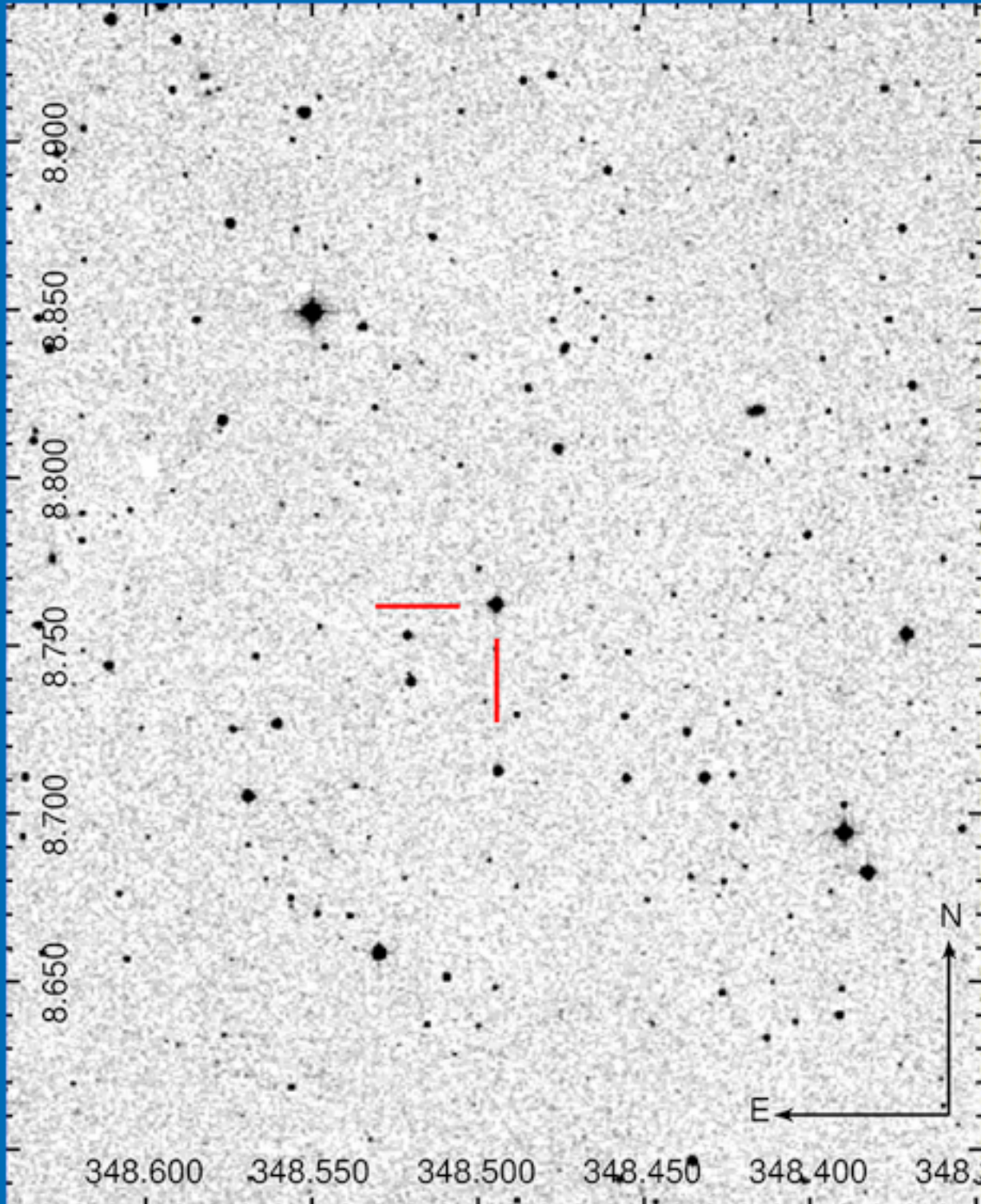


TJAA

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: 2

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 2 – 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
2018



21. Ulusal Astronomi Kongresi
10. Ulusal Astronomi Öğrenci Kongresi

KONGRE KİTABI

3-7 Eylül 2018
Erciyes Üniversitesi, Kayseri

Editörler
İbrahim Küçük
İnci Akkaya Oralhan
Nurten Filiz Ak

Kayseri 2020

UAK-2018

21. Ulusal Astronomi Kongresi

10. Ulusal Astronomi Öğrenci Kongresi

3 - 7 Eylül 2018

Erciyes Üniversitesi, Kayseri

Bu kongre, Erciyes Üniversitesinin kuruluşunun 40. yıl dönümünde, Erciyes Üniversitesi Rektörünün onursal başkanlığı ile düzenlenmiştir.

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

© 2018, 2020 Türk Astronomi Derneği





UVA



2018

Students

A dense collection of handwritten signatures and scribbles in blue ink, scattered across the page. Some signatures are accompanied by red and yellow circular markers. The text includes names like "Eye Fat Envia (Cezay)", "Ozan Ulasirani", "Yok Gorkem", "UVA", "2018", "Students", and various other illegible names and phrases.

Önsöz

Türk Astronomi Derneği himayesinde düzenlenen 21. Ulusal Astronomi Kongresi (UAK) ve 10. Ulusal Astronomi Öğrenci Kongresi (UAÖK), 3-7 Eylül 2018 tarihlerinde Erciyes Üniversitesi ev sahipliğinde gerçekleştirilmiştir. Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi (UZAYBİMER) T35 ve T40 Optik Teleskopları'nın da açılışlarının yapıldığı kongrenin Bilim Kurulu ve Yerel Düzenleme Kurulu artık geleneksel hale gelen astronomi kongrelerinin 21. oturumunun hayata geçmesinde özverili çalışmalarını ortaya koyarken, çok sayıda yenilikler de eklenmiştir. Toplamda 27 saat konuşmaya yer verilen program dört buçuk güne yayılmıştır.

Kongre öncesinde, kongre sırasında ve kongre kitabı hazırlanırken "UAK Yönetimi Sistemi (uak.info.tr)" aktif olarak kullanılmıştır. Bu sayede Yerel Düzenleme Kurulu, tüm işlemleri Bilim Kurulu ile koordineli olarak ve katılımcılarla etkileşimli olarak kolaylıkla yürütmüştür. Sistemin arka planındaki "yönetici" bölümüyle sağladığı özellikler Ulusal Astronomi Kongrelerinin sistematik bir şekilde hayata geçirilmesini kolaylaştıran çok önemli bir alt yapı kazanımıdır.

Bildiri başvuruları, astronomi alt başlıklarına göre sınıflandırılmış ve mümkün olan en çok sayıda konuşmaya zaman ayrılabilmesi, oturumların konu bütünlüğünün sağlanması ve çok sayıda konuya yer verilebilmesi dikkate alınarak kongre programı oluşturulmuştur. Bu kitapta bildirilerin sıralaması, kongre oturumlarının konu başlıklarına göre yapılmıştır. Hem astronomi literatüründeki güncel sıcak konuları hem de astronominin bilim toplum ve eğitim ilişkilerini ele alan konu başlıkları şu şekildedir: Yakın Uzay, Güneş Aktivitesi, Değişen Yıldızlar, Zonklayan Yıldızlar, Yıldızlar, Bilim Toplum Etkinlikleri, Sıkı Nesnelere, Astronomi Eğitimi ve Astrofotoğraf, Ötegezegenler, Radyo Astronomi, Samanyolu ve Yakın Galaksiler, Aktif Galaksiler ve Galaksi Kümeleri, Yıldız Tayfı, Teleskop ve Ekipmanları, Kırmızıöte Astronomisi ve Gözlemleri.

Kongrede sunulan bildirilerin görünürlüğünün artırılması ve lisans ve yüksek lisans düzeyinde eğitimlerine devam eden astronomi öğrencilerinin çalışmalarını bildiriler şeklinde sunması amacıyla, poster sunumlar yerine 5 dakikalık kısa sunumlara yer verilmiştir. İlk kez hayata geçirilen bu uygulama ile tek bir ana oturumda çok sayıda konuşmacının tüm dinleyicilere ulaşmasına fırsat verilmiştir.

Bu kongre ile hayata geçirilen ilklerden bir tanesi de Kongrede sunulmuş bildirilerin basımının, TJAA (Turkish Journal of Astronomy & Astrophysics) dergisine entegre edilmiş olmasıdır. UAK Yönetim Sistemi bu entegrasyonun otomatik olarak yapılmasını sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmiştir.

Hem UAK Yönetim Sisteminin, hem de TJAA'nın Türk Astronomi Derneği altında toplanarak profesyonel ve kalıcı bir hale getirilmiş olması Türk Astronomisinin geleceği için önemli bir gelişmedir.

2018 UAK, TJAA özel sayısı kapsamında basılan bildiri metinleri ile başarıyla tamamlanmıştır. Bundan sonra düzenlenecek UAK'ların da Türk Astronomisine büyük katkılar sağlamasını temenni ediyor ve başarılar diliyoruz.

Editörler

Bilim Kurulu

Tansel Ak (Başkan)
 Aysun Akyüz
 Altan Baykal
 İbrahim Bulut
 Sıtkı Çağdaş İnam
 Can Kılınç
 İbrahim Küçük
 Sacit Özdemir
 Timur Şahin
 Cahit Yeşilyaprak

İstanbul Üniversitesi
 Çukurova Üniversitesi / UZAYMER
 ODTÜ
 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
 Başkent Üniversitesi / TAD
 Ege Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi / UZAYBIMER
 Ankara Üniversitesi / TUG
 Akdeniz Üniversitesi
 Atatürk Üniversitesi / ATASAM

Yerel Düzenleme Kurulu

İnci Akkaya Oralhan (Başkan)
 Nurten Filiz Ak
 Hasan Ak
 Mustafa Kürşad Yıldız
 Sinan Kaan Yerli
 Mehmet Tanrıver
 Ahmet Dervişoğlu
 Ferhat Fikri Özeren
 Derviş Ersin Tokbay
 Özgün Arslan
 Recep Balbay
 Ömür Sayılı
 Seda Acar
 Hande Pazan
 Ahmet Keskin

Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 ODTÜ
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi
 Erciyes Üniversitesi

Kongre Katılımcıları

Mert Acar	Ege Üniversitesi (İzmir)
Seda Acar	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Aylin Açıkgöz	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Şüheda Açıkgöz	University of Sussex (Brighton)
Furkan Akbaba	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Hasan Ak	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Sadi Akın	Hakkari Üniversitesi (Hakkari)
Burak Alperen Akkaya	Yeditepe Üniversitesi (İstanbul)
İnci Akkaya Oralhan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ozan Pamir Akkoca	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
İbrahim Aköz	Ege Üniversitesi (İzmir)
Emine Akpınar	Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Havva Aksaç	Ege Üniversitesi (İzmir)
Nazım Aksaker	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Serap Ak	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Derya Aksu	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Tansel Ak	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Haşim Aktaş	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Aysun Akyüz	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Berahitdin Albayrak	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Sinan Aliş	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Aslıgül Alkan	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Sinan Allak	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Ali Osman Alpago	Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi (İstanbul)
Agah Altun	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Tunca Amanvermez	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi (Osmaniye)
Burcu Apak	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Özgün Arslan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Esragül Atalay	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Hasret Atasoy	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Alper Ateş	Yeditepe Üniversitesi (İstanbul)
Ferhat Atlı	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ebubekir Atsız	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ahmet Avcı	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Merve Aydın	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Mustafa Aydın	Anadolu Üniversitesi (Eskişehir)
Pakize Aydın	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Fatih Aydın	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Erdem Aytekin	Astromed (İstanbul)
Halil Can Bağcı	Ahi Evran Üniversitesi (Kırşehir)
Mehmed Naim Bağırhan	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Engin Bahar	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Volkan Bakış	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Belgin Balbay	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Recep Balbay	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
İlker Bal	Ege Üniversitesi (İzmir)
Emre Barbaros	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Yavuz Kaan Başkaya	Ege Üniversitesi (İzmir)

Özgür Baştürk	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Seda Baştürk	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Altan Baykal	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Özgüç Bayrak	blog.gozlemevi.org (İstanbul)
Beste Begiçarslan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Elif Beklen	Süleyman Demirel Üniversitesi (Isparta)
Çağlı Benibol	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Mustafa Besleme	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Cansu Bilir	Ege Üniversitesi (İzmir)
Merve Bozkurt	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Sevgi Bozkurt	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Doğu Deniz Bulut	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Gül Bulut	Kastamonu Üniversitesi (Kastamonu)
Ibrahim Bulut	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Sara Bulut	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Zeliha Bulut	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Vahide Büyükçekiç	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Gamze Cantürk	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Sergen Cengiz	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Ömer Raşit Cücen	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Nazım Çabuk	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Senem Çabuk	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Turgay Çağlar	Leiden Observatory (Leiden)
Çağla Çakır	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ömür Çakırlı	Ege Üniversitesi (İzmir)
Oğuzhan Çakır	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Şeyma Çalışkan Türksöy	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Gizem Çamkerten	Ege Üniversitesi (İzmir)
Hüseyin Çavuş	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Ataol Batuhan Çekin	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Eyyüp Çekmeceliolu	Serbest (Hatay)
Fatma Reyhan Çelik	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Tuğba Çelik	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Hatice Çevik	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Deniz Çoker	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Kutay Arınç Çokluk	Ege Üniversitesi (İzmir)
Meryem Çördük	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Kerem Osman Çubuk	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Hasan Ali Dal	Ege Üniversitesi (İzmir)
Büşra Daştan	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İzmir)
Akcan Dayıbaş	Ege Üniversitesi (İzmir)
Büşra Demiral	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ceren Deniz Demir	Yeditepe Üniversitesi (İstanbul)
Kardelen Demirci	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Serdar Demirdaş	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Armağan Demirel	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Fatih Demirtaş	Ege Üniversitesi (İzmir)
Yaşar Cahit Demir	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Hüseyin Deniz	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Rıdvan Dermanlı	Karel Elektronik (İstanbul)

Ahmet Dervişoğlu	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Baha Dinçel	FAU Erlangen (Bamberg)
Murat Dindar	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Saniye Dindar	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Şerife Dirgen	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Vildan Dizdaroğlu	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Emre Doğan	Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (Erzurum)
Ferdane Doğan	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Suzan Doğan	Ege Üniversitesi (İzmir)
Sibel Döner	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Çağatay Kerem Dönmez	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Deniz Cennet Dursun	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Hatice Duysak	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Melek Dülger	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Kazım Yavuz Ekşi	İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Aslı Elmaslı Akçar	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Nuri Emrahoğlu	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Şeyda Enez	Ege Üniversitesi (İzmir)
Hülya Erçay	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Kaan Erdoğan	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Mehmet Ergün	Serbest (Bad Kreuznach)
Merve Ergün	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Hüseyin Er	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Mehmet Hakan Erkut	İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Ünal Ertan	Sabancı Üniversitesi (İstanbul)
Mehmet Oğuzhan Erturan	Konya Bilim Merkezi (Konya)
Ezgi Ertürk	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Hasan H. Esenoğlu	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Hülya Eser	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ekrem Murat Esmer	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Serdar Evren	Ege Üniversitesi (İzmir)
Dilay Fatoglu	ISTEK Belde Okulları (İstanbul)
Nilüfer Felek	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (Niğde)
Nurten Filiz Ak	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Süleyman Fişek	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Birce Gen	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Dilem Goktas	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
H. Gökhan Gökay	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Gamze Gök	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Fatih Erkam Göktürk	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Murat Göven	serbest (İzmir)
Nuri Güçtekin	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Burcu Günay	Ege Üniversitesi (İzmir)
Mümin Güneş	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Orhan Güneş	İstanbul Medeniyet Üniversitesi (İstanbul)
Yavuz Güney	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Soner Güngen	Ege Üniversitesi (İzmir)
Leyla Fatma Güngör	Serbest (Ankara)
Neşever Gür	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Hande Gürsoytrak	Ankara Üniversitesi (Ankara)

Nurhan Güvendi	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Tolga Güver	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ozan Güzel	Ege Üniversitesi (İzmir)
Sema Harmankaya	Ege Üniversitesi (İzmir)
Ömrüm Hilal	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Barış Hoyman	Ege Üniversitesi (İzmir)
Seyit Hökelek	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Murat Hüdaverdi	Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)
Melik Fırat Işık	Gaziantep Üniversitesi (Gaziantep)
Tuba İkiz	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Mehmet Akif İlgen	Çankaya Üniversitesi (Ankara)
Sıtkı Çağdaş İnam	Başkent Üniversitesi (Ankara)
Esra Nur İnce	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Didem Dilan İzci	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Emrah Kalemci	Sabancı Üniversitesi (İstanbul)
Çelebi Kalkan	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (Niğde)
Hüseyin Kalkan	Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Samsun)
Mirkan Yusuf Kalkan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ekrem Kandemir	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Seda Kaptan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Özge Karaaslan	Gümüşhane Üniversitesi (Gümüşhane)
Tayfun Karabacak	Ege Üniversitesi (İzmir)
İrem Karaçin	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Oğuzhan Karadeniz	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Emre Karagöz	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Rutkay Karakoç	Ege Üniversitesi (İzmir)
Sinem Karaköse	Ege Üniversitesi (İzmir)
Önder Karaosman	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ahmet Burak Karslıoğlu	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Yonca Karslı	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Nurhan Özlem Kaya	Ege Üniversitesi (İzmir)
Seçil Kaya	Ege Üniversitesi (İzmir)
Cenk Kayhan	İSTEK Belde Bilim Merkezi (İstanbul)
H. Aziz Kayıhan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Süleyman Kaynar	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Taşkin Volkan Keleş	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ahmet Keskin	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Merve Keskin	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Onur Keskin	FMV Işık Üniversitesi (İstanbul)
Burak Keten	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Tolgahan Kılıçoğlu	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Can Kılınç	Ege Üniversitesi (İzmir)
Ömer Kılınç	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Evrin Kıran	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Serdar Ali Kır	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Ece Kilerci Eser	Serbest (İstanbul)
Gamze Kirazoğlu	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Murat Koçak	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Sinan Koçak	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Hüseyin Çağdaş Koç	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)

Elif Köksal	Ege Üniversitesi (İzmir)
Sema Köroğlu	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ayşenur Köse	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Orhan Kurt	Kocaeli Üniversitesi (Kocaeli-İzmit)
Zühal Kurt	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Lokman Kuzu	TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (Ankara)
Furkan Ali Küçük	İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul)
İbrahim Küçük	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Seher Lal	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Rahime Matur	Ege Üniversitesi (İzmir)
Can Menekşe	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Berfin Mina Meşe	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Berfu Nacar	Yeditepe Üniversitesi (İstanbul)
İlham Nasıroğlu	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Yahya Nasolo	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Ali Nur Nurbaki	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Gizem Okuyan	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Oğuzhan Okuyan	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Ayşenur Ordukaya	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Yücel Orman	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Özge Öğmen	Serbest (Geçitkale)
Yenal Öğmen	Serbest (Geçitkale)
Adnan Ökten	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Özgecan Önal Taş	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Cihan Yavuz Örnek	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Sibel Örtel	Ege Üniversitesi (İzmir)
İbrahim Özavcı	Ankara Üniversitesi (Ankara)
İsmail Özbakır	Ege Üniversitesi (İzmir)
Mehtap Özbey Arabacı	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Orkun Özdarcan	Ege Üniversitesi (İzmir)
Fatih Özdemir	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Sacit Özdemir	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Tuncay Özdemir	İnönü Üniversitesi (Malatya)
Melike Özdoğan	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Aykut Özdönmez	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Berkay Sinan Özel	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Mehmet Emin Özel	FSMV Üniversitesi (İstanbul)
Nesibe Özel	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ferhat Fikri Özeren	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Görkem Koray Öz	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Olcaytuğ Özgüllü	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
İlayda Özırmak	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
M. Türker Özkan	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Nurullah Özkan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Buket Öztekin	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Özgür Can Özüdoğru	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Yusuf Pak	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Burcu Parmak Yıldırım	Eyüboğlu Eğitim Kurumları (İstanbul)
Hande Pazan	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Hasan Pehlivan	Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (Ankara)

