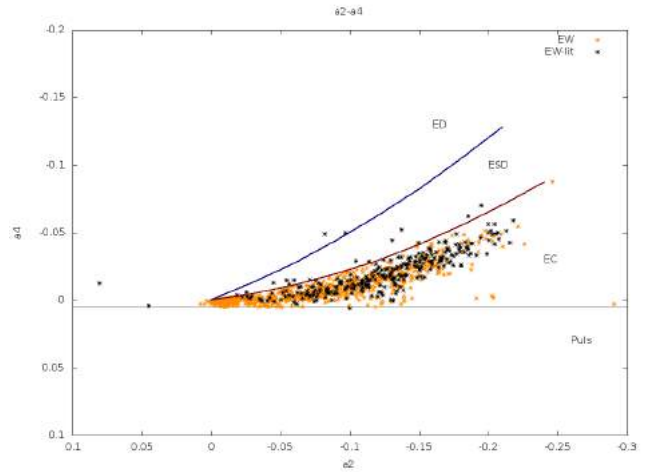
$$\sum a_i \cos(2\pi i \theta) + b_i \sin(2\pi i \theta)$$

şeklinde formülize edilen fitler gerçekleştirmiş, elde edilen katsayılardan EW, EB ve EA sınıflandırması yerine Roche geometrisine göre yapılan ayırık (ED), yarı-ayırık (ESD) ve değen (ED) sınıflamasının daha doğru olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada sinüs teriminden gelen b katsayılarından b_2-b_4 veya a_4-b_4 grafiklerinden yararlanılarak zonklayan sistemlerin daha iyi ayıklanabileceği gösterilmiştir.

Yapılan bu çalışmada kullanılan yazılımın adımları kısaca aşağıda verildiği şekildedir.

- Analizlerden $m_{err} \geq 0.5$ olan sistemler çıkarılmıştır.
- Dönem analizlerinde lomb.py algoritmasından yararlanılmıştır.
- Girdi parametreleri x , y , ofac ve hifac şeklindedir. Burada x zaman, y parlaklık, ofac oversampling factor ve hifac ise en yüksek frekansın Nyquist frekansına oranıdır.
- Tüm sistemler için dönem hesabı (j_{max} , en güçlü pikin indeksi): $P = 2 f^{-1} x_{j_{max}}$
- FAP üssü değeri $-50'$ den küçük veri setleri için hesaplanan dönem $0^g.1$ ila $1^g.5$ arasındaki sistemlerin analizlerine devam edilmiştir.
- Normalize edilen ve Fourier analizine hazır hale gelen veriye 9 terimli Fourier serisi fit edilmiştir.

$$l(\theta) = \sum_0^4 a_i \cos(2\pi i \theta) + b_i \sin(2\pi i \theta)$$



Şekil 2. Literatürde tür bilgisi bulunan EW türü sistemlerin a_2 ve a_4 katsayılarının dağılımı.

Elde edilen Fourier katsayılarından a_1 , a_2 ve a_4 kullanımıyla sistemlerin sınıflaması;

- a_2 ve a_4 katsayıları ile ayırık (ED), yarı-ayırık (ESD) ve değen (EC) değişenler
- $a_4 > 0.05$ sistemler; zonklayan (PULS)
- $-0.02 \leq a_1 \leq 0.025$ sistemler; EW
- $a_1 < -0.035$ sistemler; EB

şeklinde gerçekleştirilmekte ve sonrasında EW olarak belirlenen sistemler Rucinski (1993) ve Hambalek ve Pribulla (2013) tarafından sunulan tablolardan;

- a_2 ve a_4 katsayılarının kullanımıyla f
- f değerine karşılık gelen a_2 katsayılarının kullanımıyla ise i ve q

parametrelerinin değerleri belirlenmektedir.

3 Bulgular

L-S algoritması ile elde edilen sonuçlara göre değişen sistemlerin %97'sinin hesaplanan dönemlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Aynı şekilde Fourier katsayılarının kullanımıyla yapılan sınıflandırmanın da literatür ile oldukça uyumlu olduğu görülmüştür.

EW	EB	ESD	ED	PULS	TOPLAM
%92	%65	%70	%79	%82	%86

Elde edilen katsayıların kullanımıyla çizdirilen a_2-a_4 ve a_2-a_1 katsayılarının literatürde tür bilgisi olanlarla kıyaslandığında özellikle EW türü sistemlerde oldukça başarılı sonuçlar elde edildiği Şekil2'den de görülebilmektedir.

Analizleri yapılan EW türü sistemlerden literatürde f , i ve q bilgileri bulunan örnek 5 sistemin sonuçlarının karşılaştırılması yapıldığında genel olarak yakın değerlere sahip oldukları görülmüştür. Özellikle i parametresi literatür ile oldukça uyumludur. Ancak uygulanan yöntemde W UMa türü sistemlerin W ve A alt tür ayrımı imkanı bulunmadığından özellikle q parametrelerinin daha hatalı belirlenebileceği düşünülmektedir. Bu düşüncemizi ve sonuçlarımızın güvenilirliğini test etmek için literatürde hem tayfsal hem de fotometrik gözlemleri bulunan 8 adet EW türü

sistemden yararlanarak aynı yazılımdan çıkan sonuçlar literatür bilgileriyle karşılaştırılmıştır. Yine özellikle f ve i parametreleri oldukça iyi saptanabilirken q parametrelerinin çok uyumlu olmadığı görülmüştür. Bu da bizi yine W ve A alt tür sistemlerin belirlenememesi kaynaklı bir sorun olduğu sonucunu götürmektedir.

Yaptığımız bu çalışma sonucunda literatürde dönem ve sınıf bilgisi bulunan 543 değişene ek olarak toplam 688 yeni keşif ve sınıflandırma yapılmıştır. Bunlardan 411 tanesi EW , 31 tanesi EB , 116 tanesi ESD , 57 tanesi ED ve 73 tanesi pulsasyon yapan sistem olarak belirlenmiştir. Özellikle [Pojmanski \(2002\)](#) tarafından önerilen b_2 katsayılarının kullanımı sayesinde pulsasyon yapan sistem olarak tekrardan sınıflandırılan sistemlerin %78'inin literatür ile uyumlu olduğu saptanmış ve bu yöntemin oldukça başarılı olduğu görülmüştür.

4 Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışma sayesinde yığın verilerin analizinde otomatikleştirilmiş programların önemi bir kere daha görülmüştür. Geliştirilen yazılımın en önemli hedefi, işlenen yığın verinin doğru ve hızlı bir şekilde, değişim türüne göre sınıflandırma yapması; bulunan EW türü sistemlere ait geometrik parametreleri tahmin etmesidir. Elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda EW türü değişenlerin geometrik parametrelerinden i parametresi çözümlere oldukça yakın ancak f ve özellikle de q parametrelerinin ise çok güvenilir olmadığı görülmüştür.

Elde edilen a_i katsayılarındaki hataların olası nedenleri; ışık eğrilerindeki saçılmalar, bazı sistemlerin sahip olduğu küçük ışınım genliği ($\Delta m < 0.3$), A/W türü sistemlerin ayırımının yapılamaması ve olası 3. ışık etkisi olarak düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucundan elde edilen f , i ve q parametre değerlerinin örten çift yıldız modellerinde kullanılan programlar (PHOEBE gibi) için başlangıç parametreleri olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Akerlof, C. W., Kehoe, R. L., McKay, T. A., Rykoff, E. S., Smith, D. A., Casperson, D. E., McGowan, K. E., Vestrand, W. T., Wozniak, P. R., Wren, J. A., Ashley, M. C. B., Phillips, M. A., Marshall, S. L., Epps, H. W. and Schier, J. A.: The ROTSE-III Robotic Telescope System. The Publications of the Astronomical Society of the Pacific. **115** (2003) 132–140
- Çoker, D., Özdemir, S., Yeşilyaprak, C., Yerli, S. K., Aksaker, N. and Güçsav, B. B.: A Study on W Ursae Majoris-Type Systems Recognised by the ROTSE-III'de Experiment. Publications of the Astronomical Society of Australia. **30** (2013) id.e013
- Çoker, D.: Fourier Filtreleme Yöntemi ile Rotse-III'de Veritabanındaki W UMa Türü Değişen Yıldızların Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2015) Ankara.
- Debosscher, J., Sarro, L. M., Aerts, C., Cuypers, J., Vandenbussche, B., Garrido, R. and Solano, E.: Automated supervised classification of variable stars. I. Methodology. Astronomy and Astrophysics. **475** (2007) 1159–1183
- Devor, J.: Solutions for 10,000 Eclipsing Binaries in the Bulge Fields of OGLE II Using DEBiL. The Astrophysical Journal. **628** (2005) 411–425
- Dubath, P., Rimoldini, L., Süveges, M., Blomme, J., López, M., Sarro, L. M., De Ridder, J., Cuypers, J., Guy, L., Lecoœur, I., Nienartowicz, K., Jan, A., Beck, M., Mowlavi, N., De Cat, P., Lebzelter, T. and Eyer, L.: Random forest automated supervised classification of Hipparcos periodic variable stars. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. **414** (2011) 2602–2617
- Hambalek, L. and Pribulla, T.: The reliability of mass-ratio determi-

- nation from light curves of contact binary stars. Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso. **43** (2013) 27–46
- Hoffman, D. I., Harrison, T. E. and McNamara, B. J.: Automated Variable Star Classification Using the Northern Sky Variability Survey. The Astronomical Journal. **138** (2009) 466–477
- Eyer, L., Blake, C.: Automated classification of variable stars for All-Sky Automated Survey 1-2 data. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. **358** (2005) 30–38
- Güçsav, B. B.: Robotik Teleskop Arşivlerinden Farklı Gök cisimlerinin Saptanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2010) Ankara.
- Lomb, N. R.: Least-squares Frequency Analysis of Unequally Spaced Data. Astrophys. Space Sci. **39** (1976) 447–462
- Pojmanski, G.: The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. I. 0 h - 6 h Quarter of the Southern Hemisphere. Acta Astronomica. **52** (2002) 397–427
- Rucinski, S. M.: A simple description of light curves of W UMa systems. Publications of the Astronomical Society of the Pacific. **105** (1993) 1433–1440
- Rucinski, S. M.: Eclipsing Binaries in the OGLE Variable Star Catalog. I. W UMa-Type Systems as Distance and Population Tracers in Baade's Window. The Astronomical Journal. **113** (1997a) 407–424
- Rucinski, S. M.: Eclipsing Binaries in the OGLE Variable Star Catalog. II. Light Curves of the W UMa-Type Systems in Baade's Window. The Astronomical Journal. **113** (1997b) 1112–1121
- Scargle, J. D.: Studies in astronomical time series analysis. II - Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data. Astrophys. J. **1** (1982) 835–853

Erişim:

034-1645: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Genç Ayrık Çift Yıldız HD 350731'in Doğası

Fahri Aliçavuş^{1*}, Faruk Soyduğan¹, Selçuk Bilir², Esin Soyduğan¹, Çağlar Püsküllü¹, Tunç Şenyüz¹

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

² İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Bu çalışmada, ayrık çift yıldız olan HD 350731'in tayfsal ve fotometrik analizleri yapılarak, eksen dönmesi, bileşenlerinin kütle, yarıçap gibi mutlak parametreleri belirlenmiş ve teorik yıldız evrim modelleri ile karşılaştırılmıştır. Tayfsal ayırma yöntemiyle elde edilen bileşen tayflarından sıcaklık, dönme hızı, yüzey çekim ivmesi bulunarak kimyasal bolluk tahmini yapılmıştır. Sistemin yaşı izokronlar yardımıyla yaklaşık 60 Myıl olarak tahmin edilmiştir. HD 350731'in kinematik analizi yapılarak gökadanın ince-disk popülasyonuna ait olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: fundamental parameters, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Yıldızlar gökadalının temel yapılarıdır. Yıldızların salt parametrelerinin (kütle, yarıçap vb.) duyarlı belirlenebilmesi, gökada yapısının ve evriminin iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Örtün çift yıldızlar ise bu parametrelerin duyarlı hesaplanabildiği yegane kaynaklardır. Tayfölçüm ve ışıkölçüm kütle, yarıçap, sıcaklık ve diğer parametrelerin türetilmesi için gereklidir. Özellikle, gözlemsel verinin duyarlılığı her iki bileşenin salt parametrelerinin belirlenmesinde kritik bir öneme sahiptir. HD 350731 (BD+20 4323, GSC 01624-00493, $V=9^m.60$, A0) ilk olarak Otero ve diğ. (2015) tarafından basık yörüngeli örtün bir çift sistem olarak tanımlanmıştır. Daha sonra sistemin ilk detaylı fotometrik çalışması Klaidis ve diğ. (2008) tarafından, 2007 ve 2008 yıllarında gözlenen ışık eğrilerinin analizi ile yapılmıştır. Çalışmada ASAS kataloğu ve literatürdeki minimum zamanları toplanarak sisteminin dönemi 1.635135 gün olarak verilmiştir. Klaidis ve diğ. (2008)'nin çalışmasında kütle oranı taraması sonucunda en olası değerin 0.9 ± 0.2 olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışmadaki çözüm sonucunda sistemin basıklığının 0.078 ve enberiden geçiş boylamının 348° olduğu bulunmuştur.

HD 350731 sisteminin tayf gözlemleri DAO'da (Dominion Astrofizik Gözlemevi) Ağustos-Eylül döneminde 1.85 metrelik Plaskett teleskobuna bağlı cassegrain odağında bulunan yaklaşık 9000 çözünümlüme gücüne sahip merkezi dalgaboyu 4500Å olarak ayarlanmış, 4370-4631 Å dalgaboyu aralığında slit tayf-çeker ile yapılmıştır. Gözlemler sonunda sistemin evrelere yayılmış 21 adet tayfı alınmıştır. Ortalama poz süresi 1800 s ve 100-300 arasında S/N oranına sahip tayflar ile bileşenlerin dikine hızları ölçülmüş ve tayf analizi yapılmıştır. Ayrıca, tayfsal gözlemlerle eş zamanlı olarak Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevinde (ÇOMÜG) de 11 gecelik fotometrik gözlemler sonucunda sistemin ışık eğrisi elde edilmiştir.

2 Dikine Hızlar ve Yörünge Çözümü

HD 350731'in elde edilen tayfları IRAF yazılımı ve alt paketleri yardımıyla rutin slit tayf indirgeme adımları kullanılarak çıkarılmıştır. Bileşenlere ait dikine hızlar gerekli düzeltmeler yapılarak

Çizelge 1. HD 350731'in yörünge parametreleri. ¹: Kleidis ve ark. (2008)

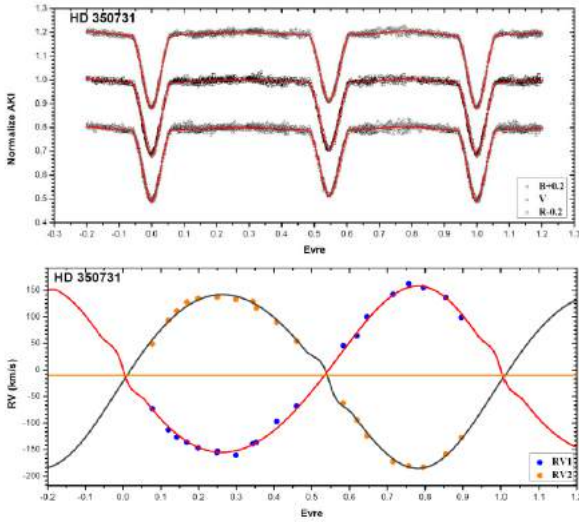
Parametre	Değer
T_0 (HJD)	2454631.4603 ¹
P_{yor} (gün)	1.653135 ¹
V_γ (km s ⁻¹)	-10.4 ± 0.7
K_1 (km s ⁻¹)	157.2 ± 1.3
K_2 (km s ⁻¹)	162.7 ± 1.3
e	0.077 ± 0.007
ω (derece)	23.5 ± 2.3
$a_1 \sin i$ (10 ⁶ km)	3.52 ± 0.04
$a_2 \sin i$ (10 ⁶ km)	3.64 ± 0.04
$M_1 \sin^3 i$ (M_\odot)	2.79 ± 0.05
$M_2 \sin^3 i$ (M_\odot)	2.70 ± 0.05
q ($=M_2/M_1$)	0.966 ± 0.015

FXCOR paketi kullanılarak elde edilmiştir. Hız okumaları için dikine hız standardı olarak B9.5 V tayf türünden ve dikine hızı -0.2 km s⁻¹ olan 21 Peg yıldızı kullanılmıştır. Ölçülen dikine hızlar kullanılarak yapılan yörünge çözümü sonucunda bulunan parametreler Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca elde edilen tayflardan yararlanılarak bileşenler ayrıştırılıp sıcaklık ve bolluk belirlenmeye çalışılmıştır.

3 Işık Eğrisi Analizi

Çift yıldızın ÇOMÜG'de elde edilen ışık eğrileri Wilson-Devinney yazılımı yardımıyla tayf analizinden elde edilen verilerin de kullanılmasıyla eş zamanlı olarak çözülmüş ve bileşenlerin parametreleri belirlenmiştir (Wilson & Devinney 1971). Bu çözümde birinci bileşen için sıcaklık değeri olarak A0 tayf türüne karşılık gelen 9780 K alınmıştır (Cox 2000). Çözümünden elde edilen ışık katkıları kullanılarak, daha doğru bir sıcaklık belirlenmesi için, KOREL programı yardımıyla çift sistemin tayfı bileşenlerine ayrılmıştır. Ayrıştırılan tayflar için atmosfer modelleri yapılarak sıcaklıkta düzeltmeye gidilmiş ve baş bileşenin sıcaklığını 11840 K alınarak ışık eğrisi tekrar analiz edilmiştir. Işık eğrisi ve dikine hızların eş-zamanlı analizinden elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de ve çözümle elde edilen teorik eğrilerin gözlem noktaları ile uyumunu Şekil 1'de verilmektedir.

* fahrialicavus@comu.edu.tr



Şekil 1. HD 350731'in elde edilen ışık eğrisi ve dikine hız eğrileri ile çözüm sonucunda elde edilen kuramsal eğrilerin uyumu.

Çizelge 2. HD 350731'in çok renk ışık eğrisi ve bileşenlerin dikine hızlarının eş zamanlı çözümünden elde edilen parametreler. α : Model atmosfer çözümü sonucunda sabit alınmıştır.

Parametre	W-D Çözümü
$a(R_{\odot})$	10.43 ± 0.02
$V_{\gamma} (\text{km s}^{-1})$	-10.1 ± 0.4
e	0.077 ± 0.006
ω (derece)	19.90 ± 0.12
i (derece)	82.16 ± 0.03
T_1 (K)	11840^{α}
T_2 (K)	11575 ± 20
Ω_1	5.920 ± 0.015
Ω_2	6.210 ± 0.025
Evre Kayması	0.0022 ± 0.0001
$q (=M_2/M_1)$	0.969 ± 0.003
$L_1 / (L_1 + L_2) - B$	0.552 ± 0.003
$L_1 / (L_1 + L_2) - V$	0.551 ± 0.002
$L_1 / (L_1 + L_2) - R$	0.550 ± 0.002
$L_2 / (L_1 + L_2) - B$	0.448 ± 0.002
$L_2 / (L_1 + L_2) - V$	0.449 ± 0.002
$L_2 / (L_1 + L_2) - R$	0.450 ± 0.002
r_1 (ort)	0.2026 ± 0.0004
r_2 (ort)	0.1869 ± 0.0005

4 Tayf Analizi

4.1 Bileşenlerin Ayrıştırılması

Çift sistemin bileşenlerinin detaylı bir şekilde çalışılması amacıyla, sistemin bileşik tayfından bileşenlerin tayfları ayrılarak çıkarılmıştır. Bu işlem, FORTRAN tabanlı yazılım olan KOREL ile yapılmıştır (Hadrava 1995). İlgili yazılım ile her iki bileşenin de ayrılmış ortalama tayfları çıktı olarak verilirken yörünge çözümü sonuçları da alınır. Bu çalışmada da, 4450-4500 Å aralığında DAO'da alınan 21 adet tayf, KOREL yazılımı ile bileşenlerin ayrı ayrı tayflarının elde edilmesinde kullanılmıştır. Bu aralıkta, özellikle He I (4471 Å) ve Mg II (4481 Å) çizgileri her iki bileşen için de açıkça görülmektedir. KOREL analizi sonucu elde edilmiş model tayflar ile gözlenen tayfların uyumu ve bileşenlerin ayrılmış tayfları Şekil 2'de gösterilmektedir.

Çizelge 3. HD 350731'in bileşenlerinin model atmosfer parametreleri.

Parametre	Baş Bileşen Değer	Yoldaş Bileşen Değer
T_{eff} (K)	11840 ± 270	11500 ± 300
$\log g$ (cgs)	4.46 ± 0.20	4.61 ± 0.25
$v \sin i$ (km s^{-1})	69.3 ± 0.9	60.4 ± 1.2
v_{mik} (km s^{-1})	3.8 ± 0.8	4.5 ± 0.9
Mg II (4481 Å)	-4.52	-4.31
He II (4471 Å)	-1.10	-0.89
Ti I (4489 Å)	-7.27	-7.02
Fe II (4491 Å)	-4.54	-4.54

4.2 Atmosfer Modellemesi

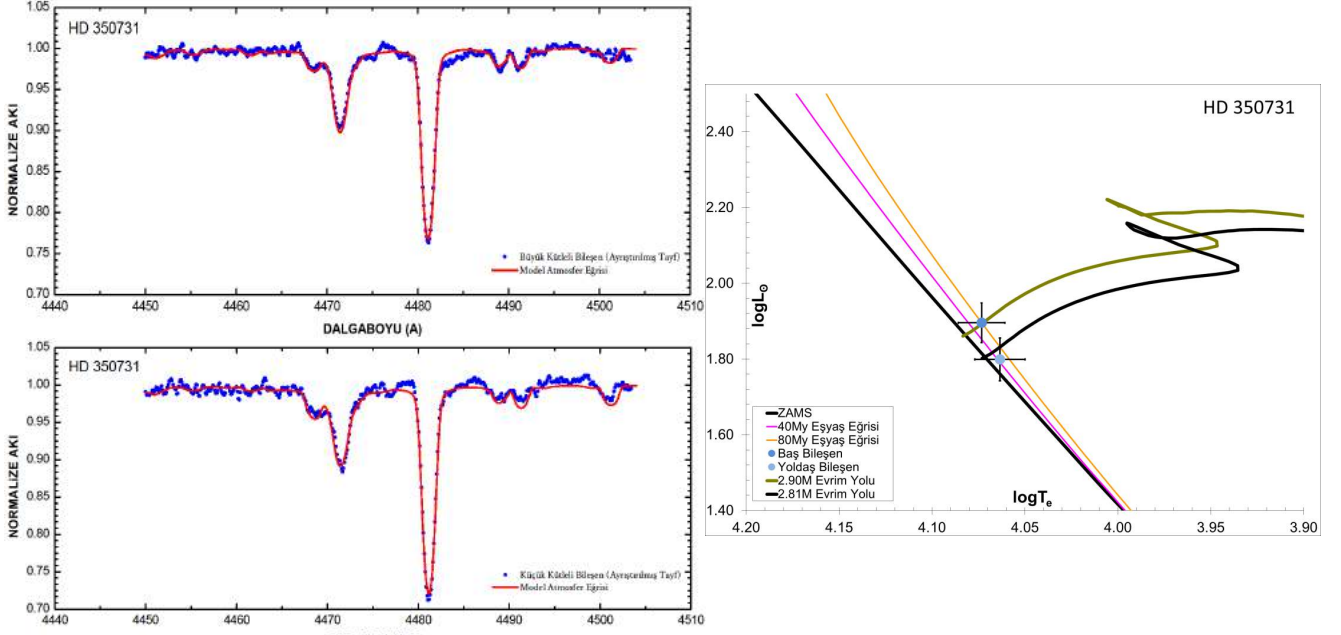
Bileşenlerin ayrı ayrı elde edilen tayflarının modellenmesinde Kurucz atmosfer modelleri kullanılmıştır. Kurucz veri tabanında olmayan sıcaklık, $\log g$ ve bolluk değerlerinin hesaplanması için ATLAS12 kodunun ADA versiyonu kullanılmıştır (Kurucz 2005). Çift yıldızların ışık eğrisi analizlerinde birinci bileşenlerin sıcaklıkları önemli parametrelerden olup çözüm sırasında sabit alınmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada da, atmosfer analizi birinci bileşen tayfı için yapılmıştır. Burada yapılan modeller ile yıldızda görülen He I (4471.49 Å) çizgisinin varlığının temsil edilebilmesi için başlangıç olarak alınan sıcaklığın çok düşük olduğu ve tayf ile en iyi uyuşan modellerin 12000 K civarında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonraki analizlerde, Kurucz modellerini interpole ederek modeller oluşturan SME (Spectroscopy Made Easy) yazılımından faydalanılmıştır (Valanti & Piskunov 1996). Bu çözümlerden elde edilen sonuçlar ve çözümlerin ayrıştırılmış tayflarla uyumunu Çizelge 3 ve Şekil 2'de verilmiştir.

5 Mutlak Parametreler ve Kinematik Özellikler

HD 350731'in ışık eğrisi ve bileşenlerin dikine hızlarının birlikte analizi ile bileşenlerin duyarlı salt parametreleri belirlenmiştir. Ayrıca, bu sonuçlar ışığında, Yi ve diğ. (2001) tarafından verilen Y^2 eş yaş eğrileri ve evrim yolları kullanılarak sistemin evrim durumu incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4 ve Şekil 2'de verilmektedir. Bu parametreler yardımıyla sistemin kinematik özellikleri incelenmiş, $15.30 \pm 3.84 \text{ km s}^{-1}$ 'lik uzay hızı ve gökada diskinden maksimum ayrılma miktarı olan $Z=70$ pc ile gökadamızın ince-disk popülasyonunda yer aldığı bulunmuştur.

6 Sonuçlar

Ayrık örten çift yıldızlar, yıldızların temel özelliklerinin hassas bir şekilde belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda, HD 350731 çift yıldızının ışık eğrisi ve tayfsal verileri elde edilerek bileşenler hakkında önemli bilgilere ulaşılmıştır. Yapılan çalışmada bileşenlerin tayf türleri B8V+B8V olarak ve kütleleri 2.90 ve 2.81 M_{\odot} olarak belirlenmiştir. Bileşenlerin yaklaşık Güneş kimyasal kompozisyonuna sahip olduğu görülmüştür ancak yoldaş bileşende He, Mg ve Ti bollukları Güneş kompozisyonunun biraz üzerinde kalmaktadır. Bu durumun daha detaylı tartışılabilmesi için sıcaklık-yarıçap dejenarasyonunun detaylı olarak incelenmesine ve daha yüksek çözünürlükte tayflara ihtiyaç duyulmaktadır. Sistemin literatürdeki ve bizim gözlemlerimiz sonucunda elde edilen minimum gözlemleri incelendiğinde açık bir şekilde eksen dönmesinin varlığı gözlenmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda enberi noktasının yıllık değişimi yaklaşık



Şekil 2. HD 350731'in bileşenlerinin model atmosferi ile ayrıştırılmış tayflarının uyumu(sol) ve bileşenlerin H-R diyagramındaki konumu(sağ). Sağdaki şekilde, noktalar baş ve yoldaş bileşen, eğriler ise sırasıyla; ZAMS, 40 Myl ve 80 Myl eş-yaş eğrileri ile 2.90 ve 2.81 M_{\odot} evrim yollarını göstermektedir.

Çizelge 4. HD 350731'in temel astrofiziksel parametreleri.

Parametre	Baş Bileşen	Yoldaş Bileşen
Kütle (M_{\odot})	2.90 ± 0.10	2.81 ± 0.11
Yarıçap (R_{\odot})	2.11 ± 0.02	1.95 ± 0.03
Sıcaklık (K)	11840 ± 270	11575 ± 300
$\log L$ (L_{\odot})	1.90 ± 0.5	1.79 ± 0.06
$\log g$ (cgs)	4.25 ± 0.02	4.30 ± 0.01
Yörünge Dönemi (gün)	$1.65313 \pm 2 \times 10^{-5}$	
Yarı büyük eksen uzunluğu (R_{\odot})	10.43 ± 0.02	
Kütle oranı	0.969 ± 0.003	
$V\gamma$ (km s^{-1})	-10.1 ± 0.4	
Uzaklık (pc)	578 ± 30	
V (mag)	9.60^a	
$B-V$ (mag)	0.03^a	
M_{bol} (mag)	0.01 ± 0.04	0.29 ± 0.05
BC (mag)	-0.63^b	-0.57^b
M_v (mag)	0.64 ± 0.11	70.86 ± 0.12
Ölçülen $v \sin i$ (km s^{-1})	69.3 ± 0.9	60.4 ± 1.2
Senkronize $v \sin i$ (km s^{-1})	64.5 ± 0.1	59.8 ± 0.1
Yaş (Myıl)	60 ± 40	

^a: SIMBAD Veritabanı, ^b: Sung ve diğ. (2013)

olarak 3.9° olduğu gözlenmiştir. Yapılan evrim modeli ve kinematik çalışmalar sonucunda sistemin yaklaşık 60 Myıl yaşında ve genç ince-disk üyesi olduğu sonucuna varılmıştır. İlgili sistemin detaylı analizi ve elde edilen sonuçlar Soyduğan ve diğ. (2015) çalışmasında verilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK-MFAG 111T224 numaralı proje ile desteklenmiştir. Ayrıca, tayfsal gözlemler için gözlem zamanı sağlayan NRC Herzberg Astrofizik Enstitüsü ve Dominion Astrofizik Gözlemevi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Cox, A. N. 2000, Allen's astrophysical quantities, Springer, ISBN: 0387987460
 Hadrava, P. 1995, A&AS, 114, 393
 Kleidis, S., Robertson, C. W., Wils, P. 2008, IBVS 5860
 Kurucz, R. L. 2005, MSAIS, 8, 14
 Otero, S. A., Wils, P., Dubovsky, P., A. 2004, IBVS, 5570
 Soyduğan, F., Aliçavuş, F., Bilir, S. ve diğ., 2015, AJ, 150, 55
 Sung, H., Lim, B., Bessel, M. S. ve diğ., 2013, JKAS, 46, 103
 Valenti, J. A., Piskunov, N. 1996, A&AS, 118, 595
 Wilson, R.E., & Devinney, R.J. 1971, ApJ, 166, 605
 Yi, S., Demarque, P., Kim, Y. C. ve diğ., 2001, ApJS, 136, 417

Erişim:

034-1700: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Sefeid Türü iki Sistem: EK Pup ve AE Tau

Aysel Kahraman^{1*}, Esin Soyduğan^{2,3}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak. Fizik Bölümü, Çanakkale

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi, Çanakkale

Özet

Bu çalışmada ASAS veri tabanından seçilen iki klasik Sefeid türü sistemin fourier analizi PERIOD04 programı kullanılarak yapılmış ve her iki sistem için zonklama parametreleri belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre; EK Pup'ın duyarlılık sınırı üzerinde kalan birisi harmoniği olmak üzere iki frekans değeriyle, AE Tau'nun da anlamlı tek frekans değeriyle zonklama gösterdiği sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda; EK Pup'un FO türü Sefeid değişeni, AE Tau'nun ise FU türü Sefeid olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: oscillations (including pulsations), Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Delta Sefeid Türü Yıldızlar

Dönemleri 1 ile 50 gün, tayf türü F5 ile G5 arasında olan dev ya da süperdev yıldızlardır. Gökadamızda galaktik düzlem üzerinde bulunurlar ve gökadamın dönüşüne katılırlar. **Y. C. Joshia ve ark. (2012)** Bu tür değişenler Klasik Sefeidler de denir. Anakoldan ayrılmış ve H-R diyagramındaki kararsızlık kuşağına evrimleşmiş, genç Öbek I türü yıldızlardır. 400 L_{\odot} ile 20.000 L_{\odot} arasında ışınım güçleri vardır ve dönemin fonksiyonu olarak değişir. Sefeidler'in dönem-parlaklık ilişkisi kullanılarak bir Sefeid'in uzaklığı belirlenebilir. Bu nedenle Sefeidler uzaklık belirteci olarak kullanılırlar. Bu türden yıldızlar genelde çapsal (radyal) zonklama gösterirler. Zonklamalarından sorumlu olan mekanizma Kappa soğurma mekanizmasıdır. **Kovtyukh ve ark. (2008)** Sefeidler iki farklı türde zonklama karakteristiği sergiler. **Alcock ve ark (1993)**

1.1 FO Türü Sefeidler

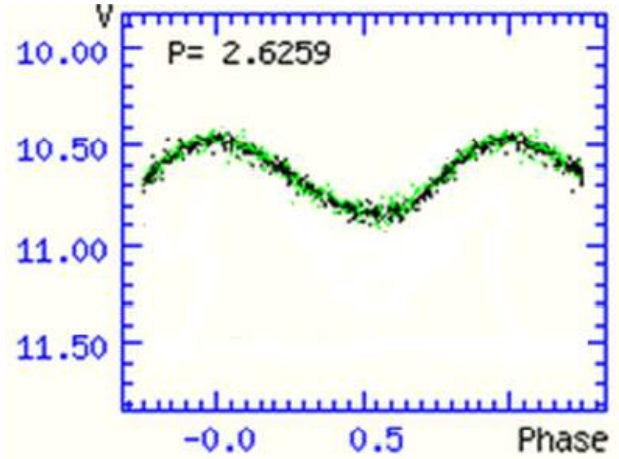
Sefeid'lerin büyük bir bölümü temel modda zonklama yaparken, bir kısmı da ilk harmonikte zonklar. FO türü Sefeidler birinci harmonikte zonklama gösterirler. Sinüs eğrileri düşük genliktedir. Dönemleri 2-4 gün arasındadır. **Y. C. Joshia ve ark. (2012)** Sefeidler'in yaklaşık yüzde otuzunu oluştururlar.

1.2 FU Türü Sefeidler

Temel modda zonklama gösterirler. Dönemleri 3-40 gün arasındadır. FO türü Sefeidler'e göre daha uzun dönemlidirler. Işık eğrisinde çıkış kolu diktir. **Y. C. Joshia ve ark. (2012)** Çıkış kolundaki bu dikliğin sebebi temel zonklama modunun, ikinci harmoniği ile yaptığı girişimden kaynaklanmaktadır.

2 Asas'tan Seçilmiş İki Örnek Sefeid Değişeni: EK Pup, AE Tau

Bu çalışmada frekans analizi yapılan EK Pup ve AE Tau, ASAS (The All Sky Automated Survey) veri tabanından seçilmiş Sefeid türü değişen yıldızlardır. ASAS gökyüzünde parlaklığı 14m'den fazla olan yaklaşık 10.000.000 yıldızın fotometrik izlenmesi için 7 Nisan 1997'de Polonya'da yürütülmeye başlanmış



Şekil 1. EK Pup'un ışık eğrisi

bir astronomi projesidir. ASAS'ta sürekli gözlem yapan iki teleskop bulunmaktadır. ASAS-Güney teleskobu Şili'dedir (1997) ve ASAS-Kuzey teleskobu Hawaii'dedir (2006). Varşova Üniversitesi Gözlemevi'nden Pojmański tarafından çalışmalar internet üzerinden yürütülmektedir. **ASAS (2012)**

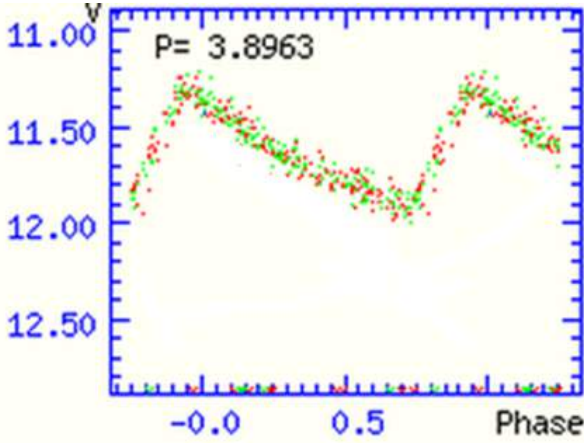
FO türü bir yıldız olan EK Pup (GSC 06544-02757, TYC 6544-2757-1)'in literatürde herhangi bir çalışması bulunmamaktadır. Değişen yıldızın parlaklığı 10.41 kadir, genliği 0.36 kadir, dönemi 2.6259 gündür (ASAS). Sistemin ışık eğrisi Şekil1'de gösterilmektedir.

FU türü bir yıldız olan AE Tau (GSC 01852-00671,)'nın da literatürde ayrıntılı bir çalışması bulunmamaktadır. Sefeid türü değişim gösteren AE Tau'nun parlaklığı 11.35 kadir, genliği 0.57 kadir, dönemi 3.8963 gündür (ASAS). E(B-V) değeri 0.576 kadir. **Kovtyukh ve ark. (2008)** Şekil2'de gösterilen ışık eğrisinden de görüldüğü gibi AE Tau'nun çıkış kolu FU türü Sefeidler'de beklenildiği gibi oldukça diktir.

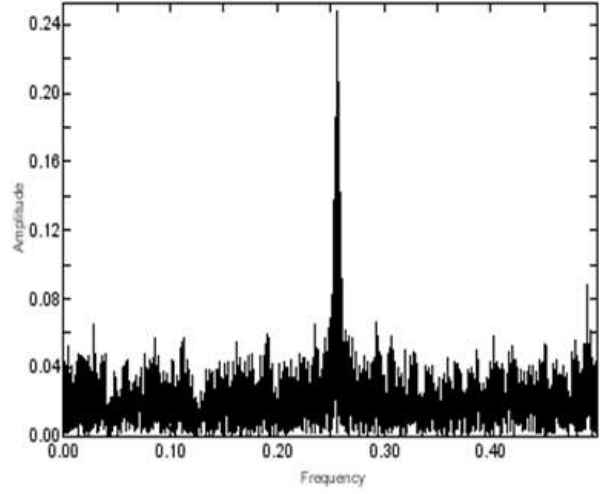
2.1 Frekans Analizi

Seçilen yıldızların fourier analizi RERIOD04 programı (Lenz ve Breger, 2005) ile yapılmıştır. Yıldızlara ait veriler ASAS veri

* ayselkahramn@hotmail.com



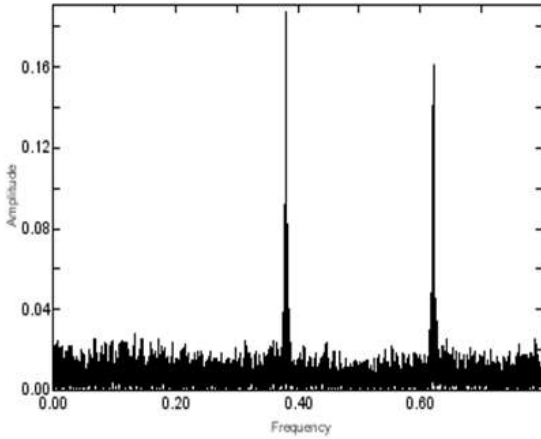
Şekil 2. AE Tau'nun ışık eğrisi



Şekil 4. AE Tau'nun genlik tayfı

Çizelge 1. EK Pup ve AE Tau'nun zonklama parametreleri

Yıldız	Frekans	Genlik	S/N
EK Pup	$F_1 = 0.381 \pm 0.001$ (2.63 gün)	$a_1 = 0.184 \pm 0.002$	60.302
	$F_2 = 0.761 \pm 0.002$ (1.32 gün)	$a_2 = 0.189 \pm 0.002$	6.203
AE Tau	$F_1 = 0.257 \pm 0.001$ (3.89 gün)	$a_1 = 0.232 \pm 0.009$	15.642



Şekil 3. EK Pup'un genlik tayfı

tabanından alınmıştır. EK Pup için birbirinin harmoniği olan iki frekans değeri bulunurken, AE Tau için anlamlı tek bir frekans değeri belirlenebilmiştir.

Yapılan çalışmaya göre EK Pup'un birinci ve iki frekans değerine karşılık gelen zonklama dönemleri 2.63 ve 1.32 gün, AE Tau'nun zonklama dönemi 3.89 gündür. EK Pup'un toplam genliği 0.75 kadir AE Tau için genlik değeri 0.46 kadirdir. Çizelge 1'den görüldüğü gibi S/N oranları EK Pup ve AE Tau için tüm frekans değerleri Breger ve ark. (1993) nın $S/N \geq 4$ kriterine göre anlamlıdır. Lenz ve Breger (2005)

Her iki sistem için frekans analizi sonucunda belirlenen parametre değerleri kullanarak çizilen genlik tayfı EK Pup için Şekil 3'te ve AE Tau için Şekil 4'te gösterilmektedir.

2.2 Sonuçlar

EK Pup Klasik Sefeid türü zonklayan yıldızının harmoniklerinin olması nedeniyle FO türü zonklayan klasik Sefeidler olarak sınıflandırılırken, AE Tau, FU türü zonklayan klasik Sefeidler olarak sınıflandırılırdı. EK Pup sistemine ilişkin literatürden farklı olarak ikinci bir zonklama frekansı değeri belirlenmiştir. AE Tau'nun bu çalışmada belirlenen 3.89 günlük zonklama dönemiyle, Kovtyukh ve ark. (2008) nın 3.89 günlük zonklama dönemleri uyum içerisinde olduğu görülmüştür. AE Tau için ASAS veri tabanında verilen zonklama genliği değeri 0.57 kadir iken, bu çalışmada zonklama genliği değeri 0.46 kadir olarak hesaplanmıştır.

Kaynaklar

- Alcock, C., Allsman, R. A., Axelrod, T. S., ve ark. 1995, AJ, 115, s: 1921
 Breger, M., Stich, J., Garrido, R., ve ark.. 1993, A&A, 271, 482
 V.V. Kovtyukh ve ark. 2008. s:1342
 Y. C. Joshi, S. Joshi; Population I Cepheids and star formation history of the Large Magellanic Cloud; Aryabhata Research Institute of Observational Sciences, Nainital, India 263 129, s: 1-16
www.astrouw.edu.pl/~gp/asas/asas_old.html
www.atnf.csiro.au
www.cfa.harvard.edu
www.physics.usyd.edu.au
www.pircamera.as.arizona.edu

Erişim:

034-1715: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

AB Dor'un Çoklu Dalgaboyu Gözlemleri

N Erkan¹★,

O B Slee, E Budding, M JohnstonHollitt

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

Özet

Bu çalışmada kapsamında AB Dor manyetik aktif çoklu yıldız dizgesi, Kasım 2006 ve Ocak 2007 tarihlerinde Avustralya Radyo Teleskop Dizisi (ATCA - Australia Telescope Compact Array) ve Suzaku x-ışın uydusunda eşzamanlı olarak gözlenmiş ve analiz sonuçları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: stars: activity, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

034-1720: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Yakın Çift Yıldız Sistemi: HH Car

Doğan Tekay Köseoğlu^{1*}, Hicran Bakış¹, Volkan Bakış¹, Zeki Eker¹,
Christian Nitschelm²

¹Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya, Türkiye

²Unidad de Astronomía, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Antofagasta, 601 Avenida Angamos, Antofagasta, Chile

Özet

HH Car, Güney Yarımküre'de bulunan ön tayf türünden bileşenleri olan yakın bir çift yıldız sistemidir. Sistemin yüksek çözünürlüklü tayfları ($R=48000$) ve çok bant fotometrik verisinin analizi ile bileşenlerinin duyarlı mutlak parametreleri elde edilmiştir. Fotometrik ve tayfsal analizi sonucunda elde edilen uzaklık ve kütle merkezinin hızı kullanılarak yakın yıldız oluşum bölgeleriyle ilişkisi araştırılmıştır. HH Car'ın tayflarına bakıldığında H_{α} bölgesinde baskın şekilde salmalar göze çarpmaktadır. Bu nedenle, sistemin tayfsal verisine yapılan modellemeler ile literatürde bu sistem için daha önce araştırılması yapılmamış olan, disk, gaz akışı ve/veya sıcak lekenin fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, Yıldız Tayfı

1 Giriş

HH Carinae (HH Car, HD 303503), O ve B tayf sınıfından iki yıldızdan oluşan ve görünür parlaklığı $11^m.49$ olan SB2 türü örten bir çift sistemdir. Güney yarımküreden gözlenebilen bu sistem O'Connell (1968) tarafından keşfedilmiştir. O'Connell, HH Car sisteminde çekimsel olarak birbirine bağlı iki yıldızın dışında, bir tanesi çifte yakın iki tanesi ise uzak olmak üzere, toplamda üç adet görsel bileşenin de olduğunu belirlemiştir. Sistemin ışık eğrisi analizinden, sistemin basık ($e=0.16$) bir yörüngeye sahip olduğunu bulmuştur. Soderhjelm (1975) HH Car sisteminin gözlemlerini UBV-bantlarında yapmıştır. Soderhjelm, çift sistemin yörüngesinin dairesel olduğunu ve ışık eğrisinde basık bir yörüngeye ait herhangi bir işaret bulunmadığını söylemiştir. Sistemin yörünge dönemini $3^g.23$, yörünge eğimini $81^{\circ}.5$ ve baş bileşen kütlelerinin, yoldaş bileşen kütlelerine oranı, $1/q$, değerini 1.1 olarak bulmuştur. Soderhjelm'e göre, sistem yarı-ayrıktır ve O-C analizi bileşenler arasında madde aktarımının gerçekleştiğine işaret etmektedir. Sistemin dikine hız eğrisi ilk kez Mandrini vd (1985) tarafından elde edilerek, tayfsal yörünge çözümü yapılmıştır. He I çizgilerinde gözlenen Doppler kaymalarını ölçen yazarlar HH Car'ın baş ve yoldaş bileşenlerinin dikine hız yarı genliklerini sırasıyla 202 ± 15 km/s ve 247 ± 8 km/s bulmuşlar ve sistemin tayfsal yörüngesinin basıklığını sıfır kabul etmişlerdir. Sistemde, baş bileşenin O8 tayf türünden bir anakol yıldız olduğunu, yoldaş bileşenin ise B0 III tayf türünden bir dev yıldız olduğunu belirlemişlerdir.

2 Tayfsal Gözlemler

HH Car sisteminin her biri 1200 sn poz süresi ile elde edilmiş toplam 22 adet tayfı, 2011 yılının Mart ayında Avrupa Güney Gözlemevi'nin (ESO) La Silla / Şili'deki 2.2-m çaplı MPG/ESO teleskobu ve ona takılı yüksek çözünürlüklü ($R=48000$) FEROS tayfçeki ile yapılmıştır (Bakış vd (2015)). Elektromanyetik tayfın yaklaşık 350 nm ile 920 nm dalgaboyları arasındaki bölgesini 39 échelle dizisi boyunca elde etmektedir. Gözlemlerin indirgenmesi için, FEROS'a ait bir veri indirgeme yazılımı kullanılmıştır. HH Car'a ait tayflar, S/G belirlemek amacıyla belirli

bölgelere ayrılmıştır. Buna göre 4000 Å, 5000 Å, 6000 Å, 7000 Å ve 8000 Å bölgelerinde, ortalama S/G oranları sırasıyla, 46, 94, 114, 113 ve 94 şeklinde belirlenmiştir.

3 Tayftaki Baskın Çizgiler

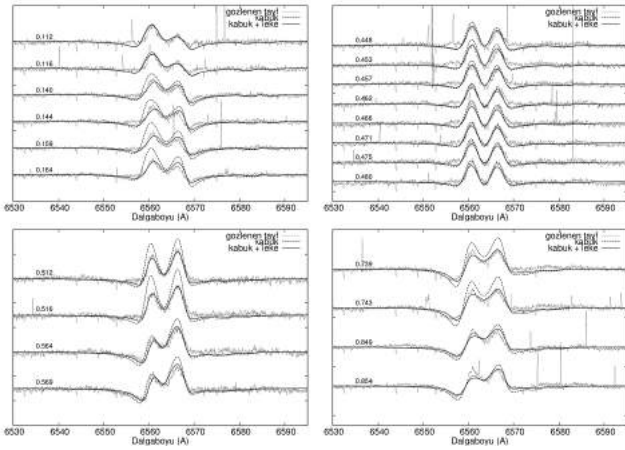
HH Car sisteminin tayfında baskın bir biçimde görülebilen çizgilerin incelenmesi için, dalgaboyu aralığı 50 ila 150 Å arasında değişen tayf bölgeleri oluşturulmuştur. Bu tayf bölgelerinin süreklilik düzeltmesi IRAF yazılımı ile yapılarak tayflar normalize edilmiş ve baskın tayf çizgileri belirlenmiştir. Genel olarak bu çizgilerin, He II, He I, H I, O II, Mg II, N III, C III, Si III, Si IV gibi farklı elementlere ait çizgiler oldukları belirlenmiştir (Köseoğlu (2015)). Özellikle, sistemin tayflarında He II çizgilerinin de bulunması, sistemin bileşenlerinin B0 ve daha erken tayf türünden olduklarının kanıtıdır.

4 Çevresel Maddenin Modellenmesi

HH Car sisteminin bileşenlerini saran çevresel maddeye ilişkin tayfsal kanıt da, sistemin tayfında özellikle H_{α} çizgi kesitlerinden açıkça görülebilmektedir. HH Car'ın tayflarındaki H_{α} çizgileri çift tepeli salma yapıları şeklinde görünmektedir. HH Car sisteminin H_{α} çizgilerinde görünen çift uçlu salmanın, bileşen yıldızlardan birinin ya da her ikisinin etrafını saran geniş bir disk veya kabuk yapısına işaret etmektedir. HH Car sisteminde yoldaş bileşenden baş bileşene doğru madde aktarımaktadır (Soderhjelm (1975)). Bu tür madde aktarımı gerçekleşen sistemler için aktarılan maddenin baş bileşen etrafında nasıl bir toplanma yapısı oluşturabileceği, sistemin r_1 -q diyagramındaki (Lubow ve Shu (1975)) konumundan görülebilir. HH Car sistemi bu diyagramda, disk yapısının görülmediği ve gaz akımının doğrudan baş bileşene çarptığı bölgede bulunmaktadır. Bu sebeple çevresel maddenin modellenmesinde disk yapısı değil bir kabuk yapısı varsayımı yapılmıştır. Sistemin tayflarındaki H_{α} çizgilerinde görülen çift tepeli salma yapılarında, tepe uçlarına ait merkezi dalgaboylarının evreye göre yer değiştirmemesi bu salmayı oluşturan yapının, bileşenlerden herhangi biriyle hareket etmediğini işaret etmektedir. Dolayısıyla bu kabuk yapısı herhangi bir yıldızın çevresinde değil, çift sistemin çevresinde olmalıdır.

Çevresel madde modellenmesinin yapılması için öncelikle sis-

* tekaygandy@gmail.com



Şekil 1. HH Car'ın H_{α} çizgi profillerine yapılan kabuk ve kabuk + sıcak bölge(leke) modellemesi. Sol kısımda tayfların üzerinde, ilgili tayfa karşılık gelen evreler gösterilmiştir.

temin bileşenlerinin mutlak parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, sistemin elde edilen tayflarından bileşenlerin dikine hız eğrileri elde edilmiştir. Literatürde Soderhjelm (1975) tarafından verilen UB ν çok bant ışık eğrileri bu dikine hız eğrileri ile eş zamanlı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, tayfların bileşenlerine ayrıştırılması yöntemi (Hadrava (1995)) kullanılarak, sistemin bileşenlerinin ayrı ayrı tayfları elde edilmiştir. Ayıklanmış tayflara NLTE model atmosfer fitleri ile bileşenlerin etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmeleri elde edilmiştir. Sonuç olarak, baş ve yoldaş bileşen için etkin sıcaklık, T_{eff} , yüzey çekim ivmesi, $\log g$, ve izdüşüm dönme hızları sırasıyla, 33500 ve 27500 K, 4.30 ve 3.51 cgs, 220 ± 30 ve 150 ± 5 km/s olarak bulunmuştur. Yapılan analizler sonucu HH Car'ın yörünge parametreleri ve ışık eğrisinden elde edilen sonuçlar bileşen yıldızların merkezleri arasındaki uzaklığı $27.7 R_{\odot}$, bileşenlerin kütlelerini sırasıyla $17 M_{\odot}$ ve $10 M_{\odot}$ olarak vermektedir. Yıldızların yarıçapları ise baş ve yoldaş bileşen için sırasıyla, $4.85 R_{\odot}$ ve $9.34 R_{\odot}$ olarak bulunmuştur.

Çevresel maddenin SHELLSPEC (Budaj ve Richards (2004)) koduyla yapılan modellemelerinde, kabuk yapısına ait hız ve yoğunluk değerlerinin yıldız yüzeyinden olan uzaklığa bağlı olarak değiştiği kabulü yapılmıştır. Kabuk modeli, bileşenlerden yıldız rüzgârı ile madde atılması ve bunun zamanla sistem etrafında bir kabuk meydana getirmesi şeklinde oluşturulmuştur. Fakat bu kabuğun farklı mekanizmalarla meydana gelmiş olması, örneğin yıldızların doğduğu bölgedeki gaz ve toz kalıntısı olma ihtimali de söz konusudur. Ayrıca, bileşenler arasındaki bölgenin, yıldız rüzgârları ve yoldaş bileşenin L_1 noktasından aktardığı maddenin etkileşmesi nedeniyle oldukça aktif olması beklenmektedir. Bu etkileşimin, bu alanda yüksek sıcaklıklı (~ 100000 K) bir bölge oluşturduğu varsayımı modellere eklenmiştir ve bu bölge sıcak leke parametreleriyle modellenmiştir. Şekil 1'de HH Car'ın H_{α} çizgi profillerine yapılan kabuk ve kabuk + sıcak bölge (leke) modellerine ait sentetik tayflar evreye göre gösterilmektedir. Şekilde, sıcak bölgenin de dahil edildiği kabuk modellerinin daha iyi uyum gösterdiği görülmektedir.

5 Sonuçlar ve Tartışma

Bileşenlerin her ikisinin de tayflarında He II çizgisi görülmektedir. He II çizgisinin varlığı, bu bileşenlerin B0 tayf türünden veya O tayf sınıfından olmaları gerektiğini göstermektedir (Gray ve Corbally (2009)). HH Car'ın baş ve yoldaş bileşenlerinin sıcaklıklarından bulunan tayf türleri sırasıyla O9 V ve B0 IV/III olarak belirlenmiştir (Straizys ve Kuriliene (1981)).

HH Car sisteminde bileşenler arası kütle aktarımının yanı sıra bileşenlerin sahip oldukları yıldız rüzgârları ile madde kaybı da söz konusudur. Bileşenler etrafındaki bu madde nedeniyle sistemin tayfında güçlü salmalar göze çarpmaktadır. Sistemdeki toplanma yapılarını, gaz akışını ve olası sıcak bölgenin parametrelerini belirlemek amacıyla sistemin bileşen tayfları (baş bileşen, yoldaş bileşen, akan madde, kabuk ve sıcak leke) modellenmiştir. Sonuç olarak, HH Car sistemi için, yoldaş bileşenden baş bileşene doğru, düşük yoğunluklu bir gaz akımı ve iki bileşen arasında yıldız rüzgârlarının çarpışmasıyla oluşmuş sıcak bir bölge ve sistemi çevreleyen fakat homojen yapıda olmayan bir kabuk modellemesi yapılmıştır.

HH Car sistemi için fotometrik uzaklık, baş ve yoldaş bileşenin ışıtmaları, L_1 , L_2 ve uzaklık modülü kullanılarak 3060 ± 325 pc olarak belirlenmiştir. Bu uzaklığın, sistemin kütle merkezi ($V_{\gamma} = -16$ km/s) hızı ile beraber Car OB1 oymağının literatürde bu parametreleri için verilen değerleri ile hata sınırları çerçevesinde uyumlu olduğu görülmektedir. Fakat oymak üyeliğinin kesin bir şekilde belirlenmesi için, sistemin yaş ve kimyasal bolluk analizinin de yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma 112T928 no'lu TÜBİTAK Kariyer projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Bakış, V., Hensberge, H., Demircan, O., Zejda, M., Bilir, S., Nitschelm, C.: Study of eclipsing binary and multiple systems in OB associations III: A Review (baskı aşamasında)
- Budaj, J., Richards, M.T.: A description of the Shellspec code. CoSka **34** (2004) 167–196
- Gray, R.O., Corbally, C.J.: Stellar Spectral Classification. Princeton University Press (2009) 616 p
- Hadrava, P.: Orbital Elements of multiple spectroscopic stars. A&AS **114** (1995) 393–396
- Köseoğlu, D.T.: Güney yarımkürede bulunan HH Car sisteminin yüksek çözünürlüklü tayflarındaki salma ve/veya soğurma yapılarının modellenmesi. Akdeniz Üniversitesi (2015) 71
- Lubow, S.H., Shu, F.H.: Gas dynamics of semidetached binaries. ApJ **198** (1975) 393–405
- Mandrini, C.H., Mendez, R.H., Ferrer, O.E., Niemela, V.S.: The spectrographic orbit of the eclipsing binary HH-Carinae. RMxAA **11** (1985) 99
- O'Connell, D.J.K.: Orbital elements and apsidal motion of the eclipsing binary HH Carinae. RA **7** (1968) 399
- Soderhjelm, S.: Observations of six southern eclipsing binaries for apsidal motion. A&AS **22** (1975) 263–283
- Straizys, V., Kuriliene, G.: Fundamental stellar parameters derived from the evolutionary tracks. Astrophys. & Space Sci. **80** (1981) 353

Erişim:

O34-1725: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Algol Türü Çift Yıldız Sistemlerinde Üçüncü Cisimler

Sertaç Serkan Doğru¹★,

Osman Demircan

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

Özet

Gözlemsel minimum zamanları 50 yıldan daha uzun süre düzenli biriktirilen Algol türü çift yıldızların O-C eğrileri incelendiğinde uzun süreli dönem değişimlerine ek olarak çevrelerinde birden fazla görünmeyen cisimlerin varlığını gösteren çevrimli değişimler dikkati çekmektedir. Bu tebliğde Algol türü çift yıldızların etrafında görünmeyen üçüncü cisimlerin istatistiği, O-C eğrilerinin analizine dayalı olarak grafiklerle yorumlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

034-1730: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

VV Ursae Majoris Sistemine Bağlı Küçük Kütleli Üçüncü Bileşen

Mehmet Tanrıver¹★,

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

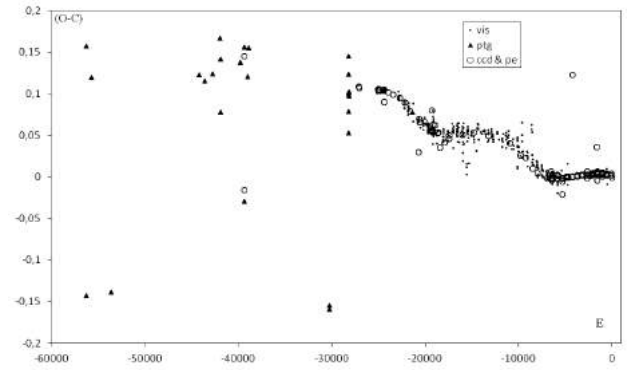
Bu çalışmada, geç tür tutulma gösteren VV UMa çift yıldızının periyot analizi yapılmıştır. Bu çalışma VV UMa sisteminin tutulma zamanının periyodik değişimi üzerine dayanmaktadır. Işık zaman etkisini analiz ederek sisteme bağlı 3. Cismin kütleli ve yörünge özelliklerini belirledik. VV UMa sisteminin tüm minimum zamanlarıyla oluşturulan O-C diagramı lineer değişim üzerine binmiş çevrimsel bir değişim göstermektedir. Bu değişim 3 maksimum ve 2 minimum içermektedir. tutulma zamanlarının değişimine neden olan ışık zaman etkisi, görülmeyen 3. bir cismin varlığına işaretler. 3. Cisimden kaynaklı ışık zaman etkisinden bulunan yeni periyot 23.22 ± 0.17 yıldır. Işık zaman etkisinden kaynaklı değişimin yarı-genliği 0.0139 gün ve 3.cismin yörünge dışmerkezliliği 0.35 dir. 3. Cismin kütlesi $0.787 \pm 0.02 M_{\odot}$ ve yörüngesinin yarı-büyük eksen uzunluğu 10.75 AB dir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, İkili Yıldızlar

1 Giriş

VV UMa (BD+561395, HIP 47279), Algol türü (yarı-ayrık) kısa periyotlu (0.68738 gün) tutulma gösteren etkileşen bir çift sistemdir. VV UMa'nın BVR parlaklıkları $10^m.42$, $10^m.28$, $10^m.135$ kadirdir. JHK parlaklıkları $9^m.627$, $9^m.497$, $9^m.420$ kadirdir. VV UMa sisteminin değişkenliğini ilk kez Gitz (1936) literatüre sunmuştur. İlk minimum zamanları ve efemerisleri Kaho (1939) tarafından verilmiştir. Hill ve ark. (1975) sistemin baş yıldızını A2V tayf türünden sınıflandırmıştır. Struve (1950) ve Struve (1951)'un tayfsal çalışmasıyla sistemin baş yıldızının A0V tayf türünden ve kütle fonksiyonunda $f(m) = 0.015 M_{\odot}$ olduğunu belirtmiştir. Kütle oranını ve sistemin yarı-genliğini $q \approx 0.23$ ve $K_1 = 59 \text{ km s}^{-1}$ olarak önermiştir. Wilson (1965) sistemin ilk ışık eğrisi analizini yapmıştır. Broglia ve Conconi (1977) V ve B bandlarında sistemin analizini yapmışlardır ve bazı minimum zamanlarını sunmuşlardır. Yarı-ayrık VV UMa sisteminin parametrelerini $M_1 = 1.93 M_{\odot}$, $R_1 = 1.58 R_{\odot}$, $M_2 = 0.44 M_{\odot}$, $R_2 = 1.23 R_{\odot}$ ve $q = 0.23$ olarak elde etmişlerdir. Birinci ve ikinci bileşenlerinin tayf türlerini A0-2 ve G5-6 olarak vermişlerdir. Chaubey (1979) VV UMa sisteminin yörünge açılal momentumunu $\log H = -1.67$ olarak hesaplamıştır. Rafert (1990) 3.ışığı içeren sistemin ilk ışık eğrisi çözümünü yaptı. $T_{eff,1} \approx 9550 \text{ K}$ ve $T_{eff,2} \approx 5000 \text{ K}$ sıcaklıklarla $f(m) = 0.015 M_{\odot}$ kütle fonksiyonunu kullanarak $M_1 = 0.97 M_{\odot}$, $R_1 = 1.35 R_{\odot}$, $M_2 = 0.29 M_{\odot}$, $R_2 = 0.96 R_{\odot}$ ve $q = 0.298$ parametreleri buldu.

1929-1985 yılları arasındaki minimum zamanları Kučera ve Mikulášek (1986) tarafından sunulmuştur. Sistemin ilk periyot analizi Šimon (1996) tarafından yapılmıştır. Sinüsel çevrime sahip O-C diagramından değişimin periyodunu 8138gün (22.28yıl) ve 3.cismin minimum kütleli $0.4 M_{\odot}$ olarak bulmuştur. Strömbergren $uvby\beta$ filtrelerindeki sistemin ilk ışık eğrisi analizini Hilditch ve Hill (1975) ve Lázaro ve ark. (2001) tarafından yapılmıştır. Bileşenlerin etkin sıcaklıklarını $T_{eff,1} = 9000 - 9600 \text{ K}$ ve $T_{eff,2} = 5300 - 5600 \text{ K}$ olarak belirlemişlerdir ve sistemin kütle fonksiyonunu $f(m) = 5.1 \times 10^{-2} M_{\odot}$ olarak hesaplam-

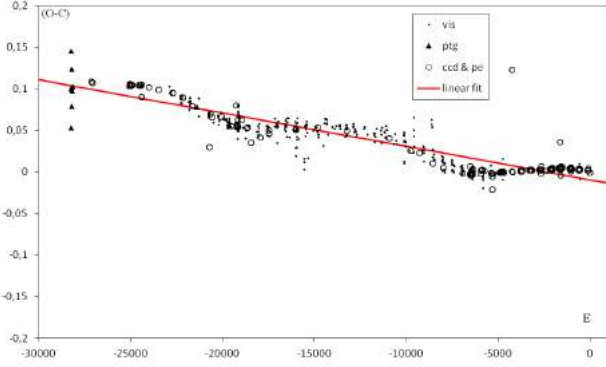


Şekil 1. VV UMa'nın tüm minimum zamanlarını gösteren O-C diagramı. Boş daireler; ccd ve fotoelektrik, dolu üçgenler; fotoğrafik ve küçük dolu daireler; vizüel minimum zamanlarını göstermektedir.

ışlardır. Arévalo ve ark. (2001) BVR filtrelerinde sistemin ışık eğrisi çözümünü sunmuştur. Lázaro ve ark. (2002) VV UMa çift yıldız sisteminin BVRJK filtrelerindeki ışık eğrisi analizini ve 8440-8870 Å bölgesinde sistemin tayfsal çalışmasını yapmışlardır ve bazı minimum zamanları sunmuşlardır. Birinci bileşenin tayf türünü A1.5-2V olduğunu bulmuşlardır. Birinci ve ikinci bileşenlerin etkin sıcaklıklarını $T_{eff,1} = 9250 \pm 150 \text{ K}$ ve $T_{eff,2} = 5600 \pm 100 \text{ K}$ olarak bulmuşlardır ve $q = 0.26 - 0.31$ kütle oranı ile birlikte sistemin kütle fonksiyonunu $f(m) = 2.8 - 3.1 \times 10^{-2} M_{\odot}$ olarak elde etmişlerdir. VV UMa sistemi tayf çözümlerinde olağan dışı olarak düşük kütleli bileşenin olduğunu gösteriyor. Kim ve ark. (2005) çift sistemin kısa periyotlu küçük genlikli bir değişim olduğunu gösterdi. Sistemin minimum zamanları bir çok araştırmacı tarafından verilmesine rağmen, 1959-1994 yılları arasında O-C eğrisindeki periyot analizi sadece Šimon (1996) tarafından yapılmıştır.

Bu çalışmada, literatürdeki tüm minimum zamanları dik-kate alındı ve VV UMa sistemi için ışık zaman etkisi ile 3.cismin yörünge parametreleri çözüldü.

★ mtanriver1@gmail.com



Şekil 2. HJD2436600 den sonraki VV UMa'nın O-C diagramı. Lineer değişim üzerine binmiş sinüsel değişim göstermektedir. Düz çizgi lineer fiti göstermektedir. Semboller Şekil.1.deki gibidir.

2 Sistemin Yörünge Döneminin Değişimi

2.1 Işık zaman etkisi ile O-C analizi

VV UMa'nın minimum zamanları literatürde farklı kaynaklarca sunulan çalışmalardan elde edildi. Başlıca minimum zamanlarını BBSAG Bull., BAV Mitt., BRNO Contr., Orion, ve AAVSO dan aldık. VV UMa için geçerli minimum zamanları 1906 ile 2013 yılları arasında 106 yıllık bir zaman aralığını kapsamaktadır. Tüm minimum zamanları listesinde 320 vizüel, 28 fotoğrafik, 53 fotoelektrik, ve 114 CCD minimum zamanları mevcuttur. Tüm minimum zamanlarının fotometrik epokları (HJDmin = 2456016.6904 ve dönem = 0.6873801 gün) efemeris değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Doğrusal en küçük kareler fiti HJD2436600 sonrasındaki minimum zamanlarına uygulanmıştır ve sonuç efemerisi aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

$$HJDMinI = 2456016.7061 (75) + 0.6873845 (4) x E \quad (1)$$

Bu efemeris tüm minimum zamanlarından O-C artıklarını hesaplamak için kullanıldı. Sistemin tüm minimum zamanlarını gösteren O-C diagramı Şekil.1 de verilmiştir. HJD2436600 dan önceki minimum zamanları genellikle büyük oranda çok saçılma gösterdiklerinden dolayı, ileriki analizlerde dışlanmıştır.

HJD2436600 dan sonraki minimum zamanlarını gösteren O-C diagramı Şekil.2 de gösterilmiştir. Bu diagram lineer değişim üzerine binmiş 3 maksimum ve 2 minimumlu sinüs benzeri bir değişim göstermektedir. Çevrimli sinüs benzeri O-C diagramındaki lineer değişimden sistematik farkları elde edildi. Yörünge çembere çok yakın olması nedeniyle eksen dönmesi dışlanmıştır. Ancak O-C diagramındaki periyodik modülasyonun sistemde görünmeyen 3.cismin varlığıyla ışık zaman etkisiyle üretildiği belirlenmiştir. Çevrimli değişimin analiziyle Irwin (1952) ve Irwin (1959) tarafından aşağıda sunulan eşitlik kullanılarak 3.cismin yörünge parametreleri elde edilmiştir.

$$(O - C) = O - \left[\begin{array}{c} T_0 + P_{orb} \times E + \frac{A}{\sqrt{1-e^2 \cos^2 \omega'}} \\ \left\{ \frac{(1-e^2) \sin(\nu' + \omega') + e' \sin \omega'}{1+e' \cos \nu'} \right\} \end{array} \right] \quad (2)$$

Burada e' , ω' , ve ν' 3.cismin yörüngesinin dışmerkezliliği, eberinin boylamı ve gerçek anomali açısıdır. Işık zaman eğrisinin

Çizelge 1. VV UMa'nın O-C analizinden elde edilen ışık zaman yörüngesinin parametreleri

Parametre	birim	değer	Standart hata
T_0	HJD	2456016,7061	0,0075
P_{orb}	day	0,6873845	0,0000004
$a'_{12} \sin i'$	AU	2,408977	0,05
e'		0,35	0,03
ω'	degree	263	2,6
T'	HJD	56016,71	46,2
P_{12}	year	2322334	0,17
A	day	0,0139	0,0002
$f(M)$	M_{\odot}	0,025921	0,0012
M_3 (coplanar)	M_{\odot}	0,7868	0,02
M_3 (for $i'=30$)	M_{\odot}	1,7897	0,02
M_3 (for $i'=60$)	M_{\odot}	0,9153	0,02
M_3 (for $i'=90$)	M_{\odot}	0,7757	0,02
K_{RV}	km/sn	3,2982	0,08

gözlenen yarı-genliği A (gün biriminde),

$$A = \frac{a'_{12} \sin i' \sqrt{1 - e^2 \cos^2 \omega'}}{173.15} \quad (3)$$

Burada a'_{12} , ortak kütle merkezine göre çift yıldızın görel yörüngesinin yarı-büyük eksen uzunluğudur ve i' , 3.cismin yörüngesinin eğimidir. 173.15, AB/gün biriminde ışık hızıdır. Eşitlik (2) deki teorik formül kullanılarak T_0 , P_{orb} , P_{12} , T' , $a'_{12} \sin i'$, e' , ω' parametrelerini belirledik.

Diferensiyel düzeltme metodu kullanılarak, ışık zaman yörüngesi ve 3.cismin parametreleri elde edildi. Her minimum zamanın için gözlemsel ağırlıklar kullanılmıştır. CCD ve fotoelektrik için $w = 10$, fotoğrafik veri için 5, vizüel gözlemler için 1 kullanılmıştır. Çözüm parametreleri ve standart hataları Çizelge.1 de verilmiştir. O-C diagramındaki sinüsel fit Şekil.3 de gösterilmiştir. Sinüsel yaklaşımdan minimum zamanlarının O-C farkları Şekil.4 de verilmiştir. Eşitlik (2) den artıkların karelerinin toplamı $\sum(O-C)^2 = 3.7227 \times 10^{-4}$ gün² dir.

3 Üçüncü cismin kütlesi ve radyal hız yarı-genliği

3. cismin yörüngesinin çözüm parametreleri aşağıdaki gibi üçlü sistemin kütle fonksiyonunu belirlemek kullanıldı:

$$f(M) = \frac{(M_3 \sin i')^3}{(M_1 + M_2 + M_3)^2} = \frac{(a'_{12} \sin i')^3}{P_{12}^2} \quad (4)$$

$$= \frac{1}{P_{12}^2} \left[\frac{173.15A}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \omega'}} \right]^3$$

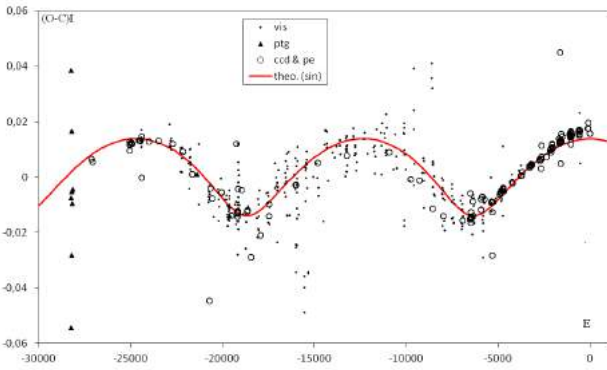
Burada P_{12} yıl biriminde 3.cismin yörünge periyodudur, ve M_1 , M_2 ve M_3 üçlü sistemin bileşenlerinin kütleleridir. a'_{12} , P_{12} , i' ve $M_{1,2,3}$; AB, yıl, derece ve güneş kütlesi birimindedir. Yukarıdaki eşitliğe göre, $f(m) = 0.02591 \pm 0.0012 M_{\odot}$ ve $a'_{12} \sin i' = 2.408977 \pm 0.05$ AB olarak belirledik.

Yörünge düzlemlerinin çakışık ($i' = 80^\circ.98$) olduğunu kabul ederek, üçüncü bileşenin kütlesi elde edildi. Lázaro ve ark. (2001) tarafından elde edilen tutulma gösteren ikili sistemin $M_1 = 2.624 M_{\odot}$ ve $M_2 = 0.844 M_{\odot}$ kütlelerini kullandık. Üçüncü cismin yörünge parametreleri, kütle fonksiyonları ve kütleleri Çizelge.1 de verilmiştir.

Tutulma gösteren çiftin sistematik radyal hız değişiminin yarı-genliği K_{RV} aşağıdaki gibi Mayer (1990) tarafından sağ-

Çizelge 2. VV UMa'nın 3.cisim yörünge parametreleri ve önceki çalışma ile karşılaştırması

Parametre	birim	Şimon (1996)	Bu çalışma
P_{O-C}	year	22,28	23,22334
A	day	0,01226	0,0139
e'		0,2	0,35
ω'	degree	219,8	263
$f(M)$	M_{\odot}	0,0199744	0,025921
M_3	M_{\odot}	0,4	0,7868
K_{RV}	km/sn	2,93	3,2982


Şekil 3. HJD2436600 den sonraki minimum zamanlarına uygulanan lineer fitten olan farklar. Düz eğri; çevrimsel sinüsel değişimi göstermektedir. Semboller Şekil.1.deki gibidir.

lanmıştır:

$$K_{RV} = \frac{29.785 a'_{12} \sin i'}{P_{12} \sqrt{1 - e^2}} \quad (5)$$

Burada K_{RV} , P_{12} ve a'_{12} ; kms^{-1} , yıl ve AB birimindedir. Çakışık yörüngeler ($i' = 80^{\circ}.98$) dikkate alınarak, ışık zaman etkisiyle sistemin hızının yarı-genliği yaklaşık olarak 3.2982 km s^{-1} olarak hesaplanmıştır, Şimon (1996) tarafından verilen değerden çok az büyüktür. Bu değer Çizelge.2 de verilmiştir. Üçlü sistemin farklı farklı yörünge açıları için 3.cismin kütlesi hesaplanmıştır. Bu değişim Şekil.5 de sunulmuştur. 3. cismin kütlesi çift sistemde 2. bileşenin kütlesi ile karşılaştırılabilecek düzeydedir. Bu nedenle tayfsal gözlemler kullanılarak keşfedilebilir.

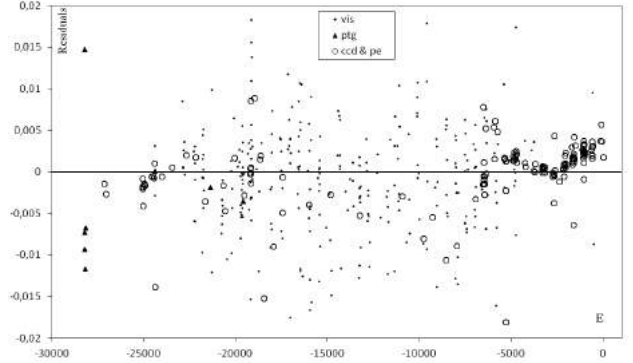
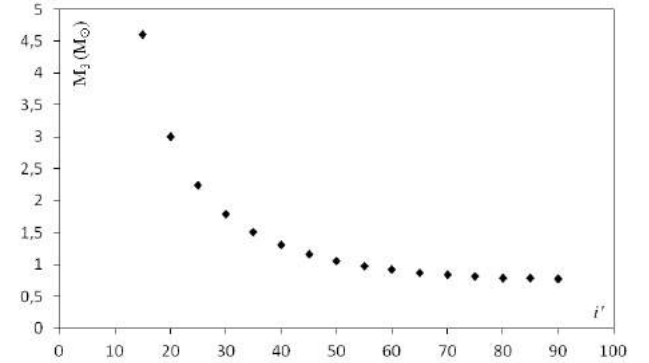
4 Tartışma ve Sonuçlar

Üçüncü cismin varlığı farklı gözlemsel tekniklerle belirlenmelidir. 3.cismin kütlesi 2.bileşenin kütlesi ile karşılaştırılabilir, tayfsal olarak belirlemek için yeterince büyüktür.

Kesinlikle en son sonucumuzu doğrulayacak interferometre, astrometri veya tayfsal gözlemler kullanılarak kırmızı öte dalgaboylarında VV UMa üçlü sisteminde 3.cismin varlığı için doğrudan deliller sunması arzu edilmektedir. VV UMa üçlü sistem için Tanrıver (2015)'in çalışmasında diğer sonuçlar verilmiştir.

Kaynaklar

- Arévalo, M.J., Lázaro, C., Domínguez, R.M., Martínez-Pais, I.G.: IBVS **5160** (2001) 1
 Broglia, P., Conconi, P.: AASS **27** (1977) 285
 Chaubey, U.S.: ApSS **64** (1979) 177


Şekil 4. Işık zaman analizi ile sinüsel fitten olan farklar. Semboller Şekil.1.deki gibidir.

Şekil 5. Farklı yörünge eğimlerine göre VV UMa'nın görünmeyen 3. bileşenin kütle değişimi.

- Hill, G., Hilditch, R.W., Younger, F., Fisher, W.A.: MNRAS **79** (1975) 131
 Hilditch, R.W., Hill, G.: MNRAS **79** (1975) 101
 Irwin, J.B.: ApJ **116** (1952) 211
 Irwin, J.B.: AJ **64** (1959) 149
 Kaho, S.: Tokyo Astron. Obs. Rep. **6** (1939) 97
 Kim, S.-L., Lee, J.W., Lee, C.-U., Kang, Y.B., Koo, J.-R., Mkrtychian, D.E.: IBVS **5598** (2005) 1
 Kučera, P., Mikulášek, Z.: Contrib. Obs. Plan. Brno **28** (1986) 47
 Lázaro, C., Arévalo, M.J., Claret, A., Rodríguez, E., Olivares, I.: MNRAS **325** (2) (2001) 617
 Lázaro, C., Arévalo, M.J., Martínez-Pais, I.G., Domínguez, R.M.: AJ **123** (5) (2002) 2733
 Mayer, P.: BAICz **41** (1990) 231
 Rafert, J.B.: AJ **100** (4) (1990) 1253
 Simon, V.: AA **311** (1996) 915
 Struve, O.: ApJ **112** (1950) 184
 Struve, O.: AJ **55** (1951) 183
 Tanrıver, M.: NewAst **36** (2015) 56
 Wilson, R.E.: ApJ **70** (1965) 368

Erişim:

O34-1735: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

QQ Boötes: İlk Fotometrik Araştırma

Seda Kaptan¹★, M. Türker Özkan²

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul

² İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

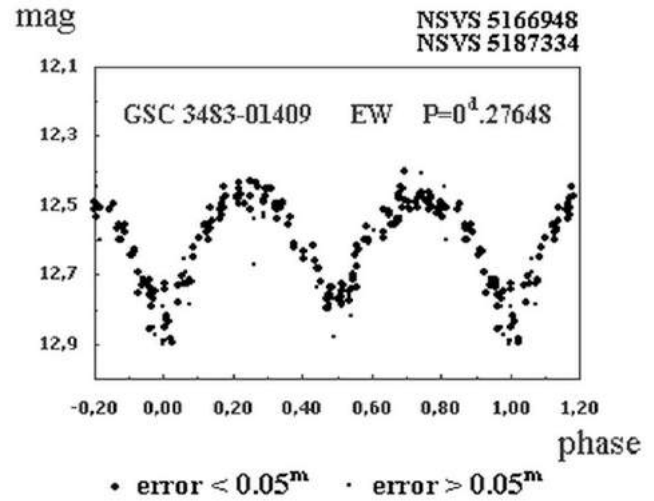
Literatürde fotometrik çalışması bulunmayan W UMa tipi çift sistemlerin üyesi QQ Boötes'in (QQ Boo, GSC 03483-01409, $V=12^m.568$, $P=0^d.276478$) gözlemleri Ça-nakkale Ulupınar Gözlemevi'nde bulunan İST60 teleskobuyla yapılmıştır. Gözlemlerde, 60cm ayna çaplı Cassegrain teleskoba bağlı SBIG-STL-1001E CCD kamerası ve Bessell-BVR filtreleri kullanılmıştır. Baş bileşenin sıcaklığı 5790K bulunmuştur. Üç renk ışık eğrilerinin Wilson-Devinney ile analizinden, sistemin kütle oranı $q=2.88$ olarak hesaplanmıştır. %22 doluluk oranına sahip, W-alt tipi, lekeli bir sistem olan QQ Boo'nun %11 oranında üçüncü ışık etkisinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, İkili Yıldızlar

1 Giriş

W UMa türü sistemler(EW), ışık eğrilerinde neredeyse eşit derinlikte minimumlar ve sürekli değişimler gözlenen örten çift sistemlerdir. Bu sistemlerde bileşenler birbirlerine değme yakınlığındadırlar ve çekim etkisinin yarattığı gelgitler sebebiyle bileşenlerin küresel yapıları bozulmuştur. Yörünge periyotları $0^g.2 - 1^g$ arasındadır. Bu tür sistemlerin bileşenleri, spektral tipleri A - K arasında değişen anakol yıldızlarıdır.

Gözlemsel çalışmalar, geç tip W UMa sistemlerinin doğası için en iyi ipuçlarını sağlamıştır, buna göre bu sistemlerde toplam kütle oldukça düşüktür ve bileşenlerinin kütleleri birbirlerine eşit değildir (Li ve ark. 2004). Kütle oranı 0.008 - 0.8 arasındadır (Skelton ve Smith 2009). Eşit sıcaklıkların göstergesi olan benzer derinliğe sahip minimumların sebebi konvektif ortak zarf vasıtası ile bileşenler arası enerji transferi olarak düşünülse de bu transferin nasıl ve nereye olacağı konusu açık değildir (Li ve ark. 2004). EW sistemlerinde başlangıçta daha düşük kütleli bileşenin, baş bileşenin evrimi sırasında aktarılan madde sayesinde kütlesi büyür ve sistem genellikle tersine dönmüş kütle oranı olarak adlandırılan bir evreye gelir. Bu durum aynı sistemde birçok defa gerçekleşebilir (Çalışkan ve ark. 2014). Fotometrik ve spektroskopik gözlemler göz önünde bulundurularak Binnen-dijk (1970) W UMa'ları, A-alt tipi ve W-alt tipi olarak iki sınıfa ayırmıştır. Genel olarak erken tayf türlerinde olan A-alt tipi sistemler, yüksek ışıma, büyük kütle ve küçük kütle oranına sahiptirler ($q < 0.3$). Derin minimum "örtülme" ile oluşur. Bu tip, genellikle aşırı değen çift sistemlerdir ve kalın bir ortak zarfa sahiptir. W-alt tipi sistemler ise genel olarak geç tayf türlerindedir. Bu sistemler düşük ışıma, küçük kütle ve büyük kütle oranına sahiptirler ($q > 0.3$). Derin minimum "örtme" ile oluşur. A-alt tipinin tersine bu sistemdeki ortak zarf o denli belirgin değildir. W UMa sistemlerinde bir çevrim içerisinde maksimum ışık seviyeleri arasındaki belirgin fark ortaya çıkar, buna "O'Connell etkisi" denir. Bu parlaklık değişimi, yaygın olarak, yıldız yüzeyinde manyetik etkinlik, kütle transferi gibi etkenlerden oluşan sıcak veya soğuk bir lekenin varlığıyla açıklanmaktadır (Wilsey ve Beaky 2009). Soğuk leke gösteren sistemler, genel olarak geç tayf türlerindedir (F-M) ve bu nedenle manyetik olarak aktif olan bileşene sahip çift sistemlerdir (Milone ve ark. 1980;



Şekil 1. Khruslov(2006) tarafından elde edilen ışık eğrisi.

Samec ve Terrell 1995). Shaw (1994), kütle aktarımında, kütlenin düştüğü bileşen üzerinde bir sıcak leke oluşabileceğini ve sistemin ışık eğrisinde maksimumlar arasında belirgin bir farkın gözlenebileceğini belirtmiştir.

Bu çalışmanın hedef sistemi QQ Boo, (GSC03483-01409, 2MASSJ15320482+4534073, $V=12^m.5$, $J=11^m.072$, $H=10^m.730$, $K=10^m.682$) 1996'dan beri çeşitli kataloglarda yer almıştır. Khruslov (2006), Northern Sky Variability Survey (NSVS) (Woźniak ve ark. 2004) gökyüzü tarama projesi ile elde edilen ışık eğrisi verisini kullanarak sistemin ilk minimum zamanlarını ve yörünge dönemini belirlemiştir ($T_0=2451415.775\text{JD}$, $P=0^g.27648$)(Şek.1). Yıldızın günümüzü kadar ayrıntılı fotometrik ve tayfsal çalışması yapılmamıştır.

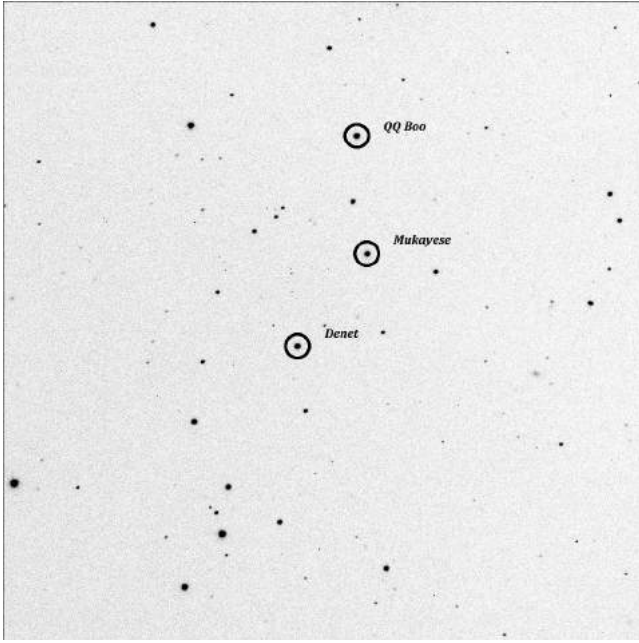
2 Gözlemler

QQ Boo sisteminin gözlemleri, Çanakkale Astrofizik Araştırma Merkezi (ÇAAM) Ulupınar Gözlemevi'nde ($40^{\circ}06'01''$ K, $154^{\circ}54'54''$ D, 410m) bulunan Ritchey-Chretien optik tasarımı İST60 teleskobu ($D=60\text{cm}$, $f/8$) ve ona bağlı olan SBIG-STL-1001E CCD kamerası ile B,V,R filtreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

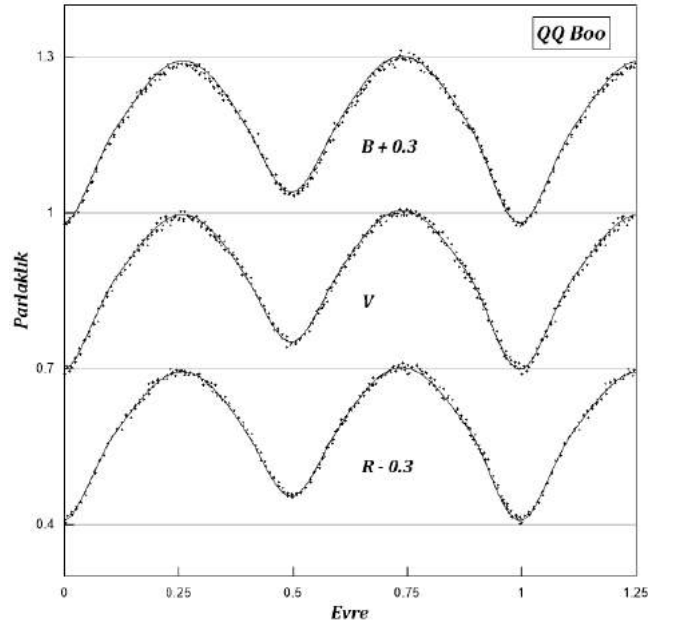
★ sedakaptan@gmail.com

Çizelge 1. QQ Boo, gözlem zamanları (HJD+2456000).

Filtreler		B			V			R				
Gözlem Tarihi	Başlangıç	Bitiş	Poz Süresi (sn.)	Görüntü Sayısı	Başlangıç	Bitiş	Poz Süresi (sn.)	Görüntü Sayısı	Başlangıç	Bitiş	Poz Süresi (sn.)	Görüntü Sayısı
3.3.2013	355.35101	55.58918	120	98	355.35214	355.58979	60	96	355.35276	355.59017	30	91
4.3.2013	356.38110	56.61747	120	87	356.38223	356.62133	60	89	356.38285	356.62193	30	83
5.3.2013	357.37038	57.62084	120	89	357.37152	357.61925	60	91	357.37213	357.61986	30	90
12.3.2013	364.39414	64.65171	120	23	364.39527	364.6474	60	21	364.39588	364.65344	30	26
17.3.2013	369.34304	69.42191	120	30	369.34417	369.42304	60	28	369.34479	369.42093	30	28
17.4.2013	400.33403	00.55315	120	71	400.33525	400.55428	60	71	400.33594	400.55217	30	70
18.4.2013	401.30081	01.59998	120	99	401.30195	401.59839	60	102	401.30255	401.59901	30	103



Şekil 2. QQ Boo, R bandı gözlem görüntüsü.



Şekil 3. QQ Boo, B-V-R gözlemsel ve teorik ışık eğrisi.

Çizelge 2. Yıldızların koordinat bilgileri.

Yıldız	α	δ
V342 Dra	15 53 02.364	+55 04 31.47
TYC 3870 72	15 53 26.4995	+54 56 26.015
GSC 3873 1697	15 52 30.849	+55 02 45.38

tirilmiştir. Elde edilen CCD görüntüleri C-Munipack programı ile indirgenmiştir. Gözlemler Mart - Nisan 2013 tarihleri arasında toplam 7 gecede yapılmıştır. Gözlem gecelerine ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

3 Sıcaklık Tayini

Baş bileşenin sıcaklığını tayin edebilmek için Wang (1994) tarafından ortaya konulan renk-periyot ilişkisinden yararlanılmıştır. A ve W tiplerinden oluşan 22 yıldız ile yaptığı çalışmada ortaya çıkan bağıntı şu şekildedir:

$$(B - V)_0 = 0.077 - 1.003 \log P \text{ (gün)} \quad (1)$$

Burada, $(B - V)_0$ sistemin öz rengi; P ise gün mertebesinde sistemin periyodudur. (1) numaralı bağıntıdan elde edilen değer,

Drilling ve Landolt (2000) tarafından hazırlanan renk - sıcaklık kalibrasyon tablosunda 5790K sıcaklığa denk gelmektedir. Bu sıcaklık, sistemin baş bileşenine aittir.

4 Fotometri ve Işık Eğrisi Analizi

Sistemin ışık eğrisi, diferansiyel fotometri yöntemi (değişen yıldız parlaklığı - mukayese yıldız parlaklığı) kullanılarak elde edilmiştir. Bu yöntemde kullanılan hedef, mukayese ve denet yıldızların bilgileri Çizelge 2'de, R bandı gözlem görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir. QQ Boo'nun hesaplanan minimum zamanları ise Çizelge 3'de yer almaktadır.

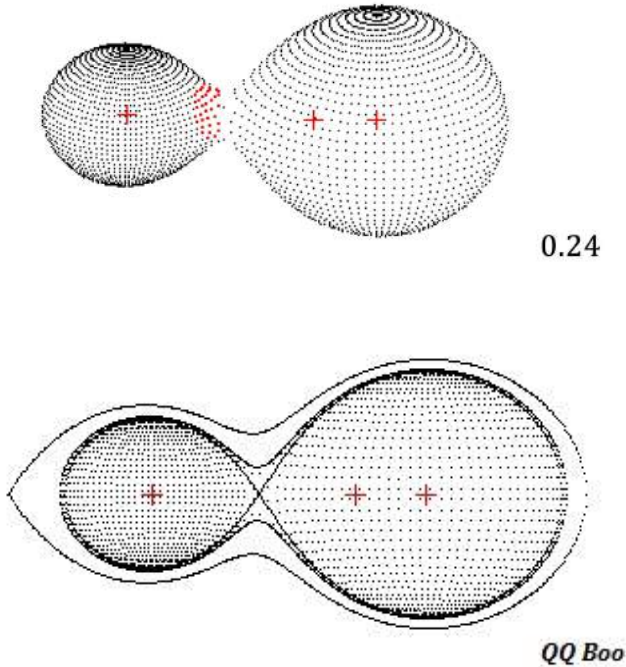
0.75 evresine göre normalize edilmiş üç renk (B-V-R) ışık eğrisinin analizi, Wilson ve Devinney (1971) tarafından yazılan programın WD96 sürümüyle yapılmıştır. Farklı yapıdaki sistemler için farklı tür modlar içeren programda, W UMa türü sistemler için hazırlanmış "Mod3" kullanılmıştır. Sistemin maksimum parlaklık seviyeleri arasında fark gözlenmiştir. O'Connell etkisi sebebiyle lekeli çözüme gidilmiştir. Gözlemlerden elde edilen üç renk ışık eğrisi ve çözümden elde edilen teorik eğrilerin birleştirilmiş hali Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. QQ Boo, minimum zamanlar.

B		V		R	
Min I (HJD 2456?)	Min II (HJD 2456?)	Min I (HJD 2456?)	Min II (HJD 2456?)	Min I (HJD 2456?)	Min II (HJD 2456?)
356.41600 ± 0.00029	355.44860 ± 0.00024	356.41570 ± 0.00060	355.44820 ± 0.00033	356.41590 ± 0.00030	355.44840 ± 0.00030
357.52200 ± 0.00016	356.55390 ± 0.00027	357.52170 ± 0.00032	356.55370 ± 0.00022	357.52190 ± 0.00015	356.55410 ± 0.00028
400.37590 ± 0.00007	357.38410 ± 0.00028	364.43400 ± 0.00061	357.38320 ± 0.00036	364.43460 ± 0.00053	357.38330 ± 0.00034
401.48120 ± 0.00063	400.51480 ± 0.00043	369.41050 ± 0.00034	400.51450 ± 0.00045	369.41070 ± 0.00034	400.51450 ± 0.00057
	401.34300 ± 0.00038	400.37620 ± 0.00040	401.34240 ± 0.00085	400.37540 ± 0.00042	401.34260 ± 0.00072
			401.48140 ± 0.00034		401.48150 ± 0.00028

Çizelge 4. QQ Boo, çözüm parametreleri.

Parametreler	B-V-R	Parametreler	B-V-R
T1(K)	5790	A1 = A2	0.5
T2(K)	5350 ± 0.00060	g1 = g2	0.32
$\Omega_1 = \Omega_2$	6.324 ± 0.01171	r1(pole)	0.281732 ± 0.000296
$q = m_2/m_1$	2.88256 ± 0.00802	r1(side)	0.294955 ± 0.000345
f (fillout, %)	%22	r1(back)	0.335600 ± 0.000558
Pshift	-0.0042 ± 0.00014	r2(pole)	0.453617 ± 0.000686
i (°)	68.034 ± 0.11927	r2(side)	0.488243 ± 0.000952
l3	%11	r2(back)	0.51765 ± 0.001293
L1(B,V,R)	3.8702 ± 0.02583	$\Sigma(O-C)^2$	0.161939
	3.7449 ± 0.02491	Leke Parametreleri	
	3.6481 ± 0.02262	Enlem (ϕ)	81°.01
L2(B,VR)	6.5809	Boylam (θ)	349°.2
	6.7537	Açısal Çap (α)	19°.2
	6.8764	Sıcaklık Faktörü (T)	0.851



Şekil 4. QQ Boo sisteminin modeli.

5 Sonuç

Baş bileşenin sıcaklığı 5790K olan QQ Boo sisteminin ışık eğrisi analizi sonucunda ikinci bileşenin sıcaklığının 5350K

olduğu hesaplanmıştır. Dikkat çeken bir parametre, 2.88 olarak bulunan sistemin kütle oranıdır. İkinci bileşen birinci bileşene göre daha kütleliken daha soğuktur. Bu durum, sistemin ışık eğrisinde derin minimumun "örtme" ile oluştuğu W-alt tipi olduğunu göstermektedir. O'Connell etkisi göz önünde bulundurulmuş yapılan çözümde, konvektif yüzeyde manyetik alan etkinliğinden oluşan, bileşenlerin değme noktasına yakın ($\phi = 81^\circ.01; \theta = 349^\circ.2$) soğuk bir leke tespit edilmiştir. Roche lobi doluluk oranı %22 olan sistemin ışık eğrisine %11 oranında üçüncü ışık etkisi vardır. İlk kez bu çalışma ile elde edilen QQ Boo sisteminin çözüm parametrelerine ait bilgiler Çizelge 4'de, sistemin modeli ve eşpotansiyel yüzeyleri Şekil 4'de verilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin, 39319 ve 3685 numaralı projeleri ile desteklenmiştir. Bu çalışmanın yazarlarından SK, katkılarından dolayı İstanbul Üniversitesi ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi öğretim üye ve elemanlarına teşekkür eder.

Kaynaklar

- Binnendijk, L.: , The orbital elements of W Ursae Majoris systems. *Vistas in Astronomy*. **12** (1970) 217–256
- Çalışkan, Ş., Latković, O., Djurašević, G., Özavcı, İ., Baştürk, Ö., Cséki, A., Şenavcı, H.V., Kılıçoğlu, T., Yılmaz, M., Selam, S.O.: PHOTOMETRIC ANALYSIS OF OVERCONTACT BINARIES AK HER, HI DRA, V1128 TAU, AND V2612 OPH. *The Astronomical Journal* **148** (2014) 126
- Drilling, J.S., Landolt, A.U.: , Normal Stars. Allen's astrophysical quantities, 4th ed. Edited by Arthur N. Cox. **381** (2000) ISBN: 0-387-98746-0.

- Khruslov, A.V.: New Short Periodic Eclipsing Binaries. PZP. **6** (2006) 16
- Li, L., Han, Z., Zhang, F.: Structure and evolution of low mass W UMa type systems. MNRAS **351** (2004) 137–146
- Milone, E.F., Chia, T.T., Castle, K.G., Robb, R.M., Merrill, J.E.: RW Comae Berenices.I.Early Photometry and UBV Light Curves. The Astrophysical Journals Supplement Series **43** (1980) 339–364
- Samec, R.G., Terrell, D.: YZ Phoenicis: Photometric Study of a W UMa Binary Near the Short-period Limit. Publications of the Astronomical Society of the Pacific **107** (1995) 427–442
- Shaw, J.S.: Near-contact binaries. OCR **65** (1994) 95
- Skelton, P.L., Smith, D.P.: Modelling of W UMa-type variable stars. SAJS **105** (2009) 120
- Wang, J.M.: The thermal relaxation oscillation states of contact binaries. ApJ. **434** (1994) 277–282
- Wilsey, N.J., Beaky, M.M.: Revisiting the O'Connell Effect in Eclipsing Binary Systems. The Society for Astronomical Sciences 28th Annual Symposium on Telescope Science **28** (2009) 107
- Wilson, R.E., Devinney, E.J.: Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni The Astrophysical Journals **166** (1971) 605–619
- Woźniak, P.R., Vestrand, W.T., Akerlof, C.W., Balsano, R., Bloch, J., Casperon, D., Fletcher, S., Gisler, G., Kehoe, R., Kinemuchi, K., Lee, B.C., Marshall, S., McGowan, K.E., McKay, T.A., Rykoff, E.S., Smith, D.A., Szymanski, J., Wren, J.: NORTHERN SKY VARIABILITY SURVEY: PUBLIC DATA RELEASE. The Astronomical Journal **127** (2004) 2436–2449

Erişim:

O34-1740: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

SR ve Mira Yıldızlarında Renk Bağlılıkları

Yavuz Güney^{1*}, Cahit Yeşilyaprak^{2,3}

¹Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

³Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

Özet

Yarı Düzenli (SR) ve Mira türü değişen yıldızlar için periyot-renk, renk-renk bağlantıları ile etkin sıcaklık-kütle kaybı ilişkileri tartışılmıştır. SR yıldızları, özellikle kırmızı ötesi renklerde belirgin periyot-renk bağlantıları göstermektedir. Renk bağlantıları yardımıyla, SR ve Mira türü değişen yıldızlar arasında da farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıklara kütle kayıp oranları ve etkin sıcaklıklarının neden olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: stars: late-type, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Sonuçlar

SR'ler çizgisel bir bağlantı etrafında toplanmışken, Miraların bu çizgisel bağlantıdan daha çok saptığı tespit edilmiştir. SR tipi yıldızlarda, bu bağlantıdan çok fazla sapanların muhtemel nedenleri, ya değişim tipi tam tespit edilemeyen SR ve Mira gibi davranan farklı kipte zonklayan kırmızı yıldızlardır ya da Mira tipi yıldızlara geçiş evresinde gibi davranan SRa yıldızlarıdır. Mira tipi değişen yıldızların ise daha belirsiz dağılımlar gösterdiği ortaya çıkmıştır. Buna karşın, SR ve Mira tipi yıldızların renk bağlantılarında kolayca ayırt edilebilmelerinin mümkün olduğu da görülmüştür.

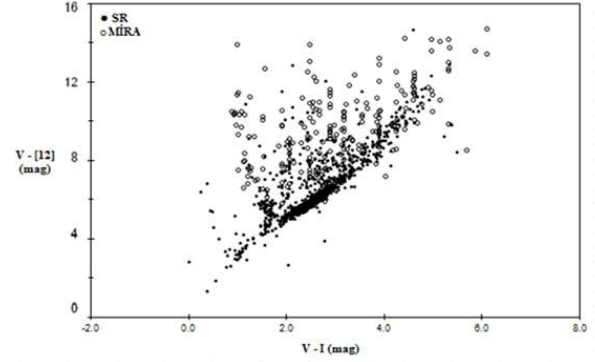
SR tipi değişen yıldızlar için (○) ile gösterilen saçılmış yıldızlar çıkarıldıktan sonra, (●) ile gösterilen yıldızların (V-I) - (V-[12]) renginde (Şekil-1) bulduğumuz bağlantı, Eşitlik 1.1'de verilmiştir.

$$(V - [12]) = 1.85(V - I) + 1.46 \quad (1)$$

Hipparcos Kataloğu'nda (ESA 1997) SR türü değişen yıldızların iki farklı renk dağılımı ((B-V) - (V-I)), Şekil-2'de verilmiştir. Şekil-2'de görülen yıldızların tamamının SR tipi ve kırmızı yıldız olmasına rağmen, özellikle M ve S tayf türündeki SR yıldızları, diğer tayf türlerindeki (F, G, K, C, N ve R) SR yıldızlarının oluşturduğu çizgisel bağlantıdan sapmakta ve çok farklı bir dağılım göstermektedir. S tayf türü SR yıldızlarının sayısı oldukça azdır ve incelemek için yeterli değildir. M tayf türü yıldızların bu özelliği daha önce Aslan ve Yeşilyaprak (2000a) tarafından ortaya çıkarılmış, M tayf türü SR yıldızlarının mutlak parlaklıklarının incelendiği çalışmada belirtilmiştir. SR sınıfı yıldızlar içinde özellikle M tayf türü yıldızların gösterdiği farklı iki renk dağılımı, Mira tipi ve düzensiz değişim gösteren (L tipi) yıldızlar için de benzerdir. Sadece, Mira tipi değişen yıldızlarda dağılım daha fazladır. SR tipi değişen yıldızlardaki gibi mükemmel değildir. Değişim tipine (SR, Mira ve L) bakılmaksızın, iki renk diyagramında M tayf türü yıldızlar diğer kırmızı yıldızlardan (K, C, N, R ve S) farklı bir dağılıma sahiptirler.

SR ve Mira türü değişen yıldızların periyot-renk (P - (V-I)) dağılımı, Şekil-3'de verilmiştir.

(V-I) renginde Mira ve SR tipi yıldızlar arasında belirgin bir fark bulunmaktadır. SR ve Mira yıldızları 2 ayrı grup oluşturacak şekilde dağılmışlardır. Uzun periyoda sahip SR yıldızları ile



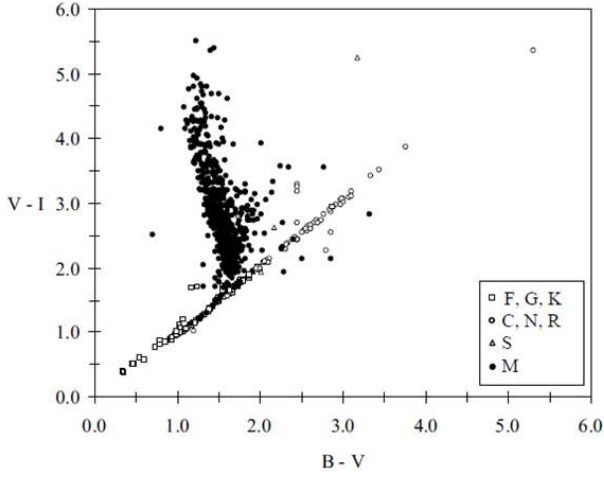
Şekil 1. SR ve Mira türü değişen yıldızların renk-renk ((V-I) - (V-[12])) dağılımı.

Mira yıldızlarının aynı dağılıma sahip olmalarının temel nedeni ise, bazı SR yıldızlarının hem SR hem Mira tipi yıldız gibi zonklama özelliklerine sahip olmaları, zonklama kipi değiştiren bazı çoklu periyoda sahip SR yıldızlarının uzun periyotlarında Mira tipi yıldızlar gibi davranmalarındadır. Mira yıldızları için, renk eksenindeki sapma, renkten yarıçap hesaplamasında hatalara neden olur. Bunun nedeni, Miraların geniş atmosfere sahip olmasından dolayıdır. Periyot saçılmasındaki sapma ise, daha uzun periyoda sahip SR'lerde olduğu içindir.

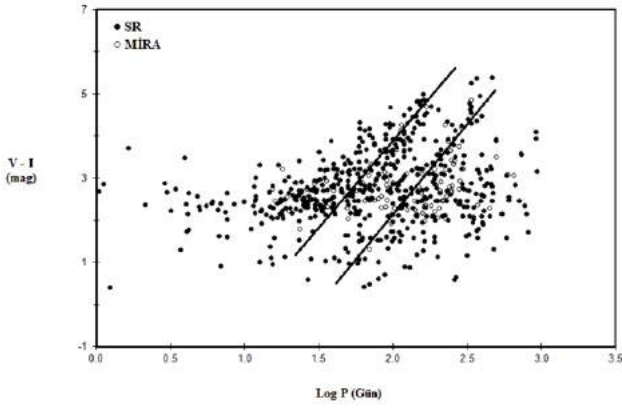
(V-K) ve (Hp-K) renk bağlantıları da SR ve Mira tipi yıldızlar için Şekil-3'deki (V-I) bağlantısına çok benzemektedir. Ayrıca, (V-K) - Teff dağılımı, Şekil-4'de verilmiştir. Etkin sıcaklık ile ilişkili bütün kırmızı ve kırmızı ötesi renklerden çıkan sonuç; SR yıldızlarının etkin sıcaklıkları yaklaşık olarak 2500-4000 K arasında değişmektedir. Bu sıcaklık aralığı, daha önce Bessell et al. (1989) tarafından Mira yıldızları için bulunduğu sıcaklık değerleri ile uyum içindedir. Etkin sıcaklık farklılıklarında ve yıldız atmosferinin genişlemesinde, H₂O soğurma bandının kuvvetli olması etkindir (Kerschbaum and Hron 1994). Etkin sıcaklık, SR yıldızlarında birden fazla kırmızı ve kırmızı ötesi renk ile ifade edilebilmektedir. Bu yıldızların atmosferlerindeki değişimlere duyarlı renkler ise (J-K) ve (H-K) renkleridir (Barthes et al. 1999).

SR tipi yıldızlar için rengi ile etkin sıcaklık arasında belirgin

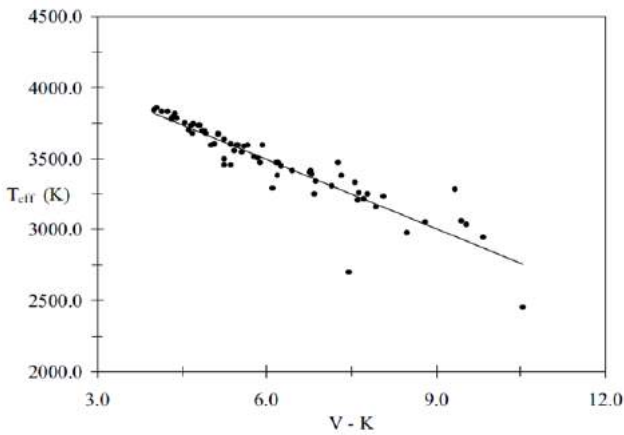
* ygüney@atauni.edu.tr



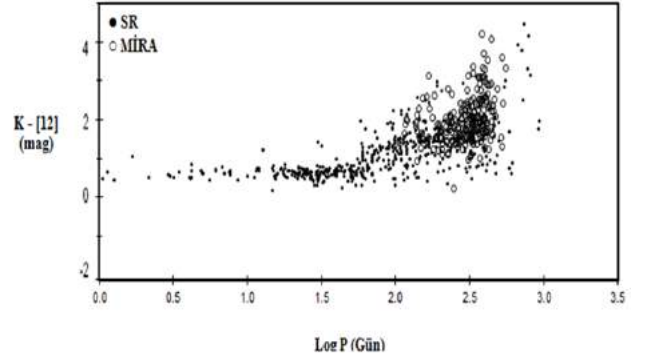
Şekil 2. SR Yıldızları için (B-V) - (V-I) renk dağılımı.



Şekil 3. SR ve Mira türü değişen yıldızlar için P - (V-I) dağılımı



Şekil 4. SR türü değişen yıldızlar için (V-K) - Teff bağıntısı.



Şekil 5. SR ve Mira türü değişen yıldızlar için P - (K-[12]) dağılımı.

çizgisel bağıntıya yakın bir bağıntı görülmektedir. Saçılmaların nedeni, etkin sıcaklık ölçümlerindeki farklılıklardan veya renk tespitindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Miralarda ise çizgisel bir bağıntı yoktur. Bunun nedeni; Miraların atmosferlerinden kaynaklanmaktadır. Mira türü değişen yıldızların P - (K-[12]) dağılımı, Şekil-5'de verilmiştir.

Şekil-5'de çizgisel bağıntıdan çok, $K-[12] > 0.75$ renk değerine sahip SR yıldızlarının çoğunda belirli bir periyot değerinden (60 - 70 gün) sonra, $K-[12]$ renk değerlerinde ani artış görülmektedir. Kırmızı ötesi periyot-renk ve periyot-değişim genliği bağıntılarından, 60 - 70 gün periyot aralığının, SR'ler için büyük ölçüde kütle kaybı sınırı olabileceği tespit edilmiştir (Yeşilyaprak and Aslan 2004). Van Der Veen et al. (1988) yaptıkları çalışmalarda; bu renklerin kırmızı yıldızların kimyasal yapılarını ortaya çıkarmada etkili olduklarını iddia etmişlerdir. Bu renk diyagramlarındaki saçılmış yıldızların büyük bölümünün özellikle kütle kaybı oranlarının büyük olduğu düşünülmektedir.

Whitelock et al. (2000) in çalışmasında, büyük kütle kaybı gösteren yıldızların çoğunun uzun periyotlara sahip oldukları, düşük kütle kaybı oranlarına ise kısa veya uzun her tür periyoda sahip yıldızlarda görülebileceği belirtilmiştir. Kütle kaybı ile özellikle $K-[12]$ ve $[12]-[25]$ renkleri arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir (Van Der Veen ve Habing 1988, Olofsson et al. 1990, Whitelock et al. 1994, Izumiura et al. 1996, Whitelock et al. 2000, Josselin et al. 2000, Knapp et al. 2001). Bu ilişkilere göre; kütle kaybı oranı arttıkça ve yıldızı saran toz zarfı kalınlaştıkça, $K-[12]$ renk değeri de artmaktadır (Kerschbaum and Hron 1994).

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aslan, Z., Yeşilyaprak, C.: M Tipi Yarı Düzenli Değişen Yıldızların Salt Parlaklıkları. XI. Ulusal Astronomi Toplantısı (2000a) 168-171.
- ESA: The Hipparcos and Tycho Catalogues (CD ROM). ESA Publications Division (1997).
- Feast, M.W.: The pulsation, temperatures and metallicities of Mira and semiregular variables in different stellar systems. MNRAS 278 (1996) 11-21.
- Izumiura, H., Hashimoto, O., Kawara, K.: A Detached Dust Shell Surrounding The J Type C Star Y CVn. 315 (1996) L221-L224.

- Josselin, E., Blommaert, J. A. D. L., Groenewegen, M. A. T.: Observational Investigation of Mass Loss of M Supergiants. 357 (2000) 225-232.
- Kershbaum, F., Hron, J.: SR variables of types Sra and SRb new JHKLM-photometry for 200 stars. 106 (1994) 397-411.
- Knapp, G.R., Pourbaix, D., Jorissen, A.: Reprocessing the Hipparcos data for evolved giant stars. II. Absolute magnitudes for the R type C stars. 371 (2001) 222-232.
- Olofsson, H., Carlström, U., Eriksson, K.: Bright C Stars with Detached Circumstellar Envelopes – A Natural Consequence of He Shell Flashes. 230(1990) L13-L16.
- Van Der Veen, W. E. C. J., Habing, H. J.: The IRAS Two-Colour Diagram as a Tool for Studying Late Stages of Stellar Evolution. 329 (1988) 971-985.
- Whitelock, P.A., Menzies, J., Feast, M., Marang, F., Carter, B., Roberts, G., Catchpole, R., Chapman, J.: High mass AGB-stars in the South Galactic CAP. MNRAS 267 (1994) 711-742.
- Whitelock, P., Feast, M.: Hipparcos parallaxes for Mira-like long-period variables. MNRAS 319 (2000) 759-770.
- Yeşilyaprak, C., Aslan, Z.: Period-luminosity relation for M-type semiregular variables from Hipparcos parallaxes. MNRAS 355(2004) 601-607.

Erişim:

O34-1745: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Uzaklık Belirteci Mira Değişenleriyle Yeni Bir Ölçüm Cetveli

Deniz Birol Gökçe¹★

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı, İstanbul, Türkiye

Özet

Günümüze kadar yapılan birçok çalışmada Büyük Magellan Bulutu (LMC) ve Gökadamızdaki Miralar için birbiriyle uyumlu ama farklı dönem-ışıtma-renk (*PLC*) bağıntıları verilmiştir. Sayı ve duyarlık bakımından artan gözlemsel verilere rağmen farklı çalışmalarda sınırlı sayıda ve değişik sınıflandırmalarla seçilen Miralar kullanılmıştır. Elde edilen bağıntılar arasındaki farklar buna bağlıdır. Yapılan çalışmada Gökadamızda SIMBAD veritabanında tanımlı 10837 Mira değişeni literatürdeki kataloglar ve güncel gökyüzü taramalarıyla eşleştirilerek çok büyük sayıda yıldız içeren bir örnek oluşturulmuştur. Farklı ışıkölçüm sistemlerine ait veri içeren örnekten *PLC* bağıntıları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: distances, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Mira değişenleri, Hertzsprung-Russel (HR) diyagramında as-
imptotik dev kolu boyunca uzanan zonklayan uzun dönemli de-
ğişen yıldızlardandır. Temel olarak dönemleri 100 ile 700 gün
arasında kabul edilen Miraların kütleleri 0.5 ile 3 M_{Gunes} , K filt-
resindeki salt parlaklıkları $-5 < M_K < -7$ arasındadır (Wood
1995). Ortalama bir Mira değişeni 1 M_{Gunes} kütlesi yöresin-
dedir. Zonklama süresince kütle kaybı da gerçekleşir. Bunun
nedenlerinin başında zonklama sonucu atılan kabuk gelir. Wh-
itelock (1995) Mira yıldızlarının astrofizik açısından önemini
birçok sebeple belirtirken uzaklık belirteci olmalarının ve do-
layısıyla gökada yapısı araştırmalarında kullanılabilecek araçlar
olduklarının altını çizmiştir. Bu özellikleri dönem-ışınım (*PL*) ve
dönem-ışınım-renk (*PLC*) bağıntılarının varlığına dayanmakta-
dır. İlk defa Gerasimovic (1928), Miraların dönem-ışınım (görsel)
bağıntısı gösterdiklerini öne sürmüştür. Gyllenberg (1929,
1930), Osvalds ve Risley (1961) ve Clayton ve Feast (1969) bu
bağıntıyı onaylamakla birlikte daha da geliştirmişlerdir ancak bu
bağıntılarda dönemlere karşılık gelen görsel parlaklıklarda yak-
laşık $0^{m.5}$ gibi büyük bir saçılma görülmektedir. Mira yıldızları
yakın komşuluktaki uzaklıkları iyi bilinenleri ile kalibre edilerek
daha ötedekilerin uzaklıklarının hesaplanmasında kullanılabilir.
Fotomerik olarak daha az saçılma gösterdikleri uzun dalgaboy-
larındaki bandların kullanılması avantaj sağlamaktadır. Yakın
geçmişte Büyük Magellan Bulutunda (LMC) gözlenen Mira-
lardan kırmızıötedede çeşitli *PL* bağıntıları elde edilmiştir (Glass
ve Lloyd 1981; ?; Feast ve ark. 1989). Glass ve Lloyd (1981)
LMC de gözlenen 12 Mira değişenine ilişkin M_{bol} için $0^{m.11}$
gibi küçük bir saçılma gösteren *PL* bağıntısını hesaplamışlar-
dır. Diğer bir çalışma da MACHO veritabanından faydalanan
Glass ve Lloyd (2003) LMC deki seçili 26 Miranın ışık eğri-
lerini analiz ederek *K* filtresi ve tüm ışınım parlaklıkları için
PL bağıntılarını elde etmişlerdir. Çalışmalarındaki artıkların orta-
yaya çıkma nedeni olarak tamamlanmamış ışık eğrileri ve de
gözlemlerde kullanılan açıklığın içine fazladan yıldız girmesiyle
ışıkölçümünün etkilenmesi ihtimalinden bahsedilmiştir.

2 Veri ve Yöntem

Günümüze kadar yapılan birçok çalışmada LMC ve gökadamız
için birbiriyle uyumlu ama farklı *PL* bağıntıları verilmiştir. Göz-
lemlerin gelişmesiyle standart sapmalar azalırken her bir çalışma
için kullanılan seçilmiş Miraların sayılarının sınırlandırılması ve
bu yıldızların çalışma gruplarına göre değişik yıldızlardan se-
çilmesi bağıntılar arasındaki küçük farkları açıklayabilmektedir.
Yapılan ön çalışmada SIMBAD veritabanında tanımlı 10837
Mira değişeni olduğu bulunmuştur. Bu doktora tez çalışmasın-
da bu büyük sayıdaki Mira yıldızları içinden birçok kırmızıöte
gökyüzü taramalarındaki veriyi eşleyerek olabildiğince çok yıldız
içeren bir örnekle çalışılacak ve literatürden çok daha hassas bir
PL bağıntısı elde edilmesi planlanmaktadır. Tez çalışmasında ilk
olarak kullanılması planlanan yıldızların literatürdeki tüm para-
metreleri toplanarak Gökadamızdaki Mira yıldızlarının kapsamlı
bir katalogu yapılacak ve bu katalog elektronik olarak yayınlana-
caktır. Uzaklığı iyi bilinen Mira yıldızların Two-Micron All
Sky Survey (2MASS), UKIRT Infrared Deep Sky Survey (UK-
IDSS), Wide-field Infrared Survey (*WISE*) ve Sloan Digital
Sky Survey (SDSS) kırmızıöte verileri elde edilecektir. 10837
Mira değişeninden 442 tanesinin 2MASS verisi ve iyi bilinen
uzaklıkları bulunmuştur.