Ahmet Polatoğlu	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Bahire Reçber	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Tenay Saguner Rambaldi	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Mustafa Turan Sağlam	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Murat Sana	Anadolu Üniversitesi (Eskişehir)
Feriha Sandal	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Enfal Sartaş	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Ömür Sayılı	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ecem Sekkin	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Selim Osman Selam	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Ezgi Sertkan	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Kenan Seyfi	Ege Üniversitesi (İzmir)
Ravide Kezban Seyhan	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Mohammad Shameoni Niaei	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Esin Sipahi	Ege Üniversitesi (İzmir)
Onur Söyünmez	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Derya Sürgit	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Merve Şahin	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Timur Şahin	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Onur Şatır	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Abdulkadir Şen	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Hakan Volkan Şenavcı	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Emine Tanır Kayıkçı	Karadeniz Teknik Üniversitesi (Trabzon)
Taner Tanrıverdi	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (Niğde)
Mehmet Tanrıver	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Mahmut Tekeş	Mezopotamya Astronomi Derneği (Batman)
Murat Tekkeşinoğlu	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Utkan Temiz	Çukurova Üniversitesi (Adana)
Cihan Tuğrul Tezcan	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Ömer Timuçin	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Derviş Ersin Tokbay	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Şeyma Torun	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Özkan Tosmak	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ezgi Tosunbaş	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Oktay Tufan	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Sabiha Tunçel Güçtekin	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Kaiser Tur	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Demet Tutar Özdarcan	Ege Üniversitesi (İzmir)
Betül Türksoy	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Mehmet Tüysüz	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Çanakkale)
Ayşe Ulubay	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Ahmet Uluçınar	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Kadir Uluç	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)
Feyza Ulusoy	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Fatma Uyanık	Ege Üniversitesi (İzmir)
Rukhsar Uzun	Erciyes Üniversitesi (Kayseri)
Ebru Uzunçam	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Gökalp Ülkü	Yeditepe Üniversitesi (İstanbul)
Kübra Özge Ünal	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Ozan Ünsalan	Ege Üniversitesi (İzmir)

Muhammed Ali Üzümcü	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Öznur Vurgun	Selçuk Anadolu Lisesi (Sivas)
Selçuk Yalçinkaya	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Hasan Yaman	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Fatma Yaşa	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Ahmet Yavuzdoğan	Gümüşhane Üniversitesi (Gümüşhane)
Ulaş Can Yazar	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Sinan Kaan Yerli	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Cahit Yeşilyaprak	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Çağrı Yıldırım	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara)
Mustafa Kürşad Yıldız	University of Groningen (Groningen)
Serkan Yıldız	İstanbul Üniversitesi (İstanbul)
Mesut Yılmaz	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Gizay Yolalan	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Ezgi Yoldaş	Ege Üniversitesi (İzmir)
Merve Yorgancı	Akdeniz Üniversitesi (Antalya)
Onur Yörükoğlu	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Kutluay Yüce	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Kadir Yiğit Yücel	Fahrettin Kerim Gökay Anadolu Lisesi (İstanbul)
Mehmet Yüksel	Ankara Üniversitesi (Ankara)
Funda Yüzlükoğlu	Atatürk Üniversitesi (Erzurum)
Dicle Zengin Çamurdan	Ege Üniversitesi (İzmir)

Kongre Programı

1. Gün - Pazartesi - 3 Eylül 2018	
Oturum 11	Kongre Açılışı <i>Prof. İbrahim Küçük</i>
10:00	Açış Konuşmaları
10:30	Ara
1. Gün - Pazartesi - 3 Eylül 2018	
Oturum 12	Yakın Uzay <i>Prof. İbrahim Küçük</i> (2 bildiri - Oturum Süresi: 01:20)
11:00	<i>Ülkemizde Uydu ve Uzay Teknolojileri Alanında Faaliyetler ve Türkiye Uzay Ajansı Kurulum Çalışmaları (PDF)</i> Hasan Pehlivan (40 dk)
11:40	<i>Türkiye-Rusya işbirliği ile yapılacak uydu gözlemleri ve gelecek çalışmalar</i> Tolga Güver (40 dk)
12:20	Öğle Arası
1. Gün - Pazartesi - 3 Eylül 2018	
Oturum 13	Güneş Aktivitesi <i>Doç. Ahmet Dervişoğlu</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:05)
14:00	<i>Koronal Kütle Atımlarından Oluşan Şok Dalgalarının İncelenmesi</i> Hüseyin Çavuş (20 dk)
14:20	<i>Güneş Parlamalarında Yarı- Periyodik Salınımların X-Işınlarında Araştırılması</i> Hasret Atasoy (20 dk)
14:40	<i>24. Güneş Leke Aktivite Çevriminin Genel Özellikleri</i> Adnan Ökten (5 dk)
14:45	<i>Koronal Kütle Atımları ile Güneş Aktivitesi ve Auroral Aktivitenin İncelenmesi</i> Havva Aksaç (5 dk)
14:50	<i>Güneş Spektrumundaki Fel 5434.5 A, Fel 6301.5 A ve Cl 5380.3 A Dalgaboylu Fraunhofer Çizgilerinin Merkez Kenar Değişimlerinin İncelenmesi (PDF)</i> Adnan Ökten (5 dk)
14:55	<i>Güneş Lekelerinin Manyetik Sınıflandırması ve Zürih Sınıflandırması Arasındaki İlişkinin Araştırılması</i> Ahmet Burak Karslıoğlu (5 dk)
15:00	<i>İklim Üzerinde Güneş Lekelerinin Rolü</i> Nuri Emrahoğlu (5 dk)
15:05	Ara
1. Gün - Pazartesi - 3 Eylül 2018	
Oturum 14	Dr. Ahmet Devlen Oturumu: Değişen Yıldızlar - Işık Ölçüm <i>Prof. İbrahim Bulut</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:20)
15:30	<i>Derin Örtülmeli Gaia14aae Kataklişik Değişen Yıldızı (PDF)</i> Hasan H. Esenoğlu (20 dk)
15:50	<i>KIC6670812 Örtün Değişen Sisteminin Mutlak Parametrelerinin Elde Edilmesi ve Yüzey Parlaklık Dağılımının Modellemesi</i> Engin Bahar (20 dk)

16:10	<i>Seçilen Bazı Örtün Wolf-Rayet Sistemlerinin Uzun Dönemli Işık Değişimi</i> İbrahim Aköz (20 dk)
16:30	<i>KIC 3347485 Çoklu Sisteminin Fotometrik Analizi</i> Derviş Ersin Tokbay (5 dk)
16:35	<i>Aktif Yıldızların Uzun Süreli Işıkölçümü (PDF)</i> Fatma Uyanık (5 dk)
16:40	<i>Bazı Değeri Çift Yıldızların Modelenmesi</i> Mümin Güneş (5 dk)
16:45	<i>WZ Sge Türü Katakizmik Değişen Yıldızlar</i> Elif Köksal (5 dk)
1. Gün - Pazartesi - 3 Eylül 2018	
Oturum 15	Gözlemevi Teleskopları Açılışı <i>Prof. İbrahim Küçük</i>
17:00	Açış Konuşmaları ve Kokteyl
2. Gün - Salı - 4 Eylül 2018	
Oturum 21	Değişen Yıldızlar: Tayf ve Işık Ölçüm <i>Doç. Timur Şahin</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:55)
09:00	<i>Türkiye'de Uydu Teknolojilerinin Bugünü ve Geleceği</i> Lokman Kuzu (40 dk)
09:40	<i>Bazı Klasik Algollerde Kütle Aktarımı ve C/N oranı ilişkisi</i> Ahmet Dervişoğlu (20 dk)
10:00	<i>UV Ceti Türü Yıldızlarda Flare Enerjisinin ve Mekanizmasının Tayf Türüne Göre Değişimi Başlıklı TÜBİTAK 1001 Projesi'nin Sonuçları</i> Ezgi Yoldaş (20 dk)
10:20	<i>RU Cnc Çift Sisteminin Hassas Fiziksel Öğeleri ve Evrimi</i> Kutay Arınç Çokluk (20 dk)
10:40	<i>TÜBİTAK TUG RTT150 ve T100 Gaia Gözlemlerindeki Bazı Katakizmik Değişen Adaylarının Işık Eğrileri (PDF)</i> Hasan H. Esenoğlu (5 dk)
10:45	<i>Seçilen Uzun Dönemli Çift Sistemlerin Tayf Gözlemleri ve Yörünge Çözümleri</i> Evrin Kıran (5 dk)
10:50	Ara
2. Gün - Salı - 4 Eylül 2018	
Oturum 22	Zonklayan Yıldızlar <i>Prof. Sacit Özdemir</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:10)
11:30	<i>Açık Küme Sefeidlerinden Dönem-Işıtma Bağıntısının Belirlenmesi</i> Esin Sipahi (20 dk)
11:50	<i>TESS (TASC) hedef listesinden seçilen yıldızlarının asterosismik incelenmesi</i> Sibel Örtel (20 dk)
12:10	<i>Kepler Sismik İkizlerinin Differansiyel Sismik Analiz Metodu ile Detaylı Modellemesi</i> Nesibe Özel (20 dk)
12:30	<i>Gama Dor Bileşenli Örtün Çift Sistemlerin Fiziksel Özellikleri</i> Ömür Çakırlı (5 dk)

12:35	<i>Zonklayan Bileşenli Çift Yıldızların Evrimi</i> Barış Hoyman (5 dk)
12:40	Öğle Arası
2. Gün - Salı - 4 Eylül 2018	
Oturum 23	Yıldızlar <i>Prof. Adnan Ökten</i> (8 bildiri - Oturum Süresi: 01:25)
14:00	<i>Doppler Hızlanması Gösteren Çift Sistemlerde Fotometriden Dikine Hız Eldesi (PDF)</i> H. Gökhan Gökay (20 dk)
14:20	<i>ROTSEİİd Değişen Yıldız Kataloğu (PDF)</i> Onur Şatır (20 dk)
14:40	<i>Kepler Verileriyle Bazı Yıldızların Yüzeysel Parlaklık Dağılımı Haritalaması</i> İbrahim Özavcı (20 dk)
15:00	<i>Jirokronoloji: Konvektif Yüzeysel Olan Yıldızlarda Yaş - Dönme Dönemi İlişkileri</i> Akcan Dayıbaş (5 dk)
15:05	<i>KIC 11560447'de Soğuk Leke Göç Hareketi ve Flare Aktivitesi (PDF)</i> Şeyda Enez (5 dk)
15:10	<i>Gizemli Yıldız KIC 8669092'nin Kromosferik Aktivitesi (PDF)</i> Nurhan Özlem Kaya (5 dk)
15:15	<i>HAT-P-19 Yıldızının Tayfsal Analizi</i> Selçuk Yalçınkaya (5 dk)
15:20	<i>Hızlı Video Görüntüleme Tekniği İle Yıldız Fotometrisi</i> Gökalp Ülkü (5 dk)
15:25	Kısa Ara
2. Gün - Salı - 4 Eylül 2018	
Oturum 24	Bilim Toplum Etkinlikleri <i>Prof. Mehmet Emin Özel</i> (1 bildiri - Oturum Süresi: 00:40)
15:35	<i>Bilim-Toplum Etkinlikleri ve Astronomi</i> Serdar Evren (40 dk)
16:15	Ara
2. Gün - Salı - 4 Eylül 2018	
Oturum 25	Sıkı Nesnelere-I <i>Prof. Aysun Akyüz</i> (9 bildiri - Oturum Süresi: 02:00)
16:45	<i>Polarların Optik/Yakın-Kızılöte Gözlemleri</i> Dicle Zengin Çamurdan (5 dk)
16:50	<i>Kütle Aktarımı Yapan İki İlginç X-ışını Atarcası: GX 1+4 ve SXP 1062 (PDF)</i> Sıtkı Çağdaş İnam (20 dk)
17:10	<i>Disk Parçalanmasının Fiziği: Viskoz-Eğrilik Kararsızlığı</i> Suzan Doğan (20 dk)
17:30	<i>İki Yakın Sarmal Galakside X-ışın Kaynak Popülasyonunun Araştırılması</i> Sinan Allak (20 dk)
17:50	<i>Farklı Kara Delik Tiplerinin Çekimsel Merceklemeye Etkileri</i> Rahime Matur (5 dk)

17:55	<i>f(T) Teorisinde Küresel Simetrik Karadelik Çözümleri</i> Ali Nur Nurbaki (5 dk)
18:00	<i>Çift Kara Delik Sistemlerinde Gravitasyonel Dalga Formları (PDF)</i> İsmail Özbakır (5 dk)
3. Gün - Çarşamba - 5 Eylül 2018	
Oturum 31	Sıkı Nesnelere-II <i>Prof. Sıtkı Çağdaş İnam</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:10)
09:00	<i>Galaksi M51'de Bulunan APX X-4'ün Çoklu Dalgaboyu Analizleri</i> Aysun Akyüz (20 dk)
09:20	<i>Düşük Kütleli X-ışını Çiftlerinden Aşırı Parlak X-ışını Kaynaklarına: Nötron Yıldızlarından Gözlenen Yarı Periyodik Salınımlar (PDF)</i> Mehmet Hakan Erkut (20 dk)
09:40	<i>Galaktik Be/X-ışın Çiftleri: X-ışın, Optik/IR Bölge ve Yörünge Özellikleri</i> Mehtap Özbey Arabacı (20 dk)
10:00	<i>Kes 73 Süpernova Kalıntısının X-ışın Spektrel Özellikleri (PDF)</i> Beste Begiçarslan (5 dk)
10:05	<i>NGC 855 Galaksisinde Aşırı Parlak X-ışın Kaynağı X-1'in Optik Gözlemleri (PDF)</i> Melike Özdoğan (5 dk)
10:10	Ara
3. Gün - Çarşamba - 5 Eylül 2018	
Oturum 32	Astronomi Eğitimi ve Astrofotoğraf <i>Prof. Kazım Yavuz Ekşi</i> (4 bildiri - Oturum Süresi: 00:50)
10:40	<i>Fermi Açmazı ve "Söylencelerin Matematiksel Yayılma Kuramı": Yeni bir Çözüm Önerisi? (PDF)</i> Mehmet Emin Özel (20 dk)
11:00	<i>DSLR Kamera ve Lens Astrofotoğrafçılığı</i> Mustafa Aydın (20 dk)
11:20	<i>Halpa Güneş çekimi nasıl oluyor? (PDF)</i> Mehmet Ergün (5 dk)
11:25	<i>Güneş Sistemi ve Derin Uzay Astrofotoğrafçılığı</i> Murat Sana (5 dk)
11:30	Fotoğraf Çekimi
3. Gün - Çarşamba - 5 Eylül 2018	
Oturum 33	KAPADOKYA GEZİSİ VE KONGRE YEMEĞİ <i>Dr. Öğr. Üye. İnci Akkaya Oralhan</i>
12:00	Kongre Gezisi
4. Gün - Perşembe - 6 Eylül 2018	
Oturum 41	Ötegezegenler <i>Prof. Selim Osman Selam</i> (8 bildiri - Oturum Süresi: 01:45)
09:00	<i>Türk Astronomları tarafından keşfedilen ilk ötegezegen</i> Mesut Yılmaz (40 dk)

09:40	<i>Gezegenli Yıldızların Asterosismik İncelenmesi (PDF)</i> Cenk Kayhan (20 dk)
10:00	<i>HD199719 Yıldızının Çizgi Ortayı Analizi Yardımıyla Ötegezegen Araştırması</i> Didem Dilan İzci (20 dk)
10:20	<i>Kısa Dönemli Örtün Çift Yıldız Sistemlerinde Zamanlama Yöntemi ile 3. Cisim Araştırılması</i> Hüseyin Er (5 dk)
10:25	<i>Ötegezegen barındıran HAT-P-20 yıldızının tayfsal analizi: Ön Sonuçlar</i> Burak Keten (5 dk)
10:30	<i>WASP-103b Ötegezegeninin Geçiş Zamanı Değişimi</i> Seher Lal (5 dk)
10:35	<i>Alfa CrB Çift Yıldızının Yaşanabilir Bölgesi</i> Hande Pazan (5 dk)
10:40	Ara
4. Gün - Perşembe - 6 Eylül 2018	
Oturum 42	Radyo Astronomi <i>Doç. Mehmet Tanrıver</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:10)
11:20	<i>Soğuk Gaz ve Toz: Erken Tür Galaksilerde Spiral Şeklinde Yapılar</i> Mustafa Kürşad Yıldız (20 dk)
11:40	<i>2.8 GHz'de Güneş Radyo Akısı Gözlemleri İçin Radyo Teleskop Tasarımı</i> Görkem Koray Öz (20 dk)
12:00	<i>Türkiye'de Jeodezik VLBI Çalışmaları (PDF)</i> Emine Tanır Kayıkçı (20 dk)
12:20	<i>Tek Çanak Radyo Teleskop Kalibrasyon Teknikleri (PDF)</i> Recep Balbay (5 dk)
12:25	<i>Galaksilerdeki Moleküler Gazın Fiziksel Özelliklerinin Milimetre ve Milimetre Altı Gözlemlerle İncelenmesi</i> Kerem Osman Çubuk (5 dk)
12:30	Öğle Arası
4. Gün - Perşembe - 6 Eylül 2018	
Oturum 43	Samanlı ve Yerel Galaksiler <i>Prof. Tansel Ak</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:20)
14:00	<i>Genel Göreliliğe Alternatif Gravitasyonel Kuramlar</i> Yavuz Kaan Başkaya (20 dk)
14:20	<i>Yıldızlar Arası Ortamda Bulunan Toz Parçacıklarının Farklı Astrokimyasal Süreçler Üzerindeki Etkileri</i> Özgün Arslan (20 dk)
14:40	<i>Seçilmiş Galaksilerde Galaksi Kütleleri ve Merkezi Karadelik Kütleleri Arasındaki İlişki</i> Alper Ateş (20 dk)
15:00	<i>Yeni Bir Yıldız Kümesi: Gaia 2 (PDF)</i> Yahya Nasolo (5 dk)
15:05	<i>Seçilen Bazı Açık Yıldız Kümelerinin SDSS Taraması İle Fotometrik Analizleri</i> Seda Acar (5 dk)
15:10	<i>M83 Gökadasının Yıldız Oluşum Bölgelerinin Kataloglanması</i> Özgür Can Özüdoğru (5 dk)

15:15	<i>Yerel Kızılötesi Galaksilerin Parlaklık Fonksiyonu (PDF)</i> Ece Kilerci Eser (5 dk)
15:20	Kısa Ara
4. Gün - Perşembe - 6 Eylül 2018	
Oturum 44	Aktif Galaksiler ve Galaksi Kümeleri <i>Prof. Can Kılınc</i> (7 bildiri - Oturum Süresi: 01:35)
15:30	<i>Dönüşen Kuazarların X-Işın Özellikleri</i> Nurten Filiz Ak (20 dk)
15:50	<i>Cross-calibration of SMBH masses using X-SHOOTER spectroscopy</i> Turgay Çağlar (20 dk)
16:10	<i>Kümelerde Süpernova kimyasal sentezleri ve Kozmik metal zenginleşmesi</i> Murat Hüdaverdi (20 dk)
16:30	<i>Galaksi Kümelerindeki Merkezi Parlak Galaksilerin Etkinlik Türlerine Göre Sınıflandırılması</i> Süleyman Fişek (20 dk)
16:50	<i>Re-ionization dönemi galaksilerin kozmolojik simülasyonları</i> H. Aziz Kayıhan (5 dk)
16:55	<i>Multi-wavelength analyses of merging binary galaxy clusters</i> Turgay Çağlar (5 dk)
17:00	<i>İlkokulda STEM Eğitimi Yoluyla Astronomi ve Uzay Bilimleri Kariyer Farkındalığı Gezisi: Kayseri İli Örneği</i> Çelebi Kalkan (5 dk)
17:05	Ara
4. Gün - Perşembe - 6 Eylül 2018	
Oturum 45	Yıldız Tayfı <i>Prof. M. Türker Özkan</i> (9 bildiri - Oturum Süresi: 00:45)
17:30	<i>TUG'da Gözlenen Am Yıldızları</i> Aslı Elmaslı Akçar (5 dk)
17:35	<i>Oldukça Yüksek Dış Merkezli Çift Sistem: HD 10259</i> Mesut Yılmaz (5 dk)
17:40	<i>RV Tauri türü Post-AGB Yıldızların Alfa-element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY</i> Gizay Yolalan (5 dk)
17:45	<i>Güney Yarımküre'den V4396 Sgr ve BK Ind Ayrık Çift Yıldızlarının Tayfsal Gözlemleri</i> Burcu Apak (5 dk)
17:50	<i>Tayfsal Çözümleme Yöntemi İle Delta Lib Yıldızının Bolluk Analizi</i> Melek Dülger (5 dk)
17:55	<i>AL CoL Yıldızının Atmosfer Analizi</i> Nilüfer Felek (5 dk)
18:00	<i>Nötron Yıldızı <RX J1856> Mayıs2001-Mayıs2018 Araştırmaları</i> Neşever Gür (5 dk)
18:05	<i>Metalce Fakir Halo Yıldızlarının alfa-element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY (PDF)</i> Gizay Yolalan (5 dk)
18:10	TAD Oturumu (90 dk)
5. Gün - Cuma - 7 Eylül 2018	

Oturum 51	Teleskop ve Ekipmanları-I <i>Prof. Serap Ak</i> (6 bildiri - Oturum Süresi: 01:35)
09:00	<i>DAG: Son Gelişmeler - 2018</i> Cahit Yeşilyaprak (40 dk)
09:40	<i>DAG Odak Düzlemi Aygıtları: Birinci Nesil Öngörüler</i> Tenay Saguner Rambaldi (20 dk)
10:00	<i>DAG 4m Teleskobunda Sistem Mühendisliği Süreçleri</i> Deniz Çoker (20 dk)
10:20	<i>DAG-SLODAR (SLOpe Detection And Ranging) Teleskobu (PDF)</i> Onur Şatır (5 dk)
10:25	<i>DAG-TGI: Türbülans Jeneratörü Kalibrasyonu</i> Cihan Tuğrul Tezcan (5 dk)
10:30	<i>DAG Yerleşkesi ve Çevresinin Atmosferik Özellikleri</i> Funda Yüzlükoğlu (5 dk)
10:35	Ara
5. Gün - Cuma - 7 Eylül 2018	
Oturum 52	Teleskop ve Ekipmanları-II <i>Doç. Sinan Kaan Yerli</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:10)
11:00	<i>OPAM tarafından Üretilen Derotator Sistemi ve TROIA (TuRkish adaptive Optics system for Infrared Astronomy) Adaptif Optik Sistemi</i> Onur Keskin (20 dk)
11:20	<i>Doğu Anadolu Gözlemevi Yerleşkesinde Farklı Ekipmanlar Yardımıyla Atmosferik Görüş Ölçümleri</i> Yavuz Güney (20 dk)
11:40	<i>Robotik Teleskop Ağları</i> Murat Koçak (20 dk)
12:00	<i>Göktaşlarının Analizleri ve Doğru Bilinen Yanlışlar</i> Ozan Ünsalan (5 dk)
12:05	<i>Asteroid Madencilği ve Ülkemizde Bugüne Kadar Yapılanlar</i> Ozan Ünsalan (5 dk)
12:10	Öğle Arası
5. Gün - Cuma - 7 Eylül 2018	
Oturum 53	Kırmızıöte Astronomisi <i>Doç. Cahit Yeşilyaprak</i> (5 bildiri - Oturum Süresi: 01:10)
14:00	<i>Süpernova Kalıntısı CTB 109 ile Etkileşimdeki Genç Yıldızsal Nesnelere</i> Baha Dinçel (20 dk)
14:20	<i>Gökada Merkezi Doğrultusunda Yıldızlararası Karbonlu Tozların Dağılımı</i> Burcu Günay (20 dk)
14:40	<i>SRd Türü Yarı Düzenli Değişenlerin Post-AGB Karakteristiklerinin Tespiti: Çok Ulaklı Kırmızıöte Gözlemleri</i> Ömrüm Hilal (20 dk)
15:00	<i>SPIRE Haritalarında Bilinmeyen Galaksileri Bulma</i> Şüheda Açıkgöz (5 dk)
15:05	<i>Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonların Tayfsal Özellikleri</i> Tayfun Karabacak (5 dk)

15:10	Kısa Ara
5. Gün - Cuma - 7 Eylül 2018	
Oturum 54	Gözlemleri <i>Doç. Hasan Ak</i> (10 bildiri - Oturum Süresi: 01:50)
15:25	<i>Dünyada Astronomik Yer Seçimi Çalışması</i> Nazım Aksaker (20 dk)
15:45	<i>GÖKSİS: Gökyüzü Kalitesi Ölçüm Sistemi (PDF)</i> Sinan Kaan Yerli (20 dk)
16:05	<i>GAIA DR2 Verileri ile DAG Aktif Optik Gök Kapsamı</i> Cihan Tuğrul Tezcan (20 dk)
16:25	<i>İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Odak Düzlemi Aygıtı Test ve Karakterizasyon Laboratuvarı</i> Sinan Aliş (20 dk)
16:45	<i>İstanbul Üniversitesi Teleskoplarının Otomasyonu</i> Sinan Aliş (5 dk)
16:50	<i>TUG Teleskoplarının ve Gözlem Projelerinin Etkinliklerine İlişkin Değerlendirmeler</i> M. Türker Özkan (5 dk)
16:55	<i>Katalog Verisi Kullanılarak Çoklu Işıkolçüm</i> Mohammad Shameoni Niaei (5 dk)
17:00	<i>Başucu Noktası ve Kutup Yıldızı Gözlemleriyle Atmosferik Görüş Ölçümü</i> Erdem Aytekin (5 dk)
17:05	<i>Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Dünya Genelinde PWV Analizi</i> Zühal Kurt (5 dk)
17:10	<i>Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Dünya Genelinde Işık Kirliliği Analizi</i> Ravide Kezban Seyhan (5 dk)
17:15	Ara
5. Gün - Cuma - 7 Eylül 2018	
Oturum 55	Kongre Kapanış <i>Prof. Tansel Ak</i>
17:45	Değerlendirme ve Kapanış Konuşmaları (30 dk)

İçindekiler

- 445 Ülkemizde Uydu ve Uzay Teknolojileri Alanında Faaliyetler ve Türkiye Uzay Ajansı Kurulum Çalışmaları
Ali Baygeldi
- 449 Türkiye-Rusya İşbirliği ile Yapılacak Uydu Gözlemleri ve Gelecek Çalışmalar
Tolga Güver
- 451 Koronal Kütle Atımlarından Oluşan Şok Dalgalarının İncelenmesi
Hüseyin Çavuş
- 453 Güneş Parlamalarında Yarı-Periyodik Salınımların X-ışınlarında Araştırılması
Hasret Atasoy
- 455 24. Güneş Leke Aktivite Çevriminin Karakteristik Özellikleri
Adnan Ökten v.ark.
- 457 Koronal Kütle Atımları ile Güneş Aktivitesi ve Auroral Aktivitenin İncelenmesi
Havva Aksaç
- 459 Güneş'in Fraunhofer Spektrumundaki 5434.534Å Fel ve 6301.508Å Fel Çizgilerinin Merkez-Kenar Değişimlerinin İncelenmesi
Adnan Ökten v.ark.
- 461 Güneş Lekelerinin Manyetik Sınıflandırması ve Zürih Sınıflandırması Arasındaki İlişkinin Araştırılması
Ahmet Burak Karslıoğlu v.ark.
- 465 İklim Üzerinde Güneş Lekelerinin Rolü
Nuri Emrahoğlu
- 467 Derin Örtümlü Gaia14aae Kataklişik Değişen Yıldızı
Almaz Galeev v.ark.
- 471 KIC6670812 Örtün Değişen Sisteminin Mutlak Parametrelerinin Elde Edilmesi ve Yüzey Parlaklık Dağılımının Modellenmesi
Engin Bahar v.ark.
- 473 V444 Cyg Örtün Wolf-Rayet Çift Sistemi
İbrahim Aköz v.ark.
- 475 KIC3347485 Çoklu Sisteminin Fotometrik Analizi
Derviş Ersin Tokbay v.ark.
- 477 Aktif Yıldızların Uzun Süreli Işıklıölçümü
Fatma Uyanık v.ark.
- 479 Bazı Değün Çift Yıldızların Modellenmesi
Mümin Güneş v.ark.
- 481 WZ Sge Türü Kataklişik Değişen Yıldızlar
Elif Köksal v.ark.
- 483 Türkiye'de Uydu Teknolojilerinin Bugünü ve Geleceği
Lokman Kuzu
- 485 Bazı Klasik Algollerde Kütle Aktarımı ve C/N Oranı İlişkisi
Ahmet Dervişoğlu v.ark.
- 487 "UV Ceti Türü Yıldızlarda Flare Enerjisinin ve Mekanizmasının Tayf Türüne göre De-

- ğışimi" Başlıklı TÜBİTAK 1001 Projesi'nin Sonuçları
Ezgi Yoldaş v.ark.
- 491 RU Cnc Çift Sisteminin Hassas Fiziksel Öğeleri ve Evrimi
Kutay Arınç Çokluk v.ark.
- 495 HD 10308 Tayfsal Çiftinin Farklı Gözlemevi ve Farklı Tarihlerdeki Tayflarının Karşılaştırmalı Analizi
Hasan Ak
- 497 TÜBİTAK TUG RTT150 ve T100 Gaia Gözlemlerindeki Bazı Kataklistik Değişen Adaylarının Işık Eğrileri
Hasan H. Esenoğlu v.ark.
- 501 Seçilen Uzun Dönemli Çift Sistemlerin Tayf Gözlemleri ve Yörünge Çözümleri
Evrin Kıran v.ark.
- 505 Açık Küme Sefeidlerinden Dönem-Işıtma Bağıntısının Belirlenmesi
Esin Sipahi v.ark.
- 509 TESS (TASC) Hedef Listesinden Seçilen Yıldızların Asterosismik İncelenmesi
Sibel Örtel v.ark.
- 513 Kepler Sismik İkizlerinin Diferansiyel Sismik Analiz Metodu ile Detaylı Modellemesi
Nesibe Özel v.ark.
- 515 Gama Dor Bileşenli Örtlen Çift Sistemlerin Fiziksel Özellikleri
Ömür Çakırlı v.ark.
- 517 Zonklayan Bileşenli Çift Yıldızların Evrimi
Barış Hoyman v.ark.
- 521 Doppler Hüzmelenmesi Gösteren Çift Sistemlerde Fotometriden Dikine Hız Eldesi
H.Gökhan Gökay v.ark.
- 525 ROTSEİld Değişen Yıldız Kataloğu
Onur Şatır v.ark.
- 527 Kepler Verileriyle Bazı Yıldızların Yüzey Parlaklık Dağılımı Haritalaması
İbrahim Özavcı v.ark.
- 531 Jirokronoloji: Konvektif Yüzeyi olan Yıldızlarda Yaş-Dönme Dönemi İlişkileri
Akcan Dayıbaş v.ark.
- 535 KIC 11560447'de Soğuk Leke Göç Hareketi ve Flare Aktivitesi
Şeyda Enez v.ark.
- 537 Gizemli Yıldız KIC 8669092'nin Kromosferik Aktivitesi
Nurhan Özlem Kaya v.ark.
- 539 HAT-P-19 Yıldızının Tayfsal Analizi
Selçuk Yalçınkaya v.ark.
- 543 Hızlı Video Görüntüleme Tekniği İle Yıldız Fotometrisi
Gökalp Ülkü v.ark.
- 545 Bilim-Toplum Etkinlikleri ve Astronomi
Serdar Evren
- 547 Polarların Optik/Yakın-Kızılöte Gözlemleri
Dicle Zengin Çamurdan v.ark.

- 549 Kütle Aktarımı Yapan İki İlginç X-ışını Atarcası: GX 1+4 ve SXP 1062
Sıtkı Çağdaş İnam v.ark.
- 553 Toz Saçılma Halesi Kullanarak 4U 1630-47 Kaynağının Uzaklık Ölçümü
Emrah Kalemci v.ark.
- 555 Kütle Aktaran Nötron Yıldızlarının Yavaşlama Fazlarında Pervane ve Kütle Aktarım Torkları: PSR J1023+0038 Gözlemleriyle Test
Ünal Ertan
- 557 Disk Parçalanmasının Fiziği: Viskoz-Eğrilik Kararsızlığı: Viskoz-Eğrilik Kararsızlığı
Suzan Doğan v.ark.
- 561 İki Yakın Sarmal Galakside X-ışın Kaynak Popülasyonunun Araştırılması
Sinan Allak v.ark.
- 565 Farklı Kara Delik Tiplerinin Çekimsel Mercekleme Etkileri
Rahime Matur v.ark.
- 567 f(T) Teorisinde Küresel Simetrik Karadelik Çözümleri
Ali Nur Nurbaki v.ark.
- 569 Çift Kara Delik Sistemlerinde Gravitasyonel Dalga Formları
İsmail Özbakır
- 571 Galaksi M51'de Bulunan APX X-4'ün Çoklu Dalgaboyu Analizleri
Aysun Akyüz v.ark.
- 575 Düşük Kütleli X-ışını Çiftlerinden Aşırı Parlak X-ışını Kaynaklarına: Nötron Yıldızlarından Gözlenen Yarı Periyodik Salınımlar
M. Hakan Erkut v.ark.
- 579 Galaktik Be/X-ışın Çiftleri: X-ışın, Optik/IR Bölge ve Yörünge Özellikleri
Mehtap Özbey Arabacı v.ark.
- 583 Kes 73 Süpernova Kalıntısının X-ışın Spektrel Özellikleri
Beste Begičarslan v.ark.
- 585 NGC 855 Galaksisinde Aşırı Parlak X-ışın Kaynağı X-1'in Optik Gözlemleri
Aysun Akyüz v.ark.
- 589 Fermi's Paradox and Mathematical Theory of Rumours: A Possible New Solution?
Mehmet Emin Özel
- 595 DSLR Kamera ve Lens Astrofotoğrafçılığı
Mustafa Aydın
- 597 H-alfa Güneş Çekimi Nasıl Oluşuyor?
Mehmet Ergün
- 599 Güneş Sistemi ve Derin Uzay Astrofotoğrafçılığı
Murat Sana
- 601 Türk Astronomları Tarafından Keşfedilen İlk Ötegezegen
Mesut Yılmaz
- 607 Gezegenli Yıldızların Asterosismik İncelenmesi
Cenk Kayhan Kayhan v.ark.
- 613 HD199719 Yıldızının Çizgi Ortayı Analizi Yardımıyla Ötegezegen Araştırması
Didem Dilan İzci v.ark.

- 617 Kısa Dönemli Örtün Çift Yıldız Sistemlerinde Zamanlama Yöntemi ile 3. Cisim Araştırılması
Hüseyin Er v.ark.
- 619 Ötegezegen Barındıran HAT-P-20 Yıldızının Tayfsal Analizi: Ön Sonuçlar
Burak Keten v.ark.
- 621 WASP-103b Ötegezegeninin Geçiş Zamanı Değişimi
Seher Lal v.ark.
- 623 α CrB Çift Yıldızının Yaşanabilir Bölgesi
Hande Pazan v.ark.
- 627 TrES-5b'nin Geçiş Süresi Değişimi
Muhammed Ali Üzümcü v.ark.
- 629 Soğuk Gaz ve Toz: Erken Tür Galaksilerde Spiral Şeklinde Yapılar
Mustafa Kürşad Yıldız v.ark.
- 633 2.8 GHz'de Güneş Radyo Akısı Gözlemleri İçin Radyo Teleskop Tasarımı
Görkem Koray Öz v.ark.
- 637 Türkiye'de Jeodezik VLBI Çalışmaları
Emine Tanır Kayıkçı v.ark.
- 639 Tek Çanak Radyo Teleskop Kalibrasyon Teknikleri
Recep Balbay v.ark.
- 641 Galaksilerdeki Moleküler Gazın Fiziksel Özelliklerinin Milimetre ve Milimetre Altı Gözlemlerle İncelenmesi
Kerem Osman Çubuk v.ark.
- 643 Genel Göreliliğe Alternatif Gravitasyonel Kuramlar
Yavuz Kaan Başkaya v.ark.
- 647 Yıldızlararası Ortamda Bulunan Toz Parçacıklarının Farklı Astrokimyasal Süreçler Üzerindeki Etkileri
Özgün Arslan v.ark.
- 651 Seçilmiş Galaksilerde Galaksi Kütleleri ve Merkezi Karadelik Kütleleri Arasındaki İlişki
Alper Ateş v.ark.
- 653 Yeni Bir Yıldız Kümesi: Gaia 2
Yahya Nasolo v.ark.
- 655 Seçilen Bazı Açık Yıldız Kümelerinin SDSS Taraması İle Fotometrik Analizleri
Seda Acar v.ark.
- 659 M83 Gökadasının Yıldız Oluşum Bölgelerinin Kataloglanması
Özgür Can Özudoğru
- 661 Yerel Kızılötesi Galaksilerin Parlaklık Fonksiyonu
Ece Kilerci Eser
- 663 Dönüşen Kuazarların X-Işın Özellikleri
Nurten Filiz Ak v.ark.
- 667 Cross-calibration of SMBH Masses Using X-SHOOTER Spectroscopy
Turgay Çağlar
- 669 Kümelerde Süpernova Kimyasal Sentezleri ve Kozmik Metal Zenginleşmesi