3 Sonuç

Ön çalışmada 442 tane Mira değişeninin ışıma gücü-dönem il-
işkisi araştırılmıştır. Şekil 1'den de görüleceği gibi, Mira de-
ğişenlerinin mutlak parlaklıkla dönem arasında lineer bir ilişki
vardır:

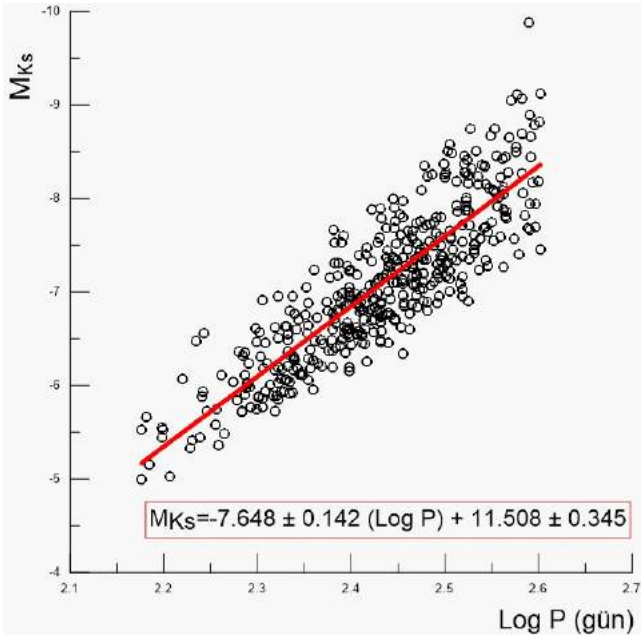
$$M_{K_s} = -7.648 \pm 0.142(\text{Log}P) + 11.508 \pm 0.345. \quad (1)$$

Mira değişenlerinin dağılımındaki kalınlığın nedeni 2MASS ve-
rilerinin tek epok gözlemine dayanması olabilir.

Teşekkür

Bu araştırmada 2MASS, NASA/IPAC Infrared Science Archive
(<http://irsa.ipac.caltech.edu/>), NED (NASA/IPAC Ext-
ragalactic Database, <http://ned.ipac.caltech.edu/>)'daki
veriler kullanılmıştır.

★ gokce.denizbirol@gmail.com



Şekil 1. 442 Mira değişeninin M_{Ks} -dönem dağılımı.

Kaynaklar

- Clayton, M. L. & Feast, M. W. 1969, Mon. Not. R. Astr. Soc., 146, 411
- Feast M. W., Glass I. S., Whitelock P. A., Catchpole R. M. 1989, MNRAS, 241, 375
- Gerasimovic, B.P. 1928, The Absolute Magnitudes of Long Period Variable Stars, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 14, Issue 12, pp. 963-968
- Glass, I.S., Lloyd Evans, T. 1981, Nature, 291, 303
- Glass, I.S., Feast, M. W. 1982, MNRAS, 198, 199
- Glass I. S., Lloyd Evans T. 2003, MNRAS, 343, 67
- Gyllenberg, W., 1929, Lund Medd Ser. II, No53
- Gyllenberg, W., 1930, Lund Medd Ser. II, No54
- Osvalds, V., Risley, A.M. 1961, Pubs Leander McCormick, 11, 147.
- Whitelock P., 1995, in Stobie R. S., Whitelock P. A. eds, ASP Conf. Ser. Vol. 83, Astrophysical Applications of Stellar Pulsation. Astron. Soc. Pac., San Francisco, p. 165
- Wood, P. 1995, in Stobie R. S., Whitelock P. A., eds, ASP Conf. Ser. Vol. 83, Astrophysical Applications of Stellar Pulsation. Astron. Soc. Pac., San Francisco, p. 127

Erişim:

O34-1750: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Galaktik Yapı Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Yarını

Serap Ak¹★

¹*Istanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye*

Özet

Fotometrik, tayfsal ve astrometrik yöntemler ile incelenmesine rağmen, Galaksimizin oluşumu, evrimi ve yapısı hakkında hala tam bir görüş birliğine varılamamıştır. Galaksimizin yapısının incelenmesinde hem galaksi-dışı astronomiden hem de yıldız popülasyonlarından yararlanır. Bu amaçla çeşitli galaksi modelleri oluşturulmuştur. Teleskobun icadından sonra yapılan ve gelenekselleşen yıldız sayımı analizleri Galaksimizin temel yapısının anlaşılmasını sağlamıştır. 2000'li yıllardan itibaren de yeni fotometrik ve tayfsal gökyüzü taramalarıyla duyarlı veriler elde edilerek Galaksimizin yapısı hakkında ayrıntılı bilgiye ulaşılmıştır. 2013'te fırlatılan *GAIA* uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Galaxy: structure, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Galaksi, kütle çekimiyle birbirine bağlı milyarlarca yıldızdan, gaz ve tozdan oluşan bir yapıdır. Gece gökyüzünde aletsiz görülen çoğu nesne Galaksimiz Samanyolu'na aittir. Samanyolu, gökyüzünde boydan boya uzanan sönük bir kuşak olarak görünür. Eski Yunanlılar bu puslu kuşağı *sütlü çember* anlamına gelen *galaxies kuklos*, Romalılar sütlü yol anlamına gelen *via lactae* olarak adlandırmışlardır.

Uzaklık ölçümlerinin zorluğundan, merkeze doğru baktığımızda gaz ve tozdan ve içeride olduğumuzdan Galaksimizin yapısını belirlemek zordur. Galaksimizin yapısının incelenmesinde hem galaksi-dışı astronomiden hem de yıldız popülasyonlarından yararlanır. Galaksimizin yapısı; fotometrik, tayfsal ve astrometrik yöntemler ile incelenebilir. Ayrıca, radyo bölgesinden gama ışınlarına kadar elektromanyetik tayfın her bölgesinde farklı nesnelere incelenerek Galaksimizin yapısı araştırılabilir. Galaksimizin yapısını ortaya koymak için çeşitli galaksi modelleri oluşturulmuştur. Modellerdeki parametreler gözlemler yardımı ile tayin edilir. Gözlemsel bulguların fiziksel bir anlamının olması için modeller ile uyumlu olmaları gerekir. 2000'li yıllarda başlayan SDSS, 2MASS, *WISE* ve diğerleri gibi yeni fotometrik ve tayfsal gökyüzü taramaları, Galaktik yapı çalışmalarını için duyarlı veriler sağlayarak Galaktik yapının anlaşılmasına katkıda bulunmuştur. 2013'te fırlatılan *GAIA* uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır.

2 Galaktik Yapı Araştırmalarında Yıldız Sayımları

Bir teleskop ile Samanyolu'nu inceleyen ilk astronom Galileo, Samanyolu'nun sayısız yıldızlardan oluştuğunu keşfetti. 1780'li yıllarda William ve Caroline Herschel, gökyüzünü bölgelere ayırıp, bu bölgelerin her birindeki yıldızları sayarak Güneş'in Galaksimizdeki yerini çıkarmaya çalıştı. Samanyolu boyunca, aynı yıldız yoğunlukları buldular ve Güneş'in Galaksimizin merkezinde olduğu sonucuna ulaştılar.

20. yüzyılın başlarında, Hollandalı astronom Kapteyn Güneş'ten itibaren çeşitli doğrultularda yıldız yoğunluğunu ve

uzaklıklarını hesaplayarak Güneş'in Galaksimizdeki yerini bulmaya çalıştı. Kapteyn'e göre Samanyolu, yaklaşık 10 kpc çapında ve 2 kpc kalınlığındadır, Güneş merkez civarında bulunmaktadır. Hem Herschel hem de Kapteyn Güneş'in Galaksimizin merkezinde olduğu fikrinde yanıldılar.

Kapteyn yıldızların yerlerini inceleyerek Galaksimizde Güneş'in yerini belirlemeye çalışırken Shapley küresel kümeleri kullanarak aynısını yapmaya çalışıyordu. Küresel kümeler Kapteyn'in incelediği yıldızlardan çok daha uzaktı. **Shapley (1917)** o zamana kadar bilinen 93 küresel kümenin doğrultuları ve uzaklıkları ile ilgili araştırmasının sonuçlarını yayımladı. Kümelerin gökyüzünde eşit dağılmadıklarını, merkezinde Yay takımyıldızının bulunduğu bir bölgede daha fazla bulduklarını gösterdi. Galaksimizin ~100 kpc çapında ve Güneş'in de Galaksi merkezine ~15 kpc uzaklıkta olduğunu buldu.

1920'lerde, Oort ve Lindblad Güneş'e yakın çok sayıda yıldızın hareketlerini inceleyip Güneş'ten olan doğrultularına bağlı olarak hızlarının farklı olduğunu buldular. Galaksi merkezinden uzaklaştıkça hızların azaldığını gördüler. Onlar da Shapley gibi, Galaksinin merkezinin Yay doğrultusunda binlerce ışık yılı uzaklıkta olduğu sonucuna ulaştılar.

1910'ların sonunda evrenin büyüklüğü ve sarmal bulutsuların doğası hakkında iki karşıt görüş vardı. 1920'de Amerika'da yapılan "Ulusal Bilimler Akademisi" toplantısında karşıt görüşlerin temsilcileri olan Shapley ve Curtis arasında bir tartışma yapıldı. Shapley, Samanyolu'nun çok büyük olduğunu ve bu nedenle bulutsuların Samanyolu'na ait olduklarını söyledi. Samanyolu'nun çok daha küçük olduğunu söyleyen Kapteyn modeline inanan Curtis ise bulutsuların Samanyolu'nun ötesinde ayrı birer galaksiler olduğunu söyledi. **Hubble (1925)**, Andromeda galaksisindeki Sefid değişenlerini gözleyerek Andromeda'nın uzaklığını belirledi ve bu tartışmayı sona erdirdi.

Trumpler (1930), yıldız kümeleri ile ilgili çalışmalarında uzak kümelerin beklenildiğinden daha sönük gördüklerini keşfetti. Sonuç olarak, Trumpler yıldızlararası uzayın mükemmel bir vakum olmadığını, uzak yıldızlardan gelen ışığı absorblayan toz ortamı olduğunu sonucunu çıkardı. Yıldızlararası tozun keşfi, hem Herschel ve Kapteyn hem de Shapley, Oort ve Lindblad'ın sonuçları arasındaki uyumsuzluğu çözdü. Herschel ve Kapteyn'i yanılta bu yıldızlararası sönükleşme idi.

Galaksimizin yapısının incelenmesinde yararlanan yıldız

★ akserap@istanbul.edu.tr

popülasyonları kavramını Baade (1944) ortaya atmıştır. Güneş civarındaki yıldızlarla küresel kümelerin yapısında farklılık göreyerek Güneş civarındaki yıldızlar için Popülasyon I, küresel kümeler için de Popülasyon II terimini kullanmıştır.

2000'li yıllara kadar, geleneksel yıldız sayımları analizi, Galaksimizin temel yapısının ve yıldız popülasyonlarının anlaşılmasını sağlamıştır. İlk geniş gözlemsel sistematik gökyüzü taraması, fotografik Basel Halo Programıdır (BHP; Becker 1965). 2000'li yıllarda Galaksimizin yüksek ayırma güçlü, hassas, büyük ölçekte sistematik olarak araştırılması için CCD tabanlı sayısal gökyüzü taramaları devreye girdi. SDSS, 2MASS, CADIS, BATC, DENIS, UKIDSS/VISTA, WISE gibi yeni taramalar Galaksimizin yapısı çalışmaları için daha hassas verilerin elde edilmesini sağlamışlardır. 2013'te fırlatılan GAIA uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır.

3 Galaksimizin Oluşum Modelleri

Galaksimizin oluşumunun ilk fiziksel modeli Eggen ve diğ. (ELS, 1962) tarafından ortaya atılmıştır. ELS, yıldız örneklerini kinematik olarak seçmişlerdir. UV artışı olmayan veya az olan yıldızların nispeten çember yörüngelerinde, UV artışı çok olan yıldızların ise daha uzakta ve elips yörüngelerde hareket ettiklerini, bu yıldızların Galaksimizin disk ve halosunu temsil ettiğini söylemişler ve Galaksimizin oluşumuyla ilgili bir hipotez oluşturmuşlardır. ELS, Galaksimizin çok büyük bir gaz kütesinin içe doğru çökmesiyle oluştuğunu ve çöktükçe metal bakımından zenginleştiğini, bu sürecin de 10^8 yılın birkaç katı zamanda oluştuğunu kabul etmişlerdir. Diğer taraftan ELS modeline zıt olan Galaksi'nin birleşme ile oluştuğu senaryosu, ilk kez, Searle ve Zinn (SZ, 1978) tarafından savunulmuştur.

SZ, Galaktik halodaki küresel kümeleri incelemiş ve bu cisimlerin metal bolluğunda bir farklılık ve metal bolluklarına göre de bazı kümelerin diğerlerinden daha yaşlı olduğunu görmüşlerdir. SZ, halodaki küresel kümelerin Galaksimizin hızlı çökmesinden daha uzun bir yaş dağılımı gösterdiğini keşfederek Galaksimizin daha uzun bir zaman aralığında oluştuğunu ifade etmişlerdir. Tek bir bulutun çökmesi yerine Galaktik halonun birkaç bulutun birleşmesiyle oluştuğunu önerdiler.

Galaksimizin belirli bir bileşeni için bir metal bolluğu gradiyentinin varlığı, bu bileşenin çökerek oluştuğuna, metal bolluğu gradiyentinin olmaması ise bu bileşenin çüce tipi galaksiler gibi büyük parçaların birleşmesi ile oluştuğuna dair bir delil olarak gösterilebilir.

4 Galaksimizin Modelleri

Galaksimizin yapısını ortaya koymak amacı ile çeşitli galaksi modelleri oluşturulmuştur. Galaksi modelleri, Galaksimizdeki uzay yoğunluklarını galaksi koordinatlarının bir fonksiyonu olarak ifade eden matematiksel formüllerdir.

Samanyolu Galaksisi için yapılan ilk model Bahcall ve Soineira (1980)'a ait iki bileşenli (disk ve halo) standart modeldir. Gilmore ve Reid (1983) Güney Galaktik Kutup doğrultusunda yaptıkları yıldız sayımı çalışmalarında, standart modelin gözlemler ile uyummadığını, ancak bu modele "kalın disk" adı verilen yeni bir bileşenin katılımı ile bunun sağlanabileceğini göstermişlerdir.

Son zamanlara kadar standart modelde ince disk bileşenine ait yoğunluk kanununun, Galaksi merkezinden radyal ve Galaksi düzlemine dik doğrultularda çift exponansiyelli bir fonksiyon ile

değiştirdiği kabul ediliyordu. Son yıllarda ise Galaksi modellerinde ince diskin yükseklik ölçeğini içeren matematiksel ifadenin parlak mutlak kadirlerde ($M_g \leq 8$) üstel (\exp), sönük mutlak kadirlerde ($M_g > 8$) sekanthiperbolik kare (sech^2) fonksiyonu ile daha iyi uyumlu olduğu gösterilmiştir (Karaali et al. 2004; Bilir et al. 2006a).

Farklı araştırmacıların Galaksi model parametre değerlerini geniş aralıkta ve farklı değerler olarak vermelerinin birkaç nedeni olabilir: 1) Galaksi model parametreleri Galaktik enlem ve boylama bağlıdır (Buser et al. 1998, 1999; Bilir et al. 2006a,b; Cabrera-Lavers ve diğ. 2007; Ak ve diğ. 2007; Bilir ve diğ. 2008). 2) Galaksi model parametreleri mutlak parlaklığa bağlıdır (Karaali et al. 2004; Bilir ve diğ. 2006c). 3) Galaksi model parametreleri limit uzaklık ile de değişim göstermektedir (Karaali et al. 2007). 4) Farklı enlem ve boylamlardaki yıldız alanları için hesaplanan Galaksi model parametrelerinin farklı oluşu, diskin flare (alevlenme) ve warp (burulma) etkisi ile açıklanabilir (Lopez-Corredoira ve diğ. 2002; Momany ve diğ. 2006). 5) Haloda yoğunluk fazlalığı olan bölgelerin gözlenmesidir. Bu yoğunluk fazlalığı hakkında iki senaryo vardır: Halonun üç eksenli yapısı (Newberg ve Yanny 2006; Jurić et al. 2008) ve çüce galaksilerin Galaksimiz ile birleşmesi sonucunda Galaksimize yığılan kalıntılar (Wyse ve diğ. 2006).

5 Galaksimizin Bileşenleri

Galaksimizi oluşturan ayırt edilebilir bileşenleri zaman içinde belirsiz ve şaşırtıcı isimlere sahip olmuşlardır. Galaksimizin bileşenleri genel olarak disk ve halo olarak verilebilir. Fakat ayrıntılı verilmek istenirse bileşen sayısı artar. O halde Galaksimizin başlıca bileşenleri olarak şunları söyleyebiliriz: Şişkin bölge ve Çubuk, İnce Disk, Kalın Disk, Yıldızlar Halosu, Karanlık Halo ve Yıldızlararası Ortam.

5.1 Galaksimizin Merkezi

Galaksi'nin merkezini yıldızlararası sönüklemeden dolayı görünür ışıkta gözlemek zordur. Son yıllarda X-ışını, kızılötesi ve radyo dalgaboylarında, giderek artan çözünürlük ve duyarlılıkla yıldızlararası ortamın neden olduğu etki aşıl原因 olarak Galaksi merkezi araştırılmaya başlanmıştır. Güneş'ten 26,000 ışık yılı uzaklıktadır. Galaksimizin merkezi Yay takım yıldızı doğrultusundadır. Sgr A* olarak isimlendirilir ve birkaç milyon Güneş kütesine sahip kütleli bir kara delik içerir.

5.2 Şişkin Bölge ve Çubuk

Şişkin bölge ve çubuk bileşenlerini, Galaktik düzlemdeki konumumuzdan ve sönükleşme nedeniyle, diğer bileşenlerden ayırt etmek zordur. Şişkin bölge ve çubuk, Galaktik yapı ile ilgili son tartışma konularından biridir. Galaksimizde yapılan gözlemlerden ve dış galaksi gözlemlerinden Galaksimizin de bir şişkin bölgeye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Şişkin bölgenin varlığı IRAS uydusunun yardımı ile M ve K devlerinin incelenmesinden ve yıldızların dönme eğrilerinden elde edilmiştir. Şişkin bölge parlaktır ve yüksek yıldız yoğunluğuna sahiptir. Bu bölgede yoğunluk güc kanunu ile içten dışa doğru azalır. Şişkin bölgenin özellikleri bir eliptik galaksinin özelliklerine benzer, sanki her bir sarmal galaksinin merkezinde küçük bir eliptik galaksi varmış gibi düşünülebilir. Galaksimizin şişkin bölgesindeki yıldız içeriği karışıktır. Hem çok yaşlı, düşük metal bolluğa sahip yıldızlar hem de genç, metalce zengin yıldızlar vardır. Galaksinin bu bölgesinde metal bolluğu değişimi $-1 \leq [Fe/H] \leq +1$ dex'tir. Ortalama metal bolluğu yaklaşık $[Fe/H] \sim 0.3$ dex'tir. (Lopez-

Corredera ve diğ. 2007)'ne göre şişkin bölge ve çubuk iki ayrı bileşendir. Üç eksenli şişkin bölge kısadır ve çok daha geniş enlem aralığında yer alır ($|l| < \sim 15^\circ$, $|b| < 10^\circ$). Konum açısı $28^\circ \pm 8^\circ$ 'dir (Lopez-Corredera ve diğ. 2005). Bar uzundur ve düzlemedir ($-14^\circ < l < +30^\circ$, $|b| < \sim 1^\circ.5$). Son ölçümlere göre, uzun bar için konum açısı $43^\circ \pm 7^\circ$ (Hammersley ve diğ. 2000) olarak elde edilmiştir. Yaklaşık 27,000 ışık yılı uzunluğundadır. Araştırmaların gösterdiğine göre bar, göreceli olarak yaşlı ve kırmızı yıldızlardan oluşur. Barların diferansiyel olarak dönen disklerde bir kararsızlığın sonucu olarak oluştuğu şişkin bölgelerin ise başlangıçta var olan bir Galaktik bileşen olduğu farzedilir.

5.3 İnce disk

İnce disk bileşeni, genç ve yaşlı ince disk olmak üzere ikiye ayrılır. Bu bileşende bulunan yıldızların metal bolluğu ortalama olarak $[Fe/H] \sim 0$ dex, Galaksi merkezi etrafında çizdikleri yörünge ise çemberdir. Yaşları 0 ila 10 Gyr arasındadır. Yıldız oluşumunun devam ettiği bir bileşendir. Galaksimizin disk bileşeni, Galaktik düzlemede yoğunlaşan toz ve gazın yanında çoğunlukla yıldızları içerir. Ayrıca disk, genç yıldızlar, moleküler bulutlar ve iyonize gazın oluşturduğu sarmal kolları da içerir. Kütleli genç yıldızların ve oldukça yoğun HII bölgelerinin Galaktik dağılımıyla ilgili son çalışmaya (Urquhart 2014) göre Samanyolu Galaksisi'nin dört büyük sarmal kolu vardır. Samanyolu Galaksisi'ne ait yıldızların çoğu, Güneş'imiz de dahil, ince disk bileşeninde bulunur. HI gaz tabakası büyük yarıçaplarda alevlenme ve burulma etkisi yaratır.

5.4 Kalın disk

Kalın disk bileşeninin varlığı kabul edilmesine rağmen, ince disk ile halo arasında bir geçişi temsil ettiği ya da ayrı bir bileşen olduğu konusunda tartışmalar ortaya çıkmıştır. Artık bugün, ince disk veya halonun bir kuyruğu değil ayrı bir bileşen olduğu kabul edilmektedir. Ancak bu kez de kalın diskin kökeni tartışma konusu olmuştur. Kalın diskin oluşumuyla ilgili farklı senaryolar vardır: Radyal göç (Schönrich & Binney 2009; Roskar ve diğ. 2008), küçük birleşmeler (Villalobos, ve Helmi 2008), diskin ısınması (House ve diğ. 2011) ve Kütleli bir uydunun katılımı (Abadi ve diğ. 2003; Brook ve diğ. 2005). Kalın disk, kinematik, tayfsal ve uzay dağılımları bakımından ince disk ile halo arasında yer alır. Bu bileşende yer alan cisimler, metalce zengin küresel kümeler, RR Lyrae yıldızları, Mira değişenleri ve alan yıldızlarıdır. Yıldızların yaklaşık olarak %5'i kalın diskte bulunur. Güneş'in birkaç kpc civarında olan tipik kalın disk yıldızlarının metal bolluğu $[Fe/H] \sim 0.6$ dex'tir ve aynı metal bolluğuna sahip 47 Tuc küresel kümesinin yaşındadırlar, 12 Gyr.

5.5 Halo

Galaksimizin halo bileşeni, gözlemlenebilen yıldızlar halosu ve varlığını gözlemleyemediğimiz ancak galaksimizin dönme eğrisinden itibaren açıklayabildiğimiz karanlık halodan oluşur. Halo, Samanyolu Galaksisi'nin en büyük boyutlu ve yıldız içeren son bileşenidir. Halo bileşeni metalce fakir küresel kümeler ile en yaşlı alan yıldızlarından oluşur. Bunlara ilaveten, alt çüce yıldızları, RR Lyrae yıldızları, mira değişenleri, küçük kütleli yıldızlar da içerir. Yıldız halosunun uzay hızı, fotometrik ve tayfsal verilerden itibaren elde edilen ortalama metal bolluğu $[Fe/H] \sim 1.5$ dex civarındadır. Carollo ve diğ. (2007) Galaksimizin yıldız halosunun iç ve dış olmak üzere iki bileşenli olduğunu belirttiler. Yeni çalışmalar, iç halonun daha basık ve

Samanyolu'nun merkezinden 50,000 ışık yılı uzaklığa kadar, dış halonun daha küresel ve Galaktik merkezden 65,000 ışık yılının ötesine kadar uzandığını söyler. Galaksimizin en dışında yer alan halo bileşeninin yavaş döndüğü veya hiç dönmediği kabul edilmektedir.

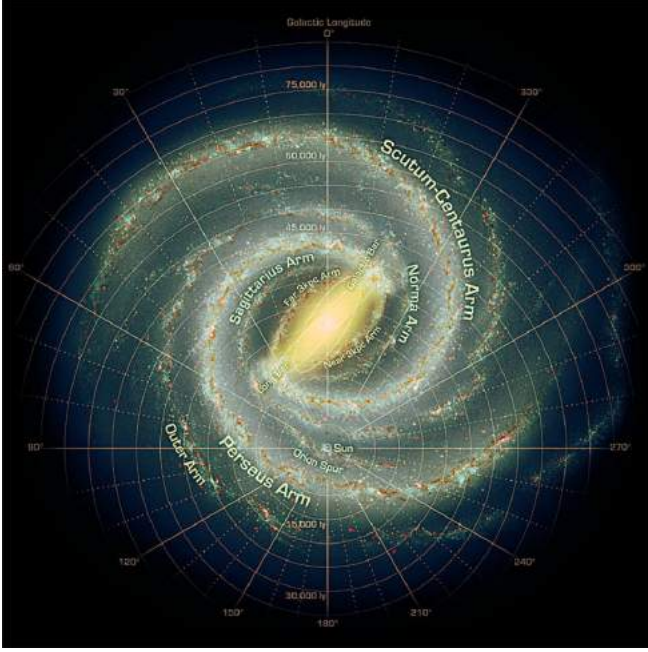
Basık yörüngeler üzerinde hareket eden yıldızların tesbiti galaksilerin az ışık gönderen ya da hiç ışık göndermeyen bir bileşeni içermesi gerektiğini gösterdi. Bu bileşene "kütleli halo" veya "karanlık halo" dendi. Bilinen "yıldızlar halosu" ile "karanlık halo" uzay dağılımı ve fiziksel bakımdan birbirinden farklıdır. "Karanlık halo"nun varlığı çekim etkisinden anlaşılır, oldukça yuvarlaktır ve yıldızlardan oluşmadığı hemen hemen kesindir. Çüce galaksilerin dinamik incelemelerinden karanlık halonun 100 kpc'e kadar uzandığı söylenebilir. Galaksinin külesine hakim olan bileşendir. Doğası tam olarak bilinmemektedir. Karanlık madde parçacıklarının birleşimi, atom altı parçacıklar veya astronomik cisimler olabilir.

6 Yıldız Akıntıları ve Halkası

Galaksimizin etrafında dinamik olarak bağlı uydu galaksiler bulunmaktadır. Samanyolu sistemi çok sayıda çüce galaksiye sahiptir. SDSS'in en önemli keşiflerinden biri Galaksimizin oluşumu ve evrimine ışık tutacak halosundaki alt yapıların keşfiydi. Bu keşiflerin en ünlüsü Belokurov ve diğ. (2006)'nin yılında yayımladığı "yıldız akıntıları" ile ilgili çalışmaydı. Akıntıların, Samanyolu ile etkileşimleri sonucu, çüce galaksilerin kalıntıları olduğuna inanılır. Galaktik halodaki yıldız akıntılarıyla ilgili ilk kanıt, Sagittarius çüce galaksisini keşfeden Iбата ve diğ. (1994) tarafından bulundu. Bu yıldız akıntısı 2MASS verileri kullanılarak Majewski (2003) tarafından görüldü. Bu keşiften bu yana birçok yıldız akıntısı haritalandı: Monoceros (Newberg ve diğ. 2002), Orphan (Belokurov ve diğ. 2007), Hercules-Aquila, Virgo (Duffau ve diğ. 2006) gibi. Hala, yeni yıldız akıntılarının keşfi devam ediyor (Grillmair 2014). Samanyolu'nun sarmal diski bir yıldızlar halkasıyla çevrelenmiştir. Bu halkanın milyarlarca yıl önce daha küçük bir uydu galaksiden ayrılmış yıldızlar ve gazdan oluştuğu düşünülmektedir (Newberg ve diğ. 2003). Halka dağılmış yıldızlardan oluşur ve bu nedenle düşük yüzey parlaklığına sahiptir.

7 Galaktik Yapı Araştırmalarına Katkımız

İstanbul Üniversitesi Galaktik Yapı Çalışma Grubu olarak Samanyolu Galaksisi'nin yapısı ile ilgili çalışmalara yaptığımız katkılar: (i) Galaksi modellerinde ince diskin yükseklik ölçeğini içeren matematiksel ifadenin $M_g \leq 8$ için (exp), $M_g > 8$ için (sech^2) fonksiyonu ile daha iyi uyumlu olduğunu gösterdik. (ii) Galaksi model parametrelerinin Galaktik enlem ve boylam ile mutlak kadire bağlı olduğunu bulduk. (iii) Galaksi model parametrelerinin limit uzaklık ile de değişim gösterdiğini, belirli bir model parametresinin farklı hacimler için farklı olduğunu ifade ettik. (iv) Işıma gücü fonksiyonlarının belirlenmesinde evrimleşmiş yıldız etkisini ortaya koyduk. (v) Mutlak parlaklık ve metal bolluğu kalibrasyonları oluşturduk. (vi) Farklı fotometrik sistemlerin birbirine dönüşümünü sağlayan dönüşüm denklemleri elde ettik. (vii) Dev ve çüce yıldızların ayrımı için bir yöntem geliştirdik. (viii) Galaktik model parametrelerinin evrimleşmiş/anakol yıldızlarına bağlı olduğunu tespit ettik. (ix) Galaksimizde hem dik hem de radyal doğrultuda metal bolluğu gradientini tespit ettik.



Şekil 1. Bugünkü bilgiler dahilinde Galaksimizin yapısı.

8 Sonuç

Galaksimizin yapısının incelenmesinde hem galaksi-dışı astronomiden hem de yıldız popülasyonlarından yararlanılmasına, kinematik, tayfsal ve fotometrik yöntemler kullanılmasına rağmen, hala, Galaksimizin oluşumu, evrimi ve yapısı hakkında tam bir görüş birliğine varılamamıştır. Ancak, 2013'te fırlatılan *GAIA* uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır. Galaksimizin yapısıyla ilgili yapılan son çalışmalara göre Samanyolu Galaksisi Şekil 1'deki gibidir.

Kaynaklar

- Abadi, M. G., ve diğ., 2003, *ApJ*, 597, 21
 Ak, S., ve diğ., 2007, *AN*, 328, 169
 Baade, W., 1944, *ApJ*, 100, 137
 Bahcall, J. N., Soneira, R. M., 1980, *ApJS*, 44, 73
 Becker, W., 1965, *Zs. Astrophys.*, 62, 54
 Belokurov, V., ve diğ., 2006, *ApJ*, 642L, 137
 Belokurov, V., ve diğ., 2007, *ApJ*, 658, 337
 Bilir, S. ve diğ., 2006a, *NewA*, 12, 234
 Bilir, S., ve diğ., 2006b, *AN*, 327, 72
 Bilir, S. ve diğ., 2006c, *MNRAS*, 366, 1295
 Bilir, S., ve diğ., 2008, *PASA*, 25, 69
 Brook, C.B., ve diğ., 2005, *ApJ*, 630, 298
 Buser, R., ve diğ., 1998, *A&A*, 331, 934
 Buser, R., ve diğ., 1999, *A&A*, 348, 98
 Cabrera-Lavers, A., ve diğ., 2007, *A&A*, 465, 825
 Carollo, D., ve diğ., 2007, *Natur*, 450, 1020
 Duffau, S., ve diğ., 2006, *ApJ*, 636L, 97
 Eggen, O. J., Lynden-Bell, D., Sandage, A. R., 1962, *ApJ*, 136, 748
 Gilmore, G., Reid, N., 1983, *MNRAS*, 202, 1025
 Grillmair, C. J., 2014, *ApJ*, 790L, 10
 Hammersley, P. L., ve diğ., 2000, *MNRAS*, 317L, 45
 House, E. L., ve diğ., 2011, *MNRAS*, 415, 2652
 Hubble, E. P., 1925, *PA*, 33, 252

- Ibata, R. A., ve diğ., 1994, *Nature*, 370, 194
 Juric, M., ve diğ., 2008, *ApJ*, 673, 864
 Karaali, S., ve diğ., 2004, *MNRAS*, 355, 307
 Karaali, S., ve diğ., 2007, *PASA*, 24, 208
 Lopez-Corredoira, M., ve diğ., 2002, *A&A*, 394, 883
 Lopez-Corredoira, M., ve diğ., 2005, *A&A*, 439, 107
 Lopez-Corredoira, M., ve diğ., 2007, *AJ*, 133, 154
 Majewski, S. R., ve diğ., 2003, *ApJ*, 599, 1082
 Momany, Y., ve diğ., 2006, *A&A*, 451, 515
 Newberg, H. J., ve diğ., 2002, *ApJ*, 569, 245
 Newberg, H. J., ve diğ., 2003, *ApJ*, 596L, 191
 Newberg, H. J., Yanny, B., 2006, *JPhCS*, 47, 195
 Roskar, R., ve diğ., 2008, *ApJ*, 684L, 79
 Schönrich, R., Binney, J., 2009, *MNRAS*, 396, 203
 Searle, L., Zinn, R., 1978, *ApJ*, 225, 357
 Shapley, H., 1917, *PASP*, 29, 245
 Trumpler, R. J., 1930, *PASP*, 42, 214
 Urquhart, J. S., 2014, *MNRAS*, 437, 1791
 Wyse, R. F. G., Gilmore, G., 1986, *AJ*, 91, 855
 Wyse, R. F. G., ve diğ., 2006, *ApJ*, 639L, 13
 Villalobos, A., Helmi, A., 2008, *MNRAS*, 391, 1806

Erişim:

041-0930: **UAK-2015 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A.**

Güneş Civarındaki F-G Tayf Türü Anakol Yıldızlarından Radyal Metal Bolluğu Gradyenti

Olca Plevne^{1*}, Tansel Ak², Salih Karaali², Selçuk Bilir², Serap Ak²,
Z. Funda Bostancı²

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul

² İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Bu çalışmada, RAVE konsorsiyumu tarafından hazırlanan ve 2014 yılında kullanıma sunulan RAVE-DR4 (Kordopatis ve diğ. 2013) kataloğundan F-G tayf türündeki anakol yıldızları seçilerek Galaksimizin ince disk bileşeni için radyal metal bolluğu gradyenti araştırılmıştır. Seçilen yıldızların atmosfer model parametreleri ve radyal hızları RAVE-DR4, öz hareket verileri UCAC4 kataloğundan alınmış ve yıldızların mutlak parlaklıkları Bilir ve diğ. (2008)'nin ışımaya gücü-renk ilişkisinden elde edilmiş ve Pogson bağıntısı kullanılarak uzaklar hesaplanmıştır. Bu veriler yardımıyla güncel kütle çekimsel potansiyeller kullanılarak yıldızların uzay hızları ve Galaktik yörünge parametreleri belirlenmiştir. Seçilen yıldızların Galaktik yörünge ve atmosfer model parametrelerine sınırlamalar getirilerek saf bir ince disk yıldız örneği oluşturulmuş ve bu örnek için zayıf bir metal bolluğu gradyenti hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: galaxies: abundances, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Metal bolluğu gradyenti, Samanyolu'nun yapısının ve evriminin anlaşılmasında kullanılan en önemli araçlardan biridir. Günümüzde yapılan gökyüzü taramaları bu amaç doğrultusunda bizlere veriler sağlayarak araştırmalarımızda yardımcı olmaktadır. Bu gökyüzü taramalarının en çok bilinenleri şu şekilde sıralanabilir; Two-Micron All Sky Survey Genova-Copenhagen Survey (GCS; Nordström ve diğ. 2004), (2MASS; Skrutskie et al. 2006), RAdial Velocity Experiment (RAVE; Steinmetz ve diğ. 2006), Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration (SEGUE; Yanny ve diğ. 2009), the Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope (LAMOST; Deng ve diğ. 2012; Zhao ve diğ. 2012).

Metal bolluğu gradyenti farklı gök cisimleri için hesaplanabilir. Literatüre bakıldığında, bu nesnelerin gezegenimsi bulutlar, dev yıldızlar, küçü yıldızlar, değişen yıldızlar, açık kümeler, küresel kümeler vb. olabildiği görülmektedir. Metal bolluğu gradyenti Galaksi merkezinden uzaklaştıkça metal bolluğunun değişimini gösterir. Bu gradyentin hesaplanabilmesi için kullanılan nesnenin hem metal bolluğu hem de uzaklığının bilinmesi gerekmektedir. Galaksimizdeki farklı türden gök cisimleri dikkate alındığında Samanyolu'nun oluşumunu ve kimyasal evrimini gösteren bir parametre olan metal bolluğu gradyentinin nesneye bağlı olarak değişmemesi beklenir. Bu çalışmada, Galaktik metal bolluğu gradyentinin belirlenmesi için RAVE DR4 (Kordopatis ve diğ. 2013) veri setinden seçilen F-G tayf türü anakol yıldızları kullanılmıştır.

2 Veri Setleri

Bu çalışmada kullanılan anakol yıldızları RAVE DR4 kataloğundan seçilmiştir. RAVE programı yıldızların atmosfer model parametreleri ($[M/H]$, $[Fe/H]$, $\log g$, T_{eff}) ve radyal hızları tespit etmiştir. Çalışmada kullanılan yıldızların verileri koordinat bilgi-

Çizelge 1. İnce disk yıldızlarının farklı Z_{max} değer aralıkları için gradyentleri.

Z_{max} (pc)	$d[Fe/H]/dR_m$ (dex/kpc)	N	$d[M/H]/dR_m$ (dex/kpc)	N
≤ 825	-0.081 ± 0.029	2680	-0.060 ± 0.012	3153
≤ 500	-0.083 ± 0.030	2491	-0.063 ± 0.011	2935
500 – 800	-0.048 ± 0.037	183	-0.028 ± 0.057	212
800 – 1000	$+0.112 \pm 0.059$	22	$+0.138 \pm 0.056$	29
1000 – 1500	$+0.114 \pm 0.140$	18	-0.034 ± 0.137	23
1500 \geq	–	5	–	5
Toplam	–	2719	–	3199

lerine göre 2MASS ve UCAC4 (Zacharias ve diğ. 2013) katalogları ile eşleştirilerek, yıldızların JHK_s parlaklıkları ve öz hareket verileri belirlenmiştir. Buldukları doğrultudaki renk artıkları IPAC (Schlafly ve Finkbeiner 2011) veri tabanındaki kızarma haritaları kullanılarak tayin edilmiştir. Bilir ve diğ. (2008)'nin çalışmalarında bahsetmiş olduğu yöntem kullanılarak program yıldızlarının kızarma ve uzaklıkları eş zamanlı olarak belirlenmiştir.

RAVE kataloğunda F-G tayf türündeki anakol yıldızlarını belirlemek için, yıldızların yüzey sıcaklıklarına ve yüzey çekim ivmelerine sınırlamalar getirmiştir. Yüzey sıcaklıklarının seçiminde (Cox 2000)'un verdiği $5310 \leq T_{eff}(K) \leq 7310$ sıcaklık aralığı dikkate alınırken, yüzey çekim ivmesinin belirlenmesinde Ekström ve diğ. (2004) $Z_{\odot} = 0.014$ bolluğu için verdiği kütle yollarından elde edilen ZAMS ve TAMS sınırları arasındaki anakol bölgesinde kalan ve sinyal/gürültü oranı $SNR \geq 40$ olan yıldızlar (14927 adet) seçilmiştir.

3 Veri Analizi

Seçilen yıldızların yakın kızılötesi mutlak parlaklıkları, Bilir ve diğ. (2008)'nin JHK_s fotometrisinde tanımladıkları ışımaya gücü-renk ilişkisi kullanılarak tayin edilmiş, uzaklıklar da elde edilen mutlak parlaklıklar ve Pogson bağıntısı yardımıyla he-

* olcayplevne@gmail.com

Çizelge 2. $e_p > 0.10$ ve $SNR \geq 40$ kriterlerine uyan yıldızlardan elde edilen farklı Z_{max} değerleri için gradyentleri.

Z_{max} (pc)	$\langle [Fe/H] \rangle$ (dex)	$d[Fe/H]/dR_m$ (dex/kpc)	N	$\langle [M/H] \rangle$ (dex)	$d[M/H]/dR_m$ (dex/kpc)	N
≤ 500	-0.045	-0.011 ± 0.007	3251	-0.032	-0.001 ± 0.004	3695
500 – 800	-0.066	-0.002 ± 0.004	539	-0.055	-0.009 ± 0.004	644
800 – 1000	-0.062	-0.008 ± 0.015	133	-0.080	-0.007 ± 0.014	164
1000 – 1500	-0.108	$+0.029 \pm 0.014$	108	-0.070	$+0.005 \pm 0.009$	133
1500 \geq	-	-	76	-	-	95
Toplam	-	-	3304	-	-	3818

saplanmıştır. Seçilen F-G anakol yıldızlarının uzay hız bileşenleri (U, V, W) ve Galaktik yörünge parametreleri ($Z_{max}, e_p, e_v, R_a, R_p$), koordinat, radyal hız, uzaklık ve öz hareket verilerinden itibaren, Galpy python kütüphanesi (Bovy 2014) yardımıyla hesaplanmıştır. Örneğimizdeki yıldızlar Güneş komşuluğundaki yakın anakol yıldızlarından oluştuğu için, metal bolluğu gradyentinin hesaplanmasında yıldızların bugünkü uzaklıklarının kullanılması doğru sonuçlar vermez. Yıldızların evrimleri de dikkate alındığında, yıldızların Galaktik merkezden ortalama uzaklıklarının kullanılması gradyentleri daha anlamlı kılmaktadır. Bunun için $R_m = (R_a + R_p)/2$ şeklinde tanımlanan ve Galaktik merkezden ortalama uzaklık olan R_m değeri kullanılmıştır.

Metal bolluğu gradyentinin analizlerinde kullanılacak ince disk yıldızlarının seçiminde, yörüngesinin Galaktik diskten maksimum dik uzaklığı $Z_{max} \leq 825$ pc ve yörünge dış merkezliliği $e_p \leq 0.1$ kriterlerine uyan ince disk yıldızlarının sayısı 3153'tür. Metal bolluğu gradyentinin hesabında örneğimizde yer alan yıldızların metal ve demir bollukları dikkate alınarak iki farklı bolluk için gradyent hesabı yapılmıştır.

4 Bulgular

Seçilen yıldızların demir ve metal bolluğu gradyentleri farklı Z_{max} aralıkları için hesaplanarak Çizelge 1'de listelenmiştir. Görüldüğü gibi $Z_{max} \leq 825$ pc olan tüm ince disk yıldızları için demir ve metal bolluğu gradyentleri hata mertebeleri içinde eşitir ve dikkate değer bir gradyent mevcuttur. Bu gradyentler ince diskten beklenen gradyentler ile uyumludur.

İnce disk için $Z_{max} \leq 500$ pc sınırı dikkate alınırsa hesaplanan gradyentlerin değişmediği görülmektedir. Daha büyük Z_{max} değerlerine karşılık gelen yükseklik aralıklarında demir ve metal bolluğu gradyentleri hızla azalmakta ve hatta pozitif bir gradyent ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte söz konusu Z_{max} aralıklarındaki yıldız sayılarının çok az olması, bu aralıklar için verilen sonuçların istatistik güvenilirliklerini azaltmaktadır.

Anakol yıldızı olarak seçilen örnek sadece ince disk yıldızlarını barındırmayabilir. İnce disk yıldızlarının seçimi için kullanılan $e_p \leq 0.1$ kriterinin tam aksine $e_p > 0.1$ şartını sağlayan örnek içinde kalın disk veya az sayıda halo yıldızı bulunabilir. Bu yıldızlardan elde edilen demir ve metal bolluğu gradyentleri Çizelge 2'de verilmiştir. Örnek içinde metal bolluğu bilinen yıldızların sayısı 3818'dir.

Kalın disk veya halo yıldızı olarak seçilen örneğin demir ve metal bolluğu gradyentlerine bakıldığında (Çizelge 2) gradyentlerin hata mertebeleri içinde birbirinin neredeyse aynı olduğu ve belirgin bir gradyent olmadığı görülmüştür. Galaktik diskten dik uzaklık arttıkça gradyent değerleri pozitif değerlere kaymakta fakat aynı zamanda yıldız sayıları belirgin bir şekilde azaldığı için istatistiksel güvenilirlik azalmaktadır.

5 Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonucunda farklı yükseklikler için elde edilen gradyent değerleri Çizelge 1 ve 2 ile verilmiştir. Galaksi diskten yüksekliğe bağlı olarak elde edilen gradyent değerleri, Galaksinin farklı bileşenlerinden izler taşımaktadır. Çalışmada e_p ve Z_{max} parametreleri popülasyon ayırımı için kullanılmıştır. Bu ayrımlar sonucunda elde edilen gradyentler seçilen örneklerin üyesi olduğu Galaksi bileşeni için literatürde verilen değerlere yakın ve uyumlu olup, ait buldukları Galaktik bileşenin kinematik ve kimyasal özelliklerini taşımaktadır. Bu çalışmada ince disk yıldızlarının seçiminde kullanılan Galaktik yörünge parametrelerinin, seçiminde etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 114F347 no'lu ve İstanbul Üni. Bilimsel Araştırma Projeleri 48027 no'lu projelerince desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ak, T., Bilir, S., Özdönmez, A., Soyduğan, F., Soyduğan, E., Püsküllü, Ç., Ak, S., Eker, Z., 2015, Ap&SS
 Bilir, S., Karaali, S., Gilmore, G., 2006, MNRAS, 366, 1295
 Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Yaz, E., Cabrera-Lavers, A., Coşkunoglu, K. B., 2008, MNRAS, 390, 1569
 Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Önal, Ö., Dağtekin, N. D., Yontan, T., Gilmore, G., Seabroke, G. M., 2012, MNRAS, 421, 3362
 Boeche, C., ve diğ., 2013, A&A, 559A, 59
 Boeche, C., ve diğ., 2014, A&A, 568A, 71
 Bovy, J., 2014, 2014arXiv1412.3451B
 Coşkunoglu, B., Ak, S., Bilir, S., Karaali, S., Önal, Ö., Yaz, E., Gilmore, G., Seabroke, G. M., 2012, MNRAS, 419, 2844
 Cox, A. N., 2000. Allen's astrophysical quantities, New York: AIP Press; Springer, Edited by Arthur N. Cox. ISBN: 0387987460.
 Ekström, S., ve diğ., 2012, A&A, 537, AA146
 Kordopatis, G., ve diğ., 2013, AJ, 146, 134
 Nordström B., ve diğ., 2004, A&A, 418, 989
 Schönrich, R., Binney, J., 2009, MNRAS, 396, 203
 Schlafly, E.F., Finkbeiner, D.P., 2011, ApJ, 737, 103
 Skrutskie, M. F., ve diğ., 2006, AJ, 131, 1163
 Steinmetz, M., ve diğ., 2006, AJ, 132, 1645
 Yanny, B., ve diğ., 2009, AJ, 137, 4377
 Zacharias, N., ve diğ. 2004, AJ, 127, 3043
 Zacharias, N., ve diğ. 2010, AJ, 139, 2184
 Zacharias, N., ve diğ. 2013, AJ, 145, 44
 Zhao, G., Zhao, Y-H, Chu, Y-Q, Jing, Y-P, Deng, L-C, 2012, RAA, 12, 723
 Zhao, G., Zhao, Y-H, Chu, Y-Q, Jing, Y-P, Deng, L-C, 2012, RAA, 12, 735

Erişim:

041-1000: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Galaksimizdeki 20 Açık Yıldız Kümesinin CCD UBVRI Fotometrisi

İnci Akkaya Oralhan¹★, Yüksel Karataş², William J. Schuster³, Raúl Michel³, Carlos Chavarría³

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, İstanbul, Türkiye

³Observatorio Astronómico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 877, C.P. 22800, Ensenada, B.C., México

Özet

Bu çalışmada Meksika San Pedro Martir (SPM) Ulusal Astronomi Gözlemevi'nde 84 cm teleskop ile gözlenmiş 20 açık yıldız kümesinin CCD UBVRI fotometrisi verileri ile gözlemsel parametreleri olan renk artıkları, metal ve ağır element bollukları, uzaklık modülleri, uzaklıkları ve yaşları elde edilmiştir. Metal bolluğu tayini, $(U - B)$ - $(B - V)$ iki renk diyagramında Hyades anakolu üzerindeki metalce fakir parlak F tayf türünden yıldızların dağılımlarından belirlenen $\delta(U-B)$ morötesi artığı tekniğiyle yapılmıştır. 20 kümenin uzaklık modülü, uzaklık ve yaşları, eşyaş eğrilerinin kümelerin beş renk indeksindeki $(B - V, R - I, V - R, V - I, B - R)$ renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 SPM Açık Yıldız Küme Taraması: Fotometrik Gözlemler, Veriler ve İndirgeme Teknikleri

Kuzey yarı küreden gözlenen açık yıldız kümelerinin fotometrik CCD $UBV(RI)_C$ gözlemlerine dayanan bir hızlı taramadır. Gözlenen açık yıldız kümelerinin çoğunluğu Dias v.ark. (2002) ve Dias v.ark. (2012) kataloğundan alınmıştır. Gözlemler aynı teleskop, CCD ve filtreler ile yapılmıştır. Gözlemsel prosedürler, indirgeme yöntemleri ve Landolt (1992) standart yıldızları kullandığından gözlemler ve indirgemeler homojendir.

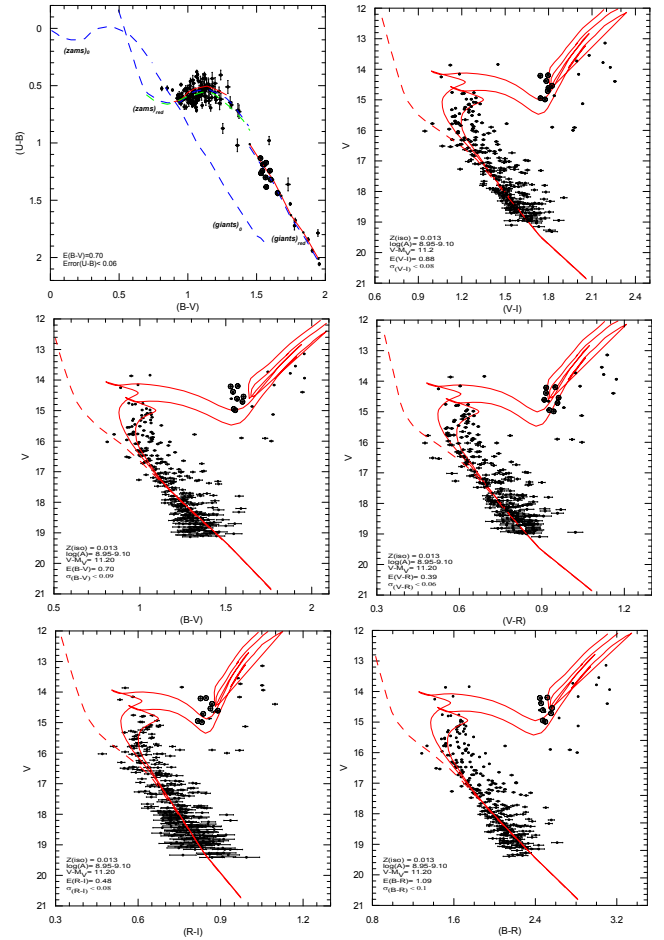
Tüm gözlemlerde, CCD fotometrisinin genel kalibrasyon prosedürlerinin uygulanması için, her gece 100 civarında bias ve 4-15 saniye süre ile de en az 50 dark görüntüsü alınmıştır. Her gözlem gecesinin başında ve sonunda, gökyüzünün yıldız bakımından az olan bölgelerinden, beş saniyeden daha uzun poz süreleri verilerek her filtre için flat ölçümü yapılmıştır. Kümelerin CCD ile alınan görüntüleri IRAF¹ indirgeme programındaki CCDRED ve DAOPHOT paketleri kullanılarak yapılmıştır.

2 Analiz Yöntemleri

2.1 Renk Artığı, Metal ve Ağır Element Bolluğu

Açık yıldız kümelerinin $E(B - V)$ renk artığı değerleri, Schmidt-Kaler (1982) (SK82)'ye ait sıfır yaş anakolunun, Şek. 1'de Ki 05 kümesi için gösterildiği gibi $(U - B)$ - $(B - V)$ renk-renk diyagramında küme üyelerinin fotometrik verilerine uygun bir karşılaştırma elde edilinceye kadar kırmızıya doğru boyunca $U - B$ ekseninde $0.72E(B - V) + 0.05E(B - V)^2$ ve $(B - V)$ ekseninde de $E(B - V)$ kadar kaydırılmasından elde edilir. Karşılaştırma yapılırken eş zamanlı olarak eğer mevcut iseler SK82 dev kolu üzerinde yer alan olası Kırmızı Yiğın yıldızlarına da ağırlık verilmiştir.

U ve B filtrelerinin duyarlılık fonksiyonları F ve G tipi yıldızların metal soğurma çizgilerinin oluştuğu bölgelere konum-



Şekil 1. Ki 05 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları

★ iakkaya@erciyes.edu.tr

¹ IRAF is distributed by the National Optical Observatories, operated by the Association of Universities for Research in Astronomy, Inc., under cooperative agreement with the National Science Foundation

Çizelge 1. 20 kümenin elde edilmiş temel astrofiziksel parametreleri

Küme	ρ	b°	E(B-V)	[Fe/H]	Z	(V_0-M_V)	A(Gyıl)	d (kpc)
NGC 6694	23.88	-2.91	0.51±0.06	-0.09 ± 0.14	0.016± 0.005	11.10±0.04	0.18±0.01	1.66±0.03
NGC 6802	55.34	+0.92	0.80±0.07	-0.30 ± 0.13	0.009± 0.003	11.19±0.05	1.12±0.08	1.73±0.04
NGC 6866	79.56	+6.84	0.06±0.05	-0.10 ± 0.05	0.015± 0.002	10.61±0.02	0.75±0.04	1.32±0.01
NGC 7062	89.96	-2.75	0.43±0.08	-0.31 ± 0.09	0.010± 0.002	11.40±0.02	0.71±0.04	1.91±0.02
Ki 05	143.78	-4.29	0.70±0.08	-0.17 ± 0.25	0.013± 0.007	11.20±0.05	1.26±0.16	1.74±0.04
NGC 436	126.11	-3.91	0.40±0.07	-0.55 ± 0.33	0.005± 0.004	11.90±0.05	0.18±0.03	2.40±0.05
NGC 1798	160.70	+4.85	0.47±0.07	-0.50 ± 0.28	0.006± 0.004	12.70±0.04	1.78±0.22	3.47±0.06
NGC 1857	168.40	+1.26	0.47±0.08	-0.36 ± 0.19	0.008± 0.003	11.98±0.04	0.32±0.04	2.49±0.05
NGC 7142	105.35	+9.48	0.35±0.08	-0.16 ± 0.12	0.013± 0.004	11.60±0.05	3.55±0.57	2.10±0.05
Be 73	215.28	-9.42	0.28±0.06	-0.21 ± 0.06	0.012± 0.002	14.50±0.03	1.41±0.08	7.93±0.11
Haf 04	227.94	-3.59	0.47±0.09	-0.33 ± 0.19	0.009± 0.008	13.22±0.05	0.42±0.05	4.39±0.10
NGC 2215	215.99	-10.10	0.23±0.07	-0.40 ± 0.27	0.008± 0.005	9.60±0.03	0.64±0.05	0.83±0.01
Rup 01	223.99	-9.69	0.17±0.06	-0.25 ± 0.18	0.011± 0.005	10.85±0.04	0.48±0.04	1.48±0.03
Be 35	212.60	+5.35	0.11±0.07	-0.13 ± 0.18	0.014± 0.006	13.50±0.04	0.89±0.06	5.01±0.10
Be 37	217.23	+5.94	0.05±0.05	-0.05 ± 0.08	0.017± 0.003	13.60±0.02	0.63±0.06	5.25±0.06
Haf 08	227.53	+1.34	0.32±0.07	-0.39 ± 0.26	0.008± 0.005	11.88±0.04	0.56±0.07	2.38±0.04
Ki 23	215.53	+7.20	0.03±0.02	-0.11 ± 0.11	0.015± 0.004	12.40±0.02	1.78±0.07	3.02±0.03
NGC 2186	203.54	-6.19	0.26±0.07	-0.39 ± 0.26	0.008± 0.005	11.40±0.03	0.32±0.04	1.91±0.03
NGC 2304	197.21	+8.90	0.03±0.03	-0.20 ± 0.18	0.012± 0.005	12.79±0.02	0.93±0.03	3.61±0.03
NGC 2360	229.81	-1.42	0.01±0.07	-0.11 ± 0.11	0.015± 0.004	10.25±0.02	1.12±0.07	1.12±0.01

Çizelge 2. Kümelerin morfolojik yaş indisleri ve yaşları (DN:Dönüm noktası, KY:Kırmızı Yığın, KD:Kırmızı Dev)

Küme	V_{DN}	$V_{KY/KD}$	$(B-V)_{DN}$	$(B-V)_{KY/KD}$	δV	$\delta 1$	$\log A_{mi}$	$\log A_{iso}$	KY/KD
NGC 6802	15.20	14.88	1.00	1.73	0.32	0.73	8.87±0.03	9.05±0.03	RC
NGC 6866	12.07	11.07	0.18	1.14	0.18	0.96	8.82±0.03	8.89±0.02	RG
NGC 7062	13.85	13.18	0.51	1.39	0.66	0.88	9.00±0.04	8.85±0.02	RC
Ki 05	15.63	14.71	0.09	1.60	0.92	1.50	9.11±0.04	9.10±0.05	RC
NGC 1798	16.56	15.75	0.72	1.35	0.81	0.63	9.06±0.03	9.25±0.03	RC
NGC 7142	16.19	15.19	0.81	1.31	1.89	0.50	9.55±0.04	9.55±0.06	RG,RC
Ru 01	12.14	12.02	0.18	1.12	0.12	0.94	8.78±0.04	8.68±0.03	RG
Be 35	15.32	14.83	0.30	0.96	0.49	0.67	8.94±0.01	8.95±0.03	RC
Be 37	14.90	14.43	0.16	0.89	0.47	0.73	8.93±0.07	8.75±0.05	RC
Ki 23	15.08	14.08	0.41	0.63	1.40	0.23	9.31±0.08	9.25±0.02	RC
NGC 2304	14.37	13.37	0.19	1.06	0.54	0.86	8.96±0.06	8.97±0.02	RG
NGC 2360	12.48	11.35	0.35	0.97	1.13	0.62	9.19±0.03	9.05±0.02	RC

landırıldığından, $(U - B)$ renk indeksi genellikle F ve G tipi küme ve alan yıldızlarının fotometrik tayininde oldukça elverişli bir renk indeksidir. Bu yüzden Hyades anakolu $(U - B)$ - $(B - V)$ iki renk diyagramında kümeye üye F tipi yıldızların $\delta(U-B)$ morötesi artışı, fotometrik metal bolluğu [Fe/H] ve Z ağır element bolluğunun tayininde kullanılmıştır. 20 kümenin fotometrik [Fe/H] metal bolluğu ile Z ağır element bolluğuna ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2 Uzaklık Modülü, Uzaklık ve Yaş

Kümelerinin (V-MV) uzaklık modülü [Marigo v.ark. \(2008\)](#)'ne ait teorik eşyaş eğrilerinin kümelerin $V, (B-V); V, (R-I); V, (V-I); V, (V-R)$ ve $V, (B-R)$ renk-kadir diyagramlarında standart sönmüş kanunlarına göre renk artıkları dikkate alınarak, dikey mutlak kadir ekseninde $A_V = 3.1 \times E(B-V)$ kadar, yatay renk indeksi ekseninde ise renk artışı kadar kaydırılarak elde edilir. Buradan da uzaklık elde edilir. Kümelerinin yaşı ise o kümenin Z ağır element bolluğuna göre seçilen teorik eşyaş eğrisinin, kümenin anakolu, dönüm noktası eğer varsa Kırmızı Dev/Kırmızı Yığın yıldızları ile iyi uyum elde edilinceye kadar karşılaştırılmasından elde edilir. *Ki 05* kümesi için beş farklı renk indeksinde eşyaş eğrileri ile yapılan karşılaştırma işlemi Şek. 1'de gösterilmiştir. Burada da görüldüğü gibi beş farklı renk indek-

sinden elde edilen değerler birbirleri ile uyumludur. Diğer 19 kümenin analizleri, şekilleri, tabloları ve literatür karşılaştırması ise [Akkaya Oralhan v.ark. \(2015\)](#)'de detaylı olarak verilmiştir

3 Kümelerin Morfolojik Yaşları

20 açık yıldız kümesinin δV ve $\delta 1$ morfolojik yaş indekslerine ait yaşları, [Phelps v.ark. \(1994, fig. 1\)](#)'ne ait yöntem ile $V, (B-V)$ renk kadir diyagramından itibaren tayin edilmiştir. Bunun için 20 kümenin $V, (B-V)$ renk kadir diyagramları incelenmiş ve morfolojik yaş indekslerinin tayinine elverişli 12 küme tespit edilmiştir. Bu kümeler ve bu kümeler için elde edilen morfolojik yaşlar Çizelge 2'de verilmiştir. Morfolojik indekslerden hesaplanan yaş değerlerinin eşyaş eğrisine ait değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4 Sonuçlar

20 kümenin yıldızlararası kızarma, metal bollukları, uzaklık modülü ve yaşları literatürle karşılaştırılmış ve sistematik farklar bulunmuştur. 12 küme için morfolojik indislerden elde edilen yaşlar kümelerin eşyaş çizgilerinden elde edilen ile uyumludur. Bu 20 küme için, $6.82 \leq R_{GC} \leq 15.37$ kpc aralığında, herhangi bir [Fe/H] ve R_{GC} ilişkisi bulunamamıştır. Kümelerimizin metal bollukları $-0.55 \pm 0.33 \leq [Fe/H] \leq -0.05 \pm 0.08$ dex aralığın-

dadır [NGC 436; Be 37]. Ayrıca Schönrich ve Binney (2009) tarafından belirtildiği gibi, Galaktik diskteki homojen olmayan kimyasal zenginleşme, orbital difüzyon ve radyal göçten dolayı, burada da küme yaşları ve metal bollukları arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Sözü edilen sonuçların haricinde, elde edilen diğer sonuçlar ve bunlara ait şekil ve çizelgelere Akkaya Oralhan v.ark. (2015)'den ulaşılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma 33940 No'lu CONACyT (México) projesi ile IN111500 ve IN103014 numaralı PAPIIT-UNAM (México) projeleri ile desteklenmiş olup CCD gözlem verilerinin eldesinde México San Pedro Mártir Ulusal Gözlemevi'nin olanaklarından yararlanılmıştır.

Kaynaklar

- Akkaya, İ., Schuster, W. J., Michel, R., Chavarría-K, C., Moitinho, A., Vázquez, R. & Karataş, Y.: CCD UBVRI Photometry of the Galactic Open Clusters: Be 89, Ru 135, and Be 10. *RMxAA*. **46** (2010) 385–430.
- Akkaya Oralhan, İ., Karataş, Y., Schuster, W. J., Michel, R., Chavarría C.: CCD UBVRI Photometry of Twenty Open Clusters. *NewA*. **34** (2015) 195–210
- Dias, W.S., Alessi, B.S., Moitinho, A., Lépine J.R.D.: New catalogue of optically visible open clusters and candidates, *A&A*. **389** (2002) 871–873.
- Dias, W.S., Alessi, B.S., Moitinho, A., Lépine J.R.D.: New catalogue of optically visible open clusters and candidates, *VizieR Online Data Catalog: Optically visible open clusters and Candidates (Dias+ 2002-2013)* (2012).
- Landolt, A. U.: UBVRI photometric standard stars in the magnitude range 11.5-16.0 around the celestial equator, *AJ*. **104** (1992) 340–371.
- Marigo, P., Girardi, L., Bressan, A., Groenewegen, M. A. T., Silva, L., & Granato, G. L.: Evolution of asymptotic giant branch stars. II. Optical to far-infrared isochrones with improved TP-AGB models, *A&A*. **482** (2008) 883–905.
- Phelps, R.L., Jane, K.A., Montgomery, K.A.: Development of the Galactic disk: A search for the oldest open clusters, *AJ*. **107** (1994) 1079–1096.
- Schmidt-Kaler, Th.: Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, New Series, Group VI, Vol.2b, eds. K. Schaifers & H. H. Voigt (Berlin: Springer), p. 14–24
- Schönrich, R., Binney, J.: Chemical evolution with radial mixing 2009, *MNRAS* **396** (2009) 203-222.

Erişim:

O41-1015: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

NGC 6811 Açık Kümesinin Fotometrik Çalışması

Talar Yontan^{1*}, Selçuk Bilir², Z. Funda Bostancı², T. Ak², S. Karaali², T. Güver², S. Ak², Ş. Duran¹, E. Paunzen³

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

³Masaryk Üniversitesi, Teorik Fizik ve Astrofizik Bölümü, Brno, Çek Cumhuriyeti

Özet

Bu çalışmada, Samanyolu Galaksi'sinin Orion-Cygnus kolunda, Kepler alanında bulunan NGC 6811 açık yıldız kümesinin T100 teleskobuyla yapılmış CCD *UBVRI* gözlemlerinin sonuçları sunulmuştur. Fotometrik analizler ile kümenin yapısal ve astrofiziksel parametreleri tayin edilmiştir. Analizlerde Bayesian istatistik kullanılarak kümenin renk artışı $E(B - V) = 0.05 \pm 0.01$ kadir, *V* bandı uzaklık modülü $(m - M) = 10.06 \pm 0.08$ kadir, metal bolluğu $[M/H] = -0.10 \pm 0.01$ dex, yaşı ise $t = 1 \pm 0.05$ Gyr olarak belirlenmiştir. Eş zamanlı olarak tayin edilen bu parametreler, farklı yöntemler kullanılarak bağımsız olarak da hesaplanmış ve sonuçların birbiriyle uyumu tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

NGC 6811, Galaksinin Orion-Cygnus kolunda bulunan, $\alpha_{2000} = 19^{\text{h}}37^{\text{m}}17^{\text{s}}$, $\delta_{2000} = +46^{\circ}23'18''$ ve $l = 79^{\circ}.210$, $b = +12^{\circ}.015$ koordinatlarında, Güneş'ten yaklaşık 1215 pc uzaklıkta, 630 Myr yaşında bir açık kümedir. İlk kez Lindoff (1972), küme doğrultusundaki 377 yıldızın *UBV* parlaklıklarını fotoğrafik yöntem ile belirlemiş, aynı zamanda incelediği örnek içinde 20 yıldızın fotoelektrik parlaklıklarını da ölçerek kümenin yaşını $t = 0.5$ Gyr, Güneş'ten uzaklığını $d = 1100$ pc hesaplamıştır. NGC 6811'in en güncel çalışması Janes ve diğ. (2013) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar farklı teleskoplar ile aldıkları CCD *UBVRI* fotometrik verilerini kullanarak, küme için renk artışını $E(B - V) = 0.074 \pm 0.024$ kadir, metal bolluğunu $[M/H] = -0.19$ dex, yaşı $t = 1 \pm 0.17$ Gyr, uzaklığı ise $d = 1 \pm 0.05$ kpc hesaplamıştır.

Bu çalışmada kümeye ait renk artışı, uzaklık modülü ve metal bolluğu parametreleri eş zamanlı Bayesian istatistik ve bağımsız yöntemler kullanılarak tayin edilmiştir. Bayesian istatistikten elde edilen parametreler dejenerasyona uğrayabileceğinden, aynı parametreler bağımsız yöntemler ile renk-parlaklık ve iki-renk diyagramları kullanılarak da elde edilmiş ve iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

2 Gözlemler

Çalışmamızda incelenen NGC 6811 açık kümesinin fotometrik gözlemleri 18 Temmuz 2012 tarihinde, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ndeki T100 teleskobuyla, Asahi marka Bessell *UBVRI* filtreleri kullanılarak yapılmıştır. NGC 6811 açık kümesi için farklı filtrelerde toplam 38 adet CCD görüntüsü alınmıştır. Gece fotometrik olup *V* bandı için ortalama görüş değeri 1.5 yaysaniyesi ölçülmüştür.

CCD verilerinin temel kalibrasyonları ile görüntülerdeki piksel koordinatlarının ekvatorial koordinatlara dönüşümleri standart IRAF yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca gece boyunca Landolt (2009) tarafından listelenmiş çok sayıda standart alan yıldızı gözlenerek, yine IRAF yazılımlarıyla açıklık fotometrisi

uygulanmış ve atmosferik sönmüleme ve gecelik dönüşüm katsayıları elde edilmiştir. Küme alanındaki yıldızların parlaklık tayini için SExtractor yazılımı uygulanmış ve alandaki yıldızların isophotal parlaklıkları tayin edilmiştir (Bertin ve Arnouts 1996). Daha sonra standart yıldızlardan elde edilen atmosferik sönmüleme ve dönüşüm katsayıları Janes ve diğ. (2013)'nin verdikleri denklemler dikkate alınarak isophotal parlaklıklara uygulanmış, küme doğrultusundaki yıldızların parlaklıkları standart sisteme çevrilmiş ve 1605 kaynağın fotometrik verilerinin bulunduğu bir katalog elde edilmiştir.

3 Veri Analizi

Küme doğrultusundaki galaksi dışı kaynaklarının belirlenmesinde SExtractor programının üretmiş olduğu yıldızlımsılık indeksi dikkate alınmıştır. Buna göre yıldızlımsılık indeksi 0.8'den küçük 14 kaynak galaksi dışı cisim olarak kabul edilmiştir; böylece küme doğrultusundaki yıldız sayısı 1591 olmuştur. Oluşturulan son örneğe ait *V* parlaklığı ve $U - B$, $B - V$, $V - R$, $R - I$ renklerindeki hesaplanan ortalama hatalar $V < 18$ kadire kadar oldukça düşük iken, bu değerden sonra, beklenildiği gibi, sönük *V* parlaklıklarına doğru hatalar üssel olarak artmaktadır. $V < 15$ ve $15 < V < 18$ aralığında hatalar, $B - V$, $V - R$ ve $V - I$ için, sırasıyla, 0.004 ve 0.022 kadirden daha az iken, aynı *V* değerlerindeki $U - B$ rengi için, sırasıyla, 0.004 ve 0.034 kadirlerdir. Bu çalışmada yıldızlar için hesaplanan parlaklık ve renkler hem fotometrik duyarlılığın ortaya konması hem de kümenin astrofiziksel parametrelerinin belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerin sonuçlarının sınanması bakımından, Janes ve diğ. (2013)'nin ortak yıldızlarıyla karşılaştırılmış ve iki çalışma arasında sistematik farkların bulunmadığı gösterilmiştir (Yontan ve diğ. 2015).

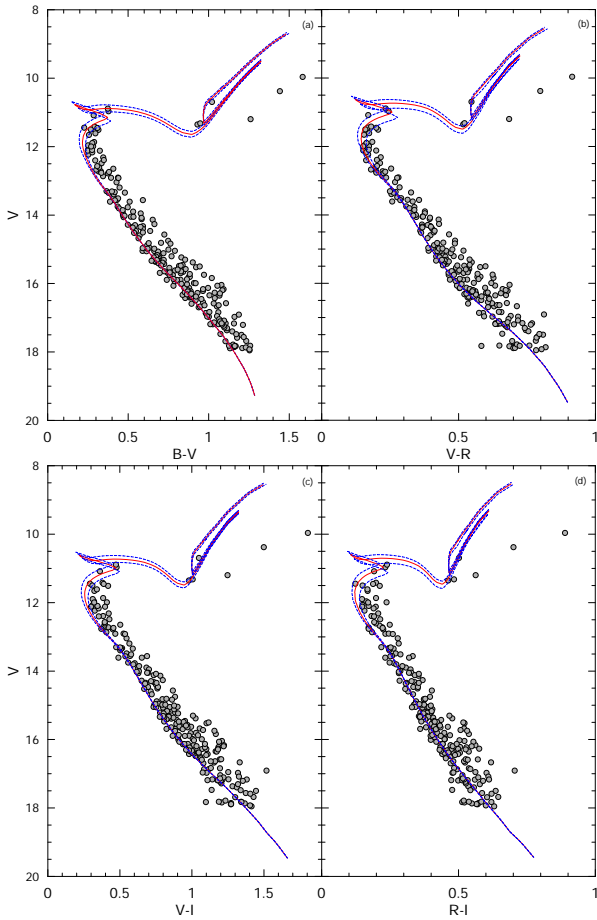
3.1 Kümenin Yapısal Parametreleri

Küme yapısı ve astrofizik parametrelerinin tayin edilmesi için en duyarlı yöntem renk-parlaklık diyagramlarının kullanılmasıdır. Bu nedenle çalışmamızda $V \times U - B$, $V \times B - V$, $V \times V - R$, $V \times R - I$ diyagramları dikkate alınmıştır. Kümeye ait parametrelerin tayini için öncelikle $V \times B - V$ diyagramlarından kümeye üye yıldızlar belirlenmiştir. Bunun için üç

* talar.yontan@istanbul.edu.tr

Çizelge 1. Padova eş-yaş eğrileriyle küme yıldızlarının Bayesian istatistiğe göre karşılaştırılması sonucunda NGC 6811 için elde edilen astrofiziksel parametreler.

Renk-Parlaklık Diyagramı	Renk Artığı (kadir)	μ_1 (kadir)	$[M/H]$ (dex)	Yaş (Gyr)
$V \times B - V$	$E(B - V) = 0.05 \pm 0.01$	10.20 ± 0.18	-0.10 ± 0.01	1.00 ± 0.05
$V \times V - R$	$E(V - R) = 0.05 \pm 0.01$	10.05 ± 0.15	-0.10 ± 0.01	1.00 ± 0.05
$V \times V - I$	$E(V - I) = 0.08 \pm 0.01$	9.95 ± 0.17	-0.10 ± 0.01	1.00 ± 0.05
$V \times R - I$	$E(R - I) = 0.04 \pm 0.01$	10.05 ± 0.16	-0.10 ± 0.01	1.00 ± 0.05
Ortalama		10.06 ± 0.08	-0.10 ± 0.01	1.00 ± 0.05

**Şekil 1.** NGC 6811 açık kümesinin (a) $V \times B - V$, (b) $V \times V - R$, (c) $V \times V - I$ ve (d) $V \times R - I$ renk-parlaklık diyagramları ve bunlara en uygun Padova eş-yaş eğrileri. Daire sembolü kümeye üyelik olasılığı $P \geq 0.50$ olan yıldızları, düz çizgi en uygun eş-yaş eğrisini, kesikli çizgiler ise yaştaki hata mertebesine göre eş-yaş eğrisi aralığını göstermektedir.

yöntem izlenmiştir. İlk önce [Sharma et al. \(2011\)](#)'nin *Galaxia* modeli kullanılarak küme doğrultusunda bulunan alan yıldızlarının renk uzaylarındaki konumlarına bakılmış, daha sonra küme alanındaki yıldızların öz hareket verilerinden [Zacharias ve diğ. \(2013\)](#) ve [Balaguer-Núñez ve diğ. \(1998\)](#)'nin geliştirmiş olduğu algoritmalarından itibaren yıldızlar için hesaplanan kümeye üyelik olasılıkları dikkate alınarak kümenin $V \times B - V$ diyagramındaki anakolu duyarlı bir şekilde belirlenmiştir. Küme üyesi

yıldızların seçiminde astrometrik ölçümlere ek olarak bunların renk uzaylarındaki konumları da dikkate alınmıştır. Bu problemin üstesinden gelmek için metal bolluğu $[M/H] = -0.50$ dex olan PADOVA¹ Sıfır Yaş Anakolu (ZAMS) eğrisi $V \times B - V$ renk-parlaklık diyagramı üzerinde işaretlenmiştir. Ayrıca anakol kalınlaşmasında çift yıldız etkisinin de dikkate alınması amacıyla bu eğri 0.75 kadir parlaklaştırılmıştır. Böylece iki yaş eğrisi arasında kalan yıldızlar ile $V = 12$ 'den parlak yıldızlar da dikkate alınarak toplam 446 yıldız, kümenin en olası üye yıldızları olarak kabul edilmiştir.

Kümeye üye yıldızlar belirlendikten sonra ilk olarak kümenin yapısal parametreleri elde edilmiştir. Bunun için kümenin merkez koordinatlarından itibaren yıldız yoğunluk değerleri hesaplanmış, yıldız yoğunluk değerleri King modeliyle ([King 1962](#)) karşılaştırılarak gözlemsel yoğunlukları en iyi temsil eden fit belirlenmiştir. Kümenin zemin yıldız yoğunluğu f_{bg} , merkezi yıldız yoğunluğu f_0 , çekirdek yarıçapı r_c , sırasıyla, 0.592 ± 0.275 yıldız/yaydakikası², 1.566 ± 0.085 yıldız/yaydakikası² ve 3.860 ± 0.275 yaydakikası olarak hesaplanmıştır.

3.2 İki-Renk ve Renk-Parlaklık Diyagramları

Çalışmada beş fotometrik bant kullanıldığı için NGC 6811 doğrultusunda $U - B \times B - V$, $V - I \times V - R$ ve $R - I \times V - R$ iki-renk diyagramları çizilmiş ve yıldızlar arası ortamın sebep olduğu kızarma değerleri hesaplanmıştır. $U - B \times B - V$ iki-renk diyagramında kullanılan anakol, [Sung ve diğ. \(2013\)](#) tarafından üretilen Güneş bolluğundaki gözlemsel anakol verilerinden, $V - I \times V - R$ ve $R - I \times V - R$ iki-renk diyagramlarındaki anakollar için [Marigo ve diğ. \(2008\)](#)'nin Padova sentetik yıldız kütüphanesinden alınan Güneş bolluğundaki ZAMS verilerini dikkate alınmıştır. Kızarma değerlerinin hesaplanmasında [Cardelli ve diğ. \(1989\)](#)'nin katsayıları kullanılmıştır. Söz konusu anakollar iki-renk diyagramlarında küme verileriyle en iyi uyumu sağlayacak şekilde kaydırılarak küme alanı doğrultusundaki kızarma değerleri $E(U-B) = 0.033 \pm 0.011$, $E(B-V) = 0.046 \pm 0.012$, $E(V-R) = 0.053 \pm 0.010$, $E(V-I) = 0.102 \pm 0.018$, $E(R-I) = 0.046 \pm 0.010$ kadir olarak tayin edilmiştir.

Kümenin uzaklık tayininde anakol çakıştırma yöntemi kullanılarak, kümenin renk-parlaklık diyagramları üzerine küme üyesi yıldızları iyi temsil edecek ZAMS geçirilerek uzaklık modülü hesaplanmıştır. $V \times B - V$ için [Sung ve diğ. \(2013\)](#)'ne ait ZAMS kullanılırken, diğer renk-parlaklık diyagramlarında ise [Marigo ve diğ. \(2008\)](#)'ne ait ZAMS'lar kullanılmış ve kümenin anakolu ile üst üste gelecek şekilde kaydırılmıştır. Bu kaydırma işleminde χ^2 analizleri yapılmış ve en küçük χ^2_{min} 'ye karşılık gelen değer kümenin uzaklık modülü olarak kabul edilmiştir. Ana-

¹ <http://stev.oapd.inaf.it/cgi-bin/cmd>

lizler sonucunda farklı renk-parlaklık diyagramlarından uzaklık modülleri $\mu_{B-V} = 10.22 \pm 0.15$, $\mu_{R-I} = 10.32 \pm 0.46$, $\mu_{V-R} = 10.26 \pm 0.25$, $\mu_{V-I} = 10.22 \pm 0.25$, $\mu_{R-I} = 10.22 \pm 0.25$ kadir olarak hesaplanmış, bu değerlerin ortalaması alınarak NGC 6811 açık kümesinin uzaklık modülü $\mu = 10.15 \pm 0.11$ kadir tayin edilmiştir.

NGC 6811 açık yıldız kümesinin metal bolluğunun tayini için, kümenin F-G tayf türündeki anakol yıldızları $0.3 < (B-V)_0 \leq 0.6$ kadir aralığında seçilmiştir. İncelenen renk aralığındaki her bir yıldızın $(U-B)_0$ değeri ile bu yıldızın $(B-V)_0$ değerine karşılık gelen Hyades anakoluna ait $(U-B)_0$ farklarının alınmasıyla morötesi artıkları ölçülmüş, $(B-V)_0 = 0.6$ renk indeksi kalibre edilmiş ve ortalama değeri hesaplanmıştır. Bu ortalama morötesi artık değeri **Karaali ve diğ. (2011)**'in fotometrik metal bolluğu kalibrasyonuna yerleştirilerek kümenin ortalama metal bolluğu değeri $[M/H] = -0.074 \pm 0.020$ dex olarak hesaplanmıştır.

3.3 Yaş Tayini

Bu çalışmada NGC 6811 kümesinin yaşı Bayesian istatistiği kullanılarak tayin edilmiştir. Kümeye üyelik olasılığı yüksek yıldızlar kullanılarak oluşturulan renk-parlaklık diyagramları ile farklı metal bollukları ve yaşlar için hesaplanan Padova yıldız modelleri (**Marigo ve diğ. 2008**) karşılaştırılarak, kümenin yaşını en iyi şekilde temsil edecek eş-yaş eğrisi belirlenmeye çalışılmıştır. Gözlemler ile karşılaştırılacak teorik modellerin seçiminde ağır element bolluğu $[-0.3, +0.2]$ dex, uzaklık modülü $[9, 11]$ ve renk artıkları da $[0, 0.20]$ aralıklarında alınmış olup, metal bolluğu değişim adımları 0.05 dex, uzaklık modülü ve renk artığı değişim adımları ise, sırasıyla, 0.01 ve 0.001 kadir olacak şekilde seçilmiştir. Farklı metal bollukları için hesaplanmış eş-yaş eğrileri ise $0-3$ Gyr aralığında 50 Myr'lık adımlar ile Padova web sitesinden alınmıştır.

Kümeye üye olduğu daha önce belirlenmiş 446 yıldızın fotometrik verilerinden oluşturulan renk-parlaklık diyagramları Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu yıldızların içinde kümeye üyelik olasılıkları astrometrik yöntem ile $P \geq 0.50$ olarak belirlenmiş olanlar daire sembolüyle belirtilmiştir. Seçilen 446 yıldızın fotometrik verileriyle Padova eş-yaş eğrilerinin Bayesian istatistiği kullanılarak hesaplanmış en olası yaş değerleri ve bu yaşların standart sapmaları Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca aynı çizelge üzerinde kümenin renk artığı, kızarmadan arındırılmış uzaklık modülü ve metal bolluğu değeri de $V \times (B-V)$, $V \times (V-R)$, $V \times (V-I)$ ve $V \times (R-I)$ diyagramları için hesaplanmıştır. Şekil 1'de verilen renk-parlaklık diyagramları üzerinde düz çizgi küme için hesaplanan yaşı, kesikli çizgiler ise 3σ 'ya karşılık gelen yaş hatalarını göstermektedir.

4 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde elde edilmiş gözlemsel veriler incelenerek NGC 6811 açık kümesinin *UBVRI* fotometrik analizleri yapılmış, kümenin yapısal ve astrofiziksel parametreleri hem geleneksel hem de gelişmiş yöntemler kullanılarak duyarlı bir şekilde incelenmiştir. Kümenin astrofiziksel parametreleri için her iki yöntemden elde edilen sonuçlar birbirleriyle ve literatürden derlenen sonuçlarla karşılaştırılarak parametre dejenerasyonu olup olmadığı incelenmiştir.

NGC 6811 açık kümesinin renk artığı, uzaklık modülü, metal bolluğu ve yaşı gibi astrofiziksel parametrelerinin hesaplanmasında gözlemsel renk-parlaklık diyagramları üzerine Padova eş-yaş eğrileri geçirilmiştir. Kümenin yaş tayini için en uygun

Padova eş-yaş eğrisinin seçiminde Bayesian istatistik kullanılmıştır. Bu yöntemde geniş bir parametre seti kullanılmış olup, renk artığı, uzaklık modülü ve metal bolluğu kümenin yaşıyla eş zamanlı olarak çözülmüştür. Dört parametre eş zamanlı çözüldüğünden, parametre dejenerasyonu olması muhtemeldir. Bu dejenerasyonun kontrol edilerek, gerekirse giderilebilmesi için ikinci bir yöntem izlenmiştir. Buna göre kümenin renk artıkları iki-renk diyagramları üzerinde standart anakolların gözlemsel anakol yıldızlarını temsil edecek şekilde kaydırılmasıyla hesaplanmıştır. Kümenin uzaklık modülleri, Güneş bolluğundaki sıfır yaş anakolları gözlemsel anakolu en iyi temsil edecek şekilde parlaklık-renk diyagramları üzerinde kaydırılarak belirlenmiştir. Yaş tayini için gerekli olan son parametre kümenin metal bolluğudur ve bu parametrenin tayini kümedeki F-G tayf türünden anakol yıldızlarının mor ötesi artıklarının ölçülmesine dayanmaktadır. Çalışmada F0-G1 tayf türü aralığındaki 60 anakol yıldızının ortalama mor ötesi artığı hesaplanarak, kümenin metal bolluğu **Karaali ve diğ. (2011)**'in fotometrik metal bolluğu kalibrasyonu yardımıyla $[M/H] = -0.074 \pm 0.020$ dex bulunmuştur. NGC 6811 açık kümesinin iki farklı yöntem ile elde edilen parametrelerinin birbirine yakın oluşu, birden fazla parametrenin eş zamanlı elde edilmesinde en azından bu küme için dejenerasyon olmadığını göstermektedir.

NGC 6811 açık kümesi ilk kez **Lindoff (1972)** tarafından fotometrik olarak detaylıca incelenmiştir. Çalışmada elde edilen parametreler **Lindoff (1972)**'un değerleriyle karşılaştırıldığında, bu çalışmadaki renk artığının üç kat daha az, küme yaşının ise iki kat büyük hesaplandığı görülmektedir. İki çalışmada hesaplanan uzaklıkların hatalar dahilinde uyumlu oldukları söylenebilir. Kümenin ikinci detaylı analizi **Barkhatova ve diğ. (1978)** tarafından yapılmıştır. **Barkhatova ve diğ. (1978)**'nin fotometrik çalışmasında **Lindoff (1972)** ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Parametreler arasındaki en büyük farklılık küme yaşının **Barkhatova ve diğ. (1978)** tarafından 800 Myr, **Lindoff (1972)** tarafından ise 500 Myr verilmesidir. 2000 'li yıllara yaklaşılan NGC 6811 kümesi **Glushkova ve diğ. (1999)** tarafından bir kez daha incelenmiştir. **Glushkova ve diğ. (1999)** küme alanındaki yıldızların radyal hızlarıyla birlikte fotoelektrik *UBVRI* incelemesini yaparak, kümenin Güneş'ten uzaklığını $d = 1040$ pc ve yaşını $t = 700$ Myr hesaplamışlardır. Bu araştırmacıların sonuçları **Lindoff (1972)** ve **Barkhatova ve diğ. (1978)**'nin sonuçlarıyla uyum içindedir. Literatürde NGC 6811 açık kümesinin en detaylı CCD fotometrik çalışması **Janes ve diğ. (2013)** tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar kümenin astrofiziksel parametrelerini Bayesian istatistik kullanarak eş zamanlı olarak tayin etmişler, fakat hesapladıkları parametreler arasındaki dejenerasyonu tartışmamışlardır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile **Janes ve diğ. (2013)** tarafından elde edilenler karşılaştırıldığında, hesaplanan parametrelerin genelde uyumlu oldukları görülmektedir. Parametreler arasındaki en belirgin farklılık metal bolluğu değerlerinde görülmektedir. **Janes ve diğ. (2013)** NGC 6811 açık kümesinin metal bolluğunu bu çalışmada elde edilen değere göre yaklaşık 0.1 dex daha az vermektedir.

Teşekkür

Bu araştırma 113F201 ve 113F270 numaralı TÜBİTAK projeler ile desteklenmiştir. Gözlemler TUG T100 teleskobunda 12BT100-324 numaralı gözlem projesiyle gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

Balaguer-Núñez, L., Tian, K. P., Zhao, J. L., 1998, A&AS, 133, 387

- Barkhatova, K. A., Zakharova, P. E., Shashkina, L. P., 1978, SvA, 22, 31
Bertin, E., Arnouts, S., 1996, A&AS, 117, 393
Cardelli, J. A., Clayton, G. C., Mathis, J. S., 1989, ApJ, 345, 245
Glushkova, E. V., Batyrshinova, V. M., Ibragimov, M. A., 1999, AstL, 25, 86
Janes, K., Barnes, S. A., Meibom, S., Hoq, S., 2013, AJ, 145, 7
Karaali, S., Bilir, S., Ak, S., Yaz, E., Coşkunoglu, B., 2011, PASA, 28, 95
King, I., 1962, AJ, 67, 471
Landolt, A. U., 2009, AJ, 137, 4186
Lindoff, U., 1972, A&A, 16, 315
Marigo, P., Girardi, ve diğ., 2008, A&A, 482, 883
Sharma, S., Bland-Hawthorn, J., Johnston, K. V., Binney, J., 2011, ApJ, 730, 3
Sung, H., Lim, B., Bessell, M.S., Kim, J. S., Hur, H., Chun, M., Park, B., 2013, JKAS, 46, 103
Yontan, T., Bilir, S., ve diğ., 2015, Ap&SS, 355, 267
Zacharias, N., Finch, C. T., ve diğ., 2013, AJ, 145, 44

Erişim:

O41-1030: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

ETAP: Bir Ötegezegen Transit Eğrisi Analiz Programı

Volkan Bakış¹*, Osman Demircan²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Özet

Ötegezegen geçişinin sebep olduğu ışık değişiminin modellenmesi için yeni bir yazılım tanıtılmıştır. Yazılımın üzerine kurulduğu model örtme çift yıldızlar için geliştirilmiş olan yeni ve genel bir örtme-örtülme fonksiyonunu kullanmaktadır (Kopal (1977); Kopal ve Demircan (1978)). Yazılım, ötegezegen ve barınak yıldızının kesirsel yarıçapları, yörüngenin eğimi, yörünge basıklığı, enberinin boylamı, herhangi bir dereceden kenar karmama katsayılarını ve geçiş zamanını içeren parametreleri en küçük χ^2 'yi verecek şekilde bulmaktadır. Parametrelerin hataları jackknife yöntemi ile bulunmaktadır. Bu çalışmada literatürde iyi bilinen ötegezegen geçişleri arasından seçilen bazı ötegezegenli sistemler analiz edilerek yazılımın ilk uygulaması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries (including multiple): close, Yıldız Tayfı

1 Ötegezegenler ve ETAP

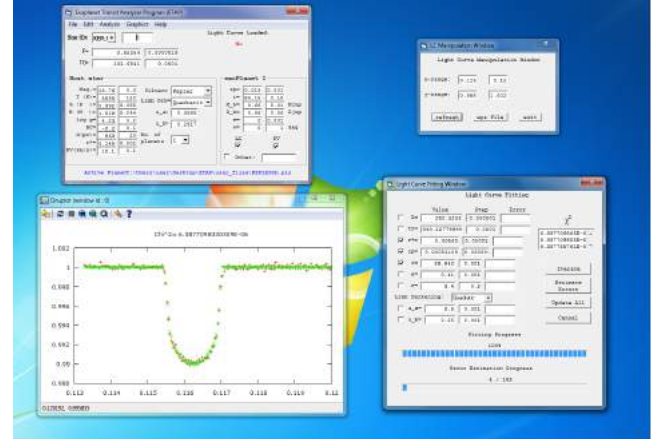
Ötegezegenlerin ışık eğrilerinin analizleri genellikle ötegezegeni temsil eden opak bir diskten çembersel yıldız diskinde örttüğü alanın hesaplanması için göreceli olarak basit geometrik algoritmalarla dayanır. Literatürde ışık eğrilerini ve/veya dikine hız eğrilerini analiz eden bir çok yazılım kodu mevcuttur; TAP Gazak ve ark. (2012), JKTEBOP Southworth ve ark. (2008), FITSH Pál (2012), PHEOBE Prša ve Zwitter (2005), VARTOLS Hartman (2008), Nightfall5, PhoS-T Mislis ve ark. (2012), Systemic Meschiari ve ark. (2009) ve EXOFAST Eastman ve Gaudi (2013). Yeni yazılım ETAP farklı seçilen kenar karmasına sahip küresel bir yıldız etrafında basık yörüngede dolanan ötegezegen(ler) için oluşturulmuştur. Tutulmadan (örtme yada örtülme, parçalı yada halkalı) kaynaklanan ışık kaybı için benzersiz bir formül kullanmaktadır (Kopal (1977); Kopal ve Demircan (1978)). ETAP yazılımında en iyi fiti sağlayan model için hata hesabı istatistik yöntem olan jackknife ile sağlanmaktadır (Quenouille (1956); Tukey (1958)). Jackknife yönteminin farklı olan özelliği veriden parametrelere taşınan hatayı en makul ve güçlü bir şekilde vermesidir.

2 Bazı Uygulamalar

ETAP yazılımı kullanımı kolay tasarlanmıştır. Girdi dosyası olarak sadece bire normalize edilmiş zamana karşı transit eğrisi verisi kullanılmaktadır. Başlangıç parametreleri ile model gözlem ile karşılaştırılıp en uygun değerler belirlendikten sonra program istenilen adımda model fiti yapar. En küçük χ^2 'yi veren model parametreleri bulunduktan sonra parametrelerin hataları ayrı bir menüden hesaplanır. Jackknife, yöntem gereği tüm veriden sırayla bir veri eksiltip model fiti yaptığından, parametre hatalarının bulunması en iyi parametrelerin bulunmasından daha uzun sürer. Programın çalışma esnasından bir görünüm Şekil 1'de verilmiştir.

ETAP altı geçiş eğrisine başarılı bir şekilde uygulanmıştır: Kepler 4b, 7b, 8b, 12b, 86b, 412b. Elde edilen fitlere ait parametreler Tablo 1'de verilmiş olup kesirsel yarıçaplar ve yörünge eğimi gibi temel parametreler de literatürde yapılan çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Gözlem ve teorik modeller Şekil 2-7'da gösterilmiştir.

* volkanbakis@akdeniz.edu.tr



Şekil 1. ETAP programının model fiti sırasında alınmış bir ekran görüntüsü.

3 Sonuçlar ve Tartışma

Ötegezegen geçişiyle oluşan ışık değişimi tutulma fonksiyonu ile ifade edilir. Bu çalışmada kullanılan tutulma fonksiyonu her türden örtme-örtülme için geçerli olan bir fonksiyondur. Yeni analiz programı (ETAP) literatürde iyi bilinen altı ötegezegen geçişi gösteren sisteme başarılı bir şekilde uygulanmış ve sonuçlar literatür ile karşılaştırılmıştır. Yazılım kodu gelecekte yansımaya, basıklık, manyetik aktivite vb. diğer optik etkileri içerecek şekilde genişletilecektir.

Teşekkür

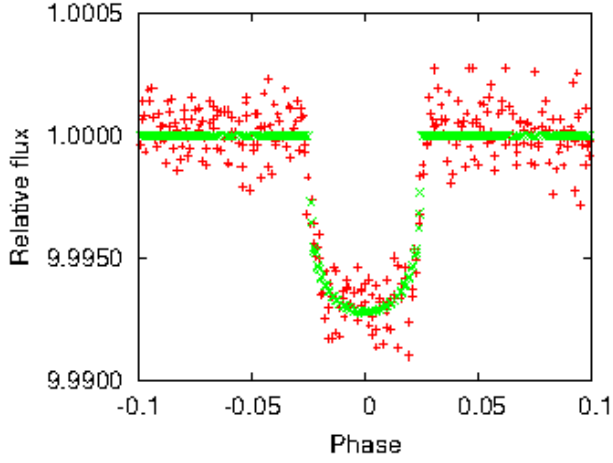
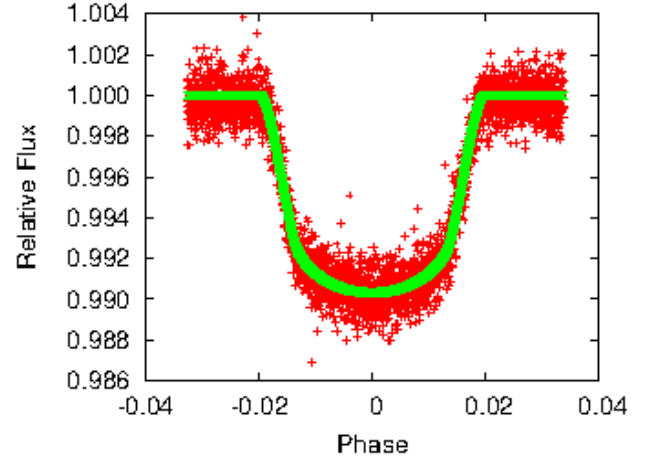
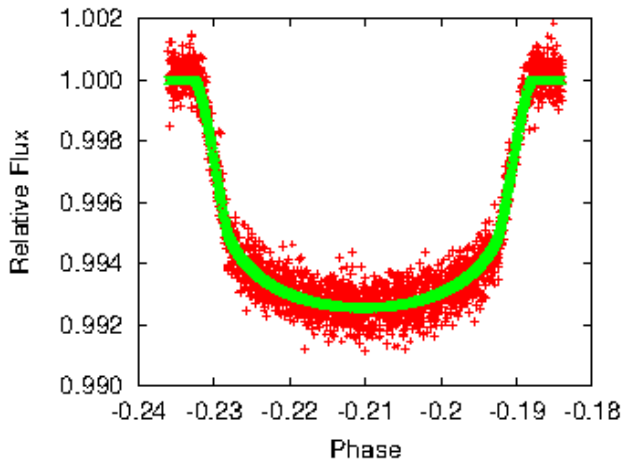
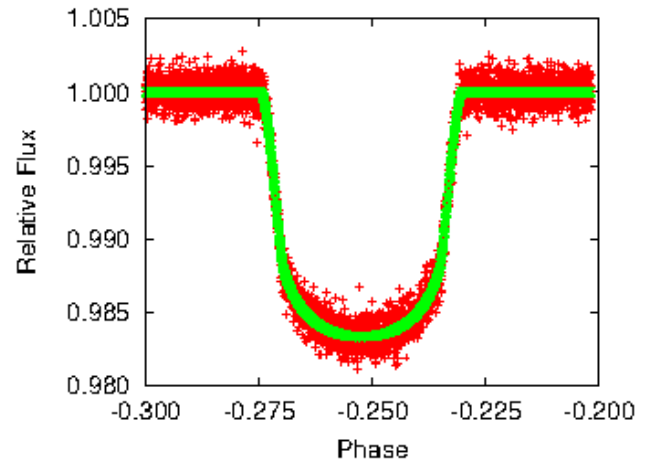
Yazılımın farklı sistemler üzerinde uygulanması için transit verilerinin hazırlanmasında yardım eden Yüksek Lisans öğrencisi Efecan TUNÇ'a teşekkür ederiz.

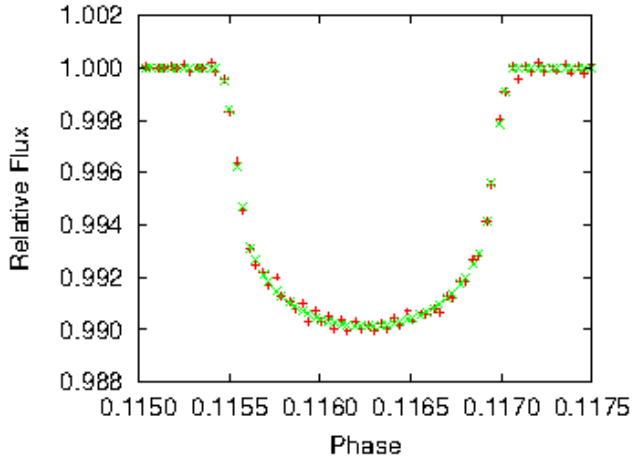
Kaynaklar

- Eastman, J., Gaudi B. S., Agol E.: EXOFAST: A Fast Exoplanetary Fitting Suite in IDL PASP 125 (2013) 83–112
Gazak, J., Z., Johnson, J., A., Tonry, J., Dragomir, D., Eastman, J., Mann, A., W., Agol, E.: Transit Analysis Package: An IDL Graphical User Interface for Exoplanet Transit Photometry AdAst 2012 2012 30–37

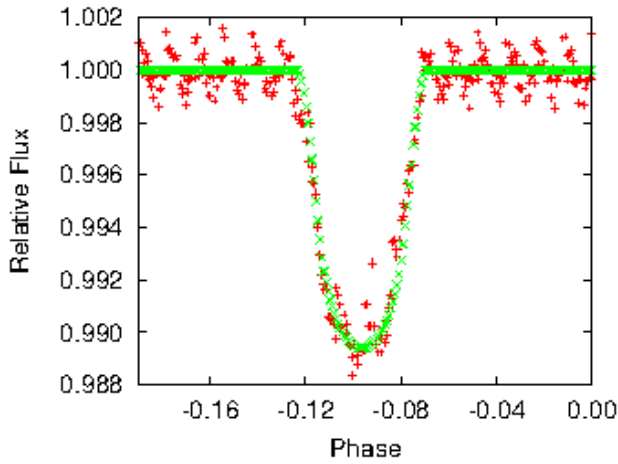
Çizelge 1. ETAP ile analiz edilen altı geçiş eğrisinin model parametreleri ve literatür ile karşılaştırılması. * Sabit tutulan parametreler.

Parametreler	Kepler 4b	Kepler 7b	Kepler 8b	Kepler 12b	Kepler 86b	Kepler 412b
P^* (gün)	3.21346	4.885525	3.52254	4.4379637	282.5255	1.720861232
T_0^* (HJD)	2454132.2354	2454967.27571	2454132.2223	2454133.3333	2454292.5983	2454132.0935
e^*	0	0.1	0	0.01	0.41	0.0038
w^* (°)	–	357.1	–	182	3.4	125
r_s	0.1519(3)	0.15012(5)	0.14527(2)	0.12525(1)	0.0056(1)	0.2090(6)
r_s (liter.)	0.1516043	0.1503539	0.1430333	0.1240029	0.00565	0.202
r_p	0.003689(4)	0.01220(2)	0.01398(1)	0.01480(1)	0.00051(2)	0.0214(1)
r_p (liter.)	0.003657	0.012076	0.013729	0.014246	0.000547	0.0214
i (°)	89.65(3)	85.312(5)	84.154(3)	88.782(2)	89.842(1)	80.903(2)
i (°) (liter.)	89.76	85.18	84.07	88.76	89.83	80.89
u_1^*, u_2^*	0.4086, 0.2633	0.3948, 0.2711	0.3585, 0.2917	0.367, 0.274	0.435, 0.248	0.60, 0.36
N	310	2314	3189	4335	56	303
χ^2	3.33E-6	2.29E-4	2.41E-3	2.67E-3	6.04E-6	1.69E-4

**Şekil 2.** Kepler 4b'nin geçiş ışık eğrisi gözlemi ve ona uyan en iyi ETAP modeli.**Şekil 4.** Kepler 8b'nin geçiş ışık eğrisi gözlemi ve ona uyan en iyi ETAP modeli.**Şekil 3.** Kepler 7b'nin geçiş ışık eğrisi gözlemi ve ona uyan en iyi ETAP modeli.**Şekil 5.** Kepler 12b'nin geçiş ışık eğrisi gözlemi ve ona uyan en iyi ETAP modeli.



Şekil 6. Kepler 86b'nin geçiş ışık eğrisi gözlemi ve ona uyan en iyi ETAP modeli.



Şekil 7. Kepler 412b'nin geçiş ışık eğrisi gözlemi ve ona uyan en iyi ETAP modeli.

426–438

Quenouille, M., H.: Notes on bias in estimation *Biometrika* **43** (1956) 353–360

Southworth, J., Townsley, D., M., Gänsicke, B., T.: Orbital periods of cataclysmic variables identified by the SDSS - IV. SDSSJ220553.98+115553.7 has stopped pulsating *MNRAS* **388** (2008) 709

Tukey, J., W.: Bias and confidence in not-quite large samples *Ann. Math. Statist.* **29** (1958) 614

Erişim:

O42-1100: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Hartman, J., D.: A deep survey for transiting hot planets in the open cluster M37 with the MMT PhDT, Harvard University, Publication Number: AAT 3312389; ISBN: 9780549615378; Advisor: Holman, Matthew J. (2008)

Kopal, Z.: Fourier analysis of the light curves of eclipsing variables. *XII Ap&SS* **51** (1977) 439–460

Kopal, Z., Demircan, O.: Fourier analysis of the light curves of eclipsing variables. *XIV Ap&SS* **55** (1978) 241–261

Meschiari, S., Wolf, A., S., Rivera, E., Laughlin, G., Vogt, S., Butler, P.: Systemic: A Testbed for Characterizing the Detection of Extrasolar Planets. I. The Systemic Console Package *PASP* **121** (2009) 1016–1027

Mislis, D., Heller, R., Fernandez, J., Seemann, U., Ioannidis, P., Avdellidou, C.: The Photometric Software for Transits (PhoS-T) 10th Hellenic Astronomical Conference, Proceedings of the conference held at Ioannina, Greece, 5-8 September 2011. Edited by Iossif Papadakis and Anastasios Anastasiadis. (2012) 12–12

Pál, Á.: Light-curve modelling for mutual transits *MNRAS* **420** (2012) 1630–1635

Prša, A., Zwitter, T.: A Computational Guide to Physics of Eclipsing Binaries. I. Demonstrations and Perspectives *ApJ* **628** (2005)

Be55, Ki02 ve NGC457 Açık Yıldız Kümelerine ait Temel ve Yapısal Parametrelerin Belirlenmesi

Sara Bulut^{1*}, İnci Akkaya Oralhan¹, Raul Michel Murillo², İbrahim Küçük¹,
Ferhat Fikri Özeren¹

¹ Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

² Instituto de Astronomia, UNAM, Apartado Postal 877, 22800 Ensenada, B. C., Mexico

Özet

Be55, Ki02 ve NGC457 açık yıldız kümeleri Galaksimizin birinci ve ikinci çeyreğinde bulunan, F-G tayf türünden yıldızlar içerdiği bilinen kümeler içerisinde seçilmiştir. Seçilen bu kümeler için $CCD\ UBV(RI)_C$ gözlemleri Sierra San Pedro Martir (SPM) gözlemeviden aynı teleskop (0.84 cm), CCD ve filtreler ile alınmıştır. Kümelerin görüntüleri, Açıklık (Aperture) ve PSF tekniği ile IRAF'da indirgenmiştir. Açık yıldız kümelerinin temel parametreleri belirlenirken hem $CCD\ UBV(RI)_C$ hem de 2MASS (The Two Micron All Sky Survey) JHK_S fotometrisi kullanılarak oldukça geniş bir filtre aralığında çalışılmıştır. Küme analizlerinde $\delta(U - B)$ morötesi artışı tekniği kullanılarak kümelerin fotometrik metal bollukları ilk kez tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Küme Üyeliklerinin Belirlenmesi

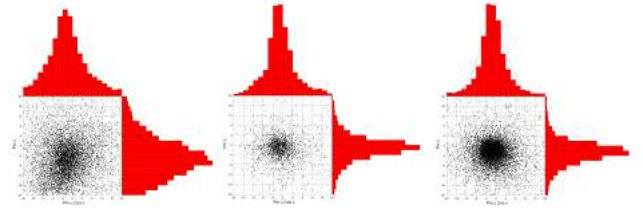
Roeser v.ark. (2010)'na ait PPMXL Kataloğu, Monet v.ark. (2003) 'na ait USNO-B1.0 Kataloğundaki öz hareket verileriyle 2MASS verilerini birleştirmiştir. Bu katalog sayesinde, küme alanı içerisinde kalan yıldızların öz hareketlerine bakılarak küme üyesi olmayan yıldızlar verilerden daha kontrollü bir şekilde çıkarılabilmektedir. Küme üyelikleri belirlenirken küme içerisindeki her bir yıldız için sağ açıklık ve dik açıklığa göre belirlenmiş öz hareket verilerinden belirsizliği ≥ 4.0 mas $y\text{bl}^{-1}$ olan öz hareket verileri çıkarılmıştır. Kümenin WEBDA'da verilen merkezi koordinatlarından yaklaşık 20 yay dakikalık bir alan içerisinde kalan bölgede PPMXL kataloğundan alınmış veriler üzerinden Şek. 1'deki gibi bir dağılım elde edilmiştir. Burada ($p\alpha\cos\delta$) ve ($p\delta$) sağ açıklık ve dik açıklığa göre öz hareketleridir. Her bir histograma Gauss fonksiyonu uygulandıktan sonra da $\pm 1\sigma$ standart sapma değeri içerisinde kalan öz hareket verileri kümenin olası üyeleri olarak kabul edilmektedir. Bu standart sapma dışında kalan yıldızlar hem $UBV(RI)_C$ hem de JHK_S veri setlerinden ayıklanmıştır (Akkaya Oralhan v.ark. 2015).

2 Kümelerin Yapısal Parametrelerinin Belirlenmesi

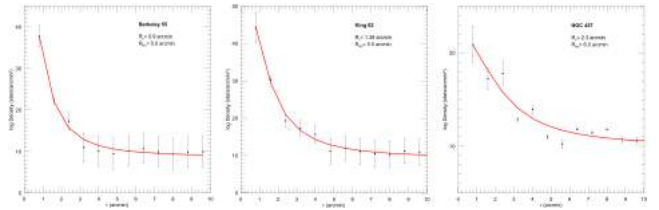
Kümelerin yapısal parametreleri küme üyesi yıldızların radyal sayı yoğunluklarını modelleyen üç parametrelili King profil fitiyle belirlenmektedir (Şek. 2).

King profil fiti; $\sigma(R) = \sigma_{bg} + \sigma_{ok}/(1 + (R/R_{core})^2)$ eşitliğiyle tanımlanır (Bonatto v.ark. 2009). Eşitlikteki σ_{bg} , σ_{ok} ve R_{core} parametreleri sırasıyla arka alan yıldız sayı yoğunluğunu, kümenin merkezi yüzey sayı yoğunluğunu ve kümenin çekirdek yarıçapını tanımlar.

* sarabulut@gmail.com



Şekil 1. Be55, Ki02 ve NGC457 açık yıldız kümelerine ait öz hareket dağılımı



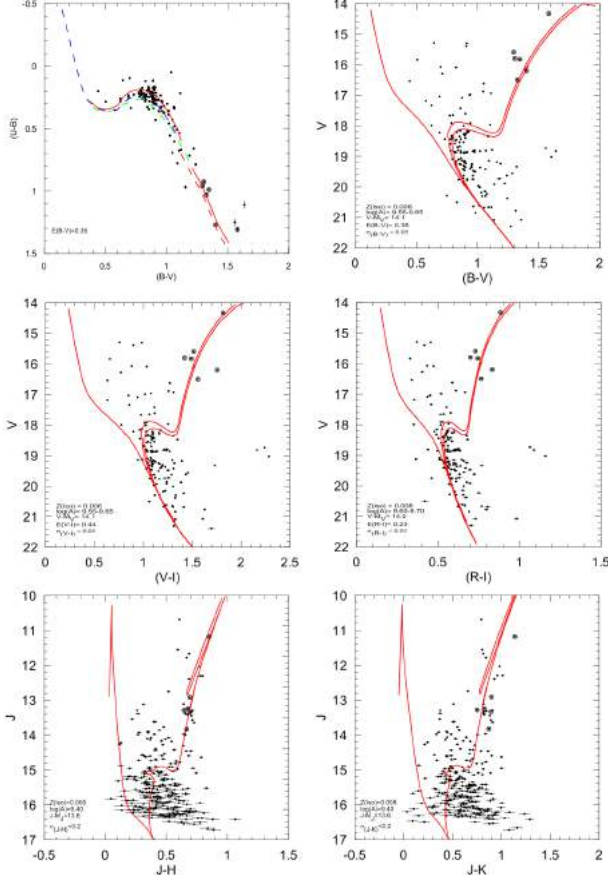
Şekil 2. Be55, Ki02 ve NGC457 açık yıldız kümelerine ait radyal yoğunluk dağılımı

2.1 Kümelerin Temel Astrofiziksel Parametrelerinin Belirlenmesi

Açık yıldız kümelerinin $E(B - V)$ renk artışı değerleri, SK82 (Schmidt-Kaler, 1982) anakolunun, $(U - B)-(B - V)$ renk renk diyagramında küme üyelerinin fotometrik verilerine uygun bir çakıştırma elde edilinceye kadar kızarma doğrultusu boyunca kaydırılmasından bulunur (Schmidt-Kaler 1982). Açık yıldız kümelerinin metal bolluğu tayini küme yıldızların U filtre gözlemlerinden itibaren $(U - B)-(B - V)$ iki renk diyagramında $\delta(U-B)$ morötesi artışı yöntemine göre yapılır. Açık yıldız kümelerinin $(V - M_V)$ uzaklık modülü, Bressan v.ark. (2012) 'na ait teorik eşyaş eğrilerinin kümelerin $V-(B-V)$, $V-(R-I)$, $V-(V-I)$, $J-(J-H)$, $J-(J-K)$ renk-kadir diyagramlarında kümenin

Çizelge 1. Be55, Ki02 ve NGC457 açık yıldız kümelerine ait temel parametreler

noalign Cluster	$E(B-V)$	$[Fe/H]$	Z	$(V_0 - -M_V)$	$\log(A)_{fit}$	$A(\text{Gyr})$	$d(\text{kpc})$
Be 55	1.05 ± 0.25	-0.56 ± 0.13	0.005 ± 0.002	10.32 ± 0.03	9.54 ± 0.03	3.47 ± 0.25	1.16 ± 0.20
Ki 02	0.35 ± 0.15	-0.36 ± 0.12	0.008 ± 0.002	13.90 ± 0.04	9.56 ± 0.02	3.15 ± 0.18	5.91 ± 0.11
NGC 457	0.48 ± 0.21	-0.39 ± 0.46	0.007 ± 0.007	11.70 ± 0.04	7.45 ± 0.05	0.03 ± 0.004	2.23 ± 0.50

**Şekil 3.** Ki02 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları

standart sömükleşme kanunlarına göre renk artıkları dikkate alınarak, dikey mutlak kadir ekseninde $(V - M) + 3.1 E(B - V)$ kadar, yatay renk indeksi ekseninde ise renk artığı kadar kaydırılarak elde edilir. Kümenin yaşı yine bu beş renk–kadir diyagramlarında, kümenin Z ağır element bolluğuna göre seçilen [Bressan v.ark. \(2012\)](#) 'na ait teorik eşyaş eğrisinin, kümenin anakolu, dönüm noktası eğer varsa kırmızı yığın/kırmızı dev yıldızları ile iyi uyum elde edilinceye kadar çakıştırılmasından elde edilir.

3 Bulgular

3.1 Be55

Be55 açık yıldız kümesinin SK82 anakolunun küme yıldızları ile çakıştırılmasından elde edilen renk artığı değeri $E(B-V) = 1.05 \pm 0.25$ olarak hesaplanmıştır. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi fazlalığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu $([Fe/H], Z) = (-0.56, 0.005)$ olarak elde edilmiştir. Kümenin PARSEC'ten alınan eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile çakıştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülü, hesaplanan uzaklığı ve yaşı [Çizelge 1](#)'de listelenmiştir.

3.2 Ki02

Ki02 açık yıldız kümesinin $(U - B), (B - V)$ iki renk diyagramı ve beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları [Şek. 3](#)'te verilmiştir. Kümenin renk artığı değeri $E(B-V) = 0.35 \pm 0.015$, metal ve ağır element bolluğu $([Fe/H], Z) = (-0.36, 0.008)$ olarak elde edilmiştir. Kümenin uzaklık modülü, hesaplanan uzaklığı ve yaşı [Çizelge 1](#)'de listelenmiştir.

3.3 NGC457

NGC457 açık yıldız kümesinin renk artığı değeri $E(B-V) = 0.48 \pm 0.021$, metal ve ağır element bolluğu $([Fe/H], Z) = (-0.39, 0.007)$ olarak elde edilmiştir. Kümenin uzaklık modülü, hesaplanan uzaklığı ve yaşı [Çizelge 1](#)'de listelenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK-114F123 numaralı ve "Galaksimizin Birinci ve İkinci Çeyreğinde Bulunan 20 Açık Yıldız Kümesinin Temel ve Yapısal Parametrelerinin Belirlenmesi" başlıklı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Monet, David G., Levine, Stephen, E., Canzian, Blaise, Ables, Harold, D., Bird, Alan, R., Dahn, Conard, C., Guetter, Harry, H., Harris, Hugh, C., Henden, Arne, A., Leggett, Sandy, K., Levison, Harold, F., Luginbuhl, Christian, B., Martini, Joan, Monet, Alice, K. B., Munn, Jeffrey, A., Pier, Jeffrey, R., Rhodes, Albert, R., Riepe, Betty, Sell, Stephen, Stone, Ronald, C., Vrba, Frederick J., Walker, Richard, L., Westerhout, Gart, Brucato, Robert, J., Reid, I., Neill, Schoening, William, Hartley, M., Read, M. A., Tritton, S. B. *ia C.: The USNO-B Catalog. AJ. 125 (2003) 984–983*
- Roeser, S., Demleitner, M., Schilbach, E. *ia C.: The PPMXL Catalog of Positions and Proper Motions on the ICRS. Combining USNO-B1.0 and the Two Micron All Sky Survey (2MASS). AJ. 139 (2010) 2440–2447*
- Akkaya Oralhan, İ., Karataş, Y., Schuster, W. J., Michel, R., Chavarría C.: CCD UBVRI Photometry of Twenty Open Clusters. *NewA. 34 (2015) 195–210*
- Schmidt-Kaler, Th. *ia C.: Intrinsic colors and visual absolute magnitudes (calibration of the MK system), in Landolt-Bornstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology. New Series. 14-24 (1982) 978-3-540-10976-1*
- Bressan, A., et. al. *ia C.: PARSEC: stellar tracks and isochrones with the PAdova and TRieste Stellar Evolution Code. 427 (2012) 127–145*
- Bonatto, C., Bica, E. *ia C.: Investigating the age and structure of the infrared old open clusters LK1, LK10, FSR1521 and FSR1555. MNRAS. 392 (2009) 483–496*

Erişim:

O42-1130: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

NGC 6866 Açık Kümesinin Ayrıntılı İncelenmesi

Z. Funda Bostancı¹★, Tansel Ak¹, Talar Yontan², Selçuk Bilir¹, Ömür Çakırlı³,
Tolga Güver¹, Orkun Özdarcan³, Serap Ak¹, Ernst Paunzen⁴

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı, İstanbul, Türkiye

³Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir, Türkiye

⁴Masaryk Üniversitesi, Teorik Fizik ve Astrofizik Bölümü, Brno, Çek Cumhuriyeti

Özet

Bu çalışmada, NGC 6866 açık kümesinin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan T100 teleskobu ile Bessell *UBVRI* filtreleri kullanılarak elde edilmiş çok bant CCD fotometrik gözlemleriyle kümeye üye yıldızların LAMOST tayflarının analiz sonuçları sunulacaktır. Kümenin yapısal parametreleri yıldız yoğunluk profillerinden hesaplanmıştır. Alandaki yıldızların astrometrik verileri kullanılarak kümeye üyelik olasılıkları bulunmuştur. Kümeye üyelik olasılıkları yüksek olan yıldızlar dikkate alınarak kümenin kızarması, metal bolluğu, uzaklık modülü, uzaklığı ve yaşı elde edilmiştir. Bu çalışma ile NGC 6866 açık kümesinin astrofiziksel parametrelerinin istatistiksel çözümündeki parametre dejenerasyonunun üstesinden gelmek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations: individual:..., Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

NGC 6866, Galaksimizin Orion-Cygnus kolunda bulunan J2000 epoklu $\alpha = 20^{\text{h}}03^{\text{m}}55^{\text{s}}$, $\delta = +44^{\circ}09'30''$ ve $l = 79^{\circ}.56$, $b = +6^{\circ}.84$ koordinatlarında, Güneş'ten 1450 pc uzaklıkta, yaklaşık $t = 400$ Myr yaşında orta yaşlı bir açık yıldız kümesidir. NGC 6866 kümesi doğrultusundaki 25 yıldızın fotoelektrik *UBV* parlaklıklarıyla 136 yıldızın fotoğrafik parlaklıkları Washington Kataloğu'nda listelenmiştir (Hoag ve diğ. 1961). Frinchaoboy ve Majewski (2008) kümenin ortalama radyal hızını 12.18 ± 1.14 km/s ve öz hareket bileşenlerini ise $\mu_{\alpha} \cos \delta = -5.52 \pm 1.17$ ve $\mu_{\delta} = -7.97 \pm 1.09$ mas/yr bulmuştur. Frolov ve diğ. (2010) fotoğraf plaklarını ve CCD *UBV* gözlemlerini kullanarak NGC 6866 kümesinin 246 üyesini teşhis ederek, kümenin fiziksel parametrelerini hesaplamış ve kümenin yaşını $t = 560$ Myr bulmuşlardır. Kümenin en güncel çalışması Janes ve diğ. (2014) tarafından yapılmış ve NGC 6866 için renk artığı $E(B - V) = 0.16 \pm 0.04$ kadir, uzaklığı $d = 1250$ pc, yaşı $t = 705 \pm 170$ Myr, metal bolluğunu ise $Z = 0.014 \pm 0.005$ vermişlerdir.

Bu çalışmada, geleneksel yöntemler kullanılarak kümenin renk artığı, uzaklık modülü ve metal bolluğu parametreleri tayin edilmiştir. Kümenin astrofizik parametreleri hem fotometrik hem de tayfsal veriler kullanılarak karşılaştırılmış ve sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu gösterilmiştir.

2 Gözlemler

NGC 6866 açık kümesinin fotometrik gözlemleri 18 Temmuz 2012 tarihinde, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ndeki T100 teleskobuyla, Asahi marka Bessell *UBVRI* filtreleriyle yapılmıştır. Gözlemler süresince kümenin toplam 34 CCD görüntüsü farklı filtrelerde alınmıştır. Gece fotometrik olup *V* bandı için ortalama görüş değeri 1.5 yaysaniyesidir (Yontan ve diğ. 2015; Bostancı ve diğ. 2015).

★ funda.bostanci@istanbul.edu.tr

CCD verilerinin temel kalibrasyonları ile görüntülerdeki piksel koordinatlarının ekvatorial koordinatlara dönüşümleri standart IRAF yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca gece boyunca Landolt (2009) tarafından listelenmiş çok sayıda standart alan yıldız gözlenerek, yine IRAF yazılımlarıyla açıklık fotometrisi uygulanmış ve atmosferik sönmüleme ve gecelik dönüşüm katsayıları elde edilmiştir. Küme alanındaki yıldızların parlaklık tayini için SExtractor yazılımı uygulanmış ve alandaki yıldızların isophotal parlaklıkları tayin edilmiştir (Bertin ve Arnouts 1996). Daha sonra standart yıldızlardan elde edilen atmosferik sönmüleme ve dönüşüm katsayıları Janes ve diğ. (2013)'nin verdikleri denklemler dikkate alınarak isophotal parlaklıklara uygulanmış, küme doğrultusundaki yıldızların parlaklıkları standart sisteme çevrilmiş ve 2096 kaynağın fotometrik verilerinin bulunduğu bir katalog hazırlanmıştır.

NGC 6866, LAMOST tarama programı (Luo ve diğ. 2012) içinde yer aldığı için konsorsiyum yönetimiyle yapılan anlaşma gereği, küme doğrultusundaki adaylarının LAMOST tayfları da bu çalışmada dikkate alınmıştır. Görüş alanındaki 31 yıldızın tayf verileri LAMOST konsorsiyumu tarafından elde edilen radyal hız ve atmosferik model parametreleri bu çalışmada kullanılmıştır. Yıldız tayfları 3700-5900 ve 5700-9000Å aralığında almış olup, $R \sim 1800$ çözünürlüğündedir.

3 Veri Analizi

Küme doğrultusundaki galaksi dışı kaynakların belirlenmesinde SExtractor programının ürettiği yıldızlılık indeksi dikkate alınmıştır. Buna göre yıldızlılık indeksi 0.8'den küçük yedi kaynak galaksi dışı cisim olarak kabul edilmiştir. Böylece küme doğrultusundaki yıldız sayısı 2089 olmuştur. Oluşturulan son örneğe ait *V* parlaklığı ve $U - B$, $B - V$, $V - R$, $R - I$ renklerinde hesaplanan ortalama hatalar $V < 18$ kadire kadar oldukça düşük iken, bu değerden sonra, sönük *V* parlaklıklara doğru hatalar üssel olarak artmaktadır. $V < 18$ aralığında hatalar, $U - B$, $B - V$, $V - R$ ve $R - I$ için, sırasıyla, 0.083, 0.016, 0.013 ve 0.012 kadirinden daha küçüktür. Bu çalışmada yıldızlar için he-

Çizelge 1. Dört farklı renk parlaklık diyagramı kullanılarak hesaplanan renk artıkları, metal bollukları (Z), uzaklık modülleri (μ), uzaklıklar (d) ve yaşlar (t). Son satır ortalama değerleri göstermektedir.

Renk-Parlaklık Diyagramı	Renk Artığı (kadir)	Z	μ (kadir)	d (pc)	t (Myr)
$V \times U - B$	$E(U - B) = 0.054 \pm 0.036$	0.0154	10.75 ± 0.11	1271 ± 83	850 ± 50
$V \times B - V$	$E(B - V) = 0.074 \pm 0.050$	0.0154	10.53 ± 0.11	1148 ± 75	800 ± 50
$V \times V - R$	$E(V - R) = 0.048 \pm 0.050$	0.0154	10.48 ± 0.10	1122 ± 68	800 ± 50
$V \times R - I$	$E(R - I) = 0.044 \pm 0.050$	0.0154	10.65 ± 0.10	1214 ± 75	800 ± 50
Ortalama		0.0154	10.60 ± 0.10	1189 ± 75	813 ± 50

saplanan parlaklık ve renkler hem fotometrik duyarlılığın ortaya konması hem de kümenin astrofizik parametrelerinin belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerin sonuçlarının sınanması bakımından, [Joshi ve diğ. \(2012\)](#) ve [Janes ve diğ. \(2014\)](#)'nin ortak yıldızlarıyla karşılaştırılmış ve bu çalışmalar arasında sistematik farkların bulunmadığı gösterilmiştir ([Bostancı ve diğ. 2015](#)).

3.1 Kümenin Yapısal Parametreleri

Kümenin yapısal parametrelerinin tayini için öncelikle merkez koordinatlarından itibaren yıldız yoğunluk değerleri hesaplanmış, yıldız yoğunluk değerleri King modeliyle ([King 1962](#)) karşılaştırılarak gözlemsel yoğunlukları en iyi temsil eden fit belirlenmiştir. Hesaplamalar sonucunda kümenin zemin yıldız yoğunluğu f_{bg} , merkezi yıldız yoğunluğu f_0 , çekirdek yarıçapı r_c , sırasıyla, 5.33 ± 0.01 yıldız/yaydakikası², 2.28 ± 0.02 yıldız/yaydakikası² ve 3.24 ± 0.04 yaydakikası olarak belirlenmiştir. Hesaplanan bu değerler [Joshi ve diğ. \(2012\)](#)'inkiyle uyumlu iken, [Janes ve diğ. \(2014\)](#)'den oldukça farklıdır.

Küme üye yıldızların belirlenmesinde [Balaguer-Núñez ve diğ. \(1998\)](#)'nin geliştirmiş olduğu algoritmalarından faydalanılmış ve yıldızların öz hareket verileri de [Zacharias ve diğ. \(2013\)](#)'den alınmıştır. Küme merkezinden 6 yaydakikası uzaklıkta bulunan ve küme üye olma olasılığı $P > 0.50$ olan yıldızların $V \times B - V$ diyagramında işaretlenmesiyle kümenin anakolu duyarlı bir şekilde ortaya çıkartılmıştır. Küme üyesi yıldızların seçiminde astrometrik ölçümlere ek olarak bunların renk uzaylarındaki konumları da dikkate alınmıştır. Bu problemin üstesinden gelmek için Güneş bolluğundaki [Sung ve diğ. \(2013\)](#)'nin Sıfır Yaş Anakolu (ZAMS) eğrisi $V \times B - V$ renk-parlaklık diyagramı üzerinde işaretlenmiştir. Ayrıca anakol kalınlaşmasında çift yıldız etkisi de dikkate alınarak bu eğri 0.75 kadir parlaklaştırılmıştır. Böylece iki yaş eğrisi arasında kalan yıldızlar ile $V = 12$ 'den parlak yıldızlar da dikkate alınarak toplam 64 yıldız, kümenin en olası üye yıldızları olarak kabul edilmiştir.

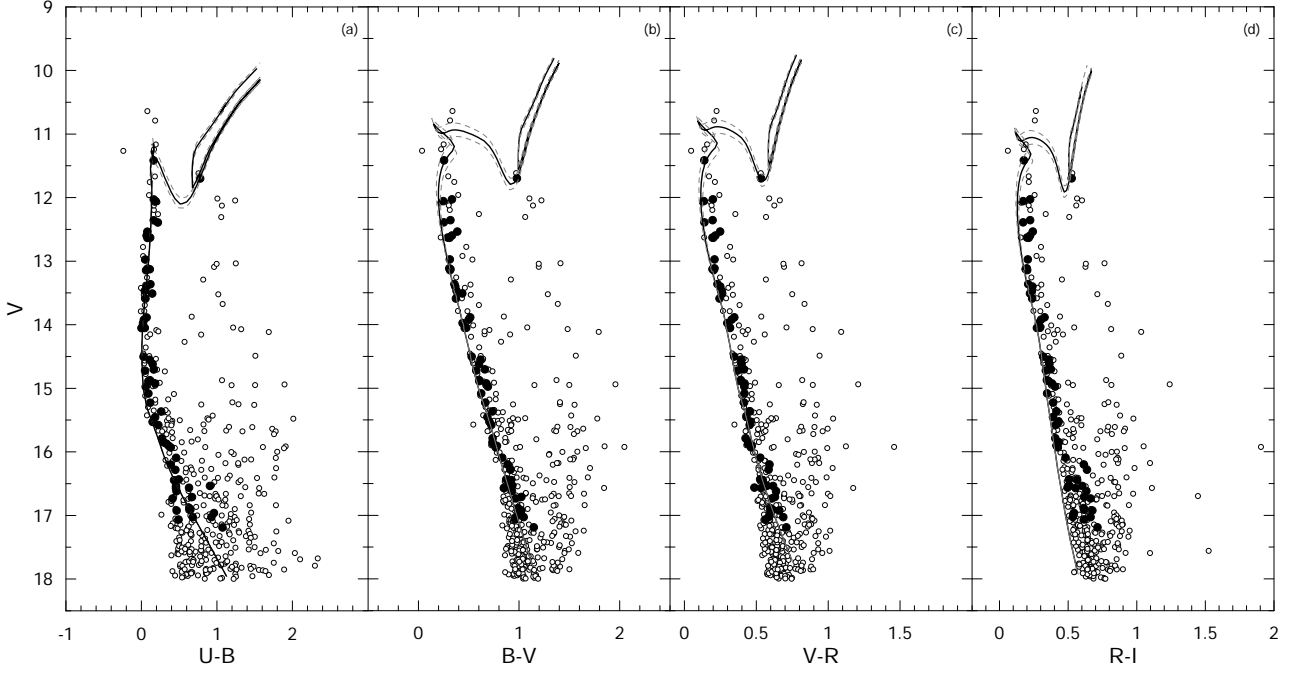
3.2 İki-Renk ve Renk-Parlaklık Diyagramları

Bu çalışmada, NGC 6866 doğrultusundaki kızarmayı belirleyebilmek için küme üyeliği yüksek 64 yıldız ile [Sung ve diğ. \(2013\)](#) tarafından verilen Güneş bolluğundaki gözlemsel ZAMS eğrisi $U - B \times B - V$ iki- renk diyagramı üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra ZAMS eğrisi [Hiltner ve Johnson \(1956\)](#) tarafından verilen $E(U - B) = 0.72 \times E(B - V) + 0.05 \times E(B - V)^2$ eşitliği kullanılarak 64 yıldızın verileriyle en iyi uyumu sağlayacak şekilde kaydırılmış ve küme alanı doğrultusundaki kızarma değerleri $E(U - B) = 0.054 \pm 0.036$ ve $E(B - V) = 0.074 \pm 0.050$ kadir olarak tayin edilmiştir. Küme doğrultusundaki $E(V - R)$ ve $E(R - I)$ renk artıkları da, sırasıyla, $E(V - R) = 0.65 \times E(B - V)$ ve $E(R - I) = 0.60 \times E(B - V)$ bağıntıları kullanılarak $E(V - R) = 0.048 \pm 0.050$ ve $E(R - I) =$

0.044 ± 0.050 kadir olarak hesaplanmıştır. Denklemlerdeki kızarma katsayıları [Cardelli ve diğ. \(1989\)](#)'den alınmıştır.

Kümenin uzaklık tayininde anakol çakıştırma yöntemi kullanılmıştır. Bunun için kümenin renk-parlaklık diyagramları üzerine küme üyesi yıldızları en iyi şekilde temsil edecek ZAMS eğrileri geçirilerek uzaklık modülleri elde edilmiştir. Renk-parlaklık diyagramlarında uzaklık modüllerinin hesaplanabilmesi için [Bressan ve diğ. \(2012\)](#)'nin PARSEC yıldız evrim modelindeki ZAMS verileri, kümenin anakoluyla üst üste gelecek şekilde kaydırılmıştır. Bu kaydırma işlemlerinde χ^2 analizleri uygulanmış ve en küçük χ^2_{min} 'ye karşılık gelen değer kümenin uzaklık modülü olarak kabul edilmiştir. Analizler sonucunda renk-parlaklık diyagramlarından uzaklık modülleri $\mu_{U-B} = 10.75 \pm 0.11$, $\mu_{B-V} = 10.53 \pm 0.11$, $\mu_{V-R} = 10.48 \pm 0.10$, $\mu_{R-I} = 10.65 \pm 0.10$, kadir olarak bulunmuş, bu değerlerin ortalaması alınarak da NGC 6866 açık kümesinin uzaklık modülü $\mu = 10.60 \pm 0.10$ kadir olarak tayin edilmiştir. Bu değer, NGC 6866'ın Güneş'ten $d = 1189 \pm 75$ pc uzaklıkta olduğunu göstermektedir.

NGC 6866 açık kümesinin metal bolluğu tayini için hem tayfsal hem de fotometrik metal bolluğu kalibrasyonuna dayalı veriler kullanılmıştır. Küme doğrultusunda LAMOST tayfı bulunan 31 yıldızdan 14'ü küme merkezinden 6 yaydakikası uzaklık içinde yer almaktadır. Bu 14 yıldız içinde de altısının küme üyesi olarak kabul edilmiştir. Bu küme üyesi olma olasılığı $P > 0.50$ 'dir. Küme üyesi olma olasılığı yüksek bu yıldızların tayfsal metal bolluklarının ve radyal hız verilerinin medyan değerleri, sırasıyla, $[Fe/H] = -0.10 \pm 0.13$ dex ve $V_r = 10.58 \pm 31.83$ km/s'dir. Bu çalışmada belirlenen kümenin ortalama radyal hız değeri [Frinchaboy ve Majewski \(2008\)](#)'in $V_r = 13.68 \pm 0.09$ km/s değeriyle uyumludur. Kümenin fotometrik metal bolluğu tayini için F-G tayf türündeki anakol yıldızlarının rengi $0.3 < (B - V)_0 \leq 0.6$ kadir aralığında seçilmiştir. İncelenen renk aralığındaki her bir yıldızın $(U - B)_0$ değeri ile bu yıldızın $(B - V)_0$ değerine karşılık gelen Hyades anakoluna ait $(U - B)_0$ farklarının alınmasıyla morötesi artıkları ölçülmüş, $(B - V)_0 = 0.6$ renk indeksinde kalibre edilmiş ve ortalama değeri hesaplanmıştır. Bu ortalama morötesi artık değeri [Karaali ve diğ. \(2011\)](#)'in fotometrik metal bolluğu kalibrasyonuna yerleştirilerek kümenin ortalama metal bolluğu değeri $[Fe/H] = -0.013 \pm 0.002$ dex olarak bulunmuştur. Bu çalışmada tayfsal ve fotometrik yöntemler kullanılarak elde edilen metal bolluğu sonuçları hatalar mertebesinde uyumludur. Ayrıca hesaplanan bu değerler kümenin Güneş bolluğunda olduğunu göstermektedir. Bu nedenle kümenin yaş tayininde metal bolluğu değeri $Z_{\odot} = 0.0154$ ([Bressan ve diğ. 2012](#)) kabul edilmiştir. Sonuç olarak, NGC 6866 açık kümesinin dört farklı renk-parlaklık diyagramlarından elde edilmiş astrofizik parametreleri Çizelge 1'de listelenmiştir.



Şekil 1. NGC 6866 açık kümesinin (a) $V \times U - B$, (b) $V \times B - V$, (c) $V \times V - R$ ve (d) $V \times R - I$ renk-parlaklık diyagramları ve bunlara en uygun PARSEC eş-yaş eğrileri. Daire sembolü kümeye üyelik olasılığı $P > 0.50$ olan yıldızları, düz çizgi en uygun eş-yaş eğrisini, kesikli çizgiler ise yaştaki hata mertebesine göre eş-yaş eğrisi aralığını göstermektedir.

3.3 Yaş Tayini

Kümelerin gözlemsel renk-parlaklık diyagramlarına teorik eş-yaş eğrileri fit edilerek bir kümenin kızarma, metal bolluğu, uzaklık modülü ve yaşı eş zamanlı tayin edilebilir. Çalışmada kümenin kızarma, metal bolluğu, uzaklık modülü parametreleri Bölüm 3.2'de bahsedilen geleneksel yöntemler kullanılarak duyarlı bir şekilde tayin edilmiştir. Bu çalışmada kümenin yaş tayini için literatürdeki en güncel yıldız evrim modeli olan PARSEC (Bressan ve diğ. 2012) tercih edilmiştir. Kümenin astrofizik parametreleri bağımsız yollar ile elde edildiğinden, yaş tayininde bu girdi parametreleri sabit tutularak farklı eş-yaş verileri kümeye üyelik olasılığı yüksek yıldızlara ağırlık verilmek suretiyle fit edilmiştir. Farklı renk-parlaklık diyagramları için elde edilen yaş değerleri Çizelge 1'in son sütununda verilmiştir. Çizelge 1'den de görüleceği gibi $V \times B - V$, $V \times V - R$ ve $V \times R - I$ renk-parlaklık diyagramları için yaş $t = 800 \pm 50$ Myr iken, $V \times U - B$ diyagramı için yaş $t = 850 \pm 50$ Myr olarak hesaplanmıştır. Şekil 1'de verilen renk-parlaklık diyagramları üzerinde düz çizgi küme için hesaplanan yaşı, kesikli çizgiler ise 1σ 'ya karşılık gelen yaş hatalarını göstermektedir.

4 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde elde edilmiş fotometrik veriler ile LAMOST taramasından alınan tayfsal veriler bir arada incelenerek NGC 6866 açık kümesinin yapısal ve astrofiziksel parametreleri, güncel bir yıldız evrim modeli (PARSEC, Bressan ve diğ. 2012) kullanılarak duyarlı bir şekilde tayin edilmiştir. Kümenin tayfsal ve fotometrik verilerden elde edilen metal bolluğu değerlerinin birbiriyle uyumlu olduğu bu çalışmada gösterilmiştir. Yaş tayininde kümenin renk artışı, uzaklık modülü ve metal bolluğu değerleri birbirinden bağımsız yöntemler ile tayin edildiğinde kümenin hesaplanan yaş değeri diğer parametreler ile dejenerasyonluğa uğramamaktadır. Bu çalışmada NGC 6866 için hesaplanan $t = 813 \pm 50$ Myr ortalama yaşı gerçeğe en yakın değerlerden biridir.

NGC 6866 açık kümesi ayrıntılı şekilde Frolov ve diğ. (2010) tarafından astrometrik olarak incelenmiş olup, kümeye muhtemel üye yıldızların kullanılmasıyla küme yaşı 560 Myr hesaplanmıştır. Frolov ve diğ. (2010) sonuçları gerek bu çalışmada gerekse kümenin yaşını hesaplayan diğer araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu değildir. Yakın kızılötesi bölgedeki verileri kullanan Güneş ve diğ. (2012) kümenin metal bolluğunu $[M/H] = 0$ dex varsayarak, renk artışı ve uzaklığı, sırasıyla, $E(B - V) = 0.19$ kadar ve $d = 1650$ pc hesaplamıştır. Bu parametreleri Padova eş-yaş eğrileriyle karşılaştıran Güneş ve diğ. (2012) NGC 6866'nın yaşını 800 Myr bulmuştur. Ayrıca Güneş ve diğ. (2012)'nin tayin etmiş olduğu renk artışı ve uzaklık değerleri de literatürdeki en yüksek değerlerdir. Bunun nedeni, kızarma tayininde yıldızlararası kızarmaya az duyarlı olan kızılötesi renklerin kullanılmasıdır ki bu durum sonuçların güvenilirliğinin azalmasına yol açmış olabilir. Bu da parametrelerin dejenere olduğunu göstermektedir. Joshi ve diğ. (2012) esas olarak NGC 6866 doğrultusunda değişen yıldız aramayı amaçlayan bir çalışma yaptıklarından, kümeye dair astrofiziksel parametre tayinlerinin duyarlılığı azdır. Buna rağmen, verdikleri sonuçlar literatür ile genel olarak uyumludur. NGC 6866'nın en güncel ve hassas çalışması, Janes ve diğ. (2014) tarafından yapılmıştır. Küme merkezinin 3 yaydakikalık bölgesinde kümeye üye olma olasılığı yüksek yıldızların analizlerinde küme doğrultusundaki kızarma değerini $E(B - V) = 0.16 \pm 0.04$, Gü-

neş'ten olan uzaklığı $d = 1250 \pm 150$ pc ve metal bolluğunu da $[Fe/H] = -0.04 \pm 0.13$ dex olarak hesaplamışlardır. Elde edilen bu verilerden kümenin yaşı $t = 705 \pm 170$ Myr olarak tayin edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen yaş değerleri [Güneş ve diğ. \(2012\)](#) ile, uzaklık ve metal bolluğu değerleri de [Janes ve diğ. \(2014\)](#) ile oldukça iyi bir uyum içindedir.

Teşekkür

Bu araştırma 113F201 ve 113F270 numaralı TÜBİTAK projeler ile desteklenmiştir. Gözlemler TUG T100 teleskobunda 12BT100-324 numaraları gözlem projesiyle gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Balaguer-Núñez, L., Tian, K. P., Zhao, J. L., 1998, *A&AS*, 133, 387
 Bertin, E., Arnouts, S., 1996, *A&AS*, 117, 393
 Bostancı, Z. F., Ak, T., ve diğ., 2015, *MNRAS*, (DOI: 10.1093/mnras/stv1665)
 Bressan A., Marigo P., Girardi L., Salasnich B., ve diğ., 2012, *MNRAS*, 427, 127
 Cardelli, J. A., Clayton, G. C., Mathis, J. S., 1989, *ApJ*, 345, 245
 Frinchaboy P. M., Majewski S. R., 2008, *AJ*, 136, 118
 Frolov, V. N., Ananjevskaja, Yu. K., Gorshanov, D. L., Polyakov, E. V., 2010, *AstL*, 36, 338
 Güneş, O., Karataş, Y., Bonatto, C., 2012, *NewA*, 17, 720
 Hiltner W. A., Johnson H. L., 1956, *ApJ*, 124, 367
 Hoag, A. A., Johnson, H. L., Iriarte, B., ve diğ., 1961, *Publ. Us. Nav. Obs. XVII part VII*, 347
 Janes, K., Barnes, S. A., Meibom, S., Hoq, S., 2013, *AJ*, 145, 7
 Janes, K., Barnes, S. A., Meibom, S., Hoq, S., 2014, *AJ*, 147, 139
 Joshi, Y. C., Joshi, S., Kumar, B., Mondal, S., Balona, L. A., 2012, *MNRAS*, 419, 2379
 Karaali, S., Bilir, S., Ak, S., Yaz, E., Coşkunoglu, B., 2011, *PASA*, 28, 95
 King, I., 1962, *AJ*, 67, 471
 Landolt, A. U., 2009, *AJ*, 137, 4186
 Luo, A. L., ve diğ., 2012, *RAA*, 12, 9, 1243
 Sung, H., Lim, B., Bessell, M. S., Kim, J. S., Hur, H., Chun, M., Park, B., 2013, *JKAS*, 46, 103
 Yontan, T., Bilir, S., ve diğ., 2015, *Ap&SS*, 355, 267
 Zacharias, N., Finch, C. T., ve diğ., 2013, *AJ*, 145, 44

Erişim:

O42-1145: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

İnce Diskin Uzunluk Ölçeğinin Belirlenmesi

Esmayaz Gökçe^{1*}, Salih Karaali¹, Şivan Duran², Selçuk Bilir¹, Ayşe Yalçınkaya³, Serap Ak¹, Tansel Ak¹, Martin Lopez-Corredoira^{4,5}, Ernst Paunzen^{4,5}

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı, İstanbul, Türkiye

³Mithatpaşa cd. 16/4, 35320, Narlıdere, İzmir, Türkiye

⁴Instituto de Astrofísica de Canarias, E-38205 La Laguna, Tenerife, Spain

⁵Departamento Astrofísica, Universidad de La Laguna, E-38206 La Laguna, Tenerife, Spain

Özet

Galaksimizin yapısının incelenmesinde ince disk, kalın disk ve halo yıldız popülasyonlarının modellenmesi önemlidir. Bu çalışmada Kırmızı Yığın (KY) yıldızlar kullanılarak ince disk uzunluk ölçeği parametresi diğer parametrelerden bağımsız olarak hesaplanmıştır. Çalışmada diskin incelenmesinde büyük öneme sahip kızılöte gökyüzü tarama verileri kullanılmıştır. Yıldız alanlarının tamlığı yaklaşık 1.5 kpc uzaklıktan itibaren başladığından, $100 < r < 300$ pc uzaklık aralığındaki Hipparcos KY yıldızlarının Güneş civarı yoğunluğu $D^* = 5.95$ hesaplanmış ve model parametresi tayin edilirken gözlemsel veri olarak dikkate alınmıştır. Galaksi merkezine zıt yöndeki yıldız alanları için ince disk uzunluk ölçeği 2 kpc olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Galaxy: structure, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

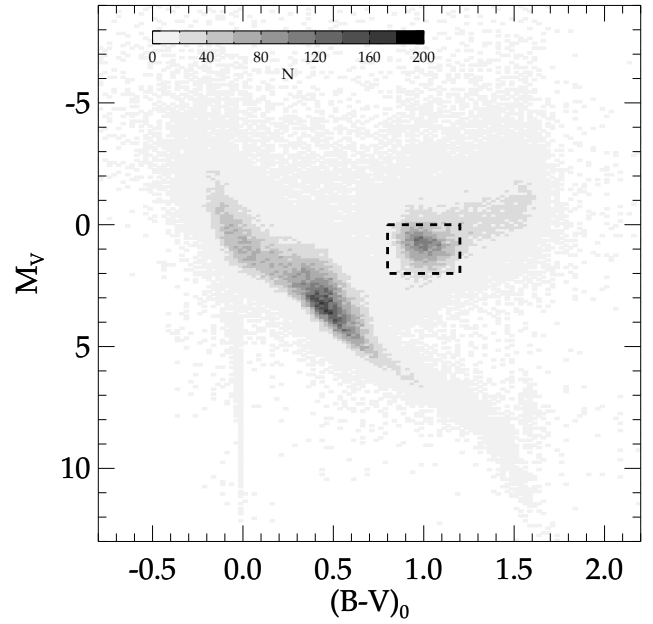
1 Giriş

Galaksimizin yapısı, oluşumu ve evrimi uzun yıllardır araştırma konusudur (Eggen ve diğ. 1962; Beers ve Sommer-Larsen 1995). Son zamanlardaki ilerleyen gözlem teknikleri sayesinde öğrendiklerimiz artmaktadır. Galaksimizdeki yıldızlar incelendiğinde Galaksimizin ince disk, kalın disk ve halo olmak üzere üç farklı yıldız popülasyonundan oluştuğu bilinmektedir. Galaksimizin bu üç bileşenin yapısının nasıl olduğunu ifade eden parametreleri yıllar içinde farklılık göstermiştir. Bunun nedenleri araştırmacılar tarafından ortaya konmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda farklı çalışmalarda farklı parametre değerlerinin elde edilmesinin nedenleri şunlardır: mutlak parlaklığa Karaali et al. (2004), limit uzaklığa (Karaali et al. 2007), Galaktik enlem ve boylama (Buser et al. 1998, 1999; Bilir et al. 2006a,b; Cabrera-Lavers et al. 2007a; Yaz & Karaali 2010).

Bu çalışmada, geleneksel yoğunluk kanunu kullanılarak Galaksi diskinin modellenmesi yapılmıştır. Galaksimizin ince diskinin uzunluk ölçeğini diğer yapı parametrelerinden bağımsız olarak hesaplanmıştır.

2 Veri

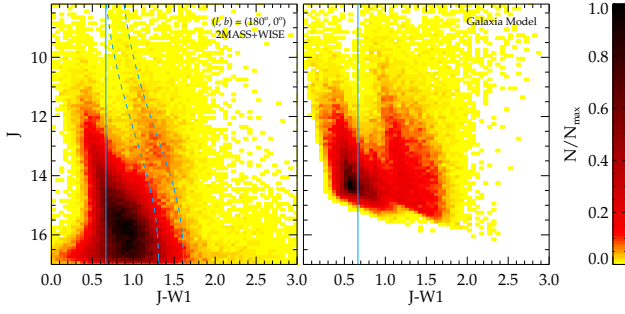
Bir yıldız popülasyonunun hassas model parametrelerinin üretilmesi cismin türünün doğru belirlenmesine, uzaklıkların ve en son olarak kullanılan verilerin hassasiyetine bağlıdır. Bu çalışmada disk yıldızlarının yapısal parametrelerinin üretilmesinde KY yıldızları kullanılmıştır. Güneş civarındaki KY yıldızlarının yoğunluğunu hesaplayabilmek için *Hipparcos* katalogları (ESA 1997; van Leeuwen 2007) kullanılmıştır. İnce diskin uzunluk parametresinin hesaplanmasında kullanılan fotometrik verilerde tamlığın sağlanması ve dev yıldızların alan yıldızlarından iyi bir şekilde ayırt edilebilmesi için, çalışmada *WISE* (The Wide-field Infrared Survey Explorer; Wright et al. 2010; Cutri et al. 2013) verileriyle 2MASS (Two Micron All Sky Survey; Skrutskie



Şekil 1. Yeniden indirgenmiş Hipparcos kataloğundaki yıldızların mutlak parlaklık-renk diyagramı. Kutu içinde yer alan yıldızlar en olası KY yıldızlarıdır. N, yıldız sayılarını göstermektedir.

et al. 2006; Cutri et al. 2003) kızılöte verileri birlikte kullanılmıştır. Galaktik enlem aralığı $-0.5 \leq b \leq +0.5$ olan kuşak boyunca Galaktik boylama 10 derece karelik adımlarla bölerek 36 yıldız alanı elde edilmiştir. Galaxia modelindeki 2MASS sentetik (Sharma et al. 2011) ve WISE sentetik verileri ise özel olarak iletişime geçilerek sağlanmıştır. Bu sentetik veriler hem fotometrik hem atmosferik parametreleri içermektedir.

* esmayaz@istanbul.edu.tr

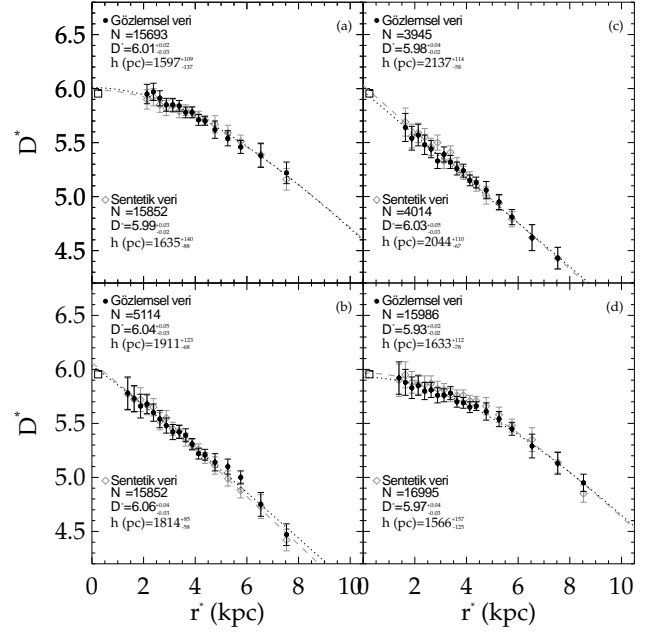


Şekil 2. Galaktik boylamı $175^\circ < l \leq 185^\circ$ ve Galaktik enlemi $-0.5^\circ \leq b \leq +0.5^\circ$ olan yıldız alanı için renk parlaklık diyagramı (solda, *WISE* ve 2MASS gözlemsel veri, *WISE* ve 2MASS sentetik veri). Mavi düz çizgi, KY yıldızlarının $(J - W1)_0 = 0.665$ 'lik gerçek rengini (Yaz Gökçe et al. 2013), kesikli mavi çizgiler arasındaki bölge alandaki olası KY yıldızlarının yerlerini göstermektedir.

3 Yöntem

2MASS ve *WISE* fotometrik verilerinin yakın uzaydaki tamlığı 1.5 kpc'ten başladığından KY yıldızlarının Güneş civarındaki yoğunluğunu ifade eden veri için uzaklıkları iyi bilenen *Hipparcos* yıldızları kullanılmıştır. B , V , $W1$ ve J parlaklıkları aynı yöntemle yıldızlararası sönmükleştirme etkisinden arındırılmıştır. İstenilen doğrultudaki sonsuz sönmükleştirme değerleri (Schlegel et al. 1998) yıldızların uzaklığına indirgenmede Binney et al. (2014) 'in yöntemi kullanılmıştır. *Hipparcos* yıldızlarının uzaklıkları bilindiğinden bu indirgemeler yapılarak *Hipparcos* yıldızlarının gerçek renk ve mutlak parlaklıkları hesaplanmıştır. Relatif paraklası sıfırdan büyük 113596 yıldızın $M_V - (B - V)_0$ diyagramı çizilerek, bu diyagram üzerindeki göreceli yerleri dikkate alınarak *Hipparcos* yıldızlarının içinden KY yıldızları ayıklanmıştır (Şekil 1). Bu olası KY yıldızları tam olduğu uzaklıklar (100-300 pc) arasında kalan *Hipparcos* KY yıldızlarının yoğunluğu, $D = N/hacim$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Yakın olmayan alan yıldızları içinden KY yıldızlarını belirlemek güçtür. Çünkü, *Hipparcos* yıldızlarındaki gibi uzaklık bilgileri yoktur. Ancak KY yıldızları H-R diyagramında yoğun, göreceli olarak sınırlı küçük bir konumda bulunurlar. Bu özel durumlarından yararlanarak Yaz Gökçe et al. (2013) çalışmasında KY yıldızlarının J ve $W1$ mutlak parlaklıklarını $M_J = -0.970$, $M_{W1} = -1.635$ olarak verilmiştir. Buradan KY yıldızlarının $(J - W1)_0$ gerçek ortalama rengi 0.665'tir. KY alan yıldızlarının yerlerini belirlemek için $J - (J - W1)$ diyagramları kullanılmıştır. Örnek olarak bir yıldız alanın renk-parlaklık diyagramı Şekil 2'nin sol panelinde verilmiştir. Bu şekilde deneyeceği gibi, dev ve cüce kolları arasındaki boşluk kullanılarak bu aralık $J \leq 13.5$ kadir'e kadar yapılmıştır. Bir alan için sentetik örneğin önerdiği KY yıldız yoğunluğuna göre karar verilerek bazı alanlarda $J = 14.5$ kadir sönmüğe kadar gidilmiştir. Aynı alan için Galaxia sentetik modelindeki verileriyle çizilmiş sentetik yıldızların renk-parlaklık diyagramı Şekil 2 sağ panelinde gösterilmiştir. Sentetik yıldız örneğindeki KY yıldızlarının belirlenmesi atmosferik parametrelere kriterleri dikkate alınmıştır: $1.8 < \log g$ (cgs) ≤ 2.6 ve $4500 < T_{eff}$ (K) ≤ 4900 'dir. Yıldızlararası sönmükleştirme etkisi olmasaydı KY yıldızları Şekil 2'deki düz mavi çizgi boyunca dağılacaktı. Şekilde, daha sönmüğe yani daha uzağa doğru gidildikçe dev kolu sağa doğru dönmüştür. Kesikli çizgi arasında kalan yıldızlar en olası KY yıldızları olarak kabul edilmiştir. Toplam sönmükleştirme ve olası



Şekil 3. (a) $l = 90^\circ$, (b) 140° , (c) 180° , (d) 270° örnek yıldız alanları için KY yıldızlarının gözlemsel logaritmik uzay yoğunluklarının (\bullet) ve sentetik verilerin (Galaxia) elde edilen yoğunlukların (\diamond) uzaklık değişimi. Noktalı ve kesikli çizgiler, sırasıyla, gözlemsel ve kuramsal (Galaxia) yoğunluklarla en iyi uyumu sağlayan modelleri göstermektedir. Kutu simgesi, KY yıldızları için bu çalışmada hesapladığımız $D^* = 5.954$ değerini temsil eder.

KY yıldızlarının eş zamanlı belirlenmesiyle KY alan yıldızlarının uzaklıkları hesaplanmıştır.

Klasik olarak Galaksi model parametreleri hesabı, gözlemsel yoğunluklarla ($D = N/hacim$) kuramsal yoğunluğun (Eşitlik 1) karşılaştırılmasına dayanır. Eşitlik 1'de, n normalize edilmiş Güneş civarı yoğunluğu, ilk üstel ifade ilgili popülasyon yoğunluğunun galaksi düzleminde dik, 2. üstel ifade radyal doğrultudaki azalmasını anlatır. Çalışmadaki hedefimiz ince dik uzunluk ölçeği (h) parametresini yükseklik ölçeğinden (H) bağımsız elde etmek olduğundan aşağıdaki eşitlikten 1. üstel ifade çıkartılarak 2. üstel kısım kuramsal yoğunluğun elde edilmesi için kullanılmıştır. Bu karşılaştırmada birbirine en iyi uyumu veren parametreler ilgili alandaki yıldız popülasyonun model parametreleridir. En iyi uyum χ^2_{min} ile test edilmiştir. Bu hesaplamalarda alan yıldızlarından elde edilen gözlemsel yoğunluklara çalışmada elde edilen Güneş civarı yoğunluk değeri de eklenerek model hesabı yapılmıştır.

$$D(x, z) = n \times \exp\left(\frac{-|z|}{H}\right) \times \exp\left(\frac{-(x - R_0)}{h}\right). \quad (1)$$

Burada, yıldızın düzlemden yüksekliği $z = z_\odot + r \sin b$, r yıldızın Güneş'e olan uzaklığı; b , Galaktik enlemi; z_\odot Güneş'in Galaksi düzleminde yüksekliğini (25 pc; Jurić et al. 2008); x , yıldızın Galaksi düzlemindeki izdüşümünün Galaksi merkezine olan uzaklığı; R_0 , Güneş'in Galaksi merkezine uzaklığı (8 kpc) göstermektedir. Çalışmadaki yıldız alanları dar bir enlem aralığında ($-0.5^\circ \leq b \leq +0.5^\circ$) seçilerek bu kuşağındaki yıldız alanları için dik doğrultuda yoğunluğun değişmediği kabul edildi.

Çizelge 1. 19 yıldız alan için KY yıldızlarından (sütun 3 ve 4) ve sentetik veriden (sütun 7 ve 8) hesaplanmış ince disk Galaktik model parametreleri. N her bir yıldız alanındaki yıldız sayısını, D^* yoğunluk $D^* = \log D + 10$, l Galaktik boylamı, χ_{min}^2 istatistiksel test bilgisini göstermektedir.

$l(^{\circ})$	N	Gözlemsel veri			$\chi_{min}^2 (\times 10^{-6})$	N	Sentetik veri			$\chi_{min}^2 (\times 10^{-6})$
		D^*	h (pc)				D^*	h (pc)		
90	15693	6.01 ^{+0.02} _{-0.03}	1597 ⁺¹⁰⁹ ₋₁₃₇		3.3	15852	5.99 ^{+0.03} _{-0.03}	1635 ⁺¹⁴⁰ ₋₈₈		2.3
100	11318	5.99 ^{+0.04} _{-0.05}	1624 ⁺¹¹⁷ ₋₁₂₇		11.5	12310	5.98 ^{+0.10} _{-0.10}	1634 ⁺³⁰⁶ ₋₁₄₆		22.6
110	7911	6.04 ^{+0.03} _{-0.08}	1574 ⁺⁹⁴ ₋₁₄₁		10.8	8817	6.04 ^{+0.07} _{-0.07}	1579 ⁺¹⁵¹ ₋₈₄		6.7
120	6228	6.00 ^{+0.04} _{-0.03}	1697 ⁺⁷⁴ ₋₆₉		3.5	6889	6.08 ^{+0.08} _{-0.08}	1575 ⁺¹⁵⁹ ₋₉₃		11.5
130	5518	6.00 ^{+0.06} _{-0.03}	1797 ⁺¹²¹ ₋₆₆		3.9	5718	6.08 ^{+0.07} _{-0.07}	1667 ⁺¹³² ₋₇₉		9.7
140	5114	6.04 ^{+0.05} _{-0.03}	1911 ⁺¹²³ ₋₆₈		2.2	4836	6.06 ^{+0.04} _{-0.04}	1814 ⁺⁸⁵ ₋₅₈		2.6
150	4923	6.00 ^{+0.04} _{-0.03}	2021 ⁺¹⁰⁴ ₋₆₈		2.3	4593	6.03 ^{+0.06} _{-0.06}	1896 ⁺¹²⁴ ₋₇₆		4.2
160	4350	6.02 ^{+0.07} _{-0.03}	1956 ⁺¹³⁸ ₋₆₁		4.6	4429	5.99 ^{+0.07} _{-0.07}	2036 ⁺¹⁴⁸ ₋₇₈		5.1
170	4338	6.03 ^{+0.06} _{-0.03}	1998 ⁺¹²⁸ ₋₆₇		5.5	4325	6.04 ^{+0.03} _{-0.03}	2003 ⁺⁶³ ₋₅₁		1.9
180	3945	5.98 ^{+0.04} _{-0.02}	2137 ⁺¹¹⁴ ₋₅₈		2.3	4014	6.03 ^{+0.05} _{-0.05}	2044 ⁺¹¹⁰ ₋₆₇		4.0
190	4528	6.02 ^{+0.06} _{-0.05}	2012 ⁺¹¹⁸ ₋₇₆		8.5	4616	6.01 ^{+0.05} _{-0.05}	2026 ⁺⁸⁰ ₋₆₅		3.9
200	4061	6.01 ^{+0.06} _{-0.03}	1926 ⁺¹¹³ ₋₅₈		3.3	4178	6.05 ^{+0.05} _{-0.05}	1887 ⁺⁹⁸ ₋₅₇		3.3
210	4369	6.05 ^{+0.06} _{-0.04}	1895 ⁺¹³³ ₋₆₈		4.9	4085	6.05 ^{+0.05} _{-0.05}	1846 ⁺¹⁰² ₋₅₁		3.1
220	5242	6.07 ^{+0.04} _{-0.03}	1817 ⁺⁸⁴ ₋₅₄		2.1	4646	6.07 ^{+0.07} _{-0.07}	1697 ⁺¹²⁶ ₋₇₇		5.6
230	5149	6.05 ^{+0.05} _{-0.09}	1712 ⁺¹¹³ ₋₁₅₁		9.7	5500	6.11 ^{+0.05} _{-0.05}	1604 ⁺⁹⁶ ₋₆₈		4.4
240	6082	6.04 ^{+0.06} _{-0.10}	1598 ⁺¹³¹ ₋₁₃₁		12.3	6659	6.10 ^{+0.08} _{-0.08}	1489 ⁺¹¹⁵ ₋₈₉		7.5
250	6784	5.99 ^{+0.05} _{-0.09}	1549 ⁺¹¹⁹ ₋₁₅₃		9.5	8342	6.05 ^{+0.07} _{-0.07}	1524 ⁺¹⁴⁰ ₋₈₃		7.7
260	10368	5.97 ^{+0.03} _{-0.06}	1577 ⁺¹¹¹ ₋₁₄₃		9.0	11290	5.98 ^{+0.07} _{-0.07}	1546 ⁺¹⁸⁶ ₋₁₀₂		9.9
270	15986	5.93 ^{+0.02} _{-0.02}	1633 ⁺¹¹² ₋₇₈		2.8	16995	5.97 ^{+0.04} _{-0.04}	1566 ⁺¹⁵⁷ ₋₁₂₅		5.2

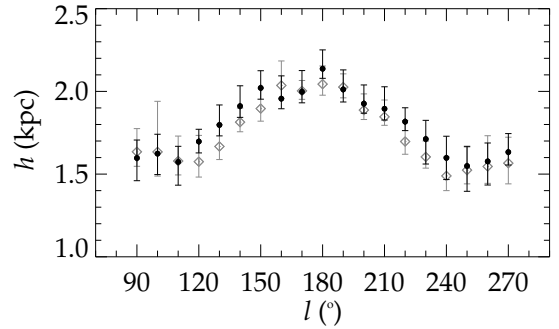
4 İnce Diskin Uzunluk Ölçeği

Çalışmada 36 yıldız alanından 19'unun ince disk yoğunluğu ve uzunluk ölçekleri hesaplanmıştır (Çizelge 1). Uzunluk ölçeği parametresi birkaç bin pc arasında değişmektedir. Bu ölçek kendisi kadar gidildiğinde yıldız yoğunluğunun $1/e$ kat azaldığını ifade eder. Dolayısıyla bu parametrenin duyarlı bir şekilde hesaplanması verilerin birkaç h uzaklığa kadar olmasını gerektirir. Galaksimize merkezi ve civarındaki doğrultularda çok uzaklarda yıldız bulunmadığından üretilen uzunluk ölçeği parametreleri çalışmada sunulmamıştır. Dört örnek yıldız alanının gözlemsel, kuramsal ve sentetik yoğunluk profilleri Şekil 3'te verilmiştir.

5 Sonuç

Bu çalışmada ilk defa *Hipparcos* kataloğundaki olası KY yıldızlarının Güneş civarı yoğunluğu $D^*(0) = \log D(0) + 10 = 5.954 \pm 0.004$ olarak hesaplanmıştır. İnce disk uzunluk ölçeği parametresi ilk defa 2MASS ve *WISE* verilerinden ve yükseklik ölçeğinden bağımsız olarak hesaplanmıştır. Galaktik düzlemde ve farklı doğrultularda ($l = 90^{\circ}, 100^{\circ}, \dots, 270^{\circ}$ ve $-0.5^{\circ} \leq b \leq +0.5^{\circ}$) seçilmiş 19 yıldız alanı için model parametreleri üretilmiştir. İnce disk uzunluk ölçeği değerleri galaktik boylama göre sinüsoidal bir dağılım sergilemektedir (Şekil 4).

Uzunluk ölçeğinin duyarlı bir şekilde hesaplanması radyal doğrultuda gidilen uzaklığa bağlıdır. Galaksi merkezine zit doğrultuda en büyük uzaklığa gidildiğinden ince disk uzunluk ölçeğini $h = 2$ kpc olarak kabul edilmiştir. Literatürde ince disk uzunluk ölçeği geniş aralıklar ($2 \leq h \leq 4$ kpc) verildiği gibi daha dar aralık veren çalışmalar da yer almaktadır ($2 \leq h \leq 2.5$ kpc; Robin et al. 1996; Robin, Reylé & Crézé 2000; Chen et al. 2001; Siegel et al. 2002). Son zamanlarda yapılan López-Corredoira & Molgó (2014) çalışmasında ince disk uzunluk ölçeği 2 kpc verilmiştir. Bu değer, çalışmada bulduğumuz değerle uyumludur.



Şekil 4. Gözlemsel (●) ve sentetik (◊) (Galaxia) verilerden elde edilen uzunluk ölçeği parametrelerinin Galaktik boylama göre değişimi.

Teşekkür

Bu araştırma 112T120 numaralı TÜBİTAK tarafından araştırma projesi olarak desteklenmiştir. Ayrıca İstanbul üniversitesi BAP birimi tarafından BYP48483 ve UDP51396 projeleriyle de desteklenmiştir. İsteğimiz üzerine *WISE* için Galaxia modelini geliştiren Dr. Sanjib Sharma'ya da teşekkür ederiz. Bu çalışmada *WISE*, 2MASS, NASA/IPAC Infrared Science Archive (<http://irsa.ipac.caltech.edu/>), NED (NASA/IPAC Extragalactic Database, <http://ned.ipac.caltech.edu/>)'daki veriler kullanılmıştır.

Kaynaklar

Beers, T.C., Sommer-Larsen, J. 1995, ApJS, 96,175
 Bilir, S., Karaali S., Gilmore, G. 2006a, MNRAS, 366, 1295
 Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Yaz, E., Hamzaoglu, E. 2006b, NewA, 12, 234

- Binney, J., et al. 2014, MNRAS, 437, 351
Buser, R., Rong, J., Karaali, S. 1998, A&A, 331, 934
Buser, R., Rong, J., Karaali, S. 1999, A&A, 348, 98
Cabrera-Lavers, A., Bilir, S., Ak, S., Yaz, E., López-Corredoira, M. 2007a, A&A, 464, 565
Chen, B., et al. 2001, ApJ, 553, 184
Cutri, R. M. vd. 2003. VizieR Online Data Catalog: 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources (Cutri+ 2003), 2246, 0
Cutri, R.M., et al. 2013. *WISE* All-Sky Data Release, CDS/ADC Electronic Catalogues, 2328
Eggen, O., J. Lynden-Bell, D. Sandage, A. R. 1962. ApJ, 136, 748
ESA, 1997, The *Hipparcos* and *Tycho* Catalogues, CDS/ADC Electronic Catalogues, 1239
Jurić, M., et al. 2008, ApJ, 673, 864
Karaali, S., Bilir, S., Hamzaoglu, E. 2004, MNRAS, 355, 307
Karaali, S., Bilir, S., Yaz, E., Hamzaoglu, E., Buser, R. 2007, PASA, 24, 208
López-Corredoira, M., Molgó, J. 2014, A&A, 567A, 106
Robin, A. C., Haywood, M., Crézé, M., Ojha, D. K., Bienayme, O. 1996, A&A, 305, 125
Robin, A. C., Reylé, C., Crézé, M. 2000, A&A, 359, 103
Schlegel, D. J., Finkbeiner, D. P., Davis, M. 1998, ApJ, 500, 525
Sharma, S., Bland-Hawthorn, J., Johnston, K. V., Binney, J. 2011, ApJ, 730, 3
Siegel, M. H., Majewski, S. R., Reid, I. N., Thompson, I. B. 2002, ApJ, 578, 151
Skrutskie, M. F. et al. 2006 AJ, 131, 1163
van Leeuwen, F. 2007, A&A, 474, 653
Wright, E. L., et al. 2010, AJ, 140, 1868
Yaz, E., Karaali, S. 2010, NewA, 15, 234
Yaz Gökçe, E., Bilir, S., Öztürkmen, N. D., Duran, Ş., Ak, T., Ak, S., Karaali, S. 2013, NewA, 25, 19

Erişim:

O42-1200: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Gökada Merkezi'ndeki Nükleer Gaz Disk ve Genç Yıldız Disklerinin Modellenmesi

Başak Ekinci^{1*}, Ayşe Ulubay²

¹ Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fizik Bölümü, Şişli, İstanbul

² İstanbul Üniversitesi, Fizik Bölümü, Vezneciler, İstanbul

Özet

Gökada merkezimiz, kütlesi yaklaşık $4 \times 10^6 M_{\odot}$ olan süper kütleli bir kara delik barındırmaktadır. Bu kara delik etrafında yaşları birkaç milyon yıl mertebesinde olan genç yıldız grupları ve bunları çevreleyen, çoğunlukla moleküler yapıda olan eğrilikli yapıya sahip Nükleer Gaz Disk (NGD) bulunmaktadır. Genç yıldızların hemen hemen yarısı gökyüzü düzleminde saat yönünde dönen eğrilikli bir disk oluşturmaktadır. Bu çalışmada yıldız disk ve NGD'nin ortak zaman evrimleri sayısal simülasyonlar yardımı ile, NGD'nin radyal genişliği ihmal edilmeden incelenerek, bu sistemlerin uzun zaman ölçeklerindeki yörünge davranışları, ve kararlılıkları araştırılmıştır. Gerçekleştirilen simülasyonlar ile NGD için literatürde karşımıza çıkan radyal genişlik değerlerinden hangilerinin diskin bugün gözlemlenen yapısı ile tutarlı olduğu incelenerek, yüzey yoğunluğu profilinin yarıçap boyunca sabit alındığı simülasyonların gözlemler ile tutarlı olmadığı sonucuna varılmıştır. NGD'nin, genç yıldız diskinin evrimi üzerindeki etkisinin hangi parametre değerlerinde baskın olduğunu belirleyerek önerdiğimiz yoğunluk, yarıçap gibi parametre değerleri, Gökada Merkezi'nde yer alan bu disk yapılarının oluşum mekanizmalarının incelendiği çalışmalarda kullanılabilirlerdir.

Anahtar Kelimeler: methods: Nümerik, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Samanyolu merkezindeki $4 \times 10^6 M_{\odot}$ süper kütleli kara delik etrafında yer alan genç yıldızlar S yıldızları ve Hel yıldızları olarak sınıflandırılmaktadır. S yıldızları kara deliğe 0.03 pc'ten daha yakın uzaklıkta yer almaktadır (Genzel et al. (1985)). Genç yıldızların Hel yıldızları adı verilen bir diğer kısmının ise kara delikten $\sim 0.03-0.5$ pc uzaklıkta, birbirine neredeyse dik, düzlemsel olmayan (eğrilikli) ve toplam kütleleri $\sim 0.001 M_{kd}$ civarında olan iki disk yapı üzerinde hareket ettiği düşünülmektedir (M_{kd} kara deliğin kütlesini temsil etmektedir). Bu iki disk yapıdan gözlemlerle iyi belirlenmiş biri gökyüzü düzleminde saat yönünde hareket ederken, varlığı halen tartışma konusu olan diğeri saat yönünün tersinde bir hareket sergilemektedir (Levin & Beloborodov (2003)). Hem beklenmeyecek derecede genç olmaları, hem de eğrilikli disk üzerinde düzenli yörünge hareketine sahip olmaları, Hel yıldızlarını son derece popüler bir araştırma konusu haline getirmiştir. Gökada Merkezi'ndeki (GM) genç yıldızları çevreleyen Nükleer Gaz Disk'in (NGD) iç yarıçapı merkezden 1.5 pc uzaklıkta yer alırken dış yarıçapının değeri hakkında farklı gözlemsel sonuçlar bulunmaktadır (Jackson et al. (1993)). NGD saat yönünde dönen yıldız diskine $70-90^\circ$ eğimlidir (Paumard et al. (2006)) ve yine yıldız diskleri gibi eğrilikli bir yapıya sahiptir (Genzel et al. (1985)). NGD'nin kütlesinin 0.0025-0.25 M_{kd} arasında yer aldığı düşünülmektedir (Genzel et al. (1985)). NGD'nin genç yıldızların oluşumu için uygun bir ortam sağlayabileceği ve merkezdeki genç yıldız nüfusunun artışına katkıda bulunabileceği düşünülse de, uzun zaman ölçeklerindeki kararlılığı halen bir tartışma konusudur (Jackson et al. (1993)).

Şimdiye kadar Gökada Merkezi'nde yer alan NGD ve yıldız diskinin yörünge evrimlerinin ele alındığı çalışmalarda, bu

yapılar ayrı ayrı ele alınarak (Ulubay-Siddiki et al. (2013)), ya da NGD'nin radyal genişliği ihmal edilerek çalışılmıştır (Subr et al. (2008)).

Çalışmamızda, bahsedilen disk yapılarının ortak evrimini inceleyen diğer çalışmalardan farklı olarak, NGD'nin radyal genişliği göz önüne alınmıştır. Bahsi geçen sistemlerin uzun zaman ölçekli (birkaç milyon yıl) yörünge evrimleri farklı yüzey yoğunluğu profilleri için sayısal simülasyonlar yardımı ile incelenmiş, ayrıca uygun görülen parametreler için literatürde var olan en yeni gözlem sonuçları ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

2 Eğrilikli Disk Modeli

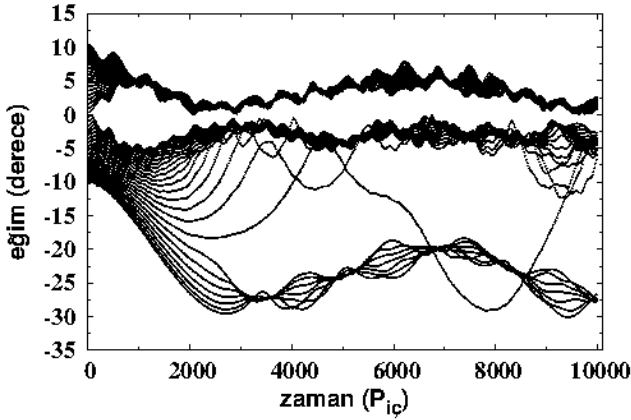
Bu çalışmada oluşturulan modellerde diskler (Ulubay-Siddiki et al. (2013); Arnaboldi & Sparke (1994)) çalışmalarında olduğu gibi iççe geçmiş, dairesel, birbirlerine eğimli ve çekimsel olarak etkileşen halkalar olarak ele alınmaktadır. Böyle bir halkalar sistemi için Lagranjiyen aşağıdaki ifade ile verilmektedir.

$$L_i = \frac{m_i r_i^2}{4} (\dot{\theta}_i^2 + \dot{\phi}_i^2 \sin^2 \theta_i) + \frac{m_i r_i^2}{2} (\dot{\psi} + \dot{\phi}_i \cos \theta_i)^2 - V(r_i, \theta_i, \phi_i). \quad (1)$$

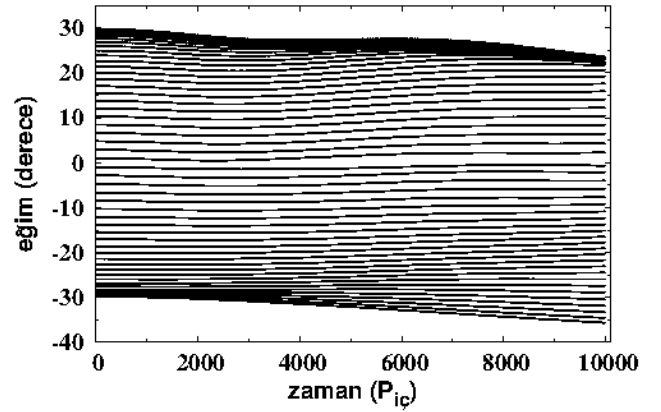
Bu denklemde ilk iki terim hareketin kinetik enerjisini verirken, son terim potansiyel enerjisini vermektedir. Kara delik etrafındaki her bir halka, kütlesi m , yarıçapı r ve Euler açıları (ϕ, ψ, θ) ile tanımlanır. Euler açılarından θ ; halkaların öçekiminden kaynaklanan presesyon hareketinin gerçekleştiği düzleme olan eğiklik açısı, ϕ ; azimutal açı ve ψ de her hangi bir parçacığın halka üzerindeki yeridir.

Çalışmamızda, denklem 1'de verilen Lagranjiyenden elde edilen hareket denklemleri NGD ve yıldız diskinden oluşan sistem için integre edilerek bu sistemlerin zaman evrimi incelenmiştir.

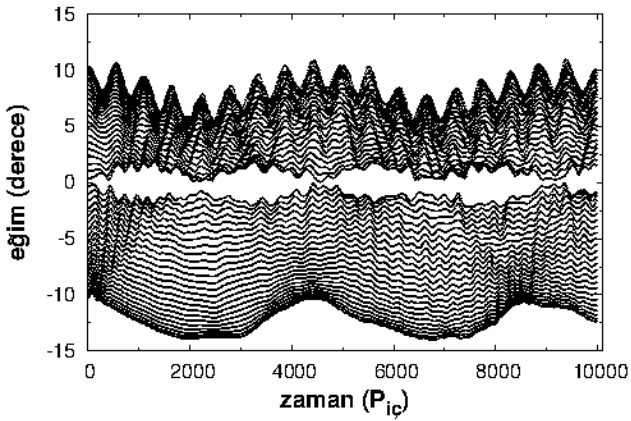
* baekinci@gmail.com



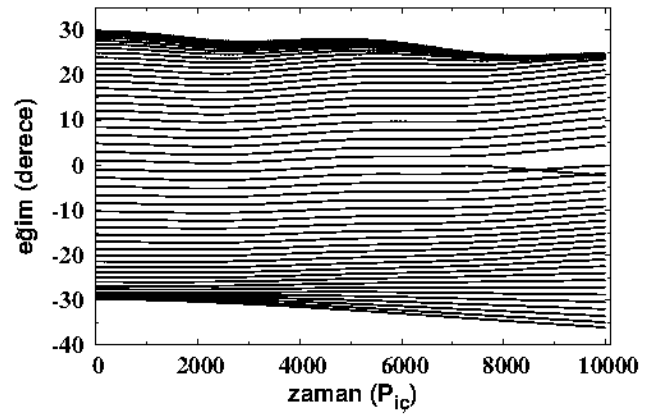
Şekil 1. NGD'nin yüzey yoğunluğunun sabit alındığı model için NGD'nin eğrilik açısının zamana göre değişimi. Zaman evriminin sonunda NGD'nin 3 parçaya ayrıldığı görülmektedir.



Şekil 3. NGD'nin yüzey yoğunluğunun sabit alındığı model için yıldız diskin eğrilik açısının zamana göre değişimi. Yıldız diskinin zaman evrimi boyunca hemen hemen değişmeden kaldığı görülmektedir.



Şekil 2. NGD'nin yüzey yoğunluğunun $1/r$ alındığı model için NGD'nin eğrilik açısının zamana göre değişimi. Zaman evriminin sonunda NGD'nin ilk durumunu hemen hemen koruduğu görülmektedir.



Şekil 4. NGD'nin yüzey yoğunluğunun $1/r$ alındığı model için yıldız diskin eğrilik açısının zamana göre değişimi. Yıldız diskin zaman evrimi boyunca hemen hemen değişmeden kaldığı görülmektedir.

3 Simülasyon Sonuçları

Simülasyon sonuçlarını gösterirken her bir grafikte x eksenini yıldız diskin en içte yer alan halkasının yörünge zamanı cinsinden simülasyon süresini verirken y eksenini eğrilik açısını vermektedir. NGD ve yıldız diskin ortak yörünge evrimlerini birçok farklı parametre değeriyle araştırdık, burada sadece iki modelin sonuçlarını göstermekteyiz. Burada yer alan her iki modelde de iç yarıçapı 1.5 pc 'te yer alan NGD'nin dış yarıçapı 4 pc , kütle $0.25 M_{\text{kd}}$ ve başlangıç eğriliği 20° 'dir. Yarıçap aralığı $0.03\text{-}0.5 \text{ pc}$ 'te yer alan yıldız diskin kütle değeri $0.00134 M_{\text{kd}}$ yoğunluk profili $1/(r^{1.4})$ ile değişmektedir.

Şek. 1 ve Şek. 2'te sırasıyla NGD'nin yüzey yoğunluğunun sabit olduğu ve $1/r$ şeklinde değiştiği modeller için eğrilik açısının zamana göre değişim grafikleri görülmektedir. Şek. 1'te NGD'nin yüzey yoğunluğunun sabit olduğu durumda, başlangıçta 20° eğriliğe sahip NGD'nin dağıldığını, yüzey yoğunluğunun $1/r$ ile değiştiği Şek. 2'te kararlı bir şekilde evrimine devam ettiği görülmektedir.

Şek. 3 ve Şek. 4'da sırasıyla NGD'nin yüzey yoğunluğunun

sabit olduğu ve $1/r$ şeklinde değiştiği durumda yıldız diskin eğrilik açısının zamana göre değişim grafikleri görülmektedir. Her iki durumda yıldız diskin en dış kısmını ve en iç kısmını oluşturan halkaların bir kısmının eğriliğinin çok az değiştiği görülmektedir.

Sonuçta, NGD'nin yüzey yoğunluğunun sabit alındığı durumda, NGD'nin zaman evriminin sonunda toplam eğrilik açısının 20° 'den fazla olduğu, gözlemlerle uygun olmayan durumu görüyor ve yüzey yoğunluğu profilinin yarıçap boyunca sabit alındığı simülasyonların gözlemler ile tutarlı olmadığı sonucuna varıyoruz. NGD'nin yüzey yoğunluğunun $1/r$ alındığı durumun ise (Genzel et al. (1985)) yaptığı gözlemsel çalışma ile uyumlu, dağınık olmayan (kararlı) bir yapı gösterdiğini görmekteyiz.

Yine yukarıda verilen parametre değerleriyle, genç yıldız diskinin yörünge davranışına baktığımızda, NGD'nin genç yıldız diski üzerinde etkisinin alınmadığı durum (Ulubay-Siddiki et al. (2013)) ile etkisinin göz önüne alındığı durum arasında farklılık olduğunu, yani NGD'nin genç yıldız diskinin yörünge evrimini etkilediği sonucunu çıkartıyoruz.

Kaynaklar

- Arnaboldi M., Sparke L. S., 1994, *AJ*, 107, 958
Bartko H., et al., 2009, *ApJ*, 697, 1741
Genzel R., Crawford M. K., Townes C. H., Watson D. M., 1985, *ApJ*, 297, 766
Jackson J. M., Geis N., Genzel R., Harris A. I., Madden S., Poglitsch A., Stacey G. J., Townes C. H., 1993, *ApJ*, 402, 173
Levin Y., Beloborodov A. M., 2003, *ApJL*, 590, L33
Paumard T., et al., 2006, *ApJ*, 643, 1011
Subr L., Schovancova J., Kroupa P., 2008, preprint ([arXiv:0812.1567](https://arxiv.org/abs/0812.1567))
Ulubay-Siddiki A., Bartko H., Gerhard O., 2013, *MNRAS*, 428, 1986
Wright M. C. H., Coil A. L., McGary R. S., Ho P. T. P., Harris A. I., 2001, *ApJ*, 551, 254

Erişim:

O42-1215: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Oort Sabitlerinin Yıldız Rengine Göre Değişimi

Oğuz Öztürk^{1,2}★, Ahmet Erdem^{1,2}, David Hobbs^{3,4},

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale, Türkiye

³ Lund University, Department for Astronomy and Theoretical Physics, Lund, Sweden

⁴ Lund Observatory, Lund, Sweden

Özet

Oort sabitleri, Samanyolu Galaksimizin yerel dönme özelliğini karakterize eden sabitlerdir. Bu sabitler, yıldızların galaktik konumları (l) ve hareketlerine (μ_l) doğrudan bağlıdır. Bu çalışmanın amacı, Hipparcos Kataloğunda yer alan yıldızları kullanarak, farklı $B - V$ renk aralığındaki yıldızlar için Oort sabitlerini belirlemektir. Oort sabitlerinin duyarlı değerleri Feast ve Whitelock (1997) tarafından $A = 14.82$ km/s/kpc ve $B = -12.37$ km/s/kpc olarak verilmektedir. Hipparcos kataloğundaki farklı $B - V$ renk aralığındaki yıldız gruplarına bakıldığında, renkleri $0.0 < B - V < 0.2$ kadir olan parlak yıldızlardan hesapladığımız Oort sabitleri ($A = 15.53$ km/s/kpc ve $B = -12.78$ km/s/kpc), Feast ve Whitelock (1997) tarafından verilen değerlere en yakın değerler olarak görülmektedir. Bu sonuç ve diğer $B - V$ renk aralığındaki yıldız gruplarından elde edilen Oort sabitlerinin değerleri çalışmamızda ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: catalogues, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

A ve B ile temsil edilen Oort Sabitleri, Samanyolu Galaksimizin yerel dönme özelliğini karakterize eden sabitlerdir (bkz Hobbs (2014), Lindegren (2014)): $V_0/R_0 = A - B$ ve $(dV/dR)_0 = -(A + B)$. Burada " $V(R)$ ", " R " ve " 0 " indisi, sırasıyla, dönme eğrisini (rotation Curve), galaktik merkezden olan uzaklığı ve Güneş'in galaktik merkezden olan uzaklıktaki konumunu (LSR) temsil etmektedirler. Öte yandan, yıldızların galaktik boylamları (l) ve öz hareketleri (μ_l) arasındaki ilişki $A \cdot \cos(2l) + B = K \cdot \mu_l$ şeklindedir (bkz Lindegren (2014)). Burada K , 4.7405 değerinde bir sabit olup, "mili yay saniyesi \cdot yıl⁻¹ (mas/yıl)" birimini "km s⁻¹ kpc⁻¹" birimine dönüştüren bir katsayıdır. Denklemden görüldüğü üzere yıldızların hareketleri, konumlarına lineer olarak bağlıdır, i.e., $\mu_l = \mu_l \cdot \cos(2l)$. Bu lineer ilişki ve Hipparcos Kataloğu yardımı ile Oort Sabitlerinin değerleri, belirli kriterlerdeki beş yıldız grubu için hesaplanmıştır.

2 Yıldız Seçimi ve Metot

Güneş etkisi, Güneş'ten ~ 0.1 kpc kadar uzak bölgelerde yer alan yıldızlarda oldukça etkilidir (bkz. Lindegren (2014)). Yakın yıldızların öz hareketleri, Güneşimiz dahil her bir yakın yıldızın hız dağılımını içermektedir. Bu yıldızların hızlarının büyüklüğü yaklaşık olarak 20km/s mertebesinde olduğu kabul edilebilir (bkz. Lindegren (2014); Hobbs (2014)). Yıldızların öz hareketi ve teğetsel hızları arasındaki ilişki $\mu = \tau/(K \cdot r)$ şeklindedir. Burada r ve τ (~ 20 km/s), sırasıyla, yıldızın bizden olan uzaklığını ve yıldızın teğetsel hızını temsil etmektedirler. Galaksimizin diferansiyel dönmesi, öz hareketi etkilemektedir. Bu etki, kendisini, yıldız grubunun galaktik boylam doğrultusundaki öz hareketlerinin ($K \cdot \mu_l$) galaktik boylam koordinatlarına (l) göre değişimi grafiğinde $A/K \cong 3$ mas/yıl genliği olarak gösterir (bkz. Lindegren (2014), Hobbs (2014)). Galaksimizin diferansiyel dönme etkisini görebilmek için seçeceğimiz

yıldızların öz hareketleri $A/K \cong 3$ mas/yıl değerinden küçük veya eşit olmalıdır. Bu durum, yıldızların bizden olan uzaklarına (r) sınırlamaktadır. Bu sınırlama $p \leq 0.73 \cong 1$ mas koşuluna ve Galaksimizin diferansiyel dönmesinden oldukça etkilenen yıldızları işaret eder. Hipparcos Kataloğunda yer alan ve iraksınımları < 0.5 mas olan uzak yıldızların iraksınımları yüksek standart hata ile verilmiştir. Iraksınımları duyarlı olarak ölçülmüş yıldızları seçmek için iraksınımlarındaki standart hata (σ_p) 1.5 mas değerine eşit veya bu değerden küçük yıldızlar seçilmiştir ($\sigma_p \leq 1.5$ mas). $\sigma_p \leq 1.5$ mas sınırlaması, katalogdaki uzak yıldızları ihmal etmektedir.

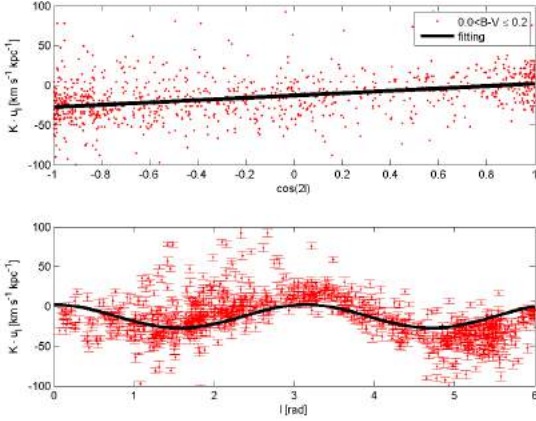
Genç yıldızların yaklaşık %85-95'i galaktik diske yakın olan ince bir bölgede bulunurlar. Geriye kalan ve muhtemelen daha yaşlı olan yıldızlar ise kalın galaktik disk bölgesinde yer alırlar. İnce galaktik diskin kalınlığı yaklaşık olarak 600pc civarıdır (bkz Lindegren (2014)). Samanyolu Galaksisinin diferansiyel dönmesi galaktik diske yakın olan yıldızların öz hareketlerini etkilemektedir. Bu nedenle, Oort sabitlerini duyarlı olarak belirlemek için, galaktik diske yakın olan yıldızlar ele alınmalıdır. Bu durum, Oort sabitlerini belirlemek için kullanılacak yıldızların galaktik boylamlarında (b) bir sınırlama getirmektedir. Bizden 1000pc uzaklığa kadar uzak olan yıldızları seçtiğimizde, en uzak yıldız için galaktik boylam $b \approx 17$ derece olarak bulunur. Bu nedenle, galaktik boylamlardaki sınırlama $b \leq 17$ derece şeklinde olmalıdır. Renkleri $B - V < 0.6$ kadir olan anakol yıldızları genellikle, galaktik diske yakın olan aynı yönelimli hız vektörlerine sahip genç yıldızlardan oluşmaktadır (bkz Tayler (1994)). Bu renklerdeki yıldızlar, hem galaktik diske yakın bulunduklarından (Galaktik diferansiyel dönmesinden en çok etkilenen yıldızlardır) hem de hız vektörleri birbirleri ile aynı yönelimde olduklarından, Oort Sabitlerini belirlemek için kullanılacak en uygun yıldızlardır. Bu çalışmada Oort sabitlerini belirlemek için renkleri $-0.2 < B - V \leq 0.6$ kadir aralığında olan yıldızlar seçilmiştir.

Yıldızlarının galaktik boylam doğrultusundaki öz hareketi (μ_l) yıldızların galaktik boylamları ile orantılıdır ($\mu_l = \mu_l(\cos 2l)$). Bu orantı $y = mx + C$ gibi bir doğru denklemi olarak düşünülürse, $y = K \cdot \mu_l$, $x = \cos 2l$, $A = m$ ve $B = C$

★ oguzozturk@comu.edu.tr

Çizelge 1. Kullanılan veri özeti ve elde edilen bulgular

Gr.	$B - V$ (kadir)	Yıldız sayısı	A (km/s/kpc)	B (km/s/kpc)
# 1	(-0.2, 0.0]	588	15.53±1.52	-16.98±1.02
# 2	(0.0, 0.2]	966	15.54±1.32	-12.78±0.93
# 3	(0.2, 0.4]	405	15.08±2.01	-9.19±1.43
# 4	(0.4, 0.6]	207	8.16±6.92	-12.14±4.85
# 5	(-0.2, 0.6]	2282	15.10±1.01	-13.03±0.70

**Şekil 1.** Bir örnek olası açısından; # 2 yıldızlar için $K \cdot \mu_l - \cos 2l$ (üst) ve $K \cdot \mu_l - l$ (alt) diyagramları ile elde edilen sabitlere göre çizilen fitler.

olmalıdır. Farklı gruplardan elde edilen $\mu_l - \cos 2l$ diyagramının eğimi $A = m$ değerini ve doğrunun μ_l eksenini kestiği nokta da $B = C$ değerini verir. Çizelge 1'de görülen her bir yıldız grubu için elde edilen $\mu_l - \cos 2l$ diyagramından, MATLAB programında yazılan lineer regresyon yöntemi ile A ve B Oort sabitleri hesaplanmıştır. $\mu_l = \mu_l(\cos 2l)$ bağıntısı matris formunda aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\begin{bmatrix} \cos 2l & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K \cdot \mu_l \end{bmatrix} \quad (1)$$

(1) denklemindeki eşitliğin sol tarafındaki ilk matris $\alpha = \begin{bmatrix} \cos 2l & 1 \end{bmatrix}$, ikinci matris $p = \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix}$ ve sağdaki matris $\beta = \begin{bmatrix} K \cdot \mu_l \end{bmatrix}$ ile temsil edilirse, (1) denklemini $\alpha \cdot p = \beta$ biçiminde yazılabilir. Lineer regresyon yöntemi ile hesaplanan Oort sabitlerinin hataları p matrisinin kovaryans matrisi yardımı ile elde edilmiştir. Sabitlerdeki hata değerlerinin hesap yöntemi **Groß (2003)** tarafından ayrıntılı olarak verilmiştir.

3 Sonuç ve Tartışma

Çizelge 1 den görüldüğü üzere, Grup 2 den (966 tane yıldız içeren) ve Grup 5 den (2282 tane yıldız içeren) hesaplanan Oort sabitlerinin değerleri birbirlerine oldukça yakındır. Aynı zamanda bu yıldız gruplarından elde edilen sabitlerin hata değerleri de diğer gruplardan elde edilenlerden daha küçüktür. Bunun başlıca sebebi, her iki gruptaki yıldız sayısının çok olması olabilir. Analize giren yıldız sayısı ne kadar çok ise, hesaplanan sabitlerin hata değerleri o denli az olabilir.

Az sayıda yıldız içeren gruplardan elde edilen sabitlerin hata değerlerinin çok daha büyük olduğu Çizelge 1 de görülmektedir. Grup 4 (207 yıldız içeren) ile hesaplanan sabitler, diğer gruplardan elde edilen sabitler ile uyumlu görülmemek-

Çizelge 2. Elde edilen bulguların bazı çalışmalar ile karşılaştırılması

A (km/s/kpc)	B (km/s/kpc)	Ref.
14.82±0.84	-12.37±0.64	Feast ve Whitelock (1997)
13.8±3.5	-12.7±2.6	Huyan ve ark. (2014)
15.54±1.32	-12.78±0.93	Bu çalışma, # 2 yıldızları
15.10±1.01	-13.03±0.70	Bu çalışma, # 5 yıldızları

tedir. Aynı zamanda, bu gruptan elde edilen değerler **Feast ve Whitelock (1997)** tarafından verilen değerlere de yakın değildir. Bu durum, bu gruptaki yıldız sayısının azlığının yanında, grupta yer alan yıldızların büyük $B - V$ renk değerlerinden de kaynaklanabilir. Grup 4 yıldızları, önceki gruplarda yer alan yıldız gruplarından daha sönüktür. Bilindiği gibi, sönük yıldızların gözlemsel verileri yüksek hata değerleri içermektedir. Bu nedenle, bu yıldızların gözlemleri ile elde edilen iraksımın ve galaktik boylam doğrultusundaki öz hareketleri yüksek hata değerleri ile ölçülmektedir. Dolayısıyla grup 4 den hesap edilen Oort sabitlerinin tutarsız değerleri, hem gruptaki yıldız sayısının azlığından hem de yıldızların sönük olmasından kaynaklanabilir. Çok parlak yıldızlardan oluşan grup 1 yıldızlarından hesaplanan Oort sabitlerinin daha duyarlı olması beklenebilir. Fakat Çizelge 1'den görüldüğü üzere, bu gruptan elde edilen sabitlerin yüksek hata değerlerine sahip olduğunu görüyoruz. Bunun en akla yatkın sebebi, yukarıda da bahsedildiği gibi, bu grupta yer alan yıldız sayısının azlığı olabilir. **Feast ve Whitelock (1997)** Hipparcos Kataloğunda yer alan bazı Cepheid yıldızlarından hesaplanan Oort Sabitlerinin değerlerini verirken, **Huyan ve ark. (2014)** ise duyarlı astrometrik verilere sahip F3 türü yıldızlardan hesaplanan değerlerini vermiştir. Bu iki çalışmadan elde edilen sabitler Çizelge 2 de verilmiştir.

Hem grup 2 yıldızlarından hem de grup 5 yıldızlarından hesaplanan Oort Sabitlerinin, literatürde verilen sabitlere en yakın değerde oldukları görülmektedir. Bunun başlıca sebebi, daha önce bahsedilen yıldız parlaklıkları ve sayıca yıldız çokluğu olabilir. Grup 5 yıldızlarının $B - V$ renk aralığı oldukça geniştir ($-0.2 < B - V \leq 0.6$ kadir). Bu gruptaki sönük yıldızların Oort sabitinin hesaplamasındaki olumsuz (büyük hata değerleri) etkisi, gruptaki daha parlak yıldızlar tarafından azaltılmış olabilir.

Kaynaklar

- Feast, M., Whitelock, P.: Galactic kinematics of Cepheids from HIPPARCOS proper motions. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **291** (1997) 683–693
- Groß, J.: *Lecture Notes in Statistics: Linear Regression*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2003) 53–55
- Hobbs, D.: Project 1 (P1); Oorts constants. *ASTM 13 Dynamical Astronomy*, Lund Obs. (2014), Dept. of Astro. & Theo. Phys.
- Huyan, Z.-Bo, Zhu, Z., Liu, J.-Cheng: Kinematics of Solar neighborhood stars and its dependency on age and metallicity. eprint arXiv:1405.5635
- Lindgren, L.: *Dynamical Astronomy Lecture Notes for ASTM 13*. Lund Observatory (2014), Department of Astronomy and Theoretical Physics
- Tayler, R. J.: *The Stars: Their Structure and Evolution*. 2nd ed. Cambridge University Press (1994)

Erişim:

042-1220: **UAK-2015 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A**.

Gama-ışın Patlamalarının Zamansal Özellikleri ve Lorentz Faktörü

Eda Sonbaş¹★,

Glen A MacLachlan, Kalvir S Dhuga, T N Ukwatta, Ashwin Shenoy

¹Adıyaman Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adıyaman

Özet

Doğası ve ışımalarının temelinde yatan fiziksel mekanizmaları hala tam olarak anlamamayan Gama Işın Patlamaları, Astrofiziğin güncel ve önemli araştırma alanlarından biridir. Bu çalışmada, Swift ve Fermi uydularından alınan veriler ile elektromanyetik spektrumun geniş bir enerji aralığında patlamaların anlık ve X - ışın yayınımlarının değişkenliği incelenecektir. Bu amaçla spektral gecikme – ışıma-gücü, Minimum Değişkenlik Zaman skalası (MTS; Minimum Variability Time Scale) – ışıma gücü, MTS – Lorentz Faktörü (Γ) ilişkileri ve kullanılan teknikler (cross – korelasyon tekniği, wavelet tekniği) tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: galaxies: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O43-1400: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Galaksi Kumelerinde 3.55 keV Çizgisinin Keşfi

Esra Bulbul^{1,*,}, Maxim Markevitch², Adam Foster¹, Randall Smith¹,
Mike Loewenstein², Scott Randall¹

¹Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts, USA

²NASA-Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA

Özet

Galaksi kümelerinin tayflarının üst üste yığılması sonucu yapılan detaylı analizde 4.5σ anlamlılık seviyesinde olan 3.55 keV enerjisinde zayıf bir çizgi keşfedilmiştir. Bu sinyal Perseus galaksi kümesinin Chandra ve Suzaku X-ışını tayflarında da ayrıca gözlemlenmiştir. Bu enerjide galaksiler arası thermal plazmadan gelebilecek bir sinyalin olmaması, çizginin karanlık madde kaynaklı olabileceği anlamına gelebilir. Bu çalışmada 3.55 keV çizgisinin galaksi kümelerindeki keşfi ve daha sonra bu alanda yapılan teorik ve gözlemsel çalışmalar özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: (cosmology:) dark matter, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

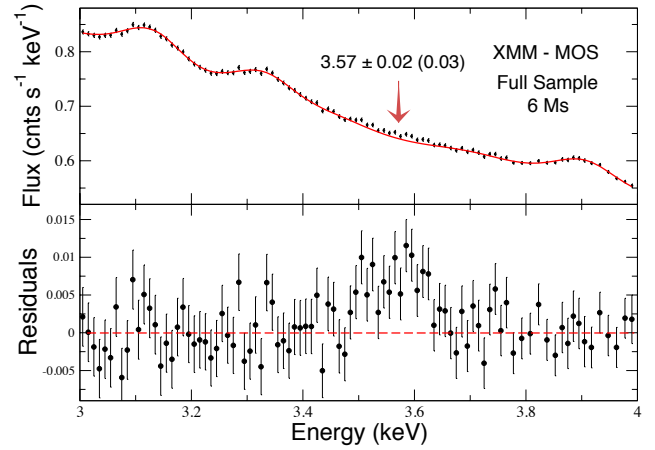
1 Giriş

Galaksi kümeleri evrenimizdeki en büyük kütle çekimi ile bağlı sistemlerdir. Kütlelerinin %85'ini karanlık madde, geri kalan %15'lik kısmını ise galaksiler arası sıcak plazma oluşturur. 100 milyon derece sıcaklığındaki bu gaz oluşumundan bu yana galaksilerden kaçan ağır metallere zenginleşmiştir. ASCA, Chandra, Suzaku, ve XMM-Newton gibi X-ışını teleskoplarından elde edilen tayflar bize bu metallerin çeşitleri ve miktarlarının yanı sıra, bu plazmanın sıcaklığı veya fiziksel durumu hakkında detaylı bilgiler vermiştir (örneğin [Bohringer et al. 2010](#)).

Galaksi kümelerinin büyük bir bölümünü kapsayan karanlık maddenin varlığı ise Fritz Zwicky'nin 1933 de Coma galaksi kümesinin gözlemlerinde ispatlanmıştır ([Zwicky 1933, 1937](#)). Daha sonra Bullet galaksi kümesinin optik ve X-ışını gözlemlerinde ise varlığı teyit edilmiştir ([Clowe et al. 2006](#)). Henüz içeriği hakkında kesin bir bilgiye ulaşılmamış olmasına rağmen fizikçiler karanlık maddenin egzotik bir parçacıktan oluştuğu konusunda hem fikirdirler. En popüler teorilerden birisi ise henüz varlığı ispatlanmamış ılık karanlık madde çeşidi olan dördüncü tip (steril) nötrinolardır. Steril nötrinolar diğer maddelerle kütleçekim etkileşmesi dışında herhangi bir etkileşime girmemektedir fakat bozunarak X-ışını yayabilirler. Bu parçacığın varlığı son 15 yıldır astrofizikçiler tarafından karanlık madde içeren tüm kaynaklarda aranmaktadır ([Boyarisky et al. 2008](#)). Karanlık maddeyi oluşturan parçacıklar tarafından yayılacak olan olası bir X-ışınımı çok zayıftır. Şimdiye kadar yapılan gözlemler yerince uzun ve teleskoplar yeterince duyarlı olmadıklarından henüz bir sinyal gözlenememiştir.

2 Kaynak Kataloğu ve Metod

Bulbul et al. (2014) karanlık maddeden gelebilecek çok zayıf ikincil ışınımlara duyarlı bir analiz metodu geliştirdi. Bunu sağlayabilmek için 73 galaksi kümesinin XMM-Newton X-ışını teleskobuyla alınmış tayflarını kıvılcık kayma değerleri sıfır olacak şekilde kaydırıp, üst üste yığılmıştır. Bu kümelerin kıvılcık kayma değerleri 0.01 ve 0.35 arası değişmektedir. Böylelikle hem zayıf sinyallere duyarlılık artırılmış, hem de detektör kaynaklı çizgiler



Şekil 1. 6M saniyelik XMM-Newton MOS tayfinin 3-4 keV enerji aralığı. Figürde 3.55 keV çizgisi rahatlıkla görülmektedir.

zayıflandırılıp etkisiz hale getirilmiştir. Toplamda 6×10^6 saniye MOS ve 2×10^6 saniye PN datası elde edilmiştir.

Galaksiler arası plazmadan gelen X-ışınımının (bremsstrahlung, radiative-recombination ve two-photon sürekli ve çizgi ışınımlarının) katkısı modellendikten sonra MOS datasında ~ 3.55 keV de bir ışımaya gözlemledik. Bu ışınım Figure 1 de gösterilmiştir. Monte-Carlo Markov methodu ile yapılan testlerde bu çizginin 4.5σ anlamlılık seviyesinde olduğu görülmüştür (detektörün çözünürlüğü ve enerji bandının genişliği hesaba katılmıştır).

3 Sonuçlar

Galaksiler arası plazmada bulunan herhangi bir metalin 100 milyon derece sıcaklığında olan plazmadan bu dalga boyunda bir çizgi yayması fiziksel olarak mümkün görünmemektedir. 3.55 keV çizgisi sıcak plazma kaynaklı fakat çok zayıf olan KXVIII (3.51 keV) ve ArXVII DR (3.62 keV) çizgilerinin tam ortasında yer almaktadır. XMM-Newton teleskobunun çözünürlüğü bu enerjide 120 eV olduğundan, 3.55 keV çizgisini KXVIII ve ArXVII DR ayırmak mümkün olmamaktadır. Yapılan modellerde KXVIII ve Ar KXVIII çizgilerinin parlaklıkları atomik veritabanı ile hesaplanmış olup ve bu değerlerin üç katı parlaklık

* ebulbul@cfa.harvard.edu

toplam zaten modele eklenmiştir. Bunun üzerine, çiziginin KXVIII kaynaklı olması için KXVIII in 10 güneş bolluğunda, KXVIII nun ise 30 güneş bolluğunda olması gerekmektedir. Daha önce yapılan X-ışını gözlemlerinde KXVIII un ortalama 0.6 güneş zenginliği ve Ar KXVIII ortalama 0.5 güneş zenginliğinde olduğu görülmüştür. 10 veya 30 güneş bolluğunda K veya Ar metallerinin bu sıcaklıktaki plazmada oluşabilmesi teorik ve gözlemsel açıdan pek mümkün değildir. Üstelik X-ışını bandının diğer bölgelerinde gözlemlenen K ve Ar bollukları daha önceki gözlemlerle örtüşmektedir. Ayrıca galaksi kümelerinden gelebilecek diğer fiziksel ışınım da (charge exchange, thermal olmayan ışınım) bu enerjide bir yayılım yapmamaktadır.

Bu çizginin kaynağının bulunabilmesi için galaksi kümesi kataloğu üç ayrı kategoriye bölünmüştür; uzak galaksi kümeleri, yakın galaksi kümeleri, ve katalogdaki en parlak galaksi kümesi olan Perseus. Daha sonra aynı metod uygulanarak tayflar tekrar üst üste bindirilmiştir. Astrofizik kaynaklı ışınımın katkısı çıkarıldıktan sonra bu üç katalogda da 3.55 keV çizgisi gözlemlenmiştir. Bu test ile, çizginin bir yada iki baskın kaynak yerine, tüm galaksi kümelerinden geldiği yani evrensel bir ışım olduğu kanıtlanmıştır.

Çizginin teleskop veya detektör kaynaklı olup olmadığını anlayabilmek için öncelikli olarak XMM-Newton teleskobunun üzerinde bulunan ve MOS ile eş zamanlı gözlem yapan PN detektörünün datası incelenmiştir. Aynı 73 galaksi kümesinin tayfinin üst üste yığılmasından oluşan toplam tayfda ~ 3.52 keV enerjisinde aynı parlaklıkta bu çizgi gözlemlenmiştir. İstatistiksel testler MOS ile gözlenen enerjinin PN ile arasında 2σ lık fark olduğunu göstermiştir. Daha sonra bu çizgi Chandra X-ray teleskobu üzerinde bulunan ACIS-S ve ACIS-I detektörlerinin Perseus datasında da gözlemlenmiştir (Bulbul et al. 2014). Chandra ile gözlenen bu sinyal 3.56 keV de ve 3σ anlamlılık seviyesindedir. Perseus galaksi kümesinin Suzaku XIS detektörü ile toplanan 1×10^6 saniyelik gözlemlerinde yine aynı enerjide bu çizgiye rastlanmıştır (Fransé & Bulbul et al. 2015; Urban et al. 2015). Bu sinyalin üç ayrı teleskopla altı ayrı detektörle gözlenmiş olması detektör kaynaklı bir sinyal olması ihtimalini azaltmaktadır. Ayrıca Sekiya et al. (2015) nın 3×10^7 saniyelik Suzaku boş uzay (blank sky) gözlemlerinde yaptığı çalışmada 3.55 keV de herhangi bir ışınım rastlamamış olması bu sinyalin detektör kaynaklı olmadığını ayrıca ispatlamıştır.

Sinyalin astrofiziksel bir kaynağının olmaması, bu ışınımın karanlık madde kaynaklı olabileceğini akla getirmektedir. Eğer bu sinyal steril nötrinoların bozunması sonucu oluşmuşsa parçacığın kütlesi 7.1 keV ($2 \times$ Enerji) anlamına gelmektedir. Yapılan kütle ve bozunma oranı hesaplarında tüm galaksi kümelerinden gelen sinyalle, yakın ve uzak kümelerden gelen sinyalin istatistiksel olarak birbirleriyle tutarlı olduğu görülmüştür. Fakat bu modelde Perseus kümesinden gelen ışın diğerlerine oranla beş kat daha parlaktır. Perseus galaksi kümesinin neden daha parlak bir ışınım yaydığı henüz anlaşılabilmiştir.

Ayrıca farklı gruplar tarafından yapılan araştırmalarda benzer bir sinyal galaktik kümede rastlanırken (Boyarsky et al. 2014), galaksi gözlemlerinde rastlanmamıştır (Anderson et al. 2014).

4 Özet

Galaksi kümelerinin detaylı yapılan tayf analizinde görünür madde veya detektör kaynaklı olmayan, ~ 3.55 keV enerjisinde bir ışınım gözlemlenmiştir. Işınımın kaynağı henüz bilinmemekle birlikte şimdiye kadar kaynağı ile ilgili 200 e yakın teori üretilmiştir. Bu çalışmaların çoğunluğu sinyali bir başka egzotik karan-

lık madde parçacığıyla açıklamaktadır. Bunların arasında axino, ALP (Alvarez et al. 2015), kendi ile etkileşen karanlık madde (exciting dark matter; Finkbeiner & Weiner 2014), ve gravitino lar (Bomark & Roszkowski 2014) sayılabilir.

Bu gözlenen çizginin kaynağının karanlık madde olup olmadığını çok daha detaylı gözlemlerle sınamak için birçok çalışma yapılmaktadır. Fakat uzaydaki X-ışını teleskopları bunun için yeterli çözünürlüğe sahip değildirler. 2016 yılının Ocak ayında fırlatılacak olan Japonya-Amerika ortak yapımı X-ışını teleskobu Astro-H, şimdiki XMM-Newton, Suzaku ve Chandra'dan 20 kat daha yüksek çözünürlüğe sahip olacaktır (Takahashi et al. 2014). Astro-H takımı olarak önümüzdeki sene Perseus galaksi kümesinin uzun süre gözlemleyip ($1-2 \times 10^6$ saniye) bu bulmacayı çözmeyi planlıyoruz.

Kaynaklar

- Alvarez, P. D., Conlon, J. P., Day, F. V., Marsh, M. C. D., & Rummel, M. 2015, JCAP, 4, 013
 Anderson, M. E., Churazov, E., & Bregman, J. N. 2014, arXiv:1408.4115
 Böhringer, H., & Werner, N. 2010, A&P, 18, 127
 Bomark, N.-E., & Roszkowski, L. 2014, PRD, 90, 011701
 Boyarsky, A., Ruchayskiy, O., & Markevitch, M. 2008, ApJ, 673, 752
 Boyarsky, A., Fransé, J., Iakubovskiy, D., & Ruchayskiy, O. 2014, arXiv:1408.2503
 Bulbul, E., Markevitch, M., Foster, A., et al. 2014, ApJ, 789, 13
 Clowe, D., Bradač, M., Gonzalez, A. H., et al. 2006, ApJ, 648, L109
 Finkbeiner, D. P., & Weiner, N. 2014, arXiv:1402.6671
 Fransé, J., Bulbul E. 2015, hazırlıkta.
 Sekiya, N., Yamasaki, N. Y., & Mitsuda, K. 2015, arXiv:1504.02826
 Takahashi, T., Mitsuda, K., Kelley, R., et al. 2014, arXiv:1412.2351
 Urban, O., Werner, N., Allen, S. W., et al. 2015, MNRAS, 451, 2447
 Zwicky, F. 1933, Helvetica Physica Acta, 6, 110
 Zwicky, F. 1937, ApJ, 86, 217

Erişim:

043-1430: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Amanyetik Nova-gibi Sistemlerin Bazı X-ışın Gözlemleri

Şölen Balman^{1,2}*,

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Dumlupınar Bulvarı, Ankara, Türkiye, 06800

²Şu anda: Kadir Has Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Cibali Mah., Kadir Has Cad., Fatih, İstanbul, 34083

Özet

Amanyetik Nova-gibi kataklismik değişken kaynaklar çoğunlukla yüksek madde aktarımı fazında ($\geq 1 \times 10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl}$) bulunan ve ender düşük madde aktarım fazlarında görünen sistemlerdir. Bunlardan üç tanesini SWIFT X-ışını uydusuyla gözledik: MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas. Tayflar maximum sıcaklıklar 21-50 keV mertebesinde çok-sıcaklıklı soğuyan akışkan tipi plazma emisyonu ile modellenilebilmektedir. Bu sıcaklıklar madde aktarım disklerindeki viryal sıcaklıklarla örtüşmektedir. Sistemlerin ikisinde termal Komptonizasyonla oluştuğunu düşündüğümüz güç kanunu emisyon bileşkesi de gözledik. 0.1-50 keV X-ışınlarında öz-ışıma aralığı $(0.9-5.0) \times 10^{32}$ erk/sn) olarak hesapladık. Öz ışıma verimliliğini 0.01-0.001 arasında bulduk. Beklenen kara cisim modelli yumuşak X-ışını bileşkesini de bulamadık. Bütün bunları ve sistemlerdeki hızlı bi-polar rüzgarları ele alırsak, yüksek fazdaki nova-gibi amanyetik kataklismik değişkenlerin ADAF-benzeri optik-ince sınır katman yapısına sahip olduğunu açıklayabiliyoruz.

Anahtar Kelimeler: accretion, accretion discs, Sıkı Nesnelere

1 Kataklismik Değişkenler (KD) ve Amnyetik Sistemler

Kataklismik Değişkenler Roche Lobunu doldurmuş birincil bir beyaz cüce ve ikincil bir Geç-tip anakol yıldızından madde aktarımı yapan çift yıldız sistemleridir. Bu sistemler manyetik ve amnyetik KD'ler olarak iki ana guruba ayrılırlar. Burda amnyetik sistemler olan nova-gibi sistemler tartışılacaktır. Amnyetik sistemler dört katagoride incelenir. Amnyetik sistemlerde beyaz cüceye kadar ulaşan bir madde aktarım diski vardır. Cüce novalarda madde sürekli veya düzensiz aktarım oranlarında beyaz cüceye aktarılır. Bu madde aktarımı bir kaç hafta veya aylık aralıklarla yoğun madde aktarımı (cüce nova patlaması) olaylarıyla bölünür ($10^{39}-10^{40}$ erk, $\Delta m=2-6$). Nova-gibi değişkenler genellikle yüksek madde aktarım (bir kaç $\times 10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl} - \times 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$) fazında bulunan ve rüzgar dış akışları gösteren sistemlerdir. Klasik ve Tekrarlayan Novalar ise KD'lerde termonükleer kaçak patlamalarıyla karakterize edilen sistemlerdir (total bırakılan enerji $10^{43}-10^{46}$ erk). Yaklaşık 500-5000 km/s hızlarında $10^{-4}-10^{-7} M_{\odot}$ kadar atık madde oluştururlar.

2 Amnyetik KD'lerde X-ışını Emisyonu

Amanyetik KD'lerde X-ışınlarının sınır katmanı (SK) bölgesinden geldiği bilinmektedir. Sınır katmanı madde aktarım diskinde beyaz cüceye yakın bir kaç $\times 10^8$ cm mesafesinde akan maddenin rotasyonel kinetik enerjisinin büyük bölümünü radyasyonla boşalttığı bölgedir. Standard madde aktarım diskinin beklentilerine göre $L_{SK}=L_{disk}=GM_{wd}\dot{M}_{acc}/2R_{wd}=L_{acc}/2$ olmalıdır. Yani madde aktarım öz-ışımalarının yarısı SK bölgesinde açığa çıkar. Madde SK'da Kepler hızlarından yavaş dönen beyaz cüce hızlarına yavaşlar. Genel olarak eğer madde aktarım $>10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl}$ oranından daha yüksekse SK optik kalın bir faza geçer ve yumuşak X-ışınları ($\sim 10^5$ K) yayması beklenir. Eğer madde aktarım $<10^{-9} M_{\odot}/\text{yıl}$ oranından daha düşükse SK'nın optik ince olması ver sert X-ışınları yayması ($\sim 10^8$ K) beklenir (Narayan ve Popham 1993, Popham ve Narayan 1995). Cüce novalar durgun ve aktif/patlama fazlarında X-ışınlarında çalışılmıştır.

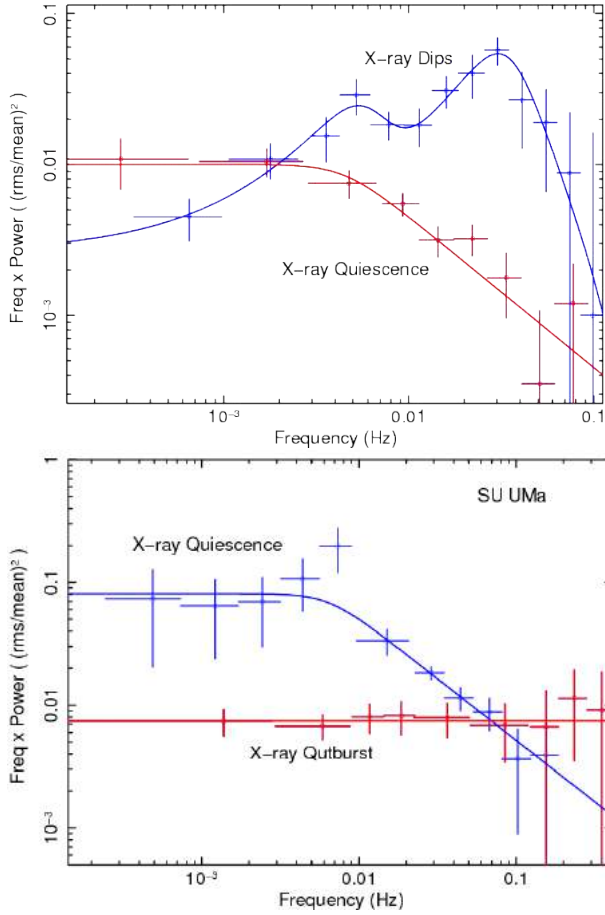
Bulgulara göre durgun Faz ve düşük madde aktarımında SK optik incedir ve sert X-ışını emisyonu yaydığı gözlenir. Dar salma çizgileri, $\dot{M}_{acc}=10^{-12}-10^{-10} M_{\odot}/\text{yıl}$ madde aktarım oranları, yakın güneş bollukları, beyaz cüceden yansıma (6.4 keV), çok-sıcaklıklı eş-basınçlı soğuyan akışkan modeli plazma emisyonu ve $T_{max}=9-55$ keV, $L_x=10^{30-32}$ erk/sn and Kepler-altı hızlar, cüce nova durgun fazının X-ışın özellikleridir (Kuulkers ve ark. 2006, Pandel ve ark. 2005, Balman ve ark. 2011). Aktif/patlama fazında ise optik kalın SK, 10^5-10^6 K yumuşak X-ışını emisyonu gözlenmiştir; 5 kaynakta $kT \sim 5-30$ eV kara cisim ışıması (Byckling ve ark. 2009; Balman 2012 ve burdaki referanslar). Bu beklenen bileşke her patlamada gözlemlenmemişse de bütün patlamalarda optik maximum evresinde gözlemlenen bir bastırılmış (düşük-akı) sert X-ışını emisyonu bulunmaktadır (Güver ve ark. 2006, Collins ve Wheatley 2010).

3 Eklips Haritalama ve Geniş Band Gürültü Teknikleriyle İç Disk Deseni

İç disk deseni metodolojik olarak KD'lerde tutulma haritalaması tekniğiyle çalışılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları durgun fazdaki cüce novaların madde aktarım oranının iç diskte 10-1000 faktör kadar azaldığını göstermektedir. Parlaklık sıcaklığı analizleri standard diskler için gereken $R^{-3/4}$ radyal bağılılık oranını bu sistemlerde çıkaramamaktadır (Z Cha, OY Car, V2051 OPh and V4140 Sgr: bakınız tekrar makalesi: Balman 2014). Bu parlaklık sıcaklığı grafiklerindeki düzleşmeler durgun fazlarda iç disk sonlanması uygulanarak modellenilebilmektedir (Biro 2000). Yüksek madde aktarım fazı sistemlerinde (33 KD) yapılan bir çalışmada uzamış optik ince bir bileşke olduğu ve iç diskte madde aktarım oranlarının 10-1000 kere düştüğü hesaplanmıştır (Puebla ve ark. 2007).

Bir başka metod ise titreşim gürültüsü (flicker noise) ile iç disk desenlemesi çalışmalarıdır. Uzun zaman skalalı parlaklık varyasyonları dış diskte oluşsa da hızlı zaman varyasyonları ($f >$ bir kaç mHz) iç diskteki madde aktarım akışında oluşmaktadır (Bruch 2000; Baptista & Bortoletto 2004). Son zamanlarda aperiodyik titreşim gürültüsü için "ilerleyen titreşimler" (propagating fluctuations) modeli kullanılmaktadır (Revnivtsev et al. 2009, Uttley et al. 2011). Bu modelde madde aktarım

* solen.balman@khas.edu.tr



Şekil 1. Bazı cüce novaların geniş-band gürültü karakteristiklerini gösteren güç tayfları (PDS). Y eksenini (kök averaj karesi / averaj)² ve X eksenini de Frekansdır. Soldaki panelde SS Cyg adlı cüce novanın durgun faz PDSsi (kırmızı) ve patlama evresinde optik maximuma fazlara denk gelen X-ışını diplerinin PDSsi (mavi) görülmektedir (Bakınız Balman ve Revnivtsev 2012). Sağdaki panelde SU UMa adlı cüce novanın altı ardışık patlamasının analizinden elde edilen durgun faz PDSsi (mavi) ve optik maximum fazlara denk gelen patlama PDSsi (kırmızı) olarak verilmiştir (bakınız Balman 2014).

oranındaki mikro varyasyonlar akı değişimleri yaratmaktadır ve varyasyonlar çarpılarak iç diske ve kompakt objeye transfer edilmektedir; böylece X-ışını yayan bölgeye de bütün varyasyon bilgisi ulaşmaktadır. Bu model iç diskte optik kalın disk sonlanması olduğunda yüksek frekanslardaki gürültünün de sonlanması/azalmasını gerektirir. Yakın zamanda Balman ve Revnivtsev (2012) ve Balman (2014) cüce nova sistemlerinde 1-6 mHz kırılma frekansları ve $\sim(3-10) \times 10^9$ cm de optik kalın disk sonlanması bulmuştur. Ayrıca, SS Cyg ve SU UMa adlı iki cüce novanın durgun ve patlama fazı evrelerinde geniş band gürültüsünün değiştiği ve patlamada kırılma frekanslarının yükseldiğini yada görülmediğini ve gürültünün genelde yüksek frekanslara kaydığını bulmuşlardır. Kısaca patlamada diskin beyaz cüceye kadar ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu iki kaynağın durgun ve patlama fazındaki güç tayfı Figür 1 de görülebilir. Böylece durgun fazlarda optik kalın disk yüksek iç disk çaplarında sonlanmaktadır ve beyaz cüceye sıcak akışlarla madde aktarılmaktadır (Bakınız Balman ve Revnivtsev 2012).

4 Nova-gibi KD lerin Özellikleri

Amanyetik Nova-gibi sistemler (NG) yüksek madde aktarım fazında bulunurlar. Madde aktarım oranları $\dot{M}_{acc} =$ birkaç 10^{-9} - $10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$ olarak bulunmaktadır. En iyi Far Ultra Viole ışıkta (FUV) gözlenip standard disk modelleriyle uyumlanabilirler. VY Scl tipleri optik ışık eğrilerinde sürekli yüksek madde aktarım fazında ve az da olsa bazen de düşük fazda görülürler. UX Uma tipleri de sürekli yüksek fazda gözlemlenirler (Warner 1995). Bütün NG'ler salma çizgileri gösterirler, UX Uma yıldızları optik ve UV dalgaboylarında geniş soğurma çizgileri ile bilinirler. Bipolar rüzgarlar ve dış-akışlar ya da rotasyonel simetrik rüzgarlar gösterirler. Bunlar en iyi FUV bandında rezonans çift çizgisi CIV'nin P Cygni profilinden gözlemlenir (Sion 1985). Bu sistemlerdeki rüzgar ve dış-akışlarla madde kaybı $\sim < \%1$ ve rüzgar hızları 200-5000 km/s kadardır (tekrar makaleleri: Kafka ve Honeycutt 2004, Long ve Knigge 2002).

5 X-ışınlarında Nova-gibi Sistemler

Yüksek madde aktarım fazında olan KD'lerin sınır katmanları ilk olarak Einstein IPC (0.2-4 keV, Patterson ve Raymond 1985) ve ROSAT (15 NG; 0.1-2.4 keV) ile gözlenmiştir. Bu sistemlerden beklenen optik kalın yumuşak X-ışını bileşenleri bulunmamıştır, onun yerine sadece sıcak optik ince X-ışını kaynakları bulunmuştur. X-ışını öz-ışınması $L_x <$ birkaç 10^{32} erk/sn (van Teeseling ve ark. 1996, Greiner 1998). Daha sonraları NG ler ASCA (TT Ari, KT Aur), XMM-Newton ve RXTE ile birkaç tane ve beş tane kadar da Swift ile gözlemlenmiştir. X-ışını tayfları çift MEKAL modelleri veya/ek olarak çok-sıcaklıklı plazma modelleri ile açıklanmakta. X-ışını öz-ışınması $L_x <$ birkaç 10^{32} erk/sn (Page ve ark. 2014, Balman ve ark. 2014 ve ordaki diğer referanslar). NG'lerin UV spektroskopisi (33 KD) bu sistemlerin disklerinin standard disk (SS) modellerinden özellikle iç diskte ayrışmaya başladığını göstermektedir. Disk modelleri için genişlemiş optik ince bileşen gerekmektedir, bu disk rüzgarkarıyla yada korona kromosferiyle ilgili olabileceği düşünülmektedir (Puebla ve ark. 2007, Hoard ve ark. 2009).

6 MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas'in *Swift* Gözlemleri

Durgun fazdaki cüce novaların X-ışını gözlemleri oldukça yapıldı ve düşük aktarım fazı amanyetik KD disklerinden sınır katmanları çalışıldı. Buna nazaran nova-gibi yüksek akatarım diski sahibi sistemlerin X-ışını emisyonları yeni teleskoplarla fazla çalışılmadığı için biz de bunların bazılarını *Swift* XRT (X-ray Telescope) ile 0.2-10.0 keV bandında gözledik (*Swift* BAT için çok sönüktüler). Seçtiğimiz sistemler MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas dı. Bu sistemler haziran-aralık 2012 de her biri yaklaşık 15 ksec olarak gözlemlendi. Sistem sayımları MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas için sırayla 0.069(3) c/s, 0.070(3) c/s ve 0.051(2) c/s olarak hesaplandı. Bu sistemlerin karakteristik detayları Tablo 1 de bulunabilir.

X-ışını analizleri (veri öntemizliği, aspekt düzeltmeleri ve kazanç kalibrasyonları) için XSELECT V2.4 ve HEASoft 6.13 ([lheasoft](#)) yazılımları kullanılmıştır. *Swift* XRT X-ışını ışık eğrileri ve tayfları 1.5 aç dakikalık foton ayrıştırma bölgeleri seçilerek yapıldı. Işık eğrileri optik efemerisleri kullanarak sistem dönemleri üzerine katlandı; bu eğrileri Figür 2 de bulabilirsiniz. Her tayf spektral binlerde en az 30-60 sayım olacak şekilde sinyal-gürültü oranını arttırarak hazırlandı. Daha sonra amanyetik sistemlerden beklendiği üzere çok-sıcaklıklı eşit basınçlı soğuyan akışkan modelleriyle uyumlandı. Fakat uyumların ve χ^2 değerlerinin minimize edilebilmesi için ayrıca bir güç ka-

Çizelge 1. MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas adlı nova-gibi sistemlerin karakteristik özellikleri. **Not:** Detaylı sonuçlar Balman, Godon, Sion (2014) makalesinde bulunabilir.

Parameter	units	MV Lyr	BZ Cam	V592 Cas
M_{inf}	M_{\odot}	0.73-0.8 ^(1,2)		0.75 ⁽¹¹⁾
R_{inf}	km	7,440 ⁽³⁾		7,378 ⁽¹¹⁾
M_{2nd}	M_{\odot}	0.3 ⁽²⁾		0.21 ⁽¹¹⁾
i	deg	10±3 ^(4,5,6)	12-40 ^(13,14)	28±10 ⁽¹⁹⁾
P	hr	3.19 ⁽³⁾	3.69 ^(9,17,18)	2.76 ⁽⁸⁾
d	pc	505 ± 30 ^(1,2)	830±160 ⁽¹³⁾	330 ⁽¹⁰⁾ , 360 ⁽¹¹⁾
T_{inf}	K	44,000 ± 3000 ^(1,2)		45,000 ⁽¹¹⁾
\dot{M}_{high}	M_{\odot}/yr	3×10^{-9} ^(1,5)	$\geq 3 \times 10^{-9}$ ^(9,8)	$\sim 1.3 \times 10^{-8}$ ⁽¹⁰⁾
V	min-max	17.7-12.1	14.3-12.5	12.9-12.5
L_{disk}	erg s ⁻¹	$\sim 2.7 \times 10^{34}$	$\geq 3 \times 10^{34}$	$\sim 1.2 \times 10^{35}$
Ω_c	Ω_K	~ 0.28 ⁽¹⁾		

References: (1) Godon et al. (2012); (2) Hoard et al. (2004); (3) Wood (1995); (4) Schneider et al. (1981); (5) Skillman et al. (1995); (6) Linnell et al. (2005); (7) Bruch & Engel (1994); (8) Taylor et al. (1998); (9) Patterson et al. (1996); (10) Hober et al. (1998); (11) Hoard et al. (2009); (12) Cardelli et al. (1989); (13) Ringwald & Naylor (1998); (14) la Dous (1991); (15) Prinja et al. (2000); (16) Honeycutt et al. (2013); (18) Thorstensen et al. (1993); (19) Ballouz & Sion (2009).

Çizelge 2. MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas adlı nova-gibi sistemlerin *Swift* XRT teleskobunu kullanılarak elde edilmiş 0.3-8.0 keV arasındaki X-ışın tayflarına yapılan spektral modellemelerin sonuçları. **Not.** Detaylı sonuçlar Balman, Godon, Sion (2014) makalesinde bulunabilir.

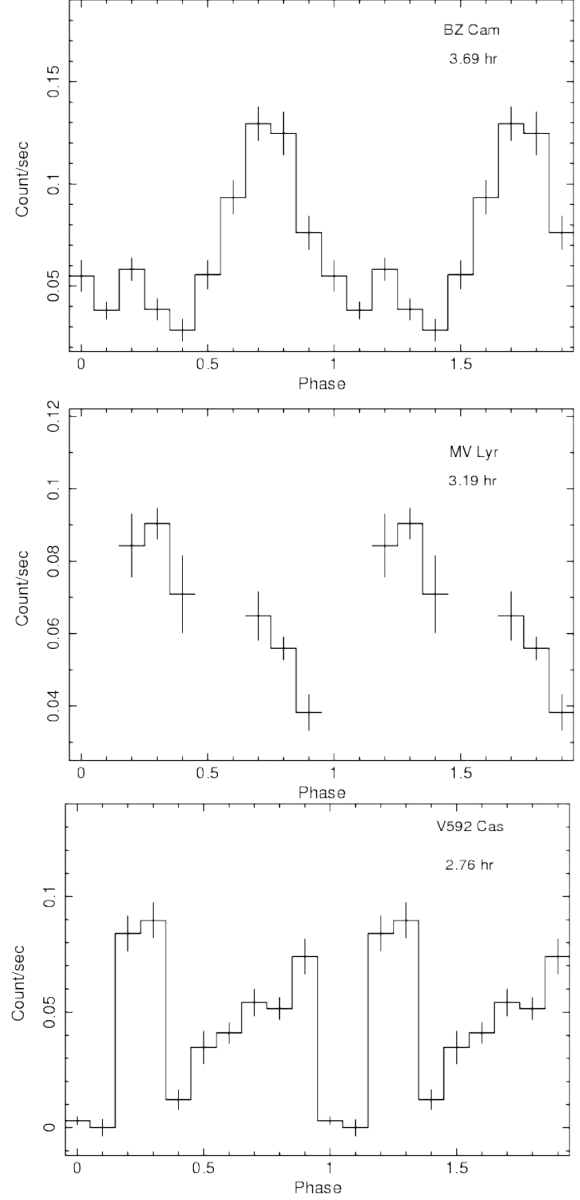
Model	Parameter	MV Lyr	BZ Cam	V592 Cas
CEVMKL	$N_H (10^{22} \text{atoms cm}^{-2})$	0.13 ^{+0.12} _{-0.06}	0.30 ^{+0.07} _{-0.07}	0.3 ^{+0.2} _{-0.2}
	α	1.6 ^{+2.7} _{-0.4}	0.13 ^{+0.16} _{-0.06}	0.6 ^{+0.7} _{-0.3}
	$T_{\text{max}} (\text{keV})$	>21 [†]	33.0 ^{+16.0} _{-14.0}	35.5 ^{+19.7} _{-10.9}
Power law	K_{CEVMKL}	$9.2^{+1.0}_{-1.8} \times 10^{-4}$	$6.7^{+2.8}_{-1.0} \times 10^{-4}$	$2.3^{+1.1}_{-1.1} \times 10^{-3}$
	χ^2_{ν}	1.17 (11)	1.22 (10)	1.17 (9)
Power law	$\text{Flux} (10^{-12} \text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1})$	5.4	5.8	3.4
	$\text{Luminosity} (10^{32} \text{erg s}^{-1})$	1.7	4.6	0.5
	$\text{Flux}_{\text{source}} (10^{-12} \text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1})$	0.66	2.3	3.4
	$L_{\text{source}} (10^{32} \text{erg s}^{-1})$	0.2	1.9	0.5
	$\text{Flux}_{\text{powerlaw}} (10^{-12} \text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1})$	4.8	2.9	< 1.3
	$L_{\text{powerlaw}} (10^{32} \text{erg s}^{-1})$	1.5	2.4	< 0.2

Notes. N_H is the absorbing column, α is the index of the power-law emissivity function ($dEM = (T/T_{\text{max}})^{\alpha-1} dT/T_{\text{max}}$). T_{max} is the maximum temperature for the CEVMKL

nunu bileşkesi de kullanıldı. Uyumlanmış X-ışını tayfları Figür 3 de, uyumlama sonuçları Tablo 2 de bulunabilir (bkz. Balman, Godon, Sion 2014).