- Murat Hüdaverdi v.ark.*
- 671 Galaksi Kümelerindeki Merkezi Parlak Galaksilerin Etkinlik Türlerine Göre Sınıflandırılması
Süleyman Fişek v.ark.
- 675 Re-ionization Dönemi Galaksilerin Kozmolojik Simülasyonları
H. Aziz Kayıhan v.ark.
- 677 Multi-wavelength Analyses of Merging Binary Galaxy Clusters
Turgay Çağlar
- 679 İlkokulda STEM Eğitimi Yoluyla Astronomi ve Uzay Bilimleri Kariyer Farkındalığı Gezisi: Kayseri İli Örneği
Çelebi Kalkan
- 681 TUG'da Gözlenen Am Yıldızları
Aslı Elmaslı Akçar
- 683 Oldukça Yüksek Dış Merkezli Çift Sistem: HD 10259
Mesut Yılmaz v.ark.
- 685 RV Tauri türü Post-AGB Yıldızların α -element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY205
Gizay Yolalan v.ark.
- 689 Güney Yarımküre'den V4396 Sgr ve BK Ind Ayırık Çift Yıldızlarının Tayfsal Gözlemleri
Burcu Apak v.ark.
- 693 Tayfsal Çözümleme Yöntemi İle Delta Lib Yıldızının Bolluk Analizi
Melek Dülger v.ark.
- 695 AL CoL Yıldızının Atmosfer Analizi
Nilüfer Felek v.ark.
- 697 Nötron Yıldızı <RX J1856> Mayıs 2001 – Mayıs 2018 Araştırmaları
Neşever Gür
- 699 Metalce Fakir Halo Yıldızlarının α -element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY205
Gizay Yolalan v.ark.
- 703 HD 90763 ve HD 92728 Yıldızlarının Atmosfer Analizi
Kübra Özge Ünal v.ark.
- 705 DAG: Son Gelişmeler - 2018
Cahit Yeşilyaprak
- 707 DAG Odak Düzlemi Aygıtları: Birinci Nesil Öngörülleri
Tenay Saguner Rambaldi v.ark.
- 711 DAG 4m Teleskobunda Sistem Mühendisliği Süreçleri
Deniz Çoker v.ark.
- 715 DAG-SLODAR (SLOpe Detection And Ranging) Teleskobu
Onur Şatır v.ark.
- 717 DAG-TGI: Türbülans Jeneratörü Kalibrasyonu
Cihan Tuğrul Tezcan v.ark.
- 719 DAG Yerleşkesi ve Çevresinin Atmosferik Özellikleri
Funda Yüzlükoğlu v.ark.
- 721 OPAM tarafından Üretilen Derotator Sistemi ve TROIA (TuRkish adaptive Optics system

- for Infrared Astronomy) Adaptif Optik Sistemi
Onur Keskin
- 723 Doğu Anadolu Gözlemevi Yerleşkesinde Farklı Ekipmanlar Yardımıyla Atmosferik Görüş Ölçümleri
Yavuz Güney v.ark.
- 725 Robotik Teleskop Ağları
Murat Koçak v.ark.
- 727 Göktaşlarının Analizleri ve Doğru Bilinen Yanlılar
Ozan Ünsalan
- 729 Asteroit Madenciliği ve Ülkemizde Bugüne Kadar Yapılanlar
Ozan Ünsalan
- 731 Süpernova Kalıntısı CTB 109 ile Etkileşimdeki Genç Yıldızsal Nesnelere
Baha Dinçel v.ark.
- 735 Gökadamız Merkezi Doğrultusunda Yıldızlararası Karbonlu Tozların Dağılımı
Burcu Günay v.ark.
- 739 SRd Türü Yarı Düzenli Değişenlerin Post-AGB Karakteristiklerinin Tespiti: Çok Ulaklı Kırmızıöte Gözlemleri
Ömrüm Hilal v.ark.
- 742 SPIRE Haritalarında Bilinmeyen Galaksileri Bulma
Şüheda Açıkgöz
- 743 Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonların Tayfsal Özellikleri
Tayfun Karabacak v.ark.
- 745 Dünyada Astronomik Yer Seçimi Çalışması
Nazım Aksaker v.ark.
- 749 GÖKSİS: Gökyüzü Kalitesi Ölçüm Sistemi
Sinan Kaan Yerli v.ark.
- 753 GAIA DR2 Verileri ile DAG Aktif Optik Gök Kapsamı
Cihan Tuğrul Tezcan v.ark.
- 755 İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Odak Düzlemi Aygıtı Test ve Karakterizasyon Laboratuvarı
Sinan Aliş v.ark.
- 759 İstanbul Üniversitesi Teleskoplarının Otomasyonu
Sinan Aliş v.ark.
- 761 TUG Teleskoplarının ve Gözlem Projelerinin Etkinliklerine İlişkin Değerlendirmeler
M. Türker Özkan v.ark.
- 765 Katalog Verisi Kullanılarak Çoklu Işıkölçüm
Mohammad Shameoni Niaei v.ark.
- 767 Başucu Noktası ve Kutup Yıldızı Gözlemleriyle Atmosferik Görüş Ölçümü
Erdem Aytekin v.ark.
- 769 Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Türkiye Genelinde PWV Analizi
Zühal Kurt v.ark.
- 771 Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Dünya Genelinde Işık Kirliliği Analizi
Ravide Kezban Seyhan v.ark.

Ülkemizde Uydu ve Uzay Teknolojileri Alanında Faaliyetler ve Türkiye Uzay Ajansı Kurulum Çalışmaları

Ali Baygeldi¹★,

¹Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Ankara

Özet

Bu çalışmada ülkemizdeki uydu ve uzay Teknolojileri alanındaki faaliyetlere değinilmiş ve Türkiye Uzay Ajansı kurulum çalışmaları hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: management: institution, Uydu Sistemleri, Uzay Etkinliği, Uzay Politikası, Uzay Hukuku

1 Giriş

Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü, **1 Kasım 2011** tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan "Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında **655** Sayılı Kanun Hükmünde Kararname" ile kurulmuş, Eylül 2012'de fiilen faaliyete başlamıştır. Genel Müdürlüğümüz yeni Cumhurbaşkanlığı sistemi ile **10 Temmuz 2018** tarihli **1 sayılı** Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Kararnamenin 484. maddesi ile yeniden teşkil olmuştur.

2 Görevlerimiz

İlgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon içerisinde;

- Havacılık ve uzay sanayinin kurulması, teknolojilerinin geliştirilmesi,
- Havacılık ve uzay bilimlerinin geliştirilmesi,
- Uzaya yönelik yeteneklerin kazanılması hususlarında, politika, strateji ve hedefleri belirlemektir.

Hava Araçları, Uydular, Fırlatma Araç ve Sistemleri, Tasarım ve Test Merkezleri ile ilgili; her türlü ürün, teknoloji, sistem, tesis, araç ve gereçleri,

- Yapmak / Yaptırmak,
- Kurmak / Kurdurmak,
- İşletmek / İşlettirmek,
- Geliştirmek,
- Teşviklerle Desteklemektir.

Ayrıca;

- Havacılık ve uzay teknolojilerine ilişkin araştırma ve geliştirme faaliyetlerini desteklemek,
- Uzay ve havacılık sanayiine ilişkin düzenlemeler yapmak, standartlar belirlemek, kontrol, onay ve yetkilendirme işlemleri yapmak,
- Uzaya ilişkin ulusal egemenlik kapsamındaki hakların kullanımı, bu hakların yönetimi ve kullanılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemek,
- İlgili ticari, sanayi ve eğitim kuruluşları ile kamu kurum ve kuruluşları arasında gerekli işbirliği ve koordinasyon çalışmalarını yürütmek.
- Uzay ortamından ve teknolojilerinden yararlanarak insan sağlığının ve çevrenin korunmasına, doğal afetlerin önceden tes-

piti suretiyle hasarlarının azaltılmasına, doğal kaynakların değerlendirilmesine ve ülkenin kalkınmasına yönelik çalışmalar yapmak veya yaptırmaktır.

Genel Müdürlüğümüz kurulduğu günden itibaren kuruluş kanunundan elde ettiği yetki ve sorumluluklarla, katma değeri en yüksek sektörlerden birisi olan havacılık ve uzay sektörü üzerine yoğunlaşan bir çalışma içerisine girmiştir.

21.inci yüzyılın şekillenmesine yön veren uzay teknolojileri, ülkelerin ekonomisine ve gelişmesine katkı sağlayan yeni ve öncelikli bir kalkınma sektörü haline gelmiştir.

- Haberleşme uydusu filomuzu genişletme çalışmaları, gelişen teknolojiye paralel olarak hızla devam etmektedir. Türkiye artık kendi haberleşme uydusunu (TÜRKSAT-6A) yapabilecek seviyeye ulaşmıştır.
- Yer gözlem uydusu filomuzu genişletme çalışmaları devam etmektedir. Türkiye kendi yer gözlem uydularını yapabilmektedir. (GÖKTÜRK 1 ve 2)
- Avrupanın en büyükleri arasında yer alan Uzay Sistemleri Entegrasyon Test Merkezine (USET) sahip bir ülke olarak, gerek bilimsel ve gerek ticari uydu üretimi konusunda uluslararası işbirlikleri çalışmalarına hızla devam edilmektedir.
- Türkiye Uzay Ajansının kurulma çalışmaları Cumhurbaşkanlığı 100 Günlük Eylem Planı içerisinde yer almıştır.

3 Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi (USET)

Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi (USET) TAI bünyesinde Bakanlığımızın destekleriyle kurulmuştur. Ulusal ve uluslararası uzay programları için kütlesi 5 tona kadar olan uyduların montaj, entegrasyon ve test işlemleri yapılabilmektedir. Ülkemizin ilk yerli haberleşme uydusu TÜRKSAT-6A'nın testleri bu merkezde yapılmaktadır.

USET'in Yetenekleri:

- Termal Vakum Testler
- EMI/EMC Testleri
- CATR Testleri
- Güneş Paneli Açılma Testleri
- Titreşim Testleri
- Kütle Ölçümü
- Akustik Testler
- MLI

★ hasan.pehlivan@udhb.gov.tr

4 Çalışmalarımız

4.1 Havacılık Teknolojileri Test ve Mükemmeliyet Merkezi Fizibilite Etüdü Projesi

Havacılık sanayinin mevcut altyapı, kabiliyet ve kapasitesinin geliştirilmesi, uluslararası alanda rekabet edebilecek nitelikte ve kalitede ürünlerin imal edilmesi amacı ile sektörün ihtiyaç duyduğu test merkezleri, laboratuvarlar, rüzgar tünelleri vb. altyapıların tespit edilmesini ve bunların işletme-idame modellerine ilişkin önerilerin geliştirilmesini kapsamaktadır.

Ulusal ölçekte iki ayrı çalıştay gerçekleştirilmiştir:

- Havacılık Teknolojileri Test ve Mükemmeliyet Merkezi (Havacılık Sanayii Sertifikasyon-Test Altyapı ve İhtiyaçlarını Belirleme) Çalıştayı
- Havacılık Teknolojileri Test ve Mükemmeliyet Merkezi Fizibilite Etüdü Projesi Kapanış Çalıştayı

4.2 Uluslararası Uzay İstasyonunda Testlere Başlanılması

Bakanlığımız ile Japonya Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT) arasında uydu ve uzay teknolojileri alanında yapılan işbirliği protokolü kapsamında,

Uluslararası Uzay İstasyonunda (ISS) bulunan Japonya'ya ait KIBO modülünde, milli uydu ve uzay teknolojilerimizin geliştirilmesinde kullanılacak malzemelerin **uzay dayanım testleri ve biyolojik deneyler** yapma imkanı elde edilmiş ve deney süreci başlatılmıştır.

Bu kapsamda Genel Müdürlüğümüz koordinesinde, Aselsan tarafından geliştirilen malzemelerin uzay dayanım testlerine yönelik çalışmalar Japonya Uzay Ajansı (JAXA) ile koordineli olarak yürütülmüştür.

Söz konusu projeye ilişkin Nisan 2017 tarihinde **açık uzay ortamında test süreci** başlamıştır. 1 yıl süren testler tamamlanmıştır. Malzemeler birkaç ay içerisinde ülkemize getirilecektir.

Japonya ile yapılan işbirliği protokolü kapsamında, İstanbul Teknik Üniversitesi Malzeme Bilimleri ve Enerji Enstitüleri tarafından geliştirilen, uydularımızda ve uzay teknolojilerinde kullanılacak kendini çok yönlü onarabilen nanokompozit malzemeler, Uluslararası Uzay İstasyonunda uzay radyasyon testlerine tabi tutulmak üzere Genel Müdürlüğümüz koordinesinde Japonya'da Japon Uzay Ajansı (JAXA) yetkililerine Kasım 2017'de teslim edilmiştir.

Teste tabi tutulacak malzemeler, 02.04.2018 tarihinde Falcon roketiyle ABD'den gerçekleştirilen fırlatma ile Uluslararası Uzay İstasyonuna ulaştırılmıştır. 23.05.2018 tarihinde **açık uzay ortamında test süreci** başlamıştır.

4.3 UBAK-USAT Deneysel Uydusunun Geliştirilmesi ve Yörüngeye Gönderilmesi

Japonya ile yapılan aynı işbirliği protokolü kapsamında, Genel Müdürlüğümüz koordinesinde, **İstanbul Teknik Üniversitesi ve Japonya Kyushu Teknoloji Enstitüsü** işbirliğiyle UBAK-USAT Deneysel Haberleşme Uydusu'nun üretimi ve test çalışmaları tamamlanmıştır.

UBAK-USAT uydusu, 02.04.2018 tarihinde Falcon roketiyle ABD'den gerçekleştirilen fırlatma ile Uluslararası Uzay İstasyonuna ulaştırılmıştır. 11 Mayıs 2018 de UBAK-USAT Deneysel Haberleşme Uydumuz Uluslararası Uzay İstasyonundan uzaydaki yörüngesine başarıyla gönderilmiştir.

4.4 Japonya'da Uzaktan Algılama Veri Analizi ve İleri Düzey SAR Eğitimi Verilmesi

Yine aynı işbirliği protokolü kapsamında, Genel Müdürlüğümüz koordinesinde; Japonya Uzaktan Algılama Teknoloji Merkezinde, (RESTEC) **uzaktan algılama veri analizi ve ileri düzey Yarıaçıklıklı radar (Synthetic Aperture Radar- SAR) uydu teknolojisi eğitimi**, 13.02.2017-18.02.2017 tarihleri arasında Tokyo'da gerçekleştirilmiştir.

Genel Müdürlüğümüz koordinesinde Japonya'dan ve ülkemizden ilgili kurum temsilcilerinin katılımı ile 13.03.2018 tarihinde Ankara'da bir işbirliği çalıştayı düzenlenmiştir.

4.5 EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service- Avrupa Küresel Konum Belirleme Hizmeti) Fizibilite Projesi

EGNOS Sistemi, GALILEO navigasyon uydularının sinyallerini alarak yer istasyonlarında bu sinyallerin konum bilgileri hassasiyetinin artırılması ve tekrar uydular aracılığıyla son kullanıcılara yüksek konum hassasiyeti sunmayı amaçlamaktadır.

EGNOS Sisteminin, tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde sistem ihtiyaçlarının ve kullanım alanlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu proje, Avrupa Birliği Horizon 2020 programı kapsamında AB fonlarından desteklenen, uluslararası 19 partnerden oluşmuş bir projedir.

EGNOS Projesi kapsamında, 17-18 Mayıs 2017 tarihlerinde Ankara'da Genel Müdürlüğümüz koordinesinde uluslararası katılımı bir çalıştay gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan fizibilite raporunun onay süreci devam etmektedir.

4.6 Havacılık ve Uzay Envanter Programları Oluşturulması ve Akademi Programı

- Havacılık ve Uzay Teknolojileri Sektör Envanter Programı:
- Test Merkezleri ve Laboratuvarlar Envanter Programı: Her iki proje de dışarıdan herhangi bir kaynak kullanmaksızın tamamen Genel Müdürlüğümüz personel ve imkanlarıyla tamamlanmıştır.
- Havacılık ve Uzay Akademisi Programı:
- İnsan Kaynağı Envanteri ve Proje Stoku Oluşturulması Çalışması: İnsan kaynakları envanterine 1278 kişi dahil edilmiştir. Söz konusu kişilerden 40'ı yurt dışında ikamet etmektedir.

5 Uluslararası İlişkiler ve İşbirliği Çalışmaları

Uzay alanında Ülkemiz menfaatlerinin korunması, Uluslararası işbirliklerinin geliştirilmesi ve uzayın tüm insanlığın yararına barışçıl amaçlarla kullanılması için;

- Birleşmiş Milletler Dış Uzay Ofisi (UNOOSA),
- BM Dış Uzayın Barışçıl Amaçlarla Kullanılması Komitesi (COPUOS)
- Asya-Pasifik Ülkeleri Uzay Ajansları Bölgesel Forumu (APR-SAF),
- Uluslararası Uzay Federasyonu (IAF),
- Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU),
- Asya Pasifik Uzay İşbirliği Örgütü (APSCO)
- Avrupa Meteoroloji Uyduları İşletme Teşkilatı (EUMETSAT)

tarafından yapılan çalışmalara katılım sağlanmaktadır.

- Birleşmiş Milletler Dış Uzay İşleri Ofisi (UNOOSA) Uzayın

Barışçıl Amaçlarla Kullanımı Komitesi (COPUOS) bünyesinde görüşülmekte olan "Dış Uzayın Uzun Dönem Sürdürülebilirliği İçin İlkeler" belgesinin teşkiline ilişkin çalışmalara devam edilmektedir.

- Asya Pasifik Bölgesel Uzay Ajansları Forumunun (APRSAF) toplantılarına katılım sağlanarak, ülkemizdeki uzay faaliyetleri hakkında sunumlar yapılmaktadır. Özellikle Asya ülkelerinin uzay araştırmaları hakkında detaylı bilgilere erişilmiş, başta Japonya olmak üzere çeşitli ülke uzay ajansları yetkilileri ile işbirliğini geliştirme konusunda görüşmelerde bulunmaktadır.
- Uzaya fırlatılan cisimlerin tescili konusunda **ulusal irtibat noktası** olan Genel Müdürlüğümüz; BM tarafından ülkemize yapılan bildirimler üzerine çeşitli ülkeler tarafından uzaya gönderilen cisimlerin kayıt altına alınması çalışmalarına devam edilmektedir. (2018 yılı içerisinde toplam 205 uzay cismine ilişkin bildirim yapılmış olup Genel Müdürlüğümüz kayıtlarına işlenmiştir.)

6 Türkiye Uzay Ajansı

Güncel çalışmalarının başında "Türkiye Uzay Ajansının Kurulması ve Ülkemizde Uzaya Yönelik Faaliyetlerin Düzenlenmesi" gelmektedir. Yeni Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sisteminin ilk 100 günlük eylem planı içerisinde "Türkiye Uzay Ajansı"nın kurulması yer almıştır.

Ülkemizin 2023 yılında dünyanın ilk on büyük ekonomisi içerisinde olma hedefine uygun olarak, diğer gelişmiş ülkelerdeki uzay organizasyonları da dikkate alınarak TÜRKİYE UZAY AJANSI kurulmasına yönelik çalışmalar Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinesinde yürütülmekte olup, Bakanlığımız adına Genel Müdürlüğümüz çalışmalara katılım sağlamaktadır.

Türkiye Uzay Ajansı'nın kurulması ile birlikte ülkemizin;

- Uzay ve havacılık teknolojileri ile ilgili temel politika ve stratejilerinin belirlenmesi ve uygulanması,
- Uzay ve havacılık teknolojileri alanında dışa bağımlı olmayan rekabetçi bir sanayinin geliştirilmesi,
- Toplumun refahı ve milli menfaatler doğrultusunda uzay teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması,
- Bu alanda faaliyet gösteren kurum ve kuruluşların koordine edilmesi
- Bilimsel ve teknolojik altyapıların ve insan kaynaklarının geliştirilmesi,
- Kapasite ve yeteneklerin artırılması,
- Uzaya yönelik hak ve menfaatlerinin korunmasına yönelik düzenlemelerin yapılması hususları

tek elden ve güçlü bir şekilde sağlanması hedeflenmektedir.