7 Sıcaklık, Öz-ışıma Verimliliği ve ADAF-benzer Özellikler

X-ışını gözlemleri NG'lerin SK sıcaklıklarını, öz-ışınmasını, madde aktarım oranlarını ve aktarım geometrisini çalışmak için önemlidir. Anamlı bir SK ve disk modeli ancak X-ışını ve UV gözlemlerini kullanarak beklenebilir. Gözlemediğimiz NG'lerin X-ışını tayfları (0.3-8.0 keV arasında Swift XRT bandında) çok sıcaklıklı plazma emisyonu ile modellenilebilmektedir. Sıcaklık dağılımı güç kanununa dayalıdır ve karakteristik yüksek sıcaklıklar 21-50 keV'dir. Bu sıcaklıklar KD disklerindeki viryal sıcaklıklara benzetilmektedir (10-45 keV). Çoklu-sıcaklık eş-başınçlı soğuyan akışkan (multi-temperature isobaric cooling flow) modellerinin hesapladığımız sıcaklık güç kanunu indeksi 1.0 den farklılaşmaktadır. Bulduğumuz X-ışını öz-ışınmalarını ve diskin gelen öz-ışınmayı (bakınız Tablo 1.) karşılaştırdığımızda $L_x/L_{\text{disk}} \sim 0.01-0.001$ olarak çıkmaktadır. Bu emisyon verimsizliği (0.1-50 keV) ADAF-benzeri akışkanlar RIAF (ışınmasız advektif akışkanlar) ADAF'larla açıklanabilmektedir. Bu tür akışkanlar düşük

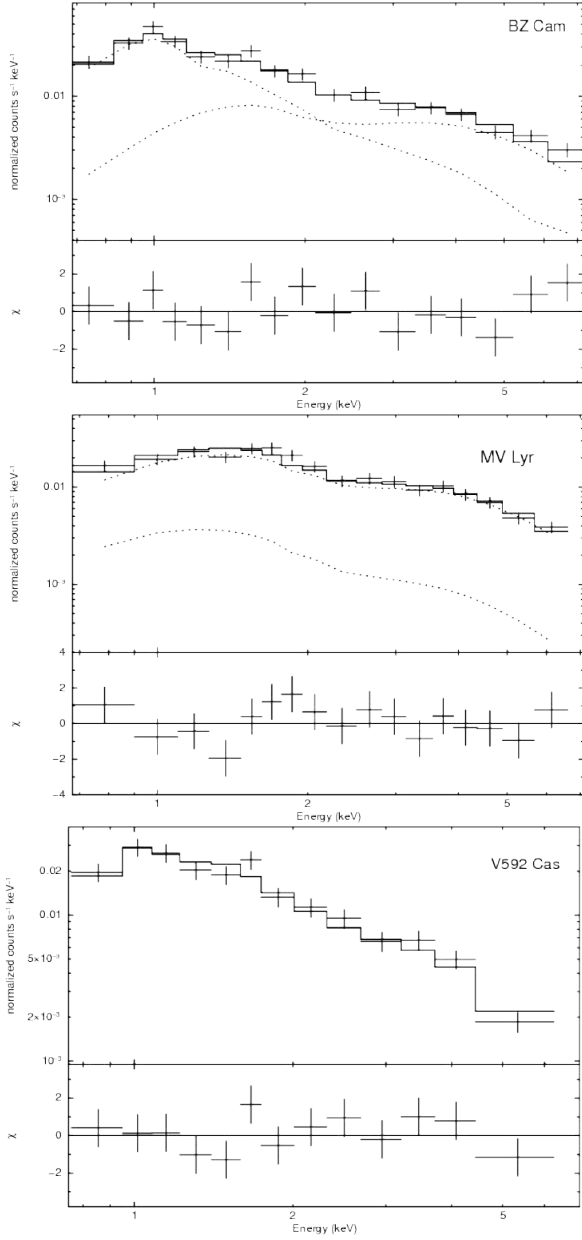


Şekil 2. MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas adlı nova-gibi sistemlerin *Swift* XRT teleskobunu ile alınmış 0.3-8.0 keV arasındaki X-ışın eğrileri (Bakınız Balman, Godon, Sion 2014).

kütleli X-ışını çiftlerinde özellikle karadelik içeren sistemlerde görülmektedir (bakınız Narayan ve McClintock 2008, Done ve ark. 2007). RIAF ADAF tarzı akışkanlarda madde aktarım enerjisi gravitasyonel radyasyonla açığa çıkmak yerine akışın içinde saklanır ve bu şekilde beyaz cüceye/kompak objeye aktarılır; sonuç olarak beyaz cüceler ısınmalıdır. Analizlerimiz bu sistemlerde yumuşak X-ışını yayan karacisim oluşmadığını da göstermiştir; 2 sigma sıcaklık limitleri $kT_{bb} < 7 \text{ eV}$. Böylece optik kalın SK olmadığını da anlayabiliyoruz.

8 Sonuçlar ve Beklentiler

Nova-gibi sistemlerin (en azından bu üç sistemde) sınır katmanları beyaz cüceye yakın beklendiği gibi optik kalın değil optik ince sert X-ışını yayan ADAF-benzeri akışkanlarla birleşmiş fazla emisyon göstermeyen bölgeler yada iç diskte X-ışını



Şekil 3. MV Lyr, BZ Cam ve V592 Cas adlı nova-gibi sistemlerin *Swift* XRT teleskobu kullanılarak elde edilmiş 0.3-8.0 keV arasındaki X-ışın tayfları (Bakınız Balman, Godon, Sion 2014). Veriler kroslarla, uyumlanmış modeller noktalarla, toplam modellenmiş tayflar düz siyah çizgilerle belirtilmiştir.

yayan koronal bölgeler olduğunu gösterebiliyoruz (Balman, Godon, Sion 2014). Ayrıca iki sistemde BZ Cam ve MV Lyr güç kanunu emisyonu bulduk ki bu sistemlerde termal Comptonizasyon olabileceğini gösteriyor, fakat daha yüksek enerji bandlarında veri alınarak bu emisyon parametreleri ölçülmelidir. İç diskteki ADAF-benzeri akışların beyaz cüceleri ısıtması beklenmektedir. Nova-gibi KD'lerde beyaz cüce sıcaklıkları averajda 45-50 kK kadardır. Diskleri olmayan yüksek manyetik alanlı Polar KD'ler de ise sıcaklıklar 12-16 kK mertebesindedir. Hesaplamamıza göre bu iki türdeki beyaz cüce sıcaklıklarının öz-ışınla oranlanmasından elde edilen advektif emisyon verimliliği yaklaşık 0.01'dir. Bu gözlenen X-ışını verimsizliğini açıklayabilmektedir. Ayrıca ADAF-benzeri akışların Bernoulli parametresinin

pozitif olması beklenir. Bu hızlanmış dış-akışkanların (collimated outflows) oluşması için oldukça elverişli bir ortam yaratabilmektedir (Narayan ve Yi 1995). Böylece rüzgar oluşturmaya giden enerji de yaklaşık 0.1-0.01 mertebesinde bir emisyon verimsizliği yaratabilmektedir. Yeni yüksek çözünürlüklü ve/veya geniş-band yüksek enerji X-ışın tayfları ve ışık eğrilerinin analizleri bu konu da anlayışımızı geliştirmek için önemli ve gereklidir. Nova-gibilerde IR artık emisyonu ve radyo ışıması da görülmektedir. KD disklerinde standard olmayan ve de ADAF-benzer ışımasız akışkanların olduğunu, sınır katmanı ve disk modellemelerinde göz önüne alınması gereklidir. Bu tür karakterler KD'lerin madde aktarım fiziğini X-ışını çiftlerine ve Aktif Galaktik Çekirdeklere biraz daha yaklaşmaktadır.

Kaynaklar

- Balman, S., Godon, P., Sion, E.M., Ness, J.-U., Schlegel, E., Barrett, P.E., & Szkody, P. 2011, *ApJ*, 741, 84
 Balman, S., & Revnivtsev, M. 2012, *A&A*, 546, 112
 Balman, S. 2012, *MmSAI*, 83, 585
 Balman, S. 2014, pre-print, (2014arXiv1403.4437B)
 Balman, S., Godon, P. & Sion, E.M. 2014, *ApJ*, 794, 84
 Baptista R. & Bortoletto A., 2004, *AJ*, 128, 411
 Biro, I.B. 2000, *A&A*, 364, 573
 Bruch A., 2000, *A&A*, 359, 998
 Byckling, K., et al. 2009 *MNRAS*, 399, 1576
 Collins, D., J., & Wheatley, P. J. 2010, *MNRAS*, 402, 1816
 Done, C., Gierlinski, M., & Kubota, A. 2007, *A&ARv*, 15, 1
 Greiner, J. 1998, *A&A*, 336, 626
 Guver, T., Uluyazi, C., Ozkan, M. T., Gogus, E. 2006, *MNRAS*, 372, 450
 Hoard, D.W., et al. 2009, *ApJ*, 693, 236
 Kafka, S., & Honeycutt, R. K. 2004, *AJ*, 128, 2420
 Long, K. & Knigge, C. 2002, *ApJ*, 579, 725
 Kuulkers, E., Norton, A., Schwope, A., & Warner, B. 2006, in Compact stellar X-ray sources, W. Lewin & M. van der Klis (ed.), Cambridge Astrophysics Series No. 39, 421
 Narayan, R., & Popham, R. 1993, *Nature*, 362, 820
 Narayan, R., & Yi, I. 1995, *ApJ*, 444, 231
 Narayan, R., & McClintock, J. E. 2008, *NewAR*, 51, 733
 Page, K. L., Osborne, J. P., Beardmore, A. P., Evans, P. A., Rosen, S. R. & Watson, M. G. 2014, *A&A*, 570, 37
 Pandel, D., Córdoba, F.A.C.D., Mason, K.O., Priedhorsky, W.C. 2005, *ApJ*, 626, 396
 Patterson, J., Raymond, J. C., 1985, *ApJ*, 292, 535
 Popham, R., & Narayan, R., 1995, *ApJ*, 442, 337
 Puebla, R.E., Diaz, M.P., Hubney, I. 2007, *AJ*, 134, 1923
 Revnivtsev M., Churazov E., Postnov K., Tsygankov S., 2009, *A&A*, 507, 1211
 Sion, E.M. 1985, *ApJ*, 292, 601
 van Teeseling, A., Beuermann, K., Verbunt, F. 1996, *A&A*, 315, 467
 Uttley P., Wilkinson T., Cassatella P., Wilms J., Pottschmidt K., Hanke M., Böck M., 2011, *MNRAS*, 414, L60
 Warner, B. 1995, *Cataclysmic Variable Stars*, (Cambridge: Cambridge University Press)

Erişim:

043-1450: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Kataklismik Değişenlerin Kinematığı

A. Özdönmez^{1*}, S. Bilir¹, T. Ak¹, F. Soyduğan², E. Soyduğan², Ç. Püsküllü², S. Ak¹, Z. Eker³

¹ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

³ Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya

Özet

Kataklismik değişenlerin (KD) kinematik özellikleri; güncel paralaksarı, öz hareketleri ve kütle merkezinin hızlarından (γ) hesaplanan uzay hızları kullanılarak popülasyon türlerine ve yörünge dönemine göre incelenmiş ve sonuçlar standart evrim kuramının öngörülleri ile karşılaştırılmıştır. Oluşturulan katalogdaki 216 KD'nin hız dispersiyonu 53.7 km/s ve ortalama kinematik yaşı 5.29 Gyl'dır. Popülasyon türleri Galaktik yörüngelerinden belirlenen KD örneğinin %94'ü Galaksimizin ince disk bileşeninin üyesidir. Dönem boşluğunun altında ve üstündeki manyetik olmayan ince disk KD'lerinin ortalama yaşları sırasıyla 3.40 ve 3.90 Gyl, dispersiyonları 24.95 ve 26.60 km/s dir. KD'ler yörünge dönemine göre incelendiğinde ise, ortalama kinematik yaşın kısa yörünge dönemlerine doğru arttığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: (stars:) novae, cataclysmic variables, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Bir kataklismik değişen (KD) beyaz cüce ve Roche lobunu doldurmuş düşük kütleli bir bileşen yıldızdan meydana gelir. Beyaz cücenin manyetik alanı yeterince düşük ise bileşen yıldızdan aktarılan madde beyaz cücenin etrafında bir yığılma diski oluşturur. Standart evrim modeline göre ayrık bir anakol çiftinin evrimleşmesiyle KD olan bir sistem kütle çekimsel ışı-nım (Paczynski 1967) ve/veya manyetik frenleme (Verbunt ve Zwaan 1981) ile açısal momentum kaybederek kısa periyotlara doğru evrimleşir. KD'lerin yörünge dağılımları, evrimlerinin karakteristik özellikleri olan 2-3 h aralığındaki dönem boşluğu (Knigge 2006) ve ~ 80 dakikadaki minimum yörünge dönemini (Gänsicke ve ark. 2009) ortaya koymaktadır. Standart evrim modellerine dayanan kuramsal popülasyon analizleri fotometrik gözlemlerden test edilmiş (bkz. Ak ve ark. 2008, 2010; Özdönmez ve ark. 2015) olsa da kullanılan veri setleri seçim etkisi altındadır. Ancak bir KD'nin yaşı belirli bir yörünge dönemindeki kütle aktarımından etkilenmeyeceğinden, parlaklığa bağlı seçim etkisi KD'lerin yaş dağılımının yanlı olmasına yol açmaz. Bu sebeple, KD'lerin kinematik yaşları kuramsal öngörüllerin test edilmesi için kullanılabilir.

2 Veriler

Çalışmamızda 2014 yılının ortalarına kadar literatürde yer alan γ hızları toplanarak, Ak ve ark. (2010)'nin örneği ile birleştirilmiştir. Kullanılacak γ hızlarının belirlenmesinde van Paradijs ve ark. (1996) ve Ak ve ark. (2010) tarafından tanımlananlara benzer kriterler kabul edilmiştir. Emisyon çizgilerinden belirlenen kütle merkezi hızları (γ_{em}) yığılma diskinden ya da madde transferinin hareketinden etkilenebilir. Bu nedenle γ_{em} güvenilir olmayabilir (North ve ark. 2002). Analizlerimizde kullanılan 80 sistemin soğurma çizgilerinden belirlenmiş γ hızları (γ_{abs}) en duyarlı olanlardır. Emisyon çizgilerinden yapılan ölçümlerin sonuçlara etkisinin test edilmesi için, örneğimizdeki

53 sistemin sahip olduğu γ_{em} ve γ_{abs} hız farklarının ortalaması $\langle \gamma_{em} - \gamma_{abs} \rangle = -3.5 \pm 22.6$ km/s ve medyan değeri -3.6 km/s elde edilmiştir. Bu karşılaştırma van Paradijs ve ark. (1996) ($\langle \gamma_{em} - \gamma_{abs} \rangle = +2.5 \pm 13.8$ km/s) ile uyumlu olup, benzer şekilde biz de verilerimizden anlamlı istatistiksel analiz yapılabileceği ve sonuçların yanlı olmayacağı sonucunu çıkarabiliriz.

KD'lerin uzaklıkları için öncelikle literatürden trigonometrik paralaksar temin edilmiştir. Diğer sistemler için sırasıyla 2MASS J , K_s (Skrutskie ve ark. 2006) ile WISE $W1$ (Wright ve ark. 2010) parlaklıklarına ve yörünge dönemlerine (P) dayanan yeni PLCs ilişkisi (Özdönmez ve ark. 2015), uzaklık ölçümleri yapılamayan sistemler için ise sadece 2MASS fotometrisi ve yörünge dönemine dayanan eski PLC ilişkisi Ak ve ark. (2007a) kullanılmıştır. Yakın ve orta kıvılcığı parlaklıklar Cutri ve diğ. (2003, 2012)'den alınmıştır. Yörünge dönemi 12 saatten büyük olan KD'lerin bileşen yıldızı dev yıldız olabileceğinden (Hellier 2001) ve $P < 80$ dk olan sistemlerin bileşen yıldızı dejenerasyon yıldız olacağından (Gänsicke ve ark. 2009), örneğimize böyle sistemler dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda KD'lerin öz hareketleri; UCAC4 (Zacharias ve ark. 2013), PPMXL (Roeser ve ark. 2010), Tycho-2 (Høg ve ark. 2000) ve tekrar indirgenmiş Hipparcos kataloğundan (van Leeuwen 2007) alınmıştır. Rölatif paralaks hatalarının medyan değeri ve standart sapması sırasıyla 0.14 ve ± 0.11 'dir. Öz hareketin de sırasıyla 0.34 ve ± 0.94 mas'dır. Ayrıca ekvatorial koordinatlar, KD'lerin sınıfları ve yörünge dönemleri Ritter ve Kolb (2003, versiyon 7.7) kataloğundan alınmıştır. Böylelikle paralaksarı, öz hareketleri ve γ hızları bilinen 250 kataklismik değişenden oluşan bir örnek meydana getirilmiştir.

Uzay hızlarının hesaplanması için Johnson ve Soderblom (1987)'nin matris dönüşüm algoritması kullanılmıştır. Bunun için ekvatorial koordinatlara (α , δ), öz hareket bileşenlerine ($\mu_\alpha \cos \delta$, μ_δ), γ ve paralaksa (π) ihtiyaç vardır. Dönüşüm sağ el kuralına göre uygulanarak, U (Galaktik merkeze doğru), V (Galaktik rotasyon doğrultusunda) ve W (Galaktik kuzey kutbu doğrultusunda) uzay hız bileşenleri hesaplanmıştır. Örneğimizdeki KD'ler Güneş komşuluğundaki yakın sistemler olma-

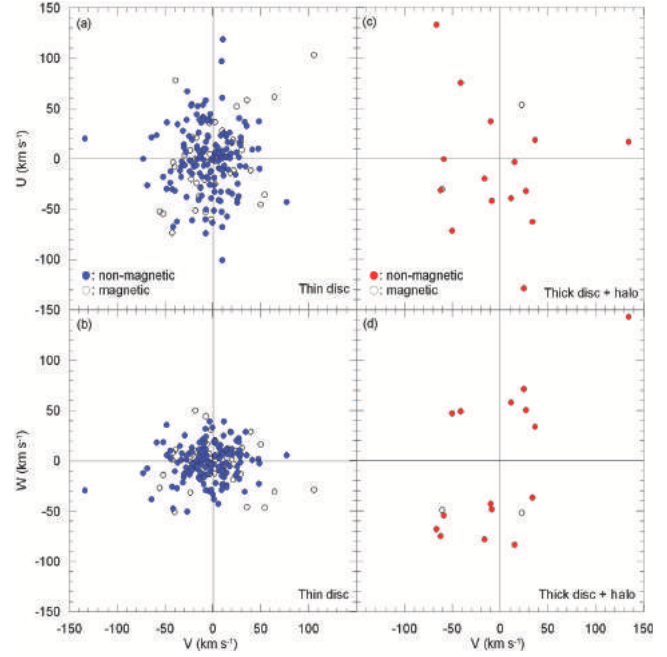
* aykutozdonmez@gmail.com

larına rağmen, uzay hızları diferansiyel Galaktik rotasyon için [Mihalas ve Binney \(1981\)](#)'in çalışmasında açıklandığı şekilde düzeltilmiştir. Ayrıca Galaktik uzay hızı bileşenlerine Güneş'in uzay hızları eklenerek LSR (Local Standard of Rest) düzeltmesi yapılmıştır. Güneş'in uzay hızı bileşenleri için $(U, V, W)_{\odot} = (8.50, 13.38, 6.49)$ km/s ([Coşkunoğlu ve ark. 2011](#)) kabul edilmiştir.

Uzay hızı bileşenlerindeki belirsizlik algoritmaya giren verilerin hatalarından, toplam uzay hızının hatası da $(S = (U^2 + V^2 + W^2)^{1/2})$ uzay hızı bileşenlerinin hatalarından hesaplanmıştır. Toplam uzay hızı hatalarının medyanı ve standart sapması 15 ve ± 15 km/s'dir. Uzay hızı dispersiyonu ve kinematik yaşlar büyük belirsizliklere sahip toplam uzay hızından dolayı yanlı olabileceğinden, hataların medyanı ile standart sapmasının toplamına karşılık gelen $S_{err} > 30$ km/s hatasına sahip KD'ler örnekten çıkartılmıştır. Böylelikle örneğimizde 216 KD kalmıştır. KD gruplarına göre hesaplanmış uzay hızı bileşenlerinin ortalama değerleri ve dispersiyonları Tablo 1'de verilmiştir. Düzenlenmiş örneğin uzay hızlarındaki hataların medyanı $U_{err} = 7.23$, $V_{err} = 7.39$, $W_{err} = 6.86$ km/s ve standart sapması ± 3.96 , ± 4.59 ve ± 4.29 km/s'dir.

KD'lerin kinematik ve dinamik özelliklerini inceleyebilmek için duyarlı popülasyon analizinin yapılması şarttır. Popülasyon tiplerinin tesbiti için Galaktik bileşenlerine ait potansiyellerin etkisi altında 3 Gyl geriye dönük Galaktik yörüngelerinde ulaşabildikleri Galaktik düzlemden maksimum dikine uzaklıkları (Z_{max}) hesaplanmıştır. Bu süre Galaktik merkez etrafında 12-15 çevrime denk geldiğinden, ortalama yörünge parametreleri duyarlı bir şekilde belirlenebilmiştir. İnce disk ve kalın disk popülasyonunun ayrımının yapılabilmesi için, Monte Carlo simülasyonu ile ince ve kalın diskin uzay yoğunluklarının eşitlendiği Galaksi düzleminden dikine uzaklık Z hesaplanmıştır. Bunun için kalın diskin Güneş civarının uzay yoğunluğu $0 \leq n_{TK} \leq 15$ ile üstel yükseklik ölçeği $500 \leq H_{TK} \leq 1500$ pc ve ince diskin yükseklik ölçeği $200 \leq H_{TN} \leq 100$ pc ([Ak ve ark. 2007b](#)) kabul edilmiştir. Monte Carlo simülasyonunda 5000 çevrim sonrası, Z değerlerinin histogram dağılımından uzay yoğunluklarının 825 pc'te eşitlendiği bulunmuştur. Bu değer derin gökyüzü taramaları kullanılan önceki çalışmalar ile uyumludur ([Karaali ve ark. 2004](#); [Bilir ve ark. 2006](#)). Bu sayede dikine uzaklıkları $Z_{max} \leq 825$ pc olan 199 KD'nin ince disk, $Z_{max} > 825$ pc olan 17 KD'nin ise kalın disk veya halo popülasyonuna ait olduğu belirlenmiştir. Popülasyonlarına göre ayrılmış manyetik (M) ve manyetik olmayan (nM) KD'lerin uzay hızı bileşenlerinin dağılımı Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu dağılımdan M ve nM sistemlerin hız dağılımları arasında belirgin bir farklılığın olmadığı ve kalın disk ile halo KD'lerinin W hızlarının ince disk KD'lerine göre daha büyük olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda KD'lerin kinematik yaşlarının hesaplanabilmesi için yaş-hız dispersiyonu ilişkisi ([Cox 2000](#)) kullanılmıştır: $\sigma_v^3(\tau) = \sigma_{v,\tau=0}^3 + \frac{3}{2} \alpha_V \delta_2 T_\delta \left[\exp\left(\frac{\tau}{T_\delta}\right) - 1 \right]$. Burada $\sigma_v(\tau)$ ve τ KD gruplarının toplam hız dispersiyonu ve kinematik yaşlarıdır. Diğer parametreler [Cox \(2000\)](#)'de tanımlanmıştır. Uzay hızı vektörünün (σ_v) hız bileşenlerinden ($\sigma_v^2 = \sigma_U^2 + \sigma_V^2 + \sigma_W^2$) hesaplanmasıyla, KD'lerin kinematik yaşları kolaylıkla belirlenebilir. KD'lerin izotropik dağılım gösterdiği varsayımı altında γ hız dispersiyonları $\sigma_\gamma^2 = (1/3)\sigma_v^2$ olarak tanımlanır ([van Paradijs ve ark. 1996](#)). Farklı yörünge dönemi aralıklarına ve popülasyon tiplerine göre ayrılmış KD gruplarının γ hız dispersiyonları kuramsal modeller ile karşılaştırılmış ve Tablo 1'de listelenmiştir.



Şekil 1. Popülasyonlarına göre ayrılmış manyetik ve manyetik olmayan KD'lerinin uzay hızı bileşenlerinin dağılımı.

3 Tartışma ve Sonuç

KD'lerin Galaktik yörüngeleri, genellikle Galaktik disk içinde yer aldıklarını göstermektedir. Galaktik yörüngeler üzerine yapılan analizlerin, 216 KD'den 199'unun Galaksinin ince disk bileşeninin üyesi olduğunu göstermektedir. Geri kalan sistemler daha çok kalın disk veya halo popülasyonuna aittir. Popülasyonların kesin bir şekilde belirlenebilmesi için KD'lerin Galaktik düzlemden maksimum (Z_{max}) ve minimum (Z_{min}) dikine uzaklıkları ile birlikte Galaktik yörüngelerin düzlemsel (e_p) ve dikey (e_v) dış merkezlikleri hesaplanmıştır. [Bilir ve ark. \(2012\)](#) kırmızı yığın yıldızlarının Galaktik yörüngelerini inceleyerek, dış merkezlikleri $e_v \leq 0.12$, $0.12 < e_v < 0.25$ ve $e_v > 0.25$ olan yıldızların sırasıyla ince disk, kalın disk ve halo popülasyonlarına üye olduklarını belirlemiştir. Örneğimizde dikine uzaklıkları $Z_{max} \geq 825$ pc olan yedi sistemin dış merkezlikleri $e_v \leq 0.12$ 'dir. [Bilir ve ark. \(2012\)](#)'nin popülasyon sınıflama kriterleri dikkate alındığında, bu yedi KD'nin aslında yaşlı ince disk popülasyonuna ait olduğu söylenebilir. Bu durumda 17 KD'den dokuz kalın disk üyesidir. Bu dokuz KD'nin toplam hız dispersiyonu 93.87 ± 5.13 olarak bulunmuştur. Bu değer, 12.0 ± 0.8 Gyl'lık kinematik yaşa gelmekte olan Galaksimizin kalın disk bileşeninin yaşı ([Feldzing ve Bensby 2009](#)) ile uyumludur. Örneğimizde sadece bir sistemin (V825 Her) halo üyesi olduğu tesbit edilmiştir. Eğer yedi yaşlı kalın disk KD'i ince disk grubuna katılırsa, KD'lerin ince disk uzay yoğunluğu %95'e yükselir. KD'lerin kinematik yaşlarının ince disk popülasyonunu işaret ettiğini gösteren bu sonuç [Ak ve ark. \(2013\)](#) ve [Peters \(2008\)](#) ile uyumludur. Örneğimizin %5'ini oluşturan kalın disk KD'lerinin uzay yoğunluğu alan yıldızlarınınki ile uyumlu olup (örn. [Bilir ve ark. 2006](#)), bu sistemlerin Güneş civarı için tamlik oluşturduğunu göstermektedir. Bu sebeplerden ötürü örneğimizden elde edilen istatistiksel çalışmaların duyarlı sonuçlar verdiği söylenebilir. Bunlara ek olarak, Tablo 1'te listelenen ince ve kalın disk veya halo KD'lerinin kinematik özellikleri beklenildiği gibi birbirinden farklıdır. İnce ve kalın

Çizelge 1. Örnekteki KD'lerin ortalama uzay hızları, toplam uzay hızı (σ_v) ve bileşenlerinin (σ_U , σ_V and σ_W) hız dispersiyonları, kinematik yaşlar (t), ve γ hızı dispersiyonları listelenmiştir. N sistem sayısı olup, TN ince disk KD'lerini temsil etmektedir. Dönem boşluğu altı ve üstü için değerler sırasıyla 2.15 ve 3.18 saat kabul edilmiştir (Knigge 2006).

Parameter	N	$\langle U \rangle$ σ_U (km/s)	$\langle V \rangle$ σ_V (km/s)	$\langle W \rangle$ σ_W (km/s)	σ_v (km/s)	t (Gyıl)	σ_γ (km/s)
Tüm sistemler	216	-0.57±7.84 36.59±3.95	-3.60±8.49 30.00±4.58	-1.76±8.04 25.39±4.28	53.70±7.41	5.29±1.35	31.00±4.28
$Z_{max} \leq 825$ pc	199	0.02±7.50 33.91±3.85	-3.56±8.06 27.61±4.41	-1.23±7.62 18.15±4.04	47.35±7.11	4.13±1.27	27.34±4.10
$Z_{max} > 825$ pc	17	-7.43±11.75 59.18±2.90	-4.13±13.48 50.09±3.31	-7.96±12.98 65.54±3.90	101.52±5.88	13.11±0.81	58.61±3.40
Manyetik (M,TN)	41	0.47±7.70 38.53±4.52	0.11±8.17 33.10±4.48	-1.24±8.18 22.60±4.21	55.60±7.63	5.64±1.39	32.10±4.41
Manyetik Olmayan (nM,TN)	158	-0.10±7.45 32.60±3.65	-4.51±8.04 25.91±4.40	-1.23±7.48 16.80±3.98	44.90±6.97	3.69±1.22	25.92±4.03
$P < 2.15$ h (nM,TN)	46	-6.55±6.14 30.65±3.21	-6.11±6.86 23.93±3.92	0.74±5.97 18.85±3.21	43.21±6.00	3.40±1.03	24.95±3.46
$P > 3.18$ h (nM,TN)	104	2.43±7.95 33.88±3.74	-3.85±8.51 26.68±4.57	-1.97±8.14 16.21±4.19	46.07±7.24	3.90±1.28	26.60±4.18
$P < 2.15$ h (nM+M,TN)	56	-2.74±6.07 33.63±3.25	-3.03±6.84 28.42±4.06	-0.36±6.07 20.07±3.45	48.39±6.24	4.32±1.12	27.94±3.60
$P > 3.18$ h (nM+M,TN)	128	1.64±8.13 34.62±4.03	-3.75±8.56 27.03±4.58	-2.44±8.37 17.00±4.23	47.10±7.42	4.09±1.32	27.19±4.29
$0.056 < P(d) \leq 0.080$ (TN)	48	-0.92±5.73 33.93±2.98	-3.47±6.55 28.91±3.93	-1.53±5.93 20.52±3.56	49.07±6.08	4.44±1.10	28.33±3.51
$0.080 < P(d) \leq 0.150$ (TN)	46	-3.51±8.40 29.79±4.16	-4.51±8.87 33.96±4.26	3.34±8.20 19.88±3.87	49.36±7.10	4.49±1.28	28.50±4.10
$0.150 < P(d) \leq 0.210$ (TN)	50	1.46±8.06 35.52±3.66	-5.50±8.12 25.15±4.58	-5.59±7.93 17.06±3.92	46.75±7.05	4.02±1.25	26.99±4.07
$0.210 < P(d) \leq 0.350$ (TN)	45	5.57±7.78 36.03±4.09	-5.02±8.79 18.52±4.28	-2.27±8.48 14.60±4.37	43.06±7.36	3.37±1.26	24.86±4.25
$0.350 < P(d) \leq 0.500$ (TN)	10	-11.46±7.89 27.97±3.05	16.65±8.10 26.59±5.19	5.71±7.68 7.55±3.57	39.32±6.98	2.74±1.13	22.70±4.03

disk veya halo KD'lerinin kinematik yaşları sırasıyla 4.13 ± 1.27 ve 13.11 ± 0.81 Gyıl'dır. Ölçümlerde kullanılan sistem sayısı az olmasına rağmen, her popülasyona göre ayrılmış gruplardaki kinematik yaşlar Galaktik bileşenlerin yaşları ile uyumludur (Wyse 2013).

Manyetik sistemlerin evrimi manyetik olmayan sistemlere göre farklılık gösterebileceğinden (Schwarz ve ark. 2007), bu sistemlerin kinematik yaşları arasında fark olabilir. Bu sebeple kalın disk ve halo KD'leri istatistik dışı bırakılarak her iki grup için de kinematik özellikler belirlenmiştir. Manyetik olmayan (nM) ince disk (TN) sistemlerinin (3.69 ± 1.22) manyetik (M) ince disk sistemlerinden (5.94 ± 1.39) daha genç olduğu tesbit edilmiştir (Tablo 1). Bu sonuçlar M ve nM sistemlerin ortalama yaşlarının ≤ 5 ve ≤ 4 olması gerektiğini söyleyen Peters (2008) ile uyumludur. Ancak Ak ve ark. (2010) örneğinden kalın disk ve halo KD'lerini çıkarmadığından, manyetik sistemlerin kinematik yaşını 7.68 ± 1.44 Gyıl ölçmüştür.

Çalışmamızda dönem boşluğunun altındaki ($P < 2.15$ saat) ve üstündeki ($P > 3.18$ saat) nM ve M ince disk KD'lerinin kinematik yaşları hesaplanmıştır (Tablo 1). nM ince disk KD'lerinin kinematik özellikleri, dönem boşluğunun üstündeki KD'lerin (1 Gyıl) altındakilere göre (3-4 Gyıl) daha genç olacağı kuramsal öngörü ile uyumludur. Ancak elde edilen iki grup arasında belirgin bir yaş farklılığının olmaması, bu farkın

2-3 Gyıl olması gerektiğini belirten kuram ile uyuşmamaktadır (bkz. Ritter ve Burkert 1986; Kolb ve Stehle 1996). Bu yaş farklılığının temel nedeni, ortak evre aşamasından kütle aktarımının başladığı zamana kadar geçen süreden kaynaklanmaktadır (Kolb 2001). Küçük yaş farklılığı, düşük ve yüksek kütleli bileşen yıldızlara sahip sistemler için benzer açısal momentum kaybı zaman ölçeklerinin varlığını işaret eder (Kolb 2001). Manyetik sistemler de örneğe katılırsa, iki grup arasındaki yaş farkı neredeyse eşit hale gelir (Tablo 1). Bu sonuçlar Ak ve ark. (2010) ve van Paradijs ve ark. (1996) ile uyumludur.

Farklı yörünge periyodu aralıkları arasındaki yaş farklarını incelemek amacıyla, örnek yaklaşık eşit sayıda KD barındıracak şekilde alt gruplara ayrılmıştır. Bu gruplara göre incelenen hız dispersiyonları ve kinematik yaşlar Tablo 1'de yer verilmiştir. Ak ve ark. (2010)'nin çalışmasının aksine, çalışmamızda kuram ile uyumlu olarak kinematik yaşların uzun yörünge dönemlerine doğru azaldığı bulunmuştur ve bu azalma oranı $dP/dt = -1.62(\pm 0.15) \times 10^{-5}$ sn yıl⁻¹ dir. Bu dağılım incelendiğinde, dönem boşluğunun üst sınırına yakın sistemlerin dönem boşluğunun üstündeki sistemlerin yaş hesabını etkilediği ve dönem boşluğunun üstündeki tüm sistemler bir KD grubu olarak hesaba katılırsa ortalama yaşın arttığı söylenebilir. Dolayısıyla yörünge döneminin artmasıyla hız dispersiyonu ve yaş azalmaktadır.

Tüm örnek için γ hız dispersiyonu $\sigma_\gamma = 31.00 \pm 4.28$ km/s olarak belirlenmiş ve Ak ve ark. (2010)'da bulunandan ($\sigma_\gamma = 30 \pm 4$ km/s) pek farklı değildir. Kolb ve Stehle (1996), dönem boşluğunun üstü ve altı için γ hız dispersiyonlarının $\sigma_\gamma = 15$ ve $\sigma_\gamma = 30$ km/s olması gerektiğini öngörmüştür. Manyetik frenlemenin ortak zarf sonrası evrede durduğu varsayımı altında Kolb (2001)'un öngörüsü $\sigma_\gamma = 27$ ve $\sigma_\gamma = 32$ km/s'dir. Çalışmamızda iki grubun γ hız dispersiyonlarının farkı (Tablo 1), her iki kuramın beklentisi ile uyumlu değildir.

Teşekkür

Bu çalışma, 111T224 ve 212T091 numaralı TÜBİTAK projeleri ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ak, T., Bilir, S., Ak, S., Retter, A., 2007a. *NewA* 12, 446.
 Ak, S., Bilir, S., Karaali, S., Buser, R., 2007b. *Astron. Nachr.* 328, 169.
 Ak, T., Bilir, S., Ak, S., Eker, Z., 2008. *NewA* 13, 133.
 Ak, T., ve diğ., 2010. *NewA* 15, 491.
 Ak, T., Bilir, S., Güver, T., Çakmak, H., 2013. *NewA* 22, 7.
 Ak, T., ve diğ., 2015, *Ap&SS*, 357, 72.
 Bilir, S., Karaali, S., Gilmore, G., 2006. *MNRAS* 366, 1295.
 Bilir, S., ve diğ., 2012. *MNRAS* 421, 3362.
 Çokunoğlu, B. ve ark., 2011. *MNRAS* 412, 1237.
 Cox, A.N., 2000. *Allen's astrophysical quantities*, Springer, ISBN: 0387987460.
 Feltzing, S., Bensby, T., 2009, *IAU Symposium*, Vol. 258, p.23-30.
 Gänsicke, B.T., ve diğ., 2009. *MNRAS* 397, 2170.
 Hellier, C., 2001. *Cataclysmic Variable Stars, How and why they vary*, Springer-Praxis Books, ISBN: 1852332115
 Høg, E., ve diğ., 2000. *A&A* 355, 27.
 Johnson, D.R.H., Soderblom, D.R., 1987. *AJ* 93, 864.
 Karaali, S., Bilir, S., Hamzaoğlu, E., 2004. *MNRAS* 355, 307.
 Kolb, U., 2001. in *The influence of binaries on stellar population studies*, ASSL, 264, 321.
 Kolb, U., Stehle, R., 1996. *MNRAS* 282, 1454.
 Knigge, C., 2006. *MNRAS* 373, 484.
 Mihalas, D., Binney, J., 1981. in *Galactic Astronomy*, 2nd edition, Freeman, San Fransisco.
 North, R.C., Marsh, T.R., Kolb, U., Dhillon, V.S., Moran, C.K.J., 2002. *MNRAS* 337, 1215.
 Özdönmez, A., Ak, T., Bilir, S., 2015. *NewA* 34, 234.
 Paczynski, B., 1967. *Acta Astron.* 17, 287.
 Peters, C.S., 2008. *Kinematics and Space Densities for the Local Cataclysmic Variable Population*, PhD Thesis, Dartmouth College, 2008.
 Ritter, H., Burkert, A., 1986. *A&A* 158, 161.
 Ritter, H., Kolb, U., 2003. *A&A* 404, 301.
 Roeser, S., Demleitner, M., Schilbach, E., 2010. *AJ* 139, 2440.
 Schwarz, R., ve diğ., 2007. *A&A* 473, 511.
 Skrutskie, M.F., ve diğ., 2006. *AJ* 131, 1163.
 van Leeuwen, F., 2007. *A&A* 474, 653.
 van Paradijs, J., Augusteijn, T., Stehle, R., 1996. *A&A* 312, 93.
 Verbunt, F., Zwaan, C., 1981. *A&A* 100, L7.
 Wright, E.L., ve diğ., 2010. *AJ* 140, 1868.
 Wyse, R.F.G., 2013. *Planets, Stars and Stellar Systems Vol. 5*, ISBN 978-94-007-5611-3.
 Zacharias, N., ve diğ. 2013. *AJ* 145, 44.

Erişim:

O43-1505: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

The Low-Luminosity Afterglow Gamma-ray Bursts

Hüsne Dereli¹★, Michel Boër¹, Bruce Gendre¹, Lorenzo Amati², Simone Dichiara³

¹ARTEMIS (CNRS, UMR 7250, OCA, UNS); Boulevard de l'Observatoire, BP 4229, F-06304 Nice, Cedex, France

²IASF-Bologna/INAF; Area della Ricerca di Bologna, Via Gobetti 101, 40129 - Bologna, Italy

³University of Ferrara; Via Savonarola 9, 44121 Ferrara, Italy

Özet

The Low Luminosity Afterglow (LLA) gamma-ray bursts (GRBs) are characterized by their very intrinsically faint X-ray afterglows. They represent 12% of the long (of duration more than 2s) GRBs (IGRBs) with measured redshift. They are on average closer than the other IGRBs and their distribution is not affected by the gas and dust from our and host galaxies, and we detect jet breaks in some cases. We explore the environments of the LLA GRBs in the light of the closure relations, both in the X-ray and in the optical bands. We have also studied the host galaxy environment. We show that the prompt properties of LLA GRBs are somewhat different from that of other IGRBs, as shown by their position in the Amati relation. We have computed the volume density of LLA GRBs. Finally, using all these information we propose an assumption that may be applicable about the origin of GRBs.

Anahtar Kelimeler: X-rays: bursts, Sıkı Nesnelere

1 Introduction

Long Gamma-Ray Bursts are thought to be the result of a cataclysmic collapse of a massive star (Woosley 1993). However, different sub-classes of long GRBs (under-luminous bursts (Watson 2004; Virgili 2009), ultra-long GRBs (Gendre 2013), dark bursts, X-ray flashes) were proposed in the literature. After a study of GRB afterglows observed by BeppoSAX, Chandra and XMM-Newton (Gendre 2005), in 2008, Gendre et al. (2008) showed the existence of a wide dispersion of the afterglow luminosity of long GRBs (from the brightest to the faintest ones). In this work, we have studied the faintest part of this distribution and we have chosen 31 GRBs hereafter designed by Low-Luminosity Afterglow (LLA) GRBs (Dereli 2014) by considering all long bursts with a measured redshift, observed before February 15th, 2013 (corresponding to 254 bursts), by studying their X-ray afterglows after rescaling all the fluxes at $z = 1$ and applying a flux threshold of 10^{-13} erg s⁻¹ cm⁻² at one day (which also corresponds to the lowest afterglow luminosity in D'Avanzo et al. (2012)) and by applying a template power-law with decay index 1.2 (corresponding to the typical value expected with $p \sim 2.3$ where p is the power law index of the accelerated electrons in the cases of interstellar circumburst medium) in the flux-time plane.

LLA GRBs consist of 12% of IGRBs with a measured redshift. Their distribution is not affected by the gas and dust from the Milky Way and their host galaxies more than normal IGRBs (Dereli 2014). Most of the LLA GRBs are characterized by a fireball in the slow-cooling state expanding in the constant interstellar medium (ISM). The few outliers can be interpreted by a fireball expanding in a wind-like medium e.g. GRB 011121 or by the emission of a jet. We found jet break for GRB 060614 and GRB 120729A.

In this work, we used a standard flat Λ CDM model with $\Omega_m = 0.3$ and $H_0 = 72$ km s⁻¹ Mpc⁻¹.

2 Redshift Distributions

There is a significant difference between the redshift distributions of LLA GRBs and normal IGRBs as seen in Figure 1a). This is also confirmed by the result of the Kolmogorov-Smirnov test show that the probability for two distributions to be based on the same population is 1.1×10^{-14} . LLA GRBs are on average closer than normal IGRBs. Obviously, the LLA GRB distribution is strongly biased against high redshifts. In order to have a fairer comparison, we restricted both distributions to $z < 1$, redshift for which we assumed that all LLA GRBs would be detected. Then we applied the Kolmogorov-Smirnov test. It shows that the probability for two distributions to be based on the same population is 9.4×10^{-4} . The lack of observations of intrinsically faint events at large distances can be explained by selection effects, however, there is no clue for the lack of intrinsically bright events in the local Universe.

3 Amati correlation: prompt properties of LLA GRBs

We also investigated the prompt properties of LLA GRBs. As seen in Figure 1b), all outliers to the Amati relation (Amati 2006) are in this sample. It is also found that the $E_{p,i}$ values cluster broadly within the 40-200 keV range which can be a bias effect introduced by instrument. However, the situation is different with E_{iso} . There is a clear shift in the E_{iso} axis with respect to most normal IGRBs. We conclude that LLA GRBs are less energetic during their prompt phase compared to normal IGRBs. Because of the correlation between L_{prompt} and $L_{afterglow}$ (D'Avanzo et al. 2012), this is not surprising.

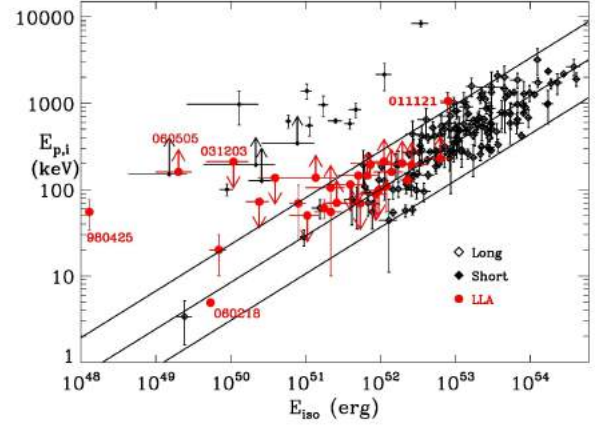
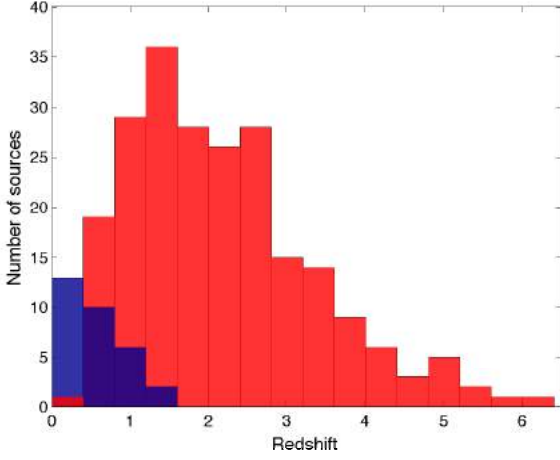
4 Host properties of LLA GRBs

The differences between the host galaxies of LLA GRBs and those of normal IGRBs are very small.

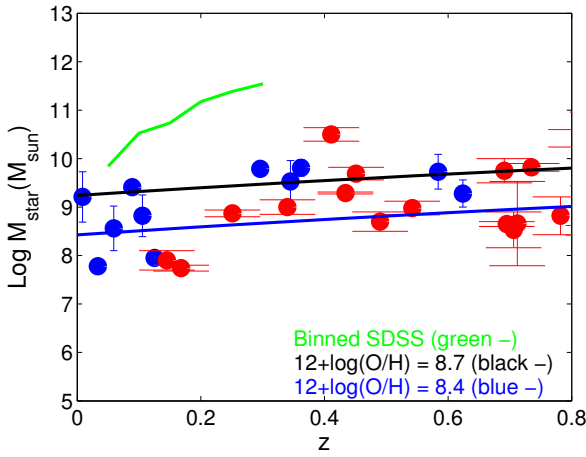
4.1 Mass and Metallicity

The mean value of the host masses is $10^{9.5} M_{\odot}$ for normal IGRBs, while it is slightly smaller for LLA GRBs, the mean value being $10^{9.1} M_{\odot}$. When we compared the host galaxies of the three samples (LLA GRBs, normal IGRBs and SDSS) at

★ husnederele@gmail.com



Şekil 1. a) Redshift distribution of LLA GRBs (blue) compared to that of normal IGRBs (red). b) Location in the $E_{p,i} - E_{iso}$ plane of LLA GRBs compared to both short and normal IGRBs.



Şekil 2. Mass-redshift distributions of LLA GRBs (blue filled circles) and IGRBs (red filled circles) host galaxies. The solid lines represent the mean value of the metallicity $12 + \log(O/H)_{KK04} = 8.7$ (black) of SDSS galaxies (Savaglio 2005) and the mean value of the metallicity $12 + \log(O/H)_{KK04} = 8.4$ (blue) of LLA GRB hosts. The green solid line represents the average binned mass of SDSS galaxies (Wang 2014).

a given metallicity, we found that host galaxies of GRBs have larger masses than those in the SDSS survey at a constant metallicity level, and that the normal IGRB host masses are slightly larger than the LLA GRB host masses at a constant metallicity level. This is seen in Figure 2.

4.2 Metallicity and Brightness

The comparison between the host galaxy properties of LLA GRBs and those of normal IGRBs is difficult since few magnitude values of the host galaxies were obtained. However, we found interesting that host galaxies of GRBs associated to type Ic SN have lower metallicity than that of GRBs without SN. In addition, the metallicity of the host of GRB 011121 associated

Çizelge 1. The observed (considering V_{max} , S_{cov} , T and η_z) and intrinsic (also considering $B(\theta)$) total rate density are computed by using the parameters of the 25 LLA GRBs observed by *Swift*.

$R_{LLA\ GRB, obs}$ Gpc ⁻³ yr ⁻¹	$R_{LLA\ GRB, int}$ Gpc ⁻³ yr ⁻¹
358,83	285316.04

to a type IIc SN, is also above the threshold (Modjaz 2008a) see Figure 3a).

4.3 Star Formation Rate and Metallicity

It is clearly seen in Figure 3b) that the SFR of GRB hosts is larger compared to that of SDSS galaxies (Wang 2014). Additionally, the mean values for the star formation rate are $2.94 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ for LLA GRBs and $6.29 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ for normal IGRBs. The reason for this difference is that since less stars are formed as a whole, less very massive stars are formed as well, thus limiting the number of normal IGRBs. Thus, the possible progenitor of a LLA GRB would be less massive, and as a result the GRB less energetic.

5 Rate Density of LLA GRBs

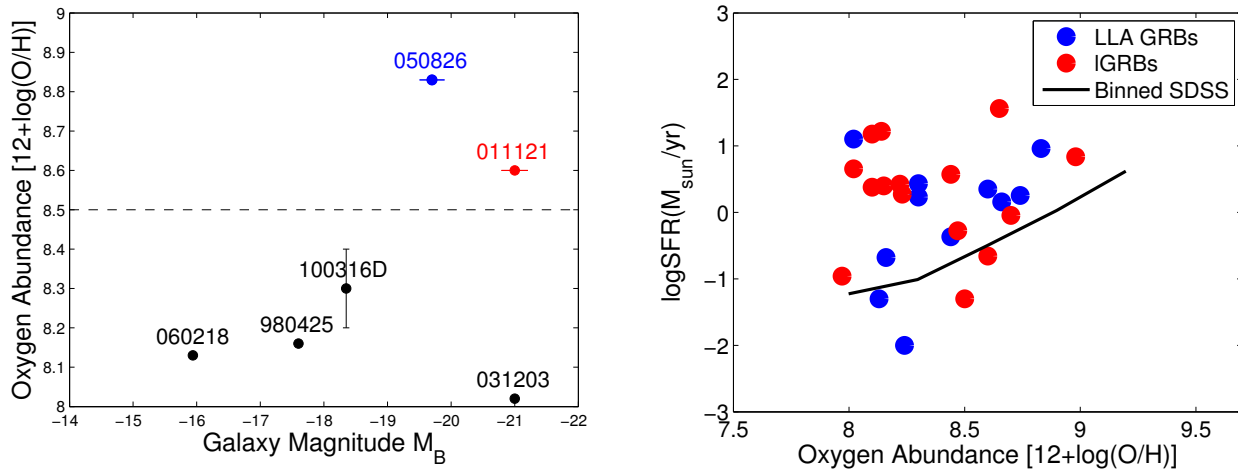
The rate density is calculated by considering only the LLA GRBs observed by the *Swift* satellite:

$$R_{GRB} = \frac{1}{V_{max}} \frac{1}{S_{cov}} \frac{1}{T} B(\theta) \frac{1}{\eta_z}, \quad (1)$$

where S_{cov} is the fractional sky coverage (which is 0.17 for *Swift*), T is the time during which the satellite was observing (6.4 years for LLA GRBs, which takes into account when *Swift* was not observing), V_{max} is the maximum volume (Coward 2012), $B(\theta) = [1 - \cos(\theta)]^{-1}$ and θ is the beaming angle. The efficiency of measuring the redshift η_z is 0.3 for IGRBs observed by the *Swift* satellite.

5.1 Comparison with long GRBs

We found out that the rate density of LLA GRBs is much higher than that of IGRBs ($1 \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ (Virgili 2009)), see Table 1. However, the rate density in our computation is dominated



Şekil 3. a) The distribution of metallicity-B magnitude of the host of LLA GRBs. The horizontal dashed line represents the cut-off limit of metallicity at $12 + \log(O/H)_{\text{KD02}} = 8.5$ (Modjaz 2008a). GRBs associated to broad-line Ic SNe are presented by black points while GRB 011121 (associated to a type IIc SN) and GRB 050826 (no association to SN) are presented by red and blue points respectively. b) The SFR-metallicity distribution of LLA GRBs and IGRBs host galaxies.

by GRB 060218 and GRB 100316D (observed rate densities $212 \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ and $145.6 \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ respectively). This is because these two bursts are extremely close ($z < 0.1$) and their maximum fluxes are below the theoretical flux detection threshold. Interestingly, if we remove these two bursts from the computation, we found that the local rate density of LLA GRBs ($1.23 \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$) is compatible to that of normal IGRBs.

5.2 Comparison with short GRBs

Another comparison is performed between LLA GRBs and short bursts. This is important as the position of some LLA GRBs in the $E_p - E_{\text{iso}}$ plane is compatible with the position of short GRBs. The total rate of short GRBs was estimated to be $8_{-3}^{+5} \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ if the emission is not collimated in a jet, and $1100_{-470}^{+700} \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ if it is collimated in a jet (Coward 2012). Thus, we can conclude that LLA GRBs (except GRB 060505) which are at the position of short GRBs in the $E_p - E_{\text{iso}}$ plane cannot be considered as short bursts with a duration larger than 2 s, as their individual rate is too small compared to that of short GRBs and in addition as many of the LLA GRBs have an observed association to SN. So, performing the computation for GRB 060505 only gives a observed rate of $0.91 \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$, comparable to the average rate ($1 \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$) of individual short bursts and this GRB has no known association to a SN.

6 Conclusions

LLA GRBs are on average closer and less energetic than normal IGRBs. In addition, they have larger rate density than that of normal IGRBs. However, the differences in the host galaxy properties are small, but it might be the result of a lack of statistics. All these elements put together might indicate a different progenitor for LLA GRBs. The higher rate density of LLA GRBs indicate that the initial mass function of star represent the low-mass, however, the companion SN type (I) need large masses star so we propose that the ancestor should be in a binary system that can lose its hydrogen shell.

Acknowledgments

This work made use of data supplied by the UK *Swift* Science Data Center at the University of Leicester. Hüsnü Dereli is supported by the Erasmus Mundus Joint Doctorate Program by Grant Number 2011-1640 from the EACEA of the European Commission.

Kaynaklar

- Woosley, S. E., Gamma-ray bursts from stellar mass accretion disks around black holes, *APJ* **405** (273) 1993.
- Watson, D., Hjorth, J., Levan, A., et al., A Very Low Luminosity X-Ray Flash: XMM-Newton Observations of GRB 031203, *APJL* **605** (L101) 2004.
- Virgili, F. J., Liang, E.-W., and Zhang, B., Low-luminosity gamma-ray bursts as a distinct GRB population: a firmer case from multiple criteria constraints, *MNRAS* **392** (91) 2009.
- Gendre, B. and Stratta, G. and Atteia, J. L., et al., The Ultra-long Gamma-Ray Burst 111209A: The Collapse of a Blue Supergiant?, *APJ* **766** (30) 2013.
- Gendre, B. and Boër, M., Decay properties of the X-ray afterglows of gamma-ray bursts, *APJ* **430** (465-470) 2005.
- Gendre, B., Galli, A., and Boër, M., X-Ray Afterglow Light Curves: Toward A Standard Candle?, *APJ* **683** (620) 2008.
- Dereli, H., Study of a Population of Gamma-ray Bursts with Low-Luminosity Afterglows, submitted to *astroph* - (-) 2014. [arXiv:1503.04580].
- D'Avanzo, P., Salvaterra, R., Sbarufatti, B., et al., A complete sample of bright *Swift* Gamma-ray bursts: X-ray afterglow luminosity and its correlation with the prompt emission, *MNRAS* **425** (506) 2012.
- Amati, L., The $E_{p,i} - E_{\text{iso}}$ correlation in gamma-ray bursts: updated observational status, re-analysis and main implications, *MNRAS* **372** (233) 2006.
- Savaglio, S., Glazebrook, K., Le Borgne, D., et al., The Gemini Deep Deep Survey. VII. The Redshift Evolution of the Mass-Metallicity Relation, *APJ* **635** (260) 2005.
- Wang, F. Y. and Dai, Z. G., Long GRBs are Metallicity-biased Tracers of Star Formation: Evidence from Host Galaxies and Redshift Distribution, *APJS* **214** (13) 2014.
- Modjaz, M., Kewley, L., Kirshner, R. P., et al., Measured Metallicities at the Sites of Nearby Broad-Lined Type Ic Supernovae and

Implications for the Supernovae Gamma-Ray Burst Connection,
AJ **135** (1136) 2008.

Coward, D. M., Howell, E. J., Piran, T., et al., The Swift short
gamma-ray burst rate density: implications for binary neutron
star merger rates, MNRAS **425** (2668) 2006.

Erişim:

O43-1520: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Orta Kutupsallarda Faz Çözünürlüklü X-ışın Analizi: PQ Gem ve V2069 Cyg

Yakup Pekön¹★

¹Atılım Üniversitesi, Fizik Grubu, Ankara

Özet

Orta Kutupsallar, Katakлизмik Değişkenlerin manyetik bir alt kolu olup genelde bir anakol yıldız ve ondan madde aktarmakta olan bir beyaz cüceden oluşmaktadır. Bu sistemler, kısa yörüngesel ve dönme periyotlarına sahip olduklarından x-ışını yayma mekanizmalarını ve soğurgan etkilerini faz üzerinden incelemek için ideal adaylardır. Bu çalışmada PQ Gem ve V2069 Cyg adlı orta kutupsal sistemlerin XMM-Newton x-ışını uydusu ile alınmış verileri yörünge periyotları üzerinden incelenmiştir. Her iki kaynakta da x-ışınları yörünge periyotunda disk üzerindeki kitlenin soğurmasından kaynaklanan değişimler gözlenmiştir. PQ Gem sisteminde diskten kaynaklanan bu soğurma etkisi faz çözünürlüklü tayf analizi neticesinde açık olarak tespit edilebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) novae, cataclysmic variables, İkili Yıldızlar

1 PQ Gem ve V2069 Cyg

PQ Gem, ilk defa bir yumuşak karacisim ışıması bileşenine sahip olduğu keşfedilen IP olup, bu bileşenin sıcaklığı 23-58 eV aralığında bulunmuştur (Duck et al. (1994)). Kaynak dominant olarak beyaz cücenin dönme periyotunda (13.89 dak.) X-ışını modülasyonu göstermektedir. Dönme atımı karmaşık bir yapıya sahip olup bu modülasyonun hem madde aktarım perdelerinden soğurma hem de X-ışını yayan bölgenin beyaz cüce tarafından örtülmesi olaylarının bir kombinasyonundan meydana geldiği düşünülmektedir (James et al. (2002), Evans et al. (2006), de Martino et al. (2004), Kiziloglu et al. (1998)). Kaynakta Kaynağın yörünge periyodu 5.1926 saat olup düşük eğimden ($<30^\circ$) dolayı yörüngede zayıf X-ışını modülasyonu göstermektedir. (Hellier (1997); Parker et al. (2005)).

V2069 Cyg de yumuşak bileşene sahip başka bir IP olmakla birlikte sert bir plazma salımı ve 6.4 keV yansıma bileşenine de sahiptir (Bernardini et al. (2012)). Yörünge periyodu 7.48 saat (Thorsten ve Taylor (2001)) ve beyaz cüce dönme periyodu 743 saniye (de Martino et al. (2009)) olup $P_{donme} / P_{yörünge}$ oranı IP'lerde genelde görülen 0.1'den oldukça küçüktür (Scaringi et al. (2010)).

2 Gözlem ve Veriler

PQ Gem ve V2069 Cyg XMM-Newton uydusu ile, sırasıyla Mayıs 2001 ve Nisan 2009'da gözlenmiştir. PQ Gem küçük pencere modunda ve yaklaşık 36 ks poz zamanı ile (OBS ID:0009650201), V2069 Cyg ise tam çerçeve modunda 28 ks poz zamanı (OBS ID: 0601270101) ile gözlenmiştir.

Her iki kaynak için de EPIC pn verileri kullanılmıştır. PQ Gem için ortalama net sayım hızı $7.3 \pm 0.01 \text{ c s}^{-1}$ iken V2069 Cyg için ortalama net sayım hızı $1.4 \pm 0.01 \text{ c s}^{-1}$ 'dir. Her iki kaynak için standart veri indirgeme işlemleri XMM-Newton Analiz yazılımı (SAS) ve ilgili araçları kullanılarak yapılmıştır. Işık eğrileri ve tayflar oluşturulduktan sonra veri analizleri ise X-ışını veri analiz paketleri XRONOS 5.2 ve XSPEC 12.6.0 kullanılarak yapılmıştır.

★ yakup@astroa.physics.metu.edu.tr

3 Işık Eğrisi ve Tayf Analizleri

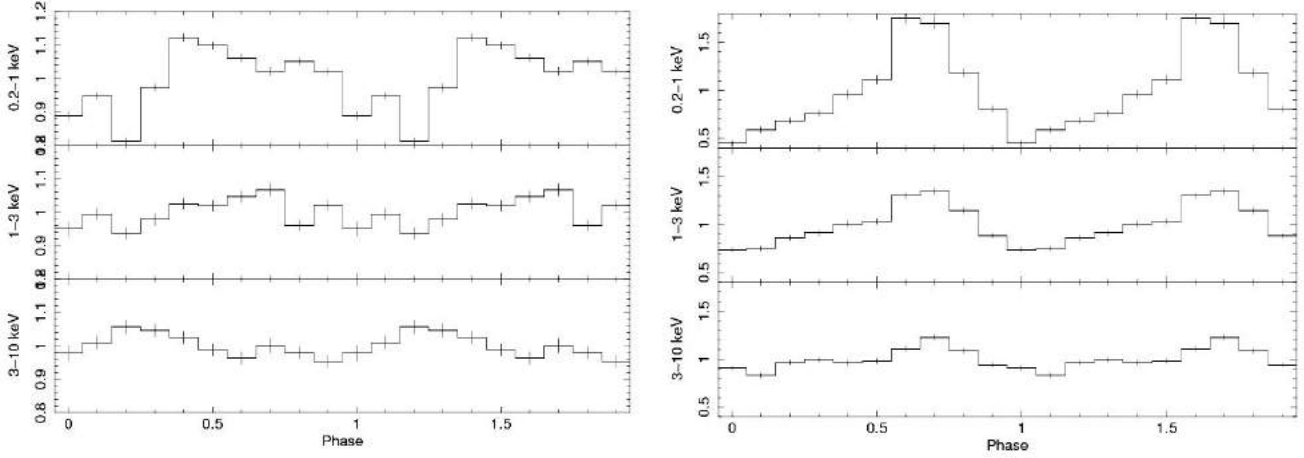
Her iki kaynakta da yörünge üzerinde kaynakların fiziksel özelliklerini incelemek için ilk önce ışık eğrileri yörünge periyotları üzerine katlanmıştır. Her iki katlanmış ışık eğrisi de 10 faz üzerinden gruplanmıştır. Böylelikle her bir 0.1 faza denk gelen gruplama içinde beyaz cücenin dönme periyodu da dahil olduğundan, dönmeden gelen etkileri normalize edilmiştir. PQ Gem için efemeris olarak $HJD=2449334.146(4)+0.216359(3)E$ kullanılmış olup 0 fazı alt kavuşum noktasına denk gelmektedir. Benzer şekilde V2069 Cyg için efemeris olarak $HJD = 2451066.783(2) + 0.311683(2)E$ kullanılmış olup 0 fazı sistemin alt kavuşum noktasına tekabül etmektedir. Farklı enerjilerdeki durumu açıklayabilmek için ise ışık eğrileri 0.2-1.0 keV (yumuşak), 1.0-3.0 keV (orta) ve 3.0-10.0 keV (sert) olmak üzere farklı enerjilerde filtrelenmiştir. Bunlara ek olarak yine yörünge periyodu üzerinde 3.0-10.0 keV aralığının 0.2-1.0 keV aralığına ve 2.0-5.0 keV aralığının 5.0-10.0 keV aralığına oranları da sistemlerdeki soğurganlık yapısını açıklayabilmek adına incelenmiştir.

Kaynakların tayflarının yörüngede nasıl değiştiğini gözlemek adına her iki kaynak için yörünge maksimumlarına ve minimumlarına denk gelen fazlarda tayflar oluşturulmuştur. PQ Gem için bu faz çözünürlüklü tayflara bir basit soğurgan, iki örten soğurgan, 2 MEKAL plazma salımı bir kara cisim ışıması ve 6.4 keV enerjisine denk gelen Gauss salım çizgisinden meydana gelen bileşken bir model uydurulmuştur. V2069 Cyg için de benzer bir model uygulanmış, ancak ikinci örten soğurgan kullanılmamıştır.

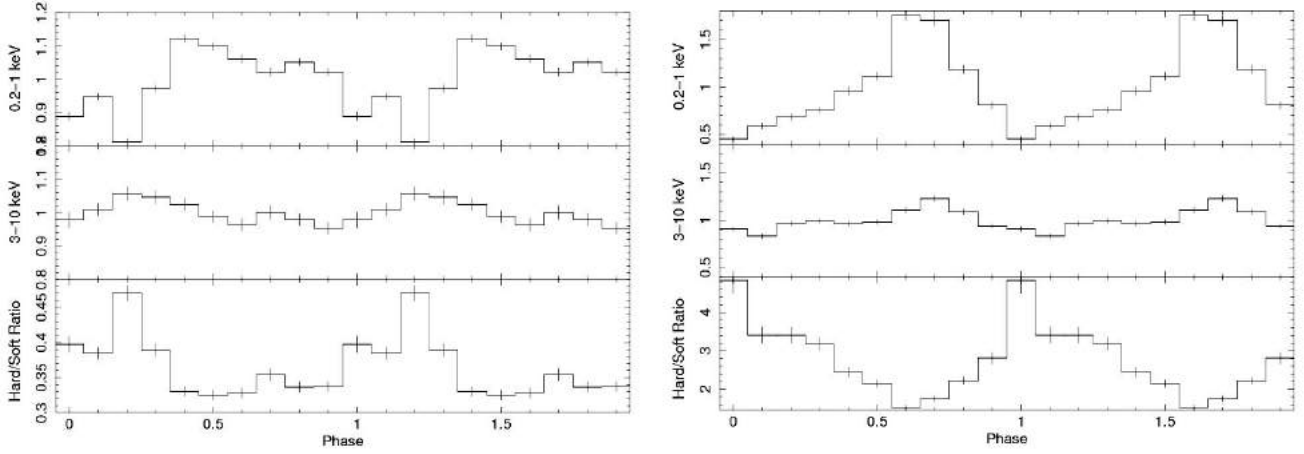
4 Sonuçlar

Her iki kaynakta da yörünge üzerindeki X-ışını değişimi enerji arttıkça azalmaktadır (bkz. Şekil 1). Soğuk soğurmanın yüksek enerjilerde etkisinin azaldığı göz önüne bulundurulduğunda bu kaynaklardaki yörünge fazındaki X-ışını değişimlerinin soğurmadan kaynaklandığı sonucuna varılabilmektedir. Buna ek olarak Şekil 2'de görüldüğü gibi sertlik oranının değişimi sadece düşük enerjilerde olması soğuk soğurganlar sistemlerde etkilidir.

Tayf analizlerine göre PQ Gem için 3 farklı soğurgan modele uymaktadır. Bunlar yıldızlar arası soğurma, diskten gelen soğurma ve aktarım perdesinden gelen soğurma olarak ayrılmış-



Şekil 1. Solda PQ Gem, sağda ise V2069 Cyg'in farklı enerjilerde ışık eğrileri



Şekil 2. Solda PQ Gem, sağda V2069 Cyg'in sertlik oranları

tır. Ancak aynı durum V2069 için geçerli değildir. Bu kaynakta diskten ve perdelerden gelen soğurma ayrıştırılamamaktadır.

Kaynaklar

- Bernardini F., de Martino D., Falanga M., Mukai K., Matt G., Bonnet-Bidaud J.-M., Masetti N., Mouchet M., 2012, *A&A*, 542, 22
- Duck S.R., Rosen S.R., Ponman T.J., Norton A.J., Watson M.G., Mason K.O., 1994, *MNRAS*, 271, 372
- Evans P. A., Hellier C., Ramsay G., 2006, *MNRAS*, 369, 1229
- Hellier C., 1997, *MNRAS*, 288, 817
- James C. H., Ramsay G, Mark C, Branduardi-Raymont, G., 2002, *MNRAS*, 336, 550
- Kiziloglu U., Baykal A., Alev M., Gogus E., 1998, *ApSpSci*, 259, 191
- de Martino D., Matt G., Belloni T., Haberl F., Mukai K., 2004, *A&A*, 415, 1009
- de Martino D., Bonnet-Bidaud J. M., Falanga M., Mouchet M., Motch C., 2009, *ATel*, 2089, 1
- Parker, T. L., Norton, A. J., & Mukai, K., 2005, *A&A*, 439, 213
- Scaringi S., Bird A. J., Norton A. J., Knigge C., Hill A. B., Clark D. J., Dean A. J., McBride V. A., Barlow E. J., Bassani L., Bazzano A., Fiacchi M., Landi R., 2010, *MNRAS*, 401, 2207
- Thorstensen J.R., Taylor C.J., 2001, *MNRAS*, 326, 1235

Erişim:

O43-1535: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Işınımsal Olarak Etkin Olmayan Toplanma Akışlarında Gyroviskoz Manyetik Dönme Kararsızlığı

Melis Yardımcı^{1*}, Ebru Devlen¹

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100-Bornova, İZMİR

Özet

Bu çalışmada ışınımsal olarak etkin olmayan toplanma akışlarının kararsızlık özellikleri çalışılmıştır. MHD denklemlerinde stres tensörü içindeki viskozite katsayılarının basınç değişimleri dikkate alınarak lineer tedirginlik analizi yapılmıştır. Elde edilen imajiner katsayılı beşinci derece denklem olan dağılma bağıntısının çözümleri yapılmıştır. İki kararsız dalga modunun küçük tıns açılarında tüm dalgasayıları için kararsız olduğu bulunmuştur. Büyük tıns açılarında ise yine iki modun kararsız olduğu, ancak bu modların büyüme oranlarının oldukça büyük olmasına karşın küçük dalgasayılarında ortaya çıktığı bulunmuştur.

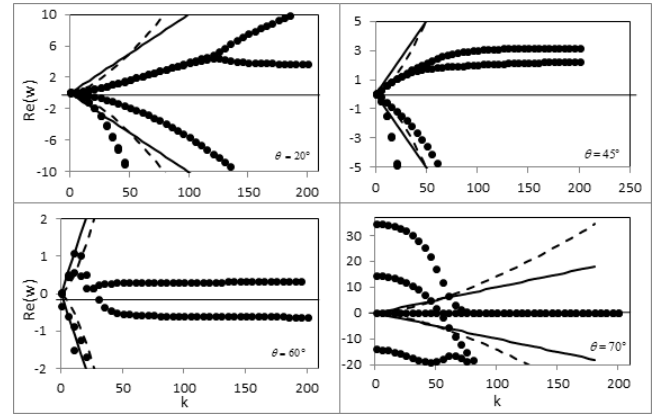
Anahtar Kelimeler: accretion, accretion discs, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

Sıkışık cisimlerden gözlenen yüksek ışıtmaların nedeni toplanan maddenin çekimsel bağlanma enerjisinin ışıma dönüşümü olarak düşünülmektedir. Ancak bazı sistemlerden alınan ışıtmaların beklenenden daha düşük olduğu durumlar da söz konusudur. Bu tür kaynaklara örnek olarak düşük ışıtmalı etkin gökada çekirdekleri (Active Galactic Nuclei: AGN'ler), sakin durumda X-ışın çiftleri verilebilir. Bu, sözü edilen sistemlerin düşük ışıma etkinliğine ve/veya düşük toplanma oranlarına sahip olduğunu ve toplanan gazın bağlanma enerjisinin çoğunun ısı olarak tutulduğunu gösterir. Literatürde bu tür akışlara ışınımsal olarak etkin olmayan toplanma akışları (Radiatively Inefficient Accretion Flows: RIAFs) adı verilmektedir.

Karadelik toplanmalarına ilişkin gözlemlerden, gökadamızın merkezinde bulunan Sagittarius A*'nın gözlemleri RIAF'ları işaret etmektedir. Bu gözlemler alınan ışıtmaların beklenen Eddington ışırtmasından yaklaşık olarak 10^5 kat daha küçük olduğunu göstermiştir. Chandra gözlemleri de bu akışların kuvvetli olasılıkla çarpışmasız veya çok düşük çarpışmalı seyreltik plazma içerdiğini göstermiştir (Quataert 2003). Bilindiği gibi toplanma disklerinde kütle toplanmasının olabilmesi için maddenin açılal momentumunu kaybetmesi gerekmektedir. Bu nedenle disklerde açılal momentum dışarıya doğru taşınmalıdır. Ancak RIAF'lar söz konusu olduğunda taşınanın sadece açılal momentum olması yetmez bunun yanında ısı da dışarıya doğru taşınmalıdır. Bu ısı taşınımı, maddenin karadelik üzerine akış oranını azaltabilir. Bu taşınımın nedeni ise kararsızlıktır.

Bu tür akışlar için yapılan ADAF (Advection-Dominated Accretion Flow) ve Bondi modelleri gözlemlerle uyumadığından ötürü RIAF'lara ilişkin yeni modellere ihtiyaç duyulmaktadır (Yuan vd., 2003). Bu nedenle, Gyrovizoz Manyetik Dönme Kararsızlığının (Gyrovizoz Magnetorotational Instability: GvMRI) RIAF'lardaki toplanmayı tanımlayabileceğini düşünmekteyiz. Daha önceki çalışmalarda bu kararsızlığın, seyreltik plazma içeren sistemlerde diğer kararsızlıklara göre çok daha kuvvetli olduğu gösterilmiştir (Devlen 2011, Devlen ve Pekünlü 2010).



Şekil 1. Dalga modları frekanslarının reel kısımlarının dalgasayısıyla değişimi.

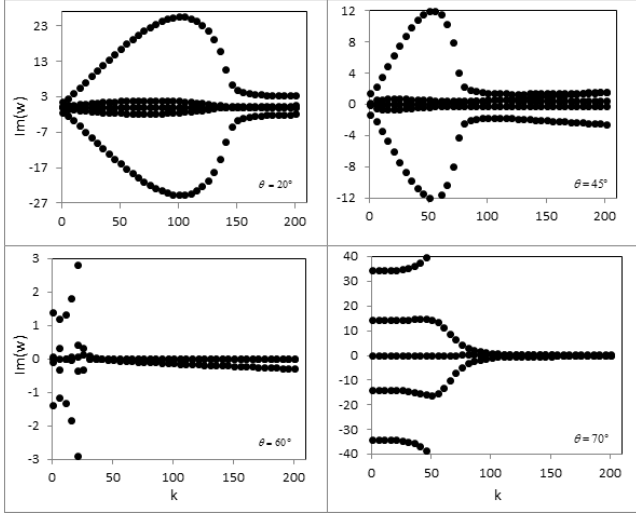
2 Yöntem ve Sonuç

Bu çalışmada kararsızlığı tanımladığımız MHD denklemlerinde, stres tensörü içindeki viskozite katsayılarının basınç değişimleri dikkate alınmıştır. Devlen (2011) çalışmasında ise stres tensöründeki bu viskozite katsayıları sabit alınmıştır. Silindirik koordinat sisteminde diferansiyel bir disk varsayımı altında uzay-zaman değişimi $exp(ikz + \omega t)$ olarak seçilmiştir. Tedirginlik analizi uygulanarak dalgaların dağılma bağıntısı elde edilmiştir. Dağılma bağıntısı bir önceki çalışmadan farklı olarak imajiner katsayılı beşinci dereceden bir denklem şeklinde bulunmuştur. Bu nedenle yeni bir Fortran kodu yazılarak dağılma bağıntısının çözümleri elde edilmiştir.

Çözümlerin sonucunda ortaya çıkan dalga modlarının frekansa karşı dalgasayısı grafikleri aşağıda verilmiştir:

Şekil 1'deki düz çizgiler kayma (drift) dalgasını, kesikli çizgiler Alfven dalgasını ve noktalar ise bu çalışmada elde edilmiş olan dalga modlarını göstermektedir. Grafikler farklı θ değerleri verilerek çizilmiştir. Buradaki θ değeri, manyetik alan vektörü ile ϕ eksenindeki açıyı temsil eder ($\theta = \tan^{-1}(B_z/B_\phi)$). Seçilen uzaya göre frekansın pozitif değerleri, kararsızlığın büyüme oranını vermektedir. Grafiklerde de görüldüğü gibi kararsız olan iki mod vardır. İlk üç grafikte (θ değeri 20° , 45° ve 60°

* melisyardimci@gmail.com



Şekil 2. Dalga modları frekanslarının imajiner kısımlarının dalgasayıyla değişimi.

olanlar) tüm dalgasayılarında kararsızlığın bulunduğu görülmektedir. Ayrıca yine bu grafiklerde açı arttıkça büyüme oranlarının azaldığı görülmektedir. Ancak $\theta = 70^\circ$ için, büyüme oranının arttığını ve kararsızlığın ise daha çok küçük dalgasayılara sıkıştığı görülmektedir. Büyük açılarda görülen bu değişimin fiziksel nedeni nedir sorusu araştırılmalıdır.

Frekansların imajiner kısımlarına karşın dalgasayıları grafikleri Şekil 2'de verilmiştir. Reel dalga modlarında olduğu gibi, imajiner genliklerde de benzer durumlar söz konusudur.

Bu grafikler belli Mach sayıları için (disklerde beklenen değerler için) çizilmiştir. Özellikle ışınımsal olarak etkin olmayan toplanma akışlarının gözlemsel sonuçlarından gelen değerler kullanılarak Mach sayılarının hesabının yeniden yapılması gereklidir. Bu hesaplar yapılarak yeni çözümler ve yorumlar elde etmeye devam edilecektir.

Kaynaklar

- Devlen, E.: 2011, The Astrophysical Journal, **731**, 104
 Devlen, E. and Pekünlü E. R. 2010, Monthly Notices of Royal Astronomical Society, **404**, 830
 Quataert, E.: 2003, Astron. Nachr., **324**, 435
 Yuan, F., Quataert, E., Narayan, R.: 2003, The Astrophysical Journal, **598**, 301

Erişim:

043-1540: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Kütle Aktarımı Yapan X-ışını Atarcalarının Gözlemsel Zamanlama Özellikleri

Sıtkı Çağdaş İnam¹★,

¹ Başkent Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü 06810 Bağlıca, Ankara

Özet

Bu bildiri kütle aktarımı yapan X-ışını atarcalarının (KAYXA'ların) gözlemsel zamanlama özellikleri konu edilmektedir. Öncelikle KAYXA'lar hakkında temel bilgiler verilmiştir. Daha sonra atım geliş zamanı hesaplaması, zamanlama çözümünün elde edilmesi, atım periyodu ve periyot değişimlerinin elde edilmesi, periyot değişimleriyle akı arasındaki ilişkinin çıkarılması ve güç tayfindan periodikimsi salınımların tespitiyle ilgili yöntemler kısaca anlatılmıştır. Örnek verilen üç KAYXA'nın (SAX J2103.5+4545, SWIFT J1626.6-5156 ve 4U 1907+09) belirtilen yöntemlerle elde edilen sonuçlarından da bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

Kütle aktarımı yapan X-ışını atarcaları (KAYXA'lar) ilk kez 1970'lerin başlarında keşfedilmiştir (Giacconi vd. 1971a). Bu kaynaklar X-ışını çifti olarak adlandırdığımız çift yıldız sistemlerinde yer alırlar (bkz. Şekil 1). Bir KAYXA, aslında (genellikle) dejenere olmayan eş yıldızından kütle aktarımı yaptığı ve yüzeyindeki dipol manyetik alanı yüksek ($\sim 10^{11}$ Gauss ve üstü) olduğu için bize periyodik atımlar gönderen bir nötron yıldızıdır.

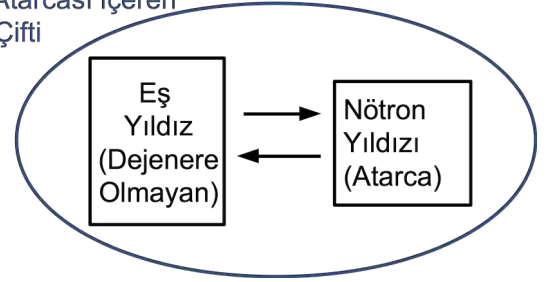
Samanyolu Gökadası'nda yer alan KAYXA'ların önemli bir kısmı gökada düzlemine yakın gökada koordinatlarına sahiptir (?). Nötron yıldızının büyük kütleli bir yıldızın son ürünü olduğu düşünüldüğünde bu normal karşılanabilir. Gökadamızdaki KAYXA nüfusunun yanı sıra çoğu son yıllarda olmak üzere çok sayıda KAYXA da Küçük ve Büyük Macellan Bulutsu'larında keşfedilmiştir (Corbet vd. 2009).

KAYXA'ların X-ışını ışınma güçlerini belirleyen en önemli etkenler yörüngeleri ve eş yıldızlarının türüdür (Corbet 1986; Drave vd. 2012). Eş yıldız küçük kütleliyse, çoğu durumda yıldızların birbirlerine daha yakın olması ve kütle aktarımının daha etkin sürdürülmesi beklenir. Böylece daha etkin bir kütle aktarım süreci etkin bir açısal momentum aktarımına sebep olacak ve nötron yıldızının hem dönüş frekansı hem de dönüş frekansının değişim oranı yüksek olacaktır. Bu tür sistemlerin pek çoğunda kütle aktarımı kalıcı yığılma (ya da kütle aktarım) disk aracılığıyla gerçekleşir, hatta LMC X-4, SMC X-1 ve Her X-1 gibi kaynaklarda kütle aktarım diskinden kaynaklı üst (süper) yörünge periyodları bile gözlenir (Paul ve Kitamoto 2002).

Öte yandan büyük kütleli eş yıldız olduğu durumlarda kütle aktarımının daha az etkin olması beklenir. Böyle bir sistemde nötron yıldızı çoğunlukla eş yıldızın rüzgarından kütle aktarımı yapsa da başta Be tipi eş yıldız olanlar olmak üzere bu tür KAYXA'ların bazılarında (örneğin 4U 1907+09 ve SAX J2103.5+4545) geçici yığılma disklerinin meydana gelebileceği bilinmektedir (Şahiner vd. 2012; Baykal vd. 2007).

Bu bildiri KAYXA'ların gözlemsel zamanlama özellikleri ele alınacaktır. Bölüm 2'de zamanlama için kullanılan yöntemlerden bahsedilecektir. Bölüm 3'de bazı KAYXA örnekleri tartışılacak ve Bölüm 4'de yorumlar yapılacaktır.

X-ışını Atarcası İçeren X-ışını Çifti



Şekil 1. X-ışını atarcası içeren X-ışını çiftlerinin şematik gösterimi. Çift yönlü oklar iki yönlü etkileşimi göstermektedir. Atarca eş yıldızından kütle alırken sadece kütleçekimsel olarak eş yıldızını etkilemekle kalmaz aynı zamanda eş yıldızın yüzeyini kısmen ısıtmak gibi ikincil etkilere de sebep olabilir.

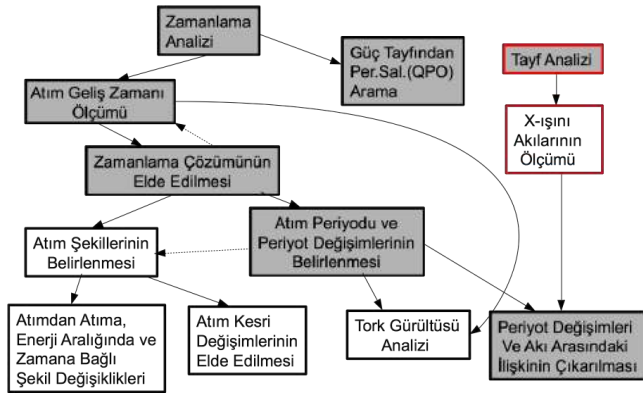
2 Zamanlama Analizi

Zamanlama analizinin nasıl yapıldığına dair özet bilgi Şekil 2'de şematik olarak verilmiştir.

Zamanlama analizine başlayabilmek için KAYXA'ların X-ışını uydularından alınan verilerinden ışık eğrilerini elde etmemiz gerekir. Işık eğrilerini elde etmek için HEASOFT ve benzeri paket programlardan yararlanılır. Zamanlama analizinin geliş zamanı çıkarmak gibi bazı temel adımları için gerekli olmasa da atım kesri vb. hesaplamaları yapabilmek için ışık eğrisinden X-ışını uydusunun özelliğine göre gerçek ya da yapay (sentetik) arkaplanın çıkarılması önemlidir. Yine aynı paket programlardan yararlanılarak ışık eğrilerindeki zamanlar Güneş Sistemi kütle merkezine göre düzeltilmeli, böylece Dünya'nın ve uydunun yörüngesinden kaynaklı zamanlama etkileri ortadan kaldırılmalıdır.

Uygun ışık eğrisini elde ettikten sonra KAYXA'nın pek çok zamanlama özelliğini incelememiz mümkündür. Bu özelliklerin temel olanları kısaca şöyle sıralanabilir:

- **Atım Geliş Zamanı Ölçümü:** Deeter Boynton ve Pravdo, (1981) tarafından ortaya konulan yöntemde öncelikle atım geliş zamanlarını ölçmek için makul (örneğin güç tayfindan elde edilmiş) ilk periyot değeriyle ışık eğrisinin bir kısmından şablon atım şekli elde edilmeli ve bu şablon Fourier harmonikleri cinsinden analitik olarak ifade edilmelidir. Daha sonra ışık eğrisinin farklı zamanlara karşılık gelen kısımlarından da



Şekil 2. Zamanlama analizinin ana adımları ve tayf analiziyle ilişkisini gösteren blok şema. Siyah çerçeveli gri boyalı kısımlar yazıda ayrıntılı anlatılan kısımları göstermektedir.

atım şekilleri elde edilip analitik ifade edilir ve şablonla özilintisi hesaplanarak kayma miktarları elde edilir.

- **Zamanlama Çözümünün Elde Edilmesi:** Atım geliş zamanı ölçümünden elde edilen kayma miktarları (faz) üzerinde çalışılarak periyot değeri güncellenir ve/veya faz-zaman grafiği n . dereceden bir polinomla (Taylor açılımıyla) modellenerek periyot ve $(n-1)$. periyot türevleri elde edilir. Eğer kaynağın yörünge modeli biliniyorsa, bu model atım geliş zamanlarını düzeltmek için kullanılabilir. Eğer yörünge parametreleri bilinmiyorsa atım geliş zamanları polinom ve yörünge modelinin toplamı olan bir fonksiyona uydurulmaya çalışılarak hem periyot değişimleri hem de yörünge parametrelerinin elde edilmesi hedeflenir. Atım geliş zamanı ölçümü, genellikle dikkatli ve adım adım giderek yürütülmesi gereken zor bir iştir. Özellikle zaman aralıkları arttıkça veya atım zamanlarındaki değişimler büyüdükçe çevrim sayısı belirsizliği ortaya çıkabilir. Bütün bu hesaplar sonucunda kaynağın periyodu ve türevleri ile yörünge parametreleri hassas bir şekilde belirlenebilir.
- **Atım Periyodu ve Periyot Değişimlerinin Belirlenmesi:** KAYXA için elde edilen zamanlama çözümü, çözümün yapıldığı zaman aralığındaki periyot ve periyot türevlerinin hassas bir şekilde ölçümünü mümkün kılmaktadır. Bu ölçümler farklı zaman bölgelerinde tekrarlanarak çok sayıda "anlık" ya da "kısa zaman aralığında geçerli" periyot ve periyot türevini bulmamızı mümkün kılar. "Anlık" periyot ölçümlerini zamana bağlı çizdiğimizde periyodun uzun dönemde zamana göre nasıl değiştiğini hesaplayabiliriz ve "ortalama" periyot türevini elde etme şansını da bulabiliriz. Ortalama periyot türevi değeri ile anlık periyot türevi değerleri arasındaki farklılıklar ve değişimler bu kaynaklardaki kütle aktarım süreçlerini anlamamız için büyük fırsatlar sağlar (bkz. Bölüm 3).
- **Periyot Değişimleri ve Akı Arasındaki İlişkinin Çıkarılması:** KAYXA'lar için elde edilen anlık ve ortalama periyot türevleri pek çok kaynakta X-ışını akısıyla ilişkili bulunmuştur. Bu ilişki başta Ghosh ve Lamb (1979) tarafından ortaya konulan yığılma diski modeli olmak üzere pek çok modelce öne sürüldüğü gibi yığılma diskinin varlığının bir göstergesi olabilmektedir. X-ışını akıları, X-ışını enerji tayfları elde edilerek ve XSPEC gibi tayf analizi programlarından yararlanılarak elde edilebilir.
- **Güç Tayfından Periodiğimsi Salınım (QPO) Arama:** X-ışını ışık eğrisinin farklı bölgelerinden güç tayfı elde ede-

rek hem güç tayflarının süreyindeki (continuum) değişimlerin analiz edilmesi hem de periodiğimsi salınımların aranması mümkündür. Süreydeki değişimler kütle aktarım mekanizmalarındaki değişimlere işaret ederken, periodiğimsi salınımlar bir yığılma diskinin varlığına işaret olabilir (bkz. Bölüm 3).

3 Örnek Kaynaklar

3.1 SAX J2103.5+4545

Geçici bir X-ışını kaynağı olan SAX J2103.5+4545, 1997 Şubat ayındaki parlaması sırasında keşfedilmiştir (Hulleman vd. 1998). Kaynağın 360s civarında dönüş periyodu ve 12.68 günlük yörünge periyodu oldukça dış merkezli ($e \sim 0,4$) bir yörüngesi vardır (Baykal vd. 2000).

Kaynağın en dikkat çekici özelliği X-ışını akısıyla hızlanma oranı arasındaki kuvvetli ilintidir (bkz. Şekil 3 ve Baykal vd. 2007). Bu ilinti Ghosh & Lamb (1979) modeliyle rahatlıkla açıklanmakta ve kaynağın yığılma diskinden kütle aktarımı yaptığı sonucu çıkmaktadır. Dış merkezli yörüngesi ve geçici doğasına rağmen yığılma diski modelinin bu kaynakta çok iyi çalışıyor olması dikkat çekicidir.

Kaynağın yığılma diskinden kütle aktarımı yaptığına dair diğer bir delil kaynakta gözlenen geçici periodiğimsi salınımdır (İnam vd. 2004). 22,7s civarında periyoda sahip bu salınım daha önce Baykal vd. (2002) tarafından ölçülen yüzey manyetik alan şiddeti ölçümleriyle tutarlıdır ve yine 1.67×10^9 cm yarıçaplı bir iç disk yarıçapına delil olarak gösterilebilir.

3.2 SWIFT J1626.6-5156

SWIFT J1626.6-5156 kaynağı da geçici bir X-ışını kaynağıdır. Dönüş periyodu 15s civarında olan bu kaynak 2005 Aralık'ta keşfedilmiştir (Palmer vd. 2005). Kaynağın yörünge periyodu 132,89 gün olarak belirlenmiştir (Baykal vd. 2010). Kaynak geçici doğasıyla SAX J2103.5+4545 kaynağına benzese de dış merkezliliğinin daha küçük (0,08) oluşu sebebiyle farklılaşmaktadır.

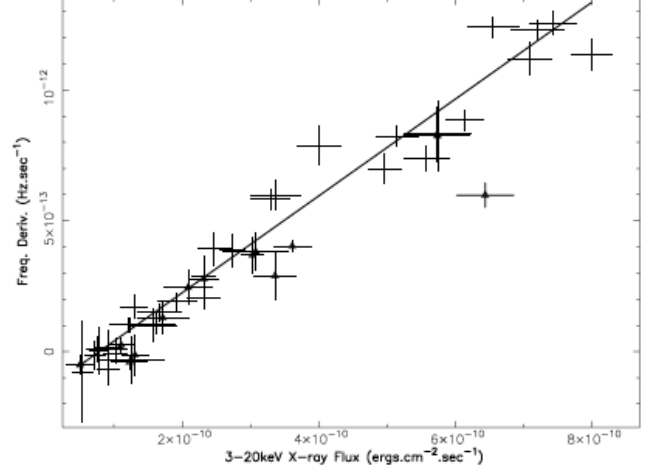
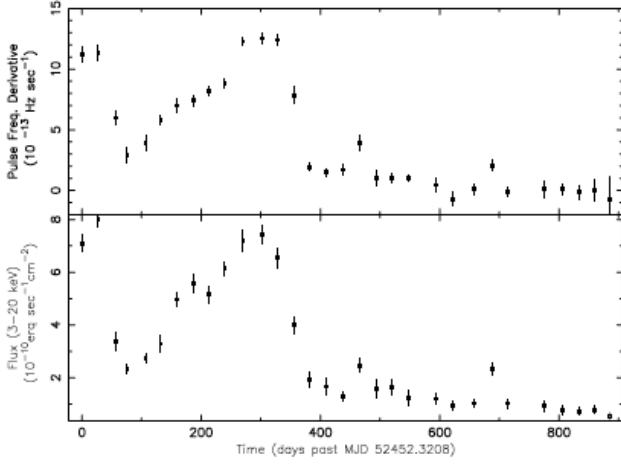
Kaynak uzun dönemli hızlanma göstermiş ve X-ışını akısıyla frekans türevi arasında gösterdiği ilintiyse Ghosh & Lamb (1979) modeliyle tutarlı görülmektedir (bkz. Şekil 4 ve İçdem vd. 2011).

3.3 4U 1907+09

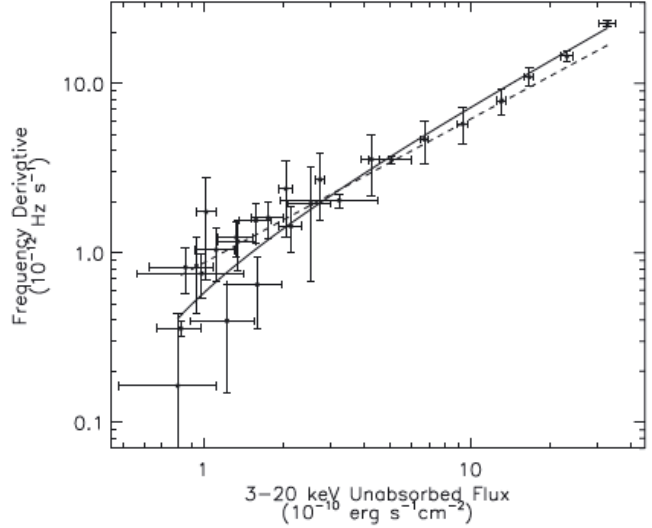
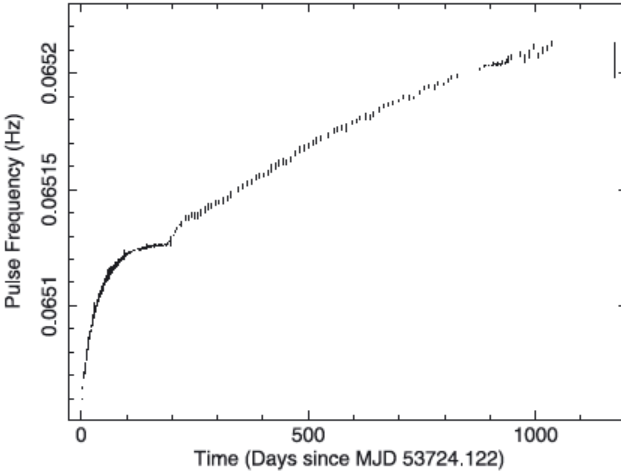
4U 1907+09, 1970'li yılların başlarında keşfedilmiştir (Giacconi vd. 1971b). Kaynağın ilk dönüş periyodu ölçümü ($\sim 437,5$ s) Makishima vd. (1999) tarafından yapılmıştır. Kaynağın büyük dış merkezliliğe ($\sim 0,28$) sahip yörüngesindeki periyodu $\sim 8,38$ gün kadardır (In't Zand vd. 1998). Yörünge profiline bakılınca büyük olanı enberi civarında, küçük olanı da enöte civarında iki parlamanın olduğu göze çarpmaktadır (Marshall & Ricketts 1980; in't Zand vd. 1998).

Kaynak SAX J 2103.5+4545 ve SWIFT J1626.6-5156 kaynaklarının aksine uzun dönemde yavaşlayan bir kaynaktır (Şahiner vd. 2012). Yine de kaynağın belli dönemlerde hızlandığı da gözlenmektedir. Hızlanma ve yavaşlanma oranlarıyla X-ışını akısı arasında belirgin bir ilinti görülmemesi dikkat çekicidir.

4U 1907+09 kaynağının X-ışını ışık eğrisinde görülen kısa dönemli çukur yapıları da Şahiner vd. (2012) tarafından detaylı çalışılmıştır. Çukur yapıların varlığı homojen olmayan eş yıldız çukurundan kütle aktarımı olduğuna dair bir işaret olarak düşünülebilir. Kaynağın çukur yapıları kısa dönemli pervane fazına geçiş sebebiyle de meydana geliyor olabilir.



Şekil 3. (sol) SAX J2103.5+4545 kaynağının frekans türevi ve X-ışını akısı zaman serileri. (sağ) Kaynağın frekans türevi ve X-ışını akısı arasındaki güçlü ilinti (Baykal vd. 2007).



Şekil 4. (sol) SWIFT J1626.6-5156 kaynağının frekans zaman serisi. (sağ) Kaynağın frekans türevi ve X-ışını akısı arasındaki güçlü ilinti (İçdem vd. 2011).

4 Tartışma

KAYXA'ların fiziksel yapısını anlamak ve çevrelerindeki fiziksel süreçleri kavrayabilmek için zamanlama analizi önemlidir. Zamanlama analizi sayesinde kaynağın diskten mi yoksa rüzgardan mı kütle aktarımı yaptığı, yığılma diskinin ve/veya eş yıldızın rüzgarının nasıl bir yapıda olduğu, kütle aktarımının yörünge fazına bağımlılığı ve kaynağın manyetik alanının şiddetinin ne kadar olduğu gibi pek çok soruya yanıt bulmamız mümkün olabilir.

Zamanlama analizi teknikleri, eğer üst düzeyde ve ses getirebilecek işler yapılmak isteniyorsa istatistik ve bilgisayar programlama gibi bilgi ve beceriler gerektirir. Ancak unutulmamalıdır ki temel fizik ve astronomi bilgisi olmadan sonuçları yorumlamak bir yana neye ve neden bakılacağına karar vermek bile mümkün olamaz.

Bu bildiride, zamanlama analizinin temel konularından bahsedildi ve üç örnek kaynaktaki zamanlama analizinin bu temel

konularından yararlanarak neler elde edildiği tartışıldı. Bildiride, tork gürültüsü hesabı ve atım şekli analizi gibi zamanlamayla doğrudan ilişkili diğer konulara değinilmedi. Bunun yanında KAYXA'ları daha da iyi anlayabilmek için gerekli olan enerji tayfı analizleri de bildirinin kapsamı dışındaydı, ancak bu analizler sonucunda elde edilen X-ışını akıları örnek şekillerde (Şekil 3 ve 4) yer aldı.

Yeni nesil X-ışını uydu teleskopları ve yeni keşfedilecek kaynaklarla bu alanda gelecekte de büyük keşiflerin yapılacağı ve KAYXA'larının doğasını anlama yolunda daha büyük adımların atılacağına öngörebiliriz. X-ışını astronomisinin bu ilgi çekici kaynakları daha uzun yıllar astronomlara yenilikler sunmaya devam edeceklerdir.

Teşekkür

Yazar, toplantı organizasyonunda emeği geçen başta Doç. Dr. Sinan Kaan Yerli olmak üzere herkese teşekkür eder. Bu

çalışma, TÜBİTAK tarafından TBAG 109T748 and MFAG 114F345 numaralı projeler aracılığıyla desteklenmiştir. Bu projelerin yürütücüsü Prof. Dr. Altan Baykal ve projelerde yer alan tüm bursiyer arkadaşlarıma da meydana getirdikleri ve sürdürmeye devam ettikleri verimli bilimsel atmosfer için teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Baykal, A., Stark, M., Swank, J. 2000, ApJL, 544, 129
Baykal, A., Stark, M., Swank, J. 2002, ApJ, 569, 903
Baykal, A., İnam, S.Ç., Stark, M.J. vd. 2007, MNRAS, 374, 1108
Baykal, A., Göğüş, E., İnam, S.Ç. 2010, ApJ, 711, 1306
Corbet, R.H.D. 1986, MNRAS, 220, 1047
Corbet, R.H.D., Coe, M.J., McGowan, K.E. vd. 2009, IAUS, 256, 361
Deeter, J.E., Boynton, P.E., Pravdo, S.H. 1981, ApJ, 247, 1003
Drave, S.P., Bird, A.J., Townsend L.J. vd. 2012, A& A, 539, 21
Ghosh, P., Lamb, F.K. 1979, ApJ, 234, 296
Giacconi, R., Gursky, H., Kellogg, E., Schreier, E., & Tananbaum, H. 1971a, ApJL, 167, 67
Giacconi, R., Kellogg, E., Gorenstein, P., Gursky, H., Tananbaum, H. 1971b, ApJL, 165, 27
Grimm, H., Gilfanov, M., Sunyaev R. 2003, ChJAS, 3, 257
Hulleman, F., in't Zand, J.J.M., Heise J. 1998, ApJL, 337, 25
İçdem, B., İnam, S.Ç., Baykal, A. 2011, MNRAS, 415, 1523
İnam, S.Ç., Baykal, A., Swank, J., Stark, M.J. 2004, ApJ, 616, 463
In't Zand, J.J.M., Baykal, A., Strohmayer, T.E. 1998, ApJ, 496, 386
Makishima, K., Mihara, T., Nagase, F., Tanaka, Y. 1999, ApJ, 525, 978
Marshall, N., Ricketts, M.J. 1980, MNRAS, 193, 7
Palmer, D., Barthelmy, S., Cummings, J. vd. 2005, Astron. Telegram, 678
Paul, B., Kitamoto, S. 2002, J. Astrophys. Astr., 23, 33
Şahiner, Ş., İnam, S.Ç., Baykal, A. 2012, MNRAS, 421, 2079

Erişim:

044-1615: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Galaksi Kümeleri: Çoklu Dalgaboyu Gözlemleri ve Kozmolojik Önemi

Sinan Aliş¹

¹ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Galaksi kümeleri kütleçekimi ile birarada bulunan, evrendeki en büyük kütleli yapılardır. Dolayısıyla, evrendeki madde miktarının ve bu maddenin dağılımının belirlenmesinde anahtar unsur olmaktadır. Bu çalışmada, optik, X-ışın, IR ve radyo dalgaboylarında son yıllarda yapılan galaksi kümesi belirleme çalışmaları özetlenecek ve galaksi kümelerinin galaksi evrimi için nasıl önemli bir laboratuvar olduğu vurgulanacak.

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

044-1645: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Galaksi Morfolojisi - Yoğunluk İlişkisinin $0 < z < 1$ Aralığında İncelenmesi

F. Korhan Yelkenci^{1,2,*}, Christophe Benoist², Sinan Aliş^{1,2}

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, Beyazıt, İstanbul

²Laboratoire Lagrange, UMR7293, Université de Nice Sophia-Antipolis, CNRS, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice, France.

Özet

Bu çalışmada CFHTLS W1 alanındaki galaksilere $r \leq 21$ parlaklık sınırı uygulanarak seçilen 214427 galaksinin morfolojisi, GALFIT programı kullanılarak geliştirilen otomatik bir algoritma ile belirlenmiştir. İncelenen 214427 galaksinin 71656 erken tip 142771 geç tip galaksi olduğu belirlenmiştir. Bu galaksilere ait morfoloji - yoğunluk ilişkisi elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen morfoloji-yoğunluk ilişkileri kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olarak sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: galaxies: evolution, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Galaksilerdeki yıldız oluşumları; galaksilerdeki şekil bozuklukları; galaksiler arası etkileşimler, çarpışmalar, birleşmeler araştırılmaya devam eden güncel konulardır. Yeni nesil teleskop ve alıcılar ile daha derin tarama projeleri sayesinde, geniş ölçekte evrene bakılabilmekte ve galaksi ve galaksi kümeleri çok daha detaylı bir şekilde incelenebilmektedir. Morfoloji - yoğunluk ilişkisi, galaksilerin morfolojik tipleri ile galaksilerin buldukları ortam arasındaki gözlemsel olarak hesaplanmış bir ilişkidir. Morfoloji - yoğunluk ilişkisinin evrimsel açıdan kozmik zamandaki değişimi, galaksilerin oluşum ve evrimlerinin anlaşılmasında önemli bir yol göstericidir.

Bu çalışmada CFHTLS - W1 bölgesinde yer alan ve yaklaşık 1.3 milyon galaksinin morfolojik olarak tanımlaması yapılmış ve CFHTLS'in izin verdiği kırmızıya kayma aralığı $0 < z < 1.3$ aralığında morfoloji-yoğunluk ilişkisinin incelenmiştir. Bu çalışma, F. Korhan Yelkenci'nin Doktora Tezi(2015) 'nin bir özeti olarak sunulmuştur.

2 Galaksi Morfolojisi - Yoğunluk İlişkisinin Evrimi

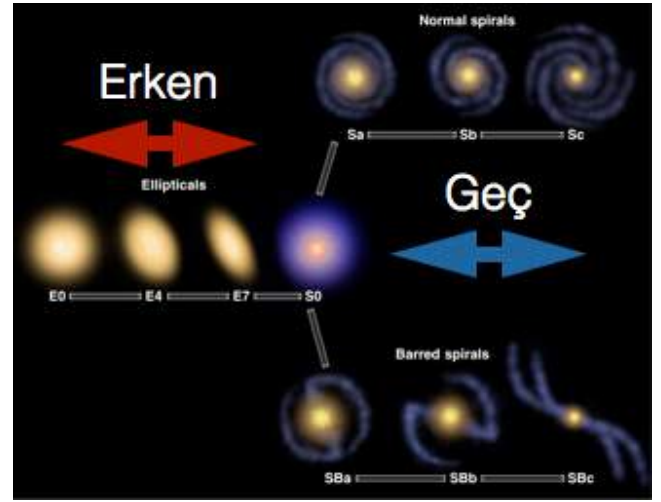
2.1 Galaksi Morfolojisi ve Sınıflandırma

Galaksilerin sınıflandırılması, onların morfolojik (şekil bakımından) olarak ayırt edilmesi ile gerçekleştirilir. Edwin P. Hubble, galaksileri sınıflandırarak günümüzde de hala kullanılmakta olan "Tuning Fork" - çatal diyagramını yaratmıştır.

Hubble bu sınıflandırmasında eliptik, spiral ve düzensiz olarak üç temel sınıf oluşturmuştur. Eliptik ve S0 galaksileri erken tip diye adlandırılırken, spiral ve düzensizler geç tip olarak ifade edilir. Ancak bu isimlendirmeler, evrimsel bir düzeni göstermemektedir. Galaksilerin morfolojik olarak tanımlanması, hangi çevrelerde ne tür galaksilerin bulunduğu anlaşılmasını da sağlamıştır. Günümüzde astronomik verileri üzerinden galaksi morfolojisi belirlemek için kullanılan bilgisayar tabanlı iki ana yaklaşım vardır:

Parametrik yaklaşımlar: Analitik fonksiyonlar yardımı ile galaksinin yüzey parlaklık dağılımını modelleyebilen araçlardır. Bunlara örnek: GALFIT (Peng et al., 2002), GIM2D (Simard et al., 2002), GALPHAT (Yoon et al., 2011) vb. GALAPAGOS

* yelkenci@istanbul.edu.tr



Şekil 1. Hubble sınıflaması.

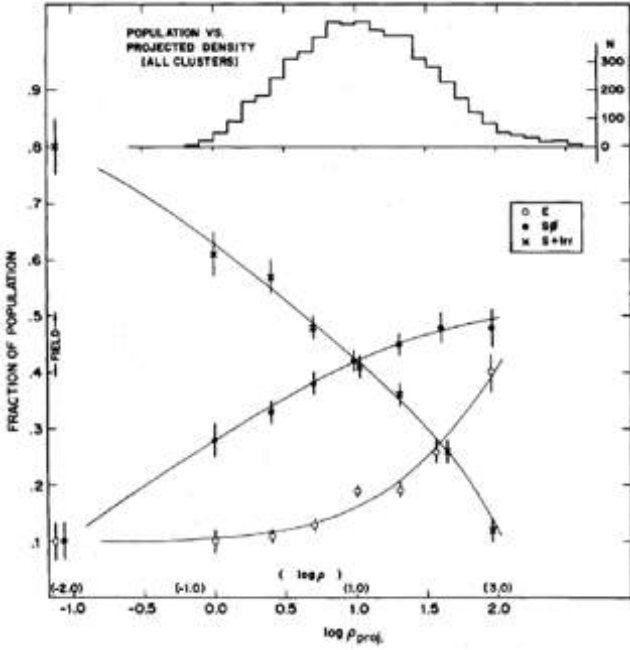
(Barden 2012) (Bu yaklaşımda en çok kullanılan tanımlama bulge kesri (B/T) ve Sersic index(n)'dir.)

Parametrik olmayan yaklaşımlar: Herhangi bir analitik fonksiyon kullanmayan ve benzetim yolu ile çalışan yöntemlerdir. Bunlara örnek: MORPHOT (Fasano et al., 2011) or EFIGI (Baillard et al., 2011), Galaxy Zoo projesi. Parametrik olmayan yöntemlerde sıklıkla kullanılan yaklaşım sinir ağı yöntemidir. Ayrıca Galaxy Zoo gibi görsel tanımlama temelli projeler de vardır.

Galaksilerin sınıflandırılması için alternatif bir yöntem de renklerini kullanmaktır. Erken tip galaksilerin kırmızı, geç tip galaksilerin görel olarak daha mavi olması beklenir (Schneider, 2006).

2.2 Galaksi Morfolojisi - Yoğunluk İlişkisi

Galaksi morfoloji-yoğunluk ilişkisi, galaksilerin morfolojik tipleri (Hubble tipleri) ile galaksilerin buldukları ortam arasındaki gözlemsel olarak hesaplanmış bir ilişkidir. İlk kez Dressler (1980) tarafından ortaya konulmuştur. Galaksi morfoloji-yoğunluk ilişkisi, erken tip (E+S0) galaksilerin tercihen yüksek yoğunluklu bölgelerde, küme ya da grup gibi yapılarda, geç tip (spiral)



Şekil 2. Dressler 1980 makalesinde bulduğu morfoloji - yoğunluk ilişkisi

galaksilerin ise daha düşük yoğunluklu bölgelerde (alan) bulunduğunu göstermektedir.

Galaksilerin morfolojileri ile içerisinde buldukları çevre arasındaki bu ilişkinin evrenin ilk zamanlarında farklı olma olasılığı ortaya atılmıştır (Dressler ve diğ. 1997). Kozmolojik kırmızıya kayma uzaklığın, diğer bir ifadeyle de zamanın bir belirticidir. $z = 0$ günümüzü ya da yakın çevremizi, daha büyük kozmolojik kırmızıya kayma ($z > 0$) değerleri ise evrenin ilk zamanlarını ya da büyük uzaklıkları göstermektedir. Farklı tip ve çevrelere sahip galaksilerin, evrenin farklı yer ve zamanlarındaki dağılımlarının araştırılması görünen evrenin anlaşılmasında oldukça önemlidir.

2.3 Galaksi Morfolojisi - Yoğunluk İlişkisinin Zamanla Değişimi

Günümüz ($z = 0$) ile $z \sim 1$ arasında erken tip galaksi oranının önemli miktarda değiştiği; geçmişte daha düşük oranda erken tipler görüldüğü bulunmuştur (Dressler ve diğ., 1997, Smith ve diğ., 2005, Postman ve diğ., 2005). Smith ve diğ., 2005'de 3 farklı yoğunluktaki ortam için erken tip oranının kırmızıya kayma ile değişimini göstermiştir (Şekil 3a). Buna göre morfoloji - yoğunluk ilişkisinin $z = 1$ ve $z = 0.5$ için çok benzediğini; sadece yüksek yoğunluklu bölgeler için önemli bir değişim olduğunu göstermişlerdir.

Capak ve diğ., 2007'de $z \sim 1.2$ kadar morfoloji - yoğunluk ilişkisini incelemiştir (Şekil 3b) ve Smith ve diğ. 2005 ve Postman ve diğ. 2005'de bulunan sonuçlarla uyumlu sonuçlar bulmuştur. Sadece $z = 1$ 'deki erken tip oranı $z = 0$ 'a göre daha küçüktür ve yoğunlukla daha yavaş artmaktadır.

3 CFHTLS Tarama Projesi Verileri

Bu çalışmada, Mauna Kea Gözlemevi'nde (Hawaii) bulunan Kanada-Fransa-Hawaii ortaklığındaki 3.6m'lik CFHT(Canada-France-Hawaii Telescope) teleskobunda (Şekil - 4) gerçekleştirilen

CFHTLS (Legacy Survey) gökyüzü taraması verileri kullanılmıştır. CFHTLS gökyüzü taramasının W1 bölgesindeki u, g, r, i ve z bantlarında 1350000 galaksi morfolojik olarak incelenmiştir.

CFHTLS taraması, 36 adet 2048x4617 piksellik CCD'lerden oluşmuş toplam 340 mega-pikselli yüksek çözünürlüklü ve 1 derece karelik görüş alanına sahip MEGACAM mozaik kamerası ile tamamlanmıştır. MEGACAM, piksel başına 0.186 yay-saniyelik bir çözünürlüğe sahiptir. CFHTLS'in kendi indirgeme algoritmalarıyla cisim katalogları oluşturulmuş ve verilerin yedinci ve son sürümü Ekim 2012'de bilim dünyasına açılmıştır.

4 Veri Analizi

Bu çalışmada temel olarak galaksilerin morfolojilerinin belirlenmesi için GALFIT (Peng, 2002, 2010) programı kullanılmıştır. GALFIT, galaksilerin yüzey parlaklık dağılımını analitik fonksiyonlar (Sersic, exponansiyel disk, gaussian, king, vb.) ile modelleyen bir programdır (Şekil 5).

GALFIT için gerekli psf'lerin elde edilmesi için SExtractor ve PSFex programları kullanılmıştır. Görüntülerdeki psf etkisi bu sayede GALFIT tarafından elimine edilerek gerçek galaksi görüntüleri üzerinde çalışılmıştır (Şekil 6). Galaksiler için alternatif bir morfolojik tanımlama yöntemi olan renk-kadir diyagramı Şekil 7'de gösterilmektedir.

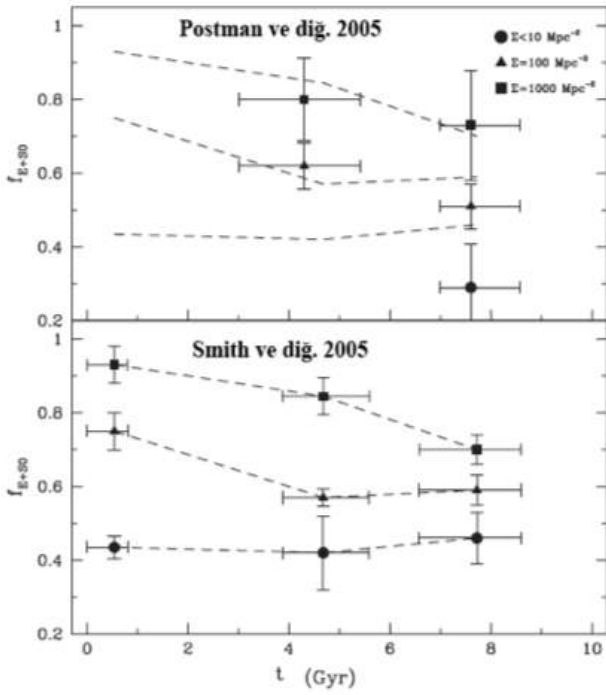
Analizlerde kullanılmak üzere Fortran programlama dili temelli otomatik bir algoritma geliştirilmiştir ve GALFIT ve literatürdeki bazı programlarla eş zamanlı ve entegre olarak OAR paralel hesaplama mimarisinde üzerinde çalıştırabilen özgün bir bilgisayar programı yazılmıştır.

Galaksilerin buldukları çevre yoğunlukları her bir galaksi çevresindeki cisimler otomatik olarak sayılarak hesaplanmıştır. Bu sayede farklı kırmızıya kayma değerlerindeki galaksiler için morfoloji - yoğunluk ilişkileri kurulmuştur.

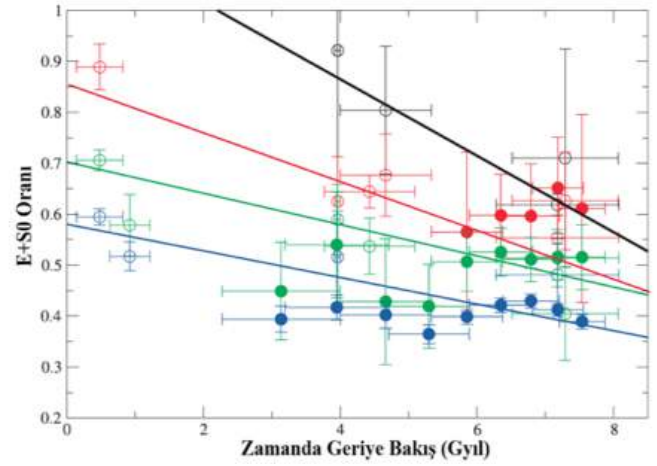
5 Tartışma ve Sonuçlar

CFHTLS gökyüzü taramasının W1 bölgesi verileri kullanarak u, g, r, i ve z bantlarında 1350000 galaksi istatistiksel olarak incelenmiştir. Analizlerde kullanılmak üzere otomatik algoritma içeren GALFIT ve literatürdeki bazı programlarla entegre olarak çalışabilen ve paralel hesaplama mimarisinde özgün bir bilgisayar programı yazılmıştır. 214427 tanesinin buldukları ortamdaki sayı yoğunlukları hesaplanmıştır. $z \sim 0.8$ 'e kadar galaksilerin morfoloji - yoğunluk ilişkisi ortaya konmuş (Şekil 8) ve bu ilişkilerin farklı yoğunluklu ortamlar için kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olarak nasıl değiştiği incelenmiştir. CFHTLS W1 bölgesi verileri morfolojik sınıflama ve evrimi açısından ilk defa bu çalışmada incelenmiştir. Bu inceleme sırasında CFHTLS W1 bölgesi verilerinin sınırları da görülmüştür.

214427 galaksi için elde edilen morfoloji - yoğunluk ilişkisinin evriminde yüksek ve/veya orta yoğunluklu ortamlar için erken tip (E+S0) galaksilerinin oranı kırmızıya kayma değeri arttıkça ortalama olarak bir azalma eğilimi göstermektedir. Buna göre kozmik zamanda günümüze yaklaştıkça erken tip oranının geçmişe kıyasla arttığı görülmektedir. Bu sonuç, önceki çalışmalarla uyum içerisindedir (Capak ve diğ. 2007, Postman ve diğ. 2005, Smith ve diğ. 2005). Önceki çalışmalarda belirli kümeler incelendiğinden yoğun ortamlar için yüksek kırmızıya kaymalarda verilen galaksi sayıları daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu çalışmada düşük yoğunluklu ortamlar için elde edilen



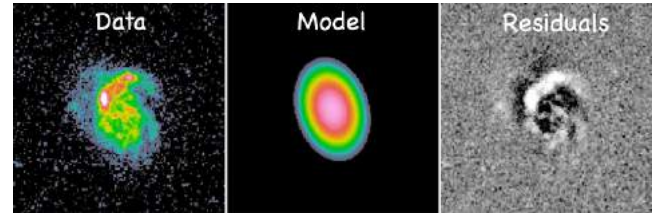
Şekil 3. Morfoloji - Yoğunluk ilişkisinin evrimi; sol panel (a) Postman ve diğ., 2005; sağ panel (b) Capak ve diğ., 2007



Şekil 5. GALFIT programının çalışma prensibi. Görüntü - Model = residuals (artık)



Şekil 4. Canada France Hawaii Telescope (CFHT) ve CCD'si



Şekil 6. PSFex programı ile görüntü psf'lerinin elde edilmesi

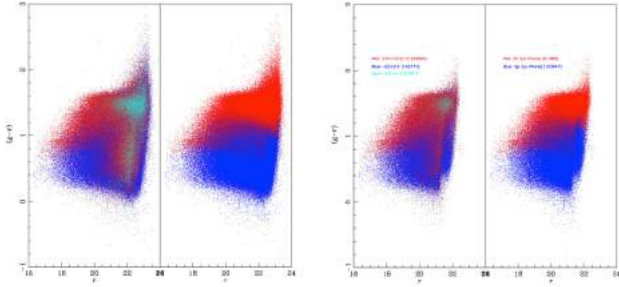
morfoloji – yoğunluk ilişkisinin pek evrim göstermediği bulunmuştur.