Kaynaklar

UDBH iç yazışmalar ve belgeler

Erişim:

O12-1100: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Türkiye-Rusya İşbirliği ile Yapılacak Uydu Gözlemleri ve Gelecek Çalışmalar

Tolga Güver¹★,

¹*İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul*

Özet

Bu konuşmada Türkiye ile Rusya arasında imzalana protokol kapsamında 2019 Mart ayında uzaya fırlatılması düşünülen Spektrum-Roentgen-Gamma uydusunun sert X-ışınlarında yapacağı gökyüzü taraması ve bu tarama sırasında keşfedilen kaynakların bilgilerinin Türk tarafına verilmesi ile birlikte oluşacak süreç tanıtılacaktır. Ayrıca kurulan ve genişletilmesi hedeflenen ekip tarafından uydu ile keşfedilecek kaynakların gözlemlerine dair hazırladıkları işleyiş planı ve bu süre zarfında RTT150'de yapılacak güncellemelere dair de bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: management: project, Uydu Sistemleri, Uzay Etkinliği, Uzay Politikası, Uzay Hukuku

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

012-1140: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Koronal Kütle Atımlarından Oluşan Şok Dalgalarının İncelenmesi

Hüseyin Çavuş¹✱,

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

Özet

Bu çalışmada, koronal kütle atımları (CME'ler) neticesinde oluşan şok dalgalarının etkisi üzerinde durulacaktır. Bu inceleme için viskozite teriminin de dahil edildiği Navier-Stokes akışkan denklemleri kullanılacaktır. Çalışmanın temel amacı CME'lerin gezegenler arası ortamda meydana getirdiği şok dalgalarını çalışmaktır. Bu amaca bağlı olarak, gezegenler arası ortamda meydana gelmiş ve WIND uzay aracı tarafından 2005 yılında kaydedilmiş 28 adet şok dalgasının yakın uzay üzerindeki olası etkileri anlatılacaktır Ayrıca fiziksel parametrelerde meydana gelen değişimler de sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sun: atmosphere, Güneş Sistemi Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O13-1400: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Güneş Parlamalarında Yarı-Periyodik Salınımların X-ışınlarında Araştırılması

Hasret Atasoy¹★,

Zahide Funda Bostancı Güver

¹ *İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul*

Özet

Güneş parlamaları, Güneş lekeleri etrafındaki aktif bölgeler ile ilişkili manyetik alanlarda depolanan enerjinin aniden serbest kalmasından kaynaklandığına inanılmaktadır. Parlamaların elektromanyetik tayf boyunca tüm frekanslarda yapılan gözlemlerde yarı-periyodik salınımlar (QPP; quasi-periodic pulsations) gösterdiği rapor edilmiştir. Zaman serilerinin frekans analizi çalışmalarından, Güneş parlamalarındaki QPP periyotlarına dair bilgi edinilebilmektedir. Bu çalışmada, Güneş parlamalarındaki QPP'le ilgili tutarlı sinyallerin sistematik araştırılması GOES uydu serileri ve Fermi/GBM uydusu ile gözlenmiş M ve X sınıfı parlamalarının zamansal analizleri yapılarak parlamalardaki QPP'lerin dinamik özellikleri araştırılmaktadır. Bulgular ışığında, QPP karakteristikleri ilgili literatürdeki bazı belirsizliklere açıklık getirilerek, QPP'lerden sorumlu mümkün mekanizmalar tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sun: flares, Güneş Sistemi Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O13-1420: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

24. Güneş Leke Aktivite Çevriminin Karakteristik Özellikleri

Adnan Ökten^{1*}, Asuman Gültekin Annak¹

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

Güneş aktivite çevrimini Güneş'in farklı atmosfer tabakalarında çeşitli aktif olaylarda görmek mümkündür. Bunlardan biri de fotosfer tabakasında leke grupları ve leke sayılarında gözlenen değişimdir. Bu çalışmada 24. güneş leke çevrimi çeşitli açılardan incelenmiş göze çarpan genel özellikler beş maddede toplanmıştır: i) Çevrimin maksimum rölatif sayısı önceki beş çevrimle karşılaştırıldığında en düşük seviyededir. ii) Çevrim çok bariz bir çift maksimum göstermektedir. iii) İkinci maksimum birinci maksimumdan daha şiddetlidir. iv) Birinci maksimumda kuzey yarımküre ikinci maksimumda güney yarımküre aktiviteye çok bariz bir şekilde hâkimdir. v) Lekesiz gün sayısı 714 (28 Ocak 2019)'tür. Ayrıca, 24. çevrimin bazı özellikleri diğer çevrimlerle karşılaştırılmıştır. Buna göre: Son çevrimin lekesiz gün sayısı son on çevrime göre rekor seviyede azdır. Maksimum çıkış süresi son 16 çevrim göz önüne alındığında en uzundur. Maksimum rölatif sayı son on çevrimin en düşük seviyesindedir.

Anahtar Kelimeler: Sun: activity, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Güneş sakin bir yıldız değildir. Her ne kadar spektral tipteki diğer bazı yıldızlar kadar yüksek aktivite göstermiyorsa da yaklaşık 11 yıllık bir dönemde ışıma gücünde %0.07'lik bir değişim göstermektedir. 11 yıllık bu süreye güneş aktivite çevrimi denir. Güneş aktivite çevrimini Güneş'in farklı atmosfer tabakalarında çeşitli aktif olaylarda görmek mümkündür. Fotosfer tabakasında lekelerde ve fakülalarda, kromosfer tabakasında parlamalarda, filamentlerde, H α ve Ca plaj alanlarında, koronada yeşil ışıktaki ve koronal kütle atımlarında, üst kromosfer ve alt koronada üretilen 10.7 cm radyo akısında (çevrimin en iyi belirteci), fotosferden kromosferin üst kısımlarına kadar uzanan bölgeden elde edilen Mg II (h ve k) çizgi şiddetinde aktivitenin çevrimsel karakteristiğini görmek mümkündür. Bu çalışmada 24. çevrimin özellikleri güneş leke grupları kullanılarak yapılmıştır. Dolayısıyla güneş leke çevriminin özellikleri şeklinde sonuçları yorumlamak daha doğru olur. Lekelerden itibaren aktiviteyi karakterize eden indeks Wolf tarafından geliştirilmiştir ve $R=k(10g+f)$ şeklinde ifade edilir (Wolf, 1861). R, günlük Güneş aktivitesini belirleyen bir rölatif sayıdır. G, günlük grup sayısını, f, günlük toplam leke sayısını gösterir. k, gözlemine ait bir katsayıdır, ancak herhangi bir gözlemevi kendi katsayısını $k=1$ olarak rölatif sayıyı belirleyebilir. Çevrimin genel özelliklerini ortaya çıkarabilmek için aylık ve yıllık rölatif sayılar göz önüne alınır. Minimumdan tekrar minimuma aktivitenin zamanla değişimini görmek için aylık rölatif sayılar düzeltilir (smooth). Bu çalışmada çevrime ait özellikler aylık ortalamalar kullanılarak elde edilmiştir. Fotosfer tabakasına ait olan leke grupları kullanılarak bir çevrimin aşağıda sıraladığımız genel karakteristik özellikleri çıkarılabilir. Ancak bütün bunların yapılabilmesi için rölatif sayı hesabının yanında her bir grubun zamana bağlı helyografal enlem ve boylamının hesaplanması gerekir. Daha ayrıntılı çalışmalar için veri seti leke grubunun ön ve arka lekесinin koordinatlarını işin içine alacak şekilde genişletilir. Böylece leke grubunun uzanımı ve eğim açıları hesaplanarak manyetik alanların oluşumu, sıklığı, şiddeti yani dinamonun işleyişi hakkında bilgiler elde edilebilir. Bir güneş leke çevriminde ilk aranan özellik rölatif sayının

zamanla nasıl değiştiğidir. Düzeltilmiş zaman-rölatif sayı eğrisi, çevrimin genliğini, maksimuma çıkış ve iniş sürelerini ve çevrim süresinin belirlenmesini sağlar. Bu bilgiler çevrimlerin birbirleri ile karşılaştırılması açısından önemlidir. Yarımküreler arasındaki olası bir asimetriyi ortaya çıkarabilmek için her bir yarımkürenin rölatif sayısı hesaplanır ve zamana göre grafiği çizdirilir. Ancak bu grafik yarımkürelerin hangi enlemlerinde aktivitenin nasıl seyrettiğini göstermez. Bunu görebilmek için her bir yıla ait 5'er derecelik enlem kuşaklarında oluşan leke grup sayılarının grafiğinin çizdirilmesi gerekir. Böylece hem hangi yarımkürede hem de hangi enlemlerde çevrimin hangi yılında aktivitenin ne şiddette olduğunu görmek mümkün olur. Her bir leke grubunun enleminin çevrim süresince zamana göre grafiğinin çizdirilmesiyle (kelebek diyagramı) çevrimin geneli hakkında -çevrimin başlangıcından bitişine kadar doğan grupların enlemsel yoğunluğu hakkında- bilgi sahibi olunabilir. x-ekseni boylamları (0°-360°), y-ekseni enlemleri göstermek üzere her bir grup noktalanırsa çevrim boyunca doğan leke gruplarının çevrimin belirli dönemlerinde belirli boylamları veya enlemleri tercih edip etmedikleri görülebilir. Bu dinamo mekanizmasının işleyişi hakkında bilgi verebilir. Çevrimin çok daha ayrıntılı incelenmesi gerektiğinde her bir yıl için grup tiplerinin tekrarlanma sayısı (frekansı) ve ayrıca her bir grubun evrim süreleri yani yaşam süreleri belirlenerek iç özellikler hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edilebilir.

2 Veriler

Bu çalışmada kullanılan veriler <http://www.observethesun.com> sitesinden alınmıştır. Kullandığımız veri seti; toplam güneş leke alanları, Wolf sayısı (aylık ortalama rölatif sayı), kuzey ve güney yarımküredeki Wolf sayısından oluşmaktadır. Lekesiz günlerin hesabı <http://www.spaceweather.com> sitelerinden yararlanılarak yapılmıştır.

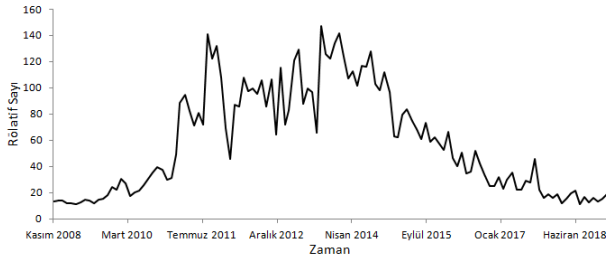
3 24. Çevrimin Analizi

24. güneş leke çevrimi düzenlenmiş rölatif sayı gözönüne alındığında 2008 yılı Aralık ayında başlamaktadır. Çevrim 2011 yılının Eylül ayında $R=141$ (33. ay) ile ilk maksimuma ulaşmıştır. Çevrimin şiddeti bu tarihten sonra azalmaya başlamış fakat 2013 yılı Ekim ayında $R=147$ (58. ay) ile ikinci maks-

* aokten@istanbul.edu.tr

Çizelge 1. (K+G) toplam ile (K) kuzey ve (G) güney yarımkürelere ait maksimum rölatif sayının değeri ve tarihleri. 1m ve 2m sırasıyla birinci ve ikinci maksimumu, km ve gm de kuzey ve güney yarımküre maksimumlarını göstermektedir.

	Tarih	R	Tarih	R	Tarih	R
K + G	Eylül-2011	$R_{1m}=141$			Ekim-2013	$R_{2m}=147$
Kuzey	Eylül-2011	$R_{km}=107$	Ocak-2013	R=78	Ekim-2013	R=53
Güney	Temmuz-2012	R=75	Şubat-2014	$R_{gm}=109$	Ekim-2013	R=94



Şekil 1. 24. çevrim aylık ortalama rölatif sayısı. Veri "01.11.2008 ile 01.02.2019 tarihleri arasında kapsamaktadır.

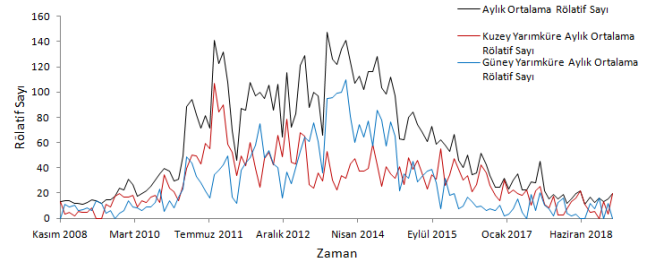
mum göstermiştir. Çevrim 2018 yılı Aralık ayında $R=15.29$ ile hala minimum düzeyde devam etmektedir. Çevrimin 2019 yılının sonunda (Bhowmik ve Nandy 2018) biteceği öngörülmektedir. Şekil 1'de 24. çevrim için rölatif sayının zamanla değişimi görülmektedir.

İkinci aşama, çevrimin kuzey ve güney yarımkürelerinde aktivitenin nasıl bir seyir izlediğinin ortaya çıkarılmasıdır. Bunun için her bir yarımkürenin rölatif sayısı ayrı ayrı belirlenmiştir. Şekil-2'de kırmızı eğri kuzey yarımküreyi, mavi eğri güney yarımküreyi temsil etmektedir. Eğriler yorumlanacak olursa; kuzey yarımküreye Eylül 2011'de $R=107$, Ekim 2013'de $R=53$, Ocak 2013'de $R=78$ olmuştur. Güney yarımküreye ise Temmuz 2012'de $R=75$, Ekim 2013'de $R=94$, Şubat 2014'de $R=109$ olmuştur. Çevrimin çıkış kolunun birinci maksimum döneminde kuzey yarımküreye aktiviteye çok bariz hakim olmuş; bundan yaklaşık 25 ay sonra çevrim bir ikinci maksimum göstermiş ve bu döneme de güney yarımküreye aktiviteye hakim olmuştur.

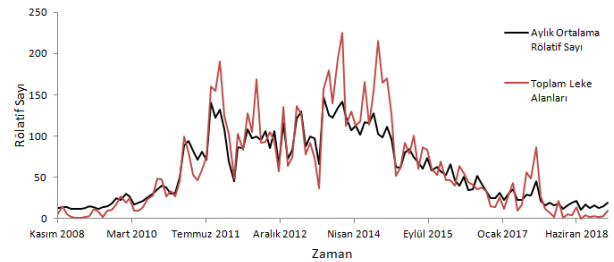
Çizelge 1'de rölatif sayının birinci ve ikinci maksimumdaki değerleri, kuzey ve güney yarımkürenin maksimumuna eriştiği tarihler verilmiştir. Kuzey yarımküreye rölatif sayı ile aynı ayda maksimuma erişir buna karşılık güney yarımküreye 30 ay sonra maksimuma erişmiştir.

4 Sonuçlar

Mevcut verinin sınırlı bir kısmı kullanılarak 24. çevrim hakkında şu bilgilere ulaşılmıştır: Çevrim 2008 Aralık ayında başlamış ve hala devam etmektedir. Son dokuz çevrimin en düşük genlikli çevrimi olmuştur. İki maksimum göstermiştir. İlk kez ikinci maksimumu birinci maksimumdan daha şiddetli olan çevrimdir. Kuzey ve güney yarımkürelere aktivite faz farkı göstermiştir. Birinci maksimum döneminde kuzey yarımküreye ikinci maksimum döneminde güney yarımküreye çok baskın hâkim olmuştur. Aynı durum leke gruplarının alanları gözönüne alındığında da geçerlidir. Lekesiz gün sayısı çevrim bitmediği halde çok yüksek bir değere ulaşmıştır. Çevrimin 2019 yılının sonunda biteceği öngörülmektedir.



Şekil 2. 24. çevrim kuzey ve güney yarımküreye aylık ortalama rölatif sayısı.



Şekil 3. Rölatif sayı ve toplam leke alanlarının çevrim süresince değişimi.

Kaynaklar

Bhowmik, P., Nandy, D., Prediction of the strength and timing of sunspot cycle 25 reveal decadal-scale space environmental conditions. Nature Communications, 9, (2018)

Erişim:

O13-1440: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Koronal Kütle Atımları ile Güneş Aktivitesi ve Auroral Aktivitenin İncelenmesi

Havva Aksaç¹★,

M. Serdar Evren

¹ Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Güneş aktivitesine bağlı olarak koronal kütle atımlarının enerjileri değişim göstermektedir. Bu değişim yer atmosferin üst tabakasında parçacık akışının değişimine neden olmaktadır. Bu durumda auroral aktivite şiddeti de jeomanyetik aktiviteye göre farklılık göstermektedir. Bu çalışmada, 1996-2013 tarihlerinde güneş aktivitesine bağlı olarak kuzey yarıküredeki auroral güç değişimine bakılmıştır. Güneş aktivitesi ile KKA enerjileri arasında pozitif ilişki olduğu anlaşılmıştır. 23. ve 24. leke çevrimi için auroral güç ile Kp indeksi arasındaki ilişki incelenip korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. 24. leke çevriminde daha güçlü pozitif ilişki bulunmuştur. Leke sayısının değişimi ile auroral güç ilişkisi incelenmiştir. Leke aktivitesi minimum olduğunda Yer'e doğru halo koronal atımlarının olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sun: coronal mass ejections (CMEs), Güneş Sistemi Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O13-1445: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Güneş'in Fraunhofer Spektrumundaki 5434.534Å Fel ve 6301.508Å Fel Çizgilerinin Merkez-Kenar Değişimlerinin İncelenmesi

Adnan Ökten^{1*}, Nuro! Al¹, Asuman Gültekin Annak¹, Mevlana Başal¹, Michele Bianda²

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

²Instituto Ricerche Solari Locarno, Switzerland

Özet

Devam etmekte olan daha kapsamlı bir çalışmanın ön sunumunun yapıldığı bu çalışmada, nispeten dar bir tabaka olmakla birlikte, çeşitli dinamiklerin etkin olduğu ve bu etkinliklerin yükseklikle çokça değiştiği çalkantılı fotosferde, farklı derinlik aralıklarında meydana gelen Fel'e ait 5434.534 Å ve 6301.508 Å dalgaboylu spektral çizgilerin profillerinin merkez-kenar değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla ihtiyaç duyulan spektroskopik gözlemler İsviçre-Locarno'da bulunan IRSOL Güneş Gözlemevi'nin Gregory Coude teleskobu ile yapılmış ve çalışmada indirgemelere ilişkin bilgiler de verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: chromospheres, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Güneş spektrumu genel olarak disk merkezinden kenarına doğru gidildikçe değişim gösterir. Bu Fraunhofer spektrumu için de böyledir. Söz konusu değişim esasen farklı doğrultularda bakıldığında güneş atmosferinin muhatap olunan tabakalarının farklılaşması (tabaka derinliği, tabaka sayısı, sıcaklık rejimi, yoğunluk rejimi...) ile alakalıdır. Kenara doğru çizgilerin giderek daha az sayıda ve ağırlıklı olarak daha yüksek tabakalardan katkılar taşınmaları, değişen fiziksel şartlara bağlı olarak aynı zamanda bir derece farklı dinamiklere tabi olmaları demektir. Bu durum da değişimde çok önemli bir pay sahibidir. Dolayısıyla spektral çizgilerin merkez-kenar değişimlerinin incelenmesi, onların oluştukları atmosfer aralıklarının bir takım fiziksel özelliklerini yansıtmaktan başka, maruz kaldıkları dinamiklerin tür ve şiddetlerine dair bilgiler de vermektedir. Bu çalışmada, oluşum derinliklerinde hakim olan dinamiklerin anlaşılabilmesi amacıyla, çizgi profillerine yansımalarından itibaren, belli kriterlerle Güneş'in Fraunhofer spektrumundan seçilen iki "temiz" Fel çizgisinin merkez-kenar değişimleri resmedilmiş ve incelenmiş, ayrıca bu amaçla yapılan gözlem ve indirgemelere yer verilmiştir.