Özellikle düşük yoğunluklarda $z > 0.35$ 'den sonra erken tip oranında pek bir değişim olmadığı görülmüştür. Capak ve diğ., (2007)'de elde edilen morfoloji – yoğunluk ilişkisinin evrimi (Şekil 2-19) ve bu çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında düşük yoğunluklu ortamlar için ($N_g < 56$) $z \sim 0.35$ 'den sonra benzer bir eğilim yakalandığı görülmektedir. Düşük yoğunluklu

ortam için elde edilen bu sonuç aynı zamanda Smith ve diğ. (2005) ile uyumludur.

Teşekkür

Bu çalışma, 1059B141100066 kod numaralı TÜBİTAK - 2214 Yurtdışı Doktora Araştırma Bursu ile, 27241 kod numaralı İ-



Şekil 7. İncelenen galaksilerin renk - kadir diyagramı. Mavi bölge geç tip galaksileri gösterirken, kırmızı bölge erken tip galaksileri göstermektedir.(557386 galaksi için temizleme ve düzeltmeler yapıldıktan sonra 221427 galaksi için)

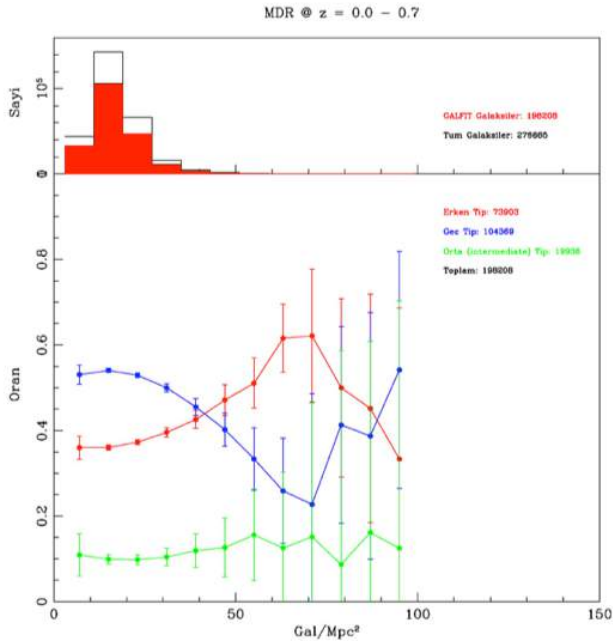
tanbul Üniversitesi BAP projesi ile ve Observatoire de la Côte d'Azur, Nice, Fransa Lagrange Laboratuvarı tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

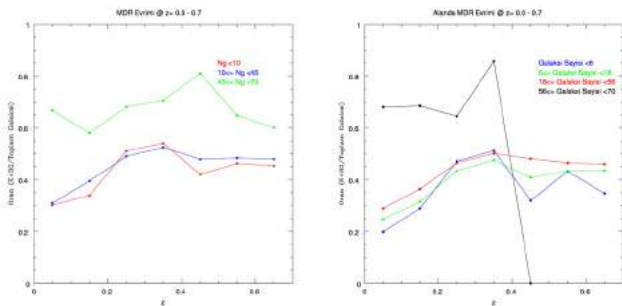
Yelkenci, F., Korhan: Doktora Tezi, 2015

Erişim:

O44-1715: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)



Şekil 8. 0.0 - 0.7 kırmızıya kayma aralığındaki tüm galaksiler için morfoloji - yoğunluk ilişkisinin değişimi



Şekil 9. 0 < z < 0.7 aralığında Morfoloji - yoğunluk ilişkisinin evrimi.

X Persei'nin Zamanlama Analizi ve Geçici QPO Özelliğinin Keşfi

Zeynep Acuner¹★,

S Çağdaş İnam, Şeyda Şahiner, M Miraç Serim, Altan Baykal, Jean Swank

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışmada; bir X-ışını çift yıldız sistemi olan X-Persei'nin, RXTE ve INTEGRAL uyduları ile alınan verileri analiz edilerek, zamanlama ve tayfsal özellikleri sunulmuştur. Kaynağın uzun süreli atım frekans geçmişi güncellenerek, frekans türevi ile X-ışını akısı arasında bir ilişki gözlemlenmiştir. Bu ilişki Küresel-Benzeri Aktarım Teorisi'nin öngörülerine göre kütle aktarımının eş-yıldız rüzgarları yolu ile gerçekleştiğini göstermektedir. Fakat, aynı zamanda güç tayfı analizi ile saptanan ~ 0.2 Hz frekansında geçici QPO özelliği, bir kütle aktarım diskinin varlığını da desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O44-1730: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Dört Kütle Aktarımlı Milisaniye Atarcasının Faz Çözümlü X-ışın Tayf Ölçümü

Sıdıka Merve Çolak¹★,

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışmada kütle aktarımlı milisaniye atarcaları olan IGR J00291+5934, IGR J17498-2921, XTE J0929-314 ve XTE J1807-294 cisimlerinin faz çözümü x-ışın tayf ölçümü sonuçları incelenmektedir. Rossi X-ray Timing Explorer (RXTE) uydusunun arşiv gözlemleri kullanılarak şu ana dek gözlenmiş 14 kütle aktarımlı milisaniye atarcalarının içinde patlama süresince Good Xenon data modunda gözlemi bulunan bütün patlamalar analiz edilmiştir. Bunlar IGRJ17498-2921 cisminin 2011, XTEJ0929-314 cisminin 2002, XTEJ1807-294 2003 ve IGRJ00291+5934 cisminin 2008 Eylül patlamaları olup patlama süresince faza bağlı değişiklikleri kontrol edilmekte, foton indisi ile karacisim sıcaklığı gibi tayfsal parametrelerdeki olası korelasyonlara bakılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Yıldız Tayfı

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O44-1745: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Aşırı-Parlak X-ışını Kaynaklarının Özellikleri ve Çoklu-dalgaboyu Gözlemleri

Aysun Akyüz^{1,2}★

¹ Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana

² Çukurova Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER), Adana

Özet

Aşırı-parlak X-ışın kaynakları (AXK, Ultraluminous X-ray sources), X-ışın çiftlerinin bir alt sınıfı olarak tanımlanmaktadır. Galaksimizde henüz gözlenemeyen AXK'lar, diğer galaksilerin merkez bölgesi dışında ve ışıma gücü çok yüksek ($L_x > 10^{39}$ erg s⁻¹) kütlesi $\sim 10M_\odot$ nokta-kaynaklar olarak algılanmaktadır. Bu sunumda, AXK'ların genel özellikleri, fiziksel doğasının anlaşılması için yapılan çoklu dalga boyu (X-ışın, optik, kızıl-öte) gözlemleri ve sonuçları özetlenecektir. Çalışmalarımız kapsamında seçilen bazı AXK'ların zamansal, tayfsal analizleri, belirlenen optik karşılıkları incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelar

1 Giriş

Aşırı-parlak X-ışın kaynakları (AXK), galaksilerin merkez bölgelerinin dışında bulunan galaksi-ötesi nokta kaynaklardır. Bu kaynakların X-ışın ışıma güçleri $10 M_\odot$ kütleli bir kara delik için, $L_x > 10^{39}$ erg s⁻¹ değerinde olup Eddington limitini (1.3×10^{38} M/M_⊙) aşmaktadır. AXK'lar yüksek X-ışın ışıma güçlerinden dolayı 'normal' X-ışın çiftleri ($L_x \leq 10^{38}$ erg s⁻¹) ve Aktif Galaktik Çekirdekler arasında yeni bir sınıf olarak tanımlanmaktadır (Colbert ve Mushotzky 1999).

İlk kez Einstein gözlemevi (1978-1982) ile özellikle yıldız oluşumlarının yoğun olduğu galaksilerde, merkez bölgesi dışında $L_x > 10^{39}$ erg s⁻¹ ışıma gücüne sahip az sayıda kaynak belirlendi (Fabbiano ve Trinchieri 1987). Bu kaynakların yıldız-kütleli Galaktik Kara Delik (KD)'lerden, X-ışın patlamaları yada genç süpernovalar gibi geçici kaynaklardan farklı bir sınıf olabileceği belirlenemedi. Sonraki yıllarda, daha iyi tayfsal ve açısal çözünürlüğe sahip ROSAT (1990-1999) ve ASCA (1993-2001) uydularından elde edilen X-ışın verileriyle yapılan çalışmalar, merkez dışında belirlenen bu parlak kaynakların tipik yıldız kütleli KD'lerin sahip oldukları ışıma değeri olan Eddington limitinin çok üzerinde olduğunu ve ayrıca bu kaynakların süpernova olamayacağını gösterdi (Colbert ve Mushotzky 1999). 1999 yılında uzaya gönderilen ve halen görevini sürdürmekte olan XMM-Newton ve Chandra uydularının önceki uydulara kıyasla sahip olduğu çok daha iyi çözünürlükleri ve diğer teknik özellikleri sayesinde AXK'ların araştırmalarında önemli gelişmeler sağlandı. Suzaku, Swift ve NuStar uydularından yararlanılarak bu kaynakların tayfsal, zamansal özelliklerinin modellenmesi ayrıca diğer dalgaboylarında elde edilen veriler yardımıyla yapılarının anlaşılması astrofizikte güncel problemlerden biridir.

Doğası ve ışıma mekanizması henüz tam olarak bilinmeyen X-ışın çiftleri olan AXK'ların yüksek ışıma güçlerini açıklamak için farklı modeller önerilmektedir. Bu modeller arasında popüler olanlar; i) standart akresyon (yığılma) diski ile orta-kütleli ($10^2 - 10^4$) M_⊙ KD'ler içermesi (Colbert ve Mushotzky 1999; Miller ve Colbert 2004), ii) yıldız kütleli KD üzerine düşen maddenin oluşturduğu izotropik olmayan ışımanın jetler formunda hüzmelenmesi (King ve ark. 2001; Fabrika ve Mesc-

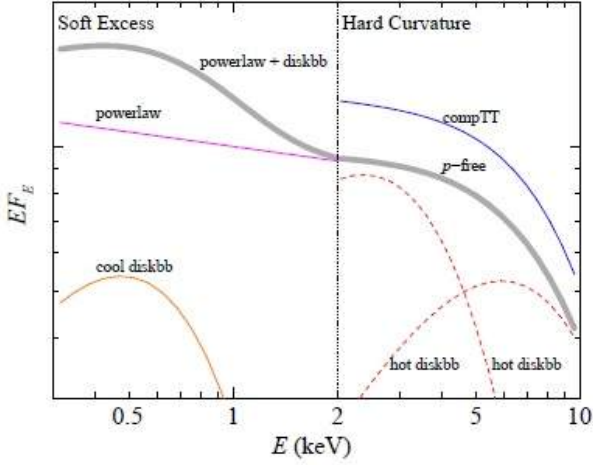
heryakov 2001), veya iii) kütle yığılma oranının yeteri kadar yüksek olmasıyla diskten Eddington limitini aşan (super Eddington) ışımanın ortaya çıkmasıdır (Begelman 2002; Poutanen ve ark. 2007).

AXK'ların tanımlanmasında sıkça kullanılan orta-kütleli KD'ler, yıldız kütleli ve süper-kütleli yıldızsal KD'ler arasında bir sınıf olarak tanımlanmaktadır. Yıldız kütleli kara delikler, ata yıldız ve metalliliğe bağlı olarak, "normal kütleli" ($M \leq 20M_\odot$) ve "kütleli" ($20M_\odot \leq M \leq 100M_\odot$) yıldızsal KD'ler olarak farklı tiplere ayrılmaktadır. Ayrıca "normal kütleli" KD'ler bir süpernova patlaması sonucu oluşabilirken "kütleli" KD'ler herhangi bir patlama olmaksızın doğrudan çekirdek çökmesi sonucu oluşmuş olabilir (Fryer 1999). Orta-kütleli KD'ler ($M \sim 10^2 - 10^4$) M_⊙ için önerilen modeller; Evrenin erken dönemlerinde oluşan metalce zayıf popülasyon III yıldızlar, genç ve yoğun yıldız kümelerinin merkez bölgesinde dinamik sürtünme sonucu oluşabilecek büyük kütleli yıldızlar veya büyük galaksilerin halolarında uyduların galaksileri ile aralarındaki gelgit etkileri sonucu bu uyduların sadece 'çekirdek' bölgelerinin kalması, olarak özetlenebilir (Feng ve Soria 2011).

Önerilen modeller üzerinde tartışmalar devam ederken, XMM-Newton ve Chandra X-ışın uydularının verileri ile yoğun olarak çalışılan M82 galaksisinde bulunan iki AXK (X-1 ve X-2)'nin NuStar gözlemleri sonucu X-2 kaynağı ile eşleşen ve ortalama periyodu 1.37 s olan ve yaklaşık 2.5 günlük yörüngesel periyoda sahip bir nötron yıldızı (!) olduğunu bildiren bir çalışma sunuldu (Bachetti ve ark. 2014). Bu durum böylesi yüksek ışımaların nasıl oluyor da $\sim 1.4M_\odot$ kütleli bir nötron yıldızı içeren çift sistem ve önceki hesaplardan belirlenen $M \geq 5.2M_\odot$ ve $R \geq 7R_\odot$ değerinde donor yıldızdan kaynaklanabildiği konusunda tartışmaları başlattı (Eksi ve ark. 2014).

AXK'ların bir kısmının KD içeren çift yıldız sistemi olduğu varsayımı sürdürülerek, bu tip çift yıldız sistemlerinin Galaktik X-ışın çiftleri (XRB) gibi sınıflandırılması ve hangi tip galaksilerde bulunabileceği konusu yapılan çalışmalar arasındadır. Galaktik XRB genel olarak yüksek-kütleli ve düşük kütleli X-ışın çiftleri (HMXB ve LMXB) olarak sınıflandırılmaktadır. HMXB'ler kütleli $\geq 10M_\odot$ O ve B tip eş (donor) yıldızına sahip ve genellikle spiral ve düzensiz galaksilerin yıldız oluşum bölgelerinde bulunur. Oysa LMXB'ler geç-tip (A dan geç) kütle kaybeden yıldızlardan ($\leq 1M_\odot$) oluşmakta olup genellikle

★ aakyuz@cu.edu.tr



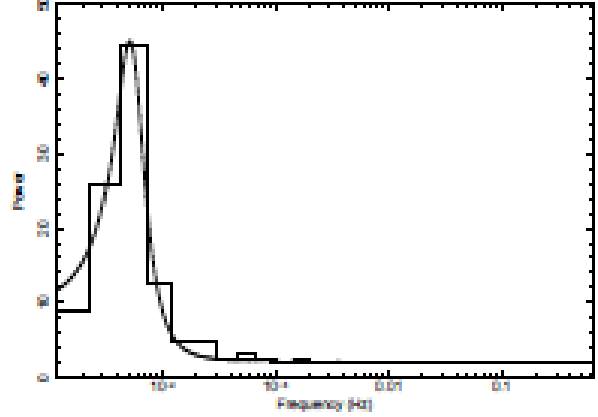
Şekil 1. 0.3-10 keV enerji aralığında tipik bir AXK spektrumu (kalın gri), < 2 keV düşük enerjilerde artış ve > 2 keV tümsek yapı gözlemlenir.

küresel kümelerde (çoğunlukla eliptik galaksilerde) gözlenmektedir.

Yapılan gözlemler AXK'ların her tip galakside (eliptik, spiral/düzensiz) bulunabildiğini, eliptik galaksilerde gözlenen AXK'ların 2/3'nün daha düşük ışımaya gücüne sahip olduğunu ($L_x \leq 2 \times 10^{39} \text{ erg s}^{-1}$) buna karşın spiral galaksilerde gözlenen AXK'ların 1/3'nün ($L_x \geq 4 - 5 \times 10^{39} \text{ erg s}^{-1}$) değerine ve küçük bir kısmında $\geq 10^{40} \text{ erg s}^{-1}$ değerinde ışımaya yaptığını göstermektedir (Swartz ve ark. 2004; Walton ve ark. 2011). Ayrıca eliptik galaksilerde AXK'ların oluşum oranlarının ($\sim 10^{11} M_\odot$ kütesine 1 AXK olarak belirlenirken küçük kütleli sarmal ve düzensiz galaksilerde bu oranın daha düşük ($\sim 10^{8.5} M_\odot \approx 1 \text{ AXK}$) yada bu tip galaksiler AXK'ların oluşumunda daha etkin olabildikleri belirtilmektedir (Walton ve ark. 2011). Bu farklılığı açıklamak için öneriler: i) Küçük kütleli galaksilerde birim kütle başına yıldız oluşum oranı daha yüksek bu yüzden buralarda AXK oluşumu daha etkindir yada ii) Küçük kütleli galaksiler daha yüksek metal bolluğuna sahip bu durum kütleli O yıldızlarının çökmesiyle daha büyük kütleli KD lerin oluşumuna yol açabilir (Zampieri ve Roberts 2009). Öte yandan Prestwich ve ark. (2010), çarpışan galaksileri, NGC 922 ve Cartwheel (ESO 350-40), inceleyen çalışmasında metal bolluğunun AXK oluşumunu önemli ölçüde etkilediğini ileri sürmektedir: NGC 922 galaksisinde yıldız oluşum oranı $8 M_\odot y B l^{-1}$ metal bolluğu ise $0.75 Z_\odot$ oysa Cartwheel galaksisinde yıldız oluşum oranı $18 M_\odot y B l^{-1}$ metal bolluğu ise $0.3 Z_\odot$. Öte yandan çarpışan yada güçlü etkileşen galaksilerde çok sayıda AXK gözlenmekte bu durum yüksek yıldız oluşum oranına bağlanmaktadır. Örneğin; Antenna galaksi, NGC 4038/NGC 4039 (Zezas ve ark. 2002), NGC 7714/15 (Smith ve ark. 2005), NGC 2207/IC2163 (Mineo ve ark. 2014).

1.1 Karadeliklerin spektral özellikleri

Bir KD bileşenine sahip olduğu varsayılan AXK'ları bilinen Galaktik XRB'nin spektral özellikleri ile karşılaştırmak, bu kaynakların doğasını daha iyi anlamak için önemlidir. Genel olarak XRB'ler farklı spektral durumlar (states) ve durum geçişleri gösterebilir. Bu durumlar belirgin olarak ısıl (thermal), sert (hard) ve dik güç-yasası (steep power-law, SPL) olarak tan-



Şekil 2. NGC 4736 X-2 kaynağının Chandra verilerinden elde edilen güç-yoğunluğu spektrumu (PDS).

ımlanır (Remillard & McClintock 2006). Isıl durumda sistemin disk ışınması baskındır ve bu ışımaya karacisim spektrumu ile karakterize edilir ($kT \approx 1 \text{ keV}$). Sert durum (hard state) ise ısıl-olmayan ışımaya yada power-law (güç-yasası)'nın baskın olduğu durum olarak tanımlanmaktadır. Işıma, Compton mekanizması ile koronodan yada sinkoron-yayan jetten kaynaklanabilir. Spekturumun foton indeksi, $1.4 < \Gamma < 2.1$ değerleri arasında değişen spektrumlar ile karakterize edilir. SPL durumu ise foton indeksi $\Gamma > 2.4$ ile daha yumuşak (soft) bir spektrumu temsil etmektedir.

Yapılan gözlemlere dayanılarak, AXK'nın enerji spektrumu 0.3-10 keV enerji aralığında iki gruba ayrılabilir (Şekil 1). 2 keV'un altında düşük enerjilerde artış (soft excess); soğuk ısıl bir bileşen ve power-law (sert bileşenin uzantısı) ile iki bileşenli model (thermal/diskblackbody, diskbb) + power-law ile modellenilebilir. > 2 keV durumunda ise gözlenen tümsek yapı (konveks shape) ince disk model (p-free, slim disk) veya sıcak, kalın Comptonizasyon modeline uydurulabilir (Feng ve Soria 2011).

Yakın galaksilerde gözlenen AXK'ların kütlelerinin belirlenmesinde, X-ışın spektral modellerinden ve kaynakların Galaktik XRB'lere benzerliğinden yararlanır. Üstte de belirtildiği gibi genel olarak tanımlanan spektral model; ısıl bileşen + power-law ile verilir. Pik sıcaklığı ve ısıl bileşenin ışımaya gücü X-ışın yayan iç-disk bölgesinin boyutunun bir göstergesi olup bu durumda sistemdeki KD kütlesi ile ilişkilendirilir. Standart disk-karacisim (disk-blackbody) yaklaşımı (Makishima ve ark. 1986, 2000), $L_{disk} \equiv 4\pi\sigma T_{in}^4 r_{in}^2$, $R_{in} = R_{ISCO} \equiv 6\alpha GM/c^2$, bu kaynakların KD içeren çift yıldızlar olduğu görüşüne önemli destek sağlamaktadır. Burada L_{disk} bolometrik disk ışımaya gücü (luminosite), T_{in} , X-ışın spektral fitinden direk olarak elde edilen pik sıcaklığı, r_{in} diskbb yaklaşımı ile spektral modelden elde edilen görünür iç yarıçap, R_{in} en içteki kararlı dairesel yörünge (R_{ISCO}) ile uyumlu olduğu varsayılan doğru iç-disk yarıçapı, α , KD spinine bağlı bir faktör (Schwarzschild KD için $\alpha = 1$, Kerr KD için $\alpha = 1/6$) olarak tanımlanmaktadır.

Işıma gücü oldukça yüksek bazı AXK'lar (NGC 5408 X-1, Ho II X-1 vb) için modelin öngördüğü disk sıcaklığı (0.1-0.4 keV), yıldız kütleli KD sahip olduğu yığılma diskinin sıcaklığından $\sim (5 - 10)$ kat daha düşük olmaktadır (Miller ve ark. 2004, 2013). Bu düşük sıcaklık teorik olarak, orta-kütleli bir KD ($\approx 1000 M_\odot$) etrafında standart-tip bir yığılma diski (Sha-

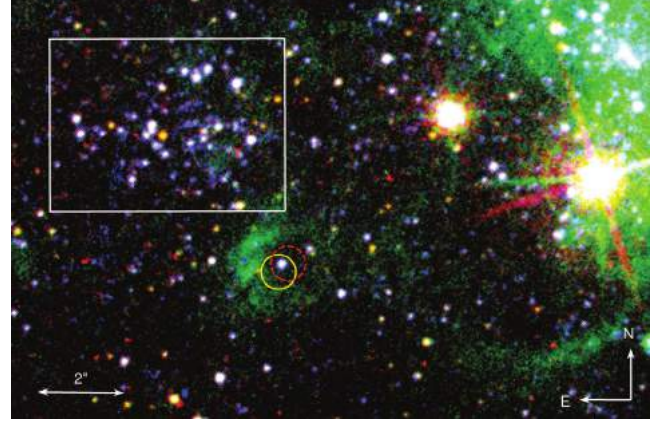
kura ve Sunyaev 1973) tarafından oluşturulabilir, böylece düşük sıcaklık ve yüksek ışıma gücü orta-kütleli KD üzerine yığılmadan ortaya çıkabilir. Çünkü standart yığılma disk sıcaklığı, KD kütlesi ile ters orantılıdır, $M \approx T_{in}^{-2} L^{1/2}$. Sonuçta Eddington-altı (sub-Eddington) yığılma oranı ($< 0.1L_{Edd}$) ile düşük/sert (low/hard) durumunda galaktik KD çiftleri ile benzerlik kuru- labilir.

Bununla beraber, AXK'ların yığılma diskinin düşük sıcaklığı her zaman doğru kütle değerinin belirlenmesine izin vermediği belirtilmektedir. Süperkritik (veya süper-Eddington) yığılmanın gözlenen yüksek enerjiyi oluşturabileceği ve hesaplamalar orta-kütleli KD yerine yıldız kütleli KD'ler üzerine bu yığılmanın gerçekleşebileceği öngörülmektedir (Poutanen ve ark. 2007; Kajava ve Poutanen 2009). Bu durumda gözlenen yüksek ışıma, coronadaki saçılmalar sonucu yada maddenin dışa akışı ile gizlenebilen disk yüzeyinden fakat en içteki kararlı yörüngeden çok daha uzaktan gelebilir. Bu durumda ısıl olarak ışıma yapan disk bölgesinin karakteristik yarıçapı KD kütlesini belirlemede kullanmak hatalı olabilir (Gladstone ve ark. 2009).

1.2 AXK'ların zamanlama (timing) özellikleri

AXK'ların spektral özellikleri ile birlikte zamanlama özelliklerinin araştırmaları, tıkkı (compact) cismin kütlesi ve sistemin disk yapısı hakkında bilgi vermektedir. Gözlenen AXK'lar genellikle kısa (dakikalar) yada uzun-dönem (günler - aylar) zaman aralığında güçlü X-ışın değişkenliği göstermesi tıkkı cismin varlığını onaylamaktadır (Strohmayer ve ark. 2007; Grise ve ark. 2010). AXK'lar Galaktik KD çiftleri gibi değişkenlik gösteren ve değişkenlik göstermeyen yada çok zayıf X-ışın değişkenliği gösteren kaynaklar olmak üzere farklı gruplarda toplanabilir. Örneğin, galaksi NGC4395'in *XMM-Newton* gözlemlerinden en uzun poz süresine sahip olan verilerinin analizi ile belirlenen 5 nokta kaynak ve bu X-ışın kaynaklarının kısa-dönem zamansal değişimi, sabit bir sayı oranına göre genlikteki değişimlerinin incelenmesi, yada bir başka ifadeyle kısa-dönem ışık eğrisi ve uzun-dönem zamansal değişimi yaptığımız bir çalışmada (Ak- yüz ve ark. 2013) verilmiştir. Belirlenen kaynakların spektral ve zamansal özelliklerinin ayrıntılı analizleri ile kanakların olası doğası belirlenmiştir: bir AXK (XMM-2), bir süpernova kalıntısı (XMM-5), iki XRB (XMM-6 ve XMM-10) ve bir süpersoft kaynak (XMM-23).

Öte yandan XRB'lerde tıkkı cisim etrafındaki disk yapısı hakkında bilgi sağlayan yarı-periyodik salınımlar (QPO, Quasi-Periodic Oscillations) az sayıda AXK'da gözlenmiştir. M82 galaksisinde AXK X-1, QPO belirlenen ilk kaynaktır (Strohmayer ve Mushotzky 2003). 30 ks *XMM-Newton* gözlemi kullanılarak elde edilen kaynağın güç-kaynak spektrumu (PDS, Power Density Spectrum) 54 mHz frekansta 2-10 keV enerji aralığında (rms genliği 8.5%) belirgin bir QPO piki gözlenmiştir. Aynı çalışmada RXTE arşiv verileri kullanılarak aynı AXK için 107 mHz QPO tanımlandığı belirtilmiştir. Schwarzschild geometrisine dayanılarak AXK X-1 çift sisteminde olası KD için kütle değeri $< 1.87 \times 10^4 M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Aynı kaynağın son NuStar gözlemleri ile bir pulsar olduğunun keşfi (Bachetti ve ark. 2014) yapılan bu çalışmaların yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir! Yakın galaksi NGC 6946'da belirlenen AXK X-1'nin 8.5 mHz merkez frekans ile olası QPO özelliği gösterilmektedir (Rao ve ark. 2010). X-1 kaynağının 1-10 keV enerji aralığında hesaplanan toplam rms genliği 59% ve QPO frekans ile orantılanarak hesaplanan KD kütlesi $\sim 10^3 M_{\odot}$ olarak verilmektedir. Figure 2'de LINER galaksi NGC 4736' da bir AXK X-2'nin arşiv *Chandra* verileri kullanılarak elde edilen PDS'i ve



Şekil 3. NGC 5408 X-1'in HST/WFC3 kompozit görüntüsü (mavi-F225W, yeşil-F502N, kırmızı-F845M). Parlak nokta kaynağını çevreleyen daireler kaynağın VLA (sarı daire) ve ATCA (çizgili yeşil). Üstte gösterilen beyaz kutu (5.5×4.0 açısanıyesi) yakındaki yıldız kümesini göstermektedir (Grise ve ark. 2012).

rilmektedir (Avdan ve ark. 2014). *Chandra* ile $0.73^{+0.16}_{-0.14}$ mHz *XMM-Newton* ile $0.53^{+0.09}_{-0.35}$ mHz olarak belirlenen QPO piki belkide hata sınırları içinde aynı salınımı gösterdiği ve bu değer şimdiki kadar elde edilmiş en düşük QPO'yu tanımladığı belirtilmektedir. Ayrıca X-2 çift sisteminde olası KD için, belirlenen QPO frekans değeri kullanılarak $(2-400) \times 10^2 M_{\odot}$, Eddington ışıma gücü ve *diskbb* modeli kullanılarak $(10-80) M_{\odot}$ aralığında kütle değeri hesaplanmıştır.

2 AXK'ların optik gözlemleri

Optik bölgede yer-tabanlı ve Hubble Uzay Teleskopu (*HST*) ile yapılan gözlemler sonucu AXK'ların X-ışın koordinatları ile uyumlu dolayısıyla 'optik eşlenik' olarak tanımlanan kaynaklar belirlenmektedir (Figure 3). Diğer gök cisimlerinde olduğu gibi AXK'ların çoklu-dalgaboyu gözlemleri, kaynak doğasının ve çevresinin daha iyi anlaşılmasında oldukça önemlidir. AXK'ların optik eşleniğinden gelen ışınım; eş (donor) yıldızdan veya yığılma diskinin dış kısmından veya her ikisinden gelebilir. *Chandra*'nın 0.6 açısanıyesi ve *HST*'nin (0.2-0.4) açısanıyesi olan çok iyi açısal çözünürlükleri sayesinde, şimdiki kadar bir düzineden fazla AXK'nın optik bileşeni belirlendi (Gladstone 2013). Bunlar arasında çok çalışanlardan bazıları: M81 X-6 (Liu ve ark. 2002); NGC 1313 X-2 (Zampieri ve ark. 2004), Holmberg II (Kaaret ve ark. 2004), IC 342 X-2 (Feng ve Kaaret 2008), NGC 5408-X1 (Grise ve ark. 2012). AXK'ların fotometrik ve spektral verilerinin analizi sistemde eş yıldızın spektral tipi, yaşı, metal bolluğu, kütesinin ve yerel çevresinin fiziksel durumu hakkında belirgin tanımlamalara olanak vermektedir (Abolmasov ve ark. 2007; Motch ve ark. 2014). AXK'ların optik eşlenikleri çok sönük olduğundan ($\sim 22-24$ kadir) büyük teleskoplar ($> 4m$ olup genellikle $> 8m$ sınıfı) kullanılmaktadır. Elde edilen yüksek kaliteli spektral veriler ve özellikle belirgin yayınım çizgileri (*HeII* λ 4686, *H α* ve *H β* vb.) optik eşlenikten gelen ışımının diskten yada donor yıldızdan geldiği konusunda önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu konuda yapılan önemli çalışmalardan biri: NGC 7793 de bulunan AXK P13 kaynağının ayrıntılı X-ışın, UV ve optik spektrofotometrik gözlemlerinden elde edilmektedir. B91a donor yıldızının X-ışın ısıtmasından kaynaklanan optik ve UV değişimlerinin modellenmesi ile ilk kez sis-

temin $< 15M_{\odot}$ KD kütesinde olabileceği ve kaynağın düşük enerjilerdeki termal yayını ve spektral eğriliğinin yıldız-kütleli KD üzerine süperkritik yığılma modelini desteklediği bildirilmiştir (Motch ve ark. 2014).

3 Sonuç

Yapılan çalışmalar, AXK'ların homojen bir sınıftan oluşmadığını göstermektedir. Çoklu -dalga boyu gözlemleri yıldız- kütleli KD'ler üzerine süper-Eddington yığılma modeli ile $10^{30} - 10^{40}$ erg s^{-1} mertebesinde gözlenen ışımanın açıklanabileceği, öte yandan orta-kütleli KD içeren sistemlerinde uyumlu sonuçlar verdiği bazı durumların olduğunun gözardı edilemeyeceğini göstermektedir. Yeni jenerasyon X-ışın, optik teleskoplar ve düşük frekansta radyo gözlemleri AXK kaynaklarının gizeminin çözülmesinde çok önemli olacağı bilinmektedir.

Bizde; S.Balman (ODTU), Nazım Aksaker (Ç.Ü) , Ş.Avdan (Ç.Ü) ve H.Avdan (Ç.Ü) oluşan çalışma grubumuzla yakın galaksilerde bulunan AXK'ların X-ışın, optik ve kızıl-öte arşiv verileri yardımıyla daha ayrıntılı analizler yaparak belirlenmiş yada yeni belirlenebilecek kaynakların yapısını araştırıyoruz (Akyüz ve ark. 2013; Avdan ve ark. 2014, 2015).

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TUBİTAK) tarafından 113F039 no'lu proje ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

Abolmasov, P., Fabrika, S., Sholukhova, O., Afanasiev, V.: Spectroscopy of optical counterparts of ultraluminous X-ray sources. *Astrophysical Bulletin*. **62** (2007) 36–51

Akyüz, A., Kayacı, Ş., Avdan, H., Özel, M.E., Sonbaş, E., Balman, Ş.: XMM-Newton Observations of uminous Sources in Nearby Galaxies NGC 4395, NGC 4736, and NGC 4258. *Astronomical Journal*. **146** (2013) 67–86

Avdan, H., Avdan, Ş., Akyüz, A., Balman, Ş.: A search for periodicities from a ULX in the LINER galaxy NGC 4736. *Astrophysics and Space Science*. **352** (2014) 123–128

Avdan, Ş., Vinokurov, A., Fabrika, S., Atapın, K., Avdan, H., Akyüz, A., Sholukhova, O., Aksaker, N., Valeev, A.: Optical Counterparts of two ULXs in NGC 5474 and NGC 3627 (M66). Submitted to *MNRAS*. (2015)

Bachetti, M. ve ark.: An ultraluminous X-ray source powered by an accreting neutron star. *Nature*. **514** (2014) 202–204

Begelman, M.C.: Super-Eddington Fluxes from Thin Accretion Disks?. *Astrophysical Journal*. **568** (2002) 97–100

Colbert, E.J.M., Mushotzky, R.F.: The Nature of Accreting Black Holes in Nearby Galaxy Nuclei. *Astrophysical Journal*. **519** (1999) 89–107

Ekşi, K.Y., Güngör, C., Türkoğlu, M.M.: What does a measurement of mass and/or radius of a neutron star constrain: Equation of state or gravity?. *Physical Review D*. **89** (2014)

Fabbiano, G., Trinchieri, G.: X-ray observations of spiral galaxies. II –Images and spectral parameters of 13 galaxies. *Astrophysical Journal*. **315** (1987) 46–67

Fabrika, S., Mescheryakov, A.: Face-on SS 433 stars as a possible new type of extragalactic X-ray sources. *IAUS*. **205** (2001) 268

Feng, H., Kaaret, P.: Optical Counterpart of the Ultraluminous X-Ray Source IC 342 X-1. *Astrophysical Journal*. **675** (2013) 1067–1075

Feng, H., Soria, R.: Ultraluminous X-ray sources in the Chandra and XMM-Newton era. *New Astronomy Reviews*. **55** (2013) 166–183

Fryer, C.L.: Mass Limits For Black Hole Formation. *Astrophysical Journal*. **522** (1999) 413–418

Gladstone, J.C., Roberts, T.P., Done, C.: The Ultraluminous State. *MNRAS*. **397** (2009) 1836–1851

Gladstone, J.C. ve ark.: Optical Counterparts of the Nearest Ultraluminous X-Ray Sources. *Astrophysical Journal Supp.* **206** (2013) 14–52

Grise, F., Kaaret, P., Feng, H., Kajava, J.J.E., Farrell, S.A.: X-ray Spectral State is not Correlated with Luminosity in Holmberg II X-1. *Astrophysical Journal Letters*. **724** (2010) 148–152

Grise, F. ve ark.: Optical Emission of the Ultraluminous X-Ray Source NGC 5408 X-1: Donor Star or Irradiated Accretion Disk?. *Astrophysical Journal Letters*. **745** (2012) 123–135

Kaaret, P., Ward, M.J., Zezas, A.: High-resolution imaging of the Hell $\lambda 4686$ emission line nebula associated with the ultraluminous X-ray source in Holmberg II. *MNRAS*. **351** (2004) 83–88

Kajava, J.J.E., Poutanen, J.: Spectral Variability of Ultraluminous X-ray Sources. *MNRAS*. **398** (2009) 1450–1460

King, A.R., Davies, M.B., Ward, M.J., Fabbiano, G., Elvis, M.: Ultraluminous X-Ray Sources in External Galaxies. *Astrophysical Journal*. **552** (2001) 109–112

Liu, J.J., Bregman, J.N., Seitzer, P.: The Optical Counterpart of an Ultraluminous X-Ray Object in M81. *Astrophysical Journal*. **580** (2002) 31–34

Makishima, K. ve ark.: Simultaneous X-ray and optical observations of GX 339-4 in an X-ray high state. *Astrophysical Journal*. **308** (1986) 635–643

Makishima, K. ve ark.: The Nature of Ultraluminous Compact X-Ray Sources in Nearby Spiral Galaxies. *Astrophysical Journal*. **535** (2000) 632–643

Miller, M.C., Colbert, E.J.M.: Intermediate-Mass Black Holes. *International Journal of Modern Physics*. **13** (2004) 1–64

Miller, M.J., Fabian, A.C., Miller, M.C.: Revealing a Cool Accretion Disk in the Ultraluminous X-Ray Source M81 X-9 (Holmberg IX X-1): Evidence for an Intermediate-Mass Black Hole. *Astrophysical Journal*. **607** (2004) 931–938

Miller, J.M. ve ark.: Revisiting Putative Cool Accretion Disks in Ultraluminous X-Ray Sources. *Astrophysical Journal Letters*. **776** (2013) 36–41

Mineo, S. ve ark.: A Comprehensive X-Ray and Multiwavelength Study of the Colliding Galaxy Pair NGC 2207/IC 2163. *Astrophysical Journal*. **797** (2014) 91–115

Motch, C., Pakull, M.W., Soria, R., Grise, F., Pietrzynski, G.: A mass of less than 15 solar masses for the black hole in an ultraluminous X-ray source. *Nature*. **514** (2014) 198–201

Poutanen, J., Lipunova, G., Fabrika, S., Butkevich, A.G., Abolmasov, P.: Supercritically accreting stellar mass black holes as ultraluminous X-ray sources. *MNRAS*. **377** (2007) 1187–1194

Prestwich, A.H. ve ark.: Ultra-Luminous X-ray Sources in the Collisional Ring Galaxy NGC 922. *AAS Meeting*. **36** (2010) 1132

Rao, F., Feng, H., Kaaret, P.: Detection of Strong Short-term Variability in NGC 6946 X-1. *Astrophysical Journal*. **722** (2010) 620–624

Remillar, R.A., McClintock, J.E.: X-Ray Properties of Black-Hole Binaries. *Annual Review of Astronomy & Astrophysics*. **44** (2006) 49–92

Shakura, N.I., Sunyaev, R.A.: Black Holes in Binary Systems. *Observational Appearance*. *Astronomy & Astrophysics*. **24** (1973) 337–355

Smith, B.J., Struck, C., Nowak, M.A.: Chandra X-Ray Imaging of the Interacting Starburst Galaxy System NGC 7714/7715: Tidal Ultraluminous X-Ray Sources, Emergent Wind, and Resolved H II Regions. *Astronomical Journal*. **129** (2005) 1350–1368

Strohmayer, T.E., Mushotzky, R.F.: Discovery of X-ray Quasi-Periodic Oscillations from an Ultraluminous X-ray Source in M82: Evidence Against Beaming. *Astrophysical Journal*. **586** (2003) 61–64

Strohmayer, T.E. ve ark.: Quasi-Periodic Variability in NGC 5408 X-1. *Astrophysical Journal*. **660** (2007) 580–586

Swartz, D.A., Ghosh, K.K., Tennant, A.F., Wu, K.: The Ultraluminous X-Ray Source Population from the Chandra Archive of Galaxies. *Astrophysical Journal Supp.* **154** (2004) 519–539

- Walton, D.J., Roberts, T.P., Mateos, S., Heard, V.: 2XMM ultraluminous X-ray source candidates in nearby galaxies. *MNRAS*. **416** (2011) 1844–1861
- Zampieri, L. ve ark.: Optical counterpart of the ultraluminous X-ray source NGC 1313 X-2. *Nuclear Physics B Proceeding Supp.* **132** (2004) 387–391
- Zampieri, L., Roberts, T.P.: Low-metallicity natal environments and black hole masses in ultraluminous X-ray sources. *MNRAS*. **400** (2009) 677–686
- Zezas, A., Fabbiano, G., Rots, A.H., Murray, S.S.: Chandra Observations of 'The Antennae' Galaxies (NGC 4038/4039). III. X-Ray Properties and Multiwavelength Associations of the X-Ray Source Population. *Astrophysical Journal*. **577** (2002) 710–725

Erişim:

O51-0930: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

AXK NuSTAR J095551+6940.8: Yüksek Kütleli Bir X-ışını Çiftinde Süper Manyetik Alanlı Bir Nötron Yıldızı

Kazım Yavuz Ekşi^{1*}, İbrahim Ceyhun Andaç¹, Sercan Çıkıntoğlu¹, Ali Arda Gençali¹, Can Güngör¹, Filiz Öztekin¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, Maslak 34469, İstanbul

Özet

Aşırı-parlak X-ışını kaynakları (AXK) bir güneş kütlesi için geçerli Eddington sınırının 100-1000 katı parlaklığa sahip nesnelere sahiptir. Bir görüşe göre bu nesnelere kütle aktarımı yapan $M \sim 10 M_{\odot}$ kütleli karadeliğeler olup ışınları hüzmelenen için Eddington limiti üzerinde parlaklığa sahip olabilmektedir. Başka bir görüşe göre ise bu nesnelere ortanca kütleli karadeliğeler ($M \sim 100 - 1000 M_{\odot}$) olarak Eddington limiti civarında kütle aktarımı yapmaktadır. Çok yakın zamanda M82 galaksisindeki AXK NuSTAR J095551+6940.8'in X-ışını pulsarı, yani eşlikçisinden kütle aktarımı yapmakta olan bir nötron yıldızı olduğu, keşfedilmiştir. Disk-manyetosfer etkileşiminden yola çıkılarak bu nesnenin manyetik alanının $B \gtrsim 10^{13}$ G olduğu gösterilmiştir. Bu kadar yüksek manyetik alanlarda kuantum-elektrodinamiksel süreçlerin elektron saçılma tesir kesitini küçülterek kritik ışınma gücünü Eddington limitinin üzerine çıkarabileceği bilinmektedir. M82 X-2'nin Eddington-üzeri ışınımının nedeninin bu tür süreçler olabileceği öne sürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

Karadeliğeler doğada karşımıza iki türlü çıkmaktadır: yıldız evriminin sonucu olarak ortaya çıkan yıldız kütleli karadeliğeler (YKK) kütleleri $M_{\bullet} = 5 - 20 M_{\odot}$ olan nesnelere sahiptir. Bu karadeliğeler X-ışını çiftlerinde eşlikçilerinden disk aracılığıyla kütle aktarımı yapmakta oldukları için gözlemlenebilmektedirler (derleme için bkz. [Remillard & McClintock 2006](#)). Çoğu galaksinin, belkide hepsinin, özeğinde yer aldığı düşünülen süper-kütleli karadeliğeler (SKK) ise kütleleri $M_{\bullet} \sim 10^6 - 10^8 M_{\odot}$ aralığında olan etraflarında kütle aktarımı yapabilecekleri bir disk varsa aktif galaktik çekirdek (AGÇ) olarak astrofiziksel görüngüler sunan nesnelere sahiptir (derleme için bkz. [Rees 1984](#)). Üçüncü bir tür olarak 2000'li yılların başlarında tanımlanan aşırı parlak X-ışını kaynaklarının (AXK) (derleme için [Roberts 2007](#)) ortanca kütleli karadeliğeler (OKK) $M_{\bullet} \sim 10^3 - 10^4 M_{\odot}$ olabilecekleri görüşü oldukça ilgi çekmiştir.

AXK'lar gökadalardan özeğinde yer almayan—dolayısıyla AGÇ olarak değerlendirilemeyen—parlak ($L \sim 10^{40} - 10^{41}$ erg s⁻¹), noktasal X-ışını kaynaklarıdır. Sözkonusu ışınma gücü bir YKK'nın Eddington ışınma gücünün

$$L_E = \frac{4\pi GM_{\bullet} m_p c}{\sigma_T} = 1.26 \times 10^{38} \text{ erg s}^{-1} \left(\frac{M_{\bullet}}{M_{\odot}} \right) \quad (1)$$

çok üzerindedir. Burada G , m_p ve c sırasıyla kütle-çekim değişmezi, proton kütlesi ve ışık hızı, σ_T ise Thomson tesir kesitidir. Yakınlardaki gökadalardan her birinde 1-2 AXK vardır; Samanyolu'nda bulunamamıştır. Bir görüşe göre bu nesnelere hüzmelenmiş ışınları bakış doğrultumuzda olduğu için Eddington-üstü ışınma yaptıkları izlenimi veren YKK'lardır ([Poutanen et al. 2007](#); [Gladstone et al. 2009](#)). Diğer bir görüşe göre ise bunlar eş-yönlü ışınma yapmakta olan OKK'lardır ([Kong et al. 2004](#)). Aslında AXK'ların homojen bir grup olmayabileceği de göz önüne alınmıştır ([Gladstone 2013](#)). AXK'ların bir kısmının ışıdığı enerjiyi dönüşünün yavaşlamasından karşılayan genç pulsarlar

ve pulsar rüzgarı nebulaları olmaları mümkündür ([Medvedev & Poutanen 2013](#)).

M-82 gökadasındaki en parlak ikinci nesne olan M82 X-2'nin NuSTAR ile gözlemlenmesi sürpriz bir sonuç ortaya koymuştur: bu nesne, AXK NuSTAR J095551+6940.8, yüksek kütleli eşlikçisinden kütle aktarımı yapan bir X-ışın pulsarıdır ([Bacchetti et al. 2014](#)). X-ışın pulsarlarında yüksek manyetik alanlı $B \sim 10^{12}$ G bir nötron yıldızı etrafındaki disk Alfvén yarıçapı

$$R_A = \left(\frac{\mu^2}{\sqrt{2GM\dot{M}}} \right)^{2/7} \quad (2)$$

(burada μ ve M nötron yıldızının manyetik dipol momentini ve kütlesi, \dot{M} ise disk içerisindeki kütle aktarım hızıdır) civarında parçalayarak maddeyi manyetik kutuplara aktarmakta, maddeyi yıldızın üzerine düştüğü yerde oluşan sıcak leke yıldız dönükçe bakış doğrultumuzdan geçerek X-ışını pulsarı görüngüsüne yol açmaktadır. Tek başına sıcak bir leke tüm görüngüleri açıklamaya yeterli değildir; ışımanın hüzmelenen de dikkate alınmalıdır ([Gnedin & Sunyaev 1973](#)). X-ışını pulsarının ışınma gücü kütle aktarımıyla

$$L_X = \frac{GM\dot{M}}{R} \quad (3)$$

(burada R yıldızın yarıçapıdır) biçiminde belirlenmektedir. [Bacchetti et al. \(2014\)](#)'ın keşfi çoğunlukla karadeliğeli olduğu düşünülen AXK'ların en azından bir kısmının nötron yıldızı olabileceğini göstermektedir. AXK NuSTAR J095551+6940.8 $P = 1.37$ s'lik dönme periyoduna, parlak dönemlerinde $L_X = 3.7 \times 10^{40}$ erg s⁻¹ ışınma gücüne sahip bir X-ışını pulsarıdır; yörünge periyodu ~ 2.5 gün olup eşlikçisi büyük kütleli bir yıldızdır ([Bacchetti et al. 2014](#)). Eşlikçi büyük kütleli olmasına rağmen bu sistemde kütle aktarımının rüzgar ile değil Roche lob taşması ile oluşan bir disk aracılığı ile olduğu düşünülmektedir ([Bacchetti et al. 2014](#)).

Keşfi yapanlar NuSTAR J095551+6940.8'nin Eddington ışınma gücüne karşılık gelen bir kütle aktarımı yaptığını ancak ışımanın hüzmelenmesi ve hüzmelenen de Dünya'ya yönelmesi

* ekşi@itu.edu.tr

inden dolayı nesnenin bize AXK olarak görüldüğünü varsaymış; manyetik alanının—tipik bir X-ışını pulsarının manyetik alanı gibi— $B \sim 10^{12}$ G olduğunu öne sürmüştür (Bachetti et al. 2014). Ekşi et al. (2015) ise nötron yıldızının etrafındaki disk ile tork dengesine yakın olmasına rağmen dönme periyodunun kısalma hızının yüksek ($\dot{P} \simeq -2 \times 10^{10} \text{ s s}^{-1}$) olmasının daha yüksek bir manyetik alan gerektirdiğini dikkate alarak $B \sim 10^{14}$ G olduğunu hesaplamıştır; bu nesnenin manyetar (Duncan & Thompson 1992; Thompson & Duncan 1996) benzeri manyetik alanlara sahip olacağını öne sürmüştür. Bu kadar yüksek manyetik alanlarda elektron tesir kesiti küçülür; kritik ışına gücü

$$L_c \simeq 2L_E(B/10^{12} \text{ G})^{4/3} \quad (4)$$

biçiminde artar (Canuto et al. 1971; Herold 1979; Paczynski 1992). Ekşi et al. (2015) bu kuantum-elektrodinamiksel sürecin AXK NuSTAR J095551+6940.8'nin Eddington-üstü kütle aktarımı yaparak AXK olarak görünmesinin temel nedeni olduğunu öne sürmüştür.

Bu çalışmanın amacı NuSTAR J095551+6940.8'nin manyetik alanı ile ilgili tartışmaları özetlemektir. Bir sonraki bölümde Ekşi et al. (2015)'in argümanları açıklanmış, bir miktar hüzmelenme de dikkate alınarak geliştirilmiştir. Tartışma bölümünde ise geçen bir yıllık sürede ortaya çıkan yeni gelişmeler aktarılmıştır.

2 Model

Hüzmelenmeyi b ile gösterirsek ışına gücü L_X izotropik ışına gücü L_{iso} olarak verilen değerden küçük olacaktır: $L_X = bL_{\text{iso}}$. Denklem (3) ile verilen Alfvén yarıçapı yıldızın manyetik basıncı $P_{\text{mag}} = B^2/8\pi$ 'nin yıldız üzerine küresel olarak gelen maddenin tos basıncını $R_{\text{ram}} = \rho v^2$ dengelediği uzaklık olarak tanımlanmıştır (Davidson & Ostriker 1973). Diskten kütle aktarımı durumunda diskin iç yarıçapı manyetik stresler ile madde streslerin dengelendiği uzaklık olarak tanımlanır (Ghosh & Lamb 1979a,b). Bu durumda diskin iç yarıçapı gene Alfvén yarıçapı ile ölçeklenir: $R_{\text{in}} = \xi R_A$. Burada $\xi = 0.5 - 1.5$ (Ghosh & Lamb 1979b; Romanova et al. 2002) aralığında bir sayıdır. Denklem (3) ve $\mu = \frac{1}{2}BR^3$ Denklem (2)'de kullanılarak diskin iç yarıçapı

$$R_{\text{in}} = \xi \left(\frac{B^2 R^5 \sqrt{GM}}{4\sqrt{2}bL_{\text{iso}}} \right)^{2/7} \quad (5)$$

biçiminde yazılabilir. Sisteme ait diğer bir karakteristik uzunluk diskin iç-yarıçapı diskteki maddenin Kepler hızının yıldız hızına eşitlendiği eş-dönme yarıçapıdır:

$$R_c = \left(\frac{GMP^2}{4\pi^2} \right)^{1/3} \quad (6)$$

Yıldız tork dengesine yakın olduğundan $R_{\text{in}} \simeq R_c$ olmalıdır. Denklem (5) ve (6) kullanılırsa yıldızın manyetik alanı

$$B = 1 \times 10^{13} \xi^{-7/4} (b/0.25)^{1/2} m^{1/3} L_{40}^{1/2} R_6^{-5/2} \text{ G}. \quad (7)$$

olarak bulunur. Burada $L_{40} = L_{\text{iso}}/10^{40} \text{ erg s}^{-1}$, $R_6 = R/10^6 \text{ cm}$ ve $m = M/1.4 M_{\odot}$ biçiminde tanımlanmıştır. Ekşi et al. (2015) sistemin tork dengesinde olduğu varsayımını yapmaksızın, bizzat tork denklemini çözerek, sistemin tork dengesine yakın olduğunu doğrulamış, böylece bu çözümün tutarlılığını göstermiştir. Eğer Ghosh-Lamb modelindeki $\xi = 0.5$ değeri kullanılırsa manyetik alan $B = 3.4 \times 10^{13} \text{ G}$ olarak bulunmaktadır.

Bu da Denklem (4) ile verilen kritik luminositeyi Eddington limitinin 220 katına çıkarmaktadır. Gözlemlenen ışına gücünün bu mertebede olması sistemin kritik ışına gücünde kütle aktarımı yapmakta olduğunu düşündürmektedir.

3 Tartışma

AXK olarak sınıflandırılan ve ortanca kütleli bir karadelik olduğu öne sürülen (Feng et al. 2010) bir nesnenin, NuSTAR J095551+6940.8'nin, nötron yıldızı olduğunun keşfi (Bachetti et al. 2014) oldukça önemlidir. Ekşi et al. (2015) bu çalışmanın yayınlanmasından bir hafta sonra NuSTAR J095551+6940.8'nin manyetik alanı $B \sim 10^{14}$ G olan bir manyetar olduğunu öne sürmüştür. Kısa süre sonra Lyutikov (2014) benzer değerde manyetik alanın sözkonusu olduğu bir çalışma yapmıştır. Kluźniak & Lasota (2015) ise bu nesnenin manyetik alanının çok zayıf, $B \sim 10^9 \text{ G}$, olduğunu öne sürmüştür. Hüzmelenmenin dikkate alınması bulunan manyetik alan değerini yaklaşık yarı değerine düşürmektedir (Tong 2015b,a). Christodoulou et al. (2014) bu nesnenin tipik bir X-ışını pulsarı olduğunu sadece hüzmelenmenin bakış doğrultumuzda olması nedeniyle parlak görüldüğünü öne sürmüştür. Dall'Osso et al. (2015) Ghosh-Lamb modelini kullanarak yaptığı detaylı analizden manyetik alanın yüksek olacağı sonucuna ulaşmıştır. Tsygankov et al. (2015) sistemin pervane aşamasından da geçtiğini dikkate alarak manyetar benzeri alanlara olacağı görüşünü savunmuştur. Hüzmelenmenin manyetik alana bağımlılığının da dikkate alındığı bir çalışma sürdürülmektedir.

Doroshenko et al. (2015) başka AXK'larda X-ışını atımları olup olmadığını araştırmış, baktığı 7 kaynağın hiçbirinden atım gözlemlenmemiştir. Shao & Li (2015) çift-yıldız evrimi ve popülasyon sentezi çalışmaları ile AXK'ların önemli bir kesrinin kütle aktarımı yapan nötron yıldızları olabileceğini öne sürmüştür. Benzer bir evrimsel çalışma da Fragos et al. (2015) tarafından ortaya konularak M82-X2'nin yaşının $t \lesssim 50 \times 10^6$ yıl olduğunu ve 400 bin yıl kadarlık bir süre AXK aşamasında kalacağını hesaplamıştır.

Kaynaklar

- Bachetti M., Harrison F., Walton D., Grefenstette B., Chakrabarty D., et al., 2014, *Nature*, 514, 202
 Canuto V., Lodenguai J., Ruderman M., 1971, *Phys.Rev.*, D3, 2303
 Christodoulou D. M., Laycock S. G. T., Kazanas D., 2014, ArXiv e-prints:1411.5434
 Dall'Osso S., Perna R., Stella L., 2015, *MNRAS*, 449, 2144
 Davidson K., Ostriker J. P., 1973, *ApJ*, 179, 585
 Doroshenko V., Santangelo A., Ducci L., 2015, *A&A*, 579, A22
 Duncan R. C., Thompson C., 1992, *ApJ*, 392, L9
 Ekşi K. Y., Andaç İ. C., Çıkıntoğlu S., Gençali A. A., Güngör C., Öztekin F., 2015, *MNRAS*, 448, L40
 Feng H., Rao F., Kaaret P., 2010, *ApJ*, 710, L137
 Fragos T., Linden T., Kalogera V., Sklias P., 2015, *ApJ*, 802, L5
 Ghosh P., Lamb F. K., 1979a, *ApJ*, 232, 259
 Ghosh P., Lamb F. K., 1979b, *ApJ*, 234, 296
 Gladstone J. C., 2013, *Mem. Soc. Astron. Italiana*, 84, 629
 Gladstone J. C., Roberts T. P., Done C., 2009, *MNRAS*, 397, 1836
 Gnedin Y. N., Sunyaev R. A., 1973, *A&A*, 25, 233
 Herold H., 1979, *Phys. Rev. D*, 19, 2868
 Kluźniak W., Lasota J.-P., 2015, *MNRAS*, 448, L43
 Kong A. K. H., Di Stefano R., Yuan F., 2004, *ApJ*, 617, L49
 Lyutikov M., 2014, ArXiv e-prints:1410.8745
 Medvedev A. S., Poutanen J., 2013, *MNRAS*, 431, 2690
 Paczynski B., 1992, *Acta Astron.*, 42, 145
 Poutanen J., Lipunova G., Fabrika S., Butkevich A. G., Abolmasov P., 2007, *MNRAS*, 377, 1187

- Rees M. J., 1984, *ARA&A*, 22, 471
Remillard R. A., McClintock J. E., 2006, *ARA&A*, 44, 49
Roberts T. P., 2007, *Astrophys.Space Sci.*, 311, 203
Romanova M. M., Ustyugova G. V., Koldoba A. V., Lovelace R. V. E., 2002, *ApJ*, 578, 420
Shao Y., Li X.-D., 2015, *ApJ*, 802, 131
Thompson C., Duncan R. C., 1996, *ApJ*, 473, 322
Tong H., 2015a, ArXiv e-prints:1508.03115
Tong H., 2015b, *Research in Astronomy and Astrophysics*, 15, 517
Tsygankov S. S., Mushtukov A. A., Suleimanov V. F., Poutanen J., 2015, ArXiv e-prints:1507.08288

Erişim:

051-1000: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Magnetar Patlamalarının Bayes Yöntemi ile İncelenmesi

Berk Aydın¹★,

Yuki Kaneko, Ersin Göğüş

¹Sabancı Üniversitesi, Matematik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul

Özet

Magnetarlarda yüksek manyetik alanın etkisi ile Eddington limitini aşan parlaklıkta, kısa süreli X-ışını patlamaları meydana gelmektedir. Bu çalışmada SGR J1550-5418, SGR 1900+14, SGR 1806-20 ve AXP 1E 2259-586 kaynaklarından RXTE uydusu ile gözlenen patlamaları incelemek için Scargle ve ark. (2013) tarafından geliştirilen Bayes blokları yöntemini kullanıyoruz. Bu yöntem sönük patlamaları da tespit edebilmenin yanı sıra patlamanın zamansal bilgilerini de sağlıklı bir şekilde sağlamaktadır. Bu sunumda SGR J1550-5418 magnetarından 2009 yılında gözlenen patlamaların Bayes blokları yöntemi ile elde edilen zamansal ve istatistiksel sonuçlarını paylaşarak patlama fotonlarının farklı enerji bantlarındaki geliş zamanları arasındaki gecikmeleri inceleyen sistematik çalışmayı tanıtacağız.

Anahtar Kelimeler: stars: magnetars, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

051-1015: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Kuazarların Değişen Rüzgar Yapısı

Nurten Filiz Ak¹★,

W N Brandt, Patrick Hall, SDSSBOSS QSO Group

¹ Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Sloan Digital Sky Survey (SDSS) I,II ve III ile elde edilen, tekrar eden kuasar gözlemleri üzerinde detaylı incelemeler yapılmıştır. Özellikle CIV, SiIV ve AlIII gibi baskın çizgilere ait geniş soğurma çizgilerini (Broad Absorption Lines, BAL) dikkate alan çalışmalar sonucunda kuazarların rüzgar yapılarının zamana bağlı değişimleri ile ilgili önemli sonuçlara ilk kez ulaşılmıştır. 2010-2014 yılları arasında ilk aşaması tamamlanmış olan bu çalışmalarda; rüzgar yapılarının kaybolması, ortaya çıkması ve ortalama yaşam süreleri ilk kez ortaya konulmuştur. Bunların yanı sıra, BAL değişkenliğinin frekansı, BAL yapılarının güçlenme ve zayıflama süreçleri, çoklu BAL yapılarının koordineli değişimleri ve BAL değişim karakteristikleri gibi bir çok konu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: (galaxies:) quasars: absorption lines, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

051-1030: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

NGC 5474 Galaksisinde Bulunan bir AXK'nın Optik Karşılığı ve Çevresinin Araştırılması

Şenay Avdan^{1,2,*}, Hasan Avdan^{1,2}, Aysun Akyüz^{1,2}, Nazım Aksaker^{2,3},
Alexander Vinokurov⁴, Sergei Fabrika⁴

¹ Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana

² Çukurova Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER), Adana

³ Çukurova Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adana

⁴ Special Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences, Nizhny Arkhyz, Russia

Özet

Bu çalışmada, NGC 5474 galaksisinde bulunan bir AXK'nın X-ışın verileri tekrar analiz edilmiş ve optik karşılığı araştırılmıştır. *HST* görüntüleri incelendiğinde kaynağın optik karşılığının çok sönük olduğu ($m_V = 24.7$) belirlenmiştir. NGC 5474 X-1'in X-ışınlarında *Chandra* verilerinin analizi sonucu, kaynağın tayfına Power-law (PL) modeli en iyi uyumu göstermiştir ($\Gamma = 0.95$). PL modelinden elde edilen akı değeri kullanılarak kaynağın X-ışın ışınma gücü $L_X = 1.7 \times 10^{40}$ erg s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. NGC 5474 X-1'in SAO RAS BTA-6m teleskobu ile alınan optik tayfı incelendiğinde kaynağın çok yakınında bulunan bir yıldızdan ($m_V = 23$) gelen ışınmanın katkısı dikkate alınmıştır. Ayrıca slit içerisinde bir ard-alan galaksisi ve yeni bir genç yıldız kümesi belirlenmiştir. AXK X-1 kaynağını daha iyi sınıflandırılabilmesi için L_X/L_{opt} değeri hesaplanmış ve bu değer ~ 7000 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

Aşırı-parlak X-ışın kaynakları (AXK, Ultraluminous X-ray Sources) bir galaksinin merkez bölgesi dışında bulunan ve X-ışın ışınma güçleri ($L_x > 10^{39}$ erg s⁻¹) 10 M_⊙ kütleli bir kara delik için Eddington limitini aşan noktasal kaynaklardır. Doğaları henüz net olarak bilinmemekte ve yüksek ışınma güçlerini açıklamak için farklı modeller önerilmektedir (Feng ve Soria 2011). AXK'ların yıldız kütleli karadeliğe sahip olduğu varsayılarak öne sürülmüş modeller arasında geometrik hüzmelenme (King ve ark. 2001), diskten gelen süper-Eddington akısı (Begelman 2002) modelleri en yaygın bilinenlerdir. Bunlara ek olarak bazı ULX'lerin yüksek ışınma gücünün "orta kütleli karadelikler (Intermediate Mass Black Holes, IMBH)" tarafından sağlanabileceği düşünülmektedir (Miller ve Colbert 2004). AXK'ların olası doğasının anlaşılabilmesi için X-ışın gözlemlerinin yanısıra optik bölgedeki gözlemlerinin yapılması da önemlidir. AXK'lardan gelen optik emisyonun kaynağının ikincil bileşen ya da yığılma diskinin dış bölgeleri, hatta her iki durum da olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu kaynakların optik gözlemleri sistemin evrimi, ikincil bileşenin doğası, disk geometrisi ve kütle aktarım oranı gibi önemli bilgiler sağlamaktadır (Feng ve Soria 2011).

NGC5474 galaksisi, M101 sarmal galaksi grubunun üyesi olan sarmal bir çüce galaksidir. Uzaklığı 6.8 Mpc olarak hesaplanmıştır (Drozdovsky ve Karachentsev 2000). Bu çalışmada, NGC 5474 galaksisinde *Chandra* X-ışın kataloğunda bulunan bir AXK'nın optik bölgede karşılığının belirlenebilmesi ve kaynağın çevresinin araştırılması için, SAO (Special Astrophysical Observatory, Rusya)'da bulunan 6m'lik BTA teleskobu ile alınmış optik tayfı incelenmiştir. Kaynağın tayf gözlemine ek olarak, Hubble Uzay Teleskobu (*HST*) arşivinde bulunan optik gözlem

verilerinden de yararlanılmıştır. NGC 5474 X-1 kaynağı daha önce Swartz ve ark. (2011) tarafından AXK olarak sınıflandırılmış ve X-ışın ışınma gücü $L_x = 1.4 \times 10^{40}$ erg s⁻¹ olarak bulunmuştur.

2 Gözlemler ve Bulgular

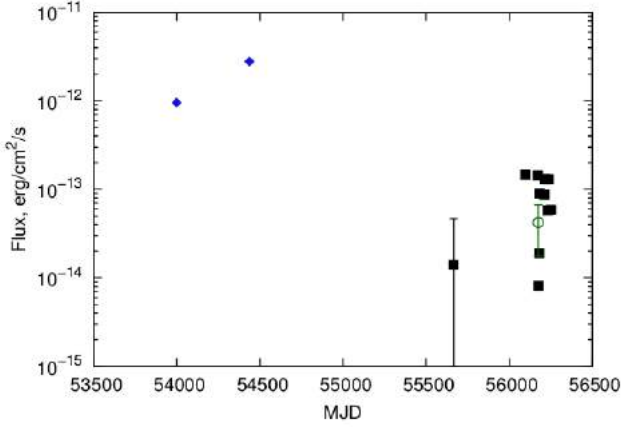
NGC 5474 *Chandra* X-ışın uydusu ile 10 Eylül 2006 (2 ks, ObsID 7086) ve 3 Aralık 2007 (30 ks, ObsID 9546) tarihlerinde gözlenmiştir. X-ışın tayf analizi için, daha iyi istatistik sağlama açısından, uzun gözlem verisi (ObsID 9546) kullanılmıştır. Veri analizi CIAO (*Chandra* Interactive Analysis of Observations) sürüm 4.6 yazılımı kullanılmıştır. SPECEXTRACT komutu ile kaynağın 0.3–10 keV enerji bandındaki tayfı elde edilmiştir. Kaynağın X-ışın tayfsal analizleri XSPEC sürüm 12.8 yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

Chandra verilerinin analizleri sonucunda kaynağın sert bir X-ışın tayfına sahip olduğu belirlenmiştir. PHABS*PL modeli tayfa en iyi uyumu göstermiştir ($\Delta\chi^2 = 1.12$). Model parametreleri ise $\Gamma = 0.94 \pm 0.6$ ve $N_H = 0.04 \pm 0.02 \times 10^{22}$ cm⁻² olarak hesaplanmıştır. Kaynağın X-ışın akısı ve ışınma gücü ise 0.3–10 keV enerji bandında $F_x = 2.91 \times 10^{-12}$ erg cm⁻² s⁻¹ ve $L_x \approx 1.6 \times 10^{40}$ erg s⁻¹ olarak belirlenmiştir.

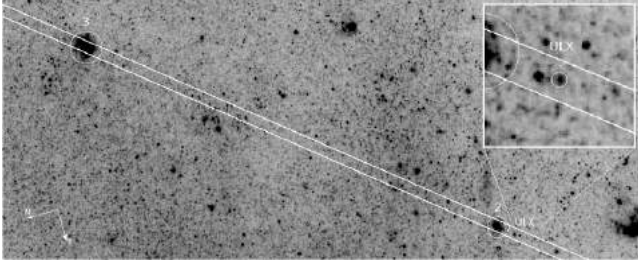
Kaynağın uzun dönemli ışık eğrisinin değişimini inceleyebilmek için *Swift* uydusunun arşiv verileri de analiz edilmiştir. Her iki uydunun verileri kullanılarak elde edilen uzun dönemli X-ışın ışık eğrilerine (Şekil 1) bakıldığında NGC 5474 X-1'in X-ışın ışınma gücünde 10² kat bir değişim olduğu görülmüştür ($L_{x,Chandra} = 1.7 \times 10^{40}$, $L_{x,Swift} = 5 \times 10^{38}$).

NGC 5474 X-1'in optik karşılığının araştırılması için *HST*/ACS/F606W ve *HST*/ACS/F814W filtrelerinde yapılan arşiv gözlemleri kullanılmıştır. Kaynağın optik karşılığını belirleyebilmek için *HST* and *Chandra* görüntüleri arasında görelî astrometrik düzeltme yapılmıştır. Bunun için 26 Şubat 2012 tarihli *HST*/ACS/F606W (JBT169010) görüntüsü ve uzun poz

* kayaci.s@gmail.com



Şekil 1. NGC 5474 X-1 kaynağının uzun dönemli ışık eğrisi: Mavi üçgenler *Chandra*, siyah kareler *Swift* verilerini temsil etmektedir. Yeşil daire ise 13 *Swift* gözleminin ortalamasını göstermektedir.

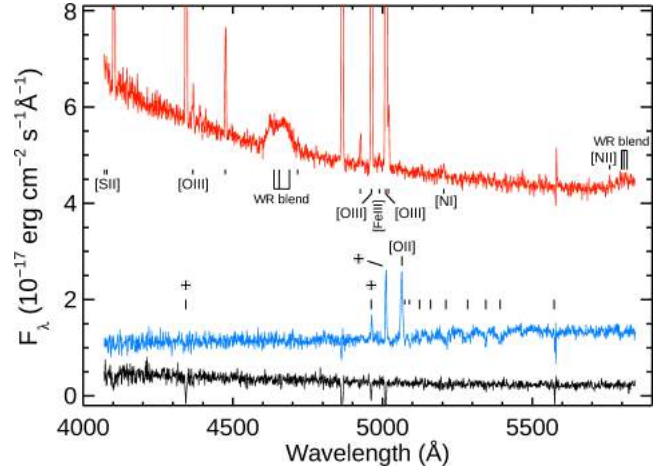


Şekil 2. NGC 5474 X-1 kaynağının *HST/ACS/F606W* görüntüsü üzerinde astrometrik düzeltme yapıldıktan sonraki *Chandra* pozisyonu. (2) nolu kaynağına slit içine giren ard-alan kaynağını (3) nolu kaynağına ve genç yıldız kümesini göstermektedir.

sürelili *Chandra* görüntüsü kullanılmıştır. *Chandra* görüntüsünde akısı 30 sayımdan yüksek 6 tane nokta kaynak belirlenmiştir. Bu kaynaklar göreceli astrometrik düzeltme için referans olarak kullanılmıştır. Astrometrik düzeltme sonucunda NGC 5474 X-1'in *HST* görüntüsü üzerindeki optik karşılığının pozisyonu 0.16 açı saniye kesinlikle $R.A = 14\ 04\ 59.746$ Dec = +53 38 08.86 olarak belirlenmiştir. Kaynağın *HST/ACS/F606W* görüntüsü ve SAO BTA-6m teleskopu ile alınan tayfın slit alanı Şekil 2'de gösterilmiştir.

Optik karşılık belirlendikten sonra IRAF içerisindeki APPHOT paketi kullanılarak kaynağın fotometrik analizi yapılmıştır. Ardalanlar eş merkezli daireler kullanılarak belirlenmiştir. Parlaklık hesaplamaları 0.175 açı saniye yarıçaplı (3.6 piksel) açıklık kullanılarak yapılmıştır. Kırmızı ise SYNPHOT paketi ve $E(B-V) = 0.010$ Galaktik sönmleme değeri (Schlegel ve ark. 1998) kullanılarak düzeltilmiştir. X-1'in kırmızı çıkarılmış parlaklık değerleri $m_{F606W} = 24.58 \pm 0.04$ ve $m_{F814W} = 24.10 \pm 0.05$ olarak hesaplanmıştır.

Kaynağın tayfsal analizleri ise 2 Ocak 2014 tarihinde SAO BTA-6m teleskopu ile alınan veriler kullanılarak yapılmıştır. Gözlemler SCORPIO aleti ile VPHG1200G grism kullanılarak 4000–5700 Å dalga boyu aralığında yapılmıştır. Slit genişliği ise 1 açı saniyesi ve toplam gözlem süresi 5520 saniyedir. Verilerin analizleri IRAF v.2.16.1 içerisinde standart indirgeme işlemleri (dark, bias çıkarma ve flat düzeltmesi) yapılmış ve kaynakla-



Şekil 3. NGC 5474 X-1'in ve slit içine giren kaynakların BTA-6m teleskopu ile alınan tayfları. Yukarıdan aşağı: Genç yıldız kümesi, ard-alan galaksisi ve AXK.

rın akı kalibrasyonu için Hz2 standart yıldızı kullanılmıştır (Oke 1990). Elde edilen tayflar Şekil 3'de verilmiştir. Şekil'de sırasıyla yukarıdan aşağı genç yıldız kümesi, ard-alan galaksisi ve AXK'nın tayfları görülmektedir. NGC 5474 X-1'in tayfında belirgin yayınım çizgileri görülmemektedir. Bunun nedeni ise kaynağın parlaklığının teleskobun limit değerlerinden daha sönük olmasıdır. Ayrıca kaynağın çok yakınında $m_{F606W} = 23$ parlaklığa sahip bir yıldız belirlenmiş ve kaynağın toplam ışımaya katkıda bulunduğu dikkate alınmıştır. Ard-alan galaksisinin tayfında ise belirgin olarak yalnızca bir yayınım çizgisi olduğu görülmektedir. Bu yayınım çizgisinin [OII] ($\lambda\ 3726$) olduğu varsayılarak kaynağın kırmızı kaynağına $z=0.36$ olarak hesaplanmıştır. NGC 5474 galaksisinin kırmızı kayma değeri ($Z=0.0009$) ile karşılaştırıldığında kaynağın bir ard-alan galaksisi olduğu belirlenmiştir. Son olarak, genç yıldız kümesinin tayfında belirgin olarak [OII] ($\lambda\ 4963$), $H\beta$ ($\lambda\ 4866$), $H\gamma$ ($\lambda\ 4344$) ve $H\delta$ ($\lambda\ 4104$) yayınım çizgileri görülmektedir. Bu çizgiler kullanılarak kaynağın kırmızı kayma değeri ($z=0.0008$) hesaplanmış ve NGC 5474 galaksisi ile aynı olduğu görülmüştür. Böylece bu kaynağın galaksiye ait olduğu doğrulanmıştır. Ayrıca 4650 Å civarında geniş bir yayınım çizgisi görülmektedir. Bu yapı genç yıldız kümelerinde Wolf-Rayet tümseği olarak bilinmektedir.

3 Tartışma ve Sonuç

NGC 5474 X-1 kaynağı için, X-ışınlarında ve optik bölgede ışımaya yapan kaynakların sınıflandırılmasında kullanılan bir metod olan, X-ışın akısının optik akıya oranı hesaplanmıştır. *Swift* X-ışın akısı ve optik akısı kullanılarak (en yakın 2 gözlem) kaynağın $L_X / L_{opt} = 120 \pm 40$ olarak hesaplanmıştır (X-ışın akısı 0.3–10 keV enerji aralığında alınmıştır). Literatürde bulunan diğer AXK'lar için (NGC 6946 ULX-1, Holmberg IX X-1, Holmberg II X-1, NGC 5408 X-1, IC342 X-1, NGC 1313 X-1, NGC 1313 X-2, NGC 5204 X-1, NGC 4559 X-7 ve M81 X-6; (Tao ve ark. 2011; Yang ve ark. 2011; Vinokurov ve ark. 2013; Sutton ve ark. 2013; Pintore ve ark. 2014)) ortalama olarak bu oran $L_X / L_{opt} = 1600$ olarak hesaplanmıştır (en düşük 260, en yüksek 4200). Aktif galaksi çekirdekleri (AGNs) için bu oran 0.1 ile 10 arasında bulunmuştur (Aird ve ark. 2010). Bazı ekstrem durumlar dahilinde bu oran 100'e kadar çıkmaktadır. Eğer NGC 5474 X-1'in sabit optik akıya sahip olduğunu düşünürsek ve

en yüksek akı değerini alarak (*Chandra* akısı) bu oranı tekrar hesapladığımızda $L_X/L_{opt}=7000$ olarak bulunmaktadır. Böylece bu kaynak bir AGN değil belirgin bir şekilde AXK olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca X-1 kaynağı diğer AXK'ların değerinden çok daha yüksek L_X/L_{opt} oranına sahiptir, dolayısıyla optik bölgede ışımaya gücü daha düşüktür.

NGC 5474 X-1 kaynağının diğer olağan AXK'ların L_X/L_{opt} oranları ile uygun bir değere sahip olduğu fakat optik ışımalarının diğer AXK'lara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu iki değer dikkate alındığında bu kaynak yıldız kütleli bir karadeliğe ve süper-Eddington yığılma diskine sahip bir sistem olarak düşünülmürse kütle aktarım oranı çok düşük olan AXK'lar olarak sınıflandırabileceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TUBİTAK) tarafından 113F039 no'lu proje ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Aird, J., Nandra, K., Laird, E.S. ve ark.: The Evolution of the Hard X-ray Luminosity Function of AGN. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. **401** (2010) 2531–2551
- Begelman, M.C.: Super-Eddington Fluxes from Thin Accretion Disks?. *Astrophysical Journal*. **568** (2002) 97–100
- Drozdovsky, I.O., Karachentsev, I.D.: Vizier Online Data Catalog: BVRI Photometry of 6 Galaxies. *Astronomy and Astrophysics Supplement*. **142** (2000) 425–432
- Feng, H., Soria, R.: Ultraluminous X-ray sources in the Chandra and XMM-Newton era. *New Astronomy Reviews*. **55** (2013) 166–183
- King, A.R., Davies, M.B., Ward, M.J., Fabbiano, G., Elvis, M.: Ultraluminous X-ray sources in External Galaxies. *Astrophysical Journal*. **552** (2001) 109–112
- Miller, M.C., Colbert, E.J.M.: Intermediate-Mass Black Holes. *International Journal of Modern Physics D*. **13** (2004) 1–64
- Oke, J.B.: Faint Spectrophotometric Standard Stars. *Astronomical Journal*. **99** (1990) 1621–1631
- Pintore, F., Zampieri, L., Wolter, A., Belloni, T.: Ultraluminous X-ray Sources: A Deeper Insight into Their Spectral Evolution. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. **439** (2014) 3461–3475
- Schlegel, D.J., Finkbeiner, D.P., Davis, M.: Maps of Dusts Infrared Emission for use in Estimation of Reddening and Cosmic Microwave Background Radiation Foregrounds. *Astrophysical Journal*. **500** (1998) 525–553
- Sutton, A.D., Roberts, T.P., Middleton, M.J.: The Ultraluminous State revisited: Fractional Variability and Spectral Shape as Diagnostics of Super-Eddington Accretion. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. **435** (2013) 1758–1775
- Swartz, D.A., Soria, R., Tennant, A.F., Yukita, M.: A Complete Sample of Ultraluminous X-ray Sources Host Galaxies. *Astrophysical Journal*. **741** (2011) 49–59
- Tao, L., Feng, H., Grise, F., Kaaret, P.: Compact Optical Counterparts of Ultraluminous X-ray Sources. *Astrophysical Journal*. **737** (2011) 81–95
- Vinokurov, A., Fabrika, S., Atapın, K.: Ultraluminous X-ray Sources as Supercritical Accretion Disks: Spectral Energy Distributions. *Astrophysical Bulletin*. **68** (2013) 139–153
- Yang, L., Feng, H., Kaaret, P.: The Optical Counterpart of NGC 1313 X-1. *Astrophysical Journal*. **733** (2011) 118–124

Erişim:

051-1045: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Bazı Zengin Galaksi Kümelerinin X-ışın Gözlemlerinden Yararlanarak Küme İçi Gazın Sıcaklık ve Bolluk Profillerinin İncelenmesi

Murat Hüdaverdi¹★,

Sacit Özdemir, Elifnur Özel

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

6 adet galaksi kümesinin (A1991, A2142, A2552, A2009, A1576, A2657) küme içi sıcaklık ve bolluk dağılımları, XMM-Newton ve Chandra verilerinden faydalanarak elde edilmiştir. Bu verilerden, ilgili kümelerin dinamik denge durumları (relax) ve gazın zenginleşmesine katkıda bulunan süpernova tipi (I/II) hakkında yorumlar yapmak mümkün olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: X-rays: galaxies: clusters, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

051-1100: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Termonükleer X-ışın Patlamaları ve Nötron Yıldızlarının Kütle - Yarıçap Ölçümleri

Tolga Güver¹★,

¹ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Nötron yıldızları evrende maddenin en yoğun ve kararlı olduğu durumu temsil eden cisimlerdir. Bu yoğun maddenin hal denkleminin belirlenmesinin tek yolu, nötron yıldızlarının astrofiziksel gözlemleri ile kütle ve yarıçaplarının hassas ölçümlerinin gerçekleştirilmesidir. Bu konuşmada düşük kütleli X-ışın çiftlerinden gözlenen termonükleer X-ışın patlamaları tanıtılacak ve bu olayların gözlemlerinin kullanılarak nötron yıldızlarının kütle ve yarıçaplarının belirlenmesi üzerine yaptığımız çalışmalar özetlenecektir. Ayrıca, bu ölçümlerin günümüzde yoğun maddenin hal denklemini anlamamız açısından ne ifade ettiği tartışılacak ve gelecekte yapılması planlanan çalışmalar tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler: X-rays: bursts, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1120: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Genç Nötron Yıldızlarının Yayılma Diskleriyle Uzun Süreli Evrimleri

Ü. Ertan¹★,

Ş. Çalışkan, O. Benli, M.A. Alpar

¹Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul

Özet

Anormal X-ışını kaynakları (AXP), gama ışını tekrarlayıcıları (SGR), izole sönük X-ışını kaynakları (XDIN) ve "yüksek manyetik alanlı" radyo pulsarlar gözlemsel özellikleriyle farklı sınıflar olarak ortaya çıkmış genç nötron yıldızı sistemleridir. Bu kaynakların uzun süreli X-ışını ışınma güçlerinin, dönme ve radyo ışınması özelliklerinin evrimlerini, periyot kümelenmelerinin sebeplerini ve olası evrim ilişkilerini yayılma diskleriyle evrim modeli çerçevesinde inceleyip, sonuçlarımızı diğer modellerle karşılaştırmaktayız.

Anahtar Kelimeler: stars: neutron, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

052-1150: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Aktif Gökada Çekirdeklerindeki Yüksek Kütleli ve Eğrilikli Maser Disklerin Evrimi için Simülasyonlar

Ayşe Ulubay¹★,

Lincoln J Greenhill²

¹ *İstanbul Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul*

² *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, USA*

Özet

Pek çok aktif gökada çekirdeği, maser ışınımı sayesinde dolaylı olarak gözlenebilen birer kütle aktarım diski barındırmaktadır. En çok çalışılan sistem NGC4258'in maser diski neredeyse Keplersel dönme gösterse de, Circinus gibi kimi sistemlerin disklerinin yüksek kütleli ve eğrilikli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada Circinus benzeri disklerin yörünge davranışları incelenmiştir. Farklı yüzey yoğunluğuna ve radyal genişliğe sahip diskler için simülasyonlar yapılmış, kararlılıkları araştırılmıştır. Yeni geliştirdiğimiz bir ışın izleme kodu ile maser haritaları ve konum-hız grafikleri oluşturulmuştur. Bulgularımız gözlenen disklerin bir kısmının dağılmakta olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: galaxies: active, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1205: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

HD37424: SNR S147'deki OB türü Kaçan Yıldızın Keşfi

Baha Dinçel¹★,

Ralph Neuhaeuser, Sinan Kaan Yerli, Aşkın Ankey

¹FAU Erlangen, Dr. Karl Remeis Gözlemevi, Bamberg

Özet

Süpernova kalıntılarında (SNR) OB türü kaçan yıldızları aradığımız projemizin ilk sonucu olan S147 isimli kalıntıda bulduğumuz HD37424 adlı OB türü kaçan yıldız sunacağız. Tayf gözlemleriyle tayf türünü ve çizgisel hızını belirlediğimiz yıldızın literatürdeki düzgün hareketini de hesaplayarak uzay hızının 74 ± 8 km/s olduğunu bulduk. HD37424'ün ve kalıntıda bulunan pulsarın hareketini geriye çektığımızda 30000 \pm 4000 yıl önce aynı anda, aynı yerde olduklarını bulduk. Böylece yıldızın, kalıntının atayıldızının patlama öncesi çift yıldız eşi olduğunu gösterdik. HD37424, kalıntısı ve pulsarı bilinen ilk OB türü kaçan yıldızdır. Bu keşifle, kalıntının temel özelliklerini çok daha hassas bir şekilde hesapladık. Ayrıca, atayıldızın kütle aralığı ve patlama öncesi sistemin dinamikleri de gösterildi.

Anahtar Kelimeler: stars: early-type, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1220: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Protosolar Disk CO-CH₄ Equilibrium Chemistry

Gül Sevin Pekmezci¹★,

Olivier Mousis, M Ali Dib, Jonathan Lunine

¹ University of Rome, Astronomi, Astrofizik ve Uzay Bilimleri, Roma

Özet

The target of this study is analyzing chemical composition and behavior of the Protosolar Disk modeled under diverse C/O ratios from 0.1 to 10, and pressure values from 10⁻² to 10⁻⁶ bar, on the basis of changes in temperature. How the C/O ratio influences general patterns of chemical functions of the disk dynamics is investigated under the equilibrium conditions. Which carbon-bearing gases come forward in terms of abundance or importance, throughout different zones of the Protosolar Disk modeled with different pressure and C/O ratios are demonstrated in the plots and discussed in detail.

Anahtar Kelimeler: protoplanetary discs, Güneş Sistemi Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1235: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Türkiye’deki Astronomi Çalışmalarına Genel Bakış ve Kurumların Bilimsel Performans Değerlendirmesinde Yeni Bir Yaklaşım

Selçuk Bilir^{1*}, Ersin Göğüş², Özgecan Önal Taş³, Talar Yontan³

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

² Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul

³ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı, İstanbul, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, araştırma merkezlerinin bilimsel yayın performanslarını değerlendirebilmek için yeni bir ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Yeni yöntemin iki temel bileşeni vardır: Makalenin yayımlandığı derginin etki katsayısı ve makalenin yıllık ortalama atıf sayısı. Her iki bileşen, çalışmadaki araştırmacıların yazar katkısı da dikkate alınarak normalize edilmektedir. Kurumsal performans sayısını tanımladığımız bu metrik 1998 ile 2012 yılları arasında astronomi ve astrofizik bilim dalında Türkiye adresli araştırmacıların bilim atıf indeksi kapsamına giren dergilerde yayınlanmış bilimsel makalelerin, bağlı oldukları bölümlerin performanslarının incelenmesinde kullanılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar literatürdeki iyi bilinen diğer ölçüm yöntemleriyle de karşılaştırılmıştır. Kurumların yayın performanslarını değerlendirmek için geliştirilen bu yeni metriği tanıttığımız makalemiz *Journal of Scientometric Research* isimli uluslararası hakemli dergide yayımlanmak üzere kabul edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Outreach, Tarih, Eğitim, İdari

1 Giriş

Bireysel olarak bilim insanlarının araştırma performans değerlendirilmesinin doğal bir uzantısı çalıştıkları kurumların bilimsel üretkenliğinin analiz edilmesine dayanır. Fakat bu durum birçok nedenden ötürü bilim insanlarının bireysel çıktı kayıtlarının derlenmesinden çok daha zordur. Öncelikle, bilim insanlarının bağlı oldukları kurumlarla ilişkileri zamanla değişebilir. Fakat bir kurumun araştırma performansı değerlendirilirken bu durumun kolaylıkla üstesinden gelinemez. Bir başka önemli etken de araştırma çıktısının etkisidir. Bu açıdan genellikle *h*-indeksi (Hirsch, 2005) veya *h*-indeksinin bazı türevleri kullanılır.

Bilimsel araştırmalarda gelişmiş teknoloji ve yöntemlerin daha yaygın kullanımıyla araştırma ekiplerinin doğası da gelişmektedir. Geçmişten farklı olarak günümüzde 10 ya da daha fazla bilim insanının ortak bilimsel araştırma yapması yaygınlaşmıştır. Ekiplerin büyüklüğü bazı durumlarda farklı kurumlardan yüzlerce kişiyi bir arada barındırabilir; örneğin CERN’deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider)¹. Bilimsel çabaların ortaya konmasında (araştırma makalelerinde) her bir ekip üyesinin katkısı (ki bunlar yardımcı yazarlar) çok açık olarak belirtilmemektedir. Bu nedenle, bilimsel çalışmalarda yazar katkıları dikkate alınmazsa doğru bir analiz yapılmamış olur. Literatürde yazar katkılarının değerlendirilmesi için çeşitli şemalar önerilmiştir: Örneğin; harmonik yazar katkısı (Hagen, 2008) ve *i*’inci yazar katkısı (Liu ve Fang, 2012) gibi. Her iki çalışmada da yazarların katkısı yazar listesindeki sıralamalarına ya da kesirsel yazar katkısına bakılarak değerlendirildiği için benzer sonuçlar elde edilir. Yani her yazara eşit davranılır.

Araştırma kurumlarının bilimsel üretimlerinin değerlendirilmesi için literatürde çok sayıda kapsamlı çalışma yapılmıştır.

Vieira ve Gomes, (2010), bilimsel kurumların araştırma etkisini ortaya koyarken makale üretimiyle birlikte atıf performansını içeren bir göstergesi de dikkate almışlardır. Batista ve diğ., (2006), *h*-indeksiyle ilişkili bir *h_I* ölçütünü önermişlerdir. Buna göre *h_I*, makaledeki yazar sayısı ile makalelerin *h*-indekslerinin karelerinin oranı olarak tanımlanmıştır. Abramo ve diğ., (2013) enstitü *h*-indekslerini, kurumdaki tam zamanlı araştırma personelinin sayısı ile normalize ederek yeni bir gösterge üretmişlerdir. Franceschini ve Maisano, (2010) ekiplerin bilimsel çıktılarının değerlendirilmesinde yapılandırılmış bir teknik önermişlerdir ve burada *h*-indeksi en önemli parametredir. Kısa bir süre önce Franceschini ve diğ., (2013), kurumlarda üretilen makalelerin daha büyük atıf kayıtlarını dikkate alan bir başarı indeksi önermişlerdir. Boell ve Wilson, (2010), dergi etki katsayılarının karesine dayanan yeni bir sıralama şeması önermişlerdir. Levitt ve Thelwall, (2011), önerdiğimiz indekse benzeyen, dergi etki katsayıları ve makale atıflarının ağırlıklı ortalamasını içeren yeni bir ölçüt geliştirmişlerdir. Fakat bu ölçüt kümülatif atıf sayısı ve dergi etki katsayılarını içeren keyfi bir sabit ile ağırlıklandırılmıştır. Bununla birlikte çalışma yazar katkısını içermemektedir. Kurumların yayın performanslarını ölçmek üzere önerilen ve yukarıda bahsedilen çalışmalardan hiç birinin yazar katkısını ve makalelerin bireysel etkilerini dikkate almadığını vurgulamak gerekir.

Bu çalışmada, kurumların yayın performanslarını ölçmek için çıktının yeni bilimsel etki katsayısıyla birlikte yazarların bilimsel katkılarına da dikkate alan bir değerlendirme şeması sunuyoruz. Gelecek bölümde yeni kurumsal performans şemasını veriyoruz. Ardından önerdiğimiz performans gösterge yöntemini 1998-2012 yılları arasında Türkiye’de astronomi ve astrofizik alanında bilimsel çalışmalarda bulunan kurumların çıktılarına uyguluyoruz. Son olarak, sonuçları tartışarak bu yeni şema ve başka teknikler ile elde edilen sonuçları karşılaştırıyoruz.

* sbilir@istanbul.edu.tr

¹ <http://home.web.cern.ch/topics/large-hadron-collider>

2 Kurumsal Performans Sayısının Tanımı

İlk bölümde vurguladığımız üzere günümüzdeki hiçbir kalite göstergesi araştırma kurumlarının makale üretimlerine göre sıralanmasında bilimsel etki ve yazar katkısını aynı anda dikkate almamaktadır. Aşağıda kurumsal performans sayısı (*IPS*) olarak ifade ettiğimiz, toplanan iki terimden oluşan yeni sıralama şemasına dayanan yayın üretimi gösterilmiştir. Bu terimlerden biri (*i*) yayının yer aldığı derginin yayınlandığı yıla ait etki katsayısının her bir yazarın katkısıyla çarpımını, diğeri (*ii*) yayının aldığı atıf sayılarının (n_{atBf}) makalenin yayımlandığı zamandan beri geçen süreye (n_{yBl}) oranı ile yazar katkısının çarpımıdır.

$$IPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left((IF)_i + \frac{n_{atBf,i}}{n_{yBl,i}} \right) \times (AC)_i, \quad (1)$$

Burada *N*, kurumlardan yayımlanan makalelerinin toplam sayısıdır. Bu şemada *AC* parametresi basit olarak her bir kurumdaki yardımcı yazarların toplam yazar sayısına oranını gösterir. Örneğin, bir araştırma makalesi *A* kurumundan 3 ve *B* kurumundan da 2 kişinin katkısıyla oluşturulmuş olsun. Bu durumda incelenen makaledeki kurumların yazar katkıları *A* kurumu için 3/5 ve *B* kurumu için de 2/5 olarak hesaplanır.

3 Veri

Astronomi ve astrofizik araştırma makalelerine ait tamamlanmış veri setini elde etmek için tekli ve disiplinlerarası atıf indekslerinin yer aldığı 12 farklı veri tabanını içeren Thomson Reuters Web of Knowledge¹ kullanılmıştır. Bu veri tabanı Science Citation Index (SCI) kapsamındaki tüm dergilerin listesini içermekle birlikte 1980'den günümüze kadar olan SCI kapsamındaki dergilerden alınan toplam atıf sayılarını da vermektedir. Veri tabanında, sorumlu yazar ve yardımcı yazarları Türkiye adresli olacak şekilde 1980'den 2012'ye kadar olan periyottaki 56 SCI dergisinde astronomi ve astrofizik alanında 1702 yayının bulunduğu belirlendi. Parçacık fiziği, çok disiplinli yer bilimleri, meteoroloji atmosfer bilimleri, havacılık mühendisliği, jeokimya, jeofizik, disiplinlerarası matematik uygulamaları ve uzaktan algılama gibi çakışan bilim alanları da çalışmadan çıkartıldıktan sonra astronomi ve astrofizik alanında yayınlanmış makale sayısı 1062 olmuştur. 1062 makalenin yayın türüne göre sınıflanması sonucunda yedi gruba ayrıldığı görülmüştür: Makale (976), bildiri (37), mektup (16), derleme (15), düzeltme (10), araştırma notu (7) ve editör notu (1). Ayrıca bu çalışmalardan 37'sinin yayınlanmadan önce toplantılarda sunulduğu tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı yalnızca makale, mektup, derleme ve editör notları dikkate alınmış ve 1015 yayın ile son örnek oluşturulmuştur. Yayınların 782'sinin sorumlu yazarı Türkiye'deki araştırma kurumlarından, 233'ünün ise farklı uluslardaki araştırma kurumlarından olduğu görülmüştür.

Ülkemizde 1980 ile 2010 yılları arasında astronomi ve astrofizik alanında üretilmiş makaleleri inceleyen Bilir ve diğ., (2013), 1998 yılından itibaren makale üretiminde belirgin bir artış olduğunu göstermişlerdir. Bu durumun nedenleri olarak 1998 yılında getirilen iyileştirilmiş akademik atama kriterleri, internet kullanımının yaygınlaşması ve üniversitelerdeki bilimsel araştırma birimlerine sağlanan araştırma olanakları olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, yukarıda sıralanan nedenlerden dolayı makale üretiminin arttığı, 1998-2012 yıllarını kapsayan 15 yıllık zaman dilimi analiz edilmiştir. Ayrıca dikkat edilmesi

gereken önemli bir husus da her bir yayının aldığı atıf sayısı 31 Ağustos 2013 tarihiyle güncellenmiştir. Böylece Web of Knowledge'ta makaleler listelenmeden birkaç ay öncesinde SCI kapsamındaki dergilerde yayınlandığından en son yayımlanan yayının bile bir yıl civarında görünür olması mümkün olmuştur.

Türkiye'deki astronomi ve astrofizik çalışmaları üç ana bölümde gerçekleştirilmektedir: Astronomi ve Uzay Bilimleri (Ankara, Ege, Erciyes ve İstanbul Üniversiteleri); Astronomi ve Uzay Teknolojileri (Akdeniz ve Çanakkale Onsekiz Mart (ÇOMÜ) Üniversiteleri) ve Fizik (Boğaziçi (BOUN), Çukurova, İstanbul Kültür, Orta Doğu Teknik (ODTÜ) ve Sabancı Üniversiteleri).

Astrofizik araştırmaları ayrıca TÜBİTAK'ın (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) çeşitli alt bölümlerinde de yürütülmektedir. 1998 ile 2012 yılları arasında SCI kapsamındaki dergilerde yayımlanan ve sorumlu ile yardımcı yazarları Türkiye'den olan 749 makale tespit edildi. 749 makaleye 48 kurumdan araştırmacılar katkıda bulunurken, sorumlu yazarı Türkiye adresli olan 564 yayına da Türkiye'deki 37 araştırma kurumundaki araştırmacılar katkı vermiştir.

Önerilen kurum performans göstergesi Türkiye'de astronomi ve astrofizik alanında araştırma yapan kurumlara uygulandı ve bilimsel makale olarak yayımlanan çıktılar tek tek incelendi. Çalışmadaki metriğin literatürde verilenlerden önemli farklarından biri de analiz edilen makalelerin yayımlandığı yıldaki derginin etki katsayısıdır. Bu amaçla, 1998 ile 2012 yılları arasında en çok tercih edilen SCI kapsamındaki dergiler belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelge 1'in alt satırında dokuz derginin her birinin yıllık etki katsayılarının 15 yıllık ortalaması da verilmiştir.

4 IPS'in Uygulanması

Çizelge 2'de ilk dokuzda yer alan Türkiye'deki kurumların kurumsal performans sayıları, makale sayıları, her bir *IPS* bileşeni, kısaca $IF \times AC$ (Çizelge 2'de ①) ve $(n_{atBf}/n_{yBl}) \times AC$ (Çizelge 2'de ②), kurumların *h*- ve diğer indeksler ile birlikte sunulmuştur. Tablonun üst kısmı 749 makale için ve alt kısmı sorumlu yazarı Türkiye adresli olan 564 makale için düzenlenmiştir. Çizelge 2'nin her iki kısmında yer alan kurumlar *IPS* değerlerine göre sıralanmıştır.

Sabancı Üniversitesi her iki yayın kategorisinde listenin en üstünde yer alırken, en çok makale üreten Ege Üniversitesi sıralamada ikinci olarak yer almaktadır. 1962 yılında kurulan Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'ndeki ortalama araştırmacı sayısının, 1999 yılında kurulan Sabancı Üniversitesi'ne göre daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Önerilen yeni kurum performans göstergesi (*IPS*), yazar sayısının makale sayısı ile normalize edilmesinden dolayı bu tür özelleşmelerden etkilenmemektedir. Bireysel etkiye göre Sabancı Üniversitesi yine ilk sırada olup bu kurumu, sırasıyla, Ege ve İstanbul Üniversiteleri takip etmektedir. *IPS* hesaplamalarında dikkate alınan bir başka oran da ②/①'dir. Kurumların bu oranı dikkate alındığında Sabancı Üniversitesi ile İstanbul Üniversitesi'nin rekabet halinde olduğu görülmektedir.

Sabancı Üniversitesi, diğer performans göstergelerinde de en üst sırada yer almaktadır. Çizelge 2'de göze çarpan bir diğer özellik de *h*-indeksi (Hirsch, 2005), *g*-indeksi (Egghe, 2006), *AR*-indeksi (Jin ve diğ., 2007) ve IF^2 (Boell ve Wilson, 2010) değerlerine göre ODTÜ, İstanbul, ÇOMÜ'nün, sırasıyla, ikinci, üçüncü ve dördüncü sıralarda olduğu görülmektedir.

Türkiye adresli kurumlardaki yazarların katkısının tüm yayınlardaki yazar katkısına oranı 0.34 ve 0.70 aralığında değişmektedir. 749 makalenin tamamı için Türkiye adresli yazar katkısı

¹ <http://portal.isiknowledge.com/>

Çizelge 1. 1998 ile 2012 yılları arasında astronomi ve astrofizik alanında SCI kapsamındaki dergilerin etki katsayıları. **Kısaltmalar:** (MNRAS) Monthly Notices of the Royal Astronomical Society; (A&A) Astronomy and Astrophysics, (ApJ) Astrophysical Journal, (NewA) New Astronomy, (IJMPD) International Journal of Modern Physics D, (AN) Astronomische Nachrichten, (Ap&SS) Astrophysics & Space Science, (PASA) Publications of the Astronomical Society of Australia, (AJ) Astronomical Journal.

Yıl	MNRAS	A&A	ApJ	NewA	IJMPD	AN	Ap&SS	PASA	AJ
1998	3.960	1.630	1.953	2.912	0.732	0.518	0.234	0.419	2.003
1999	4.548	2.252	2.543	2.947	1.064	0.600	0.275	0.868	2.876
2000	4.685	2.790	2.822	2.241	1.051	0.410	1.189	1.028	3.604
2001	4.681	2.281	5.921	2.348	1.242	0.553	0.274	0.951	3.018
2002	4.671	3.781	6.187	3.108	1.507	0.786	0.383	0.898	5.119
2003	4.993	3.843	6.604	3.866	1.618	1.199	0.522	1.057	5.647
2004	5.238	3.694	6.237	2.171	1.500	0.906	0.597	1.158	5.841
2005	5.352	4.223	6.308	1.921	1.225	0.871	0.495	1.735	5.377
2006	5.057	3.971	6.119	2.220	1.651	1.399	0.771	1.588	4.854
2007	5.249	4.259	6.405	1.714	1.870	1.461	0.834	1.390	5.019
2008	5.185	4.153	6.331	1.784	1.741	1.261	1.283	2.564	4.769
2009	5.103	4.179	7.364	1.675	1.046	1.186	1.404	3.786	4.481
2010	4.888	4.425	6.063	1.632	1.109	0.842	1.437	1.590	4.555
2011	4.900	4.587	6.024	1.411	1.183	1.012	1.686	2.259	6.024
2012	5.521	5.084	6.733	1.850	1.030	1.399	2.064	3.120	4.965
Ortalama	4.935	3.677	5.574	2.253	1.305	0.960	0.897	1.627	4.543

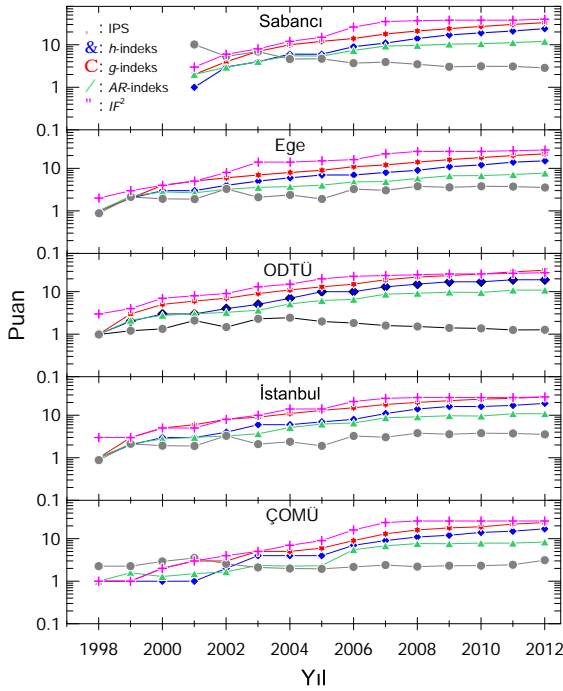
Çizelge 2. Astronomi ve astrofizik alanında en fazla çalışması bulunan dokuz kurumun makale sayıları (N), dergilerin etki katsayılarına göre düzeltilmiş toplam yazar katkısı (①), bireysel etkileri düzeltilmiş yazar katkısı (②), ②/① oranı, tüm yayınların (üst kısım) ve sorumlu yazarı Türkiye adresli olan yayınların (alt kısım) IPS değerleri. Ayrıca kurumların makale üretimleri dikkate alınarak hesaplanmış diğer performans ölçüm değerleri (h -indeks, g -indeks, AR -indeks, ve IF^2).

Sıra	Kurum	N	①	②	②/①	IPS	h -indeks	g -indeks	AR -indeks	IF^2
1	Sabancı	105	216	115	0.53	3.15	24	35	12.45	40
2	Ege	135	305	104	0.34	3.03	15	23	7.63	27
3	BOUN	62	106	32	0.30	2.23	12	18	5.18	17
4	ÇOMÜ	115	180	72	0.40	2.19	18	25	8.74	26
5	İstanbul	122	170	88	0.52	2.11	20	28	8.86	27
6	ODTÜ	120	191	48	0.25	1.99	20	33	11.6	28
7	TÜBİTAK	62	80	15	0.19	1.53	12	18	7.03	21
8	Ankara	71	75	31	0.41	1.49	11	23	8.64	15
9	Akdeniz	45	45	16	0.36	1.36	11	15	5.15	17
Sıra	Kurum	N	①	②	②/①	IPS	h -indeks	g -indeks	AR -indeks	IF^2
1	Sabancı	43	140	76	0.54	5.02	14	23	8.21	31
2	Ege	93	255	85	0.33	3.66	11	18	6.07	25
3	İstanbul	62	115	68	0.59	2.95	14	19	6.54	20
4	ODTÜ	66	151	32	0.21	2.77	13	21	5.98	24
5	ÇOMÜ	82	159	59	0.37	2.66	11	16	5.49	19
6	BOUN	41	83	25	0.30	2.63	9	15	4.62	11
7	TÜBİTAK	31	63	11	0.17	2.39	7	11	3.10	15
8	Akdeniz	24	33	13	0.39	1.92	6	8	3.77	9
9	Ankara	40	52	15	0.29	1.68	6	10	2.80	8

en çok BOUN, Ege ve ÇOMÜ'den gelmektedir. Yazar katkısı oranı 0.5'i geçen dört kurum bulunurken, yaptıkları yayınlar ile en çok atıf alan Sabancı Üniversitesi bu oranın altında kalmaktadır. Yayınlardaki yazar katkısı oranı sorumlu yazarı Türkiye adresli olduğu durumda 0.5 ve 0.87 arasında değişmektedir. Bu kategoride BOUN ve Ege ilk sırayı paylaşmakta, hemen ardından 0.84 ile ÇOMÜ ve 0.74 ile Ankara Üniversitesi gelmektedir. Yayın başına atıflar dikkate alındığında Sabancı Üniversitesi 26.36 ve 14.53 atıf ile her iki kategoride de ilk sıradadır. Bu sıralamayı ODTÜ (%11.74) ve İstanbul (%10.78) ile tüm yayınlarda ve İstanbul (%9.30) ve ODTÜ (%7.76) ile sorumlu yazarı Türkiye adresli yayınlarda takip etmektedir.

Son olarak, Türkiye'deki astronomi ve astrofizik alanında

100 makaleyi aşan araştırma kurumlarının IPS 'lerinin zamansal analizleri yapılmıştır. Ayrıca önerilen yeni performans göstergesiyle kıyaslamak için beş kurumun h , g , AR ve IF^2 indeksleri de hesaplanmıştır. Şekil 1'den de görüleceği gibi 1998 ile 2012 yılları arasında Sabancı Üniversitesi'nin IPS değerleri 4 ile 8 aralığında değişmektedir. Bu aşamada, Sabancı Üniversitesi'nin yeni kurulduğu ve astrofizik araştırmalarının 1999'da başladığı unutulmamalıdır. Ege, ODTÜ ve İstanbul Üniversite'lerinin IPS değerleri 4 civarındadır. Ege'nin 2004'e kadar zaman ile artan bir eğilimi olduğu dikkat çekmektedir. Diğer kurumların IPS değerleri ise 2 ile 4 arasında değişmektedir. h , g , AR ve IF^2 indeksleri zaman ile kümülatif olarak gelişirken IPS değerlerinin



Şekil 1. Makale sayıları 100'ün üzerinde olan kurumların *IPS*, *h*-indeks, *g*-indeks, *AR*-indeks ve IF^2 değerlerinin zamansal değişimi.

her bir araştırma kurumunun bilimsel etkisine bağlı olarak artan ya da azalan değerlerde olabileceği dikkat çekicidir.

5 Tartışma

Bu çalışmada kurumların bilimsel performanslarının değerlendirilmesinde yeni bir niceliksel gösterge önerilmiştir. Teklif edilen göstergenin iki kritik öneme sahip bileşeni vardır: biri yayının bulunduğu derginin etki katsayısının yazar katkısıyla ağırlıklandırılmış, diğeri de dergide yayımlandıktan sonra yayının her yıl aldığı atıf sayılarının yine yazar katkısıyla düzeltilmiş hali. Bir başka deyişle, *IPS* değeri araştırma kurumunun bilimsel etkisi olarak ele alınabilir. Hızlı iletişim çağı ve daha yüksek performanslı hesaplamalar sayesinde günümüz bilim insanları jeopolitik sınırları aşarak ortak bilimsel işbirliği sayesinde daha üretken olmaktadır. Uluslararası işbirliği yapmak kolaylaştıkça uluslararası araştırmanın büyüklüğü de onunla artmaktadır. Özellikle büyük bütçeli deneysel çalışmalar, CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı gibi, işbirliğinin büyüklüğünden dolayı yüzlerce farklı araştırma kurumundan binlerce araştırmacıyı bir araya getirmektedir. Dolayısıyla, işbirliğiyle oluşturulan bir makalenin tek bir araştırma kurumuna atfedilmesi doğru değildir. Bundan dolayı, her bir kurumdan gelen yardımcı yazar sayısının toplam yazar sayısına oranı hesaba katılarak, yayımlanan herhangi bir makale için derginin etki katsayısına çarpımsal bir ağırlık olarak getirilmesi kurum performanslarının ölçümünde daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

Dergi ve onunla ilişkili etki katsayısı, araştırma konusunun kalitesinin doğrudan ölçümünü vermez. Bazı makaleler yayın giderinin fon ile desteklenmediği durumlarda, düşük etki katsayılı ve sayfa başına ücret talep etmeyen SCI kapsamındaki dergilere

gönderilebilir. Bununla birlikte az sayıda yüksek etki katsayılı ve sayfa başına ücret talep etmeyen, örneğin astronomi ve astrofizik alanında MNRAS gibi, dergiler de vardır. Yazar katkısıyla birlikte kullanıldığında derginin etki katsayısı bilimsel yayının hassas bir kalite göstergesi haline gelir.

Bilimsel bir makalenin bir diğer önemli başarı göstergesi de alınan atıfların sayısıdır. Bir yayının konuyla ilgili diğer araştırmacılarca kaynak gösterilebilmesinden önce, kaçınılmaz olarak, belirli bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Yıllar geçtikçe makalenin dikkate alınması söz konusu olacağından atıfların gelmesi zaman alabilir. Önerilen yeni metriğe alınan atıflar yıllara göre normalleştirilmiştir. Böylelikle, yeni yayımlanan makaleler bir süre önce yayımlanmış makaleler ile alınan atıflar açısından dengelenir.

Yeni performans göstergemiz astronomi ve astrofizik alanında uzmanlaşmış Türk kurumlarının yayımlarıyla denenmiştir. Yaygın olarak kullanılan *h*-indeksi ya da türevlerinin öncelikli olarak makalelerin aldığı atıfları içermelerinden dolayı aralarında büyük bir farkın olmadığı gösterildi. Bu yaklaşım en çok atıf alan makalelerden oluşan az sayıda bir çalışmadan hesaplanacağından, kurumların performanslarını duyarlı ölçmemektedir. Çizelge 2'de gösterildiği üzere *h*, *g*, *AR* ve IF^2 indeksleri birbirine çok yakinken, *IPS* değerleri büyük farklılık göstermektedir. *IPS* kullanımının bir başka önemli özelliği de araştırma kurumunun bilimsel performansına bağlı olarak artabilir ya da azalabilirliği-dir. Burada kıyaslanan diğer dört gösterge zamanla kümülatif olarak değişir. Literatürdeki diğer performans göstergeleri de bu çalışmada dikkate alınmıştır (örneğin, Batista ve diğ., 2006; Vieira ve Gomes, 2010; Abramo ve diğ., 2013; Franceschini ve diğ., 2013). Batista ve diğ., (2006) ve Vieira ve Gomes, (2010)'in önerdiği yöntemler saf *h*-indeksi analizinden farklı olmasına rağmen ağırlıklı olarak *h*-indeks parametresine dayanır. Öte yandan bu çalışmada kurumların bilimsel yayın performanslarının ölçümü için önerilen metrik Web of Knowledge gibi ortak kullanılan, kolaylıkla ulaşılan girdi parametrelerini kullanır.

6 Sonuçlar

Önerdiğimiz bilimsel etki göstergesi *IPS*, araştırma performansı değerlendirilmede güçlü ve ayırtedici bir teknik olduğu sonucuna ulaştık. Son puandan bağımsız olarak statik ve dinamik etkiler ölçülebilir. Kurumların *IPS* değerleri hesaplanırken aynı zamanda kurumların ortalama yazar katkıları da ölçülür ki bu da işbirliği yapma eğilimi olarak yorumlanabilir. Son olarak, önerdiğimiz performans göstergesi bireysel araştırmacıların bilimsel etkilerini değerlendirmek üzerine de uyarlanabilir. *IPS*, araştırmacının tüm yayınları toplandığında, performans değerlendirilmede hassas bir karşılaştırma yapılmasına olanak tanır. Kurumların yayın performanslarını değerlendirmek için geliştirilen bu yeni metriği tanıttığımız makalemiz *Journal of Scientometric Research* isimli uluslararası hakemli dergide yayımlanmak üzere kabul edilmiştir.

Kaynaklar

- Abramo, G., D'Angelo, C. A., & Viel, F. (2013) 'The suitability of *h* and *g* indexes for measuring the research performance of institutions', *Scientometrics*, 97, 555.
- Batista, P. D., Campiteli, M. G., Kinouchi, O., & Martinez, A. S. (2006) 'Is it possible to compare researchers with different scientific interests?', *Scientometrics*, 68, 179.
- Bilir, S., Göğüş, E., Önal, Ö., Öztürkmen, N. D., & Yontan, T. (2013) 'Research performance of Turkish astronomers in the period of 1980-2010', *Scientometrics*, 97, 477.

- Boell, S. K., & Wilson, C. S. (2010) 'Journal impact factors for evaluating scientific performance: use of *h*-like indicators', *Scientometrics*, 82, 613.
- Egghe, L. (2006) 'Theory and practise of the *g*-index', *Scientometrics* 69, 131.
- Franceschini, F., & Maisano, D. (2010) 'Analysis of the Hirsch index's operational properties', *European Journal of Operational Research*, 203, 494.
- Franceschini, F., Maisano, D., & Mastrogiacomo, L. (2013) 'Evaluating research institutions: the potential of the *success*-index', *Scientometrics*, 96, 85.
- Hagen, N. T. (2008) 'Harmonic allocation of authorship credit: Source-level correction of bibliometric bias assures accurate publication and citation analysis', *PLoS ONE*, 3(12), e4021.
- Hirsch, J. E. (2005) 'An index to quantify an individual's scientific research output', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 16569.
- Jin, B., Liang L., Rousseau R., & Egghe, L. (2007) 'The *R*- and *AR*-indices: Complementing the *h*-index', *Chinese Science Bulletin*, 52, 855.
- Levitt, J. M., & Thelwall, M. (2011) 'A combined bibliometric indicator to predict article impact', *Information Processing & Management*, 47, 300.
- Liu, X. Z., & Fang, H. (2012) 'Fairly sharing the credit of multi-authored papers and its application in the modification of *h*-index and *g*-index', *Scientometrics*, 91, 37.
- Vieira, E. S., & Gomes, J. A. N. F. (2010) 'A research impact indicator for institutions', *Journal of Informetrics*, 4, 581.

Erişim:

O53-1400: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Güneş Kromosferindeki Salınımlar

Z. Funda Bostancı^{1*}, Nurol Al¹, Asuman Gültekin¹

¹Istanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, Güneş kromosferinin sakin ve yarı-aktif bölgelerinde gözlenen koyu iplikli yapıların periyodik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmaya konu olan veriler, Kanarya adalarından biri olan Tenerife'de kurulu Vakum Kule Teleskopu'ndaki iki boyutlu Fabry-Perot Spektrometresi kullanılarak elde edilmiştir. Gözlemler sırasında $H\alpha$ spektral çizgisi $125 \text{ m}\text{\AA}$ 'luk adımlarla 18 farklı dalgaboyu noktalarında taranmıştır. Güneş atmosferindeki farklı derinlikleri incelemek için $H\alpha$ çizgi merkezinden 0.3 ve 0.7 \AA uzaklıktaki kanatlara ait Doppler ve şiddet görüntü serileri oluşturulmuş, wavelet analizi kullanılarak güç, koherans ve faz spektrum haritaları elde edilmiştir. Burada, bir ağyapı bölgesi ile bir yarı-aktif bölgede gözlenen ince yapılarıdaki salınımların periyodik özellikleri birbirleri ile karşılaştırılarak incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Sun: oscillations, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Sakin Güneş kromosferine $H\alpha$ çizgi profilinin kanatlarında bakıldığında manyetik ağyapı olarak da bilinen süpergranül hücre sınırlarında koyu ince iplikli yapılar gözlenmektedir. Ağyapı içerisindeki parlak noktalardan çıkıyormuş gibi görünen bu yapılar Güneş diski üzerinde gözlemlendiğinde *mottle*, Güneş diski kenarında gözlemlendiğinde *spikül* olarak tanımlanır. Konumlarına göre mottleler iki farklı şekilde gruplaşır; eğer üç süpergranül hücrenin birleştikleri yerde bulunuyor ise *rozet*, süpergranül hücre kenarında bulunuyor ise *zincir* adını alırlar (Beckers, 1963, 1968; Bray ve Loughhead, 1974; Suematsu ve diğ., 1995).

Aktif Güneş kromosferine $H\alpha$ çizgisinde bakıldığında farklı bir özellik sergileyen koyu ince uzun yapılar gözlenmektedir. Fibril adı verilen bu yapılar, geleneksel fibril ve dinamik fibril olarak iki gruba ayrılmaktadır. Dinamik fibriller aktif bir plaj bölgesinde bulunan kısa ömürlü, uzunluğu daha kısa olan jet benzeri yapılar iken geleneksel fibriller yüzeye daha paralel, daha uzun ömürlü ve daha uzun olan kararlı yapılarıdır (De Pontieu ve Erdelyi, 2006; Hansteen ve diğ., 2006; Tsiropoula ve diğ., 2012).

Bu ince yapıların kromosferin ısıtılmasında katkıda bulunan önemli birer kaynak olduğu düşünüldüğü için, yapılarda gözlenen salınımların ayrıntılı araştırılması son zamanlarda oldukça önem kazanmıştır. Bu çalışmada, iki boyutlu spektroskopik gözlem verilerinin avantajından faydalanılarak, güneş atmosferinin farklı derinliklerinde gözlenen bu koyu ince yapılarıdaki salınımlar araştırılacaktır.