2 Gözlem ve İndirgeme

Çalışma konusu merkez-kenar değişimi gözlemleri, bir protokole bağlanmış olan işbirliğimiz çerçevesinde, IRSOL Güneş Gözlemevi'nde (Locarno-İsviçre) bulunan 45 cm açıklığa ve 24 m etkin odak uzaklığına sahip Gregory Coude Teleskobu ile, 11 Temmuz 2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan yüksek ayırmalı ($R \approx 10^6$) spektrumlar bu teleskop sistemiyle uyumlandırılmış olan Czerny-Turner tipi bir spektrografla elde edilmiştir. Spektrograf şebekesinin kırım açısı 63° , oluk sayısı 316 çizgi/mm ve boyutu 180×360 mm'dir. Gözlemevi'nin alt yapısına dair daha detaylı bilgiler Kleint ve ark. (2011)'nin çalışmasından alınabilir. Rotasyonel yansımayı bertaraf etmek üzere gözlemler N-S doğrultusunda yapılmış, $0.6'' \times$

Çizelge 1. Bu çalışmada kullanılan çizgilere ait Landé faktörü, eşdeğer genişlik, düşük eksitasyon potansiyeli (Moore ve ark. 1966) ile etkin oluşum yükseklikleri (Löhner-Böttcher 2015).

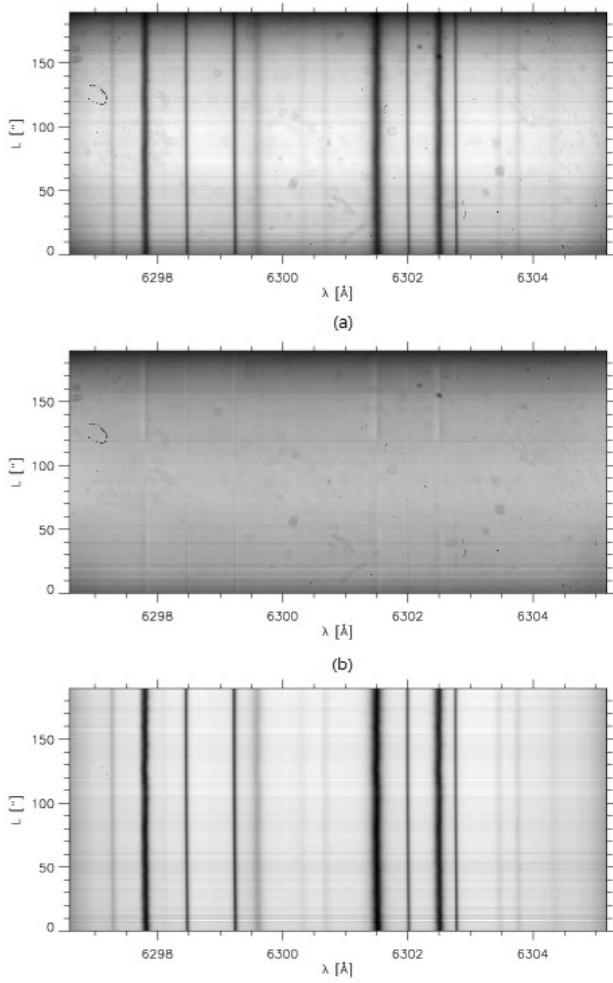
Spektral Çizgi	5434.534 Å Fel	6301.508 Å Fel
Landé faktörü (g)	0	1.67
Etkin oluşum yüksekliği (h)	550 km	300 km
Eşdeğer genişlik (W)	184 mÅ	127 mÅ
Düşük eksitasyon potansiyeli (LEP)	1.01 eV	3.65 eV

190'' boyutlu bir giriş yarığının diskin kuzey kenarına paralel olarak yerleştirilmesi suretiyle, kenardan merkeze doğru sırasıyla 0.10, 0.15, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95 ve 1.00 olan 13 farklı μ değerinde spektrumlar alınmıştır. Bunlar, çalışılan 5434.534Å ve 6301.508Å dalgaboylu Fel çizgileri merkezli yaklaşık 10Å genişliğinde dar spektrum parçalarıdır. Onuncu ve dokuzuncu mertebeleri dikkate alınan bu spektrumlar 0.1 s poz süresi kullanılarak 1240×560 piksel boyutlu bir CCD vasıtasıyla kaydedilmişlerdir.

Ayrıca, indirgemelerde kullanılmak üzere, aynı poz süreleriyle her iki çizgi için ayrı ayrı kara akım ve düz alan görüntüleri alınmıştır. Çalışılan Fel çizgilerinin dalgaboylarına göre tanımlayıcı bazı özelliklerinin (g, h, W, LEP) verildiği Çizelge 1'de görüleceği gibi, fotosferik derinlik itibarıyla kuşatıcı bir atmosferik temsil sağlayabilmek için, çizgi seçiminde belirli parametrelerin farklılığı özellikle gözetilmiştir.

Şekil 1 ile sıralı olarak verildiği üzere, IDL'de hazırlanan programlar yardımıyla önce her bir ham spektruma kara akım düzeltmesi uygulanmış (a), sonra bunlar işlenerek Güneş'e ait verilerden arındırılmak suretiyle düz alan görüntüleri elde edilmiş (b), nihayet kara akım düzeltmesi yapılan spektrumların düz alan görüntülerine bölünmesiyle indirgenmiş spektrumlara ulaşılmıştır (c). Öte yandan, 120'' lik uzaysal uzanım (L) üzerinden hesaplanan ortalama şiddet profili ile aynı spektral bölgenin FTS Atlası'ndan (Kurucz ve ark. 1984) seçilen şiddet profili karşılaştırılarak, gözlenen spektrumun başlangıç dalgaboyu ve li-

* aokten@istanbul.edu.tr



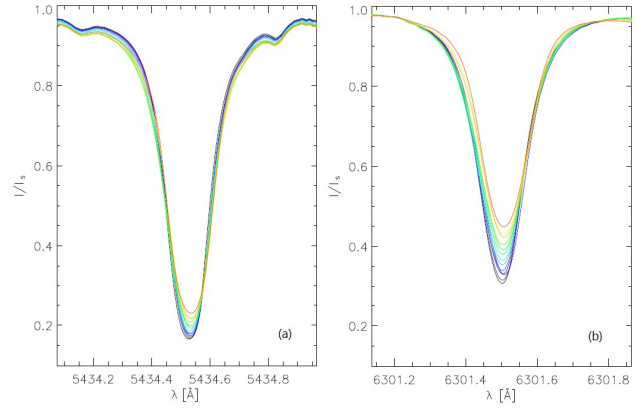
Şekil 1. 6301.508Å Fe I spektral bölgesinin $\mu = 1.0$ 'da alınan ham spektrumu (a), Güneş'e ait bilgilerin üzerinden arındırılmış olduğu düz alan görüntüsü (b) ve kara akım düzeltmesi yapılan spektrumun işlenmiş düz alan görüntüsüne bölünmesiyle elde edilen spektrumun görüntüsü (c).

neer dispersiyonu (7 mÅ/piksel) belirlenmiştir. Apsis ekseninin piksel ölçeğinden dalga boyu ölçeğine dönüştürülmesi bu bilgiler sayesinde mümkün olmuştur.

Son olarak seçilen çizgi bölgelerine ait süreklilikler FTS Atlası'na göre düzeltilmiş ve bölgesel sürekliliğin en yüksek şiddet değeri dikkate alınarak çizgi şiddet verileri buna göre normalize edilmiştir. Yukarıda anlatıldığı gibi elde edilen nihai çizgi profilleri dalga boyu sırasıyla Şekil 2 a ve b'de verilmektedir. Merkez-kenar değişimi farklı pozisyonlar için atanan farklı renklerle temsil edilmiştir.

3 Sonuç

Şekil 2'de görüldüğü ve beklendiği gibi, disk merkezinden kenara doğru gidildikçe çizgi profillerinin derinlikleri azalmakta, bir başka deyişle absorpsiyon şiddetleri düşmektedir. Bundan başka, profil biçimlerinde de kayda değer değişimler gözlenmektedir. Profillerin kısa ve uzun dalga boyu tarafları için asimetrik karakterli olan bu değişimlerin detaylı hesabı ve yorumu halen devam etmekte olan ayrı bir çalışmanın konusudur. Bu vesileyle



Şekil 2. Disk merkezinden kenarına doğru dıştan içe sıralı siyah, mavi, turkuaz, yeşil, sarı ve kırmızı ton gruplarıyla gösterildiği üzere, 5434.534 Å (a) ve 6301.508 Å (b) Fe I çizgi profillerinin merkez-kenar değişimleri.

gözlem ve indirgeme ağırlıklı kısmını verdiğimiz detaylı çalışmanın bundan sonraki aşamalarında;

- Merkezi dalga boyu ölçümlerinden itibaren; çizgi kaymaları, bunlara tekabül eden hızlar ve bunların merkez kenar değişimlerine,
- Eşdeğer genişlik ölçümlerinden itibaren; çizgi profil şiddetleri ve bunların merkez kenar değişimlerine,
- Biçimsel profil ölçümlerinden itibaren; asimetriklerin profil boyunca gidişatları, toplam profil asimetrikleri ve bunların merkez kenar değişimlerine,
- FWHM değerleri, farklı profil derinliğindeki genişlikler ve bunların merkez kenar değişimlerine,

ilişkin sonuçlara ulaşılması ve bunların yorumlanması hedeflenmektedir.

Kaynaklar

- Kleint, L., Feller, A., Gisler, D.: Imaging spectropolarimetry with two LiNbO₃ Fabry Perot interferometers and a spectrograph. *Astronomy and Astrophysics* **529** (2011) A78
- Kurucz, R. L., Fehrenlid, I., Brault, J., Testerman, L.: Solar flux atlas from 296 to 1300 nm. National Solar Observatory Atlas (1984)
- Löhner-Böttcher, J.: Ph.D. Thesis, Uni. Freiburg, Germany (2015)
- Moore, C.E., Minnaert, M.G.J., Houtgast, J.: The Solar Spectrum from 2935 Å to 8770 Å. Second Revision of Rowlands Preliminary Tables, NBS Monograph 61 (1966)

Erişim:

013-1450: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Güneş Lekelerinin Manyetik Sınıflandırması ve Zürih Sınıflandırması Arasındaki İlişkinin Araştırılması

Ahmet Burak Karslıoğlu^{1*}, Seray Şahin¹, Ali Kılçık¹

¹ Uzay Bilimleri Ve Teknolojileri Bölümü, Fen Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07058, ANTALYA

Özet

Bu çalışma kapsamında, Ocak 1986 – Haziran 2017 tarihleri arasında gözlenen güneş leke gruplarının modifiye edilmiş Zürih leke sınıflandırması, manyetik alan sınıflandırması ve güneş patlama (solar flare) enerjileri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, her bir manyetik sınıfın karmaşık güneş leke grubu (D, E ve F modifiye edilmiş Zürih leke sınıfı) içerme potansiyelleri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda: i) Gama manyetik sınıfı güneş leke gruplarının tamamı karmaşık iken hiçbir alfa manyetik sınıfı karmaşık değildir. ii) Alfa manyetik sınıfı güneş leke gruplarının çoğu basit (A, B, C ve H modifiye edilmiş Zürih leke sınıfı) gruplar olup bunların yüzde 55 ' i H grubudur. iii) Beta-Gama-Delta manyetik sınıfın %98 ' i karmaşık leke gruplarından oluşmaktadır. iv) Beta-Gama-Delta leke sınıfı diğer manyetik sınıflardan daha yüksek patlama üretme potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: (Sun:) sunspots, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Güneş lekeleri, güneş yüzeyinde (fotosfer tabakası) gözlenen ve etrafına göre daha koyu renkteki geçici yapılarıdır. Güneş yüzeyinde manyetik alanın diferansiyel dönme ile etkileşimi sonucu oluşurlar ve günler, haftalar, hatta aylarca görüldükten sonra kaybolurlar. Güçlü man- yetik alan, lekelerin bulunduğu çevrenin sıcaklığını 5780°K den 4000°K ye kadar düşürür, bu nedenle lekenin bulunduğu alan çevresine göre daha koyu renkte görülür. Gelişmiş bir güneş lekesi temelde iki bölümden oluşmaktadır; i) Güneş lekесinin merkezinde yer alan ve çevresine göre daha koyu renkli bölge umbra (gölge), ii) umbranın etrafını çeviren nispeten daha açık renkli bölge ise penumbradır (yarı gölge). Umbra bölgesinde manyetik alan şiddeti en yüksek değerindedir. Güneş fotosferinde ortalama manyetik alan 1 Gauss mertebesinde iken, gelişmiş bir Güneş lekesinde manyetik alanın şiddeti birkaç bin Gauss mertebesinde olabilmektedir.

1.1 Leke Sınıflandırması

Güneş leke grupları, yüzyıllardır astronomlar ve güneş fizikçileri tarafından gözlenmektedir. Fakat güneş lekelerinin düzenli gözlem ve kayıtları 1610 yılından itibaren başlamıştır (Vaquero 2007). Güneş lekeleri, Cortie (2018) tarafından görünümüne göre 20. Yüzyılın başlarından itibaren sınıflandırılmaya başlanmıştır. Daha sonra Waldmeier (1955), güneş lekelerinin morfolojisi ve evrimini tanımlamak için Zürih sınıflandırma şemasını tanıtmıştır. Waldmeier tarafından geliştirilen bu güneş leke sınıflandırması, güneş patlamaları ve güneş lekeleri arasındaki ilişkiyi daha iyi açıklamak için McIntosh (1990) tarafından modifiye edilmiş olup günümüzde kullanılan güneş leke sınıflandırması şekli almıştır. Bu sınıflandırma leke morfolojisi, en büyük lekenin penumbrası ve ara leke dağılımı olmak üzere temel olarak üç parametreye dayanır. Bu çalışma kapsamında sadece leke morfolojisi ile ilgilenilmiştir. Bu parametreye göre, güneş lekeleri 7 ana sınıfa ayrılmıştır (A, B, C, D, E, F ve H).

A: Tek kutuplu, penumbra içermeyen güneş lekesi. Güneş leke grubunun başlangıcını veya sonunu gösterir. B: Çift ku-

tuplu, penumbra içermeyen güneş lekesi. C: Öncü veya takip eden lekelerden birinde penumbra bulunan çift kutuplu güneş leke grubu. D: 10 yay saniyesinden daha az boylamsal uzanıma sahip, grubun her iki ucunda da penumbra içeren çift kutuplu güneş leke grubu. E: 10 - 15 yay saniyesi arasında boylamsal uzanıma sahip, grubun her iki ucunda da penumbra içeren çift kutuplu güneş leke grubu. F: 15 yay saniyesinden daha fazla boylamsal uzanıma sahip, grubun her iki ucunda da penumbra içeren çift kutuplu güneş leke grubu. H: en büyük lekesi penumbra içeren tek kutuplu güneş leke grubu. Genellikle çift kutuplu önceki leke gruplarının kalıntılarıdır veya bozulmuş lekelerden oluşurlar. Bazen yanında birkaç küçük leke ile de gözlenebilir.

Bazı güneş leke grupları, diğer güneş leke gruplarından daha karmaşık bir manyetik yapıya sahiptir ve bu karmaşık yapıya sahip olanların güneş patlaması üretme olasılıkları daha yüksektir (Eren 2017). Bu farklılıkları anlamak için güneş lekelerinin manyetik sınıflandırılması yapılmaktadır. Kaliforniya'daki (ABD) Mount Wilson Gözlemevi tarafından yapılan bu sınıflandırmada manyetik sınıflar:

- Alpha: Tek manyetik kutuplu bir güneş lekesi grubu.
- Beta: Hem pozitif hem de negatif manyetik kutba (bipolar) sahip bir güneş leke grubu.
- Gama: Pozitif ve negatif manyetik kutupların, düzensiz dağılım gösterdiği ve bu yüzden bipolar olarak sınıflandırılmayacak kadar karmaşık manyetik yapıya sahip güneş leke grubu.
- Delta: Zıt manyetik kutuba sahip penumbra ile umra arasındaki ayrımın 2 dereceden az olduğunu gösteren manyetik sınıf göstergesi.
- Beta-Gama: Çift manyetik kutuba sahip olmasına rağmen zıt kutupları ayıran tek bir devamlı çizgi olamayacak kadar karmaşık güneş leke grubu.
- Beta-Delta: Bir (veya daha fazla) delta güneş leke grubu içeren genel beta manyetik konfigürasyonlu bir güneş leke grubu.
- Beta-Gama-Delta: bir (veya daha fazla) delta güneş lekesi içeren beta-gama manyetik konfigürasyonuna sahip bir güneş leke grubu.

* burak.5005@hotmail.com

Çizelge 1. Modifiye edilmiş Zürih leke sınıflandırması ve Manyetik sınıflandırmanın karşılaştırılması ve her bir manyetik sınıfın basit ve karmaşık leke içerme oranı.

Zürih / Manyetik Sınıf	A(%)	B(%)	C(%)	D(%)	E(%)	F(%)	H(%)
Alfa	2550 (%45.46)	8 (%0.14)	13 (%0.23)	0 (%0.)	0 (%0.)	0 (%0.)	3038 (%54.16)
Beta	11 (%0.08)	3377 (%26.11)	4103 (%31.73)	3561 (%27.54)	1507 (%11.65)	355 (%2.74)	17 (%0.13)
Beta-Delta	0 (%0)	0 (%0)	11 (%5.55)	83 (%41.91)	75 (%37.87)	29 (%14.65)	0 (%0)
Beta-Gama	0 (%0)	3 (%0.39)	47 (%6.15)	172 (%22.51)	312 (%40.83)	228 (%29.84)	2 (%0.26)
Beta-Gama-Delta	0 (%0)	0 (%0)	3 (%0.93)	51 (%15.89)	122 (%38)	144 (%44.86)	1 (%0.31)
Gama	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%20)	3 (%60)	1 (%20)	0 (%0)
Gama-Delta	1 (%14.28)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%14.28)	1 (%14.28)	4 (%57.14)	0 (%0)

h. Gama-Delta: bir (veya daha fazla) delta güneş lekesi içeren Gama manyetik konfigürasyonlu bir güneş leke grubu.

1.2 Güneş Patlamaları ve Sınıflandırılması

Güneş yüzeyinde gerçekleşen en şiddetli olaylar, ani parlamalar şeklinde gözlenen Güneş patlamalarıdır. Güneş patlamaları lekelerin oluşum dinamikleriyle yakından ilişkili olup lekeler civarında gerçekleşirler. Lekelerin bulunduğu bölgeden fişkıran plazma, ipliksi yapılar şeklinde manyetik alan çizgilerini takip ederek yayılır. Bir süre sonra bu ipliksi yapılar gerilim kuvvetlerine dayanamayarak kopar ve kütle atımları şeklinde uzay boşluğuna saçılır. Bir Güneş patlaması meydana geldiğinde, elektromanyetik spektrumda, radyo dalgalarından gama ışınlarına kadar uzanan geniş bir bant üzerinde ışınım yayınlanır. Güneş patlamalarının en iyi sınıflandırma metodu X-ışını şiddetine göre yapılır. Bu sınıflar; X, M, C, B ve A'dır. X sınıfı (10^{-4} W/m^2) bir patlamanın sahip olduğu enerjinin onda biri enerjiye sahip olan patlamalar M sınıfı, M sınıfının da onda biri enerjiye sahip olan patlamalar C sınıfı, C sınıfının sahip olduğu enerjinin onda biri mertebesinde bir enerjiye sahip olan patlamalar B sınıfı patlamalar, B sınıfının onda biri enerjiye sahip patlamalar ise A sınıfı patlamalar olarak adlandırılırlar.

2 Materyal ve Metod

Bu çalışmada güneş leke verileri, X-ışını Güneş patlama sınıfı verileri ve manyetik sınıf verileri temel veriler olarak kullanılmış olup, veriler Ocak 1986 – Haziran 2017 yılları aralığında günlük olarak alınmıştır. Günlük güneş leke verileri ve manyetik sınıf verileri, Sunspot Index and Long-term Solar Observations (SILSO) web sayfasından, X-ışını Güneş patlama sınıfı verileri ise National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Space Weather Prediction Center (SWPC) web sayfasından alınmıştır.

Kilcik (2011) güneş lekerini basit (A, B, C ve H sınıfı güneş leke grupları) ve karmaşık (D, E ve F sınıfı güneş leke grupları) olmak üzere iki farklı gruba ayırarak, bu grupların farklı morfolojik ve evrimsel özellikler taşıdığını göstermiştir. Bu çalışma kapsamında, her bir manyetik sınıf, basit ve/veya karmaşık Zü-

rih leke sınıfı içerme oranlarına göre 7 farklı gruba ayrılmıştır. Normalde 8 manyetik sınıf bulunmaktadır fakat bu çalışmada kullanılan zaman aralığında Delta manyetik sınıfına ait gözlem verisi yoktur. Bu yüzden manyetik sınıflar 7 farklı gruba ayrılmıştır. Leke sınıfları ve içerdikleri manyetik sınıf yüzdeleri Çizelge 1 ' de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Ayrıca manyetik sınıflar X-ışını güneş patlamaları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken M sınıfı patlamalar sabit tutularak diğer sınıftaki patlamalar bu sınıfa normalize edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, C sınıfı patlamalar 10 ile bölünerek, X sınıfı patlamalar ise 10 ile çarpılarak bütün patlama sınıfları M sınıfı cinsinden hesaplanmıştır. Gruplarda meydana gelen patlamaların toplam enerjileri hesaplanarak her bir manyetik sınıfın patlama üretme potansiyelleri elde edilmiştir.

3 Bulgular ve Sonuçlar

3.1 Manyetik Sınıflar ve Zürih Leke Sınıfları

Her bir manyetik sınıfın, modifiye edilmiş Zürih leke sınıfı içerme oranları incelenerek manyetik sınıfların basit ve karmaşık leke grubu içerme oranları hesaplanmıştır (Çizelge – 1). Çizelge-1'de ayrıntılı olarak verilen bu oranlardan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Alfa manyetik sınıfının tamamı basit leke grubu içerirken hiç karmaşık leke grubu içerme- mektedir.
- Alfa manyetik sınıfının büyük çoğunluğu H sınıfı leke grupları oluşturmaktadır.
- Alfa manyetik sınıfının tersine Gama manyetik sınıfının tamamı karmaşık lekelerden oluşurken hiç basit leke grubu içermemektedir.
- Beta-Delta, Beta-Gama, Beta-Gama-Delta manyetik sınıflarının büyük çoğunluğu da karmaşık leke grupları içermektedir.

3.2 Manyetik Sınıfların Güneş Patlama Sınıfı Enerjileri İle Karşılaştırılması

Manyetik sınıfların X-ışın güneş patlama enerjileri ile ilişkileri araştırılmıştır. Her bir manyetik sınıfta meydana gelen C, M ve

Çizelge 2. Güneş lekelerinin manyetik sınıflarının patlama üretme potansiyellerinin karşılaştırılması

Manyetik Sınıf	C sınıfı Patlama Sayısı	M Sınıfı Patlama Sayısı	X Sınıfı Patlama Sayısı	Toplam Leke Grubu Sayısı	Toplam Akı $\times 10^{-5}$ W/m ²	Patlama Üretme Potansiyeli
Alfa	383	62	2	5609	318.76	0.05
Beta	4733	804	47	12931	4613.3	0.35
Beta-Delta	326	124	17	198	901.63	4.555
Beta-Gama	1172	227	17	764	1269.29	1.66
Beta-Gama-Delta	811	356	47	321	2276.99	7.09
Gama	10	0	0	5	2.59	0.51
Gama-Delta	20	3	1	7	27.68	3.95

X sınıfı patlama sayıları, toplam grup sayıları ve bu patlamaların toplam enerjileri hesaplanmıştır. Bununla birlikte manyetik sınıfların patlama üretme potansiyelleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge-2'de ayrıntılı olarak verilmektedir. Buradan ortaya çıkartılan bulgular aşağıda listelenmiştir.

- Alfa, Beta ve Gama manyetik sınıfları en düşük patlama üretme potansiyellerine sahiptir.
- Beta-Gama-Delta manyetik sınıfında meydana gelen patlamaların enerjileri çok yüksek (2276.99) olup en yüksek patlama üretme potansiyeline sahiptirler.
- Beta-Gama manyetik sınıfında meydana gelen patlamaların sayısı ve enerjisi yüksek olsa da patlama üretme potansiyelleri oldukça düşüktür.

Kaynaklar

- Cortie, A. L.: On the Types of Sun-Spot Disturbances. *Astrophys. J.* **13** (1901) 260–264
- Eren, S.; Kilcik, A.; Atay, T.; Miteva, R.; Yurchyshyn, V.; Rozelot, J. P.; Ozguc, A. : Flare-production potential associated with different sunspot groups. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **465** (2017) 68–75
- Kilcik, A., Yurchyshyn, V. B., Abramenko, V., Goode, P. R., Ozguc, A., Rozelot, J. P., Cao, W.: Time Distributions of Large and Small Sunspot Groups Over Four Solar Cycles. *Astrophys. J.* **731** (2011) 30–38
- McIntosh, P. S.: The classification of sunspot groups. *Solar Physics* **125** (1990) 251–267
- Vaquero, J. M., Gallego, M. C., Trigo, R. M., : Sunspot numbers during 1736-1739 revisited. *Adv. in Space Res.* **40** (2007) 1895–1903
- Waldmeier, M., 1955.: Polare Fackeln. Mit 6 Textabbildungen. *Zeitschrift für Astrophysik* **38** (1955) 37–54

Erişim:

013-1455: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

İklim Üzerinde Güneş Lekelerinin Rolü

Nuri Emrahoğlu¹★,

¹ Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Adana

Özet

Güneş lekelerinin iklim ve yağışlar üzerine etkisi uzun yıllar tartışma konusu olmuştur. Birçok çalışma Güneş lekelerinin katkısının olmadığı yönünde iddialarda bulunurken bazı çalışmalarda ise aksi yönünde sonuçlar bulduklarını iddia etmişlerdir. Bu çalışmada DMI den sağlanan 1929, 1940 yıllarından başlayan ve 2017 yılına kadar olan sıcaklık ve yağış kayıtları incelenmiştir. Bu incelemede Akdeniz, Ege, İç Anadolu, Karadeniz, Marmara bölgelerinden seçilen şehirler değerlendirilmeye alınmıştır. Farklı iklim merkezlerinin etkisinde kalan bu şehirlerin bir kısmında güneş lekeleriyle artıp azalma gösterirken bazılarında göstermemiştir. Sıcaklık değişiminde ise etken sadece güneş lekeleri olmadığı, küresel ısınmada seragazları olan CO₂ ve CH₄ ün etkileri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: miscellaneous, Güneş Sistemi Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O13-1500: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Derin Örtülmeli Gaia14aae Kataklişik Değişen Yıldızı

Almaz Galeev^{1,2}★, Hasan H. Esenoğlu³, Niyaz Nuryev²

¹Kazan Federal Üniversitesi, V.P. Engelgardt Astronomi Gözlemevi, Kazan, Rusya

²Kazan Federal Üniversitesi, Kazan, Rusya

³İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, AM CVn tipi yıldızlar grubundan yeni bir kataklişik değişen Gaia14aae'nin gözlem sonuçlarını sunuyoruz. Bu Gaia kaynağının fotometrik verileri 2016-2017 yıllarında TUG'un RTT150, T100 ve T60 teleskopları ile alınmıştır. RTT150 ve T100'un 10 gecelik gözlemlerine göre, 49.7 dakikalık yörünge periyodunun değeri güncellendi ve 2.5 kadirde daha derin tutulmalar gösteren bir ışık eğrisi alındı. RTT150-TFOSC ile elde edilen ışık eğrisi ve tayf analizi de, Gaia14aae'nin bir örten polar olarak tanımlanmasına izin verdi. Ayrıca T60 gözlemlerinden, yıldızın BVR parlaklıklarını belirledik.

Anahtar Kelimeler: (stars:) novae, cataclysmic variables, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Gaia14aae ilk kez 11 Ağustos 2014'de Gaia verisindeki geçici bir olay olarak bulundu. Yıldızın ilk astrofizik çalışmasını Campbell ve ark. (2015) yapmışlardır. 4 ay boyunca 3 patlamasını tespit etmişler. Buna göre, spektroskopik ve fotometrik takip gözlemlerinden AM CVn sistemi olarak tanımlanmıştır. Gaia14aae derin örten bir sistem. Sistemin yörünge dönemi 0.034519 gün (49.71 dakika) olup beyaz cüce etrafındaki yığılma diski tamamen örtülmektedir. Helyum beyaz cüce modeli kullanılarak beyaz cücenin etkin sıcaklığını $\sim 12900 \pm 200K$ olarak tahmin etmişlerdir. Beyaz cüce örtülmesinin değme evresi kullanılarak da bileşenlerin düşük limitlerdeki kütlelerini $0.78 (M_2, \text{verici})$ ve $0.015M_{\odot} (M_1, \text{alıcı})$ olarak öngörmüşlerdir. Bu hesaplamada yörünge eğimi 90° , kütle oranı 0.019 ve yörünge ayrıklığı da $0.41R_{\odot}$ değerlerindedir. Green v.ark. (2017) da benzer sonuçları bulmuşlardır. Yıldızın üzerinde en son çalışma Green v.ark. (2018) tarafından farklı bant gözlemlerine uyan modeller ile sistem parametreleri hesaplanmıştır. Buna göre, gözlem sonuçlarının mevcut modellerle uyumlaştırılmasının zorluğuna dikkat çekilmiştir. Gaia14aae'nin özelliklerinin herhangi bir ölçümü, sistemin özelliklerine bağlı olarak karmaşıktır. Özellikle, sistemin temel bir özelliğinin (parlak lekenin) zayıflık sebebinin, ışık eğrisi çakıştırmasında sistemin kendi kırmızı bölge gürültüsünden kaynaklanacağı öne sürülmektedir. Bu zorluklar, ölçümlerdeki sistematik belirsizliği arttırmaktadır. Bu şartlar altında, kütle oranı 0.0287 ± 0.0020 ve bileşen kütlelerini $M_2 = 0.0250 \pm 0.0013M_{\odot}$ ölçmüşlerdir. Yörünge döneminden kaynaklanan vericinin (M_2) yoğunluğundaki artan kısıtlaması ile birlikte bu kütle, M_2 bileşenin dejenere olmadığını ve sistemin çift dejenere bir ikiliden evrimleşmediğini göstermektedir. Bu nedenle sistem, verici olarak dejenere olmayan bir helyum yıldızına sahip olmalı veya evrimleşmiş bir vericiye sahip bir hidrojen kataklişik değişenden gelmelidir. Her iki durumda da açıklanamayan sorular vardır: eskideki vericinin bu yörünge dönemine ulaşmadan önce dejenerasyona doğru çökmesi beklenir ve ikincinin olması durumunda spektroskopik hidrojen izleri göstermesi beklenir. Bu tahminlerin hiçbiri göz-

Çizelge 1. Gaia14aae'nin RTT150 ve T100 gözlemleri.

Tarih	Saat (UT)	Poz, s	Sayı	Filtre
20160409	01:04:25 - 02:20:47	1800	1	Spektrum
		60	15	Filtresiz
20160529	23:10:21 - 23:58:48	2400	1	Spektrum
		10	2	Filtresiz
20160604	00:48:50 - 01:40:06	60	29	Filtresiz
20160605	00:38:11 - 01:17:11	60	26	Filtresiz
20160630	23:12:19 - 01:34:34	60	104	Filtresiz
20170324	23:36:20 - 02:08:27	60	64	Filtresiz
20170325	00:00:49 - 02:29:32	60	62	Filtresiz
20170405	00:17:30 - 01:53:22	90	55	Filtresiz
20170801	18:21:06 - 22:28:09	90	132	Filtresiz
20171011	17:00:14 - 20:09:07	120	81	Filtresiz
20171129	16:28:00 - 16:48:11	90	12	Filtresiz
20180109	03:33:34 - 00:53:05	3600	1	Spektrum
		20	4	Filtresiz

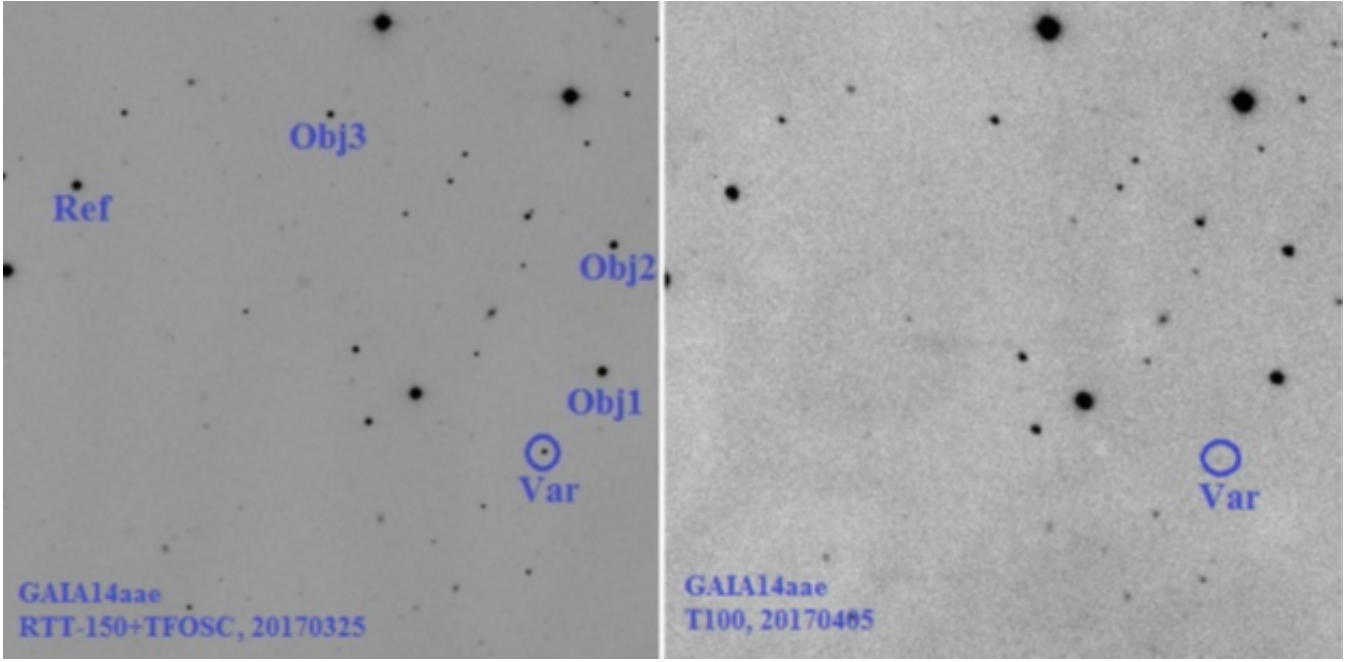
lenmedi, ancak yıldızın evrimini açıklamak için modellere ince ayar yapmak mümkün olabilir.

Yukarıda belirtilen zorluklara rağmen Gaia14aae, AM CVn sistemleri içerisinde şu üç özelliği ile dikkat çekmektedir: bilinen üçüncü örtülme gösterendir, ikinci beyaz cücesi örtülendir ve ilk beyaz cücesi tam örtülendir. Gaia14aae tarafından gösterilen derin örtülmeler, gelecekteki gözlemlerin, bugüne kadar keşfedilen herhangi bir AM CVn yıldızının en kesin parametre tespitlerine yol açma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu sebeple, Türk ve Rus zamanlarında TUG'un tüm teleskopları ile gözlenmesi sürdürülmektedir. İlk sonuçları literatür ile karşılaştırılarak verilmektedir.

1.1 Gözlemler

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinin (TUG'un) RTT150 ve T100 teleskopları ile 2015 yılında Gaia geçici patlama nesnelere sistematik gözlemleri başlatıldı. Her iki teleskopun odak düzlemine takılı CCD'lerin özellikleri şöyledir: RTT150 için TFOSC'a takılı ANDOR CCD (Model DW436, 2048×2048 , $13.5 \times 13.5 \mu m$ piksellik ve $8' \times 8'$ görüş alanı) ve T100 için de SI100 CCD (4096×4037 , $15 \times 15 \mu m$ piksellik ve $21.5' \times 21.5'$ görüş alanı). T60, Rotse3d ve İST60 (İstanbul Üniversitesi Gözlemevi) teleskopları da bu işe koşturularak gözlemleri yoğunluklu sür-

★ almazgaleev2@yandex.ru



Şekil 1. Gaia14aae'nin iki görüntüsü. Sağdaki görüntüde yıldız örtülmektedir. Kuzey sol, doğu da yukarıdır.

ürülmektedir. Bu gözlemlerden, bu çalışmada 2016-2017 yıllarındaki veriler değerlendirilmiştir. Bu iki yıl boyunca 50'den fazla gözlem yapılmış ve yaklaşık 40 aday kataklismik değişen yıldız için fotometrik ve spektroskopik veriler elde edilmiştir (Esenoglu ve ark. 2017). Gaia uydusundan bir ilk olarak AM CVn türü Gaia14aae ($\alpha_{2000}=16^{\text{h}} 11^{\text{m}} 34^{\text{s}}$, $\delta_{2000}=63^{\circ} 08' 32''$, $B=17.8^{\text{m}}$, $R=18.6^{\text{m}}$) kataklismik değişen yıldızının tam örtülme gösterdiği keşfedilmiştir (Campbell v.ark. 2015). Örtülmede ve dışındaki görüntüleri Şekil 1'de verildi. Yörünge periyodu yaklaşık 49.71 dakikadır ve SDSS r bandında 2 kadirden daha fazla derinlik ile örtülmektedir.

TUG RTT150 ve T100 fotometrik veriler Kasım 2015 ile Ocak 2018 arasında alındı (ve halen gözlemleri sürdürülmektedir). 9 Nisan 2016'dan itibaren olanların gözlem tarihleri, poz süreleri ve kullanılan teleskoplar Çizelge 1'de ve 29 Mayıs 2016 ile 9 Ocak 2018 hariç verilerin ışık eğrisi Şekil 2'de verildi. Ayrıca RTT150 ile düşük çözünürlüklü spektrumlar da alındı. Ancak, bu nesnenin spektral çizgilerini analiz etmek için yeterince parlak olmadığı da belirtelim. Veriler 580'den fazla ölçümden oluşmaktadır. Yıldızın değişen olduğu bulunduğu buyana BVR bantlarında ve filtresiz bir dizi CCD fotometrik gözlemini gerçekleştirdik. Ayrıca, Mayıs–Haziran 2016'da, T60 teleskopu ile BVR bantlarında ve filtresiz gözlemleri de yapılmıştır. R filtresindeki pozlar 20 saniye, B ve V filtrelerinde 60 saniyedir. Bu fotometrik verilerin analizi, $B = 17.72^{\text{m}}$, $V = 18.1^{\text{m}}$, $R = 18.75^{\text{m}}$ olarak yıldızın parlaklıklarının elde edilmesini sağlamıştır. B-V değeri beyaz cüceler için ayındır.