2 Gözlemler ve Analizler

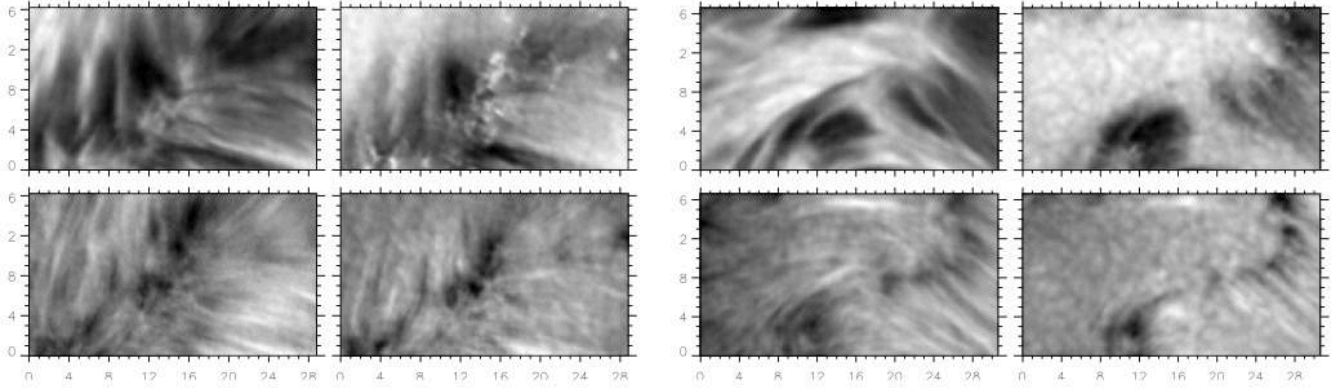
Bu çalışmada kullanılan veriler Güneş kromosferinde bir ağyapı bölgesi ile küçük bir aktif bölgenin, Tenerife'de bulunan VTT teleskobunda kurulu olan iki boyutlu Fabry-Perot spektrometresi ile $H\alpha$ 'da gözlenmesiyle elde edilmiştir. Gözlemler sırasında $H\alpha$ spektral çizgisi $125 \text{ m}\text{\AA}$ adımlarla taranarak 18 farklı dalgaboyunda görüntüler alınmıştır. Geniş bant ve dar bant görüntüleri eşzamanlı kayıt edilmiştir. Gözlemler sonunda 49 s aralıklarla toplam 60 taramadan oluşan bir seri elde edilmiştir. Görüntü ölçeği piksel başına $0''.1$ olup, görüş alanı

$38''.4 \times 28''.6$ büyüklüğündedir. Standart CCD indirgemelerinin ardından, spekl yeniden oluşturma tekniği kullanılarak geniş ve dar bant görüntüleri üzerindeki arz atmosferinin neden olduğu bozucu etkiler uzaklaştırılmıştır. Darbant görüntülerinin üst üste çakıştırma işlemi sonunda görüş alanının son büyüklüğü ağyapı bölgesi için $28''.8 \times 16''.2$, aktif bölge için $30''.6 \times 16''.7$ olmuştur (Bostancı, 2009; Gültekin, 2010).

Görüş alanı içerisindeki ince yapıların hem morfolojik özelliklerini hem de dinamiğini araştırmak için şiddet ve Doppler hız görüntülerine gerek duyulmaktadır. Bu çalışmada $H\alpha$ çizgi merkezinden 0.3 ve 0.7 \AA uzaklıklardaki görüntüler dikkate alınarak, iki farklı atmosferik derinlik için şiddet ve Doppler görüntüleri, her bir taramanın söz konusu derinliğine karşılık gelen görüntüleri toplanarak ve farkı alınarak oluşturulmuştur. $H\alpha$ çizgi merkezinden 0.3 \AA uzaklıkta alınan görüntü kromosfer tabakasının, merkezden 0.7 \AA uzaklıktaki ise fotosfer tabakasının özelliklerini yansıttığı düşünülmektedir. Şekil 1'de ortalama şiddet ve Doppler görüntüleri sunulmuştur. Şekildeki sol dörtlü panelin görüş alanında bir ağyapı bölgesi vardır. Ağyapı sınırlarını belirleyen parlak noktalar çizgi merkezinden 0.7 \AA uzaklıkta alınan görüntüde dikkati çekerken, çizgi merkezine yakın görüntüde mottleler kendini daha iyi belli etmektedir. Şekildeki sağ dörtlü panelin görüş alanında ise yarı-aktif bir bölge vardır. Görüş alanının sol alt ve sağ üst kısımlarında yer alan iki parlak nokta grubu çizgi merkezinden 0.7 \AA uzaklıktaki görüntüde kendini belli ederken, fibriller çizgi merkezine yakın görüntüde daha belirgin görülmektedir. Doppler görüntülerindeki koyu bölgeler aşağıya doğru, parlak olanlar ise yukarıya doğru madde hareketini göstermektedir. Doppler haritalarından da görüleceği gibi hem mottle hem de fibrillerin olduğu yerlerde madde her iki yönde hareket etmektedir.

Gözlenen her iki bölgenin periyodik özelliklerini incelemek için Doppler görüntü serilerine wavelet analizi (Torrence ve Compo, 1998) uygulanarak Doppler güç spektrum haritaları elde edilmiştir. Daha sonra çapraz wavelet dönüşümü yardımıyla seçilen iki atmosferik derinliğe karşılık gelen Doppler değişimleri arasındaki faz farkı spektrum haritaları oluşturulmuştur. En son olarak üç farklı frekans aralığı (0.7 - 1.7 , 2.4 - 4.1 ve 4.9 - 8.3 mHz) için elde edilen güç ve faz farkı haritalarının ortalaması alınmıştır. Seçilen bu frekans aralıkları sırasıyla, uzun, 5 dakikalık ve 3 dakikalık periyot aralıklarına karşılık gelmektedir (Bkz Bostancı ve diğ., 2014).

* funda.bostanci@istanbul.edu.tr



Şekil 1. İki farklı atmosferik derinlik için ortalama şiddet (ilk sıra) ve Doppler görüntüleri (ikinci sıra). Atmosferik derinlik sağdan sola doğru artmaktadır. Soldaki dörtlü panelin görüş alanında bir ağyapı bölgesi gözlenirken, sağdaki dörtlü panelde yarı aktif bir bölge vardır. Doppler görüntülerindeki koyu bölgeler aşağıya doğru, parlak olanlar ise yukarıya doğru hareketi göstermektedir. Görüş alanının büyüklüğü $28''.8 \times 16''.2$ (sol dörtlü panel) ve $30''.6 \times 16''.7$ (sağ dörtlü panel)'dir.

3 Tartışma ve Sonuç

Ortalama Doppler güç ve faz farkı haritaları sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir. Güç haritalarındaki parlak bölgeler güçlü olduğu yerlere karşılık gelmektedir. Faz farkı haritalarındaki pozitif (kırmızı) ve negatif (mavi) değerler sırasıyla yukarıya ve aşağıya doğru ilerleyen dalgaları göstermektedir.

3.1 Doppler Güç Haritaları

Uzun periyot aralığı; ağyapı bölgesine bakıldığında kromosfer tabakasında gücün yapılar üzerinde bir dağılım sergilediği, fotosferde ise daha çok ağyapı üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Yarı aktif bölgede ise, güç kromosferde tüm görüş alanında bir dağılım gösterirken, fotosferde gücün ağırlıklı olarak fibriller üzerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Özellikle sol alt bölgedeki fibril grubu üzerindeki güç yoğunlaşması dikkat çekmektedir. Yapıların olmadığı yerde güç granüler dağılım göstermektedir.

5 dakikalık bant aralığı; kromosferde ağyapı bölgesinde gücün tüm görüş alanına yayıldığı, ağyapı üzerinde ve çevresinde ise biraz bastırıldığı gözlenmektedir. Fotosferde ise güç daha çok ince yapılar üzerinde yoğunlaşmıştır. Yarı aktif bölgede de gücün kromosferde tüm görüş alanına yayıldığı, fotosferde ise fibriller üzerinde kuvvetlendiği görülmektedir.

3 dakikalık bant aralığı; ağyapı bölgesinde, yüksek atmosferik tabakalarda gücün ağyapı çevresinde kuvvetli bastırıldığı, alt tabakalarda ise ağyapı ve çevresinde arttığı görülmektedir. Yarı aktif bölgede, gücün kromosferde fibrillerin olmadığı bölgelerde yoğunlaştığı, fibriller üzerinde tamamen bastırıldığı, fotosferde ise fibriller üzerinde yoğunlaşmış olduğu görülmektedir. Ancak fibriller üzerindeki bu güç artışı 5 dakikalık bölgedeki artışa göre daha zayıftır.

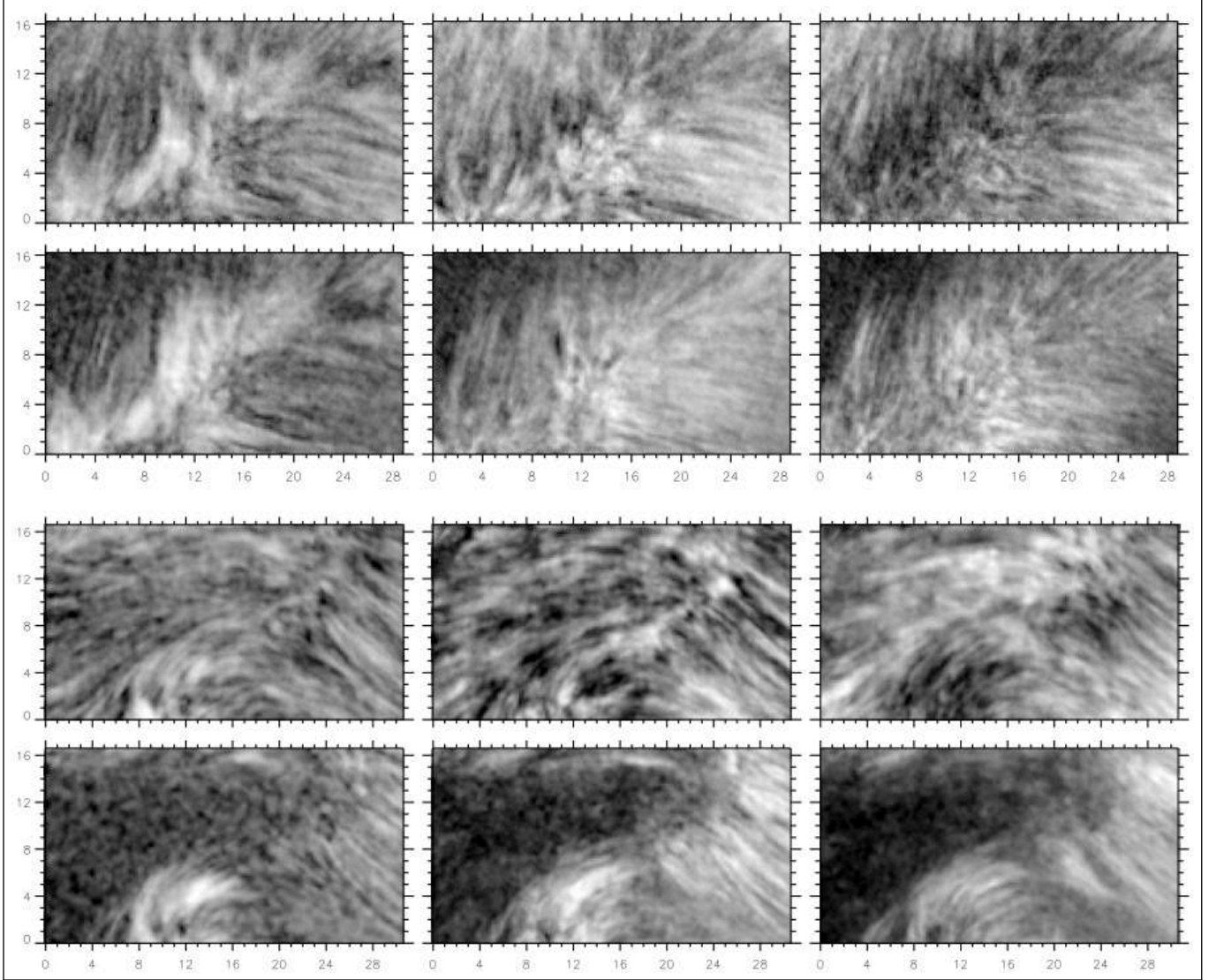
3.2 Faz Farkı Haritaları

Uzun periyot aralığı; ağyapı bölgesinde, manyetik alan çizgilerinin yüzeye hemen hemen dik olduğu manyetik ağyapı üzerinde yukarıya doğru ilerleyen dalgalar gözlenirken yapıların eğimli manyetik alan boyunca uzandığı ağyapı içi bölgede hem yukarıya hem de aşağıya doğru yayılan dalgalar gözlenmiştir. Benzer bir bulguyu Gupta ve diğ., (2013) de rapor etmişlerdir. Vecchio ve diğ., (2007) frekansı akustik cut-off frekansının altında olan dalgaların manyetik elemanlar içerisinde fotosferden kromosfere doğru ilerleyebildiğini göstermişlerdir. Fibril bölgesine

bakıldığında, sol alt grupta iki yönlü dalgaların olduğu, sağ üst grupta ise yukarıya ilerleyen dalgaların baskın olduğu tespit edilmiştir. Benzer farklılık güç haritalarında da ortaya çıkmıştır; sol alt grupta fotosferden kromosfere doğru güç azalışı gözlenirken sağdaki grupta güç artışı gözlenmiştir. Güçteki bu artış p-modların eğimli manyetik alan çizgileri boyunca üst tabakalara sızması (De Pontieu ve diğ., 2004) şeklinde yorumlanabilir.

5 dakikalık bant aralığı; mottleların sıklaştığı ağyapı çevresinde manyetik alan tarafından aşağıya doğru yansıtılmış dalgalar gözlenmekte iken, yapıların daha seyrek olduğu yerlerde yukarıya doğru ilerleyen dalgalar dikkat çekmektedir. Aşağıya doğru yansıtılan dalgalar kendini güç haritalarında da göstermektedir. Ağyapı çevresindeki güç fotosferde kuvvetli görünürken kromosferde bastırılmıştır. Üst tabakalarda gözlenen bu güç azalması 'manyetik gölgelenme' olarak adlandırılmaktadır. İki boyutlu simülasyonlarla manyetik alanın oldukça eğimli olduğu yerlerde dalgaların aşağıya yüzeye doğru geri yansıtıldığı gösterilmiştir (Rosenthal ve diğ., 2002). Fibril bölgesinde, sol alt grupta ağırlıklı olarak aşağıya yönelen dalgalar baskın iken sağ üst grupta hem aşağıya hem yukarıya doğru ilerleyen dalgalar gözlenmektedir.

3 dakikalık bant aralığı; ağyapı bölgesinde mottlelar üzerinde hem aşağıya hem de yukarıya doğru ilerleyen dalgalar gözlenmektedir. Fakat güç haritalarına bakıldığında kromosferdeki güç baskılanmasının 5 dakikalık bant aralığındaki güç baskılanmasından daha kuvvetli olduğu görülmüştür. Dolayısıyla dalgaların aşağıya doğru kuvvetli yansımaları beklenirken faz haritalarında bu sonucu desteklememektedir. Bu durum aşağıya doğru yönelen dalgaların yukarıya doğru ilerleyen akustik dalgalar tarafından boğulması şeklinde açıklanabilir. Benzer şekilde her iki gruptaki fibriller bölgede de hem pozitif hem negatif faz farkı değerleri gözlenmektedir. Pozitif faz farkı değerlerin eğimli manyetik alan tarafından engellenmeyen ve yukarıya ilerleyebilen dalgalara, negatif değerlerin ise eğimli manyetik alanlar tarafından yansıtılan akustik dalgalara işaret ettiği düşünülmektedir. Diğer taraftan bu durum fibriller yapının olmadığı ve akustik dalgaların yukarıya ilerleyebilmesi gereken bölgedeki negatif faz değerlerini açıklamamaktadır. Söz konusu bölgede aynı zamanda kromosfere doğru bir güç artışı da gözlenmektedir. Gözlenen bu bulgunun aşağıya doğru yönelmiş sönümlenen dalgaların bir sonucu olup olmadığı belirsizdir. Yine aynı bölgede 5 dakikalık bantta bek-



Şekil 2. Ağyapı bölgesi (üst panel) ve yarı-aktif bir bölge (alt panel) için iki farklı atmosferik derinliğe (panelin üst satırı kromosfere, alt satırı fotosfere) ait Doppler görüntü serilerinden elde edilen ortalama güç haritaları. Sütunlar seçilen üç frekans aralığını göstermektedir. Görüntü ölçeği logaritmiktir ve parlak yerler gücün kuvvetli olduğu bölgelerdir.

lenmeyen pozitif faz değerleri ve üst atmosferik tabakada da bir güç artışı görülmektedir. Bu güç artışının dalga kırılmasının bir sonucunda ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

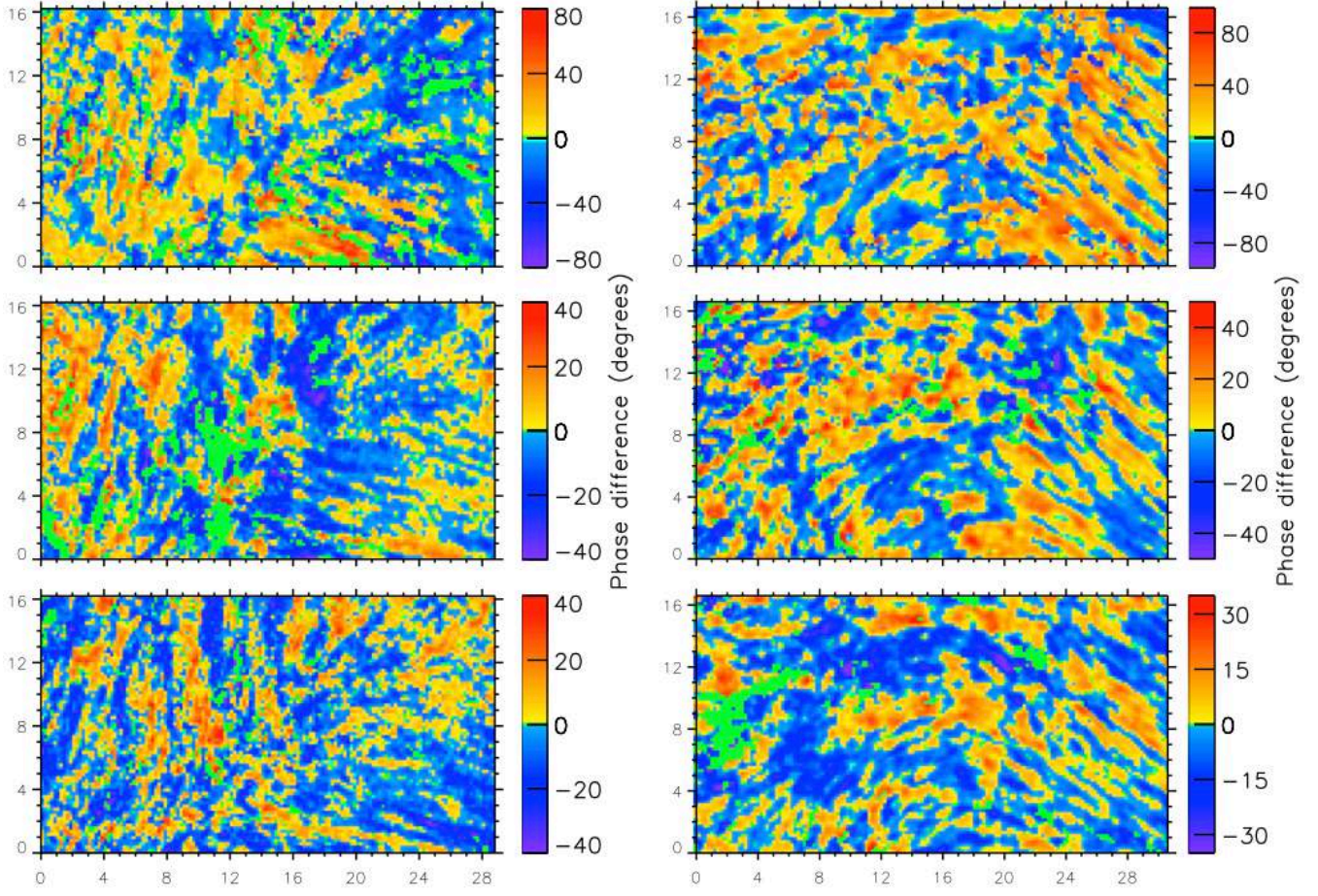
Bu çalışmadan da görülebileceği gibi elde edilen bazı sonuçlar literatürdeki çalışmalarla açıklana-bilmektedir. Ancak fibril bölgesinde 3 dakikalık bant aralığında fibriler yapının olmadığı bölgedeki negatif faz değerlerinin ya da 5 dakikalık bantta yine aynı bölgedeki pozitif faz değerlerinin ve komosferik yüksekliklerde gözlenen güç artışının sebebinin daha iyi anlaşılabilmesi ve açıklanabilmesi için Güneş atmosferinde koronayı da içeren çok daha geniş bir yükseklik aralığı eş zamanlı gözlenerek wavelet analizi yardımıyla dalgaların özelliklerinin ortaya konması gerekmektedir.

4 Teşekkür

Z. Funda Bostancı, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 51394 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Beckers J. M., 1963, ApJ, 138, 648
 Beckers J. M., 1968, Sol. Phys., 3, 367
 Bray R. J., Loughhead R. E., 1974, The Solar Chromosphere. Chapman and Hall, London
 Bostancı, Z. F., 2009, PhD Tez. İstanbul Üniversitesi
 Bostancı, Z. F., Gültekin, A. ve Al, N., 2014, MNRAS, 443, 1267-1273
 De Pontieu B., Erdelyi R., James S. P., 2004, Nature, 430, 536
 De Pontieu B., Erdelyi R., 2006, R. Soc. Lond. Phil. Trans. Ser. A, 364, 383
 Gupta G. R., Subramanian S., Banerjee D., Madjarska M. S., Doyle J. G., 2013, Sol. Phys., 282, 67
 Gültekin, A., 2010, PhD Tez. İstanbul Üniversitesi
 Hansteen V. H., De Pontieu B., Rouppe van der Voort L., van Noort M., Carlsson M., 2006, ApJ, 647, L73
 Rosenthal C. S. et al., 2002, ApJ, 564, 508
 Suematsu Y., Wang H., Zirin H., 1995, ApJ, 450, 411
 Torrence C., Compo G. P., 1998, Bull. Am. Meteorol. Soc., 79, 61



Şekil 3. Ağyapı bölgesi (sol panel) ve yarı-aktif bölge (sağ panel) için H α çizgi merkezinden 0.3 ve 0.7 Å uzaklıklardaki Doppler değişimleri arasındaki ortalama faz farkı haritaları. Satırlar yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla 0.7-1.7, 2.4-4.1 ve 4.9-8.3 mHz aralığındaki ortalama faz farkı haritalarını göstermektedir. Kırmızı ve mavi bölgeler ise yukarıya ve aşağıya doğru ilerleyen dalgalara karşılık gelmektedir.

Tsiropoula G., Tziotziou K., Kontogiannis I., Madjarska M. S., Doyle J. G., Suematsu Y., 2012, Space Sci. Rev., 169, 181
Vecchio A., Cauzzi G., Reardon K. P., Janssen K., Rimmele T., 2007, A&A, 461, L1

Erişim:

O53-1420: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Toplam Güneş Işıması (TGI) - Yerel Sıcaklık İlişkisi: İstanbul Örneği

Özkan Doğan¹★, M. Türker Özkan²

¹Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul

²İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Bu çalışmada Dünya'nın üst atmosferinde birim alana dik olarak gelen güneş ışınımının bir ölçüsü olarak tanımlanan Toplam Güneş Işıması (TGI)'nin tarihsel gelişimi çerçevesinde, iklim değişimine kanıt olarak sunulan küresel sıcaklık artışının yerel olarak nasıl seyrettiği araştırılmıştır. Yerel bölge olarak seçilen İstanbul ilinin en eski sıcaklık kayıtları olarak B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve D.A.E. Meteoroloji Laboratuvarı'nın verileri kullanılmıştır. Sıcaklık verileri Aralık-1913'den itibaren 15. Güneş çevriminin başlangıcına uygun olarak alınmıştır. Takip eden dokuz Güneş çevrimi için ayrı ayrı korelasyonlara bakılmıştır. Bazı çevrimlerde anlamlı korelasyon görülmekle beraber çoğunlukla TGI ile yerel sıcaklık arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: (Sun:) solar-terrestrial relations, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Veriler ve Yöntem

TGI verileri için iki farklı kaynak kullanıldı. Birincisi, PMOD (Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos) (2013) isminde İsviçre'de bulunan bir merkez verileri; ikincisi ise leke sayıları ve alanlarını kullanarak Maunder minimumuna kadar götürdüğü üretilmiş veri setidir Krivova et al. (2010). TGI verileri 1978'den itibaren uydular yoluyla doğrudan Güneş radyasyonunun elde edilmektedir. Bu tarihten önce TGI'ya Güneş Sabiti denilmekteydi. Çünkü Güneş'ten gelen radyasyon sabit kabul ediliyordu. Dünya-Güneş arası uzaklığı da 1 AU olarak sabit kabul edip 1 m^2 'ye bir birim zamanda gelen akı miktarı olarak hesaplanan değer elbetteki sabit olacaktı. Ne varki gelişen teknoloji Güneş'teki ışımının sabit olmayıp leke çevrim aktivitesini takip edecek şekilde değiştiğini göstermiştir. Doğrudan ölçülen TGI verileri her ne kadar 1978'den itibaren mevcutsa da 21. çevrimi iki farklı veri setiyle incelemek için sadece 22. ve 23. çevrimler için kullanılmıştır. 15-21. çevrimleri için oldukça güvenilir bir üretilmiş veri seti kullanılmıştır Kılıçık (2005).

Sıcaklık verileri B.U. Kandilli Rasathanesi ve DAE. Meteoroloji Laboratuvarı'ndan alınmıştır. Kandilli Rasathanesi İstanbul'un en eski sıcaklık verilerine sahip kurumdur. 1912 yılından itibaren kayıtları varsa da 15. çevrimin başı olan 1913 yılından 23. çevrimin sonu olan 2008 tarihleri arası veri seti kullanılmıştır. Kurum günlük olarak min., max. ve ort. sıcaklık değerlerini kayıt altına almaktadır. Bu çalışma için günlük ortalama sıcaklık değerleri alınarak aylık ortalamaları bulunmuştur. Bu değerlerden de yıllık ve çevrimsel ortalamalar hesap edilmiştir. Tüm ortalama kümeleri için anomaliler hesap edilmiş ve bu çalışmanın temel parametresi olarak kullanılmıştır. Sıcaklık verilerinde okuma ve yazma hataları ile mevsimsel değişimler söz konusudur. Ayrıca bilindiği üzere sıcaklığın mevsimsel değişimleri de söz konusudur. Bu tip hataları ve salınımları minimize etmek için 365 günlük yürüyen ortalama alınmıştır. Bununla beraber bir çevrim boyunca genel gidimi görmek için 11 yıllık yürüyen ortalamalar elde edilmiştir. Hazırlanan bu veriler temel istatistiksel

yöntemler olan korelasyon hesabı ve çapraz korelasyon yardımıyla karşılaştırılmıştır.

2 Tartışma ve Sonuç

TGI- Sıcaklık arasında olası ilişkileri görmek için her çevrim için korelasyonları hesap edilmiştir. Aynı zamanda çapraz korelasyonlarına da bakılarak TGI-Sıcaklık arasında bir zaman kayması olup olmadığına bakılmıştır.

Şekil 1 (üst ve orta) grafikleri sırasıyla TGI ve sıcaklık verilerinin 96 yıl için genel gidimlerini göstermektedir. Yaklaşık yüz yıllık süreçte TGI ve sıcaklık değerlerinin genel olarak arttığı görülmektedir. İstanbul sıcaklığının ise 0.76°C kadar bir artış gösterdiği görülmektedir. Dünya ortalama sıcaklığı yüz yıl için yaklaşık 1°C kadardır. TGI'nin bir çevrim için ortalama değişim miktarı %0.01 olarak ele alınmaktadır. Bu çalışma için hesaplanan 96 yıllık ortalama artış miktarı 0.35 W/m^2 'dir.

Şekil 1-alt TGI ve sıcaklık için genel gidimler çevrim numaraları da verilerek gösterilmiştir. İstanbul için sıcaklık 1980'lerin başlarından itibaren süregelen ortalamasından saparak artış göstermiştir. Bu durumun İstanbul civarının sanayileşmesi ve nüfus artışı nedeniyle sera gazlarının artışından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Benzer bir artış yaklaşık 10 yıl geriden Dünya ortalama sıcaklıkları için de görülmüştür. 17. Çevrim içinde sert sıcaklık düşüşü yine Dünya ortalama sıcaklığıyla benzer olarak Şekil 1-alt'ta görülmüştür. Neden olarak 2. Dünya savaşı öncesinde ve sırasında endüstriyel aktivitenin artmasıyla atmosfere salınan sülfür partikülleri düşünülmüştür Hansen (2001).

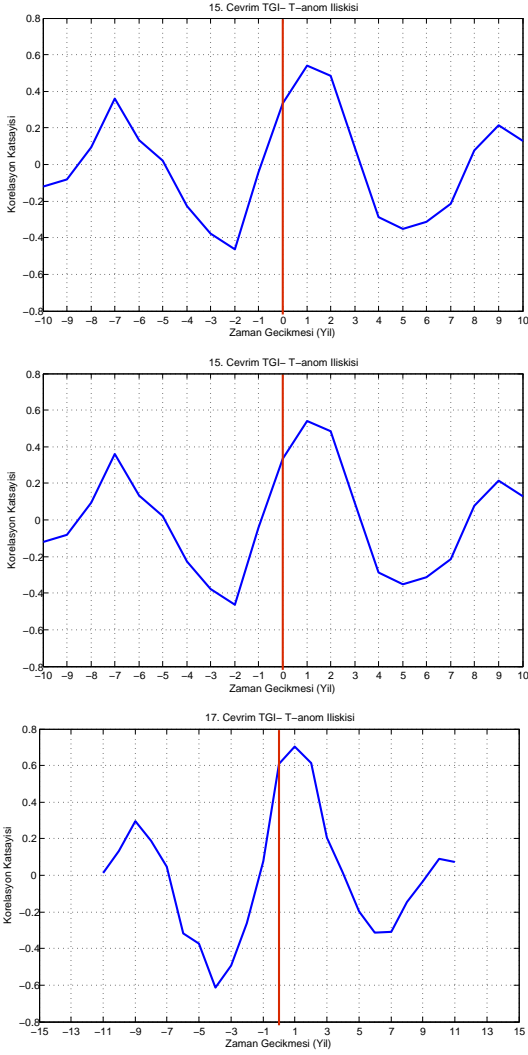
Tüm 9 çevrim için TGI- sıcaklık anomalileri arasındaki korelasyonlara bakıldı (bkz: Çizelge 1). Sadece 15., 17. ve 22. çevrimlerde anlamlı korelasyonlara rastlandı.

Çapraz korelasyon yöntemiyle anlamlı korelasyonlar görülen bu üç çevrim için zaman gecikmelerine bakıldı. 15. ve 17. çevrimler için sıcaklık anomalisinin TGI'yi bir yıl sonradan takip ettiği görüldü (Şekil 2-üst, Şekil 2-orta). Her ne kadar 22. çevrim için anlamlı bir korelasyon görülmüşse de sıcaklık anomalisinin beş yıl geriden gelmesinin bir karşılığı bulunmamaktadır (Şekil 2-alt).

★ ozkandogann@gmail.com

Çizelge 1. Korelasyon Katsayıları

Çevrimler	Korelasyon Katsayıları	Çevrimler	Korelasyon Katsayıları	Çevrimler	Korelasyon Katsayıları
15.Çevrim	0.54	18.Çevrim	0.44	21.Çevrim	0.28
16.Çevrim	0.42	19.Çevrim	0.40	22.Çevrim	0.52
17.Çevrim	0.70	20.Çevrim	0.35	23.Çevrim	0.33



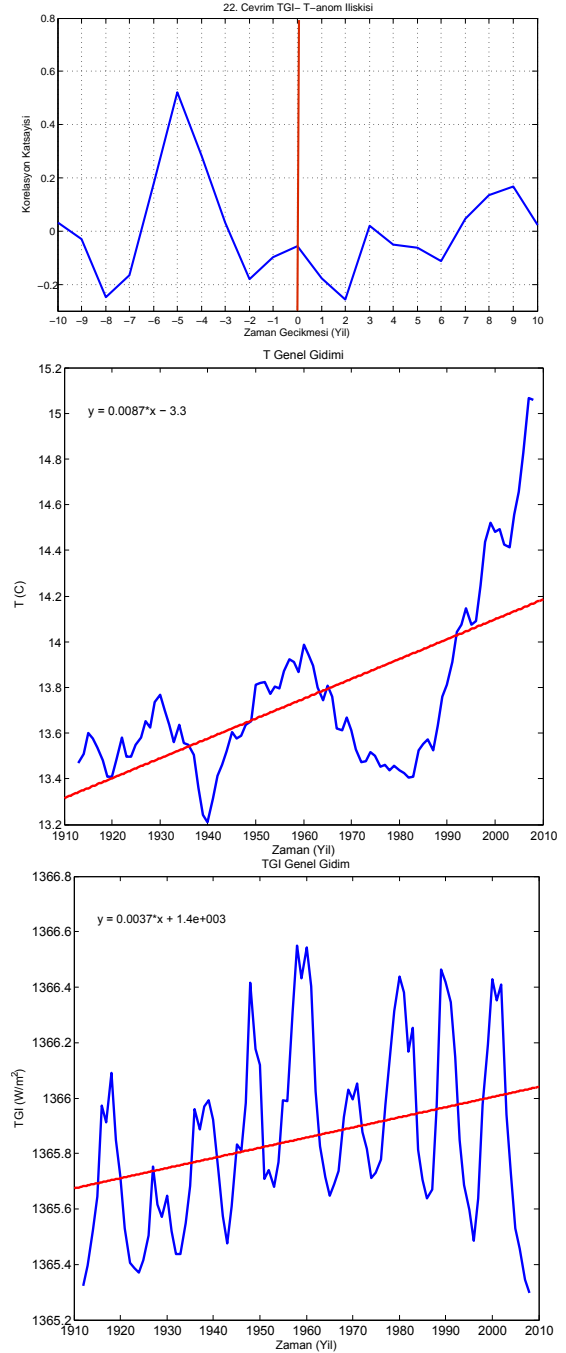
Şekil 1.

Kaynaklar

- 2013, Arch. Rat. Mech. Anal., 1, 1
 Krivova N., Vieira L., Solanki S., 2010, Journal of Astrophysics — Arch. Rat. Mech. Anal., 115, A12112
 Benestad R. E., 2002, Arch. Rat. Mech. Anal., 78, 315
 Friis-Christensen E., 1991, Science — Arch. Rat. Mech. Anal., 254, 698
 Hansen J.E.; Sato M., 2001, Proc. Natl. Acad. Sci. — Arch. Rat. Mech. Anal., 98, 14778
 Kılıç A., 2005, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics — Arch. Rat. Mech. Anal., 67, 1573

Erişim:

053-1435: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.



Şekil 2.

Güneş Sistemi'ndeki Küçük Cisimlerin Manyetik Alanları

Eda Güzel¹*, Serdar Evren¹

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Küçük cisimlerin fiziksel ve dinamik özelliklerinin çalışılması güneş sisteminin oluşumunun ve evriminin anlaşılması için önemlidir. Asteroitlerin güneş sistemi içindeki dağılımlarında çekim kuvvetleri dışında çekimsel olmayan Yarkovsky ve YORP kuvvetlerinin de etkisi bulunmaktadır. Güneş'in ısısal etkisiyle oluşan bu kuvvetler asteroitlerin fiziksel, kimyasal ve dinamik yapılarına göre değişik şiddetlerde asteroitleri etkileyerek dönme ve yörünge özelliklerini değiştirmektedir. Fotometrik olarak asteroit aileleri üzerinde yapılan araştırmalar aynı aile üyelerinin ısısal süreçlerle belirli bir dönme eksen yönelimine ve dönme hızına sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda bu çalışmada 69 Hesperia'nın ışık eğrisinden elde edilen dönem analizi sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: minor planets, asteroids, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Güneş Sistemi'ndeki küçük cisimlerin yörünge modelleri ilk asteroidin keşfinden itibaren kütle çekiminin temel olduğu Kepler Yasaları'na dayalı olarak yapılmaktadır. Ancak 1901 yılında bir Rus mühendis güneş ışınlarının da yörüngeye bir etkisi olduğu fikrini ileri sürdü. Bu öneri 2006 yılında bir uydu ile yapılan ölçümlerle kanıtlandı. Dolayısıyla çekimsel olmayan, yalnızca güneş ışınlarının etkisiyle asteroit yörüngelerinde yarı-büyük eksen uzunluklarının değişmesine neden olan etkiye Rus mühendise atfen Yarkovsky Etkisi denir. Benzer şekilde asteroidin güneşle etkileşimi kutup eksen yöneliminin ve dönme hızının da değişmesine neden olur. Bu etkiye de YORP (Yarkovsky, O'Keffe, Radzievsky, Paddack) Etkisi denir.

Yapılan hesaplar Yarkovsky (ve YORP) Etkisi'nin milyondan milyarlarca varan yıl ölçeğinde asteroitlere yavaşça etki ederek yörüngelerini (ve kutup yönelimlerini) değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Küçük cisimlerin yörünge evriminde çok önemli bir role sahip olduğu tespit edilen ısısal etkinin asteroitleri Ana Kuşak'tan Yer ve Mars yörüngesini kesen yörüngelere yönlendirdiği belirlendi. Dolayısıyla potansiyel olarak tehlikeli cisimlerin kaynak bölgesi olduğu düşünülen Ana Asteroit Kuşağı'ndan göçlerin nasıl oluştuğu sorusunun da cevabını barındıran bir araştırma alanıdır.

Ana Asteroit Kuşağı Güneş Sistemi'nde asteroitlerin en büyük yüzdesinin bulunduğu bölgedir. Önceden burada bulunan büyük bir gezegenin parçalanmasıyla oluştuğu düşünülmektedir. Benzer şekilde büyük gezegen parçalarının çarpışmasıyla ya da parçalanmasıyla oluşan asteroit parçalarının asteroit ailelerini oluşturduğu tezi yapılan hesaplarla ve simülasyonla desteklenmektedir.

Güneş Sistemi'nde tanımlanan 80'e yakın asteroit ailesi bulunmaktadır. Aile üyeleri sadece çekimsel olarak yakın yörüngelere sahiplerse bunlara dinamik aileler denir. Aynı ata asteroitin parçalanmasıyla oluşmuş, yakın yörünge parametrelerinin yanında kimyasal özellikleri (taksonomik sınıfı) de benzerse bunlara genetik aileler denir. Ailelerin kökeni, yaşları ve yörünge evrimlerinin incelenmesi Güneş Sistemi tarihinde olan çarpışma olaylarını, asteroitlerin kaynağını ve geçmişte olası bir gezegenin var olup olmadığını anlamak açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu bilgiden hareketle yapılan araştırmalar ile asteroit aile-

lerin yaş belirlemeleri de mümkündür. Nesvorny and Bottke'nin (2004) asteroit aileleri üzerine çekimsel olmayan kuvvetler ile ilgili yaptığı çalışmalar buna örnektir. Yarkovsky ve YORP etkilerinin belirlenmesi asteroitlerin yörünge evrimlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak güneş sisteminin geçmişine de ışık tutmaktadır. Bu bağlamda Yarkovsky Etkisinin belirlendiği aile sayısını arttırmak önemlidir.

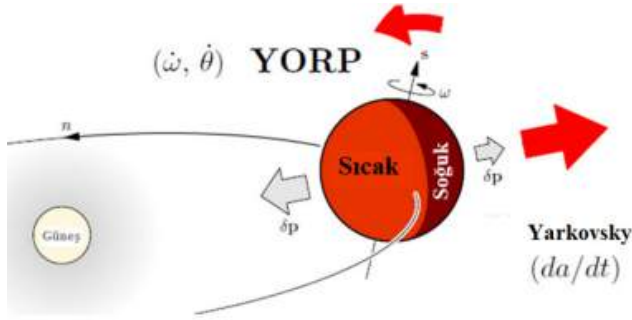
2 Yarkovsky ve YORP Etkisi ve Ölçümü

Yarkovsky ve YORP etkilerinin bazı Yer'e yakın asteroitler için ölçümü astrometrik olarak yapılabilmektedir. Ancak Ana Asteroit Kuşağı asteroitleri daha uzak oldukları için astrometrik ölçümün yapılması daha yüksek hassasiyet gerektirir ve daha zordur. Bunun yerine fotometrik ve tayfsal olarak yapılan gözlemler ile elde edilen fiziksel ve kimyasal özellikler ısısal süreçlerle asteroit ailelerinin üyelerindeki değişiklikleri belirlemek için kullanışlıdır.

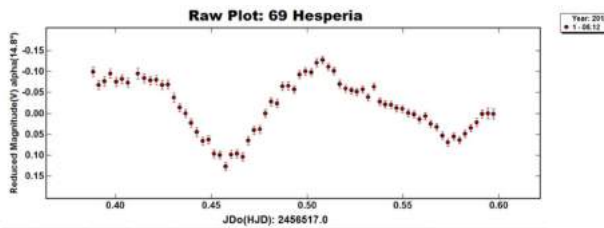
Şekil 1'de çekimsel olmayan bu etkiye neden olan kuvvetin oluşumundan sorumlu mekanizma gösterilmektedir. Güneş'i gören yüzü ısınan asteroit döndükçe gölgeye giren yüzeyinden soğurken ısı salmaya başlar. Soğuma sırasında oluşan ısısal salmanın oluşturduğu kuvvet asteroide ters yönde etki ederek yörünge yarı-büyük ekseninin, hızının ya da kutup yöneliminin değişmesine neden olur. Etkinin derecesi asteroidin büyüklüğüne, şekline, taksonomik sınıfına, ısısal özelliklerine, yoğunluğuna, güneşe uzaklığına, asteroidin kutup yönelimine ve dönme yönüne bağlıdır. Dolayısıyla bir asteroidin fiziksel ve dinamik özelliklerinin bilinmesi çekimsel olmayan etkilerin büyüklüğünün belirlenmesi için önemli ve gereklidir.

Asteroit aileleri için geliştirilen fotometrik yöntem ile asteroidin ışık eğrisinden elde edilen dönme döneminin ve kutup eksen yöneliminin belirlenmesi de Yarkovsky ve YORP etkilerinin varlığını göstermek için iyi bir yoldur. Nesvorny and Bottke'nin (2004) asteroit aileleri üzerine çekimsel olmayan kuvvetler ile ilgili yaptığı çalışmalar buna örnektir. Yarkovsky ve YORP etkilerinin belirlenmesi asteroitlerin yörünge evrimlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak güneş sisteminin geçmişine de ışık tutmaktadır. Bu bağlamda Yarkovsky etkisinin belirlendiği aile sayısını arttırmak önemlidir.

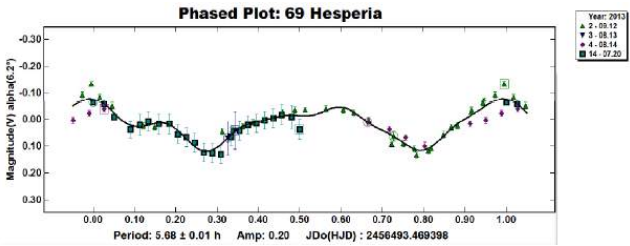
* edaguzell@gmail.com



Şekil 1. Yarkovsky ve YORP etkileri (Bottke et al., 2006).



Şekil 2. 69 Hesperia'nın V parlaklığında elde edilen ışık eğrisi.



Şekil 3. 69 Hesperia'nın MPO Canopus ile yapılan analiz sonucu elde edilen dönme dönemi.

3 Bir Asteroidin Işık Eğrisi ve Dönem Analizi

Bir asteroidin tüm ışık eğrisini elde etmek asteroidin gökyüzünde uygun konumda olması, parlaklığı ve evresi gibi nedenlerle her zaman çok kolay değildir. Özellikle dönme dönemi bilinmeyen bir asteroidin dönemini doğru belirlemek için uzun gözlem zamanlarına ihtiyaç vardır. Yine de dönem analizi şekil ve kutup yönelimi belirlemelerine göre daha kısa süre almaktadır.

Tübitak Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) bir metre çaplı T100 teleskobuyla 2013 yılı içinde gerçekleştirildi. Hava şartları ve teknik sorunlar nedeniyle alınan gözlem günlerinden 69 Hesperia'nın 6 gün gözlemi yapılabildi. Gözlem gecesinde hareketli cisimler olan asteroidlerin tam yerini bulmak için ESO Online Digitized Sky Survey (ESO, 2014), Aladin Sky Atlas (CDS, 2014), Asteroid Observing Service (Lowell, 2014)'dan alınan koordinatlar ve haritalar kullanıldı. TUG'da gözlemler MaksimDL programı ile yapıldı ve gözlem sırasında alınan birkaç görüntü animasyon özelliği ile hareket ettirilerek asteroidin tam yeri belirlenebildi. Poz süreleri, SNR, 100'ü altında kalmayacak ve CCD'nin dinamik aralığı olan 65000'i geçip taşımayacak şekilde ayarlandı. Elde edilen görüntüler MPO Canopus programı yardımıyla işlenerek 69 Hesperia için her geceye ait ışık

eğrileri elde edildi. Şekil 2'de bu ışık eğrilerinden bir örnek gösterilmektedir. Şekil 3 ise evreye göre çizdirilen ışık eğrilerinin sıfır noktalarının eşitlenerek çakıştırıldığı ve Fourier Analizi ile dönemin elde edildiği grafiği göstermektedir.

4 Sonuç

Yapılan analizler sonunda test parçacığı olarak özellikleri iyi bilinen ve parlak bir cisim olan 69 Hesperia'nın dönemi 5.68 saat olarak belirlenmiştir. Bu değer 69 Hesperia'nın veritabanlarındaki dönemi ile uyumludur. Şimdiye kadar gelinen aşama, asteroid aileleri üzerine etki eden Yarkovsky ve YORP etkilerinin belirlenmesi bağlamında literatürde uygulanan yöntemlerin temel adımını temsil etmektedir. Sonraki aşamada başta Kim et al. (2013) olmak üzere bu çalışmaların ışığında araştırmaların devam etmesi hedeflenmektedir.

Kaynaklar

- Bottke, W.F., Vokrouhlicky, D., Rubincam, D.P., and Nesvorny, D., 2006, "Yarkovsky and YORP Effects: Implications for Asteroid Dynamics", *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 34:157-91 pp.
- Güzel, E., 2014, "Güneş Sistemi'ndeki Küçük Cisimlerin Gaia ile Astrometrisi", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri, İzmir.
- Kim, M.-J., Choi, Y.-J., Moon, H.-K., Byun, Y.-I., Brosch, N., Kaplan, M., Kaynar, S., Uysal, Ö., Güzel, E., Behrend, R., Yoon, J.-N., Mottola, S., Hellmich, S., Hinse, T. C., Eker, Z., Park, J.-H., 2013, "Rotational Properties of Maria Asteroid Family " *The Astronomical Journal*, 147 (3): 15 pp.
- Nesvorny, D. and Bottke, W.F., 2004, "Detection of the Yarkovsky Effect for Main-Belt Asteroids", *Icarus*, 170:324-342 pp.

Erişim:

053-1440: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Temel ve Popüler Astronomi - Astrofiziği Türkiye’de Sevdirmenin ve Yaymanın Bazı Örnek Yolları

Tamer Akın¹★,

¹Astromed, Merkez, Ankara

Özet

Çağ, bilgi çağı olarak adlandırılrsa da, aslında çoğu zaman bilgi kirliliğinin yaşandığı bir dönemdeyiz. Bu yaygın kirlilik astronomi ve astrofizik alanlarına da bulaşmış. Medya ve internet ile kitlelere aktarılan doğru bilginin yanında, yanlış, yanıltıcı veya saçma olanları da az değil. Konunun uzmanı olmayanların sahip olduğu paylaşım özgürlüğünden oluşan bu problem, özellikle halk ve öğrenciler için tehlikeli. Bu bağlamda, astronomi ve astrofizikte doğru temel bilgileri ve uygulamaları halka ve öğrencilere ulaştırmanın, bilimi onlara sevdirmenin bazı yolları belirtilmiş, yapılan uygulamalar gösterilmiştir. Bu çalışmalar her ne kadar konuyla ilgili özel bir sektörün bünyesinde yapılmış olsa da, bu sunumun üniversitelerin yaptığı mevcut çalışmalara fikir katkısı sağlayacağı umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Education, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015’te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O53-1445: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Müneccim Peterz'in 28 Temmuz 1851 Tarihli Güneş Tutulması için Hazırladığı Osmanlıca Harita

Anıl Atalan¹★

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri, İstanbul

Özet

Başbakanlık Osmanlı Arşivi'nde bulunan 28 Temmuz 1851 tarihli güneş tutulmasının, Osmanlı coğrafyasında hangi saatlerde meydana geleceğini gösteren harita incelenerek, aynı tutulma için hazırlanan dönemin diğer haritalarıyla karşılaştırılacaktır. Devamında Münecim Peterz hakkında yapılan araştırmaya değinilecek ve çalışmanın ana konusu olan tutulmanın astronomi tarihi açısından önemi üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: history and philosophy of astronomy, Tarih, Eğitim, İdari

1 Giriş

Başbakanlık Devlet Arşivleri'ne bağlı bulunan Osmanlı Arşivi'ndeki bilimsel belgelerin araştırılması sırasında '1267 Ramazan-ı şerifinin 29.günü ay tutulmasının nerelerde, hangi saatlerde görüleceğini gösteren meşhur Münecim Peterz'in haritası.'nın kaydına ulaşılmıştır. Tek yaprak bir kağıttan oluşan ve Osmanlı coğrafyasını temel alan harita, arşivdeki kaydına göre 28 Temmuz 1851 yılında meydana gelecek olan ay tutulmasının gerçekleşme saatlerini göstermektedir. Ancak haritanın ele alınarak incelenmesi ve üzerindeki yazıların okunmasının ardından arşiv kaydında bir hata tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere haritanın sol alt kısmında yazılan bilgilendirmede 'Küsun' şeklinde yazılmış olan 'Güneş Tutulması'nın yanlış çevrilerek 'Husuf' şeklinde yazılması gereken 'Ay Tutulması' ile karıştırılmış ve arşiv kaydı hatalı biçimde yapılmıştır. Çalışmanın devamında söz konusu harita incelenecek, günümüz Türkçesine çevirisi yapılacak ve başka kaynaklardan elde edilen 28 Temmuz 1851 tarihli Güneş tutulması için hazırlanmış olan haritalarla karşılaştırılması yapılacaktır.

2 Haritanın İncelenmesi

Bu çalışma yapıldığı sırada Osmanlı Arşivi'nde bulunan harita, diğer astronomi haritalarının aksine sayısallaştırılmamış olması nedeniyle belgenin maddi olarak incelenmesi mümkün olmuştur. Matbu baskı harita üzerine bilgilerin el ile yazıldığı belge saman kağıda hazırlanmıştır. İnceleme sırasında Osmanlı Arşivi'nden istenen belge ele alındığında ilk göze çarpan kağıdın dörde katlanmış olarak saklanmış olmasıdır. Arşivlenmesindeki özensizlik nedeniyle harita yer yer zedelenmiş ve kullanımında yoğun ilgiye ihtiyaç duyar duruma gelmiştir.

3 Harita Üzerindeki Bilgilerin Okunması

Haritayı Okumak için üç temel parçaya ayırmak kolaylık sağlayacaktır. Dış çerçevede bulunan ezani saat dilimlerini gösteren bölüm. İç çerçevede bulunan alafanga saat dilimlerini gösteren bölüm. Sol alt kısmında harita hakkında bilgi veren ve bölgeleri gösteren merkezi bölüm.

Haritanın dış ve iç çerçevesinde yer alan saat bilgileri, haritalıkta 'Portolan Haritası' denilen tarzda yerleştirilmiştir. Portolan Haritalarının temel özelliği olan Portolan çizgilerin birleş-

tilmesi ile oluşturulan rotalar bu haritada tutulmanın hangi bölgede, hangi saatte gerçekleşeceğini gösterilmesinde kullanılmıştır.

Merkezi bölüm Osmanlı Devleti'nin vilayetlerini göstermekte ve portolan çizgileriyle saat dilimlerine ayrılmaktadır. Harita hakkında bilgi veren sol alt kısma bakacak olursak 'İş bu ikiyüz altmış yedi senesi, şehir-i Ramazan-i şerifin yirmi dokuzuncu Pazartesi günü ikindiden sonra vuku bulacağını meşhur münecim Peters'in keşf ile ki kusunun ibtidası kafat-i memalik Devlet-i Aliyeden hangi saatleriyle müşahadet olacağı gösterir haritadır.' şeklinde okunmaktadır. Günümüz Türkçe'si ve miladi tarihlendirme ile ise '28 Temmuz 1851 Pazartesi günü, ikindiden sonra meydana geleceği ünlü astronom Peters tarafından anlaşılan Güneş tutulmasının başlangıcının bütün Devlet-i Aliye'de hangi saatlerde görüleceğini gösteren haritadır.' şeklindedir.[1]

Güneş tutulmasının başlangıç saatinin okunabilmesi için ise öncelikle seçilen vilayetin üstünden geçirilen portolan çizgisi belirlenmelidir. Ardından bu çizgi tutulmanın başlangıç saati hangi formatta kullanılacaksa dış ve ya iç çerçeveye kadar takip edilmelidir. Çizginin ulaştığı nokta o vilayet için tutulmanın başlangıç saatini göstermektedir. Örneğin tutulma İstanbul için ezani saat formatında ortalama saat 9'da başlarken, alafanga saat formatında ortalama 4:40'da başlamaktadır. Haritada bulunan bu veriler günümüz verileriyle tutarlılık göstermektedir.

4 Haritada Adı Geçen Peters Hakkındaki Bilgiler

Belgenin sol alt bölümünde yer alan bilgilendirmeden anlaşıldığı üzere harita dönemin meşhur olarak nitelendirilen astronomlarından Peters isimli bir kişi tarafından hazırlanmıştır. Peters'in kimliğinin tespiti için yapılan araştırmada toplam üç isme rastlanmıştır. Bu isimlerin ikisi astronom, diğer isim ise pedagoji profesörüdür. Bu nedenle inceleme bu iki astronom arasında yoğunlaştırılmıştır.

Sözü geçen astronomlardan ilki Alman astronom Christian August Friedrich Peters'dir. Ancak yapılan incelemede kendisinin Osmanlı Devleti ile herhangi bir bağlantısının varlığına ulaşılamamıştır. İkinci ise Alman asıllı Amerikan astronom Christian Heinrich Friedrich Peters'dir. Yapılan incelemede kendisinin Mayıs 1849 yılında Fransa'da bulunduğu ardından 1850 yılında İstanbul'a geldiği öğrenilmiştir. Biyografisinden edinilen bilgiye göre İstanbul'da bulunduğu dönemde Sadrazam Reşid Paşa'nın danışmanı olmuştur. Ardından Sultan Abdülmecid'in yaptırdığı 11inçlik bir refraktörün Peters'in kullanımına verilmesi düşünül-

★ anilatalan@hotmail.com

müş ancak bu teleskopun Peters tarafından kullanıldığına dair bilgiye ulaşılamamıştır. Bu bilgiler ışığında haritada adı geçen 'Meşhur Münecim Peterz'in, Alman asıllı Amerikan astronom Christian Heinrich Friedrich Peters olduğuna kanaat getirilmiştir.

5 Aynı Tutulma İçin Hazırlanmış olan Dönemin Diğer Haritaları

Çalışmanın temelini oluşturan 1851 tarihli Peterz haritası için yapılan araştırma sırasında aynı tutulma için hazırlanmış çeşitli kaynaklarda yayınlanan başka haritalara da ulaşılmıştır. En eskisi 1816, en yenisi ise 1887 yılına aittir. Farklı özelliklere sahip olan haritaların incelemesi bu bölümde kısaca yapılacaktır.

İncelenen ilk harita 1816 yılında Prag'da basılmış olan 'Elementa Eclipsium' adlı kitapta bulunmaktadır. Yazarı Franz Ignatz Cassian Hallaschka olan kitap, araştırma sırasında ulaşılabilen en eski tutulma haritasıdır. Modern Güneş tutulması haritalarına benzer bir biçimde hazırlanan harita, enlemleri kullanarak tutulmanın görüleceği bölgeleri göstermektedir. İncelenen ikinci harita 1847 yılında basılan ve 1851 yılı için hazırlanmış 'Nautical Almanac Astronomical Ephemeris'in 525.sayfasında Fenomenler başlığı altındadır. Greenwich Gözlemevi'nin verileriyle hazırlanmış ve bu nedenle Greenwich Ortalama Saatine göre basılmıştır.[3] Yine 1851 yılında basılan 'British Association'un 22.toplantı raporunda yer almaktadır. Dar bir hatta tutulmanın gerçekleşmesi hakkında bilgiler veren harita yapısı bakımından eşsizdir ve Almaya'dan İran'a kadar olan bölgeyi göstermektedir.[4] Yayınlanan ilk resimli haftalık haber dergisi olan 'The Illustrated London News' 26 Temmuz 1851 tarihli sayısında bulunan haritada ise, tutulma sırasında oluşacak olan görüntünün durumunu saatlerine göre göstermektedir. Bunun yanında Avrupa haritası üzerinde tutulmanın izleyeceği yolu gösteren bir çizim de bulunmaktadır.[5] Theodor von Oppolzer tarafından hazırlanan ve Viyana İmparatorluk Bilimler Akademisi tarafından basılan 1887 tarihli 'Canon der Finsternisse'de ise, M.Ö.1200 ile M.S.2161 yılları arasında gerçekleşecek olan tutulmaları kapsamaktadır. İçerisinde 160 levha bulunan kitap, üzerindeki çizgiler yardımıyla tutulma bölgelerini gösteren haritalardan oluşmaktadır. 28 Temmuz 1851 tarihli Güneş tutulması ise 146.levhada yer almakta ve tam tutulma olarak belirtilmektedir.[6]

İncelenen son harita, Königsberg Rasathanesi müdürü August Ludwig Busch tarafından hazırlanan ve rasathanenin bulunduğu Prusya'nın doğu bölgesini göstermektedir. Königsberg'de tutulmanın başlangıcı yaklaşık 3:36 olarak belirtilmiştir. Bu haritayı diğer örneklerden ayıran nokta ise, haritanın yapımcısının ilk tam güneş tutulması fotoğrafının çekilmesi için talimat veren Gözlemevi müdürü Busch olmasıdır. Busch'un talimatıyla M.Berkowski tarafından 'Dagerreyotipi' yöntemiyle çekilen ilk tam Güneş tutulması fotoğrafının pozlama süresi 84 saniyedir. Çekim sırasında 6cm çapında refraktör teleskop ve 15,8lik bir helyometre kullanılmıştır.[7],[8]

6 Sonuç

Osmanlı Arşivi'nde bulunan Peterz haritasının çağdaşları ile karşılaştırılması sonucunda en az diğer örnekler kadar başarılı olduğu sonucuna varılmış ve günümüz verileriyle tutarlılık gösterdiği görülmüştür. Bunun yanında, Osmanlı'nın döneminin astronomi düzeyinde geri kalmadığı Arşiv'de bulunan diğer örneklerden de anlaşılabilir. Bu haritanın farkı Osmanlı Devleti'nin kendi 'tebaa'sından olmayan başarılı bilim adamlarını da istihdam ettiğinin bir kanıtı olmasıdır.

Kaynaklar

- T.C. Başbakanlık Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü, Osmanlı Arşivi, Dosya No:9, Gömlek No:30
 Cassiano Hallaschka, 'Elementa Eclipsium', 1816
 Nautical Almanac Astronomical Ephemeris For The Year 1851
 Report Of The Twentieth Meeting Of The British Association For The Advancement Of Science, 1851
 The Illustrated London News , July 26 1851
 Theodor von Oppolzer, 'Canon der Finsternisse', 1887,
 August Ludwig Busch, Über die totale Sonnenfinsterniss am 28. Juli 1851
<http://sunearthday.nasa.gov/2006/locations/firstphoto.php>
 Richard und John Parish, Förderer der Astronomie zur Zeit von Gauß, und die Sonnerfinsternis - Daguerreotypie von Julius Berkowski (1851)
<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEsearchmap.php?Ecl=18510728>
 Christian Heinrich Friedrich Peters, A Biographical Memoir by William Sheehan (1999)

Erişim:

053-1450: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A.&A.

Cepheidlerde Dönem Değişimi (SW Tau)

Mert Acar¹★,

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Cepheidlerin dönem değişimi ile evrimleri arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada SW Tau yıldızının O-C analizi yapılmıştır. Gözlemler ile bulunan dönem değişim miktarı ile teorik modellerden bulunan dönem değişim miktarları karşılaştırılarak, yıldızın kararsızlık kuşağından kaçınıcı geçişini yaptığı bulunabilmektedir. Gözlenen ve hesaplanan maksimum zamanların farkı ile yıldızın dönem değişiminin ne şekilde olduğu öğrenilebilmekte, elde edilen diyagram ile yıldızın evrimine dair fikir edinilebilmektedir. Bu çalışma kapsamında SW Tau yıldızının gözlemleri gerçekleştirilerek yıldıza ait yeni To zamanı ve zonklama dönemi bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: stars: variables: Cepheids, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P01-001: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Element Bolluğu ve Gezegen Oluşumu İlişkisi

Duygu Durmuş^{1*}, Olcay Plevne²

¹ İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı, Türkiye;

Özet

Çalışmanın amacı yıldızlardaki farklı element bolluklarının gezegen oluşumuna etkilerini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda E.Delgado Mena ve diğ. (2010)'nin kataloğundan yararlanılarak gezegenli ve gezegensiz sistemlerin Si, C, O, Ni, Fe element bollukları incelenmiş ve gezegenli sistemlerin element bolluğu bakımından gezegensiz sistemlerden daha zengin olduğu ortaya konmuştur. Belirlenen farklılık element bolluğunca zengin ortamların gezegen oluşumuna daha uygun olduğunun bir göstergesidir. Bunun sebebi kayasal gezegenlerin silikat ve diğer bileşiklerden oluşmasıdır. Bu çalışma sonucunda farklı element bolluklarınca zengin olan yıldızların gezegene sahip olma olasılıklarının yüksek olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

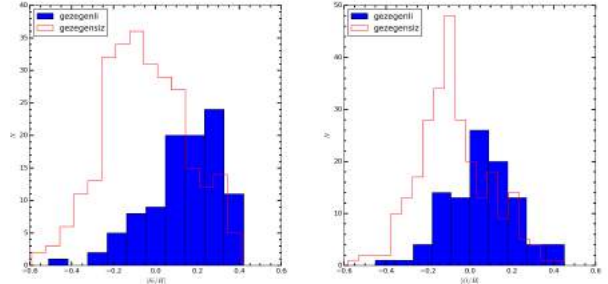
Çalışmanın amacı belli bolluk değerine sahip yıldızların gezegenli olma olasılığını araştırmaktır. Kayasal gezegenlerin yapısının büyük bir bölümünü silikat mineralinden oluştuğundan Si ve O element bollukları incelenmiştir. Silikat mineralinin yapı taşı Silikat Tetrahedron molekülüdür. Bu molekül büyümeye ve yeni yapılar oluşturmaya meyillidir. Silikat Tetrahedron molekülünde silisyum ve oksijen atomları arasındaki bağlar kuvvetli olduğundan yeni molekül zincirleri oluştururlar. Yığılma teorisi Güneş Sistemi'nin oluşumunu açıklayan modern görüşlerden çok kabul görenidir. Oluşumun en başında basınç dengesini koruyup yavaşça dönen bir gaz bulutu varken çevresinden etkilenen gaz bulutu kendi içinde yoğunluk dalgası yaratarak merkeze doğru yavaşça çökmeye başlar. Çökme sonucu ilkel bir yıldız oluşur. İlkel yıldızın etrafında kalan materyalleri ise gezegenimsileri oluşturur. Gezegenimsileri oluşturan bu materyaller toz ve gazlardan oluşurlar. Materyaller ortamın gaz basıncını yenip kendi kütle çekimsel etkilerini kullanabilecek kadar büyürler. Nasıl büyüyebildikleri kimyasal ve fiziksel olarak kuramın en anlaşılmanmış tarafıdır. Çalışmamızdaki bulgular silikatın katkısını göstermiştir.

2 Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti Delgado Mena ve diğ.'nin 2010 yılında yaptıkları bir çalışmada kullanılmış gözlemlerden oluşmaktadır. Bu veri setinde toplam 312 yıldızın tayflarından elde edilmiş $[Si/H]$, $[C/H]$, $[O/H]$, $[Ni/H]$, $[Mg/H]$, $[Fe/H]$, $[C/O]$, $[Mg/Si]$ bolluklarının yanısıra T_{eff} ve $\log g$ atmosferik model parametreleri bulunmaktadır. İncelenen 312 yıldızın 80 tanesi gezegene sahip yıldızlardır. Bu gezegenler olası kayasal gezegenler olup kütleleri $2M_{\oplus}$ ile $20M_{\oplus}$ arasında değişmektedir. Yıldızların yüzey sıcaklıkları $5100 \leq T_{eff}(K) \leq 6400$ arasındadır.

3 Sonuç

Silikat gezegen oluşumuna katkıda bulunuyorsa $[Si/H]$ ve $[O/H]$ bolluğunca zengin yıldızlar büyük olasılıkla gezegenli olacaktır. Bu bollukların dağılımları 1 çizildiğinde elde ettiğimiz sonuç düşüncemizi doğrular niteliktedir.



Şekil 1. Si ve O bolluğu histogramları.

1'e bakıldığında $[Si/H] \geq 0.15$ ve $[O/H] \geq 0.0(\text{dex})$ değerlerinde bir geçiş olduğu görülmektedir. Bu geçiş bir sınır olarak alındığında: sınır koşullar dışında kalan örneğin %13'ü gezegenli sistemlerden oluşurken, sınır koşulunun içinde kalan örneğin ise %53'ü gezegenli sistemlerdir. Ortam Si ve O bakımından fakirleştikçe gezegenli sistemlerin oranı belirgin bir şekilde düşerken, ortam Si ve O bakımından zenginleştikçe gezegenli sistemlerin oranı artmaktadır. Bu durum silikatın gezegen oluşumuna katkısı bakımından düşünülürse silikat molekülünün gezegen oluşumunu desteklediği iddia edilebilir.

Kaynaklar

Delgado Mena, E., Israelina, G., Gonzalez Hernandez, J.I., Bond, J.C., Santos, N. C., Udry, S., Mayor, M., 2010, Apj, 725, 2349

Erişim:

P01-002: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* duygudurmus12@gmail.com

Galaktik Düzlemdeki Yakın Yıldızların Yerel Kütle Yoğunluk Profillerinin İncelenmesi

Oğuz Öztürk^{1,2}★, Ahmet Erdem^{1,2}, David Hobbs^{3,4}

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale, Türkiye

³ Lund University, Department for Astronomy and Theoretical Physics, Lund, Sweden

⁴ Lund Observatory, Lund, Sweden

Özet

Bu çalışmada Hipparcos Kataloğundan seçilen güneş komşuluğuna yakın yıldızların yerel kütle yoğunluğu tahmin edilmiştir. Katalogda yer alan yakın yıldızlar, seçim kriterlerine göre, 9 gruba ayrılmıştır. Kütle yoğunluğu, yıldızların ortalama uzay hızı dağılımının (σ_w) ve yıldızların sayı yoğunluğunun ($n(z)$) bir fonksiyonudur. Kütle yoğunluğunu tahmin etmek için ilk önce σ_w^2 değerleri hesaplanmıştır. Yıldızların sayı yoğunluğu, galaktik düzlemde olan uzaklıklarına (z) göre değişmektedir: $\ln n = \ln n(z)$. Her bir yıldız grubundan elde edilecek “ $\ln n - z$ ” diyagramı ile $\ln n(z)$ fonksiyonunun biçimi tahmin edilebilir ve yerel kütle yoğunluğunu tahmin etmek için kullanılabilir. Bu yöntemle; yerel kütle yoğunluk değer aralığı $0.0839 - 0.2157 M_\odot \text{pc}^{-3}$ olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: catalogues, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Hipparcos kataloğunda yer alan ve $B - V$ renklerine göre 9 gruba ayrılan yakın yıldız gruplarının hız dağılımları (σ_w) ve sayı yoğunluk fonksiyonları ($\ln n(z)$) kullanılarak; yakın yıldızların yerel kütle yoğunluğu ve galaktik düzlemde olan uzaklıklarına (z) göre değişimi incelenmiştir. Galaktik merkezdeki kütle yoğunluğu ($\rho_0 = \rho(z = 0)$) aşağıdaki gibi verilir:

$$\rho_0 = -\frac{\sigma_w^2}{4\pi G} \left[\frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2} \right]_{z=0} \quad (1)$$

burada G evrensel çekim sabitidir. Yıldız grupları, Öztürk ve ark. (2015) tarafından verilen yıldız grupları ile aynıdır ve σ_w^2 değerleri hesaplanmıştır. Her bir yıldız grubuna ilişkin, denklem (1)'deki $\frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2}$ terimini elde edebilmek için izlenen yöntemde; ekvator düzlemi Gökada düzlemi ile çakışan ve yarıçapı r_{max} olan bir küre tanımlanır. $r_{max} = \frac{1000}{p_{min}}$ pc olarak hesaplanır ve bir anlamda ele alınan yıldız grubunda en uzak yıldızın bize olan uzaklığını gösterir. Burada p_{min} , grupta yer alan en uzak yıldızın 'mas' cinsinden ıraksanımıdır. Kürenin, kalınlığı ($\Delta z = r_{max}/N$) sabit olacak şekilde N tane küresel tabakadan oluştuğu düşünülür. Her bir tabakada yer alan yıldız sayısı ve sayı yoğunluğu, yazarlardan Öztürk tarafından yazılan bir MATLAB kodu kullanılarak hesaplanmış ve $\ln n(z)$ için $\ln n \cong c_1 z^2 + c_2 z + c_3$ gibi bir parabolik denklem elde edilmiştir. Son olarak, her bir yıldız grubu için $\frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2} = Q = 2c_1$ değerleri bu parabolik fitten hesaplanmış ve ρ_0 bulunmuştur. Elde edilen bulgular Çizelge 1 de verilmektedir.

2 Sonuç ve Tartışma

Çizelge 1'den görüldüğü üzere; her bir grup için elde edilen kütle yoğunlukları birbirinden oldukça farklıdır. Bunun nedeni, her bir

grubun “ $\ln n - z$ ” diyagramından elde edilen

$$\frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2} = Q$$

teriminin ve hesaplanan hız dağılım değerlerinin (σ_w^2) farklı olmasıdır. Denklem (1)'den görüleceği üzere; $\rho_0 \propto Q$ ve $\rho_0 \propto \sigma_w^2$ dir. Öztürk ve ark. (2015) çalışmasından da görüleceği üzere; σ_w^2 değeri geç tayf türlerine doğru artmaktadır. Bundan dolayı burada hesaplanan kütle yoğunluk değerleri geç tayf türüne sahip yıldız gruplarına doğru gidildikçe artış göstermektedir. Kütle yoğunluğunu etkileyen diğer bir terim Q 'dur. Bu terim gruptaki yıldızların $B - V$ renklerine oldukça bağlıdır. Erken tür yıldızlar, galaktik düzleme oldukça yakın bulunurlar. Bu nedenle, Çizelge 1'den görüldüğü üzere, # 1 ve # 2 yıldızlarından elde edilen Q değerleri neredeyse “0” dir. Öte yandan, geç tür yıldızlara doğru gidildikçe, $\ln n - z$ diyagramındaki parabolik değişim (Q) kendisini belirgin bir şekilde göstermektedir. Bunun nedeni, geç tür yaşlı yıldızların etraflarındaki diğer yıldızlarla uzun süreli çekimsel etkileşmelerinden dolayı eliptik yörüngeler kazanıp, galaktik düzleme yakın olan bölgeyi terk ederek galaktik halo'ya doğru yönelmeleri olabilir. Sonuç olarak $B - V$ rengi büyük olan geç tür yıldızlardan elde edilen σ_w^2 hız dağılımlarının ve Q terimlerinin büyük olmasından dolayı, # 6, # 7, # 8 ve # 9 yıldızlarından elde edilen kütle yoğunlukları gerçek değerlerinden sapma gösterebilir. Bu nedenle, Çizelge 1'de koyu olarak gösterilen # 3, # 4 ve # 5'ten elde edilen kütle yoğunlukları, bu grupları oluşturan yıldızların ne erken ne de geç tayf türüne sahip olmalarından dolayı, en gerçek değer aralığını verdiği düşünülebilir: $0.0839 - 0.2157 M_\odot \text{pc}^{-3}$.

“Kütle yoğunluğu - (B-V) renk” diyagramına eğimi olmayan bir doğru fiti yapıldığında, kütle yoğunluğunun $\rho_0 = 0.137 \pm 0.04 M_\odot \text{pc}^{-3}$ olduğu bulunmuştur. Çizelge 2'den görüldüğü üzere, bu çalışmadan elde edilen ρ_0 değeri ile literatürdeki çalışmalarda hesaplanan kütle yoğunlukları birbirleri ile uyumludur.

★ oguzozturk@comu.edu.tr

Çizelge 1. Yakın yıldız grupları için elde edilen sonuçlar.

	$B - V$ (kadir)	Δz (pc)	r_{max} (pc)	N (kuzey+güney)	Q (10^{-3} pc^2)	σ_w^2 (km/s^2)	ρ_0 ($M_{\odot} \text{pc}^{-3}$)	Yıldız Sayısı
# 1	[-0.2,0.0)	28.53	85.59	3+3	-0.0045(2398)	28.9467	0.0024(2)	187
# 2	[0.0,0.1)	22.20	88.78	4+4	-0.0191(546)	26.9290	0.00950(5)	281
# 3	[0.1,0.2)	10.86	97.78	9+9	-0.1257(432)	47.9238	0.1114(4)	293
# 4	[0.2,0.3)	25.45	101.80	4+4	-0.3412(625)	13.2893	0.0839(6)	408
# 5	[0.3,0.4)	10.64	85.08	8+8	-0.1352(342)	86.2547	0.21570(3)	614
# 6	[0.4,0.5)	11.22	89.75	8+8	-0.5318(904)	171.0203	1.68280(9)	1249
# 7	[0.5,0.6)	10.42	83.34	8+8	-0.6193(546)	263.5000	3.0192089(6)	1303
# 8	[0.6,0.7)	9.79	78.35	8+8	-0.8348(910)	397.1000	6.13370(9)	889
# 9	[0.7,0.8)	10.36	72.49	7+7	-0.81150(1832)	249.7000	3.74920(2)	377

Çizelge 2. Bu çalışmadan elde edilen kütle yoğunluğu ile diğer çalışmalardan elde edilen kütle yoğunluklarının karşılaştırılması.

	Oort (1960)	Bahcall (1984a,b,c)	Pham (1997)	Creze ve ark. (1998)	Bu çalışma
$\rho_0 (M_{\odot} \text{pc}^{-3})$	0.13 - 0.21	0.17 - 0.19	0.11±0.01	0.076±0.015	0.137±0.04

Kaynaklar

- Bahcall, J. N.: The distribution of stars perpendicular to galactic disk. *Astrophys. J.* **276** (1984a) 156–168
- Bahcall, J. N.: Self-consistent determinations of the total amount of matter near the sun. *Astrophys. J.* **276** (1984b) 169–181
- Bahcall, J. N.: K giants and the total amount of matter near the sun. *Astrophys. J.* **287** (1984c) 926–944
- Creze, M., Chereul, E., Bienayme, O., Pichon, C.: The distribution of nearby stars in phase space mapped by Hipparcos. I. The potential well and local dynamical mass. *Astron. Astrophys.* **329** (1998) 920–936
- Oort, J. H.: Note on the determination of K_z and on the mass density near the Sun. *Bull. Astron. Inst. Netherlands* **15** (1960) 45–53
- Öztürk, O., Erdem, A., Hobbs, D.: Yakın Yıldızların Uzay Hareketi ve Epicyle Teorisi. 19. Ulusal Astronomi Kongresi, ODTÜ, Türkiye, 2–5 Şubat (2015)
- Pham, H.-A.: Estimation of the Local Mass Density from an F-Star Sample Observed by HIPPARCOS. Proceedings of the ESA Symposium 'Hipparcos - Venice '97', 13-16 May, Venice, Italy, **402** (1997) 559–562

Erişim:

P01-003: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Yakın Yıldızların Uzay Hareketi ve Epicycle Teorisi

Oğuz Öztürk^{1,2}★, Ahmet Erdem^{1,2}, David Hobbs^{3,4}

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale, Türkiye

³ Lund University, Department for Astronomy and Theoretical Physics, Lund, Sweden

⁴ Lund Observatory, Lund, Sweden

Özet

Hipparcos Kataloğundan seçilen yakın yıldızlar renklerine göre gruplandırılmış ve her bir grubun ortalama uzay hız bileşenleri ve hız dağılımları (σ^2) hesaplanmıştır. Elde edilen başlıca sonuçlar şunlardır: (i) Yıldız gruplarının $\langle \mathbf{u} \rangle$ ve $\langle \mathbf{v} \rangle$ hız bileşenleri neredeyse sabit kalırken, $\langle \mathbf{w} \rangle$ bileşeninin yaş ile doğru orantılı olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, yaşlı yıldızların zamanla Samanyolu diskinden ayrılıp halo'ya doğru yöneldiğine işaret edebilir. (ii) Ortalama hız dağılımları, yıldız gruplarının yaşları ile orantılı olarak artmaktadır. Bu durum, zaman içinde, yıldızların çevresi ile etkileşiminin artmasından dolayı olabilir. (iii) σ_v^2/σ_u^2 oranı incelendiğinde, bu oranın neredeyse sabit ve yaklaşık 0.5 değerinde olduğu görülmüştür. Bu gözlemsel sonuç, Epicycle Teorisi ile uyumludur.

Anahtar Kelimeler: catalogues, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Hipparcos Kataloğu'ndan seçilen yakın yıldızların ortalama uzay hızlarının yıldızların ortalama yaşlarına ve renklerine göre değişimi incelenmiştir. Yıldızlar, mutlak parlaklıklarına, tayf türlerine ve iraksınımalarına göre seçilmiş ve 9 alt gruba ayrılmıştır.

Çalışmada Lindegren (2014) tarafından verilen yöntem kullanılarak yazarlardan Öztürk tarafından yazılan bir MATLAB kodu ile yakın yıldız gruplarının uzay hızları ve hız dağılımları hesaplanmıştır. Her bir yıldız grubunda yıldızların iraksınımındaki standart hata $\sigma_p < 1.5$ mas, yıldızların parlaklıkları $V < 8$ kadir ve yıldızların iraksınımları $p > 15\sigma_p$ mas olacak şekilde seçilmiştir. Bu sayede daha duyarlı uzay hız değerleri elde edilebilir. Yıldız gruplarının ortalama yaşları Bertelli ve ark. (1994) çalışmasından türetilmiştir. Analize giren tüm yıldızlar anakol üzerinde bulunmaktadır.

2 Sonuç ve Tartışma

Galaktik merkeze göre bir yıldızın konum vektörleri şu şekilde yönelmişlerdir; u : galaksi merkezi boyunca ve dışarı doğru, v : Galaksi dönme doğrultusunda ve w : galaksi düzlemine dik ve dışa doğru (bkz. Schatzman ve Praderie (1993)). Galaktik merkez etrafında, Güneş'in galaktik merkezden olan uzaklığı kadar olan bir uzaklıkta kusursuz bir dairesel yörünge izleyen nokta *Local Standard of Rest (LSR)* olarak adlandırılır ve tüm yıldızların uzay hızları bu noktaya göre ölçülür. LSR noktasının galaktik merkezdeki koordinatları $u = w = 0$ ve $v \neq 0$ dir. Bir yıldızın güneşe göre gözlenen $\dot{u}_{LSR}, \dot{v}_{LSR}$ ve \dot{w}_{LSR} hız bileşenleri şu şekilde yazılabilir: $\dot{u}_{LSR} = \dot{u} - \dot{u}_{\odot}$, $\dot{v}_{LSR} = \dot{v} - \dot{v}_{\odot}$ ve $\dot{w}_{LSR} = \dot{w} - \dot{w}_{\odot}$ (bkz. Schatzman ve Praderie (1993)). Burada, hız bileşenlerinin altındaki \odot indisi, Güneş'in, galaktik merkeze göre olan hız bileşenlerini işaret eder. LSR noktası galaktik düzlemde bulunduğundan $\dot{u} = \dot{w} = 0$ dir ve yıldızların gözlenen bağıl hızları, Çizelge 1'de, $\langle \dot{u} \rangle \equiv \dot{u}_{LSR} = -\dot{u}_{\odot} < 0$ ve $\langle \dot{w} \rangle \equiv \dot{w}_{LSR} = -\dot{w}_{\odot} < 0$ olarak görülmektedir. Saman-

yolu Galaksisinin diferansiyel dönmesinden dolayı $\dot{v} \neq 0$ olmalıdır. Çizelge 1 den görünen o ki, bu değer $\dot{v} < \dot{v}_{\odot}$ koşulunu sağlamalıdır.

Şekil 1 den görüldüğü üzere, u ve v hız bileşenleri, yıldız gruplarının renkleri ve ortalama yaşları ile neredeyse bir değişim göstermezken, w bileşeninin yaş ile arttığı görülmektedir. Grup 6'dan sonraki yaşlı grup yıldızları için 1.95 milyar ($\log 9.29$) yıldan sonra w bileşeninde büyük bir artış görülmektedir. Yaşlı yıldızlar etrafları ile çekimsel olarak uzun bir süre etkileşim halinde olduklarından rastgele hızlara sahiptirler. Bu etkileşimler, yaşlı yıldızların dairesel yörüngelerini bozarak, rastgele doğrultularda eliptik yörüngeler kazanmasına neden olabilir. Buradaki w bileşenindeki artış, yaşlı yıldızların, diğer yıldızlarla olan çekimsel etkileşimler neticesinde kazandıkları eliptik yörüngelerden dolayı galaktik halo'ya doğru yöneldiklerini işaret edebilir.

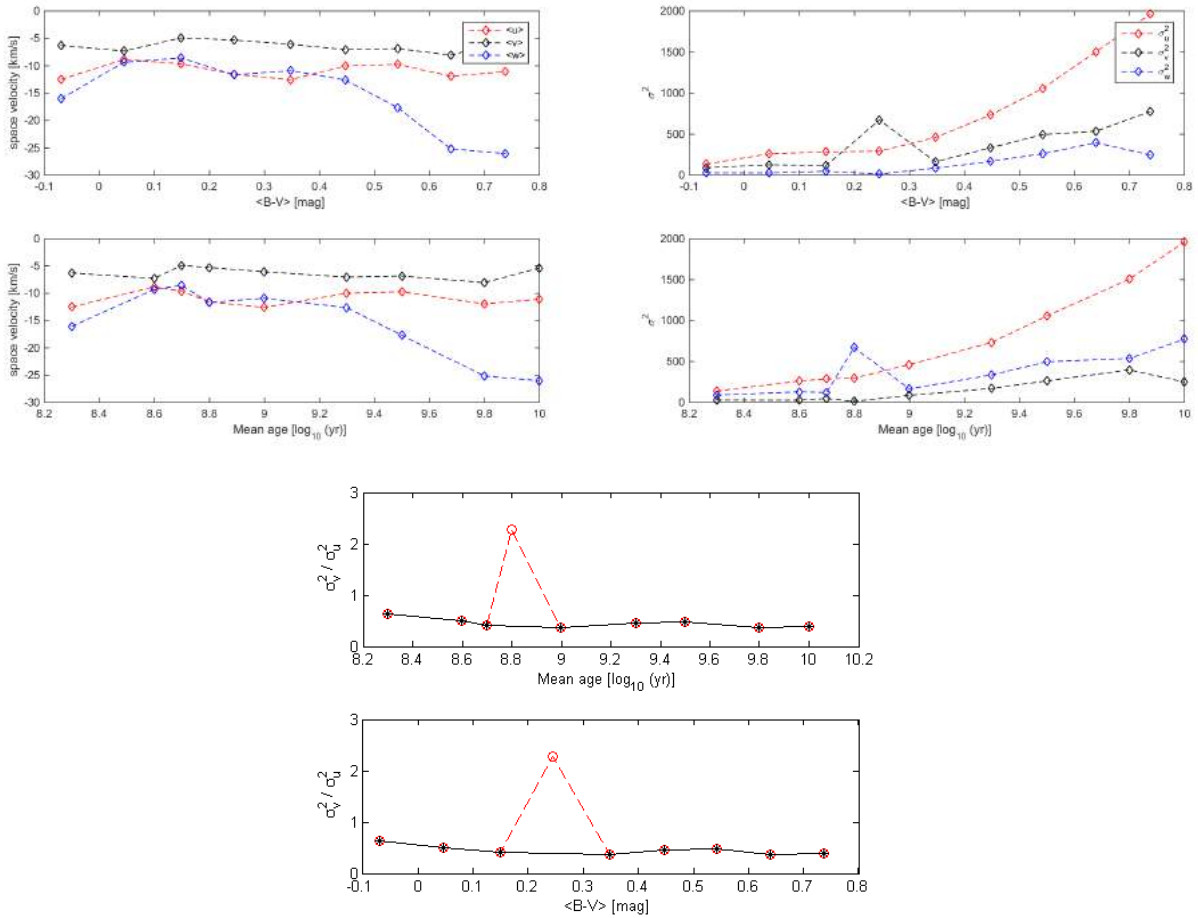
Hız dağılımlarının yıldızların yaşları ve $B - V$ renkleri ile arttığı görülmektedir. Bu değişim yaş etkisi olabilir. Bu nedenle, $B - V$ rengi büyük olan yaşlı yıldız grupları, genç yıldızlara göre etrafları ile daha fazla çekimsel etkileşim içinde bulunmuş olacaktırlar. Geç tayf türü yıldızlara gidildikçe, yıldızların hız dağılımlarında görülen belirgin artış bu uzun süreli çekim etkileşmesinden kaynaklanabilir.

Samanyolu gökadasının dönme hareketini açıklayan Epicycle teorisi $\sigma_v^2/\sigma_u^2 = -B/(A - B)$ şeklinde verilmektedir. Burada, A ve B , Oort sabitleri olarak bilinen ve Samanyolu'nun dönmesini karakterize eden sabitlerdir. Oort sabitlerinin duyarlı değerleri, Feast ve Whitelock (1997) tarafından $A = 14.82 \pm 0.84$ km s⁻¹ kpc⁻¹ ve $B = -12.37 \pm 0.64$ km s⁻¹ kpc⁻¹ olarak verilmektedir. Bu değerler, Epicycle teorisi'nde yerine yazılırsa; $\sigma_v^2/\sigma_u^2 \approx 0.5$ olduğu görülür. Seçilen 9 yıldız grubu için σ_v^2/σ_u^2 değerlerinin ortalama yaş ve ortalama $B - V$ renkleriyle değişimi Şekil 1'de (alt) verilmiştir. Gerçekten Şekil 1'e bakıldığında; grup 4 yıldızları dışındaki grup yıldızlarının hız dağılımlarının azimutal (v) ve radyal (u) hız bileşenlerinin, $B - V$ renklerine ve yaşlarına göre neredeyse ~ 0.5 değerinde sabit kaldığı görülmektedir. Böylece Epicycle Teorisinin gözlemsel bir kanıtı sağlanmış olmaktadır.

★ oguzozturk@comu.edu.tr

Çizelge 1. Yıldız gruplarının uzay hızları ve hız dağılımları

	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9
$B - V$ (kadir)	[-0.2,0.0)	[0.0,0.1)	[0.1,0.2)	[0.2,0.3)	[0.3,0.4)	[0.4,0.5)	[0.5,0.6)	[0.6,0.7)	[0.7,0.8)
$\langle \dot{u} \rangle$ (km/s)	-12.50	-8.82	-9.63	-11.58	-12.58	-9.99	-9.71	-11.94	-11.10
$\langle \dot{v} \rangle$ (km/s)	-6.28	-7.29	-4.89	-5.29	-6.06	-7.04	-6.84	-8.05	-5.39
$\langle \dot{w} \rangle$ (km/s)	-16.04	-9.31	-8.56	-11.68	-10.90	-12.63	-17.66	-25.16	-26.02
σ_u^2 (km/s) ²	138.5	261.6	286.9	295.1	461.4	735.5	1056.2	1504.9	1962.4
σ_v^2 (km/s) ²	89.0	129.6	120.9	672.8	166.1	335.8	496.1	537.6	775.3
σ_w^2 (km/s) ²	28.9	27.0	47.9	13.3	86.3	171.0	263.5	397.1	249.7
Yıldız Sayısı	192	281	293	408	614	1249	1303	889	377



Şekil 1. Yıldız gruplarının uzay hızlarının $\langle B - V \rangle$ renklerine ve $\langle yaş \rangle$ 'larına göre değişimi (üst sol). Yıldız gruplarının uzay hız dağılımlarının $\langle B - V \rangle$ renklerine ve $\langle yaş \rangle$ 'larına göre değişimi (üst sağ). Yıldız grupları için σ_v^2/σ_u^2 değerlerinin ortalama yaş ve ortalama $B - V$ renkleriyle değişimi (alt)

Kaynaklar

- Bertelli, G., Bressan, A., Chiosi, C., Fagotto, F., Nasi, E.: Theoretical isochrones from models with new radiative opacities. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **106** (1994) 275–302
- Feast, M., Whitelock, P.: Galactic kinematics of Cepheids from HIPPARCOS proper motions. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **291** (1997) 683–693
- Lindgren, L.: *Dynamical Astronomy Lecture Notes for ASTM 13*. Lund Observatory (2014), Department of Astronomy and Theoretical Physics
- Schatzman, E. L., Praderie, F.: *The Stars*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1993), 9–10

Erişim:

P01-004: **UAK-2015 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A**.

Bazı Çok Dönemli Zonklayan Yıldızlar için Akor Kalıpları

Burak Ulaş¹*,

¹İzmir Türk Koleji Gezegenevi, 8019/21 sok., No: 22, Çiğli, İzmir

Özet

Bu çalışmada bazı çok dönemli zonklayan yıldızların zonklama frekansları insan kulağının algılayabileceği aralığa taşınarak akor kalıpları oluşturulmuştur. Frekansların taşınması işlemi en küçük değerli frekansın, bir sonraki basamakta kullanılacak ilgili gamın dördüncü oktavdaki ilk notasını temsil edeceği biçimde uygulanmıştır. Ses şiddetini temsil eden parametre de genlik değerleri kullanılarak atanmıştır. Elde edilen akorlar çeşitli müzik gamlarına uyarlanarak kısa müzik eserleri ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: stars: oscillations (including pulsations), Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Nasıl Yapıldı?

Bir zonklayan yıldızdan elde edilen frekans, genlik ve evre değerleri toplanarak sırasıyla şu işlemler uygulanmıştır: (i) frekansların küçükten büyüğe sıralanması, en küçük frekansın C4 notasına (veya aynı oktav içerisindeki ilgili notaya) atanması ve aralarındaki oran korunacak şekilde diğer frekanslar için dördüncü oktavda yeni frekans tespiti, (ii) tüm genliklerin elde edilmiş en büyük genliğe bölünmesi ve böylece ses şiddeti için bir ölçü oluşturulması, (iii) tüm frekansların evre değerlerinin en küçük evreli frekansın evre değerinden çıkarılarak yeni frekansların zaman değerinin temsil edilmesi. Şekil 2 gamma Dor türü bir zonklayan yıldız olan KIC6462033 yıldızından elde edilmiş 12 frekansa [Ulusoy ve ark. \(2014\)](#) yukarıda sözü edilen işlemlerin AUDACITY Audacity (2012) programı kullanılarak uygulanması ve akorun elde edilmişinden bir kesit göstermektedir. Aşağıda ise elde edilen akorların Blues gamına uygun yerleşimi görülmektedir.

2 Ne Bulundu?

Bu çalışmada zonklayan yıldızların gözlemlerinden elde edilen veriler fiziksel mekanizması çok farklı başka bir olaya uyarlanmış ve çıktılar oluşturulmuştur. Bu çalışmanın sonuçları farklı amaçlar için kullanılabilir. Bunlardan biri önceki çalışmayı [Ulaş \(2009\)](#) da takip ederek, elde edilen akor kalıpları ile bir müzikal eser oluşturmak olabilir. Bu çalışmanın geleceğinin de akor kalıpları kullanılarak elektronik temelli bir müzik eseri oluşturmak yolunda gitmesi beklenmektedir. Çalışmada kullanılan tüm dosyalar ve örnek sesler <http://goo.gl/ycuoVG> adresinden edinilebilir. Okuyucunun sonuçları yorumlarken bilimsel araştırmaların temel kurallarından biri olan *paralelliğin neden-sonuç ilişkisi anlamına gelmeyeceğini* göz önünde bulundurması önerilir.

Kaynaklar

Audacity Audio Editor, <http://audacityteam.org/>

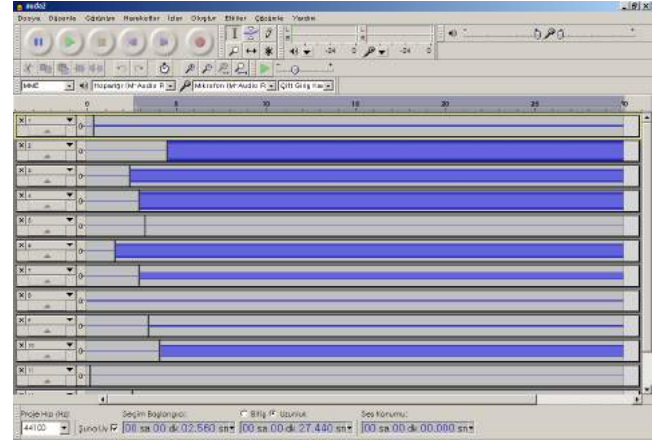
Ulaş B.: Musical scale estimation for some multiperiodic pulsating stars. *Communications in Asteroseismology* **159** (2009) 131-133
Ulusoy C., Stateva I., Iliev I. K., Ulaş B.: Frequency and spectrum analysis of gamma Doradus type Kepler target KIC 6462033. *New Astronomy* **30** (2014) 28-31

Erişim:

P01-005: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* bulash@gmail.com

© 2020 Türk Astronomi Derneği (TAD)



Şekil 1. KIC6462033 zonklayan yıldızından elde edilmiş 12 frekansın AUDACITYdeki görünümü

Güneş'in Etkinliği ve Radyo Salması

Pınar Uzunyayla¹★,
Ferhat Fikri Özeren

¹ Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

Güneş radyo salması 1942'de keşfedildiğinden bu yana güneş atmosferinin dinamiği ve yapısı hakkında yararlı bilgiler sağlar. Güneş radyo salması 11 yıllık güneş çevrimine göre geleneksel olarak; 1. Bir arkaplan bileşen (sakin güneş), 2. Bir yavaş değişen bileşen (özellikle aktif bölgelerle ilişkili) ve 3. Bir sporadik (ara sıra olan, düzensiz, patlama) bileşen şeklinde üç bileşene ayrılır. Radyo olayları, güneş patlamalarının ve çevreleyen ortam boyunca yayılan güneş tedirginliklerinin tespitlerini sağladıkları için önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Sun: activity, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P01-006: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

ÇOMÜ Gözlemevi'nin Güney Yarım Küre Çift Yıldızları Projesi

Osman Demircan*

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale

Özet

ÇOMÜ Gözlemevi, 2006 yılında tayfsal gözlemleri Yeni Zelanda Mt John Gözlemevi'nde yapılmak üzere büyük ölçekli bir araştırma projesi uygulamaya koymuştur. Edwin Budding'in önderliğinde başlatılan ve hala devam eden projede güney yarım küre yıldız oluşum bölgelerindeki genç çift yıldızların ve yaşlı alan yıldızları olarak değerli çift yıldızların tayfsal gözlemleri hedeflenmiştir. Bu güne kadar 30 kadar kaynak gözlenmiş ve bu gözlemlerin analiz sonuçları yirminin üzerinde yayımla duyurulmuştur. İki gözlemevi arasında imzalanacak genel bir anlaşma ile projenin genişletilerek devam ettirilmesi planlanmaktadır. Bu tebliğde, söz konusu proje tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler: astronomical data bases: miscellaneous, \

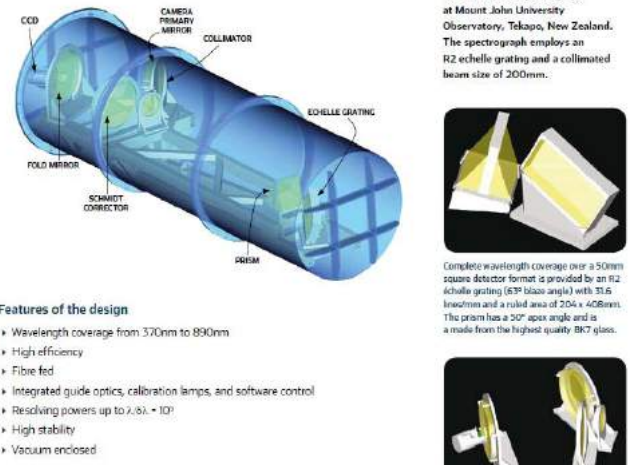
1 Giriş

Türkiye'de ilk kez Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Gözlemevi 2006 yılında "Güney Yarımküre Çift Yıldızları" projesi geliştirerek Yeni Zelanda Canterbury Üniversitesi, Mt John Gözlemevi ile gözlemsel ortak araştırmalara başlamıştır. Yeni Zelanda Carter Gözlemevi'nden Prof. Dr. Edwin Budding'in girişimiyle başlatılan ortak çalışmalar Güney Yarımkürede farklı gruplardan çift yıldızların tayfsal ve fotometrik gözlemleriyle salt parametrelerinin, kimyasal yapılarının, yaşlarının ve kinematik özelliklerinin bulunmasını amaçlamaktadır. İncelenmesi düşünülen çift yıldızlar i) yıldız oluşum bölgelerindeki genç çift yıldızlar, ii) klasik algoller, iii) ayırık çift yıldızlar, ve iv) değerli çift yıldızlar olarak seçilmiştir. Geçen 8 yıllık dönemde "Güney Yarımküre Çift Yıldızları" projesi kapsamında E. Budding, Volkan Bakış, Hicran Bakış, Burcu Özkardeş ve Derya Sürgüt Mt John Gözlemevi'nde başarılı çalışmalar yürütmüş ve bu çalışmalar 20'den fazla yayına dönüşmüştür. Bu başarılı gözlemsel çalışmalar nedeniyle Mt John Gözlemevi Müdürü Prof. Dr. John Hearnshaw 02-07 Eylül 2014 tarihlerinde ÇOMÜ Gözlemevi'ni ziyaret etmiş, Mt John Gözlemevinde yürütülen gözlemsel çalışmalarla ilgili bir seminer vermiş, bilimsel işbirliğinin geliştirilmesi için üç yıllık bir işbirliği anlaşması önermiş ve önerilen anlaşma taraflar arasında imzalanarak uygulamaya konmuştur.

2 Ortak Çalışmalardan Çıkan Yayınlar

- Bakış, V., Bakış, H., Eker, Z., Demircan, O., "eta Muscae: a young detached binary with two identical components", 2007, MNRAS, 382, 609.
- Bakış, H., Bakış, V., Demircan, O., Eker, Z., "The early-type semidetached binary system V716 Centaurus", 2008, MNRAS, 385, 381.
- Bakış, V., Bakış, H., Demircan, O., Eker, Z., "Absolute Dimensions and Apsidal Motion of the Eccentric Binary PT Velorum", 2008, MNRAS, 384, 1657.
- B. Özkardeş, A. Erdem, V. Bakış, "Güney Yarımküre'den Bir W UMa Türü Sistem: CN HYDRI", XVI. Ulusal Astronomi Kongresi ve V. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 8-12 Eylül 2008.
- H., Bakış, V., Bakış ve O., Demircan, "Be Bileşenli Etkileşen

* demircan@comu.edu.tr



Şekil 1. Mt John Gözlemevi'nde D= 1 m çaplı teleskopta kullanılan HERCULES tayfçeki.

- Çift Sistem R Ara", 2008, XVI. Ulusal Astronomi Kongresi ve V. Ulusal Astronomi Kongresi, Çanakkale, vol., 2, 615.
- V., Bakış, O., Demircan, H., Hensberge ve H., Bakış, "Scorpius-Centaurus Oymağındaki Çift ve Çoklu Sistemlerin Özellikleri Örnek Çalışma: Eta Mus ve V831 Centaurus", 2008, XVI. Ulusal Astronomi Kongresi ve V. Ulusal Astronomi Kongresi, Çanakkale, vol., 2, 689.
- D. Doğru, A. Erdem, "Güney Yarımküreden Bir Aktif Yıldız: CF Tuc", XVI. Ulusal Astronomi Kongresi (08– 12 Eylül 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi), Editörler: O. Demircan, A. Erdem, F. Soyduğan, V. Bakış, L. Özçağ, B. Ulaş, s.268-284 (2008).
- Budding, E., Erdem, A., Innis, J. L., Oláh, K., Slee, O. B., "Recent observations of AB Dor and interpretation", AN, Vol.330, Issue 4, p.358-365 (2009).
- Özkardeş, B., Erdem, A., Bakış, V., "A W UMa type system from Southern Hemisphere: CN Hydri", NewA, Volume 14, Issue 5, p. 461-466 (2009).
- Doğru, D., Erdem, A., Doğru, S. S., Zola, S., "The chromospherically active binary CF Tuc revisited", MNRAS, Volume 397, Issue 3, pp. 1647-1660 (2009).
- Özkardeş, B., Erdem, A., Bakış, V., "A W UMa type system from Southern Hemisphere: CN Hydri, 2009, NewA, 14, 461.
- Bakış, V., Bakış, H., Bilir, S., Soyduğan, F., Soyduğan, E.,



Şekil 2. Mt John Gözlemevi Müdürü Prof.Dr. John Hershaw ve eşi'nin ÇOMÜ Gözlemevi ziyareti.

- Demircan, O., Eker, Z., Yaz, E., Tüysüz, M., Şenyüz, T., "The spectroscopic orbits of three double-lined eclipsing binaries: I. BG Ind, IM Mon, RS Sgr", 2010, *NewA*, 15, 1.
- Bakis, V., Bulut, I., Bilir, S., Bakis, H., Demircan, O., Hensberge, H., "Absolute Dimensions and Apsidal Motion of the Young Detached System LT Canis Majoris", 2010, *PASJ*, 62, .1291-1299.
 - Budding, E., Erdem, A., İnlek, G., Demircan, O., "Absolute parameters of young stars - II. V831 Centauri", *MNRAS*, Volume 403, Issue 3, pp. 1448-1456 (2010).
 - Özkardeş, B., Erdem, A., "Absolute parameters of the newly-identified contact binary star IS Canis Major", *NewA*, Volume 15, Issue 2, p. 247-253 (2010).
 - Sürgit, D., Erdem, A., Budding, E., "The Algol binary system KZ Pavonis revisited", *MNRAS* 407, 497, 2010.
 - Bakis, H., Bakis, V., Bilir, S., Yaz, E., Demircan, O., "Ori OB1 Oymak Üyesi IM Mon", XVII. Ulusal Astronomi Kongresi, 31 Ağustos-4 Eylül 2010, Çukurova Üniversitesi, Adana.
 - Bakis, V., Bulut, I., Bilir, S., Bakis, H., Demircan, O., "Üçlü Sistem LT CMA: Astrofiziksel parametreler ve CMA OB1 üyeliği", XVII. Ulusal Astronomi Kongresi, 31 Ağustos-4 Eylül 2010, Çukurova Üniversitesi, Adana.
 - Sürgit, D., Erdem, A., Budding, E., "Çoklu Bileşenli bir Sistem:KZ Pav", XVII. Ulusal Astronomi Kongresi, 31 Ağustos – 4 Eylül 2010, Çukurova Üniversitesi, Adana.
 - Özkardeş, B., Erdem, A., "Erken Tür Bir W UMa Sistemi V535 Ara'nın Salt Parametreleri", Ulusal Astronomi Kongresi ve XVI. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, 31 Ağustos-4 Eylül 2010, Çukurova Üniversitesi, Adana.
 - Bakış,, H., Bakış, V., Bilir, S., Mikulašek, Z., Zejda, M., Yaz, E., Demircan, O., Bulut, I., 2011, "Study of Eclipsing Binary and Multiple Systems in OB Associations. I. Orion OB1a - IM Monocerotis", *PASJ*, Volume 63, pp. 1079.
 - Butland, R. J., Budding, E., 2011 "Another component in the multiple system eta Mus" *IBVS* 6004.
 - Bulut, A., Szymanski, T., Çiçek, C., Bulut, İ., Erdem, A., 2011 "Basık Yörüngeli Örtün Çift Yıldızlar: DN Cru ve V399 Pup" 28 th. International Physics Congress, 06-09 September 2011 Bodrum.
 - Nitschelm, C., Hensberge, H., Landin, N. R., Bakis, V., David, M., 2011 "The η Muscae Multiple System", Evolution of compact binaries. Proceedings of a workshop held at Ho-

tel San Martin, Vina del Mar, Chile 6–11 May 2011. ASP Conference Proceedings, Vol. 447. San Francisco, CA: Astronomical Society of the Pacific, 2011., p.87.

- Özkardeş, B., Sürgit, D., Erdem, A., Budding, E., Soyduğan, F., Demircan, O., 2011 "Spectroscopic study of early type binary HX Vel A", From Interacting Binaries to Exoplanets: Essential Modeling Tools, IAU Symposium 282, July 18-22.
- Özkardeş, B., Erdem, A., "Early-type W UMa contact binary system: New data on V535 Ara", 2012 *NewA* 17, 143.
- Sürgit, D., Erdem, A., "Neglected reverse Algol system: WZ Hor", 2012 *NewA* 17, 336.
- Özkardeş, B., Sürgit, D., Erdem, A., Budding, E., Soyduğan, F., Demircan, O., "Spectroscopic Study of the Early-Type Binary HX Vel A", 2012 *IAUS* 282, 67.

Erişim:

P02-001: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

RY Per ve FR Ori Yıldızlarının Dönem Analizi

Ahmet Devlen^{1*}, Ezgi Yoldaş¹, Fatih Demirtaş¹

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100-Bornova, İZMİR

Özet

Bu çalışmada RY Per ve FR Ori Algol-türü örten değişenlerin dönem değişim karakterleri incelenmiştir. Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde yapılan gözlemlerden hesaplanan minimum zamanları ve literatürdeki minimum zamanları kullanılarak sistemlerin dönem analizi yapılmıştır. O-C değişimlerinin karakteri artan bir parabolik değişim göstermektedir. Bu değişim küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru kütle aktarımı sonucu olabilir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, İkili Yıldızlar

1 RY Per

RY per (HD 17034 $V = 8^m.63$) yarı ayırık Algol-türü örten değişen yıldızdır. Baş yıldız ve yoldaşın tayf türü sırasıyla B4 V ve F7 III-IV dir. 1906 yılında Ceraski (1906) tarafından keşfedilmiştir. Olson ve Plavec (1997) RY per'in tayfsal ve fotometrik verilerini analiz etmişlerdir ve kütle oranını 0.256 ($M_1=6.25M_{\odot}$, $M_2=1.60M_{\odot}$) olarak vermişlerdir. Peters ve Polidan (2004) RY Per sisteminde baş yıldızı çevreleyen sıcak plazmanın yapısını incelemişler ve yoldaş yıldızdan gelen gaz akımının baş yıldızın fotosferine küçük açılarla çarptığını söylemişlerdir.

2 FR Ori

FR Ori (HD 248406; $V = 10^m.64$) Hoffmeister (1934) tarafından kısa dönemli bir değişen yıldız olarak keşfedilmiştir. Tayf türü A7 olarak verilmiştir. Yang ve ark (2014) FR Ori'nin baş yıldızının δ Scuti bir yıldız olduğunu belirtmiş ışık eğrisi ve fourier analizini yapmışlardır. Kütle oranını 0.325 olarak ($M_1=1.84M_{\odot}$, $M_2=0.60M_{\odot}$) vermişlerdir.

3 Gözlem, Analiz ve Sonuçlar

RY Per ve FR Ori yıldızlarının minimum gözlemleri 24 Aralık 2014 tarihinde Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde 40 cm lik Schmidt-Cassegrain Eşlek-Alman kurgu teleskopta, Alta Apogee U42 CCD'si kullanılarak Bessel B,V,R süzgeçlerinde yapılmıştır. Gözlemlerin indirgeme ve parlaklık ölçümleri IRAF indirgeme paketi kullanılarak yapılmıştır. Her iki yıldızda da denet yıldızları kullanılmış ve mukayese yıldızının parlaklık değişimi göstermediği anlaşılmıştır. Minimum zamanları Kwee-van Woerden (1956) yöntemiyle belirlenmiştir. Bulunan minimum zamanları Çizelge 1'de verilmiştir. RY Per ve FR Ori yıldızlarının literatürden toplanan ve gözlemlerden elde edilen minimum zamanları ile O-C değerleri hesaplanarak elde edilen O-C eğrileri Şekil 1'de gösterilmiştir.

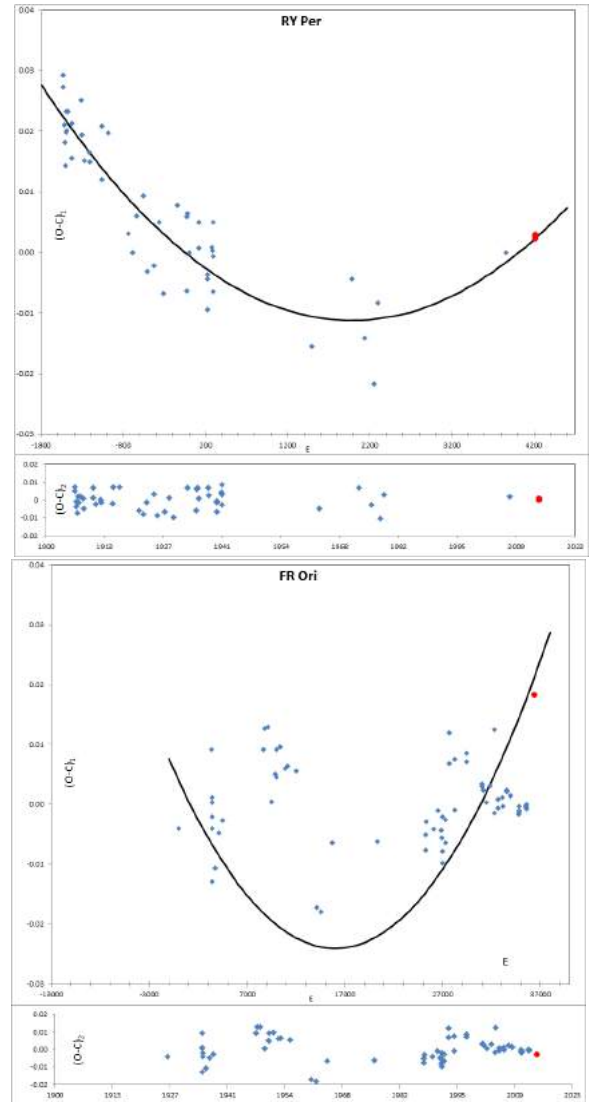
RY Per – MIN I:

$$(HJD) = 2428045.32643(96) + 6.8635582(7) \times E \\ + 2.72(3) \times 10^{-9} \times E^2$$

FR Ori – MIN I:

$$(HJD) = 2424845.2930(25) + 0.8831588(3) \times E \\ + 1.09(8) \times 10^{-10} \times E^2$$

* ahmet.devlen@ege.edu.tr



Şekil 1. RY Per ve FR Ori sistemlerinin (O-C)1 ve (O-C)2 (alt panel) grafiği. Kırmızı noktalar Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen minimum zamanlarını temsil etmektedir.

Çizelge 1. Gözlemlerden bulunan minimum zamanları

Yıldız	B	V	R
RY Per	2457016.45432(16)	2457016.45402(25)	2457016.45463(30)
FR Ori	-	2457016.25949(19)	-

Analiz sonuçlarına göre her iki sistemin de dönemi artmaktadır. RY Per ve FR Ori sistemlerinde küçük kütleli bileşen roche lobunu doldurmuş ve L1 noktasından baş yıldızla kütle aktarmaktadır. Hem RY Per ve hem de FR Ori yıldızında O-C artıklarına baktığımızda düzenli bir değişim görülmemiştir. Her iki sistem için de kütle ve açısal momentum korunumunun geçerli olduğunu kabul edersek ve bileşenlerin yukarıda verilen kütlelerini kullanarak, hesaplanan dönem değişimleri ve kütle aktarım değerleri aşağıda verilmiştir:

RY Per:

$$dP/dE = 5.43(50) \times 10^{-9} (\text{gun}/\text{Çevrim});$$

$$\Delta M_1 = 3.02(13) \times 10^{-8} (M_{\odot}/y\text{Bl})$$

FR Ori:

$$dP/dE = 2.19(16) \times 10^{-10} (\text{gun}/\text{Çevrim});$$

$$\Delta M_1 = 3.04(25) \times 10^{-8} (M_{\odot}/y\text{Bl})$$

Kaynaklar

- Ceraski, W.: AN, 1906, **172**, 351
Hoffmeister, C. 1934, AN, **253**, 195
Kwee, K.K. ve van Woerden, H.: 1956, BAN, **12**, 327
Olson, E.C. ve Plavec, M.J.: 1997, AJ, **113**, 4251
Peters, G.J. ve Polidan, R.S.: 2004, AN, **325**, 225
Yang, Y.-G., Wei, J.-Y. ve Li, H.-L.: 2014, AJ, **147**, 35

Erişim:

P03-001: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Cüce Nova UV Per'in Patlama ve Sessizlik Dönemlerindeki Fotometrik Gözlemleri

Murat Mentеше¹★,

İlham Nasıroğlu

¹ Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

Özet

Cüce Novalar, beyaz cüce ve eş yıldız olarak bir kırmızı ana kol yıldızı içerirler. Yarı düzenli patlamalara sahip olup bir gün içerisinde görünür parlaklıkları 2 ile 7 kadir kadar ani bir yükselme gösterir ve 2 ile 20 gün gibi bir zaman aralığında eski parlaklıklarına geri dönerler. Patlamalar, yığılma diskindeki iyonize hidrojen kaynaklı kararsızlıktan dolayı potansiyel enerjinin salınmasından meydana gelmektedir. Bu çalışmada TUG T100 teleskopu ile Cüce Nova UV Per'in patlama ve sessizlik dönemine ait fotometri gözlemleri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: stars: dwarf novae, İkili Yıldızlar

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P03-002: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Düşük Kütle Oranlı Değen Çift Yıldız Dizgesi V728 Herculis

Burak Ulaş¹★,

Naci Erkan

¹ İzmir Türk Koleji Gezegeni, Gezegeni, İzmir

Özet

Bu çalışmada V728 değen çift yıldız dizgesinin yeni gözlemleri, dönem çözümlemesi, ışık ve dikine hız eğrisi çözümü sunulmuştur. Yörünge dönemi çalışması düşük kütleli yıldızın daha büyük kütleliye madde aktardığını ve ek bir mekanizmanın da yörüngede sinüs benzeri değişime neden olduğunu göstermiştir. Dizgenin fiziksel özellikleri elde edilmiş ve yüksek değme derecesine sahip, düşük kütle oranlı bir dizge olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, İkili Yıldızlar

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P03-003: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Fotosferik Parlak Noktalar ile Kromosferik Salınımlar Arasındaki İlişki

Asuman Gültekin Annak^{1*}, Nurol Al¹, Z. Funda Bostancı¹

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Güneş fotosferinde intergranüler bölgede gözlenen parlak noktalar küçük ölçekli manyetik elemanlar olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada fotosferde gözlenen parlak noktaların daha üst atmosferik tabakalardaki izdüşümlerinde gözlenen salınımlar incelenmiştir. Bunun için $H\alpha$ çizgisinin taranmasıyla elde edilen farklı atmosferik derinliklere ait filtregramlar kullanılarak, Lambdametre yöntemiyle oluşturulan hız görüntülerine Wavelet analizi uygulanmıştır. Böylece farklı iki derinlik için elde edilen Wavelet güç spektrumları karşılaştırılarak, parlak noktalarla kromosferik salınımlar arasında bir ilişkinin olup olmadığı anlaşılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sun: oscillations, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Gözlemler ve Analizler

Bu çalışmada, Tenerife'deki Vakum Kule Teleskopu ile yapılan gözlemlerde iki boyutlu spektrometre ile elde edilen ve spekl yöntemiyle yeniden oluşturulan görüntüler kullanılmıştır (Bkz. Gültekin 2010). İndirgemeler sonunda toplam 60 adet dar-bant taraması ve bunlarla eş zamanlı 60 adet geniş bant (fotosfer) görüntüsü elde edilmiştir. $H\alpha$ çizgi taramaları kullanılarak Lambdametre yöntemi (Al ve diğ. 2004) yardımıyla her bir tarama için farklı iki derinliğe karşılık gelen $H\alpha$ çizgi merkezinden $\pm 300\text{mÅ}$ ile $\pm 700\text{mÅ}$ uzaklıktaki çizgi genişlikleri için birer Doppler hız görüntüsü oluşturulmuştur. Bu çalışmada görüş alanında, bütün zaman serisi boyunca analizi yapılacak beş parlak nokta seçilmiştir. Her bir taramaya karşılık gelen beyaz ışık görüntüsünde parlak noktalara ait maksimum parlaklığın olduğu pikseller tespit edilmiş, böylece taramadan taramaya konumları belirlendikten sonra bütün zaman serisi boyunca hareket ettikleri alt alanlar bulunmuştur. Şekil 1'de beyaz ışık görüntüsünde seçilen parlak noktalara ait alt alanlar işaretlenmiştir. Ortada ve en sağda ise sözkonusu alt alanların yeri sırasıyla $H\alpha \pm 700\text{mÅ}$ ve $\pm 300\text{mÅ}$ çizgi genişlikleri için oluşturulan ortalama şiddet görüntülerinde gösterilmektedir.

Wavelet analizi (Torrence ve Compo 1998) kullanılarak parlak noktaları içeren alt alanlardaki her bir piksele ait Doppler hız zaman serisinin güç spektrumu elde edilmiş ve sonra her alt alan için ortalama bir güç spektrumu oluşturulmuştur. Sonuçta, her parlak nokta alt alanı için her iki derinliğe ait ortalama güç spektrumları hesaplanmıştır.

2 Sonuçlar

Şekil 2'de, incelen beş parlak noktadan ikisinin güç spektrumları verilmiştir. Bunlardan birinci nokta (PN1) görüş alanındaki plaj alanına daha yakinken, dördüncü nokta (PN4) ise nispeten daha uzaktır. Üstteki spektrumlar daha üst atmosfer tabakasına, alttaki spektrumlar ise daha alt tabakaya aittir. Plaj bölgesine yakın olan PN1 noktasına ait güç spektrumlarında, özellikle gözlemin sonuna doğru olan zaman aralığında, 5 dakikalık bölgede güç gözlemlendiği gibi üst tabakalarda da uzun periyotta kayda değer güç bulunmaktadır. PN4 noktasına ait

güç spektrumunda 5 dakikalık gücün aşağıdan yukarıya doğru belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte özellikle üst tabakada 3 dakikalık güç varlığını göstermektedir. Bu bulgular manyetik akının büyük olduğu bölgelerde manyetik akı tüplerinin uzun periyotlu dalgaların üst tabakalara yayılmasını sağlayan bir portal gibi davrandığı sonucuna götürmektedir.

Kaynaklar

Al, N., Bendlin, C., Hirzberger, J., Kneer, F., Trujillo Bueno, J., 2004, A&A, 418, 1131

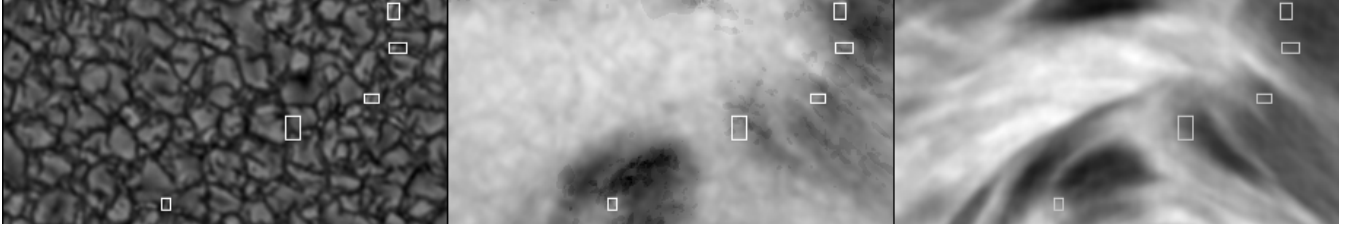
Gültekin, A., 2010, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi

Torrence, C., Compo, G. P., 1998, Bull. Amer. Meteor. Soc., 79, 61

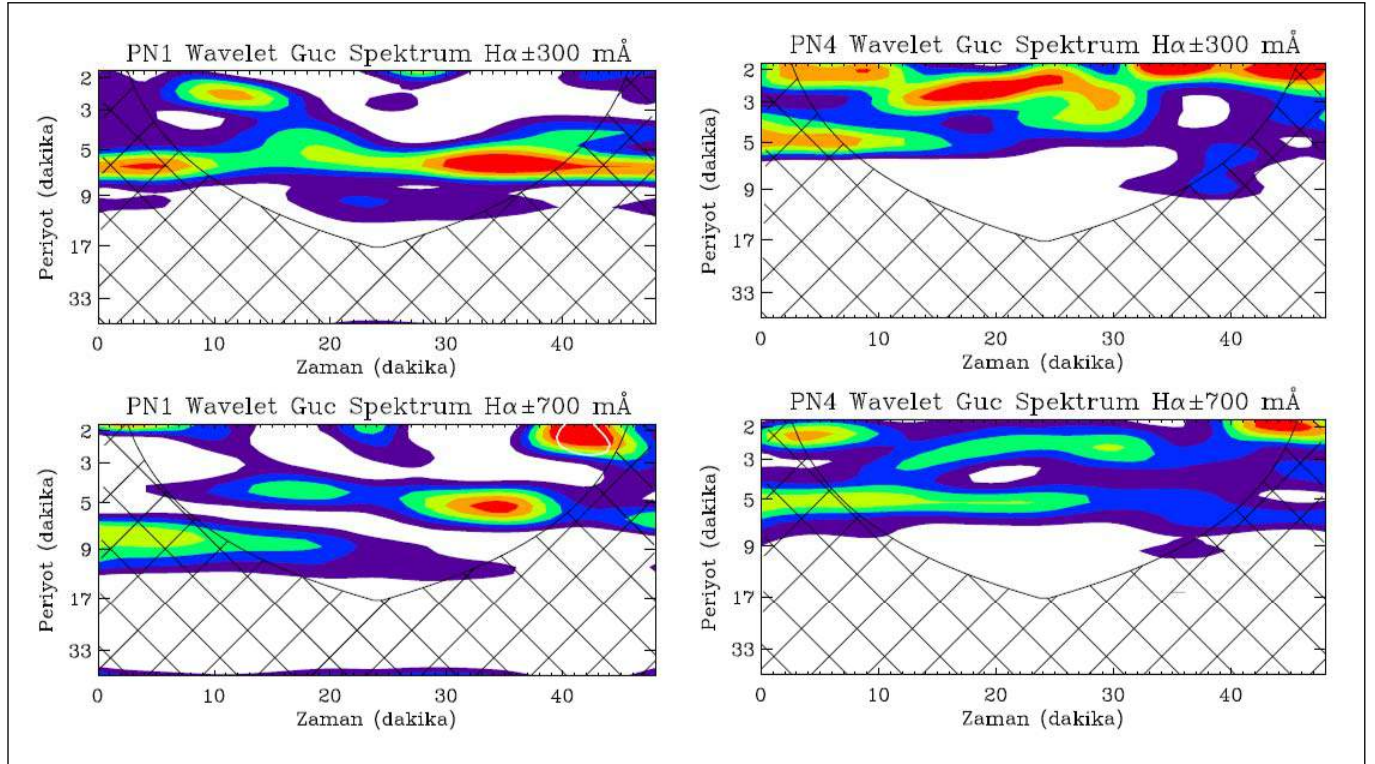
Erişim:

P04-001: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* asumang@istanbul.edu.tr



Şekil 1. Bir beyaz ışık görüntüsü, $H\alpha \pm 700\text{m}\text{\AA}$ ve $\pm 300\text{m}\text{\AA}$ çizgi genişlikleri için oluşturulan ortalama şiddet görüntüleri ve seçilen parlak noktaların bu görüntüler üzerinde beyaz çerçeve ile gösterilen konumları (soldan sağa).



Şekil 2. Birinci ve dördüncü parlak noktalara ait iki farklı derinlik için oluşturulan wavelet güç spektrumları (soldan sağa). Kırmızıdan mora doğru renkler, gücün büyük değerlerden küçük değerlere doğru dağılımını göstermektedir. Beyaz bölgeler gücün çok daha küçük olduğu frekans ve zaman aralıklarına işaret eder. Taralı alan zaman serisinde kenar etkilerin ve güvenilirliğin düşük olduğu bölgeyi temsil eder.

Güneş Sistemi'ndeki Küçük Cisimlerin Manyetik Alanları

Eda Güzel^{1*}, Günay Taş¹

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Son yapılan araştırmalarla güneş sistemindeki küçük cisimlerin de manyetik alanları olduğu belirlendi. Bu bulgular ışığında asteroit ve meteoritlerin manyetik sınıflaması yapılmaktadır. Yapılan sınıflamalar, meteoritlerin ataları olan asteroitlerin belirlenmesine ve bağlantılı olarak güneş sisteminin oluştuğu bulutun ilkel manyetik özelliklerine ışık tutmaktadır. Bu posterde Türkiye'de meteoritlerin manyetik özelliklerinin belirleme çalışmalarının yapılabilirliği sorgulanmakta ve bir proje girişimi duyurulmaktadır.

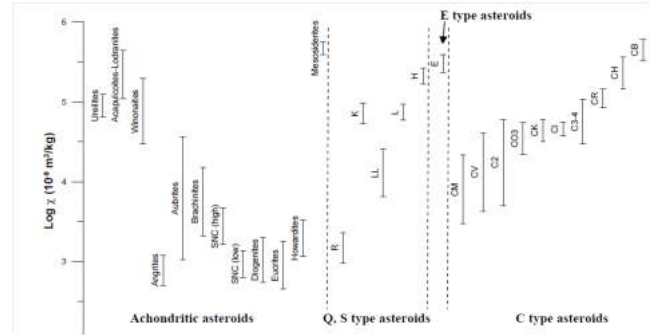
Anahtar Kelimeler: minor planets, asteroids, general, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Asteroit ve kuyruklu yıldızlar gibi küçük cisimlerin manyetik alanlarının belirlenebilmesi ve ölçülebilmesi, güneş sisteminin oluşumunu ve sonraki evrim süreçlerini anlamak için önemlidir. Güneş sisteminin ilk oluşum döneminde güneş bulutsusunda meydana gelen olaylar üzerine yazılan senaryolar, küçük cisimlerin bugünkü manyetik özelliklerini açıklamak için de başvuru kaynağı olarak kullanılır. Küçük cisimlerin kökeni, kimyasal yapısı ve geçirdiği sıcaklık evrimi, onun bugünkü manyetizasyon durumunda rol oynar. Asteroitlerin birkaç yolla manyetik özellik kazandıkları belirlenmiştir: a) Ata cismin çekirdek dinamosu ile manyetizasyonu, b) Paralel olmayan yoğunluk ve sıcaklık gradientinin ürettiği manyetik alan, c) Doğal kalıntı manyetizasyonu (NRM). Bir cismin doğal kalıntı manyetizması yaşamı boyunca geçirdiği manyetik süreçlerin bir bileşimini taşır.

Bu farklı bileşenler çözülebilir ve kazanılan manyetizasyonlardan hangisinin daha baskın olduğu konusunda bazı ipuçları verebilir. Neredeyse tüm meteorlar kalıntı manyetizasyonu taşırlar. Doğal kalıntı manyetizasyonu oluşma şekline göre farklı şekilde adlandırılır: Isısal kalıntı manyetizasyonu, kimyasal kalıntı manyetizasyonu, depolanan kalıntı manyetizasyonu, viskoz kalıntı manyetizasyonu, toplanma kalıntı manyetizasyonu.

Bu tür cisimlerin alanları ya doğrudan ya da onlardan yeryüzüne düşen parçalar yani meteoritler sayesinde ölçülür. Küçük cisimlerin manyetik alanlarını belirlemede kullanılan üç yöntem vardır: i) Doğrudan asteroit yüzeyinden manyetik alan ölçümü. ii) Asteroitin yörüngesindeki bir uzay aracının manyetometreyle gezegenlerarası manyetik alanı da içeren ölçümler yapılması. iii) Yerden meteorit alan ölçümleri. Bu sayede meteorit - ata asteroit eşleştirmeleri yapılır. Uzay araçlarıyla yapılan ölçümlerle, farklı sınıflardaki bazı küçük cisimlerin manyetik alan şiddeti ve manyetik momentleri literatürde belirlenmiştir. Bir taşın manyetikliği içerdiği ferromanyetik parçacıkların yoğunluğuna bağlıdır. Meteoritlerin geniş bir manyetik yakınlık veri tabanı oluşturularak meteoritlerin mineralojisi ve ata asteroit belirlenebilir. Bu yolla meteoritlerin asteroit kökenine dair bir tahmin yürütülebilir ve manyetik yakınlık miktarı belirlenmiş bir meteoritin atası olan asteroit için oluşum ve sonraki evrimine ilişkin bir yaklaşım sağlanabilir. 1'de farklı türlerde meteoritlerin manyetik yakınlıkları ve bu sınıflarla benzer manyetik yakınlığa sahip asteroitler gösterilmektedir. Buradan da man-



Şekil 1. Bazı meteorit türlerinin ve asteroit sınıflarının manyetik yakınlığı. Meteoritlerin kökenleri asteroitlerin manyetizmasının karşılaştırılmasıyla belirlenebilir (Kohut ve Britt, 2011.)

yetik yakınlıkla asteroit ve meteorit özellikleri arasında bir ilişki olduğu açıkça görülür.

2 Türkiye'de Manyetik Sınıflama Ölçümlerinin Yapılabilirliği

Manyetik yakınlık ölçerler ya da manyetik yakınlık terazileri küçük, pratik ve Türkiye'de birçok kimya ve jeoloji laboratuvarında yaygın olarak kullanılan aletlerdir. Yer taşlarını incelemek için kullanılmakta olup, meteorit belirlemeleri ve meteoritlerin manyetik sınıflamasını yapmak için de kullanılabilirler. Günümüzün en çok çalışılan konularından olan gezegenli sistemler ile güneş sistemi arasında karşılaştırmalar ve istatistik çalışmalar yapılmaktadır. Yıldız evrimi ve oluşumu kuramlarının manyetik alanlara bağlılığı göz önüne alındığında meteor ve asteroitlerin manyetik alanlarının ölçümünün önemi bir kez daha ortaya çıkar. Gezegenli sistem çalışanlar arasında çok sayıda jeoloğun ve kimyacının astronomi alanında faaliyet göstermesi, ortak başka bir disiplinlerarası çalışma alanı olarak, güneş sisteminin küçük cisimlerinin alanlarının ölçümüyle oluşturulacak veritabanları için bizlerin dikkatini çekmektedir. Bu işin en önemli kısımlarından biri veri toplamaktır. Böyle bir projenin başlangıcı için uygun hazır veri arşivleri de vardır. TÜBİTAK destekli bir projeye alınacak bir manyetik yakınlık ölçer yurtdışı bahsedilen bilimsel sorulara kapsamlı yanıt vermek için yeterli olacaktır.

* edaguzell@gmail.com

Kaynaklar

- Auster, H. U., Apathy, G., Berghofer, A., Remizov, A., Roll, R., 2006, "ROMAP: Rosetta Magnetometer and Monitor", *Space Science Reviews*, 128, 221.
- Bertini, I., 2013, "Asteroids; Prospective Energy and Material Resources", edit by Badescu, V. Polytechnic University of Bucharest, Canadida Oancea Institute, Romania, 1-710.
- ElkShoulder, A., Franklin, J., Yawea, O., Gchachu, K., Simmins, J., Cohen, B., Newsom, H., 2006, "Meteorite Identification and Classification Using Magnetic Susceptibility", *Lunar and Planetary Science XXXVII*, 1485.
- Kohut, T., Britt, D., 2011, "Magnetic Susceptibility as a Tool for Asteroid Exploration", 42nd Lunar and Planetary Science Conference, 1517.
- Valée, J.P., 2005, "Astral Magnetic Fields—as Observed in Star Forming Nurseries, in Stars, and in the Solar System", *New Astronomy Reviews*, 47, 85.
- Weiss, B.P., 2012, "A Vitrage of Asteroid Magnetism", *Planetary Science*, 338, 897.

Erişim:

P04-002: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Fark Fotometrisi Yoluyla bir Asteroidin Dönme Dönemini Belirleme

Afşar Kabaş¹★

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 17100 Çanakkale

Özet

Bir asteroidin kendi eksenini etrafındaki dönme dönemini biliyor olmak, o asteroidi fotometrik olarak modellemeye ve asteroidle ilgili bazı sınıflandırmalar yapabilmeye olanak tanır. Bu çalışmada, fark fotometrisi yoluyla bir asteroidin dönme dönemini belirlerken, izlenmesi gereken temel ve pratik adımlar sıralanmış, örnek bir uygulamanın sonucu kısaca belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: minor planets, asteroids, general, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Nokta kaynak olarak gözlenen asteroidler, kendi eksenleri etrafında dönerlerken, özellikle düzensiz şekilleri nedeniyle, gözlemciye yansıttıkları ışığı sürekli olarak değişikliğe uğrattırır. Gözlemci, asteroidi o anda dönme eksenini doğrultusundan bakarak gözlemiyorsa, bir ışık eğrisi elde edecektir. Genliği, Güneş-Asteroid-Yer açısına ('solar evre açısı'), dönme eksenini ile bakış doğrultusu arasındaki açıya ('aspect açısı') ve asteroidin basıklık derecesine bağlı olan bu ışık eğrisinin dönemi, asteroidin sinodik dönme dönemidir. Sinodik dönme dönemi, bu çalışmanın da kapsamına giren asteroidler için, yani gökyüzü düzlemindeki göreceli hareketi yavaş ve göreceli olarak kısa dönme dönemli asteroidler için, yıldızlı dönme dönemiyle hemen hemen aynıdır.

Söz konusu asteroide ilişkin çok çeşitli gözlem geometri-lerinden elde edilmiş ışık eğrileri eğer elde mevcutsa, dönme döneminin de bilinmesiyle ayrıntısı Kaasalainen ve Torppa (2001) ve Kaasalainen ve ark. (2001)'de açıklanan fotometrik modelleme çalışmasına gidilebilmektedir. Bunun yanında dönme dönemi, asteroidi tanımlamada ve genel bir sınıfa yerleştirmede de rol oynar.

2 Dönme Dönemi Belirlemede İzlenebilecek Temel ve Pratik Adımlar

Bu çalışma, bir asteroide ilişkin dönme dönemini fotometri ile belirlemede mümkün olabilecek en pratik yolu sıralı bir şekilde okuyucuya göstermeyi hedeflemiştir. Pratikliği ve yaygın kullanılabilirliği açısından gözlemsel yöntem olarak fark fotometrisi düşünülmüş ve bu nedenle çalışmadaki adımlar görünür hareketleri yavaş ve dönme dönemleri kısa olan asteroidler için verilmiştir:

- Minor Planet Bulletin (MPBu) web adresine¹ gir.
- Güncel MPBu'ü indir ve son sayfalarda yer alan 'Lightcurve Photometry Opportunities' başlığı altındaki listeleri bul.
- Bu listelerde ışık eğrisi güvenilirlik kodu olan U değerlerine dikkat et. $U = 2+$, $U = 2$, $U = 2-$, $U = 1+$, $U = 1$ değerlerine sahip asteroidleri belirle (bu asteroidlerin listede verilmiş dönme dönemi değerleri yeterli güvenilirliğe sahip değildir).

- $U \leq 2+$ olan böyle bir asteroid için; en parlak olduğu tarih, o tarihteki parlaklık ve dik açıklık, ışık eğrisi dönemi ve genlik bilgilerini oku. Parlaklığın ve genliğin uygun, dik açıklığın göreceli olarak yüksek ve dönme döneminin tek gecelik gözlemede en az 1 çevrim gösterecek kadar kısa olmasına dikkat et.
- Bu şartlara uyan asteroidi belirledikten sonra, Minor Planet Center (MPC) web adresine² gir ve söz konusu asteroidi bu kaynaktan tekrar kontrol et. Genlik, dönem bilgilerini teyit et, notlar ve varsa ek notlar bilgilerini oku (seçilen asteroid için notlar bilgisindeki rakam 1 ya da 2 olmalı).
- Bu aşamadan sonra seçilen asteroidin, referans yıldızları olarak düşünülecek yıldızlarla birlikte, 1 gözlem gecesi boyunca CCD'nin görüş alanı içinde kaldığına emin ol (bu, Guide 7.0 programı³ ile denetlenebilir).
- MPBu'deki tarih bilgisinden faydalanarak, bu tarihe yakın ardışık iki temiz (meteoroloji öngörülerinden faydalanarak) ve Aysız geceyi gözlem geceleri olarak belirle. Geceleri belirlerken, o gecelerde CCD görüntüsü içerisinde asteroide birlikte yer alan ve referans olabilecek en az üç yıldız olmasına da dikkat et (bu, Guide 7.0, Guide 8.0⁴ ve SIMBAD astronomik veri tabanı⁵ yoluyla denetlenebilir).
- Gözlemede uzun bir pozlama gerekiyorsa, iki poz arasında bekleme süresi koymamaya dikkat et ve gerekirse böyle bir durumda 2×2 bining ayarında gözle (gözlem, Johnson-Cousins sistemindeki V ya da R filtresinde yapılabilir).
- Elde edilen ham veriye standart bias, dark, flat düzeltmesini uygula ve iki denet, bir mukayese yıldızı seçerek asteroid için fotometri yap, ihtiyaç duyulursa 'ensemble' fotometri yapmayı dene (bu işlemler MaxIm DL 5.15⁶ gibi programlarla yapılabilmektedir).
- Işık eğrileri elde edildikten sonra, varsa saçılmış olduğu belirgin olan noktaları temizle.
- Ardışık iki geceye ait bu iki ışık eğrisi arasında farklı mukayese kullanımından ileri gelen bir seviye farkı olacak. Işık eğrilerinden biri için maksimum nokta ile minimum nokta ortalamasını belirle ve bu değeri o ışık eğrisinden çıkart, bu

² <http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/LightcurveDat.html>

³ <http://www.projectpluto.com/guide7.htm>

⁴ <http://www.projectpluto.com>

⁵ <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

⁶ http://www.cyanogen.com/maxim_main.php

★ akabas@comu.edu.tr

¹ <http://www.minorplanet.info/mpdownloads.html>

işlemi diğer ışık eğrisi için de benzer şekilde yap. Böylelikle seviye farkı ortadan kalkacak.

- l. Aralarındaki seviye farkı ortadan kaldırılmış ve zaman ekseninde birleştirilmiş ardışık iki geceye ait bu iki ışık eğrisine (her biri en az 1 çevrim gözlenmiş olmalı), Period04⁷ (Lenz ve Breger 2005) programında Fourier analizi uygula. Böylelikle ışık eğrilerindeki baskın değişimin dönemini, yani ışık eğrisinin dönemini elde et.
- m. Belirlenen dönemin doğruluğunu ışık eğrilerini evrendirek denetle ve bulunan bu dönem değerini varsa literatürdeki değerlerle de karşılaştır.

3 Örnek Bir Uygulama

Bir ana kuşak asteroid olan 4332 Milton, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi'nin T-122 teleskopu ve Apogee Alta U42 CCD'si (FOV: 8.5×8.5 arcmin²) kullanılarak, 09 Ağustos 2012 ve 10 Ağustos 2012 gecelerinde V filtresinde fotometrik olarak gözlenmiştir. Gözlem süresince parlaklığı 13.9 kadir olan asteroid için ilk gece 1 mukayese, 1 denet ve ikinci gece için ise 1 mukayese, 2 denet belirlenmiştir.

Warner ve ark. (2012)'de dönme dönemi ve ışık eğrisi güvenilirlik kodu U sırasıyla, 3.2978 sa ve 2+ olarak verilen bu asteroid için MPC'da kayıtlı herhangi bir bilgi mevcut olmayıp, 'yayınlanmış ışık eğrisi yoktur' bilgisi yer almaktadır. U = 2+ güvenilirlik koduna sahip olan bir asteroidin dönme dönemi, orta genişlikte boşluk ya da boşluklara sahip bir ışık eğrisinden belirlenmiş demektir¹.

Bu çalışmada yukarıda verilen adımlar sırasıyla uygulanmış ve 4332 Milton için sinodik dönme dönemi $P = 3.2945 \pm 0.0043$ sa olarak bulunmuştur.

4 Sonuç

Burada belirtilen adımlar, bir gözlem gecesi boyunca CCD'nin görüş alanı içerisinde kalabilecek hızda görünür hareketi olan ve dönme dönemi bir gecedan kısa olan asteroidler için geçerlidir. Böyle bir asteroid için en az bir dönme dönemini kapsayacak uzunlukta ya bir gecedan ya da daha iyisi birkaç komşu gecedan elde edilmiş fark fotometrisi verileriyle dönme dönemi elde edilebilir.

CCD'nin görüş alanından geçiş süresine göre daha uzun dönme dönemine sahip asteroidlerin dönme dönemleri belirlenirken çoğunlukla mutlak parlaklık ölçümlerine ihtiyaç duyulur. Güvenilir mutlak parlaklık ölçümlerinin arzu edilen her an uygulanamaması ve bu ölçüm tekniğinin doğası gereği pratik olmaması gibi nedenlerle, bu çalışma fark fotometrisine yönelik hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Kaasalainen, M., Torppa, J.: Optimization Methods for Asteroid Lightcurve Inversion: I. Shape Determination. *Icarus* **153** (2001) 24–36
- Kaasalainen, M., Torppa, J., Muinonen, K.: Optimization Methods for Asteroid Lightcurve Inversion: II. The Complete Inverse Problem. *Icarus* **153** (2001) 37–51
- Lenz, P., Breger, M.: Period04 User Guide. *CoAst* **146** (2005) 53–136
- Warner, B. D., Harris, A. W., Pravec, P., Durech, J., Benner, L. A. M.: Lightcurve Photometry Opportunities: 2012 July–September. *MPBu* **39-3** (2012) 195–199

⁷ <https://www.univie.ac.at/tops/period04/>

¹ <http://www.minorplanet.info/lightcurvedatabase.html>

Erişim:

P04-003: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Güneş Etkinliği-İklim İlişkisi

Seliz Koç¹★, M. Türker Özkan²

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Beyazıt/İstanbul.

² İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul.

Özet

Özellikle manyetik etkinliğin bir göstergesi olan 11 yıllık leke çevrimi ve bunun değişimleri sonucu ortaya çıkabilecek olası iklim değişimlerini araştırmak önemlidir. Çünkü Güneş'in ışıma gücünde meydana gelen değişimlerin Dünya iklimi üzerinde etkileri olduğu fikri ilk olarak 1801'de Herschel tarafından ortaya atılmasından sonra bu fikri destekleyen birçok çalışma yapıldı (Gray ve diğ. 2010). Diğer taraftan uzun süredir biriken gerek Güneş etkinliği ve gerekse iklim parametreleri verileri ile daha ayrıntılı sonuçlara varma olasılığı artmıştır. Böylece bu verilere dayanarak bu çalışmada Güneş etkinliğinin uzun süreli değişimi ile iklimdeki küresel veya yerel değişiklikler birlikte düşünülerek aralarındaki olası ilişkiler değerlendirilecektir.

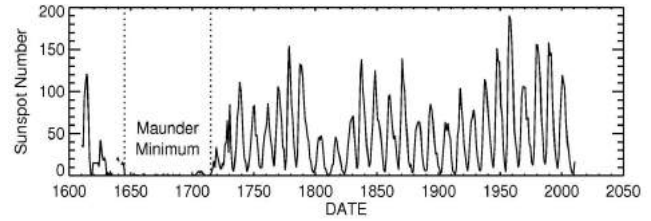
Anahtar Kelimeler: (Sun:) solar-terrestrial relations, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Güneş, Dünya için bir enerji kaynağıdır ve gözlemler Güneş'in değişken bir yıldız olduğunu gösterir. Güneş Değişkenliği, özellikle Güneş'in konveksiyon bölgesinde, fotosfer, kromosfer ve koronada farklı süreçler ile tanımlanır (Gray ve diğ. 2010). Bunlardan en belirgin olanları fotosfer tabakasında ortaya çıkan yapılar olan güneş lekeleridir. 1610'dan itibaren güneş leke sayısı ölçümü kayıtları yapılmaktadır (Hathaway ve diğ. 2010). Ortalama Güneş leke çevrimi 11 yıl sürmektedir. Yaklaşık 5 yıldır içinde bulunduğumuz 24. Çevrim, 1902 yılında başlayan, 1906 yılında maksimumu gözlenen 14. Çevrimden bu yana en düşük aktiviteli çevrimdir¹. Güneş - Dünya etkileşiminin iklim değişikliği üzerine çalışmalar ilk kez Herschel'in 1801'de Güneşdeki değişimin Dünya iklimine etki yapabileceği tahmini ile başladı. Ortaçağ Avrupa'sında güneş lekelerinin çok az olduğu veya hiç olmadığı dönemlerde, örneğin 1645-1715 yılları arasında Maunder Minimumu sırasında (Şekil 1) Güneş ışınımının azalmasıyla iklimde soğuma ortaya çıkmıştır (Gray ve diğ. 2010).

Diğer taraftan Güneş etkinliği maksimum olduğunda atmosferin üst bölgelerinde ozon yoğunlaşması artarken, sıcaklık da daha yüksek olmaktadır (Yamashita ve diğ. 2010). Güneşteki etkinliğin maksimum veya minimum olmasına bağlı olarak TGI (Toplam Güneş Işıması)'deki değişimin Dünya'daki sıcaklığı etkilemesi beklenebilir (Georgieva 2014). Şekil 2 'den görüleceği üzere TGI'nin yıllara göre dağılımında Güneş etkinliği ile ilgili bir değişimden söz edilebilir. Grafik bize, Maunder Minimumu (1645-1715), Dalton Minimumu (1810-1820) (Marsh 2007) ve 1950'den günümüze kadar devam eden Modern maksimumu göstermektedir. Bu sürede iklimin soğumasının, sözü geçen minimumlarla ilişkili olduğu ifade edilebilir.

Diğer taraftan Kuzey ve Güney Yarım Küre'de ölçülen kara sıcaklıklarının 1901-2000 yılları arasındaki yüzyıllık sıcaklık ortalaması temel alınarak bulunan anomali değerlerinin yıllara göre değişimi Şekil 3'de verilmektedir. 1880'den 2014'e kadar sıcaklığın arttığı görülmektedir. Ancak bu artışın doğrudan Güneşten kaynaklandığını söylemek doğru değildir.



Şekil 1. Yukarıdaki grafikte 400 yıllık periyodu kapsayan, yıllık ortalama güneş leke sayıları verilmiştir. Maunder Minimumu 17. YY'ın ortalarından itibaren görülmektedir.

2 Sonuç

Sonuç olarak, şekilleri birlikte ele aldığımızda, Modern Maksimum ile birlikte sıcaklık artışı olduğu izlenimi vermekle birlikte, güneş değişkenliğinin etkileri hala tartışılmakta olup Dünya iklim değişikliğini etkileyen başka birçok faktör de bulunmaktadır. Bunlar arasında sanayileşme, volkanik patlamalar ve aerosollerden söz edilebilir¹ (Gray ve diğ. 2010).

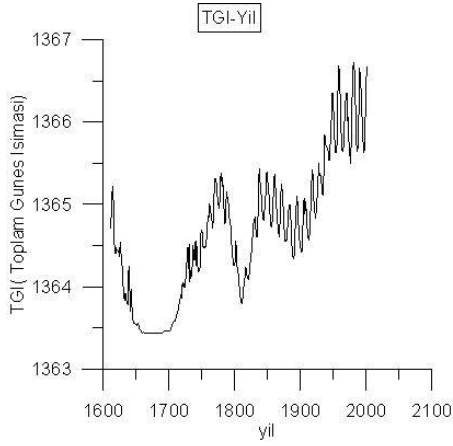
Kaynaklar

- Georgieva, K., ve diğ.: Solar Magnetic Field and Terrestrial Climate, arXiv:1411.6030, (2014)
- Gray, J. L., ve diğ.: Solar Influences On Climate. Rev. Geophys. **48** (2010) RG4001.
- Hathaway, D. H.: The Solar Cycle. Living Reviews in Solar Physics. **7** (2010) 10.
- Lean, J.: Evolution of the Sun's Spectral Irradiance Since the Maunder Minimum, Geophysical Research Letters, Vol. 27, No. 16, pp. 2425-2428, (2000)
- Lean, J.: Climate Forcing by Changing Solar Radiation, Journal of Climate Vol. 11, p. 3072, (1998)
- Marsh, G. E.: Climate Change; The Sun's Role, arXiv:0706.3621, (2007)
- National Research Council. The Effects of Solar Variability on Earth's Climate, The National Academies Press, (2012)
- Yamashita, Y. ve diğ.: Journal of Geophysical Research. **115** (2010) D3.

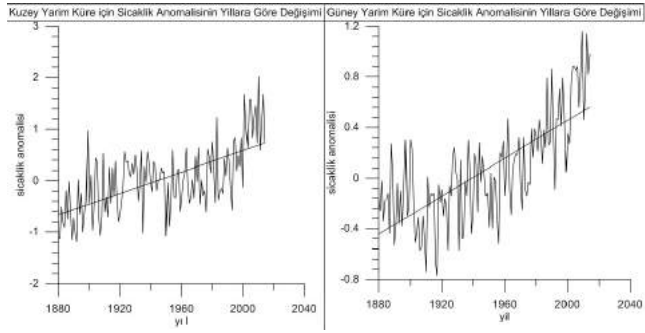
★ selizkoc@hotmail.com

¹ <http://solarscience.msfc.nasa.gov/predict.shtml>

¹ <http://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau1508/>



Şekil 2. 1610 – 2000 yılları arasına ait NCDC(National Climatic Data Centre)'den elde ettiğimiz TGI verisi kullanılarak oluşturduğumuz grafikte, 17. YY' da meydana gelen Güneş ışınmasındaki azalış görülmektedir(Lean 2000)



Şekil 3. Grafiklerde 1880- 2014 yılları arasına ait NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)'den elde edilen veriler kullanılarak, Kuzey ve Güney Yarım Küre kara sıcaklık farkları gösterilmiştir.

Erişim:

P04-004: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

NGC 4258 Galaksisindeki AXK X-6 Kaynağının X-ışın ve Optik Bölgede İncelenmesi

Hasan Avdan^{1,2,*}, Şenay Avdan^{1,2}, Aysun Akyüz^{1,2}, Şölen Balman^{3,4},
Nazım Aksaker^{2,5}

¹ Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana

² Çukurova Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER), Adana

³ Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Fizik Bölümü, Ankara

⁴ Şu anda: Kadir Has Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Cibali Mah., Kadir Has Cad., Fatih, İstanbul, 34083

⁵ Çukurova Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adana

Özet

Bu çalışmada NGC 4258 sarmal galaksisinde *Chandra* uydusu tarafından belirlenmiş Aşırı-parlak X-ışın kaynağı (AXK) X-6'nın, X-ışın ve optik bölgedeki arşiv verileri kullanılarak olası doğası tartışılmaktadır. *Chandra* ve *XMM-Newton* X-ışın uydularının gözlem verileri ile kaynağın tayfsal ve zamansal özellikleri araştırılmıştır. Optik bölgede, TUG'da (TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi) bulunan RTT-150 teleskobu ile alınan tayfı ve kaynağa ait *Hubble Uzay Teleskobu (HST)* verileri incelenecektir. Bu sunumda araştırmalarımızın ilk sonuçları sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

Aşırı-parlak X-ışın kaynakları (AXK, Ultraluminous X-ray Source) bir galaksinin merkez bölgesi dışında bulunan ve X-ışın ışıma güçleri ($L_x > 10^{39}$ erg s⁻¹) 10 M_⊙ kütleli bir kara delik için Eddington limitini aşan noktasal kaynaklardır. Doğaları henüz net olarak bilinmemekte ve yüksek ışıma güçlerini açıklamak için farklı modeller önerilmektedir (Feng ve Soria 2011). AXK'ların optik bölgede çalışılması ile doğaları hakkında önerilen modeller tartışılmakta ve AXK'ların bulunduğu ortam hakkında bilgi sağlanabilmektedir.

Yakın galaksilerde optik bölgede karşılıkları çalışılan bir çok AXK'nın geniş iyonize ortamlar veya kümeler içine gömülü olduğu belirlenmiştir (Pakull ve Mirioni 2002). Kaynakların optik tayfları incelenerek AXK'ların bulunduğu ortam hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir. NGC 4258 galaksisinde belirlenen X-6 kaynağının da *HST* arşiv verileri incelendiğinde bir küme içine gömülü olduğu belirlenmiştir.

2 Gözlemler, Bulgular ve Sonuç

NGC 4258 galaksisi *XMM-Newton* ile 6 yıl süresince toplam 8 kez ve *Chandra* ile 7 yıl boyunca toplam 8 kez gözlenmiştir. X-6'nın X-ışın tayfsal ve zamansal analizi için *Chandra* (28.05.2001, 20 ks) ve *XMM-Newton* (17.11.2006, 63 ks) uydusunun en uzun poz süreli arşiv gözlem verileri kullanılmıştır. Kaynağın tayfsal ve zamansal dosyaları CIAO v.4.6 (*Chandra*) ve SAS v.13.05 (*XMM-Newton*) yazılımları ile üretilmiştir. Tayfsal analiz için XSPEC v.12.8, zamansal analiz için ise XRONOS v.5.22 kullanılmıştır. Her iki gözlemden de en iyi uyum veren modelin PL (Power-Law) olduğu belirlenmiştir. *Chandra* ve *XMM-Newton* verilerinde X-6'nın foton indeksi ve 0.3–10 keV enerji aralığında ışıma gücü sırasıyla $\Gamma \approx (1.7 - 1.9)$ ve $L_x \approx (1.6 - 1.8) \times 10^{39}$ erg s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu so-

nuçlar, X-6 kaynağının X-ışın analizlerini daha önce ayrıntılı olarak inceleyen Akyüz ve ark. (2013)'ün bulduğu sonuçlar ile uyum içindedir.

X-6'nın optik karşılığının tayf gözlemleri TUG'da bulunan RTT-150 teleskobu ve TFOSC ile yapılmıştır. Yüksek çözünürlüklü Grism #8 ve Grism #14 ile 1.7 açı saniyelik yarı kullanılarak 3600 saniyelik poz süreli tayf gözlemleri yapılmıştır. Tayf analizlerinde IRAF v.2.16.1 yazılımı kullanılmıştır. İyonize bölgelere gömülü bir çok AXK'nın optik tayfında belirlenen He II λ 4686 yayını çizgisi (Pakull ve Mirioni 2002; Abolmasov ve ark. 2007), X-6'nın TUG tayfında belirlenememiştir. Ancak belirlenen çizgiler kullanılarak hesaplanan kırmızıya kayma değerinin ($z \sim 0.0016$), NGC 4258 galaksisinin değeri ile aynı olduğu bulunarak kümenin galaksiye ait olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızın devamında kaynağın diğer X-ışın gözlemleri de incelenerek uzun dönemli X-ışın tayf ve zamansal analizi yapılacaktır.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 113F039 no'lu proje ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Abolmasov, P., Fabrika, S., Sholukhova, O., Afanasiev, V.: Spectroscopy of optical counterparts of ultraluminous X-ray sources. *Astrophysical Bulletin*. **62** (2007) 36–51
- Akyüz, A., Kayacı, Ş., Avdan, H., Özel, M.E., Sonbaş, E., Balman, Ş.: XMM-Newton Observations of uminous Sources in Nearby Galaxies NGC 4395, NGC 4736, and NGC 4258. *AJ*, **146** (2013) 67–86
- Feng, H., Soria, R.: Ultraluminous X-ray sources in the Chandra and XMM-Newton era. *New Astronomy Reviews*. **55** (2013) 166–183
- Pakull, M.W., Mirioni, L.: Optical Counterparts of Ultraluminous X-Ray Sources. (2002) astro-ph/0202488

Erişim:

P05-001: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* avdan.hsn@gmail.com

Galaxy Evolution in Hot Dense Plasma of Abell 3581 and Abell 400

Turgay Çağlar¹★, Murat Hüdaverdi¹

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

In this work we have selected two clusters of galaxies Abell 400 and Abell 3581 clusters of galaxies with moderate distant ($z < 0.025 \sim 105$ Mpc) in order to understand possible mutual interactions of extend intra cluster medium and galaxies within the clusters itself. Since each galaxy has different physical properties, we have applied a multi-band source detection technique to identify all types of point like sources within the field of view. We detect 80 X-ray point sources by EPIC-PN camera of XMM-Newton satellite of ESA. The detected sources are compared with Lockman-Hole field galaxies. The luminosity range is faint ($39.3 < \log(L_X) < 41.7$ ergs s⁻¹), which is probably polluted by low-mass X-ray binaries (LMXBs), hot halo, and low luminous active nuclei. X-ray to optical luminosity relations studied to understand distribution of galaxies. Based on our results, we observe an enhanced X-ray emission from galaxies from the cluster fields; in other words they are significantly brighter in X-rays.

Anahtar Kelimeler: X-rays: galaxies: clusters, Sıkı Nesnelere

1 Introduction

Clusters of galaxies are the largest entities of the universe that have great gravitational potential. They are formed from the gravitational collapse of field galaxies.

The relative fraction of active galaxies in rich clusters is considerably lower than in the field. (Dressler & Gunn 1983, Dressler et al. 1999). Traditional optical studies overlook these sources and arrive at a fraction of %1 of all cluster galaxies harboring an AGN (e.g., Dressler et al. 1999). Including these X-ray selected AGNs, however, yields a fraction of %5, consistent with the fraction of field galaxies hosting an AGN on the basis of optical studies. (Barger et al., 2002) X-ray selected AGN fraction in clusters is much higher than the optically selected AGN fraction (Martini et al. 2002). Then AGN populations in low redshift clusters ($0.05 \leq z \leq 0.31$) has been confirmed (Martini et al. 2006).

In this paper, we present X-ray point sources observed in the field of two nearby clusters A3581 ($z=0.023$) and A400. ($z=0.0244$). Luminosity values of A3581 and A400 are 0.6×10^{44} erg s⁻¹ (de Plaa, J. et al. 2007) and 0.4×10^{44} erg s⁻¹ (Ebeling, H. et al. 1998). Abell 3581 has a cd galaxy (IC 4374) that is a strong radio source and is brighter than Abell 400. Its ICM temperature is 2.0 keV (K. A. Frank et al., 2013). Abell 400 dominated by pair of giant ellipticals (NGC 1128) that also are radio jets. NGC 1128 contains two supermassive black holes spiraling towards merger. (3C 75). ICM temperature of A400 is 2.48 keV (K. A. Frank et al., 2013). We adopt WMAP standart cosmological parameters $H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, $\Omega_M = 0.27$ and $\Omega_\Lambda = 0.73$ in a flat Universe with a resulting luminosity distance 103 Mpc for A400 and 104 Mpc for A3581

2 Analysis

We applied The SAS source detection algorithms to the data. Source detection is performed with SAS Task, namely EDETECT_CHAIN. We used 3 different EPIC Images in the soft

band of 0.3-1.0 keV, in the medium band of 1.0-1.6 keV and in the hard band of 1.6-10 keV to for source detection. Source detections were accepted with likelihood values above 10 (about 4σ) and inside an off-axis angle of 12.5 arcminute. We selected minimum likelihood ml=10 and a 4σ Gaussian of the signal-to-noise ratio. Detection routine has been applied for both MOS and PN cameras and the final list has been prepared with SAS task 'SRCMATCH'. After detecting point-like sources, spectral and background files are produced by using SAS task 'evselect'. Background spectrum is extracted from an annulus surrounding the circular source extraction region. Area of these spectral files are calculated by using 'backscale'. the Redistribution Matrix Files and Ancillary Response Files are produced by using SAS tasks 'rmfgen' and 'arngen' respectively. All files are grouped by considering to their spectral shapes. Almost all sources are modelled with a single power law with intrinsic absorption model (pow*zwabs). But spectrum of several sources have thermal emission lines which, cause fitting them infeasible by using single power law. In that situation, we added a thermal model to fit them properly. The average galactic value of metal abundance (0.3) is fixed in our simulations.

The number of sources per unit sky area with flux higher than S , $N(> S)$, is defined as the cumulative number per square degree. Integral Source count;

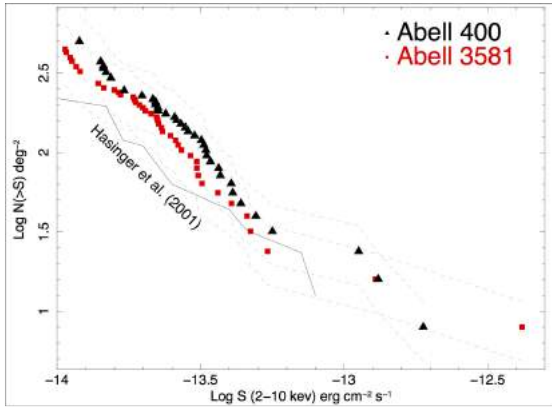
$$N(> S) = \sum_{i=1}^n = \frac{1}{\Omega_i} \text{deg}^{-2} \quad (1)$$

where n is the detected source number, Ω_i = sky coverage for the flux of the i -th source. Figure '3' shows Log N - Log S relations for Abell 3581 and Abell 400. Lockman hole result is measured by Hasinger et al. (2001). Hard energy band is much susceptible to cosmic variance than soft energy band (Hasinger et al. 2005), (Nandra et al. 2009). We used 2-10 keV flux values at our Log N - Log S calculations.

3 Discussion

We analyzed XMM Newton observation of Abell 3581 and Abell 400. 38 sources are detected for Abell 3581 and 36 sources de-

★ turgaycaglar88@yahoo.com

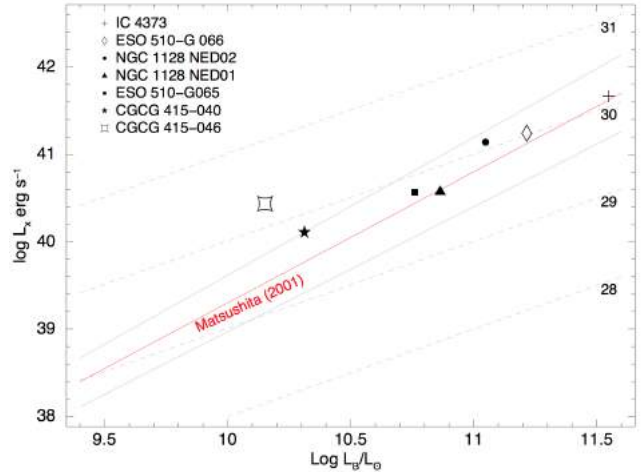


Şekil 1. Logarithmic cumulative source number vs logarithmic flux (2-10 keV) for Abell 3581 (box) and Abell 400 (triangle). Dashed lines represents 4σ gaussian error.

tected for Abell 400. We used cumulative source number per degree square method to calculate LogN - LogS plot. According to Log N - Log S plot, our source density values correspond to 346 ± 67 sources deg^{-2} for Abell 3581 372 ± 72 sources deg^{-2} for Abell 400 around logarithmic flux limit of 13.9. At this flux level, density of 199 ± 30 sources deg^{-2} from Lockman Hole are calculated by Hasinger (2001). If we use minimum possible source density level for our samples and maximum source density of Lockman hole, excess emission from clusters can be seen. A comparison of the cluster source density with both non-cluster fields implies an elevated AGN activity in the cluster environment. Close encounters and possible collisions of galaxies are highly possible in cluster environments. When a galaxy fall into cluster environments under the influence of gravitational potential, surrounding gas powers AGN, therefore, the source becomes brighter. In addition, Most of galaxies host an Black hole at its center. Most of them are inactive. Possible ICM fuelling may activate the inactive Black Hole, which increases X-ray source density in clusters.

The hard band (2-10 keV) X-ray values are plotted against optical blue luminosity in Figure. Apparent blue magnitudes (m_B) are taken from ned archive. The absolute blue magnitudes (M_B) are determined with following equation $M_B = m_B + 5 - 5\log(d)$, where d is distance in parsec. Blue luminosity are calculated by using $\log L_B = 0.4(M_B - 5.41)$. Matsushita studied average distribution of X-ray compact early-type galaxies with %90 confidence limit. Most of individual X-ray sources of our samples obey Matsushita's distribution. CGCG 415-040 has slightly higher L_X / L_B value that can be explained with contribution from unresolved sources. According to our L_X / L_B results, CGCG 415 - 046 is the only source that does not obey average distribution of early type galaxies. It has lowest L_X / L_B result. CGCG 415-046 has either faint LLAGN or there is no active nuclei. The brightest source in our survey is IC 4373, which is cd galaxy of Abell 3581. It is really bright in both X-ray and optic, yet we don't get any peculiarity.

This research was supported by the Research Fund of Yıldız Technical University (BAP) under the research project no: 2013-01-01-YL01. MH also acknowledges support from the Sc-



Şekil 2. Logarithmic L_X / L_B relation for bright elliptical and spiral galaxies. Red line represent average distribution of early-type galaxies. Grey straight lines indicates %90 confidence limit.

ientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) grant through project 113F117.

Kaynaklar

- Barger, J., et al.: X-Ray, Optical and Infrared Imaging and Spectral Properties of the 1 Ms Chandra Deep Field North Sources AJ (2002) 123:1839
- de Plaa, J., et al.: Constraining supernova models using the hot gas in clusters of galaxies A&A (2007) 465:345D
- Dressler, A., Gunn, J. E.: Spectroscopy of galaxies in distant clusters. II - The population of the 3C 295 cluster APJS (1983) 270-7D
- Dressler, A. et al.: VizieR Online Data Catalog: Spectroscopic catalog of 10 rich galaxy clusters (Dressler+ 1999) APJS (1999) 122-51
- Ebeling H., Edge A. C., Böhringer H., Allen S. W., Crawford C.S., Fabian A. C., Voges W., Huchra J. P.: The ROSAT Brightest Cluster Sample - I. The compilation of the sample and the cluster log N-log S distribution MNRAS (1998) 301-801
- K. A. Frank, J. R. Peterson, K. Andersson, A. C. Fabian, and J. S. Sanders: Characterization of Intracluster Medium Temperature Distributions of 62 Galaxy Clusters with XMM-Newton APJ (2013) 764-46F
- Hasinger G., et al.: XMM-Newton observation of the Lockman Hole. I. The X-ray data A&A (2001) 365L-45H
- Martini, P., Kelson, D. D., Mulchaey, J. S. and Trager, S. C.: An Unexpectedly High Fraction of Active Galactic Nuclei in Red Cluster Galaxies APJ (2002) 576-L109
- Martini, P., Kelson, D. D., Mulchaey, J. S. and Trager, S. C.: Spectroscopic Confirmation of a Large Population of Active Galactic Nuclei in Clusters of Galaxies

Erişim:

P05-002: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

SWIFT/BAT Tarafından Gözlenen Gama Işın Patlamalarının Zamansal Özelliklerinin İncelenmesi

Furkan Dölek^{1,2,*}, Eda Sonbaş³, Aysun Akyüz¹, Kalvir Dhuga⁴,
Glen MacLachlan⁴,

¹Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER), Adana

³Adıyaman Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adıyaman

⁴Department of Physics, The George Washington University, Washington, DC 20052, USA

Özet

Gama Işın Patlaması (GIP) ışık eğrilerinin zamansal değişimleri, yıldız materyalinin kendi üzerine çökerken yaydığı ışımın ve merkezi motordan kaynaklanan çok güçlü jet oluşumunun anlaşılmasında anahtar rol oynamaktadırlar. GIP ışık eğrilerindeki değişkenliğin kaynağının nedeni olabilecek bir diğer fiziksel yaklaşım ise, hızlı jetler şeklinde gelişen iç şokların, yavaş ilerleyen kabuklarla etkileşerek bölgesel yayınımları yani gözlenen radyasyonu oluşturmasıdır. Her iki durumda da zamansal değişimin ya da ışık eğrilerinin piklerinin ölçülmesi yayılım bölgesinin nicel anlamda ayrıntılı çalışmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, *Swift/BAT* uydusuyla gözlenen ve kırmızıya kayma değeri belirlenen GIP'ların wavelet metodu ile zamansal özelliğinin önemli bir parametresi olan minimum değişkenlik zaman skalası (MTS; minimum variability time scale) hesaplanmıştır. Böylece GIP'ların diğer zamansal ve tayfsal özellikleri arasında ki muhtemel korelasyonlar araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar *Fermi/GBM* uydusuyla gözlenen GIP'lar ile karşılaştırıldığında uyum gösterdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) gamma-ray burst: general, Sıkı Nesneler

1 Veri Analizi ve Yöntem

Kullanılan ışık eğrileri 200 μ s bin değerinde ve *Swift/BAT*'in standart enerji bantları olan (15–25) keV, (25 – 50) keV, (50 – 100) keV, ve (100 – 150) keV bantlarından oluşturulmuştur. Farklı enerji aralığındaki foton sayımları toplanarak sonuçta toplam (15 – 150) keV enerji aralığında ışık eğrileri elde edilmiştir. Wavelet tekniği temelde oktav cinsinden frekansın wavelet değişkenliğine karşı grafiği olarak tanımlanan Log-scale diyagramının hesaplanmasıdır [MacLachlan ve ark. \(2013\)](#).

2 Bulgular ve Tartışma

Wavelet tekniği ile toplam 235 tane uzun ve kısa süreli patlama için hesaplanan minimum zaman skalası değeri $1/(1+z)$ zamanda genişleme faktörü ile hesaplanmıştır. Elde edilen dağılıma göre: i) patlamaların büyük çoğunluğunun zaman skalası saniye mertebesinde, ii) birkaç patlamanın zaman skalası ise milisaniye mertebesinde ve iii) kısa süreli patlamaların zaman skalası uzun süreli patlamalar ile karşılaştırıldığında kayda değer biçimde küçük olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada hesaplanan MTS değerleri benzer şekilde wavelet analizinin farklı bir yaklaşımı olan yapı fonksiyonu kullanılarak yapılan [Golkhou ve ark. \(2014\)](#)'den elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmış ve sonuçların uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir. Bazı değerlerde kayda değer farklar mevcuttur ve nedeni araştırılmaktadır. Farklı yöntemlerle hesaplanan her iki sonucun bazı patlamalar haricinde birbirlerine çok yakın sonuç vermeleri hesaplanan MTS değerlerinin GIP'ların fiziksel yapıları hakkında bilgiler verdiği düşüncesini güçlendirmektedir.

3 Sonuç

GIP anlık yayılım ışık eğrilerinin zamansal özelliklerinin anlaşılmasında kilit öneme sahip olan minimum değişkenlik zaman skalası (MTS), wavelet tekniği [MacLachlan ve ark. \(2013\)](#) kullanılarak *Swift/BAT* tarafından gözlenen ve kırmızıya kayma değeri belirlenen uzun ve kısa süreli patlamaları için hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Patlamaların büyük çoğunluğu saniye mertebesinde değişkenlik göstermektedir.
- Kısa süreli patlamaların minimum değişkenlik zaman skalaları kayda değer biçimde uzun süreli patlamalardan daha küçüktür.
- Patlamaların çok küçük bir kesri milisaniye mertebesinde değişkenlik sergilemektedir.
- Bu çalışmanın sonuçları [Golkhou ve ark. \(2014\)](#) ile karşılaştırılmış ve sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

Golkhou, Vahid Z.; Butler, Nathaniel R.: Uncovering the Intrinsic Variability of Gamma-Ray Bursts. *AJ*, **787** (2014) 9 pp.
MacLachlan, G. A.; Shenoy, A.; Sonbas, E.; Dhuga, K. S.; Cobb, B. E.; Ukwatta, T. N.; Morris, D. C.; Eskandarian, A.; Maximon, L. C.; Parke, W. C: Minimum variability time-scales of long and short GRBs. *MNRAS*, **432** (2013) p.487-865

Erişim:

P05-003: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

* furkandolek@gmail.com

XTE J1946+274 Be/X-ışın Sisteminin Durgun Fazdaki Optik ve X-ışın Gözlemleri

Mehtap Özbey Arabacı¹★,

Ascension Camero-Arranz, Ümit Kızıloğlu

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

Bu çalışmada XTE J1946+274 Be/X-ışın çiftinin boşaltım diski, X-ışın parlamalarının olmadığı durgun fazda optik ve X-ışın bölgelerinde incelenmiştir. Sistemin durgun fazdaki davranışını anlamak amacıyla fotometrik ve tayfsal analizler yapılarak, optik ve X-ışın dalga boylarındaki gözlemleri arasındaki ilişki karşılaştırılmıştır. Uzun dönemli optik dalga boyu gözlemlerinden XTE J1946+274 boşaltım diskinin 2006 yılında başlayan yaklaşık 7 yıllık bir madde atım süreci geçirdiği ve yakın zamanda bu sürecin tekrar başladığı anlaşılmıştır. Ayrıca X-ışın bölgesinde herhangi bir aktivite görülmemesine karşın, kaynağın geniş bir boşaltım diskine sahip olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: emission-line, Be, Sıkı Nesneler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P05-004: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Magnetarların Gurultu Gücü Hesaplamaları

Muhammed Miraç Serim¹★,

Danjela Cerri, Altan Baykal, S Çağdaş İnam

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Anormal X-Isini atarcaları 4U 0142+61, 1RXS J170849.9-400910 ile beraber Yumusak Gama Isini Tekrarlayıcıları SGR J1833-0832, SWIFT J1822.3-1606 ve SWIFT J1834.9-0846 kaynaklarının atım zamanlaması özellikleri sunulacaktır. Zamanlama çözümlerinden elde ettiğimiz atım geliş zamanlarından atım periyodu yavaşlama oranı çıkarılarak zamanlama artıkları hesaplanacaktır. Polinom tahmin tekniği kullanılarak, bu kaynakların zamanlama artıklarından gurultu güçleri hesaplanacaktır. Başlangıç sonuçları, bu kaynakların gurultu gücü ile atım periyodu yavaşlama oranı arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu bağlantının sonuçları anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: stars: magnetars, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P05-005: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Sarmal Galaksi M101'de Gama Işın Patlama Kalıntılarının Araştırılması

Utkan Temiz^{1,2,*}, Aysun Akyüz^{1,2}, Eda Sonbaş³

¹ Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana

² Çukurova Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER), Adana

³ Adıyaman Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adıyaman

Özet

Gama Işın Patlamaları (GIP, Gamma Ray Burst) ($10^{49} - 10^{54}$) erg mertebesindeki enerjileri ile Büyük Patlamadan sonra evrendeki en güçlü patlamalardır. GIP'lerin, süpernova patlamalarının ardında bıraktığı gibi bir kalıntı bırakması beklenmektedir. Yakın galaksilerde (<10 Mpc) bu kalıntıların belirlenmesi, bu patlamaların meydana geldikleri ortam ve ata yıldızları hakkında bilgi sahibi olmamıza olanak sağlayabilir. Bu çalışmada, M101 sarmal galaksisinde GIP kalıntı adaylarının araştırılması için TUG (TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi) ve SAO'da (Special Astrophysical Observatory) yapılan fotometrik ve tayfsal gözlemler incelenmiştir. Olası kalıntı adayları, konumları bilinen diğer yayımlı kaynakları (süpernova kalıntıları, X-ışın kaynakları, gezegenimsi bulutsular, HII bölgeleri) ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) gamma-ray burst: general, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

GIP'lar, tesadüfen keşfedildikleri 1967 yılından bugüne, oluşum mekanizmalarının gizemi çözilemeyen, astrofiziğin en gizemli problemlerinden biridir (Klebesadel ve ark. 1973). GIP ata yıldızlarının doğasının anlaşılması için GIP'lerin oluştukları çevre hakkında bilgiye ihtiyaç vardır. Uzun süreli GIP'lar kozmolojik uzaklıklardaki sönük galaksilerde meydana gelmektedir. Ayrıca uzun süreli patlamaların gaz ve toz yoğunluğunun yüksek olduğu ortamlarda meydana geldikleri önerilmektedir. Diğer taraftan kısa süreli patlamaların, birleşme senaryosu (nötron yıldızı - nötron yıldızı, nötron yıldızı - kara delik) sonucu ortamın daha az yoğun olduğu bölgelerde meydana geldikleri önerilmektedir (Bhargavi ve ark. 2004; Perna ve ark. 2000).

GIP'ların çevrelerindeki ortamı nasıl etkiledikleri, oluştukları bölgelerin anlaşılması kadar önemlidir. Bu yüzden bilinmeyen GIP bölgeleri, eğer GIP'lar kendilerine özgü gözlenebilir özellikleri ile kalıntılar bırakırlarsa belirlenebilir. n yoğunluklu bir ortamda 10^{52} erg enerjileri ile tipik patlama şok dalgaları $\approx 4.6 \times 10^4$ yıl sonra 300 km s^{-1} hıza ulaşmaktadır. Bu durumda ≈ 35 pc'lik bölgede GIP kalıntısından gelen yayımlı ışınım iyonlaşmadan daha çok etkilenecektir. 10^6 yıl sonra bu şok dalgalarının 50 pc mesafeye ulaşacağı öngörülmektedir (Perna ve ark. 1998, 2000; Perna Rosalba 2001). Bu durumda GIP kalıntıları genç ve ışıma yapan ortamlardır. Bu yüzden itici enerji salımlarından kaynaklanan özgün tayfsal imzaları kullanılarak belirlenmeleri daha kolay olmalıdır.

1.1 Gözlemler, Bulgular ve Sonuç

Sarmal galaksi M101'in fotometrik ve tayfsal gözlemleri TUG'da bulunan 150 cm'lik RTT150 (Russian Turkish Telescope - Rus Türk Teleskobu 150 cm) teleskobu ile SAO'da bulunan 6 m'lik BTA (Big Telescope Alt-azimuth) teleskobu ile yapılmıştır. Dar band girişim filtreleri ile alınmış fotometrik görüntüleri kullanarak adaylarımızı bilinen diğer yayımlı kaynaklarından (süpernova kalıntıları, gezegenimsi bulutsular, iyonize

hidrojen bölgeleri) ayırt edebilir ve pozisyonlarını belirleyebiliriz. GIP kalıntı adayları belirlemede temel alınan yöntem [O III] $\lambda 5007 / H\beta$, He II / $H\beta$ yüksek ve süpernova kalıntılarının tersine [S II] $\lambda 6716,6731 / H\alpha$ düşük oran değerleri olmuştur. Temel olarak GIP kalıntı adayları sürekli ışınım (Blue) çıkarılmış [O III] $\lambda 5007$ ve $H\beta$ görüntülerinin karşılaştırılması ile belirlenmiştir. He II filtresinde alınan görüntüler istenildiği kadar iyi alınmadığı için kullanılmamıştır. Fotometrik verilerin analizleri ESO-MIDAS 13SEP1.2pl ile tayf verilerinin analizleri IDL kodları ve IRAF v.2.16 paketleri ile yapılmıştır.

[O III] $\lambda 5007 / H\beta$ yüksek değerine göre 15 olası GIP kalıntı adayı belirlenmiştir. Bu adaylardan 10'unun tayf gözlemleri yapılmış diğer adayların gözlem zamanı yetersizliğinden tayf gözlemleri yapılamamıştır. Tayfı alınan 10 adaydan GIPK 2, 3, 7 ve 11'in (Gama Işın Patlama Kalıntısı, GIPK) tayfsal çizgi oranlarına bakıldığında (sırasıyla 4.65, 4.99, 3.37, 3.33) [O III] $\lambda / H\beta > 3$ koşulunu sağladığı görülmektedir. Belirlenen adaylarda olası GIPK'larda görülmesi beklenen yüksek [O III] / [O II] ve He II / $H\beta$ değerleri görülmemiştir. Bu durum adayların yeterince genç olmadıkları bir dönemde olduklarına işaret edilmektedir. Böylesi yüksek oranları belirleyememizin bir diğer sebebi de odak düzlem aletlerinin çözünürlüğünün yetersizliği olarak belirtilebilir. Daha büyük teleskoplar ve yüksek çözünürlüklü odak düzlem aletleri ve uydu verileriyle diğer yakın galaksilerde GIPK araştırılması önerilmektedir.

TUG-RTT150.08.08 numaralı gözlem projesi kapsamında RTT150 cm teleskobunun kullanımı ile sağladığı destekten ötürü TUG'a teşekkürlerimi sunarım Bu çalışma TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Gurubu (TBAG) tarafından Doç.Dr. Eda SONBAŞ yürütücülüğündeki 112T224 numaralı 1001 araştırma projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Klebesadel, R. W., Strong, I. B., Olson, R. A. Time Structure of Transient Cosmic Gamma-Ray Events. Bulletin of the American Astronomical Society. 5 (1973) 395

Perna, R., Loeb, A., Raymond, J. Effects of Gamma-ray Bursts on Their Gaseous Environment. Abstracts of the 19th Texas Sym-

* utkantemiz@gmail.com

- posium on Relativistic Astrophysics and Cosmology. (1998)
- Perna, R., Raymond, J., Loeb, A., Identifying Gamma-Ray Burst Remnants in Nearby Galaxies. *The Astrophysical Journal*. **533** (2000) 659–663
- Perna, Rosalba γ -Ray Burst Remnants: How Can We Find Them? *ESO ASTROPHYSICS SYMPOSIA*. (2001) 239
- Bhargavi, S. G., Cowsik, R., Perna, R. Observing the GRB remnants. Third Rome Workshop on Gamma-Ray Bursts in the Afterglow Era *ASP Conference Series*. **312** (2004) 283

Erişim:

P05-006: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Milisaniye Pulsarlarının X-ışın Özellikleri

Eda Vurgun¹★,

¹ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Milisaniye pulsarları, tüm nötron yıldızları içinde farklı bir evrimsel süreci takip ettikleri düşünülen cisimlerdir. Bugünkü dönme hızlarına, uzun süren bir kütle aktarımı ve açısal momentum kazanma sürecinin sonunda ulaştıkları düşünülür. Kütle aktarımı durduğunda nötron yıldızı tekrar dönmesel enerji kaybı ile ışınım yapar duruma gelir ve bir pulsar olarak gözlenir. Bu çalışmada milisaniye pulsarlarının bilinen pulsar kataloglarından itibaren elde edilen X-ışın gözlemsel özellikleri sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) pulsars: individual:..., Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P05-007: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

AGÇ Adayı Gama Işını Kaynaklarının Işık Eğrilerinin Ayrık Korelasyon Fonksiyonu ile Analizi

Arif Bayırlı¹★,

Tülün Ergin, Tolga Güver

¹Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

2. Fermi-LAT Gama Işını kataloğunda (2FGL) 1873 kaynaktan yaklaşık %30'u diğer dalgalarda gözlenen kaynaklarla eşleştirememiştir. Farklı dalgalarda zamansal değişim, bazı aktif galaktik çekirdek (AGÇ) sınıflarının belirleyici özelliği olduğundan, kaynakların çok-dalgaboylu takibi, bu kaynakların doğasını ve ışımaya mekanizmalarını ortaya çıkarmamızı sağlayacaktır. Bu çalışmada, yüksek enlemlerde bulunan, AGÇ adayları olarak seçilip oldukça yüksek değişkenliğe sahip eşleştirememiş kaynakların optik ve gama-ışınımındaki değişimlerinin korelasyonu incelendi. Bu amaçla, 2FGL'den seçilmiş iki kaynağın Fermi-LAT ve Catalina Sky Survey verileri, Ayrık Korelasyon Fonksiyonu'yla ışık eğrilerinin korelasyonu incelenerek, kaynaklardan gelen ışımının gecikme değerleri hesaplandı.

Anahtar Kelimeler: galaxies: active, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P06-001: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Gama Işın Patlamalarında Curvature Etkisinin Araştırılması

M. Bayram^{1*}, E. Sonbas^{1,2}, K.S. Dhuga², A. Shenoy², G.A. MacLachlan²

¹University of Adiyaman, Department of Physics, 02040 Adiyaman, Turkey

²Department of Physics, The George Washington University, Washington, DC 20052, USA

Özet

Gama Işın Patlamaları (GIP)' dan ortaya çıkan büyük miktardaki enerji (10^{49} - 10^{54} erg) ve ışık eğrilerinde görülen hızlı parlaklık değişimi yayınının küçük bir bölgeden jetler ile geldiğini önermektedir. Relativistik bir jette gözlemciye göre eksen dışı yayınlanan fotonların eksen boyunca yayınlanan fotonlardan daha sonra geldiği ve daha düşük enerjili olduğu düşünülmektedir. GIP'larda görülen bu olay 'Curvature' etkisi olarak adlandırılmaktadır ve uzun süredir üzerinde çalışılan bir konudur. Bu çalışmada 'Curvature' etkisi Fermi/GBM ve BATSE tarafından gözlenen tek puls yapısı gösteren GIP' lardan elde edilen νF_ν akısı ve pik enerjisi, E_{pk} , arasındaki ilişki kullanılarak test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) gamma-ray burst: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Gama Işın Patlamalarının (GIP) ışık eğrileri düzensiz ve patlamadan patlamaya değişiklik gösterebilirler. Bir ışık eğrisi, patlama süresi boyunca enerji akısındaki değişimi gösterir. Genel olarak GIP ışık eğrileri çok karmaşık yapıya sahiptir. Bazı patlamalar birkaç keskin atımdan oluşurken bazıları düzgün hızlı artan ve üstel olarak azalan veya birkaç pikten oluşan ve oldukça değişken özellikler gösterir (Fishman & Megan 1995; Kocevski ve ark. 2003). GIP ışık eğrilerinin aktif haldeki merkezi bir bölgeden yayımlanan relativistik kabuklar arasındaki çarpışmalarla üretildiği düşünülmektedir (Rees & Meszaros 1994). Yaygın olarak kabul edilen modele göre, ortamda yavaş ilerleyen kabuk kendinden daha sonra yayımlanan fakat çok daha büyük hızlarla hareket eden diğer bir kabuk tarafından yakalanır ve gözlenebilen GIP yayını oluşturur (Daigne & Mochkovitch 1998; Zhang et al. 2009). Hem gözlemler hem de mevcut modeller gözlemlenen GIP atımlarının yüksek enerjiden düşük enerji alanlarına doğru tayfsal değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Gözlenen tayfsal değişimi oluşturan mekanizmanın anlaşılması GIP' ları oluşturan fiziksel mekanizmanın anlaşılması için gereklidir. Bu çalışmada BATSE ve Fermi tarafından gözlenen ve FRED yapısına sahip ışık eğrilerinin zaman çözünürlüklü tayfsal analizleri ile elde edilen νF_ν akısı, E_{pk} gibi gözlem özellikleri kullanılarak GIP'larda gözlenen yayınının tayfsal gelişiminde curvature etkisinin oynadığı rol belirlenmeye çalışılmıştır.

2 Metod ve Analizler

GIP' ların gözlem özellikleri olan pik akısı – pik frekansı ilişkisi kullanılarak curvature etkisini test etmek amacıyla BATSE ve Fermi/GBM tarafından gözlenen tek veya birkaç atım gösteren ayırt edilebilir FRED yapısına sahip parlak ve uzun süreli yayınım yapan GIP ışık eğrileri seçilmiştir. Işık eğrileri seçildikten sonra zaman çözünürlüklü tayf analizleri için GBM ekibi tarafından geliştirilen RMFIT v.432 programı ile GIP ışık eğrilerine uygun fonksiyonlar (Band, Comptonized- E_{pk} , vb.) kullanılarak en iyi uyum gösteren fitler oluşturulmuştur. BATSE tarafından gözlenen GIP' lar için 20 keV ile 20 MeV enerji aralığında, Fermi/GBM tarafından gözlenen GIP' lar için 8 keV ile 40 MeV

enerji aralığında $E_{pk} \pm \Delta E_{pk}$ ile νF_ν akısı hesaplanmıştır. Ayrıca ışık eğrisinin her bir bölümü için elde edilen E_{pk} değerleri ve hataları kullanılarak oluşturulan enerji aralığında νF_ν akısı hesaplanarak elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

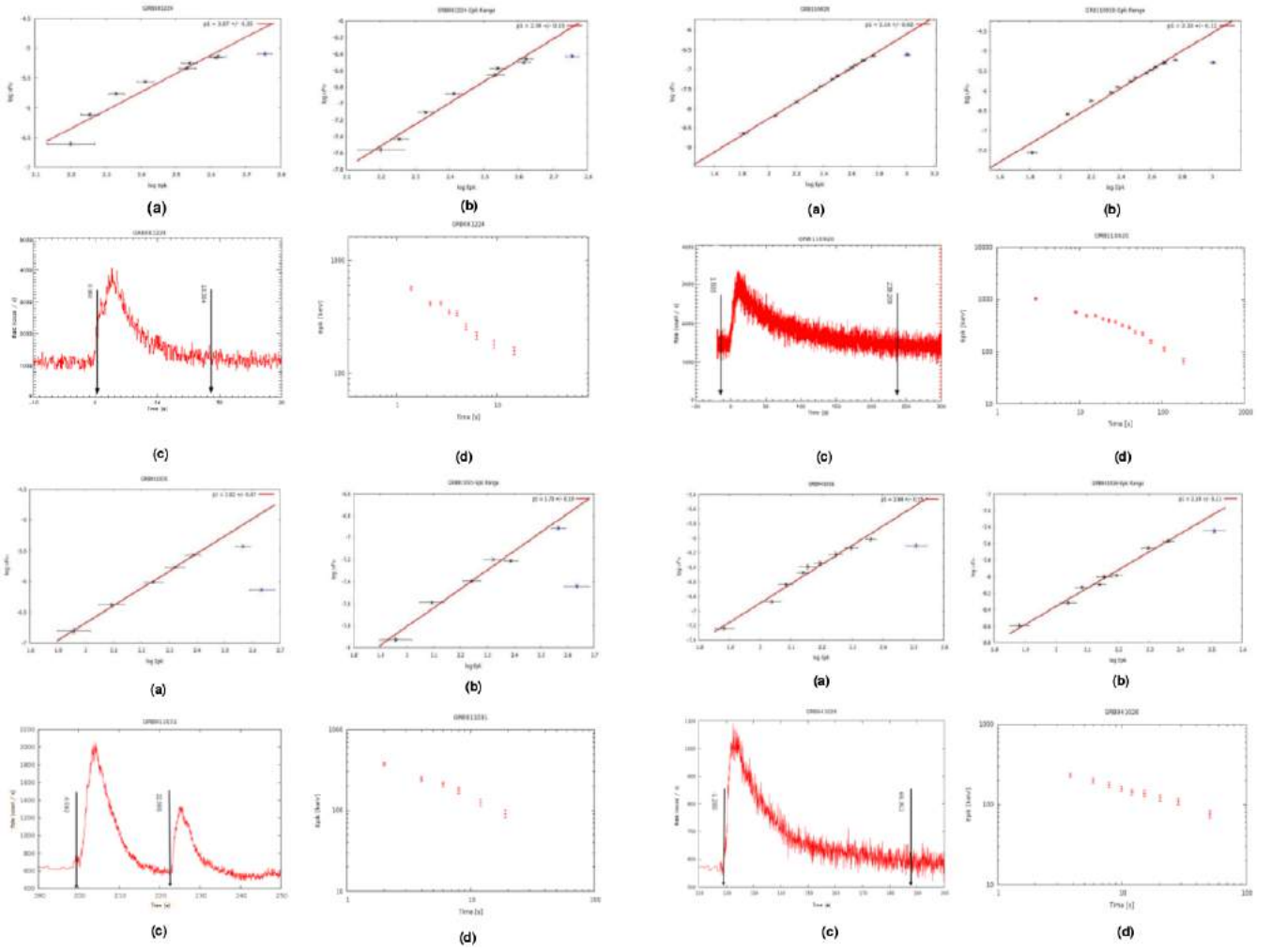
3 Bulgular ve Tartışma

Fermi/GBM tarafından tespit edilen GRB 081224 ve GRB 110920 patlamaları ile BATSE tarafından tespit edilen GRB 911031 ve GRB 941026 patlamaları curvature modelini test etmek amacıyla farklı fonksiyonlar kullanılarak fit edilmiştir. Patlamaların ışık eğrileri uygun zaman dilimlerine ayrılarak zaman çözünürlüklü tayf analizleri (BATSE için 20 keV - 20 MeV, Fermi/GBM için 8 keV - 40 MeV enerji aralığında) yapıldığında elde edilen $E_{pk} \pm \Delta E_{pk}$ ile νF_ν akısı ve ışık eğrisinin her bir bölümü için elde edilen E_{pk} değerleri kullanılarak oluşturulan enerji aralığında νF_ν akısı hesaplanarak pik akı - pik frekans ilişkisine bakılmıştır. GRB 081224 ve GRB 110920 için Comptonized- E_{pk} , GRB 941026 ve GRB 911031 için Band fonksiyonları ile en iyi uyumu gösterdiği yapılan fitlerden elde edilen sonuçların curvature modeline uygunluğuna bakılarak bulunmuştur (Şekil 1).

4 Sonuçlar ve Öneriler

GIP' lar üzerinde yapılan gözlemlerden elde edilen veriler, patlamaların çok farklı özellikler sergilediklerini göstermektedir. Bunu nedeni, zamansal yapı, toplam enerji akısı, gelen fotonların enerji yapıları gibi özelliklerin her bir GIP için farklılıklar göstermesidir. Bu çalışmada; (a) GIP' ların oluşumlarındaki 'curvature' etkisinin araştırılmasında iki kabuklu çarpışma modeli kullanılarak Fermi/GBM ve BATSE tarafından tespit edilen dört tane patlama (GRB 081224, GRB 110920, GRB 941026, ve GRB 911031) için GIP yayını tayfında Band ve Comptonized- E_{pk} modellerinin etkileri incelenmiştir. (b) Öncelikli olarak pik akı - pik frekans arasındaki ilişki ve bunların enerjiye bağımlılığı üzerinde durulmuştur. (c) Elde edilen ilk sonuçlar patlamaların bazı ortak özelliklerinin olduğunu göstermiştir. (d) İleriki dönemlerde bu patlamalar için spektral gecikme ve FWHM değerlerinin enerjiye göre değişimlerine bakılması, elde edilen sonuçların modellenmesi böylece patlamaların farklı tayfsal ve zamansal özellikleri kullanılarak GIP' lar üzerindeki 'curvature' etkisi ayrıntılı olarak incelenmesi planlanmaktadır.

* mbyram3599@gmail.com



Şekil 1. (a) GRB 081224 ve GRB 110920 patlamaları için 8 keV – 40 MeV ve GRB 091031 ve GRB 941026 patlamaları için 20 keV – 20 MeV enerji aralığı için νF_ν akısı – E_{pk} ilişkisi gösterilmektedir. (b) E_{pk} değerleri kullanılarak oluşturulan enerji aralığında hesaplanan νF_ν akısı ile νF_ν akısı E_{pk} ilişkisi gösterilmektedir, (c) Tayf analizinin yapıldığı zaman aralığı ışık eğrisi üzerinde gösterilmiştir, (d) E_{pk} 'in zamana göre değişimi gösterilmektedir.

Kaynaklar

- Borgonov, L.&Ryde, F. 2001, ApJ, 548, 770
 Daigne, F.&Mochkovitch R. 1998 M.N.R.A.S., 296, 275
 Fishman, G. J.&Megan, C.A. 1995, ARA&A, 33, 415
 Kocevski, D., Ryde, F.&Liang, E. 2003, ApJ, 596,389
 Rees, M. J., Meszaros, P. 1994, ApJ, vol. 430, p.L93
 Shenoy, Sonbas ve ark. 2013 ApJ, 778, 3
 Zhang, B.-B. et al., 2009, ApJ, 690, L10

Erişim:

P06-002: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

NGC253 ve M101 Galaksilerindeki X-ışın Kaynaklarının İncelenmesi

Ece Gülfem Stücker¹★,

Aysun Akyüz²

¹ *İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul*

² *Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana*

Özet

Kozmik parçacıklar, kaynağı bilinmeyen bir şekilde, çok yüksek enerjili olarak (relativistik hızlarda) Yer'e ulaşmaktadırlar. Bu kozmik parçacıklar, ortamın sıcaklığının milyon Kelvin'e kadar yükseldiği kaynaklardan gelmektedir. Kozmik parçacıkları bu hızlara çıkarıp, ortamı bu denli sıcaklıklara yükselten mekanizmalardan biri de X-ışın üretim mekanizmalarıdır. Galaksilerde gözlenen X-ışın kaynak bölgelerinin özellikleri ve ışımaya mekanizmaları dikkate alınarak, kaynakların doğası hakkında fikir yürütülebilmektedir. Bu çalışmada, XMM-Newton X-ışın Teleskobu'nun verileri kullanılarak NGC 253 ve M101 galaksilerindeki tespit edilen X-ışın nokta kaynaklarının doğası hakkında bir yorum yapılmış ve benzer çalışmalarla kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: X-rays: galaxies, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P06-003: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Spectral Energy Distributions of Hubble Ultra Deep Field Galaxies Across Cosmic Time

Mireia Montes¹★,

Ignacio Trujillo, Umut Emek Demirbozan

¹ *Universidad Autònoma de Barcelona, Department of Astrophysics and Cosmology, Barcelona*

Özet

We present spectral energy distributions (SEDs) of the galaxies in the Hubble Ultra Deep Field (HUDF) with a wavelength coverage of 11 filters spanning from the ultraviolet (UV) to the near-infrared. The galaxies in the HUDF span a range of redshifts from 0.13 up to 5.95 since the HUDF is the deepest image of the universe ever taken. We have used the GOODS/CDF-S spectroscopic redshift compilation to obtain the redshifts of the galaxies and matched 91 galaxies in the HUDF with this spectroscopic redshift catalog. Therefore, we are able to show how the SEDs of our sample from the HUDF galaxies change with cosmic time. We compare some of our SEDs with simple stellar population models (SSPs).

Anahtar Kelimeler: galaxies: evolution, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P06-004: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Discovery of GeV Gamma-ray Emission from the Galactic Supernova Remnant Kes 41

Tülün Ergin¹★, Lab Saha², Pratik Majumdar²

¹ TUBITAK Space Technologies Research Institute, ODTU Campus, 06531, Ankara, Turkey

² Saha Institute of Nuclear Physics, Kolkata, West Bengal 700064, India

Özet

We present the discovery of gamma-ray emission of the mixed-morphology supernova remnant (SNR) G337.8–0.1 (Kes 41) in the energy range of 0.2 – 300 GeV using the data from Large Area Telescope on board of Fermi Gamma-ray Space Telescope (*Fermi*-LAT). SNR shocks interacting with molecular clouds are the best sites to search for the 'hadronic' origin of the gamma-ray emission and the acceleration processes of high-energy particles. There is multi-wavelength evidence for interactions of Kes 41 with a nearby molecular cloud suggesting that it may be a site for cosmic-ray acceleration. In this paper, we present the gamma-ray analysis using the *Fermi*-LAT data of ~ 6 years, where we try to disentangle the complex morphology of the neighborhood of Kes 41. We report the detection of Kes 41 at a significance of $\sim 21\sigma$ and a new closely source ($\sim 31\sigma$), as well as give preliminary results of the extension measurements.

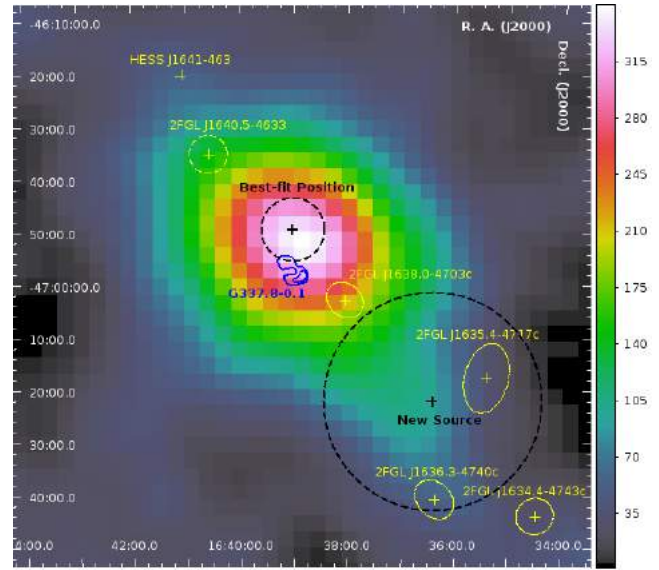
Anahtar Kelimeler: (ISM:) supernova remnants, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Introduction

G337.8–0.1 (Kes 41) is a bright Galactic supernova remnant (SNR) that was reported to have a size of $6' \times 9'$ elongated in the northeast (NE) and southwest direction (SW) by Whiteoak & Green (1996) in the Molonglo Observatory Synthesis Telescope (MOST) catalog (843 MHz). An OH (1720 MHz) maser was detected at a velocity of -45 km s^{-1} (Koralesky et al. 1998; Caswell et al. 2004). Using the CO(1-0) data from the whole-Galaxy survey (Dame et al. 2001), a very massive molecular cloud at a mean velocity of -56 km s^{-1} was found adjacent to Kes 41 (Torres et al. 2003). Analyzing the HI data taken from Southern Galactic Plane Survey, Kothes et al. (2007) reported Kes 41 to be in the Norma II arm (11.5 kpc) of Milky Way at a distance of ~ 11 kpc. In X-rays, Kes 41 was detected by XMM-Newton (Combi et al. 2008) and it was classified as a composite or mixed-morphology (MM) SNR (Rho & Petre 1998). XMM data showed no significant pulsations or variability and its age was reported as $\sim 16,000$ yr. Ergin & Ercan (2012) reported a $\sim 6\sigma$ detection of Kes 41 analyzing the gamma-ray data of ~ 4 years of the Large Area Telescope (LAT) on board *Fermi Gamma Ray Space Telescope* (*Fermi*-LAT). Important nearby TeV gamma-ray sources are HESS J1640–465 (Abramowski et al. 2014a; Lemoine-Goumard et al. 2014), and HESS J1641–463 (Abramowski et al. 2014b; Lemoine-Goumard et al. 2014).

2 Observation and Analysis

We analyzed *Fermi*-LAT data from 2008 August 4 to 2014 December 12. The events-data were selected from a circular region of interest (ROI) with a radius of 18° centered at the SNR position of R.A.(J2000) = $16^{\text{h}}39^{\text{m}}01^{\text{s}}.0$ and decl.(J2000) = $-46^\circ59'00''.0$. Using *gtselect* of Fermi Science Tools (FST), we chose the *Fermi*-LAT Pass 7 events and those events coming from zenith angles smaller than 100° . The maximum likelihood fitting method (Mattox et al. 1996)



Şekil 1. Gamma-ray TS map of G337.8–0.1. The black cross and circle are representing the best-fit source locations and their extensions, respectively. Fermi 2nd catalog sources with their positional errors are shown in yellow. The blue contours show the MOST radio continuum data is shown in blue contours (0.375,0.620,0.850 Jy).

was employed on the spatially and spectrally binned data using *gtlike* (Abdo et al. 2009) and the P7SOURCE_V6 version of the instrument response function. The background model contains the diffuse background sources (the diffuse Galactic emission, *gal_2yearp7v6_v0.fits*, and the isotropic component, *iso_p7v6source.txt*) and all the point-like sources from the 2nd *Fermi*-LAT source catalog located within a distance of 18° from the ROI center. We fixed all parameters of the sources in the model except the sources that are within the 3° radius of the ROI center, where we set the normalization and spectral parameters free. We added new point-like and extended sources to

★ tulun.ergin@tubitak.gov.tr

the model (symbols without error circles and symbols with dashed error circles around them in Figure 1). Assuming that Kes 41 is a point-like source, we searched for the best-fit location within the ROI ¹. Then the model was refitted using the best-fit position to compute the TS ² map shown in Figure 1, where a background model file containing all the point-like sources and diffuse sources and excluding Kes 41 was used. The extension of Kes 41 was tested for a Gaussian type distribution, and we found the best fit location and sigma of the extension to be (l,b) = (337°9, -0°001) and 0°10 ± 0°08, respectively. The total detection significance of Kes 41 was found to be ~21σ. The extended source model improved the TS over a point-like source by ~8σ. The spectral energy distribution of Kes 41 was considered as a power-law (PL) function which was fit to the data between 0.2 and 300 GeV. The PL fit resulted in spectral index of $\Gamma = 2.30 \pm 0.02$ and the total energy flux was found as $(1.11 \pm 0.10) \times 10^{-10} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ considering that Kes 41 is an extended source.

Kaynaklar

- Abdo, A. A. et al. 2009, APJS, 183, 46.
 Abramowski, A. et al. 2014, MNRAS, 439, 2828.
 Abramowski, A. et al. 2014, ApJL, 794, 6.
 Casandjian, J.-M. & Grenier, I. A. 2008, A&A, 489, 849.
 Caswell, J. L. 2004, MNRAS, 349, 114.
 Combi, J. A., Albacete-Colombo, J. F. & Marti, J. 2008, A&A, 488, L25.
 Dame T. M., Hartmann D., & Thaddeus P. 2001, ApJ, 547, 792.
 Ergin, T. & Ercan, N. E. 2012, HIGH ENERGY GAMMA-RAY ASTRONOMY: 5th International Meeting on High Energy Gamma-Ray Astronomy. AIP Conference Proceedings, 1505, 265.
 Hartman, R. C. et al. 1999, ApJS, 123, 79.
 Koralesky, B. et al. 1998, ApJ, 116, 1323.
 Kothes, R. & Dougherty, S. M. 2007, A&A, 468, 993.
 Lemoine-Goumard, M. et al. 2014, ApJ, 794, L16.
 Mattox, J. R. et al. 1996, ApJ, 461, 396.
 Rho, J. & Petre, R. 1998, ApJL, 503, L167.
 Slane, P. et al. 2014, arXiv:1406.4364.
 Torres, D. F. et al. 2003, Phys. Rept., 382, 303.
 Whiteoak, J. B. Z. & Green, A. J. 1996, A&ASS, 118, 329.

Erişim:

P06-005: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

¹ Best-fit location found as R.A.(J2000) = 249°68 ± 0°02 and decl.(J2000) = -46°89 ± 0°02.

² TS is the test statistics parameter approximated to the square of the detection significance.

Abell 3112 Galaksi Kümesindeki Kimyasal Zenginleşme Evrimi

Cemile Ezer^{1*}, Esra Bulbul², E. Nihal Ercan¹, Tülün Ergin³

¹Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

²Harvard-Smithsonian Astrofizik Merkezi, Cambridge

³TÜBİTAK UZAY, Ankara

Özet

Galaksi kümeleri evrendeki en büyük ve birbirine bağlı olarak hareket eden yapılardır. İçinde buldukları derin potansiyel kuyu, galaksi kümesinde bulunan yıldızlar ve galaksiler tarafından üretilmiş tüm metalleri küme içi ortamda (KİO) hapseder. Bu özelliklerinden dolayı nükleosentezin ve kimyasal zenginleşmenin incelenmesine olanak sağlayan eşsiz ortamlardır. Bu çalışmamızda, Abell 3112 kaynağına ait ObsID 803054010, 808068020 ve 808068010 Suzaku gözlemlerini kullanarak, Tip-1 süpernova (SN Ia) ve çekirdek çökmesi sonucu oluşan süpernova (SN cc) patlamaları yoluyla gerçekleşen kimyasal zenginleşmenin yarıçapa bağlı dağılımını sunuyoruz.

Anahtar Kelimeler: (cosmology:) large-scale structure of Universe, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Gözlem and Veri Analizi

Suzaku X-ışın Görüntüleme Tayföçer'inin (XIS) düşük ve sabit parçacık ardalanına sahip olması, KİO'nun merkezinden r_{500} ¹ mesafesine kadar incelenebilmesini sağlar. Suzaku gözlemlerimiz, HEASOFT 6.13 ve CALDB (Eylül 2013) kullanılarak indirildi. Örtüşen Chandra ACIS-I gözlemi nokta kaynakları tespit etmede kullanıldı. Bulunan tüm nokta kaynaklar 35'' yarıçapında dairesel alanlar olarak çıkartıldı. xisnxbgen yardımıyla X-ışını olmayan ardaalan tayfları elde edildi. Bu ardaalanlarımızın katkısı her bir kaynağın tayfindan çıkartıldı. Kozmik X-ışın ardaalanını (CXB) temsilen iki termal model kullanıldı. Soğurulmamış (~ 0.1 keV) sıcaklığındaki bileşen Yerel Sıcak Kabarcık'tan (LHB) gelen düşük yayılımı ve soğurulmuş (0.2-0.7 keV) sıcaklığındaki termal bileşen de Galaksi Halesi (GH) yayılımını temsilen kullandığımız modellerdi. ROSAT All Sky Survey (RASS) ardaalan gözlemi 1.0° ve 2.0° aralığındaki halkadan, HEASARC X-ray Ardaalan programı kullanılarak elde edildi. Bununla küme yönündeki CXB etkisi hesaba katıldı. Tüm bölgeler kümenin merkezinden başlayarak ilerleyen iç içe geçmiş halkalar olarak seçildi. XIS detektörlerinin nokta dağılım fonksiyonları göz önünde bulundurularak, bölge yarıçapları 2' veya daha büyük olarak seçildi. xisrmfgen ve xisarfgn programları ile sırasıyla RMF ve ARF dosyaları oluşturuldu.

2 *snapec*: SN katkılarını ölçmede kullanılan en güvenilir model

snapec modeli, X-ışını tayfına doğrudan uygulanarak, toplam süpernova patlamalarını ve SN Ia/SN cc oranını hesaplayan bir modeldir Bulbul et al. (2012a). Astrofiziksel Plazma Yayılım kodunu (apec) teorik benzetimlerden gelen tüm bolluk senaryoları ile birlikte kullanır. Model parametreleri: sıcaklık (kT), toplam SNe (N^{SNe}), SN Ia yüzdesi (R), SNIModelIndex & SNIIModelIndex, kümenin kırmızıya kayması ve apec normalizasyonudur. *snapec* modelinin avantajı, SN katkısını belirlemede her bir element bolluğu yerine X-ışını tayfında olan tüm element-

leri birlikte kıyaslayarak kullanmasıdır. Bu yaklaşım istatistiksel belirsizlikleri önemli oranda azaltmaktadır.

3 Sonuçlar ve Tartışma

SN Ia ve SN cc birbirlerine göre oranlarının merkezden kümenin kenarlarına gidildikçe homojen bir dağılım gösterdiği bulunmuştur. KİO'nun zenginleşmesine SN Ia katkısı 10-20% olarak ölçülmüştür. Bu çalışmaya ilave olarak; Abell 3112 Suzaku offset gözlemleri analiz edilecek ve metal zenginleşme evrimi halkalanma yarıçapına kadar ölçülecektir.

Teşekkür

ENE, TÜBİTAK'a 113F117 kod numaralı proje desteği ve Boğaziçi Üniversitesi BAP 5052 numaralı proje desteği için her iki kuruma da teşekkür eder.

Kaynaklar

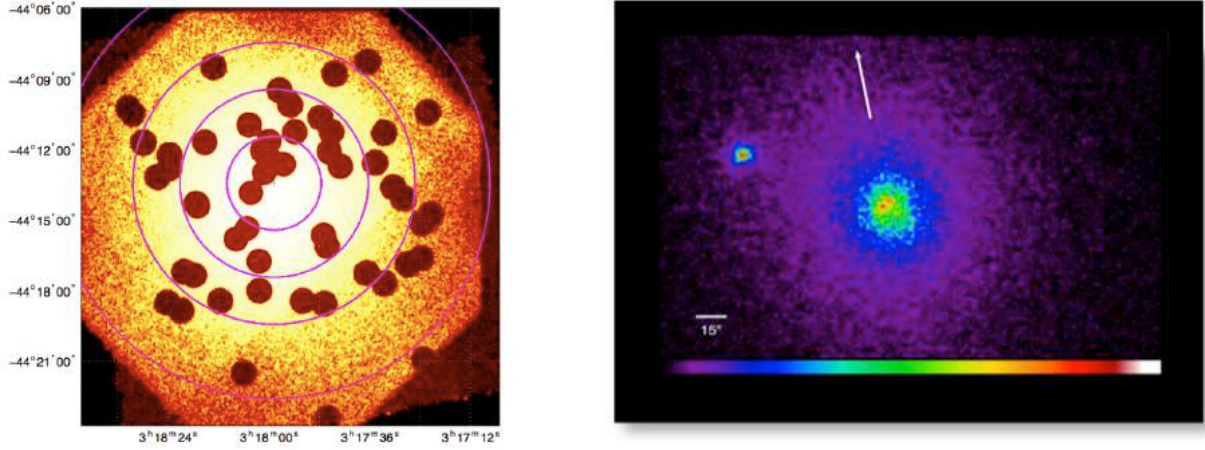
Bulbul, E., Smith, R. K., & Loewenstein, M. : A new method to constrain supernova fractions using X-ray observations of clusters of galaxies. *ApJ* **753** (2012a) 54

Erişim:

P06-006: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* cemile.ezer@gmail.com

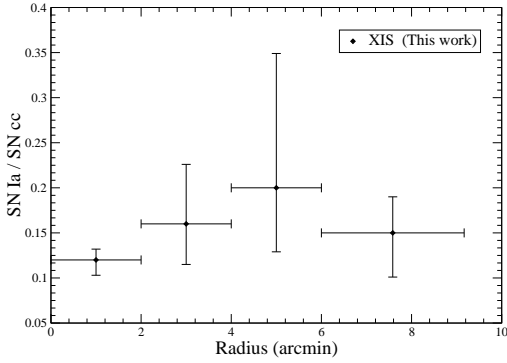
¹ r_{500} yarıçapı ortalama ortam yoğunluğunun evrenin kritik yoğunluğundan 500 kat daha fazla olduğu uzaklık olarak tanımlanır.



Şekil 1. Sol: A3112 kaynağına ait Suzaku X-ışını gözlemlerinin (Obsld: 803054010, 808068010 & 808068020) birleştirilmiş görüntüsü. Filtrelenmiş toplam poz süresi 222.8 ks'dir. Sağ: Nokta kaynak tespitinde kullanılan Chandra X-ışını görüntüsü (Obsld: 13135).

Çizelge 1. Dört Suzaku X-ışını bölge tayflarının *snapec* modeli kullanarak elde edilen en iyi fit parametreleri ve bu parametrelerin 90% güven aralığındaki istatistiksel hataları.

Bölgeler (arcsec)	kT (keV)	N^{SNe} ($\times 10^9$)	R	İndirgenmiş χ^2 (indirgenmiş $\chi^2(ndf)$)
0''-120''	$4.18^{+0.021}_{-0.020}$	$3.16^{+0.22}_{-0.22}$	$0.12^{+0.012}_{-0.02}$	1.04 (6325)
120''-240''	$4.53^{+0.046}_{-0.042}$	$1.86^{+0.29}_{-0.30}$	$0.16^{+0.06}_{-0.05}$	1.05 (5127)
240''-360''	$4.17^{+0.070}_{-0.073}$	$1.12^{+0.39}_{-0.22}$	$0.20^{+0.15}_{-0.07}$	1.01 (3013)
360''-550''	$3.42^{+0.107}_{-0.099}$	1.12 (sabit)	$0.15^{+0.040}_{-0.049}$	1.09 (2686)



Şekil 2. A3112 Suzaku gözlemlerinin *snapec* modeli kullanılarak elde edilen SN oranının yarıçapa bağlı değişimi. SN oranının düzenli dağılıma sahip olması, küme içi gazın erken zenginleşme evresini desteklediğini göstermiştir.

C (Composite) Tipli G326.3–1.8 Süpernova Kalıntısının Tayfsal Özellikleri

Fatma Gök¹★,

¹ Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanı, Antalya, 07058, Türkiye

Özet

İçinde pulsar wind nebula barındıran G326.3–1.8 (MSH 15–56) orta yaşlı kompozit (C) tipli bir süpernova kalıntısıdır. Bu çalışmada yaklaşık 86 ks'lik *Suzaku* X-ışını uydu verilerini kullanarak, tayftan elde ettiğimiz ısısal ve ısısal olmayan ışımayı modelledik. Orta yaşlı bu kalıntıdan gelen ısısal ışımanın "ejecta" kaynaklı olup olmadığını araştırdık. Ayrıca, tayf analizinden elde ettiğimiz parametreleri kullanarak ve kalıntının uzaklığını 4.1 kpc kabul ederek ortamın elektron yoğunluğunu belirledik.

Anahtar Kelimeler: (ISM:) supernova remnants, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

G326.3–1.8 (MSH 15–56) içinde pulsar wind nebula barındıran bir Galaktik Süpernova Kalıntısı (SNK)'dir ve radyo dalgaboylarında keşfedilmiştir (Milne vd. 1979). H I ölçümlerinden uzaklık için alt limit ~ 3.1 kpc (Goss vd. 1972), H α gözlemlerinden ise ~ 4.1 kpc verilmiştir (Rosado vd. 1996). Optik bölgede H α filamentleri gözlenmiştir (van den Bergh vd. 1979). X-ışın dalgaboylarında ROSAT (Kassim vd. 1993), ASCA (Plucinsky 1998) ve yakın zamanda XMM-Newton ve Chandra uyduları ile çalışılmıştır (Temim vd. 2013; Yatsu vd. 2013).

2 Gözlem ve Veri İndirgeme Metodu

G326.3–1.8 kalıntısı *Suzaku* (Mitsuda vd. 2007) tarafından 2013-02-03 tarihinde X-ray Imaging Spectrometer (XIS; Koyama vd. 2007) ile yaklaşık 86 ks poz süresince gözlenmiştir (Obs ID 507039010). XIS ön aydınlatmalı (FI:XIS0 ve XIS3) ve arka aydınlatmalı (BI:XIS1) olmak üzere aktif 3 CCD'ye sahiptir. Veri analizi HEASoft version 6.16 ve XSPEC 12.8.2 (Arnaud 1996) ile yapılmıştır. XIS verisi 25'lik gruplandırılmış ve χ^2 istatistik kullanılmıştır.

3 Analizler

Şekil 1'de SNK'nin 0.3–10.0 keV enerji aralığında XIS3 görüntüsü verilmiştir (sol panel). Bu şekilde, tayf analizi için seçilen bölge elipsle gösterilmiştir. Tayf analizinde G326.3–1.8'den gelen ışımanın doğasını anlamak için XSPEC altında bulunan bazı modelleri denedik. Isısal ışımayı temsil eden VPSHOCK modeli ile ısısal olmayan ışımayı temsil eden Power-law modeli, verimizi en iyi şekilde tanımladı ($\chi^2/\text{dof}=1162.9/1032$). Aynı zamanda bu modellere yine XSPEC altında bulunan TBABS Galaktik soğurma modelini de uyguladık. Bu uygulama sırasında soğurma (N_H), elektron sıcaklığı (kT_e), iyonlaşma zaman-skalasını (τ), foton indeksi ve normalizasyon parametrelerini serbest bırakarak, element bolluklarını Güneş bolluk değerlerine sabitledik (Wilms vd. 2000). Daha sonra plazmada "ejecta"nın etkisi olup olmadığını anlamak amacıyla, Ne, Mg, Si ve Fe elementlerini serbest bıraktık ($\chi^2/\text{dof}=1124.3/1028$). Bu modelden elde ettiğimiz bazı parametreler Çizelge 1'de, 0.3–10.0 keV enerji aralığındaki FI tayfı ise Şekil 2'de (sağ panel) verilmiştir.

4 Sonuç ve Tartışma

Biz bu çalışmada *Suzaku* X-ışını verilerini kullanarak G326.3–1.8'den gelen ışımanın ısısal ve ısısal olmayan doğasını araştırdık. Analizlerimizi yaparken özellikle ışımanın yoğun olduğu güneybatı bölgesine yoğunlaştık. Si bolluk değerini yaklaşık Güneş bolluk değerinde ($Si \sim 1.1$), serbest parametre olarak bıraktığımız diğer element bolluk değerlerini ise Güneş bolluk değerlerinin altında ($Ne \sim 0.7$, $Mg \sim 0.8$ ve $Fe \sim 0.6$) bulduk. Bu da bize ışımada "ejecta"nın katkısının olmadığını gösterir. Bu sonuç Yatsu vd. (2013) ile uyumlu çıkmıştır. Temim vd. (2013) ise bu bölge içinde daha küçük bölgeler seçerek analizlerini yaptığında S ve Si bolluk değerlerini daha yüksek bulmuş ve bu bölgelerde "ejecta"nın etkisini göstermiştir. Bu çalışmanın devamı olarak benzer şekilde bölgesel farklılıklar incelenecektir. Ayrıca kalıntının Sedov (1959) aşamasında olduğunu kabul ederek elektron yoğunluğunu $n_e \sim 0.15 \text{ cm}^{-3}$ bulduk, bu değer önceki sonuçlarla uyumludur.

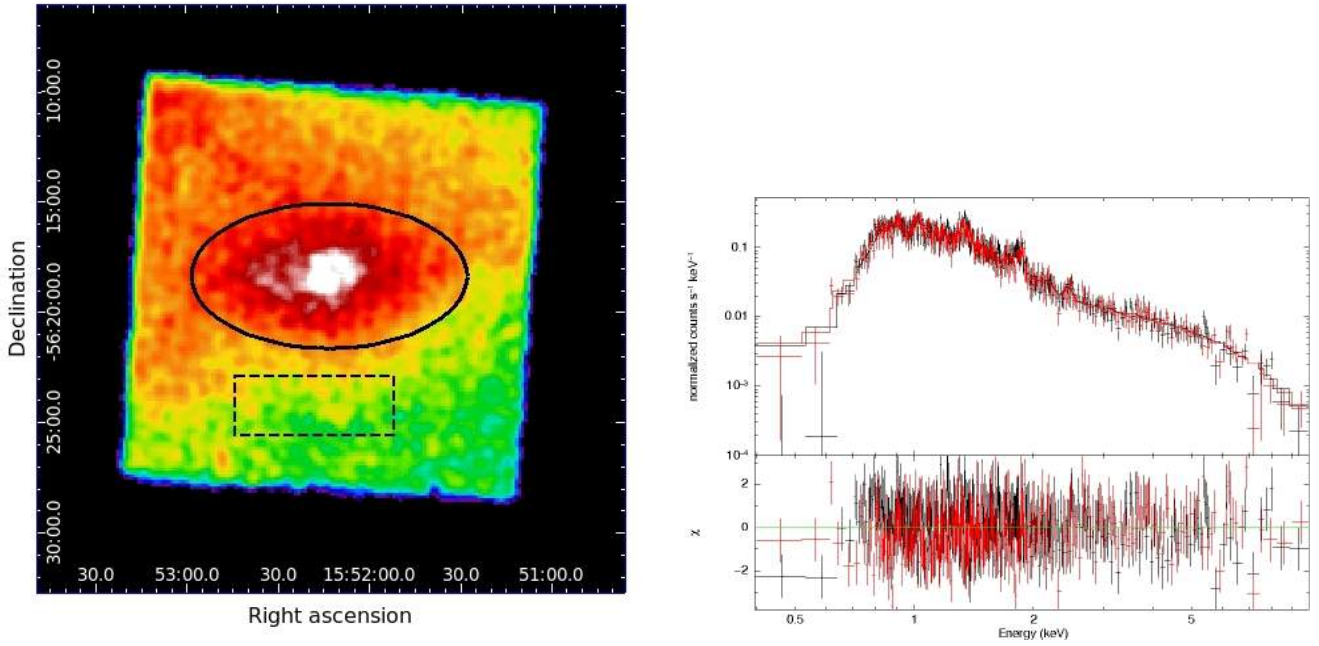
Kaynaklar

- Arnaud, K. A. 1996, in ASP Conf. Ser. 101, Astronomical Data Analysis Software and Systems V, ed. G. H. Jacoby & J. Barnes (San Francisco, CA: ASP), 17
- Borkowski, K. J., Lyster, W. J., & Reynolds, S. P. ApJ **548** (2001) 820–835
- Goss, W. M., Radhakrishnan, V., Brooks, J. W., & Murray, J. D. ApJS **24** (1972) 123–159
- Kassim, N. E., Hertz, P., & Weiler, K. W. ApJ **419** (1993) 733–738
- Koyama, K., Tsunemi, H., Dotani, T., vd. PASJ **59** (2007) 23–33
- Milne, D. K., Goss, W. M., Haynes, R. F., vd. MNRAS **188** (1979) 437–444
- Mitsuda, K., Bautz, M., Inoue, H., vd. PASJ **59** (2007) 1–7
- Plucinsky, P. P. MmSAI **69** (1998) 939–944
- Rosado, M., Ambrocio-Cruz, P., Le Coarer, E., & Marcelin, M. A&A **315** (1996) 243–252
- Sedov, L. I. 1959, Similarity and Dimensional Methods in Mechanics (New York: Academic Press)
- Temim, T., Slane, P., Castro, D., Plucinsky, P. P., Gelfand, J., Dickel, J. R. ApJ **768** (2013) 61–70
- van den Bergh, S. ApJ **227** (1979) 497–498
- Wilms, J., Allen, A., & McCray, R. ApJ **542** (2000) 914–924
- Yatsu, Y., Asano, K., Kawai, N., Yano, Y., Nakamori, T. ApJ **773** (2013) 25–39.

Erişim:

P06-007: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

★ gok@akdeniz.edu.tr



Şekil 1. Sol panel: G326.3–1.8'nin 0.3–10.0 keV enerji aralığında XIS3 görüntüsü. Tayf analizi için seçilen bölge elips ile arka alan için seçilen bölge ise kesikli kutu ile gösterilmiştir. Sağ panel: *Suzaku* FI (XIS0: siyah ve XIS3: kırmızı) 0.3–10.0 keV enerji aralığındaki tayfı.

Çizelge 1. G326.3–1.8 kalıntısına TBABS×(VPSHOCK+Power-law) modeli uygulanarak elde edilen bazı parametreler.

Parametreler	N_{H} (10^{22} cm^{-2})	kT_e (keV)	τ ($10^{11} \text{ cm}^{-3} \text{ s}$)	Foton indeks	χ^2/dof
Değerler	0.68 ± 0.04	0.65 ± 0.02	6.4 ± 1.4	1.84 ± 0.09	1124.3/1028

Feibelman 1.01 ve NGC 436 Açık Yıldız Kümelerinin Temel ve Yapısal Parametreleri

Yonca Karslı¹★,

İbrahim Küçük, İnci Akkaya Oralhan, Raul Michel Murillo, Ferhat F. Özeren

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Bu çalışmada Meksika San Pedro Martir (SPM) Ulusal Astronomi Gözlemevi'nde 0.84m teleskop ile gözlenmiş Feibelman 1 ve NGC 436 Açık Yıldız Kümeleri'nin CCD UBVRI verileriyle birlikte 2MASS veri kataloğundaki JHK verileri kullanılarak bu kümelere ait temel ve yapısal parametreler (renk artığı, uzaklık, uzaklık modülü, yaş, metal bolluğu, küme limityarıçapı) belirlenmiştir. Küme üyelikleri belirlenirken ise PPMXL veri kataloğundaki öz hareket verileri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations: individual:..., Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P06-008: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Büyük Kütleli Yıldız Oluşum Bölgesi W49: Genç Yıldızimsı Cisimler

Gözde Saral^{1,2,*}, Joseph L. Hora², Sarah Willis², Xavier P. Koenig³, A. Talat Saygac¹

¹ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

² Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge

³ Yale Üniversitesi, Astronomi Bölümü, New Haven

Özet

Büyük kütleli yıldızlar yıldız oluşum sürecinde kritik bir öneme sahiptir, ancak bu oluşum süreci ve bu sürecin yeni nesil yıldızların oluşumuna etkisi henüz tam olarak anlaşılammıştır. Bu kapsamda Galaksi'de bulunan kompleks yıldız oluşum bölgeleri genç yıldızimsı cisim potansiyelleri ve oluşturmakta oldukları grup ve kümeler ele alınarak detaylı olarak incelenmektedir. Bu çalışmada W49 kompleksi analizlerimiz özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: formation, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Yıldızların yaklaşık %70-90'ı moleküler bulutlarda gömülü grup ve kümeler içerisinde oluşurlar (Lada ve Lada 2003). Günümüze kadar pek çok yakın yıldız oluşum bölgesi çalışılmış ve Genç Yıldızimsı Cisimler (GYC)'in temel olarak tayfsal indekslerinden (Robitaille vd. 2006) ya da renk-renk diyagramlarından (Gutermuth vd. 2009) yararlanarak sınıflandırılması gibi yöntemler önerilmiştir. Burada ele alınan W49 kompleksi, yaklaşık 11 kpc uzaklıkta, galaksideki en genç ve büyük kütleli yıldız oluşum bölgelerinden birisidir. Homeier ve Alves (2005) bölgenin birkaç alt kümeye ev sahipliği yaptığını ve bu kümelerin farklı aşamalarda olduğuna dair kanıtlar olduğunu söyleyerek, kırmızıöte bölgede detaylı çalışmaların yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

2 Kaynak Kataloğu ve Analizler

Bu çalışmada GLIMPSE ve Deep GLIMPSE projeleri ile elde edilen Spitzer/IRAC verileri kullanılarak, büyük bir mozaik oluşturulmuş (Şekil 1) ve PhotVis 1.10 yazılımı (Gutermuth vd. 2008) kullanılarak 300000'den fazla kaynağın tespiti ve ışıkölçümü gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan kaynak kataloğu 2MASS ve UKIDSS verileri ile birleştirilerek, 1.2-24 μm dalgaboyu aralığında bir katalog elde edilmiştir. Renk-renk kriterleri kullanılarak galaksi dışı cisimler (yıldız oluşumunun yoğun olduğu galaksiler, AGN'ler, vb), AGB yıldızları, PAH kaynakları elimine edilerek, Gutermuth vd. (2008)'nin uyguladığı renk-renk, renk-parlaklık kriterlerine göre GYC'ler sınıflandırılmıştır. 187 Sınıf I, 916 Sınıf II, 73 geçiş diski ve 46 gömülü kaynak tespit edilmiştir. Daha sonra, kaynakların açılal dağılımlarına göre grup ve kümelerin belirlenmesini sağlayan Minimum Spanning Tree yöntemi kullanılarak, istatistiksel analizler yardımıyla moleküler bulut içerisindeki grup ve kümeler belirlenmiştir (bkz. Şekil 1; Saral vd. 2015).

3 Sonuç

W49 yıldız oluşum bölgesi için 1.2 ile 24 μm kırmızıöte dalgaboyu aralığında kaynak kataloğu oluşturulmuş ve 300.000 kadar cisim renk-renk, renk-parlaklık kriterleri kullanılarak sınıfland-

ırılmıştır. Belirlenen GYC adaylarının oluşturduğu grup ve kümeler belirlenmiştir. Bu analizler Cygnus-X, G305 ve G333 gibi yakın yıldız oluşum bölgelerinde de gerçekleştirilmiş ve yıldız oluşum hikayeleri karşılaştırılmıştır (Saral vd. 2015). Galakside bulunan W43, W51, NGC3603, Wd1 yıldız oluşum bölgelerindeki analizlerimiz devam etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma NASA-NNX12AI60G, İstanbul Üniversitesi BAP50195 ve UDP 51268 nolu projeleri ile desteklenmektedir.

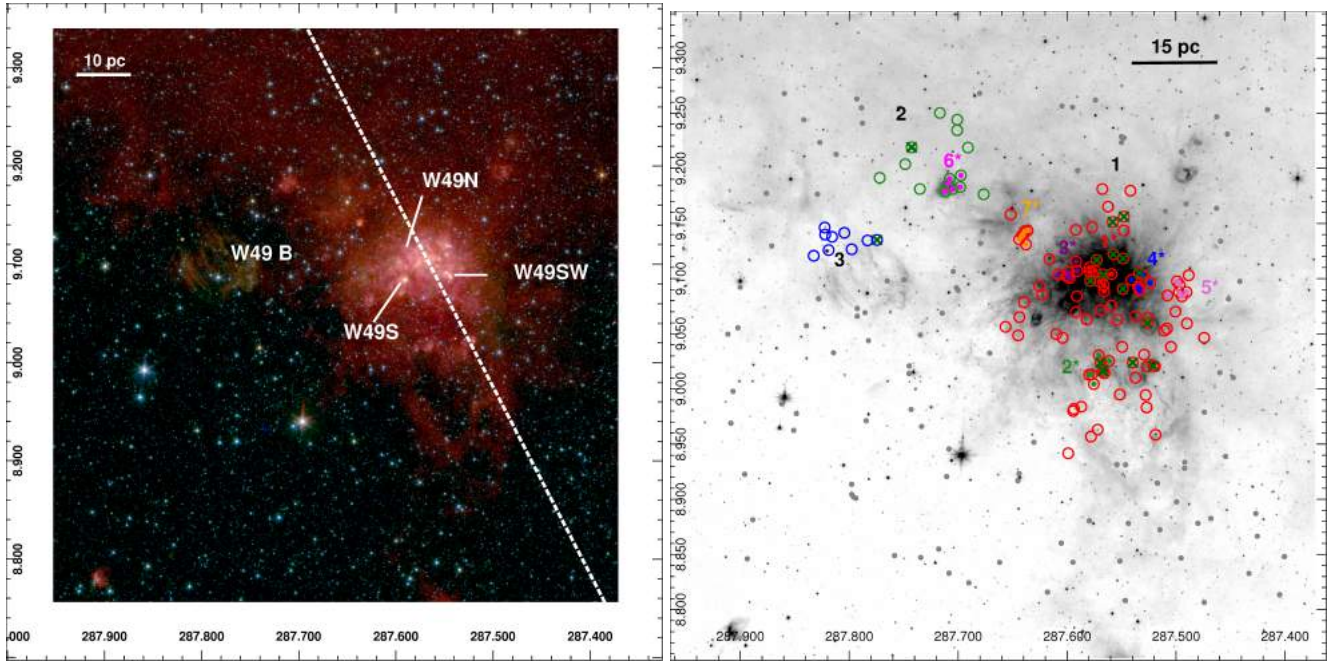
Kaynaklar

- Gutermuth, R. A., Myers, P. C., Megeath, S. T., vd.: Spitzer Observations of NGC 1333: A Study of Structure and Evolution in a Nearby Embedded Cluster. *ApJ* **674** (2008) 336
- Gutermuth, R., Megeath, S. T., Myers, P. C., vd.: A Spitzer Survey of Young Stellar Clusters Within One Kiloparsec of the Sun: Cluster Core Extraction and Basic Structural Analysis. *ApJS*, **184** (2009) 18
- Homeier, N. L. ve Alves, J.: Massive star formation in the W49 giant molecular cloud: Implications for the formation of massive star clusters. *AAP* **430** (2005) 481
- Lada, C. J. ve Lada, E. A.: Embedded Clusters in Molecular Clouds. *ARA&A* **41** (2003) 57
- Robitaille, T. P., Whitney, B. A., Indebetouw, R., Wood, K., & Denzmore, P.: Interpreting Spectral Energy Distributions from Young Stellar Objects. I. A Grid of 200,000 YSO Model SEDs. *ApJS*, **167** (2006) 256
- Saral, G., Hora, J., Koenig, X., vd.: Young Stellar Objects in the Massive Star Forming Region: W49. *ApJ*, submitted, ApJ98514R1

Erişim:

P06-009: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* saygac@istanbul.edu.tr



Şekil 1. *Solda*; Spitzer Uzay Teleskobu 3 renk görüntüsü (Kırmızı/Yeşil/Mavi = 8.0/4.3/3.6 μm). W49N, W49S, W49SW yıldız oluşum bölgeleri ile W49B süpernova kalıntısı bölgesi görülmektedir. Kesik çizgi galaktik düzlemi göstermektedir. *Sağda*; GYC küme ve grupları gösterilmektedir. Yeşil çarpılar büyük kütleli adaları temsil etmektedir (Saral vd. 2015).

Karanlık Maddenin Aydınlik Yüzü

Hakan Sert¹★, Murat Hudaverdi¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

Evrenin %96'lık büyük kısmı ışımaya yapmayan karanlık formdadır. Karanlık maddenin evrenin yoğun alanlarında haleler halinde yoğunluklarını bilmemiz ve evrendeki bütün malzemeye oranın %23 olması gibi bazı sayısal veriler dışında, içeriği bilinmezliğini korumaktadır. Yakın zamanda yapılan x-ışını analiz çalışmalarında 3.5 keV civarında çok zayıf da olsa bir salınım çizgisi gözlemlendi. Biz de çalışmamızda yerel gruptaki cüce galaksi verileri ile bu bilinmeyen çizginin izlerini sürmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: (cosmology:) dark matter, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Bazı galaksi kümeleri ve galaksilerde yakın zamanda yapılan x-ışını analizi çalışmaları, 3.5 keV civarında çok zayıf da olsa bir salınım çizgi ışınımı ortaya koydu (Bulbul E. et al. (2014)). Hiçbir aletsel hatadan kaynaklanmayan ve bilinen herhangi bir element ışması olmayan bu enerji seviyesi, karanlık maddenin güçlü yapı taşı adayı steril nötrino bozunumundan salınan fotonlar ile açıklanmaktadır. Biz de çalışmamızda yerel gruptaki cüce galaksi verileri ile bu bilinmeyen çizginin izlerini sürmekteyiz. Bu çalışmamızda Draco cüce galaksisi üzerinde yaptığımız analizlerin ön sonuçları yer almaktadır.

2 Draco Küresel Simetrik Cüce Galaksi Veri Analizi

Draco, Dünya'dan 79 kp uzaklıkta bulunan ve -kütle-ışım oranının $440 M_{\odot}/L_{\odot}$ civarında olmasından ötürü- karanlık madde arayışlarında önemli bir cüce galaksidir. Hale dağılımı neredeyse izotermal olan Draco üzerinde daha önce WIMP yok oluşlarını yakalama amaçlı gama ışını çalışmaları yapılmıştır (Tyler C. et al. (2002)). Biz de aynı galaksi üzerinde x-ışını çalışmaları yaparak ilgilendiğimiz aralıkta herhangi bir salınım çizgisi bulunup bulunmadığını araştırmaktayız. XMM-Newton teleskobunun 0603190101, 0603190201, 0603190301 ve 0603190501 gözlem numaralı üzerinde yaptığımız veri analiz çalışmalarının ön çıktıları hazırlanırken öncelikle gerekli filtrelemeler yapılmıştır. Daha sonra Draco'nun x-ışını görüntüsü oluşturulmuş ve görüntü üzerinden kaynak ve arkaplanlar belirlenmiştir. Son olarak enerji spektrumu elde edilmiş ve spektruma uygun bir model kurulmuştur.

0.3-10 keV enerji aralığındaki foton sayılarına galaksinin halesinden gelen ışımalar için termal (apec); aktif çekirdekten gelen ışımaya için termal olmayan (power law) modelleri kullanıldı. Model üzerinden elde edilen bazı önemli veriler Çizelge 1.'de gösterilmiştir.

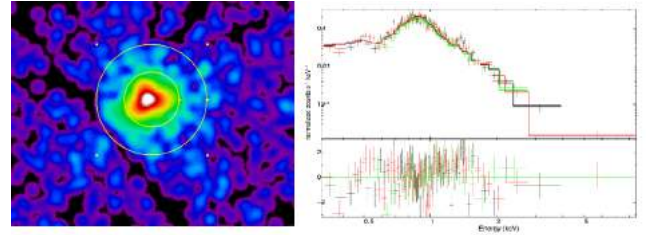
3 Sonuç

Ancak Draco kaynağının 3 keV üzerindeki enerjilerde foton salınımının çok düşük olduğu (bkz: Şek .1, Şek. 2) ve bilinmeyen 3.5 keV ışımaya çizgisinin teşhis edilmesi için bu poz süresiyle yeterli istatistiksel sayıya ulaşamayacağı anlaşıldı.

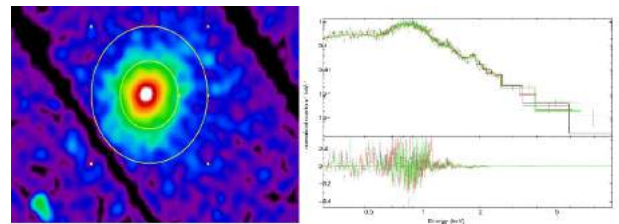
75.5 saniyelik gözlem süresinin bahsi geçen ışımaya yakala-

Çizelge 1. Draco Fit Verileri

Parametre	Değer	Hata
kT(keV)	0.781	+/- 1.460×10^{-2}
Abundance	0.2707	+/- 0.103
$nH(\text{cm}^{-2})$	2.50×10^{20}	-
Normalizasyon	6.455×10^{-4}	+/- 2.413×10^{-4}



Şekil 1. MOS dedektörleriyle oluşturulmuş görüntü ve spektrumlar. Solda: Draco Küresel Simetrik Cüce Galaksi'nin 0.2-10 keV aralığındaki galaksi merkezi. Sağda: Draco Küresel Simetrik Cüce Galaksi'nin enerji spektrumu.



Şekil 2. PN dedektörüyle oluşturulmuş görüntü ve spektrumlar. Solda: Draco Küresel Simetrik Cüce Galaksi'nin 0.2-10 keV aralığındaki galaksi merkezi. Sağda: Draco Küresel Simetrik Cüce Galaksi'nin enerji spektrumu.

mak için yeterli olmadığını, Lovell M.R. et al. (2015) simülasyon çalışmaları da göstermektedir.

Bundan sonraki çalışmalarda, uygun poz sürelerine sahip cüce galaksi verileri toplanarak çizginin takibinin yapılması hedeflenmektedir.

★ hakansert13@hotmail.com

Teşekkür

Bu çalışma YTÜ BAP tarafından 2015-01-01-KAP05 nolu araştırma fonu ve TÜBİTAK 115F030 nolu araştırma projesi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Bulbul E. et al. : Detection of an unidentified emission line in the stacked x-ray spectrum of galaxy clusters. *Astrophys. J.* **789** (2014) 13–23
- B. Pontecorvo : Mesonium and anti-mesonium. *Zh. Eksp. Teor. Fiz.* **33** (1957) 549–551
- Ahmad Q. R. et al : Direct Evidence for Neutrino Flavor Transformation from Neutral-Current Interactions in the Sudbury Neutrino Observatory. *Phys. Rev. Lett.* **89** (2002) 011301
- Fukuda M. ve Yanagida T. : Baryogenesis without grand unification. *Phys. Lett. B* **174** (1986) 45–47
- Dodelson S., Widrow L. M. : Sterile neutrinos as dark matter *Phys. Rev. Lett.* **72** (1994) 17
- Asaka, T., et al. : The ν MSM, dark matter and neutrino masses. *Phys. Lett. B* **631** (2005) 151–156
- Asaka T. ve Shaposhnikov M: The ν MSM, dark matter and baryon asymmetry of the universe *Phys. Lett. B* **620** (2005) 17–26
- Kevork N. Abazajian et al. : Limits on the radiative decay of sterile neutrino dark matter from the unresolved cosmic and soft x-ray backgrounds. *Phys. Rev. D* **75** (2007) 063511
- Boyarsky A. et al. : Restrictions on parameters of sterile neutrino dark matter from observations of galaxy clusters. *Phys. Rev. D* **74** (2006) 103506
- Tyler C. et al.: Particle dark matter constraints from the Draco dwarf galaxy. *Phys. Rev. D* **66** (2002) 023509
- Lovell M.R. et al.: Decaying dark matter: the case for a deep X-ray observation of Draco *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **451** (2015) 1573-1585

Erişim:

P06-010: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

G357.7-0.1 Süpernova Kalıntısında Yeniden Birleşen Plazmanın Araştırılması

Aytaş Sezer¹★, Tülün Ergin²

¹ Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 60 Garden Street, Cambridge, MA 02138, USA

² TUBITAK Space Technologies Research Institute, ODTU Campus, 06531, Ankara, Turkey

Özet

Fermi Gamma-ray Space Telescope (*Fermi*) uydusu üzerinde takılı olan Large Area Telescope (LAT) dedektörünün ilk keşfettiği süpernova kalıntıları (SNK), büyük çoğunlukla karışık morfolojili (KM) kalıntılardır. Radyo dalgaboylarında 1720 MHz'deki OH mazerlerinin KM SNK'lerde gözlenmesi, bu kalıntıların molekül bulutları ile etkileşimlerini gösteren en önemli kanıtlardır. *Suzaku* X-ışını uydusu da yakın zamanda *Fermi*-LAT'ın bulunduğu bu kalıntılarda "Yeniden Birleşen" (YB) plazma olduğunu keşfetmiştir. SNK'lerde YB plazmanın kaynağını açıklayan iki model (Adiyabatik Soğuma ve Isısal İletim) ortaya atılmıştır fakat hangi modelin ağırlıklı rol oynadığı henüz anlaşılammıştır. Yeni YB SNK'lerin keşfi, bu nesnelere gözlemsel özelliklerini ortaya koymakla birlikte, modellerin sınanması ve iyileştirilmesi bakımından önemlidir. G357.7–0.1 (Tornado) da molekül bulutları ile etkileşen ve gama ışınları yayan bir SNK olduğundan, YB plazma araştırması için bir adaydır. Dolayısıyla bu çalışmada *Suzaku* verileri ve XSPEC altındaki YB plazma modeli (VVRNEI) kullanılarak Tornado'da YB plazma araştırılması ve elde edilen ilk sonuçlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: (ISM:) süpernova remnants, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Özellikle son on yılda yüksek teknolojiye sahip X-ışını uydularından alınan verilerin analizleri ile süpernova kalıntılarında (SNK) yeni bir morfoloji ortaya çıkmıştır. Karışık morfolojili (KM) olarak anılan bu SNK'ler; radyo dalgaboylarında bir kabuk (shell) şekli ve X-ışınlarında ise içi dolu bir yapı sergilemektedir (*Rho ve Petre 1998; Lazendic ve Slane 2006; Vink 2012*). SNK'lerde plazmanın iyonlaşma durumu, SNK'lerin evrim aşamasını belirleyen bir faktördür. Genç SNK'lerde oluşan şok dalgası, X-ışını dalgaboylarında ışımaya neden olur, plazmayı iyonize eder (elektron sıcaklığının iyon sıcaklığından daha büyük olduğu durum, $kT_e > kT_z$) ve plazma yavaşça iyonlaşma dengesine ($kT_e = kT_z$) ulaşır. Sonraki aşama ise elektronların soğuması, yeniden birleşmenin (recombining plasma) gerçekleşmesidir ($kT_z > kT_e$). Yeniden birleşen (YB) plazmanın keşfi yakın zamanda, *Suzaku* X-ışını uydusu gözlemleri ile yapılmıştır. YB SNK'lerin KM özellikte olmaları çok ilginçtir (Örneğin; W49B: *Ozawa vd. 2009, IC443: Yamaguchi vd. 2009, 3C391: Ergin vd. 2014*). YB plazmanın varlığı, elektron soğumasına işaret etmektedir. Literatürde, bu mekanizmayı açıklayan iki model vardır: Isı İletim (Thermal conduction, *Cox vd. 1999; Shelton vd. 1999*) ve Adiyabatik Soğuma (Adiabatic cooling, *Itoh ve Masai 1989*). Isı İletim modeli, elektron soğumasının kaynağının, merkezdeki sıcak plazmadan çevredeki soğuk plazmaya olan ısı iletimi olduğunu savunur. Adiyabatik Soğuma modeli ise, şokun adiyabatik genişlemesi sonucu elektronların hızla soğuduğu görüşünü temel alır. G357.7–0.1 (Tornado) molekül bulutları ile etkileşmekte olan bir SNK'dir, ki bu etkileşimler, OH mazer gözlemleri ile desteklenmektedir (*Frail vd. 1996*). *Fermi*-LAT verileri kullanılarak bu kalıntının bir gama ışınları kaynağı olduğu gösterilmiştir (*Castro vd. 2013*). Tornado bu özellikleri ile YB plazma araştırması için potansiyel bir adaydır. Tornado'nun

bir KM SNK olduğu *Gaensler vd. (2003)* tarafından öne sürülmüş, *Sawada vd. (2011)* ise *Suzaku* verilerini kullanarak "head" (kuzey batı yönündeki parlak bölge) ve "tail" (güneydoğu yönündeki sönük bölge) olmak üzere iki farklı bölgeden termal ışımaya geldiğini göstermiştir. Bu çalışmada, *Suzaku* verileri kullanılarak Tornado'nun "head" bölgesinde YB plazma araştırılması ve elde edilen ilk sonuçlar sunulmuştur.

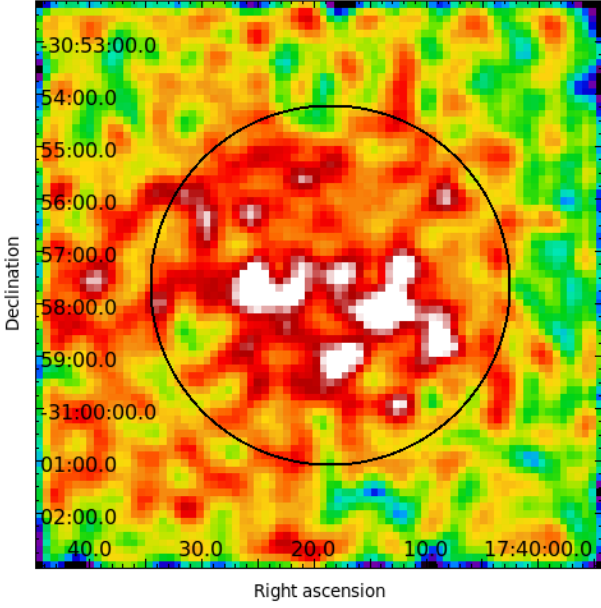
2 Gözlem ve Analizler

Bu analizde, Ağustos 2009 tarihli (poz süresi: 125 ks, Obs ID:504036010) *Suzaku* XIS (X-ray Imaging Spectrometer; *Koyama vd. 2007*) gözlemi kullanılmış, veri analizleri HEASoft version 6.16 ve XSPEC 12.8.2 (*Arnaud 1996*) kullanılarak yapılmıştır. Tayf analizi için Şekil 1'de çember ile gösterilen alan seçilmiş, arka-alan ışıması için bu çember dışında kalan bölge kullanılmıştır. VVRNEI modeli denenmiş ve bu modele absorpsiyon modeli olan TBABS (*Wilms vd. 2000*) uygulanmıştır. VVRNEI modeli, elektron sıcaklığı (kT_e) ve plazmanın ilk sıcaklığı (kT_{init}) olmak üzere iki ayrı sıcaklık değeri vermektedir. $kT_{init} > kT_e$ durumu YB plazmayı ifade eder. Tayf analizinden $N_H \sim 6.5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$, $kT_e \sim 0.8 \text{ keV}$ ve $kT_{init} \sim 0.5 \text{ keV}$ olarak bulunmuştur.

3 Sonuç ve Tartışma

Tornado'nun "head" bölgesinin *Suzaku* tayf analizlerinden $kT_{init} < kT_e$ elde edilmiştir. Bu da plazmanın YB aşamasında olmadığını göstermektedir. Bu sonuç Tornado'nun KM özellikte olmadığını desteklemektedir. Daha yüksek tayfsal çözünürlüğe sahip *Astro-H* uydusu ile yapılacak uzun poz süreli gözlemler bu kalıntının tüm bölgelerinin detaylı incelenmesine imkan verecektir.

★ aytaş.sezer@cfa.harvard.edu



Şekil 1. Tornado'nun "head" bölgesinin 0.3–10.0 keV enerji aralığındaki *Suzaku* XIS görüntüsü.

Tesekkür

Aytap Sezer TÜBİTAK BİDEB-2219 burs programı kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Arnaud, K. A. 1996, in ASP Conf. Ser. 101, *Astronomical Data Analysis Software and Systems V*, ed. G. H. Jacoby & J. Barnes (San Francisco, CA: ASP), 17
- Castro, D., Slane, P., Carlton, A., Figueroa-Feliciano, E. *ApJ* **774** (2013) 36
- Cox, D. P., Shelton, R. L., Maciejewski, W., vd. *ApJ* **524** (1999) 179
- Ergin, T., Sezer, A., Saha, L., Majumdar, P., Chatterjee, A., Bayırlı, A., Ercan, E. N. *ApJ* **790** (2014) 65
- Frail, D. A., Goss, W. M., Reynoso, E. M., vd. *AJ* **111** (1996) 1651
- Gaensler, B. M., Fogel, J. K. J., Slane, P. O., Miller, J. M., Wijnands, R., Eikenberry, S. S., Lewin, W. H. G. *ApJ* **594L** (2003) 35
- Itoh, H., & Masai, K. *MNRAS* **236** (1989) 885
- Koyama, K., Tsunemi, H., Dotani, T., vd. *PASJ* **59** (2007) 23
- Lazendic, J. S., Slane P. O. *ApJ* **647** (2006) 350
- Mitsuda, K., Bautz, M., Inoue, H., vd. *PASJ* **59** (2007) 1
- Ozawa, M., Koyama, K., Yamaguchi, H., Masai, K., & Tamagawa, T. *ApJL* **706** (2009) L71
- Rho, J., Petre R. *ApJ* **503** (1998) L167
- Sawada, M., Tsuru, T. G., Koyama, K. Oka, T. *PASJ* **63S** (2011) 849
- Shelton, R. L., Cox, D. P., Maciejewski, W., vd. *ApJ* **524** (1999) 192
- Vink, J., *The Astronomy and Astrophysics Review* **20**(2012) article id.49
- Wilms, J., Allen, A., & McCray, R. *ApJ* **542** (2000) 914
- Yamaguchi, H., Ozawa, M., Koyama, K., vd. *ApJL* **705** (2009) L6

Erişim:

P06-011: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

İzole Eliptik Galaksiler Normal Eliptik Galaksilerden Ne Kadar Farklı?

Eyüp Kaan Ülgen^{1*}, Sinan Aliş¹, Yüksel Karataş¹, F. Korkan Yelkenci¹,
Christophe Benoist²

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, Beyazıt, İstanbul

²Laboratoire Lagrange, UMR7293, Université de Nice Sophia-Antipolis, CNRS, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice, France

Özet

Bu çalışmada 72 derecekarelik CFHTLS W1 alanına ait veriler kullanılarak, $r < 22$ parlaklık sınırı altındaki eliptik galaksiler incelenmiş ve bunların içinden toplam 606 tane izole eliptik galaksi (IfE) belirlenmiştir. Bulunan IfE'ler parlaklık, renk gibi fotometrik özellikler ile Sersic indeksi ve etkin yarıçap gibi yapısal özellikler bakımından normal eliptik galaksilerle karşılaştırıldı. Yapılan incelemeler sonucunda IfE'lerin normal eliptik galaksilere göre daha mavi ve daha büyük oldukları görüldü. Çalışmamızda bulduğumuz IfE'lerin kırmızıya kayma dağılımları gözönüne alındığında, IfE'lerin normal eliptiklerden daha geç zamanlarda oluştuğu görülmektedir. IfE'lerin medyan kırmızıya kayması $z_{med,ife} = 0.329$, normal eliptiklerin ise $z_{med,ell} = 0.396$ olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: galaxies: elliptical and lenticular, cD, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Galaksilerin morfoloji-yoğunluk ilişkisi (Dressler, 1980) ile gösterildiği gibi; galaksi grupları ve galaksi kümeleri gibi yoğun ortamlarda, eliptik galaksiler diğer galaksilere göre sayıca daha fazladır. Bununla birlikte, herhangi bir galaksi kümesine veya grubuna dahil olmayan çok sayıda **izole eliptik galaksi (IfE)** de belirlenmiştir (Smith ve ark., 2004; Reda ve ark., 2004; Norberg ve ark., 2008). IfE'lerin nasıl oluştukları tam olarak bilinmemektedir. Bundan dolayı IfE'lerin fotometrik ve morfolojik özelliklerinin küme üyesi veya alandaki diğer eliptik galaksilerle karşılaştırılması, eliptik galaksilerin oluşumlarının ve evrimlerinin anlaşılması için önemlidir.

Bu çalışmada Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey verileri kullanılarak IfE'ler belirlenmiş ve aynı verideki diğer eliptik galaksilerle karşılaştırılmıştır. Çalışma boyunca, standart Λ CDM kozmolojisi çerçevesinde $\Omega_m = 0.3$, $\Omega_\Lambda = 0.7$ ve $H_0 = 75 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ olarak alınmıştır.

2 Yöntem

IfE'leri belirlemek için öncelikle CFHTLS-W1 kataloğundaki eliptik galaksi örneğini oluşturmak gerekiyordu. Bunun için üç ayrı yol izlendi. Birinci yol olarak LePhare çıktılarında spektral enerji dağılımlarına (SED) göre eliptik olan galaksiler seçildi. İkinci yol, Yelkenci ve ark. (2015) tarafından belirlenen galaksi morfolojilerine göre eliptik olan galaksiler seçildi. Buna göre; GALFIT ile belirlenen Sersic indisleri $n \geq 2.5$ olan ve yarı-eksen oranları $b/a \geq 0.6$ olan galaksiler seçildi. Üçüncü yol olarak da, hem LePhare'a göre eliptik olan hem GALFIT çıktılarında göre eliptik olan hem de yarı-eksen oranları $b/a \geq 0.6$ olan galaksiler seçildi. Böylece üç yolla sırasıyla 91848, 81861 ve 44409 eliptik galaksi belirlendi. Bu üç eliptik galaksi örneğini incelediğinde, en saf verinin hem morfolojik hem de spektral tipe göre yapılan seçimde olduğu görülmüş ve IfE'lerin belirlenmesinde bu örneklem kullanılmıştır.

* k.ulgen90@gmail.com

IfE'leri belirlemek için, Smith ve ark., (2004) tarafından verilen izole olma koşulu uygulanmıştır. Buna göre bir galaksinin izole olarak tanımlanabilmesi için; i) 0.5 Mpc'lik yarıçap içerisinde kendisiyle parlaklık farkı 2.2 kadirten daha az, ii) 1 Mpc'lik yarıçap içerisinde kendisiyle parlaklık farkı 0.7 kadirten daha az bir galaksi bulunmamalıdır. Bu koşulların uygulanması sırasında galaksilerin kırmızıya kaymaları da dikkate alınmıştır. Her bir aday galaksinin izole olup olmadığı, ana galaksi kataloğu kullanılarak sınanmıştır. İzole olma koşulunu test edebilmek için ana galaksi kataloğu (2.9 milyon galaksi) eliptik galaksi kataloğundan 2.2 kadir daha sönük olarak kullanılmıştır.

3 Bulgular

CFHTLS-W1 alanında $r < 22$ parlaklık sınırı altında 780 IfE adayı belirlenmiştir. Bu adaylar görsel olarak incelenerek, şüpheli adaylar liste dışına çıkarılmıştır. Böylece toplam 606 tane IfE belirlenmiştir. Bu iki ayrı eliptik galaksi grubu fotometrik ve morfolojik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır.

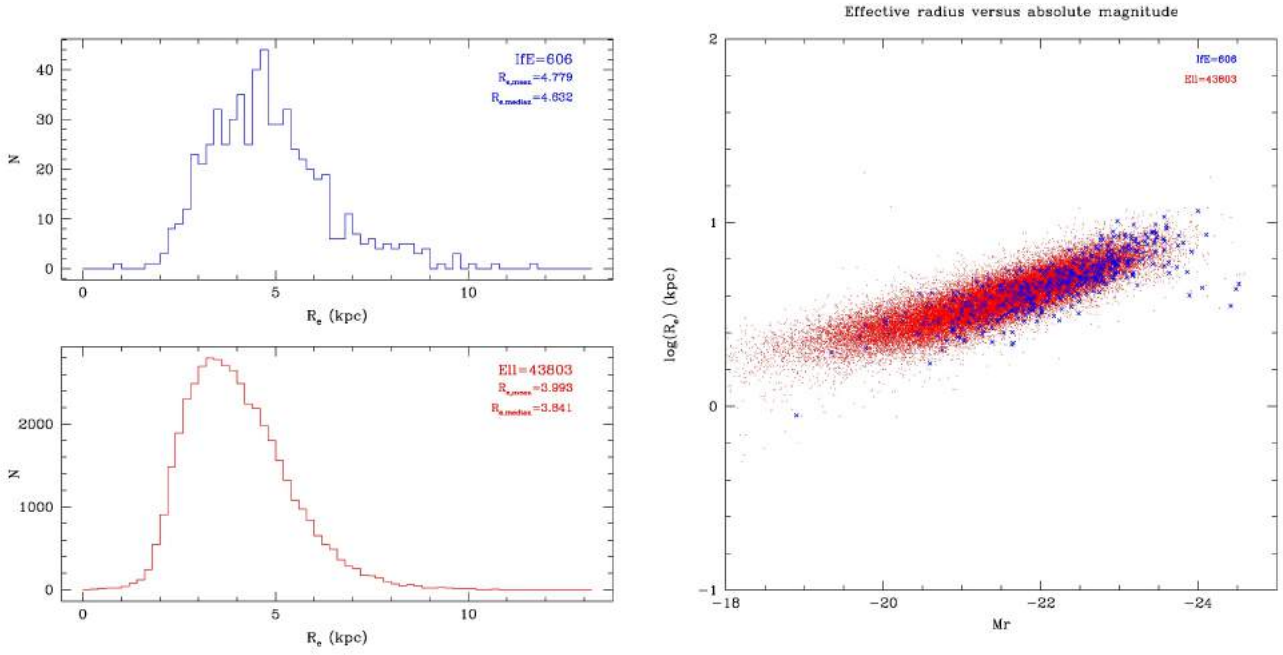
Normal eliptiklerin ve IfE'lerin renkleri $z_{bin}=0.1$ 'lik kırmızıya kayma aralıklarına ayrılarak karşılaştırılmıştır. Her bir kırmızıya kayma aralığı için IfE'lerin, normal eliptiklerden daha mavi olduğu bulunmuştur.

Galaksiler etkin yarıçaplarına göre karşılaştırıldıklarında, IfE'lerin normal eliptiklerden daha büyük oldukları görülmüştür (**Şekil-1**). IfE'lerin ortalama yarıçapları 4.779 kpc, normal eliptiklerin yarıçapları ise 3.993 kpc olarak hesaplanmıştır. IfE'lerin daha büyük olmaları **Şekil-1**'teki mutlak parlaklık-etkin yarıçap ilişkisinden de görülmektedir.

4 Tartışma ve Sonuç

IfE'ler için fakir grupların kendi üzerine çökmesinden, çoklu galaksi birleşmelerine kadar farklı oluşum senaryoları önerilmiştir (Mulchaey & Zabludoff 1999; Reda ve ark., 2004, 2007).

Çalışmamızda bulduğumuz IfE'lerin kırmızıya kayma dağılımları gözönüne alındığında, IfE'lerin normal eliptiklerden daha geç zamanlarda oluştuğu görülmektedir. IfE'lerin medyan kırmızıya kayması $z_{med,ife} = 0.329$, normal eliptiklerin ise $z_{med,ell}$



Şekil 1. lFE'lerin ve normal eliptiklerin etkin yarıçaplarının (R_e) dağılımı (solda) ve mutlak parlaklık-etkin yarıçap ilişkisi (sağda).

Çizelge 1. Bugüne kadar yapılan lFE belirleme çalışmaları.

Çalışma	lFE Sayısı	Veri
Colbert ve ark., (2001)	30	Third Reference Catalog (RC3)
Smith ve ark., (2004)	32	LEDA
Reda ve ark., (2004)	36	LEDA
Niemi ve ark., (2010)	293	Millennium Simulation
Bu Çalışma	606	CFHTLS-W1

= 0.396 olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, galaksilerin morfoloji - yoğunluk ilişkisi ile uyumludur. Galaksi kümesi gibi yoğun ortamlarda eliptik galaksilerin oluşumu kozmik zamanda daha erken olmaktadır. Niemi ve ark. (2010) Millennium Simülasyonu verileri ile yaptıkları çalışmada, lFE'lerin geçirdikleri son galaksi birleşmesinin $z \sim 0.6$ 'larda (6 milyar yıl önce), normal eliptiklerin ise $z \sim 1.1$ 'lerde (8 milyar yıl önce) olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar Niemi ve ark. (2010) çalışması ile tutarlıdır. Bugüne kadar yapılan izole eliptik galaksi belirleme çalışmaları Çizelge-1'de verilmektedir. Bu çalışmayla önemli bir lFE örneği literatüre kazandırılmaktadır. Ayrıca, bu çalışma CFHTLS verileri kullanılarak yapılan ilk lFE belirleme çalışmasıdır. Bundan sonraki analizlerimizde, Benoist ve ark., (2015) tarafından CFHTLS-W1 alanında belirlenen galaksi kümeleri kullanılarak, lFE'ler ile küme üyesi eliptik galaksiler karşılaştırılacaktır. Böylece az yoğun ve çok yoğun olmak üzere tamamen farklı ortamdaki galaksiler incelenecek ve ortamın galaksi evrimi ve özellikleri üzerindeki etkileri araştırılacaktır. Çalışmamızda belirlenen lFE'lerin normal eliptiklerden neden daha parlak (ve daha büyük) oldukları açıklama bekleyen bir bulgudur.

Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından T-51339 numaralı proje ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Arnouts, S. ve ark., 1999, MNRAS, 310, 540
 Benoist, C. ve ark., 2015, AA, in prep.
 Dressler, A., 1980, ApJ, 236, 351
 Mulchaey J. S., Zabludoff A. I., 1999, ApJ, 514, 133
 Niemi, S. M., ve ark., 2010, MNRAS, 405, 477
 Norberg, P. ve ark., 2008, MNRAS, 383, 646
 Reda, F. M. ve ark., 2004, MNRAS, 354, 851
 Reda, F. M. ve ark., 2007, MNRAS, 377, 1772
 Smith, R. M. ve ark., 2004, ApJ, 617, 1017
 Smith, R. M. ve ark., 2010, ASP Conference Series, 421, 221
 Yelkenci ve ark., 2015, 19. Ulusal Astronomi Kongresi

Erişim:

P06-012: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Radyosonda Rasatları Yardımıyla Erzurum için Yoğuşabilir Su Buharı Miktarının Hesaplanması

Betül Atalay^{1,2,*}, Yavuz Güney³, Cahit Yeşilyaprak^{1,3}

¹ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

² TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, Ankara

² Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

³ Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

Özet

Yoğuşabilir Su Buharı'nın (Precipitable Water Vapour, PWV) elde edilebileceği yöntemlerden birisi, radyosonda gözlemleridir. Bu çalışmada, Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan saatlik radyosonda balon verileri ile bölgeye ait PWV miktarları için elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: atmospheric effects, Kırmızıöte Astronomisi

Giriş

Atmosferik moleküller, özellikle de su buharı, yakın kırmızı öte (NIR) fotometri ve tayfsal gözlemleri oldukça etkilemektedir. Atmosferik su buharını belirlemenin en iyi yöntemlerinden birisi ise, PWV miktarını ölçmektir. PWV değerleri dört ayrı yöntemle elde edilir. Bu yöntemler; Radyosonda cihazları, WV (Water Vapor, Su Buharı) radyometreleri, GPS sistemleri ve SAR (Synthetic Aperture Radar, Yapay Açıklıklı Radar) interferometreleridir. Bu çalışmamızda sadece Radyosonda balon verileri kullanılmış olup, devam eden çalışmalar Tartışma bölümünde ayrıca belirtilmiştir.

Yöntem

Radyosonda cihazı, yaklaşık 30-40 km boyunca ve 30-40 seviye yüzeyinden elde edilen su buharı basıncı, sıcaklık ve nem değerlerini ölçmektedir (Teke vd. 2009). Bu çalışmada, Erzurum Meteoroloji Bölge Müd.'den temin edilen ve 2008-2014 yılları arasında kapsayan radyosonda balon verileri kullanılmıştır. Hesaplamalarda dikkate alınan basınç katmanları Erzurum Merkez ve DAG yerleşke yüksekliğine bağlı olarak yaklaşık 2000 – 5500 m (800 – 500 mb) ve 3000 – 5500 m (700 – 500 mb) olarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda dikkate alınan parametreler, Katman Basınç Değerleri (hPa), her Katmana ait Jeopotansiyel Yükseklik Değeri (m), Her Katmandaki Atmosfer Sıcaklıkları ($^{\circ}C$) ve Çiğ Noktası Sıcaklıkları ($^{\circ}C$)'dir.

Bulgular ve Tartışma

Elde edilen sonuçlar, DAG yerleşkesi için kızılötesi gözlemlerin uygun olduğu ve bölgenin içerdiği su buharının çok fazla opaklığa yol açmayacağı şeklindedir. Radyosonda balonlarının günde iki kez atılması sebebiyle zamansal çözünürlük çok hassas değildir. Daha hassas sonuçlar elde etmek için bölgenin eş zamanlı gözlemlerinin yapılması gerekmektedir. GPS yardımıyla hesaplanan PWV değerlerinin, hava tahminlerinin doğruluğunu arttırdığını göstermektedir (Ferretti vd. 2005).

Bölgeye sabit GPS istasyonu kurularak, bölgenin GPS alıcı sistemlerinden elde edilen troposferik zenit gecikmesi ile PWV



Şekil 1. Düşük PWV yüzde gün dağılımı, 700 mb, 2012 gece verileri.

miktarı kestirimlerinin önceden yapılması planlanmaktadır. Bu sayede bölgede kısa sürede anlık hava olayları izlenirken uzun dönemdeki iklim değişimi ve su buharı dağılımı izlenebilecektir. Bu amaçla bir TÜBİTAK MFAG-1001 projesi de yazılmış ve kabul edilmiştir.

Elde edilen PWV miktarlarının, yıllar içerisindeki değişimleri yaklaşık aynı civardadır. PWV miktarı, sıcaklığa bağlı olarak yılın ilk altı ayı giderek artarken sonrasında azalmaya başlar. Mevsimsel PWV dağılımı Şekil-1'de gösterilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesine destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, TC. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne, Meteoroloji Erzurum Bölge Müdürlüğü'ne, TÜBİTAK UZAY Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'ne ve DAG Proje ekibine teşekkür ederiz. Bu çalışma, 2011K120230 numaralı "Doğu Anadolu Gözlemevi" (DAG) isimli Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

Ferretti, R., Faccani, C., Francia, M., Cucurull, L., 2005. Operational Assimilation of a network of Ground-based GPS-PW and ZTD into the Weather Forecast. Geophysical Research Abstracts, 7. Teke, K., Boehm, J., Tanır, E., Schuh, H., 2009. Çok Uzun Baz

* betulatalay2011@gmail.com

Enterferometri (VLBI) Tekniğinde, Saat Hatası ve Troposferik Gecikme Parametre Kestirim Modelleri. Harita Dergisi, Sayı 142. Querel, R.R., Naylor, D.A., Thomas-Osip, J., Prieto, G., McWilliam, A., 2008. Comparison of precipitable water vapour measurements made with an optical echelle spectrograph and an infrared radiometer at Las Campanas Observatory. SPIE

Erişim:

P07-001: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

UZAYBİMER Radyo Teleskop Kontrol Sistemi

Recep Balbay¹★,

Görkem Öz, Özgün Arslan, Ferhat Fikri Özeren

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

12.9 metrelik NATO askeri radarı, Radyo Teleskop haline dönüştürülmüştür. İlk olarak teleskop üzerinde bulunan elektronik ve mekanik sistemlere göre yazılım geliştirilmesi yapılmıştır. Tasarlanan mekatronik sistem ve geliştirilen yazılım ile hangi radyo kaynakların gözlenebileceği hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: techniques: radar astronomy, Radyo Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P08-001: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Amatör Meteoroloji Radyo Gözlem İstasyonu Kurulumu

Recep Balbay^{1*},

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, Kayseri

Özet

Meteorolojik olayların takibi ve tahminleri için, düşük maliyetli ve yüksek verimli meteoroloji radyo gözlem istasyonunun prototipi yapılmış ve kullanılan donanım ve yazılımlar anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: techniques: radar astronomy, Radyo Astronomisi

1 Meteoroloji İstasyonu

1.1 NOAA

Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) Dünya yörüngesine konuşlandırdığı meteoroloji uyduları ile ücretsiz meteoroloji hizmeti vermektedir[1].

Aktif NOAA Meteoroloji Uyduları: NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18, NOAA-19

1.2 Donanım ve Yazılım

Meteoroloji istasyonunda kullanılan donanımı iki gruba ayırmaktayız. İlk grupta 137MHz - 138MHz QFH Anten ve anten kabloları yer almaktadır. İkinci grupta ise 46MHz - 860MHz Sinyal Yükseltici ve Yazılım Tabanlı Radyo (SDR) Alıcısı yer alır.

SDR# (SDR Sharp) hızlı ve genişletilebilir yazılım tanımlı radyo programıdır. SDR-USB alıcısından gelen ham sinyalleri işleyip ses dosyalarına (mp3, wav) dönüştürür ve kayıt eder[2].

Elde edilen dosyalar Wxtolmg programında analiz edilir. Wxtolmg programı dosyaların meteorolojik görüntü dosyalarına dönüştürülmesini sağlar[3].

Uyduların geçişlerini takip etmek içinse GPredict adlı ücretsiz ve açık kaynaklı program kullanılmaktadır[4]. GPredict uyduların yer yüzündeki izdüşümlerini ve rota bilgilerini göstermektedir.

2 İstasyonun Çalışması

NOAA Uydusunun geçişi sırasında QFH anten ile alınan ham sinyaller öncelikle Sinyal yükselticiye aktarılır. Sinyal yükseltici ile güçlendirilen sinyaller SDR alıcısına aktarılır. SDR-USB alıcısı ve SDR# yazılımı ile işlenen sinyaller ses dosyalarına dönüştürülür. Son olarak elde edilen ses dosyaları Wxtolmg yazılımında analiz edilir ve meteorolojik veriler üretilir. Şekil 1'de sistemin çalışması görülmektedir. Şekil 2'de ise elde edilmiş örnek APT verileri görülmektedir.

Kaynaklar

- [1] <http://www.noaa.gov/about-noaa.html>
- [2] <http://www.pe0sat.vgnet.nl/sdr/sdr-software/sdrsharp/>
- [3] <http://www.wxtoimg.com/>
- [4] <http://gpredict.oz9aec.net/>

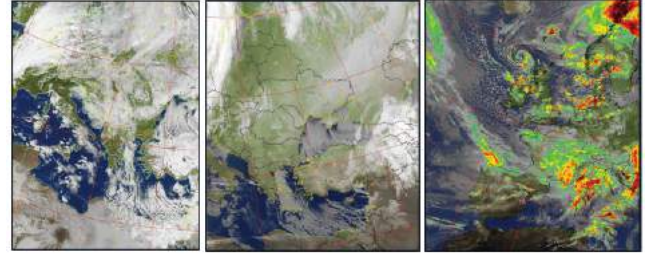
Erişim:

P08-002: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* rbalbay@gmail.com



Şekil 1. Meteoroloji istasyonunun çalışması



Şekil 2. Uydu verilerine ait örnek APT görselleri

Radyo Astronomide Radyo Frekans Girişim (RFI) Etkileri

İbrahim Küçük¹*,

Tuba Çetin

¹ Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Bu çalışmada, radyo astronomik ölçümler için zararlı dahili ve harici Radyo Frekans Girişimi (RFI) kaynakları anlatılacak ve ölçümler üzerindeki olası etkileri tartışılacaktır. Zararlı girişimleri azaltmak için çoklu azaltma yöntemleri tanıtılacaktır. Çeşitli gözlemlerindeki RFI verileri ve radyo çevrenin evrimi tartışılacaktır. Radyo gözlemleri, kendisinden kaynaklı radyo girişimlerden etkilenmektedir. Bu nedenle genellikle 30-2600 MHz bandında dahili radyasyon ölçülür. Gözlemlerinin gelecekte RFI algılama konusunda kendilerini daha fazla geliştirmelerine vurgu yapılmış ve yeni RFI izleme sistemleri tanıtılmıştır. Radyo teleskopların test alıcılarının bazıları yalnızca astronomi için kullanılan korunan frekans bantlarında çalışsa da RFI'dan oldukça etkilenmektedir.

Anahtar Kelimeler: radio lines: general, Radyo Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P08-003: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

İstek Belde Okulları Gözlemevi

Alper Ateş¹*,

Mert Acar, Süleyman Fişek

¹Yeditepe Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

İstek Belde Okulları Gözlemevi'nin sahip olduğu teleskoplar ve gözlem araçlarının tanıtıldığı görsel destekli bir çalışmadır. Yeni kurulan bu gözlemevinin teknik olanakları ve yapılması hedeflenen çalışmalar anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Education, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P09-001: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

foto-DAG: Fotoğraflarla Doğu Anadolu Gözlemevi

Sinan Kaan Yerli^{1*}, Erdem Aytekin², Yavuz Güney³, Mohammad Shameoni Niaei², Tuba İkiz^{2,4}, Emrah Emin Özbaldan², Cahit Yeşilyaprak^{2,4}

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

² Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

³ Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

⁴ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

Bu çalışmada Doğu Anadolu Gözlemevi'nin yapım sürecini, fotoğraflarla ve kısa anlatımlarla yıllara göre özetleyen bir poster dizisi oluşturmak amaçlanmıştır. 2011 - 2014 yılları arasında yapılan çalışmalar, her sene ayrı bir poster olacak şekilde toplam 4 adet poster hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: telescopes, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

2011

Nisan

- 01-03 Türkiye'de **IR Astronomisi ve Doğu Anadolu Gözlemevi Çalıştayı** düzenlendi.

Haziran

- 05-10 DAG projesi, Malaga, İspanya'da düzenlenen **2nd Workshop on Robotic Autonomous Observatories** konferansında bir posterle tanıtıldı.

Eylül

- 13 AMOS Teleskop firmasının Belçika'daki tesisleri ziyaret edildi ve görüşme yapıldı.
- 19 ATA50 teleskop binasının çatısı monte edildi ve çalıştırıldı.
- 21 ATA50 teleskop kurulumu tamamlandı.
- 25 ATA50 teleskop binasının internet bağlantısı (fiber, 1 GBit) tamamlandı ve uzaktan erişime (VNC, FTP) açıldı.

2012

Ocak

- 05 Yeni bir AWOS (Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu) sistemi zirveye kurulup veri alınmaya başlandı.

Şubat

- 17-19 DAG 1. Proje Ekip Toplantısı, Erzurum.

Mart

- 6 Atatürk Üniversitesi Astrofizik Uygulama ve Araştırma Merkezi (ATASAM), resmi Gazete'de yayımlandı ve kuruldu.

Mayıs

- 17 - 18 Danışmanlar Kurulu ilk toplantısı Erzurum'da yapıldı.
- 24 ATAUNI - DAG projesi yürütme komisyonu 1. toplantısı yapıldı.

Haziran

- 14 METEOSAT uydu sistemi kuruldu ve ilk görüntüsü alındı.
- 21 Atatürk Üniversitesi - DAG projesi yürütme komisyonu 2. toplantısı yapıldı.
- 28 Karakaya Zirvelerinde radyolink ile 18 Mbs internet bağlantısı sağlandı.

Temmuz

- 1 - 6 Amsterdam, Hollanda'da düzenlenen SPIE "**Astronomical Telescopes and Instrumentation**" konferans ve fuarına katılım gerçekleştirildi ve teleskop firmalarıyla görüşmeler yapıldı.

Ağustos

- 17 Cahit Yeşilyaprak, Çukurova Üniversitesi UZAYMER'de DAG proje tanıtımı yaptı.

Eylül

- 6 Gözlemevi Yerleşkesi Konaklı-Karakaya Tepeleri ve civarındaki jeolojik yapı ve zemin etüdü ön çalışmaları için, ODTÜ İnşaat Mühendisliğinden emekli öğretim üyesi Prof.Dr. Yener Özkan, Peker İnşaat firmasından Uzman Jeoloji Y.Mühendisi

* yerli@metu.edu.tr

416 Sinan Kaan Yerli v.ark.

Turgay Alemdaroğlu ve Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkez Müdürü Yrd.Doç.Dr. Mehmet Özyazıcıoğlu, arazide ön fizibilite ve etüd çalışması yaptı.

- **16 - 17**
DAG Yerleşkesinde gök parlaklığı ölçümleri (SQM) yapıldı.

Kasım

- **5**
DIMM kulesi kuruldu.
- **12**
Prefabrik yapımı tamamlandı.

Aralık

- **18-22**
DAG Projesi "**Call for Information**" (Cfi) duyurusu hazırlık çalışmaları için Erzurum'da toplandı.
- **21**
DAG Projesi için "**Call for Information**" (Cfi) duyurusu ile ilgili firmalara teleskop çağrısı yapıldı.

2013

Nisan

- **20-21**
İstanbul'da 2. Danışmanlar Kurulu toplantısı yapıldı.

Haziran

- **27-29**
Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK, Elek.-Elektronik Müh. Gamze KILIÇERKAN, Yrd. Doç. Dr. Yusuf YURDİGÜL ve Öğr. Gör. Cüneyt KORKUT tarafından, "DAG Belgeseli" kapsamında; İstanbul Üniv. Ast. ve Uzay Bil. Bölümü'nde çekimler yapıldı.

Temmuz

- **01-03**
İletişim Fak. Dekanı Prof. Dr. Uğur YAVUZ, Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK, Yrd. Doç. Dr. Yusuf YURDİGÜL, ve Öğr. Üyesi Cüneyt KORKUT tarafından, "DAG Belgeseli" kapsamında; TUG'da çekimler ve röportajlar yapıldı.
- **18**
5 adet sismik istasyonunun kurulumuna başlandı.
- **25**
Yerleşkede, topraklama ve paratöner sistemi kuruldu.

Ağustos

- **25**
5 adet sismik kabin kurulumu tamamlandı.
- **26**
Sismik kabin için Güneş enerji sistemi kuruldu.
- **27**
Güneş panelleri kuruldu.
- **27-29**
Yeni AWOS sistemi, DIMM kulesi üzerine kuruldu.

Kasım

- DAG Proje Müdürleri (PM) toplantısı İstanbul'da yapıldı.

2014

Ekim

- **15**
DAG Teleskop İhalesi Sözleşme İmza Töreni Erzurum'da yapıldı. (Atatürk Üniversitesi/ATASAM - AMOS Firması) HUGM Cihan Kanlıgöz ve TUG Müdürü Halil Kırbyık, ATASAM, DAG Yerleşkesi ve Atatürk Üniv. Rektörlüğünü ziyaret etti.

Kasım

- **6-8**
DAG Teleskop Başlangıç Toplantısı (Kick Off) AMOS ve EIE ile İstanbul'da yapıldı.
- **12**
DAG yeraltı orta gerilim enerji nakil hattı (~3.2 km) tamamlandı.

Erişim:

P09-002: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

foto-DAG
Sinan Kaan Yerli, Erdem Aytekin, Emre Doğan, Tuba İkiz,
Yavuz Güney, Mohammad Shameoni Niaei, Yücel Kılıç, Cahit Yeşilyaprak

DOĞU ANADOLU GÖZLEM EVİ PROJESİ

2012

5 Ocak
Yeni bir AWOS (istemli zeynepi kontrol vakti almaya) yapıldı.

5 Kasım
Proje için yapılan toplantı yapıldı.

12 Kasım
Proje için yapılan toplantı yapıldı.

16-17 Eylül
DAG Veri Sistemleri için parabolik ekipmanlar (SCM) testleri yapıldı.

16 Temmuz
4-6 Temmuz tarihleri arasında düzenlenen "SİTE, Meteorolojik Teleskop ve Instrumentasyon" konferans ve forumu yapıldı. Katılımcıların ve konuşmacıların fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.

17-18 Mayıs
DAG Veri Sistemleri için yapılan toplantı yapıldı.

17-19 Şubat
DAG 1. Proje Ekibi Toplantısı, Erzurum.

28 Haziran
Erzurum'da yapılan toplantı ile 28 Haziran etkinlikleri başlatıldı.

14 Haziran
DAG Veri Sistemleri için yapılan toplantı yapıldı.

5 Eylül
DAG Veri Sistemleri için yapılan toplantı yapıldı.

1-6 Temmuz
4-6 Temmuz tarihleri arasında düzenlenen "SİTE, Meteorolojik Teleskop ve Instrumentasyon" konferans ve forumu yapıldı. Katılımcıların ve konuşmacıların fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.

5 Ocak
Yeni bir AWOS (istemli zeynepi kontrol vakti almaya) yapıldı.

5 Kasım
Proje için yapılan toplantı yapıldı.

12 Kasım
Proje için yapılan toplantı yapıldı.

16-17 Eylül
DAG Veri Sistemleri için parabolik ekipmanlar (SCM) testleri yapıldı.

16 Temmuz
4-6 Temmuz tarihleri arasında düzenlenen "SİTE, Meteorolojik Teleskop ve Instrumentasyon" konferans ve forumu yapıldı. Katılımcıların ve konuşmacıların fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.

17-18 Mayıs
DAG Veri Sistemleri için yapılan toplantı yapıldı.

17-19 Şubat
DAG 1. Proje Ekibi Toplantısı, Erzurum.

28 Haziran
Erzurum'da yapılan toplantı ile 28 Haziran etkinlikleri başlatıldı.

14 Haziran
DAG Veri Sistemleri için yapılan toplantı yapıldı.

5 Eylül
DAG Veri Sistemleri için yapılan toplantı yapıldı.

1-6 Temmuz
4-6 Temmuz tarihleri arasında düzenlenen "SİTE, Meteorolojik Teleskop ve Instrumentasyon" konferans ve forumu yapıldı. Katılımcıların ve konuşmacıların fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.

foto-DAG
Sinan Kaan Yerli, Erdem Aytekin, Emre Doğan, Tuba İkiz,
Yavuz Güney, Mohammad Shameoni Niaei, Yücel Kılıç, Cahit Yeşilyaprak

**DOĞU ANADOLU
GÖZLEMEVİ
PROJESİ**

2013

29-30 Kasım
GİAK Proje Madenleri (PMD) toplantısı İstanbulda yapıldı.

20-21 Nisan
İstanbulda 2. Çarşırganlılar Kurulu toplantısı yapıldı.

27 Ağustos
Sarıyer'de ilk toplantı yapıldı.

18 Temmuz
5 adet 50m'lik güneş panelleri kurulumuna başlandı.

1-3 Temmuz
5 adet 50m'lik güneş panelleri, TÜGGA panelleri ve diğer ekipmanlar yerleştirildi.

27-29 Haziran
TÜGGA Bilimsel Akademi'de, İstanbul Univ. Ast. ve Doç. Dr. Zeynep Güneş başkanlığında toplantı yapıldı.

25 Temmuz
Yerleşiklik, bakım ve parantez sistemi kuruldu.



Uzun Dönemli Yıldızlar

Varol Keskin¹★,

Cansu Bilir, Harun Düzgün, Mihriban Akı, Abdullah Öztürk

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Teknolojik gelişmelerin artması, kullanılan teleskoplarla büyük maliyetler olmaksızın, “el değmeden” veri elde edilebilmesinin önünü açmıştır. Böylece alanların uzun süreli gözlemleri yapılabilmiş, özellikle geniş alan CCD gözlemleriyle, aynı anda binlerce yıldızın gözlemi yapılabilmektedir. Bu gözlemlerin içerdiği bilimsel bilgiyi ayıklamak, bilgisayarlarla otomatikleştirilmesi oldukça zahmetlidir. Çalışmada, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi’nde bulunan ROTSEIIID Teleskobu ile elde edilmiş dört ayrı alanın gözlemleri kullanılarak, bazıları literatürde yer almayan, yeni yıldızlar olmak üzere, alandaki uzun dönemli farklı türden yıldızların zamana karşı parlaklık verisi elde edilmiştir. Bu yıldızların ışık eğrilerinden dönem ve parlaklık değişimi ile ilgili bulunan sonuçlar çalışmada verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: variables: general, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015’te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P09-003: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

DAG: DIMM ve ATA50 Teleskopları Çatı-Kubbe Otomasyonu

Emre Doğan^{1*}, H. İbrahim Çelik², M. Rasim Yıldırım², Emrah E. Özbaldan¹,
Yavuz Güney⁴, Cahit Yeşilyaprak^{1,3}, Bülent Çavuşoğlu²

¹Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Erzurum

³Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

⁴Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

Özet

Bu çalışma, Atatürk Üniv. yerleşkesinde bulunan ATA50 Teleskop binasının otomasyonu için yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: techniques: miscellaneous, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Giriş

ATA50 Teleskop bina otomasyonu, temelde 3 ana unsurdan oluşmaktadır:

- Çatı otomasyonu
- Aydınlatma Otomasyonu (Kırmızı ve beyaz ışıklar)
- Ortam Otomasyonu (Klima - Havalandırma)

Tek bir arayüzde bütün kontrol gerçekleştirilmektedir. Sistemin çalışma prensipleri arasında otomatik gözlem seçeneği bulunmaktadır. Sistem meteoroloji verilerini anlık olarak alarak, uygun sınır değerlerde olup olmadığını kontrol etmekte; uygun değerler sağlandığında bina içerisinin ortam şartlarını ayarlayıp, çatıyı otomatik olarak açarak gözleme hazır duruma getirmektedir. Meteoroloji verilerinin sınır değerlere ulaşması durumunda sistem, gözlemciyi devre dışı bırakarak teleskobu emniyete almaktadır. Ayrıca, sistemi manual olarak kontrol etmekte mümkündür fakat manual de olsa, meteoroloji verilerinin sınır değerlerine göre, gözlemci ikinci plana atılarak, teleskop olumsuz koşullarda her zaman korunmaktadır.

2 Sistem

- 8 Röleli tetikleme devresi
- Çatı aç-kapat işlemi, 5 röle
- Işık aç-kapat işlemi, 2 röle
- Klima aç-kapat işlemi, 1 röle
- Programlama dili: C#

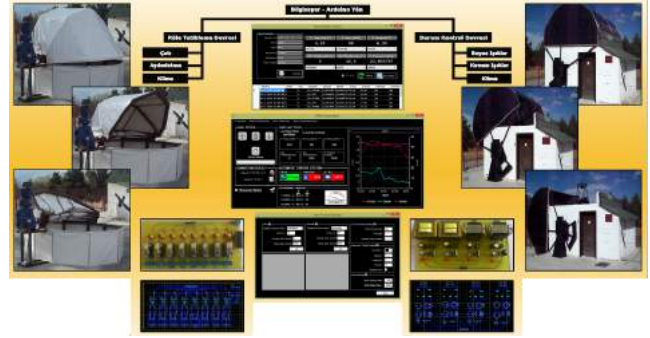
3 Kartlar

- Arduino Yun
- Özel Kontrol Devresi

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, TC. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne ve DAG Proje Ekibi'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma, 2011K120230

* emre.dogan25@gmail.com



Şekil 1. ATA50 ve DIMM Teleskopları Çatı-Kubbe Otomasyon Sistemi.

numaralı Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Erişim:

P09-004: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Sloan Digital Sky Survey Gözlemleri

Nurten Filiz Ak¹★,

Team SDSS

¹ Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Sloan Digital Sky Survey (SDSS), Ocak 2015 itibari ile üçüncü aşamasını tamamlamış ve şimdiye kadar elde ettiği gözlemleri tüm kullanıcılara, ücretsiz olarak açmış durumdadır. SDSS, gökyüzünün üçte birini, beş bantta görüntülemiş ve üç milyondan fazla cismin tayflarını elde etmiştir. SDSS verilerini kullanarak hazırlanan yaklaşık 6000 makale yayınlanmıştır. Alt araştırma alanları, elde edilen sonuçlar ve verilerin kullanımı ile ilgili bilgiler özetlenecektir. Ayrıca, yeni başlamak üzere olan SDSS-4 hakkında bilgilendirme yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: surveys, Gözlemleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P09-005: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Bilimsel Yayınlar için Elektronik Ortamda Verim Değerlendirme Sahası (Portalı)

Hasan Gökçe¹★,

Kutluay Yüce

¹ Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

"Web of Science api" servisi ile, farklı türlerdeki verileri işleyerek raporların oluşturulması ve bu raporların çizgisel gösterilmesi (grafik) ve metinsel çıktıları. Bu verilerin günlük olarak güncellenmesi. Kurum içi rapor örnekleri: Yıllara göre yayın sayıları, araştırma alanlarına göre yayın sayıları, yayınların ortalama yazar sayısı, araştırma alanındaki yayın sayılarının yıla göre verim değerlendirilmesi (performansı). Kurumlar arası rapor formatları: Kurumların karşılaştırmalı olarak yıllara ve araştırma alanlarına göre yayın verim değerlendirilmesi. Profil sayfası: Kişinin yayımlarının bulunduğu dergiye doğrudan yönlendirme, yayın detaylarını girmeden sadece seçimli olarak profile uyarlama (entegre etme).

Anahtar Kelimeler: publications, bibliography, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P09-006: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Türkiye Meteor Takip Sistemleri Donanım, Yazılım ve Özellikleri

Ersin Kaygısız¹★,

Ozan Ünsalan, Zahide Terzioğlu, Tuğba Temel, Arif Solmaz, Dilek Topoyan,
M. Emin Özel, Ayberk Yılmaz, Olcay Bölükbaşı

¹ *Istanbul Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul*

Özet

TÜBİTAK-1001 (MFAG/113F035) Projesi kapsamında ,yurt dışında birçok ülkede mevcut olan ve meteorların, doğrultu, hız, saçılma noktaları ve yörüngelerinin saptanabilmesi için gereken “Meteor Takip Sistemleri ve Ağları” Türkiye’de ilk kez kurulmaya başlanmıştır. Bu çalışmada takip sistemi ağımızın ilk istasyonu olan ve ilk etapta “1” kamera ile 18.06.2014 tarihinde TUG’da kurulan “TUG” istasyonunda kullandığımız donanım ve yazılıma dair özellikler ve elimizde mevcut olan meteoritlerin analizlerine ilişkin bazı sonuçlar özetlenecektir. İlgili yazılımlarla depolanan ve belirli göktaşı yağmurları da dikkate alınarak proje ekibimiz tarafından düzenli şekilde kontrol edilen meteor kayıtlarının bu ilgili yazılımlarla yapılan analizlerine yer verilecektir.

Anahtar Kelimeler: meteorites, meteors, meteoroids, Gözlemleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2015’te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

P09-007: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Atatürk Üniversitesi Kampüsünün Gökyüzü Kalite Ölçümü (Işık Kirliliği)

I. Nasıroğlu^{1*}, Y. Güney¹, Y. Kılıç¹, M. Shameoni Niaei¹, B. Tozoğlu¹

¹Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, ERZURUM

Özet

Işık kirliliği, astronomide gökyüzü kalitesini etkileyen en önemli nedenlerden birisidir. Işık kirliliği, ışığın yanlış yerde ve zamanda, yanlış miktarda ve yönde kullanılması olarak tanımlanabilir. Işık kirliliğini ölçmek için SQM (Sky Quality Meter) olarak bilinen 'Gökyüzü Kalite Ölçer' cihazı kullanılmaktadır. Bu cihaz ile istenilen yöndeki aydınlanma etkisi tespit edilerek astronomik açıdan sönük hangi parlaklıktaki yıldızın gözlenebildiği belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, Atatürk Üni. yerleşkesi ve bu yerleşkede yer alan ATA50 (Atatürk Üni. Astrofizik Araştırma Teleskobu) teleskobunun çevresinde SQM cihazı kullanılarak gece gökyüzü parlaklığı ölçümleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: light pollution, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

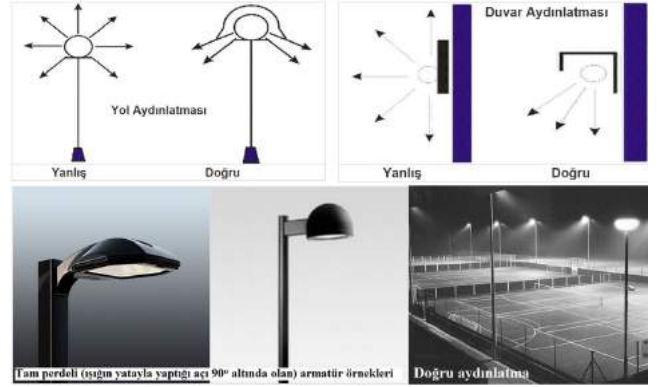
1 Işık Kirliliği

Işık kirliliği astronomi açısından ele alındığında: gökyüzüne doğru yayılan ve ışık kirliliğine neden olan yapay ışık atmosferdeki toz ve moleküller tarafından her yöne saçılıp gökyüzünün berraklığını ortadan kaldırarak parlamasına neden olmakta yıldızların ve diğer gök cisimlerinin gözlemine ve gözlem süresini olumsuz yönde etkilemektedir. Gökyüzündeki bu parlamada gözlenen gök cisimlerinin sinyal/gürültü oranı (S/N) daha da düşmektedir. Bu nedenle sönük bir yıldızdan alınan sinyal, gürültünün içinde kaybolarak kaliteli bir gözlem yapılmasını engellemektedir. Işık kirliliğini önlemek için ışık kaynağının gökyüzüne yönelimini keserek sadece aydınlatılacak yere yöneltmek (Şekil 1) ve sadece gerekli sayıda ışık kaynağının kullanılması gerekmektedir [Aslan ve Onaylıgil \(1999\)](#).

2 Yapılan Çalışmalar

Ölçümler, her ayın Yeniay ve Dolunay evrelerinde gece 23:00-24:00 saatleri arasında, Atatürk Üni. yerleşkesinde ve ATA50 teleskobunun yakın çevresindeki 37 farklı noktada (Şekil 2) 5 ayrı yönde (ufuktan 45° yuksekte Kuzey, Güney, Doğu, Batı, ve Zenit) yapılmıştır. Ölçümler sırasında yağış ve bulutluluk oranı göz önünde bulundurulmuştur. Farklı zamanlarda yapılan ölçümler süresince çevredeki bazı aydınlatmaların açık/kapalı olması veya bazı noktalara yeni ışık kaynaklarının konulmasından dolayı aynı noktalarda ölçülen değerlerin değişmesine neden olmuştur. SQM cihazının ölçtüğü BMPAS (kadir/açısanıye², Brightness in Magnitudes per Square Arcsecond, produced by the SQM) değerleri çıplak gözün görebileceği sınır değerler NELM (Kadir, Naked Eye Limiting Magnitude)'ye dönüştürülmüş ve sonuçlar Çizelge 1 ve 2. de gösterilmiştir. Bu dönüşüm $NELM = 7.93 - 5 * (\text{Log}(10^{(4.316 - (BMPAS \setminus 5))} + 1))$ eşitliğinden elde edilmiştir [Hicosks \(2010\)](#).

ATA50'nin şehir merkezine yakın olmasından dolayı yakın çevresindeki gökyüzü parlaklığı kırsaldakine göre biraz daha parlaktır. Burada çıplak gözle görülen yıldızların parlaklık limiti 3~5 kadir arasında değişmektedir. Burada yapılacak gözlemlerin daha kaliteli ve verimli olabilmesi için ışık kirliliğini azaltmak ve bunun içinde teleskobun yakın çevresindeki aydınlatma sis-



Şekil 1. Doğru ve yanlış ışık kaynaklarına örnekler (www.isikkirliligi.org).

temlerinin ışık kirliliğine neden olmayacak şekilde yeniden düzenlenmesi yararlı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, **BAP2013/066** nolu proje kapsamında Atatürk Üni. Rektörlüğü Bilimsel Araş. Projeleri tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Atatürk Üni. Rektörlüğüne ve ölçümler sırasında sağladığı personel ve araç desteği için ATA-SAM (Atatürk Üni. Astrofizik Araş. ve Uyg. Mrk.) müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Aslan Z., ve Onaylıgil S., 1999. 18. Enerji Tasarrufu Haftası Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, 3–5 Şubat, Ankara, s. 54–60
Hicosks, P. H., 2010. A Sky Quality Meter Display Royal Astronomical Society, Toronto Centre, Canada

Erişim:

P09-008: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

* inasir@atauni.edu.tr



Şekil 2. Atatürk Üni. yerleşkesindeki gökyüzü parlaklık ölçüm noktalarının dağılımı. 37 ölçüm noktası Çizelge 2' ye göre parlaklık derecesine göre renklendirilmiştir.

ATA50 Teleskopu'nun Farklı Yönlerindeki Gök Parlaklığı

	Tarih	Kuzey	Doğu	Güney	Batı	Zenit
BMPAS: SQM aletinin ölçtüğü değer (kadir/açısıaniye ²)						
Karanlık Gece	27.08.2014	18.45	17.82	17.98	18.50	18.70
	27.09.2014	19.32	19.08	19.08	19.26	19.26
	22.10.2014	18.55	18.60	18.46	18.83	18.68
	25.12.2014	18.37	17.97	18.44	18.62	18.93
Aydınlık Gece (Dolunay)	14.07.2014	18.19	17.43	16.99	18.39	18.41
	09.08.2014	17.93	17.51	14.34	17.74	17.75
	10.09.2014	18.06	14.30	17.33	18.17	17.70
	05.11.2014	18.01	17.80	16.41	18.48	18.12
NELM: Çıplak gözün gördüğü değer (Kadir)						
Karanlık Gece	27.08.2014	4.34	3.82	3.95	4.38	4.54
	27.09.2014	5.01	4.83	4.83	4.97	4.97
	22.10.2014	4.42	4.46	4.35	4.64	4.52
	25.12.2014	4.27	3.94	4.33	4.48	4.72
Aydınlık Gece (Dolunay)	14.07.2014	4.13	3.48	3.09	4.29	4.31
	09.08.2014	3.91	3.55	0.61	3.75	3.76
	10.09.2014	4.02	0.58	3.39	4.11	3.71
	05.11.2014	3.98	3.80	2.57	4.36	4.07

Çizelge 1. ATA50 teleskobunun yakın çevresindeki bir noktada (Şekil 2.) farklı yönlerdeki gökyüzü parlaklık değerleri.

Atatürk Üniversitesi Yerleşkesindeki 37 Noktanın Gök Parlaklığı					
Noktalar	BMPAS	NELM	Noktalar	BMPAS	NELM
1	17.84	3.83	24	18.68	4.53
2	17.96	3.93	25	18.39	4.29
3	18.03	4.00	26	16.75	2.88
4	17.15	3.23	27	18.21	4.14
5	17.90	3.88	28	16.81	2.93
6	19.51	5.15	29	18.43	4.32
7	19.43	5.09	30	16.79	2.91
8	19.43	5.10	31	19.08	4.84
9	19.36	5.04	32	18.96	4.74
10	19.21	4.93	33	18.93	4.72
11	17.23	3.30	34	18.91	4.70
12	17.04	3.14	35	18.88	4.68
13	16.90	3.01	36	18.87	4.67
14	18.13	4.08	37	18.85	4.66
15	16.66	2.79			
16	16.83	2.95			
17	18.94	4.72			Şekil 2' deki noktalar NELM (Kadir)
18	19.04	4.80			2.5-3.0
19	19.35	5.04			3.0-3.5
20	18.67	4.52			3.5-4.0
21	19.03	4.79			4.0-4.5
22	19.48	5.13			4.5-5.0
23	18.87	4.67			5.0-5.5

Çizelge 2. 37 noktanın 4 farklı gecede (Yeniay) Zenit ölçüm değerlerinin ortalaması. Parlaklıklar 6 kademeye bölünerek renkler ile kodlanmış ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

DAG Türbülans Jeneratörü

Emrah Emin Özbaldan^{1*}, Gamze Kılıçerkan Başlar¹, İsmail Başlar¹, Onur Keskin², Cahit Yeşilyaprak^{1,3}

¹ Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

² FMV Işık Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul

³ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) projesi kapsamında; teleskop için gereken ve zorunlu olan Adaptif Optik (AO) sisteminin kontrol sistemlerinin geliştirilmesi, performansı ve ön testlerinin gerçekleştirileceği, atmosferik olarak yapay koşulların oluşturulup deneneceği, gerekli olan Optik Test Laboratuvarı oluşturulmasının ilk ve temel adımı, DAG Türbülans Jeneratörü ile sağlanacaktır. Optik laboratuvar için olmazsa olmaz olan ekipman tarafımızca üretilecektir. Proje kapsamında tarafımızca üretilen bu jeneratörün temel malzemeleri noktasal kaynaklı lazer, CCD kamera, optik komponentler ve bazı elektronik kartlardır. Bu laboratuvar ve kurulacak sistem sayesinde; öncelikle DAG projesi kapsamındaki AO sisteminin ilk testlerinin yapılması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: miscellaneous, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Türbülans Jeneratörü (TJ)

DAG Optik Test Laboratuvarı kurulmasına başlanmış olup, temel ekipman olarak Türbülans Jeneratörü'nün (TJ) tasarımı ve üretimine başlanmıştır. Bu sistem sayesinde oluşturulabilecek yapay atmosferik koşullara göre, DAG teleskobu için gereken Adaptif Optik (AO) sisteminin tasarımı, geliştirilmesi, testleri ve performansı gibi süreçler, rahatlıkla gerçekleştirilebilecektir.

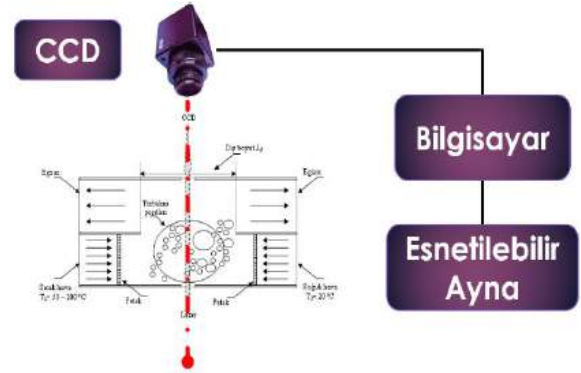
- TJ'yi oluşturan temel ekipmanlar: lazer, CCD, optik malzemeler, elektronik kartlar ve bilgisayardır (Şekil-1).
- Optik türbülans oluşumu için 2 farklı sıcaklığın olduğu ortama ve hava akımına ihtiyaç vardır (Şekil-2: Kolmogorov Türbülans Modeli).
- TJ, sadece astronomi uygulamalarında değil, atmosferde çalışan tüm görüntüleme, haberleşme ve savunma sistemlerinde kullanılabilir.

TJ için gerekenler (Şekil-3): alüminyum hava kanalı, hava akımını kontrol eden fanlar, hava akım hızı ve sıcaklık kontrolü için program, ölçümler için alıcılardır.

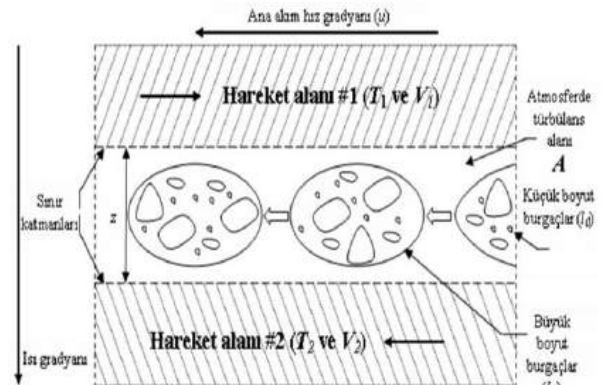
Türbülans Süreci: Direnç telleri üzerinden akım geçirilerek istenilen sıcaklıkta hava akımı yaratılacaktır. Hava akımını, laminar akış şeklinde düzeltmek amacıyla alüminyum balpeteği (honeycomb) ızgara kullanılmaktadır. Farklı hız ve sıcaklıklar sayesinde, hava akımı zıt yönlere hava kanalına gönderilebilmektedir ve istenilen türbülans yaratılabilmektedir.

Yapılacak sistemle iki tip deney yapılacaktır:

- a. FWHM Deneyi: Lazerin odak noktası ortamda türbülans yokken tespit edilip, o nokta üzerinden görüntü alınacaktır. Yıldız görüntüsü olarak kabul edilecek bu görüntünün, FWHM değeri hesaplanacaktır. Türbülans değıştikçe FWHM değerinin değışimi gözlemlenecektir. Elde edilen r_0 (Fried Parametresi) değeri ile teorik r_0 değeri karşılaştırılacaktır (Şekil-4).
- b. Varyans Deneyi: Odakta alınan görüntünün dalga cephesi

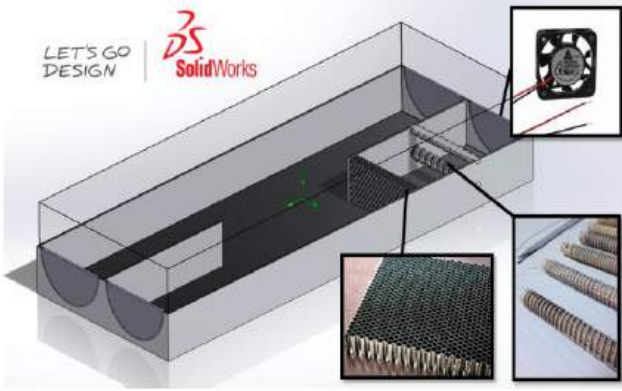


Şekil 1. Türbülans Jeneratörü (TJ)

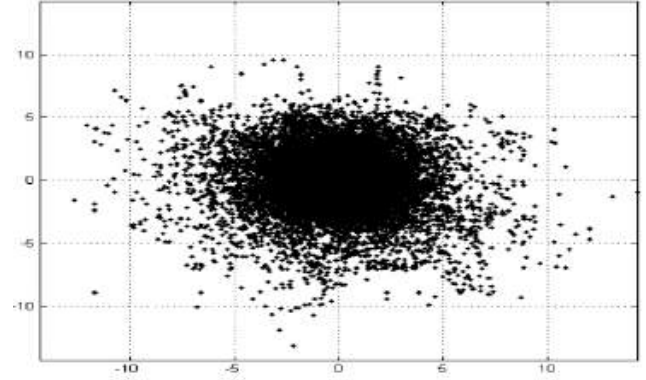


Şekil 2. Optik Türbülans Oluşumu

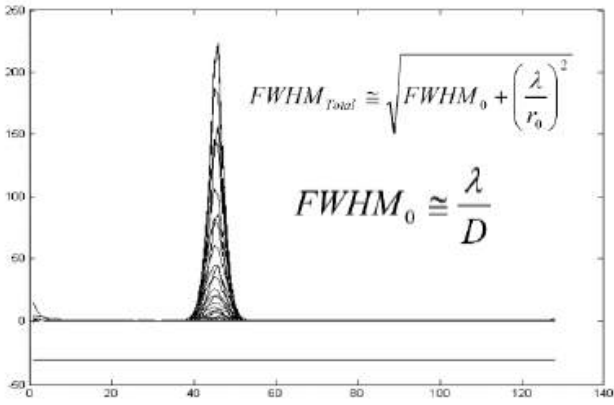
* emraheminozbalan@gmail.com



Şekil 3. CAD Model



Şekil 5. Varyans Deneyi



Şekil 4. FWHM Deneyi

hatası değişik açıklık (aperture) çapları için hesaplanacaktır. Bu çap arttıkça hatanın azalması beklenmektedir. Hesaplanan X ve Y eksenindeki görüntü merkezi kaymasının, Kolmogorov izotropik türbülans teorisindeki gibi eşit olup olmadığı gözlenecektir (Şekil-5).

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesine destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, FMV Işık Üniversitesi Rektörlüğü'ne, TC. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne ve DAG Proje ekibine teşekkür ederiz. Ayrıca, bu çalışma, hem GBAP-2014/45 numaralı Güdümlü Bilimsel Araştırma Projesi hem de 2011K120230 numaralı Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

Hot Air Turbulence Generator for Multi – Conjugate Adaptive Optics (K. Onur Master Thesis, University of Victoria, 2003)

Erişim:

P09-009: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Camiryo Projesi

Mohammad Shameoni Niaei^{1,2,*}, Yücel Kılıç²

¹Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

CAMIRYO, HDF5 formatında EUMETSAT verilerinin işlenmesi, görüntülenmesi ve analiz edilmesi için, Python betik dili ve QT arayüz düzenleyici kullanılarak yazılmış bir uygulamadır. Python ve QT kullanıldığından CAMIRYO işletim sistemi bağımsız çalışabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: atmospheric effects, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Camiryo

Meteorolojik olaylar bir astronomik gözlemi etkiyelebilmektedir. Meteoroloji, astronomi için çok önemlidir. Bu bağlamda bütün köklü ve profesyonel gözlemevleri, yerleşkelerinde meteorolojik ölçüm cihazları barındırır. Bunlar genelde anlık hava tahmini yapabilmektedir. "Forecasting" olarak adlandırılan ileriye yönelik hava tahmini yapmak ise işgücü gerektiren bir olaydır.

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) projesi kapsamında kurulacak olan 4 m sınıfı teleskobun çalışmasına destek olarak meteorolojik cihazlar çalıştırılmaktadır. AWOS, Davis gibi yerel ve anlık hava durumu raporu verebilen cihazların yanı sıra, uydu temelli meteorolojik veriler de kullanılmaktadır. Türkiye'nin kurucu üyesi olduğu Eumetsat grubunun meteosat 9 uydusundan alınan verilerin uzun dönemli ve anlık olarak incelenmesi amacıyla "Camiryo Projesi" başlatılmıştır. Camiryo GNU/GPL V3 [2] lisansı altında dağıtılan, kullanımı, geliştirilmesi ve dağıtılması yine bu lisans uyarınca serbes olan bir yazılımdır. Camiryo'ya Google Code üzerinden sürüm kontrol sistemi (SVN) aracılığıyla erişilebilir. Detaylı bilgi için Camiryo'nun web sayfasına [3] bakınız. Camiryo'nun bir arayüz ile birlikte kullanılmasını sağlamak için ise CamiryoGUI uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulamaya, yine Google Code sunucularından erişmek mümkündür.

2 Özellikler

- Belirli bir zaman için veriyi 7 farklı yöntem ile görüntülemek.
- Belirli bir zaman aralığı için verileri hareketlendirmek.
- Yerel veya uzak* istenen sayıda dizinin içinden veri alabilme.
- Yerel veya uzak* istenen sayıda dizin ve alt-dizinlerin içinden veri alabilme.
- İstenilen sıklıkla veri listesini güncelleme yeteneği.

*: Uzak dizine FTP üzerinden erişim sağlanmaktadır.

Burada dikkat edilmesi gereken, Camiryo ve CamiryoGUI'nin iki farklı kavram olduğudur. Camiryo Eumetsat verilerini işleyebilen bir yazılımdır, CamiryoGUI Eumetsat verilerini görüntüleme, hareketlendirme ve kullanıcı kolaylığı sağlayan bir arayüz uygulamasıdır.

Camiryo tamamen nesne tabanlı kodlama mantığıyla yazılmış bir ürün olup, yalnızca Camiryo GUI ile değil istendiği ortamda python dili kullanılarak veya diğer dillerin uygun modülleri kullanılarak içe aktarılıp kullanılabilir. Bu çalışma sonucunda elde edilen ürün, Eumetsat verilerinin platform bağımsız olarak işlenmesi ve görüntülenmesi sağlandı.

* m.shemuni@gmail.com

Çizelge 1. Camiryo'nun Bağımlılıkları

Kütüphane	Versiyon	İşletim Sistemi	Varsayılan	Bağımlılık Nedeni
h5py	2.2.1	Bağımsız	Hayır	Camiryo
numpy	1.8.2	Bağımsız	Hayır	Camiryo
os	—	Bağımsız	Evet	Camiryo
Image	1.1.7	Bağımsız	Hayır	Camiryo
ftplib	2.6	Bağımsız	Hayır	CamiryoGUI
glob	—	Bağımsız	Evet	CamiryoGUI
tempfile	—	Bağımsız	Evet	CamiryoGUI
PyQt4	4.8.6	Bağımsız	Hayır	CamiryoGUI



Şekil 1. <http://camiryo.mshyk.org>

sız olarak işlenmesi ve görüntülenmesi sağlandı. Camiryo'nun bu haline istenen bölgenin meteorolojik (nem, geçmiş belirli bir aralığa ait bulut hareketleri vs.) değerlerinin hesaplanması eklendiğinde, istenilen noktaya gelinmiş olur. Hali hazırda 2. uyarlamasında olan Camiryo projesi devam etmektedir. Camiryo'nun yeni ihtiyaçları giderdiği her geliştirmesinde güncelleme ve yeni uyarlama bildirimleri web sayfasında [3] yapılacaktır.

3 Kaynak

Erdem ERDİ

h5py for Python : <http://www.h5py.org>

ftplib : <http://goo.gl/M91GG4>

PIL : <http://goo.gl/4AvLKc>

pyqt : <https://wiki.python.org/moin/PyQt>

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesine destek veren Atatürk Üniv. Rektörlüğü'ne, T.C. Kalkınma Bakanlığı'na ve Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Ayrıca, bu çalışma, 2011K120230 numaralı Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

Erdem ERDİ; Orman ve Su İşler Bak., Meteoroloji G.M., Uzaktan Algılama ve CBS Gurubu Müh.

<http://goo.gl/72Y36h>

<http://camiryo.mshyk.org>

Erişim:

P09-010: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Altyapı ve Üstü Yapı Çalışmaları

Cahit Yeşilyaprak^{1,3,*}, Mehmet Özyazıcıoğlu², B. Bülent Güçsav³, İsmail Başlar³, Gamze K. Başlar³, İbrahim Öztürk³, Emrah E. Özbaldan³, Batuhan Özakin³, Sinan Kaan Yerli⁴, Yavuz Güney⁵, Yücel Kılıç¹, Emre Doğan³, Yaşar Yıldırım⁶

¹ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

² Atatürk Üniversitesi, İnşaat Müh. Bölümü, Erzurum

³ Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

⁴ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

⁵ Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

⁶ Atılım Üniversitesi, Mekatronik Bölümü, Ankara

Özet

Doğu Anadolu Gözlemevi Projesi kapsamında; DAG yerleşkesi Erzurum - Konaklı - Karakaya Tepeleri'nde (3170 m rakımlı) bugüne kadar yapılan altyapısal ve üstü yapısal çalışmaların (yer altı elektrik ve fiber internet hatları, radyolink internet, su deposu, prefabrik hizmet binası, sismik ve jeolojik etüdler, yol, gözlem kulesi gibi) temel ve teknik bilgiler sunulacaktır. Bundan sonra kalan altyapısal çalışmaların da plan ve programları özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: observatories, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Gelişmeler

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) yerleşkesinde (Erzurum-Konaklı-Karakaya Tepeleri-3.170 m) sürdürülen altyapı ve üstü yapı çalışmalarıyla ilgili özet bilgiler sunulmuştur.

1.1 Ulaşım

- Üniv. Havalimanı - Üniv. Yerleşkesi: 12 km asfalt yol;
- Üniv. Yerleşkesi - Konaklı: 25 km asfalt yol
- Konaklı - DAG Yerleşkesi (SY): 7 km stabilize yol
- Teleferik (TH): 2 ayrı zirveye teleferik hattı

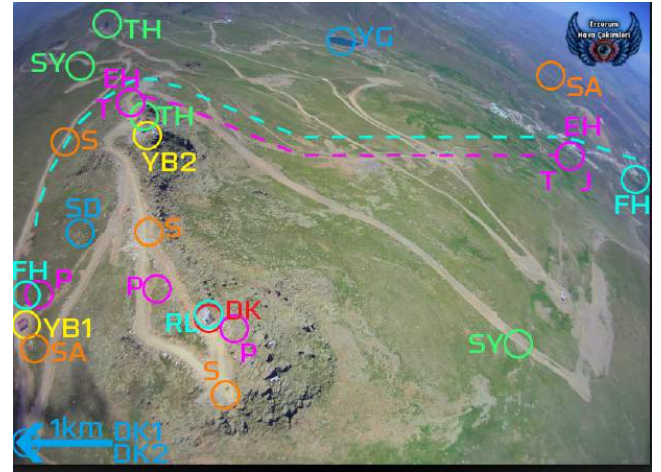
1.2 Araçlar

- 1 Araç: çift kabin, 5 kişilik, 4x4, arazi, dizel
- 1 ATV Motor: 2 kişilik ve paletli, asfalt ve kar, çelik kablolu çekici vinç, 700 kg yük kapasitesi, 800 cc, benzin
- 1 Kar Motoru: 2 kişilik, paletli, 300 kg yük kapasitesi, 488 cc, benzin
- 1 Mobil Jeneratör: 10 KVA, tek ve üç faz, benzin

1.3 Konaklama - Güvenlik

- ATASAM Merkez Binası: Üniv. Yerleşkesi, 2 oda, 4 kişi, mobilya - mutfak - banyo
- ATASAM Misafirhanesi: Üniv. Yerleşkesi, 4 oda, 10 kişi, mobilya - mutfak - banyo
- DAG Proje Lojmanı: Üniv. Yerleşkesi, 1+1, 4 kişi, mobilya-mutfak- banyo.
- DAG Yerleşke Binası: DAG Yerleşkesi, 2 oda, 4 kişi, mobilya - mutfak - banyo
- Güvenlik: 2 gece görüş kamerası, 4 güvenlik personeli

* cahity@atauni.edu.tr



Şekil 1. DAG Yerleşkesi hava çekimi ve yapısal çalışmalar.

2 Jeolojik Sondaj ve Sismik Takip

2.1 Jeolojik - Jeofizik - Jeoteknik Etüd

- Haritalama: 1/1000, İmar - İnşaat - Master Planlama
- İmar: İzin ve yerleşkenin korunması (Turizm Bakanlığı)
- Kaya Türü: Bazalt, 20 zemin sondajı (12 - 50 m derinlikte)
- Yeraltı su kaynak tespitleri (250 m derinlikte)

2.2 Sismik Etüd

- DAG Sismik Aletleri: Yerleşke çevresine kurulmuş 5 adet sismik kabin
- Sismik Aletler : Doğu Anadolu Bölgesi'ne kurulmuş 30 adet sismik kabin
- Etüdler: 32 hat için sismik kırılma ölçümleri, 20 noktada

mikro titreşim ölçümleri, tarihsel ve aletsel deprem verileri (1900-2012) analizi

3 İletişim Altyapısı

3.1 Fiber Hat

- Üniv. - Gözlemevi yerleşkeleri arası 26 km kesintisiz 48 uçlu fiber yeraltı hattı
- Performans: Başlangıç veri iletim hızı 10 Gbit, normal veri iletim hızı: 100 Gbit
- Kayıp: Sinyal kayıp miktarı toplam: 5dB
- Yedek: Alternatif Radyolink Sistemi (24 Mbps)

4 DIMM Kulesi: Atmosferik ve Astronomik Sistemler

4.1 DIMM Kule/Platform ve Üstündeki Aletler

- 7 m yüksek çelik yapı, Elek. - İnt. - UPS, DIMM kabini, 25 m² çalışma alanı
- AWOS ve DAVIS Meteoroloji Sistemleri
- RL Anteni ve Gece Görüş Çevre Kamerası
- AllSkyCam (Tüm Gökyüzü) Kamerası
- SM (Seeing Monitor) Sistemi
- Boltwood Bulut Sensörü
- Hareketli SQM (Sky Quality Meter) Sistemi
- MASS-DIMM Sistemi (2016'da kurulacak)
- Gece görüşü güvenlik kameraları.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için destek veren Atatürk Üniv. Rektörlüğü'ne, T.C. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müd.'ne ve DAG Proje Ekibi'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma, 2011K120230 numaralı "Doğu Anadolu Gözlemi" (DAG) isimli Kalkınma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir. **Erişim:**

P09-011: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

DAG: Atmosferik ve Astronomik Gözlem Sistemleri

Funda Yüzlükoğlu^{1*}, Yavuz Güney², Mohammad Shameoni Niaei^{1,3}, Yücel Kılıç¹,
Sinan Kaan Yerli⁴, Cahit Yeşilyaprak^{1,3}

¹ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

² Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

³ Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi(ATASAM), Erzurum

⁴ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

DAG Projesi kapsamında; gözlemevi yerleşkesine kurulmuş ve kurulacak olan sürekli ölçüm yapan ve yapacak olan atmosferik ve astronomik sistemlerin (AWOS, Davis, Boltwood, ASC, SM, SQM, MASS-DIMM, vb) tanıtımı, teknik özellikleri ve örnek veri setlerinden örnekler sunulacaktır. Bir gözleminde olması gereken bütün sistemlerin birlikte oluşturduğu sistemin ayrıntılı tanıtımı yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: site testing, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Atmosferik ve Astronomik Sistemler

1.1 ASC (All SKY Camera)

- Tüm Gökyüzü Kamerası (1600 x 1200 piksel)
- CCD: 640 x 480 piksel
- 24 saat boyunca gözlem yapmaktadır
- F/1.4

1.2 AWOS (Automated Weather Observing System)

- Çalışma Sıcaklığı: -40 – 60 oC
- Rüzgar Hızı: 0 – 60 m/s
- Sıcaklık, yağış, nem, güneşlenme, rüzgar hızı ve yönü, çığ noktası, basınç, toprak nemi.

1.3 BOLTWOOD (Cloud Sensor)

- Görüş alanı: 80 derece
- Bulutluluk ölçümü: Yoğun bulutlu, Bulutlu, Açık, Kuru, Yağışlı
- 8 ile 14 mikron dalga boyu aralığında gökyüzünden kızılötesi radyasyonu algılayarak gökyüzü sıcaklığını ölçer.

1.4 SQM (Sky Quality Meter)

- 4 adet klasik SQM Sistemi: 30, 45, 60, 90 derece açılı
- 360 derece adım adım dönen sistem (ATASAM tarafından yapılmıştır)

1.5 MASS-DIMM (Multi-Aperture Scintillation Sensor Differential Image Motion Monitor)

- Platform: 7 m yükseklik, 25 metrekare alan
- Teleskop: Meade 30 cm
- Çatı: Otomatik açılıp kapanır sistemli (ATASAM tarafından yapılmıştır.)

1.6 SM (Seeing Monitor)

- Odak oranı : f/4
- FOV: 5.1 x 3.8 derece

* fundayuzlukoglu25@gmail.com



Şekil 1. ASC

- CCD: 765 x 510 pixel
- Min. Görüş hassasiyeti: 0.1 "/rms

1.7 METEOSAT (Meteorological Satellite)

- 12 ayrı bant (VIS, IR) görüntüleme
- Zamansal ve alansal yüksek çözünürlük
- Atmosferik ve astronomik farklı türden veriler

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleşmesine destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne, TC. Kalkınma Bakanlığı'na, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) Müdürlüğü'ne ve DAG Proje ekibine teşekkür ederiz. Ayrıca, bu çalışma, 2011K120230 numaralı Kalkındırma Bakanlığı (DPT) Projesi ile desteklenmektedir.

Erişim:

P09-012: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.



Şekil 2. AWOS



Şekil 5. MASS-DIMM



Şekil 3. BOLTWOOD



Şekil 6. SM



Şekil 4. SQM



Şekil 7. METEOSAT

Bilimsel Devrim Sürecine Yön Veren İcatlar: Teleskop

Anıl Atalan¹★,

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri, İstanbul

Özet

16. ve 17. yüzyılda gerçekleşen Bilimsel Devrim, Avrupa'nın merkezinde başlayarak bilimsel işleyişi tümüyle değiştirmiştir. Yüzlerce yıllık Aristocu gelenek yıkılmış ve deney-deneyim ekseninde bir bilim anlayışı oluşturulmuştur. Bu süreçte teknolojik gelişmeler kullanılarak aletler yapılmış, deney ve gözlemler bu aletler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada Bilimsel Devrimi tetikleyen nedenler irdelenecek ve devrimi mümkün kılan en önemli icatlardan biri olan teleskobun nasıl, kimler tarafından geliştirdiği incelenecek, ardından Bilimsel Devrim sürecindeki temel kullanım amaçlarına değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: history and philosophy of astronomy, Tarih, Eğitim, İdari

1 Giriş

Bilimsel devrim süresince Kopernik, Kepler, Galileo ve Newton gibi bilim adamlarının buluşları, neredeyse iki bin yıldır kabul edilen bilim ilkelerini kökten değiştirdi. Aristo fiziğinin yerini Galileo ve Newton'un mekanik ilkeleri aldı. Batlamyus'un dünya merkezli sisteminin yerine Kopernik ve Kepler'in Güneş merkezli sistemi geçti.

Bu devrim yapılırken bilginin toplanmasında kullanılan aletlerin rolü unutulmamalıdır. Örneğin Galileo'nin Düşes Kristina'ya yazdığı mektupta gördüğümüz gibi Galileo: "İncil, fizik kitabı değildir." diyor ve Dünya'nın işleyişini anlamak için İncil'i okumayı değil, evreni gözlemeyi öneriyordu. Bu gözleme işini yapmak için teleskobu kullanması bilimsel sıçramanın temelini oluşturuyor ve deney-deneyimciliği ön plana çıkarıyordu.

Tabi ki dünyanın işleyişini anlamak bu devrim ve teknolojik gelişimin tek amacı değildi. Boris Hessen'in 1931 tarihli çalışması "the Socio-Economic Roots of Newton's Principia" da dediği gibi "16. ve 17. yy'da doğa bilimlerinin göz kamaştırıcı bir biçimde serpilmesi, feodal ekonominin, ticaret sermayesinin, uluslararası denizcilik ilişkilerinin ve ağır (madencilik ve metalurji) sanayinin gelişmesinin sonucudur."

Bu sanayi gelişimi sırasında oluşan ihtiyaçlar teknik aletlerin gelişimine neden olmuştur. Sonuçta sanayicilerin bu işi yapma nedeni ticari kazanç elde etmektir. Bu kazanç isteği zanaat ustalarına kaynak sağlamış ve İtalya'dan başlayarak bugün kullandığımız patent haklarının temelini oluşturan imtiyazlı bilgiyi meydana getirmiştir.

Bu imtiyazlı bilgiyi ticari faaliyetlerde kullanabilmek amacıyla, ekonomik güç sahipleri Galileo ve Toricelli gibi matematikçileri istihdam ediyorlardı. Feodal dönemde saraylarda başlayan bu gelenek, ilerleyen zamanda burjuva sınıfı tarafından devam ettirilmiş ve kullanılmıştır. Bu kullanım Bilimsel Devrim sürecinde oluşan aletlerin geliştirilmesi için gereken ekonomik gücü sağlamıştır. Örneğin deniz ve su yoluyla taşımacılık hem gemilerin çok daha büyük olan yük kapasiteleri, hem de daha yüksek hızları nedeniyle önemliydi. On-on iki öküzün çektiği bir yük arabası en fazla iki tonluk yük taşıırken, orta büyüklükteki bir gemi altı yüz ton yük taşıyabiliyordu. 14.yy'da İstanbul'dan Venedik'e karayoluyla gitmek, deniz yoluyla gitmekten üç kat daha uzun sürüyordu. Bu avantajlarına rağmen deniz

taşımacılığı çok yetersizdi ve geliştirilmesi gerekiyordu. Çünkü denizde gemilerin yerini belirleyecek uygun yöntemler yoktu, bu nedenle gemiler kıyıya yakın seyahat ediyorlardı ve bu seyahat süresini ciddi biçimde uzatıyordu. Sonuç olarak deniz ticaretinin gelişmesi için; seyahat eden bir geminin yerinin belirlenmesi (enlem-boylamın bulunması, gel-git hadiselerinin önceden bilinmesi) gerekiyordu. Bu da gök cisimlerinin gözlemlenmesini gerektiriyordu; ayın konumunun bilinmesi gel-git zamanının tespiti için önemliydi. Galileo uydularının tutulma zamanı ise boylam hesabında kullanılabiliyordu. Bu ihtiyaçları karşılamak ve gerekli gözlemleri yapmak için ise optik cihazlara gereksinim vardı. Bu nedenler teleskobu önemli kılmış ve gelişimini hızlandırmıştır.

2 Boylam Sorunu ve Teleskobun Bu Sorunun Çözümüne Sağladığı Katkı

Daha önce bahsedildiği gibi boylamın bilinmemesi ciddi ölçüde ekonomik zarara yol açmaktaydı. Gemiler yolculuk sırasında güvenli bir seyahat için bildikleri birkaç temel rotayı izliyorlardı. Rotaların sadece enlem kullanılarak bulunabilmesi, ticaret, savaş ve korsan gemilerinin aynı güzergaha yığılmasına neden oluyordu. Bu da her an meydana gelebilecek ticari kayıpların başlıca nedeni haline geliyordu. Bunlar boylamın belirlenebilmesini dönemin bilim adamları için çözülmesi gereken en büyük problemlerden biri haline gelmişti.

Boylam sorununa çözüm getirmek isteyenler arasında teleskobu gökyüzüne çevirerek Jüpiter'in uyduları olduğunu keşfeden Galileo de bulunuyordu. Jüpiterin dört büyük uydusunu keşfeden Galileo kısa sürede bu uyduların düzenli yörüngelerinin boylam sorununu çözmekte kullanılabilecek göksel bir saat olabileceğini fark etti. İddiasına göre Jüpiter'in uyduları yılda bin kez saat ayarı yapabilecek kadar tahminlere uygun bir dakiklikte tutuluyordu. Galileo gözlemlerini kullanarak bu uyduların her birinin gelecek birkaç ayda meydana gelecek tutulumlarını gösteren cetveller hazırladı ve boylamın bulunmasını sağlayacak yönteme verilecek olan ödüllerin peşinden koşmaya başladı.

Ödüllerin hiç birisini almasada hayatının sonuna kadar uydularını sabırla gözlemledi. Galileo öldükten sonra bile uydularına olan ilgi devam etti ancak 1650'den sonra Jüpiter'in uydularıyla boylam belirleme yöntemi kabul görmeye başladı. Önce sadece karada haritaların daha doğru hazırlanması için topograflar tarafından Dünya'nın yeni haritaları hazırlandı. Bu haritaların başarısı yöntemin geliştirilmesi için talebin oluşmasını sağladı ve bu sayede pek çok astronom bu konuda çalışarak

★ anilatalan@hotmail.com

daha dakik cetveller hazırladı. Bu astronomlar arasında bulunan önemli isimlerden biride Giovanni Domenico Cassini'dir. Ünlü İtalyan astronom ve alet yapımcısı Giuseppe Campani tarafından yapılan bir teleskop kullanarak 1668 yılı için Bolonya'dan her gün akşam saat 7'de görünecekleri şekilleriyle Jüpiter'in uydularının durumlarını gösteren cetveller hazırladı. Bu cetvelleri 'Ephemerides Bononienses Mediceorum Siderum'da yayınladı. Bu kitapta oluşturulan basit referanslar Galileo'nun yöntemini tam anlamıyla kullanılabilir kıldı.

Jüpiter'in uydularının tutulmalarıyla boylam bulma yöntemi ilerleyen dönemde de ilgi görmeyi sürdürdü. Özellikle İngiltere'nin bu sorunun çözümü için büyük bir ödül vaad etmesi çabaların artmasına neden oldu. Bu süreçte Ay'ın ve yıldızların konumları, aralarındaki açılar kullanılarak boylam bulma yöntemleri geliştirildi ve Jüpiterin uydularının kullanımıyla birleştirilerek cetveller oluşturuldu. Kraliyet Gökbilimcisi Nevil Maskelyne 1767 yılında yıllık olarak basımı başlatılan 'Nautical Almanac' ile Kraliyet Gözlemevi'nin tanınmasını sağladı. Almanakların yoğun olarak kullanılması ve hazırlanmasında Greenwich Gözlemevi'nin boylamının temel alınması 1884 yılında Greenwich'e 'Başlangıç Meridyeni' ünvanını kazandırdı.

3 Sonuç

Teleskopun icadı başta gözlemsel astronominin gelişimine yön vermiştir. Boylamın tespitinde sağladığı başarı sayesinde ise haritacılık alanında bir devrim yaratmıştır. Bu devrimin sonucunda yeni ticaret yolları gelişmiş ve güvenlik sorunu azalmıştır. Ardından Batı'nın ekonomik gelişimi hızlanmıştır. Kronometrenin güvenilir ve ulaşılabilir hale gelişine kadar astronominin sağladığı veriler rota bulmak konusunda en güvenilir araç olmuştur. Bu amaçla basılan 'Nautical Almanac' ise kazandığı başarı sayesinde, yayınladığı hesapların kaynağı olan Greenwich Gözlemevi'ni Dünya çapında bir üne kavuşturmuş ve 'Başlangıç Meridyeni' olarak tanınmasını sağlamıştır.

Kaynaklar

- Erdal İnönü 'BİLİMSEL DEVRİM VE TÜRKİYE' Osmanlı Bilimi Araştırmaları V/2 (2004).
- Boris Hessen 'The Socio-Economic Roots of Newton's Principia' (1931).
- 'Babililerden Gunumuze Kozmoloji', İmge Kitabevi, 2001.
- Henry C. King, 'The History of the Telescope' Dover Publications, 2001.
- Eileen Reeves, 'Galileo's Glassworks', Harvard University Press Cambridge, Massachusetts London, England 2008.
- Edited by Albert Van Helden vd. 'The origins of the telescope', Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam 2010 .
- Petro Borello 'De Vero Telescopii Inventore: Cum Brevi Omnium Conspiciliorum Historia', (1655).
- John Henry ' Bilim Devrimi ve Modern Bilimin Kökenleri', Küre Yayınları, 2011.
- Sidereus Nuncius A page by page translation Based on the version by Edward Stafford Carlos Rivingtons London 1880.
- Dava Sobel 'Boylam', Tübitak Yayınları,2004
- Giovanni Domenico Cassini, 'Ephemerides Bononienses Mediceorum Siderum',1668.
- The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris, 1767

Erişim:

P10-001: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A.&A.

Ortaokul ve Lise Astronomi Dersi İçeriğinin Uygulanışındaki Yanlılıklar, Eksik Noktalar ve Bunların Giderilmesi İçin Yöntemler

H. Aziz Kayihan^{1,2*}, Serkan Yıldız³

¹ Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri, Kayseri

² Özel Antalya Sınav Anadolu Lisesi, Muratpaşa, Antalya

³ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri, İstanbul

Özet

Bu posterde, astronomi öğretmenliği yaptığımız kurumlardaki tecrübelerimiz üzerinden günümüzde astronomi eğitimine ağırlık vermekte veya vermeye çalışmakta olan kurumların bu eğitimi nasıl ele aldıkları ve karşılaşılan sorunlar ile ilgili bir inceleme yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Education, Tarih, Eğitim, İdari

1 Giriş

Son yıllarda lisans öncesi astronomi eğitimi, başta özel kurumlar olmak üzere, yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu yaygınlaşma, bir çok özel eğitim firmasının okullara gerçekleştirdiği planetarium faaliyetleri ile de körüklenmiştir. Lisans öncesi astronomi eğitiminin yaygınlaşması güzel bir gelişme olmasına karşılık, geçen bir kaç yıl bu sürecin okullar için, sadece eğitimden ibaret olmadığını ortaya koymaktadır. Diğer yandan, planetarium hizmeti veren firmaların da sayısının artması astronominin bir çok öğrenciye ulaşması adına yararlı olmuştur. Fakat planetarium şirketlerinin hızlı ve kontrolsüz bir şekilde yaygınlaşması, yeterli bilgi düzeyine sahip olmayan kişilerce bir takım astronomik bilgilerin verilmesi ve verilen bu bilgilerin denetlenememesi de beraberinde bir takım sorunları doğurmuştur. Astronomi eğitimlerinde oluşan sorunların büyümemesi veya önlenmesi açısından sorunları analiz etmek oldukça önem arz etmektedir.

2 Mevcut Sorunlar

Çeşitli kurumlarda verilen astronomi eğitimlerinde karşılaşılan başlıca sorunlar aşağıdaki bölümlerde ele alınmıştır.

2.1 Reklam – Tanıtım Kaygısı

Son yıllarda, astronomi eğitiminin özel kurumlarda artmasının arkasında yatan en temel sebeplerden birisi, astronomi eğitimlerinin velinin gözünü kamaştırarak bir etkinlik olarak görülmesidir. Bu unsur, okulların verdikleri astronomi dersleri ve/veya kurdukları astronomi kulüplerinde öğrencilerin ne öğrenmesinden çok, veliye ne sunulacağı kaygısını ortaya çıkarmaktadır. Okullar bu bağlamda, ders içerikleri ile değil, yıl sonunda ortaya koyulacak etkinlik veya gösterilerin içeriği ile ilgilenmektedirler. Bu aynı zamanda öğretmenlerin ve öğrencilerin üzerine sene sonuna bir gösteri hazırlama baskısı olarak yansımakta ve öğrencilerin bilgiye ulaşmasında da bir engel oluşturmaktadır.

2.2 Teori – Pratik Dengesizliği

Karşılaşılan bir diğer önemli problem, ders işlenmesindeki teorik ve pratik saatlerin dengesizliği ve pratik ders zamanlarının nasıl kullanıldığıdır. Okullar astronomi derslerinin çoğunlukla atölye çalışması şeklinde geçmesini istemektedir. Bu aynı zamanda bölüm 3.1'de bahsedildiği üzere, öğrencinin veliye elle tutulur bir çalışma sonucu sergilemesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda derslerin büyük bir çoğunluğu resim, maket gibi daha çok el işi gerektiren Resim veya Teknoloji Tasarım gibi derslerin içeriğine kaymaktadır. Öğrencilerin yapabileceği (ve hatta yaparken eğlenebileceği) birçok bilimsel atölye - pratik çalışmalar olmasına rağmen, bu tarz çalışmalar velilere sunulabilecek somut örnekler oluşturamadığı için göz ardı edilmekte ve öğrencinin ders esnasında neler kazanabilecekleri kısıtlanmaktadır. Bu dengesizliğin sebep olduğu sorunlardan birisi, öğrencinin araştırmadan uzak kalarak sadece soru-cevap yöntemi ile bilgiyi almaya çalışmasıdır.

2.3 Ders Saati Problemi

Diğer bir önemli sorun ise, astronomi etkinlikleri veya dersleri için ders saati sürelerinin kısıtlı olmasıdır. Birçok kurumda astronomi dersleri haftada bir ders saati olarak belirlenmekte, bazı kurumlarda ise iki haftada bir veya ayda bir kadar seyrekleşebilmektedir. Ders saatlerinin kısıtlı olması aynı zamanda öğrencilerin öğrenebileceği müfredatı da doğrudan etkilemektedir. Buna bölüm 3.2'deki faktörler de eklenince kısıtlı vakitlerde ne pratik için ne de teori için yeterli vakit kalmamaktadır. Bu, okulların ısrar ettiği bazı çalışmaların yapılmasına dahi engel olabilmektedir. Astronominin çok kısıtlı saatlerde işlenmesi zaman zaman birden çok şubenin veya sınıfın gruplanması ile de sonuçlanabilmektedir. Bu durumda 5. sınıf öğrencisi ile 8. sınıf öğrencisi aynı konuları almak zorunda kalmaktadır. Bu da öğretmenin gerek müfredat açısından gerekse de öğrenciye yaklaşımı bakımından bir denge kurmasını zorlaştırmaktadır.

2.4 Kaynak Yetersizliği

Astronomi eğitimi konusunda karşılaşılan belki de en büyük eksikliklerden biri de, Türkçe kaynak yetersizliğidir. Öğrencilerin dersle ilgili araştırma yapmasına olanak sağlayacak, doğru ve

* aziz@kayihan.net

dürüst bilgi kaynaklarının yetersiz oluşu öğrencileri çoğunlukla yanlış içerik barındıran sitelere yönlendirebilmektedir. Bu durum ile öğrencinin araştırma yapma noktasındaki eksikleri birleşince ortaya ciddi bir sorun çıkmaktadır. Öğretmen tarafından öğrencilere önerilen popüler bilim kitapları ise öğrencilerin oldukça yoğun olmalarından dolayı etkili bir öğrenme sürecini teşvik edememektedir. Çünkü öğrenci daha önem vermesi gerektiği belirtilen derslere ağırlık verme ihtiyacı hissetmektedir. Bu durumda popüler bilime hitab eden kaynaklardan ziyade doğrudan öğrencilere hitab edecek kaynakların eksikliğinin giderilmesi gerekmektedir. Bu eksikliğin giderilmesi durumunda konuya ilgili olan öğrencilerin popüler bilim kitapları ile bilgilerini pekiştirme daha kolay ve de sağlıklı olacaktır.

2.5 İçerik Yetersizliği

Kaynak yetersizliği ve ders saati sınırlamalarının açıkça ortaya koyduğu başka bir sorun ise astronomi müfredatının eksikliğidir. Özellikle ilk ve ortaokullar için gösterilen astronomi içeriği fen derslerinin altında kısıtlı olarak öğrencilere verilmektedir. Bu müfredatın -yıllarca üzerine parmak basıldığı üzere- yer yer yanlış olmasının yanında, astronominin tek başına bir ders olarak planlanıp, hazırlanmaması öğrencilere aktarılabilecek içeriği iyice kısıtlamaktadır. Astronomi dersi kurumlar tarafından 5. sınıf sonrası bütün sınıflara verilmeye çalışılıyor olsa da, her sınıf için ayrı ayrı oluşturulmuş ve öğrencilerin seviyesine göre ayrılan bir tek ders müfredatı mevcut değildir. Müfredat yoksunluğu, derslerin belirli bir düzen içinde işlenememesine sebep olduğu gibi, kurumların astronomi derslerini yanlış ele almasına da sebep olmaktadır. Bu noktada kurumlar çoğunlukla astronomi içeriğini değil, uzay bilimleri içeriğini baz almakta ve ders içeriğini bir temel bilim dersi olarak görmekten ziyade mühendislik içeriği olarak görmekte ve hatta yer yer astronomileri astronomlarla özdeşleştirmektedirler. Bu da 3.1'de de belirtilen duruma da etki edecek şekilde derslere yansımaktadır.

3 Sonuç

Burada bahsedilen sorunların bir kısmı kısa vadede önüne geçilebilecek sorunlar olsa da bir kısmı da uzun vadeli uğraşlar sonucunda çözümlenebilecek sorunlardır.

Genel bir yargıya ulaşmadan, buradaki sorunların hepsinin salt kurumlara ait olmadığını belirtmek gerekir. Örneğin, ders saati kısıtlamasının arkasında yatan en önemli faktör, Milli Eğitim Bakanlığı'nın astronomi öğretmeni branşında çalışan almasıdır. Bu sorun, kurumların çalıştırdığı astronomilere bütçe çıkarabilmeleri için astronomi derslerini etkinlik olarak sınıflandırması ile sonuçlanmaktadır. Bu da netice olarak ders saatlerini kısıtlamaktadır.

MEB böyle bir adım atmadığı için astronomi dersi vermek isteyen kurumlara astronominin salt aktivite dersi olmaktan ziyade öğrencinin bilimsel metodolojiyi ve temel bilimleri eğlenceli ve anlaşılır bir şekilde kavrayabilmesi açısından bir adım olduğunun benimsenmesi gerekmektedir. Bu noktada, Türk Astro-nomi Derneği, Sabancı Üniversitesi ve TÜBİTAK Bilim ve Toplum Dairesi Başkanlığı'nın desteğiyle hazırlanan "Bilim Eğitiminde Astronomi" dokümanı ile ülkemizde de "Evreni Anlayalım" adıyla Türkçe sayfası da yayınlanan ve özellikle okul öncesi ve ilköğrencilerine hitap eden "Universe Awareness" girişimi de oldukça yol gösterici olabilir.

Bir diğer nokta ise, fen ve coğrafya branşı öğretmenlerinin astronomi konusundaki eksikliklerini tamamlamaya yönelik çalışmaların (Astronomi Öğretmen Seminerleri, Galileo Öğret-

menleri Eğitim Programı, İKÜ Gökbilim Sempozyumu) benzerlerinin ilk, ortaokul ve lise düzeyinde astronomi dersi vermek üzere kendini geliştirmek isteyen astronomi bölümü mezunlarına ya da öğrencilerine de verilmesi gerekmektedir. Astronomi bölümünden mezun olmak kişiye tek başına öğretmen olabileceği becerisi kazandırmamaktadır. Söz konusu branş öğretmenlerinin yıllar içerisinde deneye yanık bir yöntem geliştirmesini beklemekten ziyade, astronomi bölümü mezunlarına ana hedefi söz konusu dersin ilk, ortaokul ve lise öğrencilerine nasıl aktarılacağı yönünde bir eğitim verilmelidir. Yine de, ülke çapında daha fazla öğretmen bilgilendirilmesi, hem öğretmenlerin öğrencileri daha bilinçli yönlendirmesini sağlayacak hem de müfredat sorununu daha açıkça ortaya koyacaktır. Daha kesin, ancak daha uzun vadeli bir çözüm ise Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde astronomi öğretmenliği kadrosu açtırılması için yapılacak olan kulis çalışmaları ile sağlanabilir.

Tüm bu önerilerin yanı sıra bu sorunların daha fazla ve daha hızlı büyümesini engellemek için atılması gereken önemli adımlardan birisi ise planetarium hizmeti veren firmaların denetimlerinin sağlanabilmesi ve bu firmaların ve okulların öğrencileri birer kazanç noktası olarak görmesinin önüne geçmektir. Gerçekçi olmak gerekirse kısa vadede her okula astronomi dersini verecek öğretmenin sağlanması mümkün olmayacaktır. Bu noktada planetarium firmalarının astronomiyi öğrencilere ulaştırma noktasındaki varlığı göz ardı edilmemelidir. Bu yüzden MEB'in gösterilen filmlerin içeriğini bilimsel ve pedagojik olarak inceleyecek bir komisyon oluşturması oldukça önem arz etmektedir.

Kaynaklar

Milli Eğitim Bakanlığı Seçmeli Astronomi ve Uzay Bilimleri dersi 2013 – 2014 Eğitim – Öğretim Yılı haftalık ders planları.

Erişim:

P10-002: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Kongre Kapanış Değerlendirmesi

UAK açılış konuşmaları ile başladı. ODTÜ adına, organizasyon komitesi adına ve TAD adına konuşmalar yapıldı. Konuşmacılar başarı dileklerini paylaştılar.

Prof. Dr. İ. Küçük Dilhan Hocamızın yaşamından bazı kesitleri bizlerle paylaştı ve hocamızın yetiştirdiği öğrencilerden ve genç kuşakların bilimsel çalışmaları daha da ilerilere ve gelişmiş ülkeler seviyelerine taşınmaları konusunda yol göstericiliğinden bahsetti. Bilim insanı yönleri ve özel hayatından bazı kesitler verildi. Bizlere o eski güzel günleri yaşattı.

Dilhan hocanın araştırma konularından söz edildi ve öğrencilerinin bu konularda hocamızın öngörülerinden öteye geçtiği görüldü. M. Yıldız'ın isminin ötesine geçtiğini ve gezegenlerin evrimine girdiğini görmek hocamızı çok mutlu ederd.

Yeğeni Melek Şener hanım böyle bir toplantı düzenlediği için astronomlara ailesi adına teşekkür etti ve duygularını paylaştı. Piyanist Enis Erdinç'ten güzel bir Chopin parçası, Polonezi dinledik.

Daha sonra bilimsel tebliğlere geçildi. Çift yıldızların gözlemleri, evrimleri ve çift yıldızlarda ötegezegen araştırmaları anlatıldı. Değen çiftlerde bile ötegezegen olabileceğini öğrendik. Jüpiter gibi ötegezegenlerden söz edildi ve geçişleri gözlenerek hem gezegen hem de yıldız hakkında bulgulara ulaşılabildiği anlatıldı.

Zonklama gözlemlerinden yıldızların iç yapıları ve parametreleri hakkında öğrenilecek pek çok şeyin olduğu anlatıldı. Ülkemizde de hem gözlemsel hem de kuramsal bakımdan önemli çalışmaların yapıldığını görmek en azından beni çok mutlu etti.

İstanbul'da yapılacak olan 41. COSPAR toplantısı hakkında aydınlatıcı bilgiler verildi ve bizlerin de katkılarının beklendiği çağrısında bulunuldu.

TUBİTAK proje destekleri konusunda açıklayıcı bilgiler verildi ve araştırmacıların proje verme konusunda istekli ve ısrarlı olmaları hatırlatıldı.

TUG teleskoplarının performans ve yetenekleri, işleyişi, dünden bugüne ve geleceğe yönelik geliştirme ve planlar-projeler anlatıldı. Yeni eklenen polarimetre cihazının çok yakında tüm astronomlara açılacağı, astronomların gözlemlerini daha hızlı ve kolay yapabilmeleri konusundaki gelişmeler hatırlatıldı. GAIA uydusu alarmlarına astronomların kulak vermeleri ve gözlemlerle takip etmeleri uyarısında bulunuldu.

DAG, IR projesinin geldiği aşamalar, kurulduğunda yeteneklerinin neler olacağı konularında ayrıntılı bilgiler verildi. Ülke genelinde ve hatta uluslararası paydaşlıklara açık olunduğu ifade edildi. Adaptif optik anlatıldı ve yararlarından söz edildi.

Yıldızlardan öteye gökadalara, özellikleri ve galaksilerin kütle tayininde IR gözlemlerinin kullanılması ve önemi anlatıldı. Yıldızlararası ortam ve moleküler gözlemlerden, gözlenebilen molekül sayısının 200'lere ulaştığından söz edildi. Gözlenen molekül tayflarından ortamın fiziksel özelliklerinin tayin edilebildiği, yıldızlararası ortamda yıldız oluşumu; bunun dışında galaksilerin merkezi ve dış bölgelerinde yıldız oluşum oranları tartışıldı.

Bazı yıldızların IRAS'dan sonra atılan yeni IR uydusu, WISE ile gözlenmelerinden ve bu yolla çift yıldız keşiflerinden bahsedildi.

Ayna çapı dört metrelik IR teleskobun özel bir yönetim gerektirdiğinden bahisle, konunun hassasiyeti üzerinde duruldu, teleskobun özelliklerinden ve şimdiye kadar üretilen benzerlerinden farkları anlatıldı. İlk ışığın 2019 da alınacağı öngörüldüğü belirtildi.

Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) verileri kullanılarak Türkiye'de büyük teleskoplar için en uygun yerlerin bulunmaya çalışıldığı proje ve sonuçları anlatıldı. 17 yerin uygun bulunduğu ve bu yerlerin çoğunlukla Kars'tan Muğla'ya çekilen diyagonal bir çizginin doğusunda olduğu bilgisi verildi.

Yapılan bu çalışma sonucunda TUG, DAG gibi yerlerin astronomlarca oldukça isabetli seçilmiş olduğu sonucunun çıktığı vurgusu yapıldı. Seçilen yerlerde astronomik gözlemler yapmak için yeni cihazların geliştirildiği de belirtildi.

TUBİTAK Uzay Enstitüsü ve yürüttüğü projeler tanıtıldı ve yetenekleri anlatıldı. Vizyon ve misyonundan bahsedildi. Astronomlarla UZAY enstitüsü arasında işbirliği gerekliliği ve arzusu konusu vurgulandı.

Ülkemizin Radyo Gözlemevi'ne ihtiyacı olduğu vurgulanarak, bu konuda şimdiye kadar yapılan çalışmalar özetlendi. Bundan sonra takip edilecek yol haritasından bahsedildi.

Dünyadaki gelişmelere koşut, yakın uzay konusunun ele alındığı projelerden söz edildi ve ülkemiz coğrafyasına düşen meteorların tesbiti ve takipleri konusunda sürdürülen proje anlatıldı. Bu konuda yapılacaklardan söz edildi. Yakın uzay cisimlerinin yanında uzay çöplüğünün takibinin önemi belirtildi ve bu cisimlerin yörüngelerinin tayini konusunda bulgular anlatıldı.

TUG T100 teleskopu ile GAIA (ESA) uydusundan gelen alarmların nasıl değerlendirileceği ve teleskopun buna hazır olup olmadığının test edildiği anlatıldı. TUG'un mevcut teleskopları ile astronomların yaptıkları çalışmalar ve çıktıkları tartışılarak verimlilik analizleri ve performansları tartışıldı.

Ötegezegen geçişlerinin önemine değinilerek bu konuda yapılan yazılım geliştirmeleri anlatıldı. Türk astronomlarının öte gezegen konusunda çağdaşlarına paralel çalışmalar içinde olduklarını ve başarı ile sürdürdüklerini gördük.

Tayfsal çalışmaların Türk astronomları arasında sevindirecek seviyeye geldiğini, şimdiye kadar fotometri ağırlıklı olan araştırmaların eksen değiştirdiği, çeşitlendiği ve yıldızların kimyasal bolluklarının tayini konusunda pek çok çalışmanın yapıldığı anlatıldı ve sonuçlar paylaşıldı.

Tüm astronomların istenmeyen ışık kirliliği tartışıldı ve bu konuda dünyanın yaptıkları ve yapılması gerekenler anlatıldı, öneriler yapıldı.

Gökadalar, yapıları, gökadalarda açık yıldız kümeleri konusunda yapılan çalışmalara geçildi. Türk astronomlarının gök adalar, kümeler ve oradan da yıldızlara ilişkin özelliklerin tartışıldığı çalışmalara girerek özlenen konu çeşitliliğine girdiğini memnuniyetle gördük. Kümelerin kinematiği ve evrimi gibi konular tartışıldı. Giderek gökada kümelerinde çoklu dalgaboylarında gözlemler, bu konularda yapılan araştırmalar, bunların kozmolojik sonuçları tartışıldı.

X-ışınları yayan sistemler, bunlara ilişkin araştırmalar, gama ışın patlamaları gibi heyecanlı ve güncelliğini kaybetmeyen konular, sıkı cisim olarak nötron yıldızlarının özellikleri ve genel olarak çift yıldızlarında kütle aktarımının etkileri ve sonuçları konusunun incelendiği sunumlar yapıldı.

Arzu edilen konu çeşitliliğinin kazanıldığı ve astronomların pek çok farklı konuda ve alanda araştırmalar yaptığını ve yeteneklerini geliştirdiklerini görmek hepimizi heyecanlandırdı ve bundan büyük memnuniyet duyduk.

Normalin ötesinde X-ışını yayan kaynaklar işlendi, bunların çevreleri ile etkileşmelerinin incelendiği araştırmaları dinledik. Kuazar rüzgarlarındaki değişikliklerin fiziğinin henüz tam anlaşılmadığı, nötron yıldızlarında kütle-yarıçap (M-R) ilişkisinin nasıl bulunacağı ve bunu elde etmek için yüzeydeki çekirdek yanmalarının sonuçlarını kullanmak gerektiği anlatıldı.

Galaksi çekirdeklerindeki kara deliklerden ve çevresel etkileşmelerinden söz edildi.

Güneşin diğer yıldızları anlamak için bize olanak sağladığı vurgulandı, güneş diskinin kimyasal yapı evriminden ötegezegen araştırmalarına ekstrapolasyon yapılabileceği tartışıldı. Güneşin Yer ile etkileşmesinden ve özelde İstanbul örneğinden söz edildi, ancak anlamlı bir korelasyon bulunamadığı anlatıldı. Dünyaya yakın asteroitlerin özelliklerinden bahsedildi, bunların incelenmesinin ve sonuçlarının önemine değinildi ve Yarkovsky etkisiyle yörünge değışikliklerinin bulunabileceği belirtildi.

Ülkemizdeki astronomi çalışmalarının (belli tarih aralığında - 2010 yılına kadar) istatistiksel olarak incelendiği, adeta tomografisinin çekildiği bir sunum verildi. Çeşitli açılardan ve yönlerden yapılan değeriendirmeler ile sonuçlarını bizlerle paylaştılar ve Türk Astronomlarının başarılı olduğu ve evrensel yayınlar yaptığı tesbitini yaptılar. Yayın kalitesi açısından yeni bir kriter geliştirdiklerini de ifade ettiler.

Son söz olarak 19. UAK'ın başarılı geçtiği, sunulan araştırma konularının eskiye göre çok çeşitlendiği ve özellikle yeni yetişen genç astronom kuşağının çok ümitvar olduğunu söylemekten gurur duyduğumuzu söyleyebiliriz.

Bu toplantıyı düzenleyen arkadaşlarımıza, yerel komiteye ve tüm katılımcılara teşekkür ve başarı dileklerimi sunuyorum.

Halil Kırbıyk
TUG Müdür Vekili

Kongre Destekçileri



Orta Doğu Teknik Üniversitesi



Türk Astronomi Derneği



Doğu Anadolu Gözlemevi Projesi



HP Türkiye



Plato Bilgisayar



Halk Bankası



Sırma Grup



TR-Net



Astromed



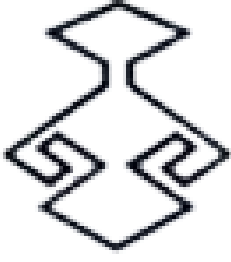
NURANOĞLU



Astroia



Link Plus



Motif Proje




BÜLENT KİPER
Jeoteknik Müh. Ltd Şti


Kiper Madencilik



Enterprise



UAK



2015