2 Işık Eğrileri ve Yörünge Periyodu

CCD görüntülerinden değişen ve mukayese yıldızlarının göreceli parlaklık değerlerini elde ettik (Şekil 3). Dönem analizi WINEFK (V. Goransky) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 2016-2017 döneminden, $HJD = 2457544.564373 + 0.0345196E$ gün olarak hesapladık. Evre eğrisi, minimum 3.30 kadirden daha büyük genliklere sahip keskin

ve derin örtülmeleri göstermektedir (Şekil 4). Farklı minimumların yerleri, birincil bileşen için tutulmaların şeklini gösterir. Böyle derin tutulmalarda, yörünge eğiminin yaklaşık 90° olduğunu varsayabiliriz. Elde edilen 49.7 dakikalık yörünge periyodu değeri, Campbell v.ark. (2015)'de elde edilenler ile iyi uyumludur. Oluşturulan evre eğrisi Gaia14aae'nin örten bir çift sistem olduğunu teyit etmektedir. Genliğin $> 3.5^{\text{m}}$ olduğu derin bir örtülme, ikincil bileşen tarafından beyaz cücenin örtülmesinden kaynaklanır. Yıldızın ilk defa $V = 18.1^{\text{m}}$, $B - V = -0.38^{\text{m}}$ değerleri belirlenmiştir. Yıldızın spektroskopik gözlemlerinin analizi planlanmaktadır.

3 Sonuçlar

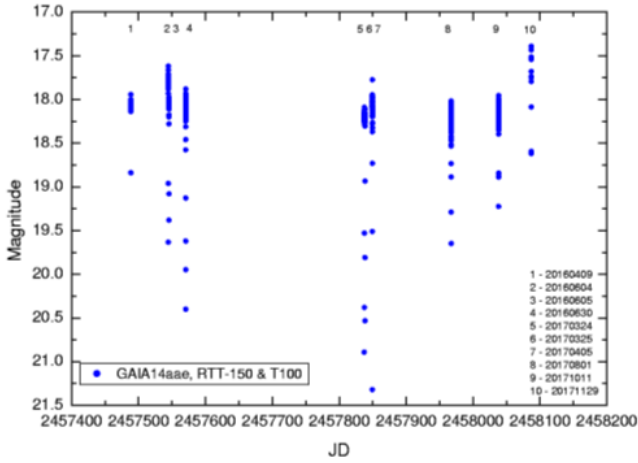
Yeni kataklismik değişen yıldız Gaia14aae'nin fotometrik gözlemleri TÜBİTAK TUG teleskopları ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda;

- 49.7 dakikalık yörünge periyodu elde edilmiş ve literatür ile uyumludur.
- Oluşturulan evre eğrisi Gaia14aae'nin örten bir çift sistem olduğunu teyit etmektedir.
- Genliğin $> 3.5^{\text{m}}$ olduğu derin bir örtülmesi, ikinci bileşen tarafından beyaz cücenin örtülmesinden kaynaklanmaktadır.
- Yıldızın ilk defa $V = 18.1^{\text{m}}$, $B - V = -0.38^{\text{m}}$ değerleri belirlenmiştir.

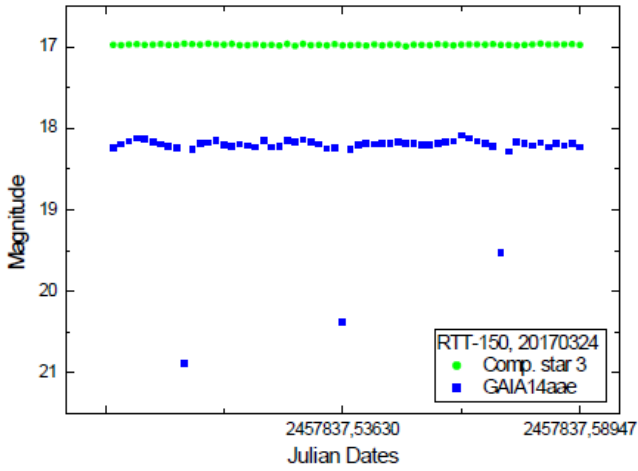
Yıldızın spektroskopik gözlemleri planlanmaktadır.

Teşekkür

RTT150'nin (1.5m Rus-Türk teleskopu) kullanımındaki kısmi desteği için TÜBİTAK-TUG, KFU ve AST'ye teşekkür ederiz. AG, 16-02-01145'ten destek için RFBR'ye ve verilerin işlenmesine yardımcı olan M. Marycheva'ya minnettardır. Verilerin sağlanmasında TÜBİTAK-TUG teleskoplarından RTT150



Şekil 2. Gaia14aae'nin RTT150 ve T100 gözlemlerine ilişkin ışık eğrisi.



Şekil 3. 24 Mart 2017 gecesi için Gaia14aae'nin ışık eğrisi.

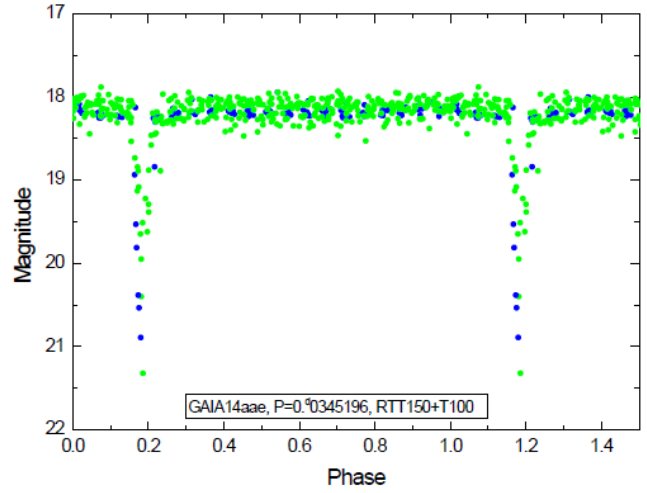
Türk zamanında 16ARTT150-949, T100 ve T60 için de sırasıyla 15CT100-915 ve 16BT60-1005 gözlem projeleri kullanılmıştır. Bu çalışma ayrıca, 221-733-2015/4 projesi ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. HHE, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğine YADOP-4124 (ID-6939) proje desteği için teşekkür eder. Ayrıca, Sinan Kaan Yerli ve İbrahim Aköz'e Türkçe Latex desteği için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Campbell, H.C., Marsh, T.R., Fraser, M. ve 82 yazar MNRAS **452** (2015) Issue 2 1060–1067
 Esenoglu, H.H., Galeev, A., Khamitov, I. ASP Conference Series, Balega, Yu., Kudryavtsev D.O., Romanyuk I.I. and Yakunin, I.A. (eds.) **510** (2017) 535–537
 Green, M.J., Marsh, T.R., Steeghs, D.T.H. ve 5 yazar ASP Conference Series **509** (2017) 567–570
 Green, M.J., Marsh, T.R., Steeghs, D.T.H. ve 19 yazar MNRAS **476** (2018) Issue 2 1663–1679

Erişim:

O14-1530: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)



Şekil 4. $P=49.7$ dakikalık yörünge periyodu boyunca Gaia14aae'nin ışık evre diyagramı (mavi daireler RTT150'nin ve yeşil daireler de T100'ün verileridir).

KIC6670812 Örtlen Değişen Sisteminin Mutlak Parametrelerinin Elde Edilmesi ve Yüzey Parlaklık Dağılımının Modellenmesi

Engin Bahar¹★,

Hakan Volkan Şenavcı, Ekrem Murat Esmer, İbrahim Özavcı

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışmada, Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nde bulunan T40 Kreiken Teleskobu'na bağlı ortalama 15000 çözünürlüklü echelle tayfçeki kullanılarak KIC6670812 örtlen değişen sisteminin tayfsal gözlemleri yapıldı ve bu tayflar üzerinden sistemin dikine hız eğrisi elde edildi. Dikine hız eğrisi ile birlikte, sistemin Kepler Uzay Teleskobu tarafından elde edilen yüksek duyarlıklı ışık eğrileri arasından seçilen simetrik yapılı bir ışık eğrisi eş zamanlı olarak analiz edildi ve KIC6670812 örtlen değişen sisteminin mutlak parametreleri literatürde ilk kez belirlendi. Bununla birlikte, aynı tayfçeker ile alınan tayflar kullanılarak Doppler Görüntüleme Tekniği yardımıyla bileşenlerin soğuk leke kaynaklı yüzey parlaklık dağılımları modellendi.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O14-1550: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

V444 Cyg Örten Wolf-Rayet Çift Sistemi

İbrahim Aköz¹★, Kadri Yakut¹

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

Özet

Bu çalışmada örten Wolf-Rayet (WR) çift sistemlerinden biri olan V444 Cygni (WR139) sisteminin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) bulunan T60 teleskobu kullanılarak elde edilen çokrenk fotometrik gözlemlerine ilişkin ilk sonuçlar verilmiştir. 2015-2018 yılları arasında yapılan yeni gözlemlerden 4.2 gün yörünge dönemine sahip olan sistemin U, B, V, R ve I bandlarında tam ışık eğrisi elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: Wolf-Rayet, İkili Yıldızlar

1 Giriş

WR yıldızları O türü yıldızların soyundan gelen ve yıldız evriminin son aşaması olan süpernova evresinin öncesindeki evrede bulunan yıldızlara denir. Genel olarak 10 000K'den yüksek etkin sıcaklıklara ve $10^5 L_{\odot}$ 'ten büyük ışınlama gücüne sahip yıldızlardır. Bu yıldızlar görece olarak evrimleşmiş ve genişlemiş atmosfer yapısına sahip yıldızlardır. Büyük kütleli O türü yıldızlar yıldız rüzgarları aracılığıyla önemli miktarda kütle kaybederek yüzeylerinde önce H-yanma ürünlerini ardından He-yanma ürünlerini gösterdiği düşünülmektedir. Bu bakımdan WR yıldızları büyük çoğunluğu yüzeyini saran Hidrojen (H) zafını atmış, merkezinde nükleer reaksiyonlar sonucu oluşan elementleri gösteren yıldızlardır. WR türü yıldızlar anakol evrimini tamalamış çoğu merkezinde Helyum (He) yakma nükleer tepkimeleri gerçekleştirir. Bu evre yıldız evrimine bakıldığında oldukça kısadır. Örneğin 10 M_{\odot} kütleli bir yıldızın evrimi ortalama 5 milyon yıldır ve %10'luk dilimini WR yıldızı olarak geçirir (Meynet & Maeder 2005).

Çoğu tek WR yıldızı 25-30 M_{\odot} aralığında oldukça sınırlı kütle aralığında sahip kırmızı süperdev evresi sonrası yıldızlardır. 30 M_{\odot} üzerinde kütleyle sahip olanlar evrimine Parlak Mavi Değişenler olarak devam eder. Ancak yakın çift yıldızlarda bir WR yıldızı üretmek için böyle sınırlı bir kütle aralığı vermek çok zordur. Çünkü yakın çift yıldızların evrimleri boyunca gerçekleşireceği ortak zarf evresi veya Roche taşmasıyla kütle aktarımı sistemi oluşturan bileşenlerin kütlelerinde önemli değişimlere yol açar (Crowther 2007).Güneş metal bolluğuna sahip bir yıldızın WR aşaması geçirebilmesi için minimum başlangıç kütleleri 25 M_{\odot} olması gerekir (Crowther 2007).

WR yıldızlarından tayf alındığında normal yıldızda karşılaşılan dar soğurma çizgilerinin aksine geniş salma çizgili yapıya sahip olduğu görülür. Bunun nedeni güçlü yıldız rüzgarları ile yoğun kütle atımı gerçekleştirmesi ve genişlemiş atmosfer yapısına sahip olmasından kaynaklanır. Genel olarak tayflarında He çizgileri baskındır. Bunun yanında tayflarında Azot (N), Karbon (C) ve Oksijen (O) çizgileri baskınlık gösterir. N, C ve O salma çizgi baskınlığına göre sırasıyla WN, WC ve WO üç ana alt tayf sınıfına ayrılmıştır. Son yıllarda yapılan gözlemsel çalışmalarada sonucunda Büyük Macellan Bulutsusu'nda 8 tane WR yıldızının klasik WR yıldızların tayfindan farklı olarak güçlü geniş salma çizgilerine ek olarak tayfsal yapıda güçlü soğurma çizgileride mevcut olduğu görülmüştür. İlk olarak bu yıldızların

WN3+O3 çiftleri olduğu düşünülmüş ancak oldukça sönük salt parlaklık değerlerine sahip olduklarından dolayı bu yıldızların bir geçiş sınıfı olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. WR yıldızlarının tayfsal sınıflandırılmasına ek olarak WN3/O3 geçiş durumu tayfsal yapı sergileyen WR yıldızları eklenmiştir (Neugent et al. 2017).

WR yıldızları galaktik olarak yoğun yıldız oluşum bölgelerinde dağılmış olarak görülmektedir. Samanyolu galaksisinde yaklaşık olarak 635 tane WR yıldızı bulunmaktadır (Rosslowe & Crowther 2015). Günümüzde yapılan son çalışmalar ile bu sayı 657'ye yükselmiştir. Bunlardan ~370 tanesi WN türü, ~280 tanesi WC türü, 8 tanesi WN/WC geçiş türü ve 4 taneside WO türüdür. WR yıldızlarının % 40'nın çift sistemlerden oluşmaktadır (van der Hucht 2001). Galaksimizde bulunan WR türü yıldızların ~40 tanesi çift çizgili tayfsal çift (SB2) yıldızdır. Bu çalışmada incelenen V444 Cyg sistemi de SB2 türü bir WR+O çift sistemidir.

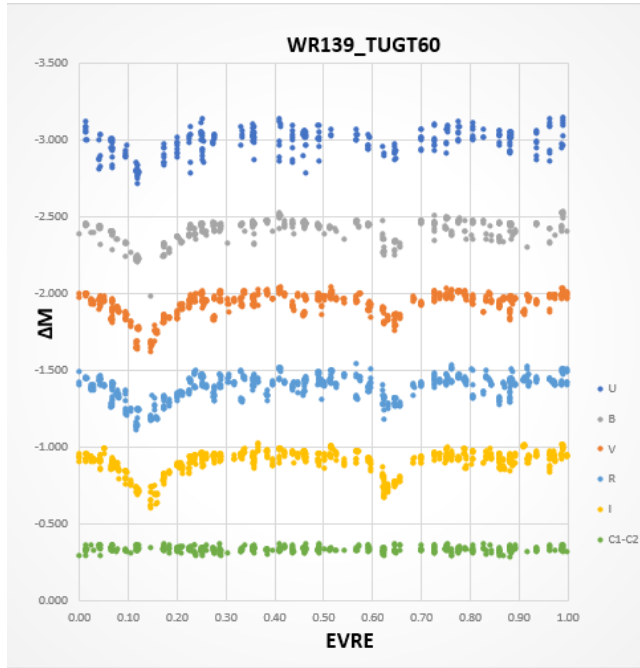
WR çiftleri astronomide yüksek astrofiziksel süreçleri anlamak için önemli bir yere sahiptir. Çünkü bu sistemler evrimini yüksek enerji çikıtlı süpernova patlamasıyla sonlandırarak geriye karadelik veya nötron bileşenli çift sistemler bırakır. Bu tür sistemlerin oluşumunu incelemek için WR aşamasının iyi çalışılmış olması gerekir. WR çiftlerinde en baskın görülen sistemler WR+O çiftleridir. Bunun yanı sıra gözlenmiş WR+WR ve WR+cc (cc:sıkışık obje) sistemleri de mevcuttur. Bu bağlamda çalışılan V444 Cyg rölativistik çiftlerin oluşumunun incelenmesi için bir örnek teşkil etmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde sistemin literatürden elde edilen bilgileri sunulacaktır. Üçüncü bölümünde gözlem ve yöntem bilgilerine değinilecek ve elde edilen ışık eğrisi sunulacaktır. Sonuç ve tartışmalar kısmında sisteme ilişkin değişimlerden söz edilecektir.

2 V444 Cyg (WR 139) Sistemi

V444 Cyg sistemi ilk olarak Wilson (1939) tarafından tayfsal çift olarak belirlenmiştir. Daha sonra Gaposchkin (1941) çalışmasında sistemin örten çift olduğu, sistemin yörünge dönemini 4.21 gün, sistemi oluşturan bileşenlerden WR yıldızının bir WN5 türü, diğer bileşeni O tayfindan bir anakol yıldızı olduğunu belirlemiştir. De Greve & Doom (1988) tarafından yapılan çalışmada sistemi oluşturan bileşenlerin başlangıç kütle aralıklarını 16-25 M_{\odot} olarak belirlemiştir. Underhill et al. (1988) tarafından sistemin bileşenlerinin kütleleri $M_{WR}=11.3M_{\odot}$ ve $M_O=37.5M_{\odot}$, bileşen yıldızların dikine hız genlikleri $K_{WR}=337 \pm 18 \text{ km s}^{-1}$

★ aközibrahim_035@hotmail.com



Şekil 1. WR 139 sisteminin TUG T60 teleskobu ile UBVRİ filtrelerinde elde edilmiş ışık eğrileri.

ve $K_O=112 \pm 8 \text{ km s}^{-1}$ olarak elde edilmiş ve sistemin yörünge dönemi ise $4^d.212424$ olarak belirlemiştir.

Hırv et al. (2006) 1999-2006 yılları arasında 114 adet tayf verisi toplanmış bileşenlerin dikine hızları ölçülmüştür ve sistemi oluşturan WR bileşeninin yıllık kütle kaybı miktarı $\dot{M} = 4.6 \times 10^{-5} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$, sistemi oluşturan bileşenlerin WR yıldızının kütlesi $M_{WR}=9M_{\odot}$ ve O bileşeninin kütlesi $M_O=28M_{\odot}$ olarak verilmiştir. Eriş & Ekmekçi (2011) tarafından sistemin fotometrik çalışması ve UV tayfsal analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda yazarlar sistemi oluşturan bileşen yıldızların kütlelerini $M_{WR}=10.64M_{\odot}$ ve $M_O=24.68M_{\odot}$, yarıçaplarını $R_{WR}=7.19R_{\odot}$ ve $R_O=6.85R_{\odot}$, sıcaklıklarını $T_{WR}=30 \text{ 000K}$ ve $T_O=40 \text{ 000K}$ olarak elde etmişlerdir. Sistemdeki WR bileşeninin kütle kaybı miktarı $\dot{M} = (6.76 \pm 0.39) \times 10^{-5} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

3 Yeni UBVRİ Gözlemleri

V444 Cyg sisteminin fotometrik gözlemleri TUG'da bulunan 60 cm (T60) çaplı aynaya sahip robotik teleskop ile yapılmıştır. 811 numaralı gözlem projesi ile 2015-2018 yılları arasında yaklaşık 8 farklı gözlem döneminde (2015B-C-D, 2016A-C, 2018B-C-D) ve U,B,V,R ve I filtreleri kullanılarak çokrenk gözlemleri yapılmıştır. Sisteme ilişkin tüm filtrelerde yaklaşık 5400 gözlem noktası elde edilmiştir.

Elde edilen gözlem verisinin ön indirgeme işlemleri sırasında bias, dark, flat ve zaman düzeltmeleri için IRAF paket programı kullanılarak yapılmıştır. İndirgeme işlemleri için hazırlanmış olan gözlem verisi IRAF paket programında bulunan AppPhot ile yapılmıştır. Fark fotometrisi yapılarak sistemin elde edilen ışık eğrisi Şekil 1'te gösterilmiştir. Fark fotometrisi yaparken kullanılan mukayese yıldızlarının değişimi de C1-C2 ile temsil edilmiştir.

4 Sonuç ve Tartışmalar

WR çift sistemleri yüksek enerjili astrofiziksel süreçleri anlamamıza olanak sağlarlar. Büyük kütleli yıldızların soyundan gelmesi ve evrimlerinin sonunda gerçekleştireceği süpernova patlaması buldukları bölgelerdeki metal bolluğunun zenginleştirilmesini yeni tür yıldızların oluşma olasılığını sağlar. Karadelik çiftlerinin de WR çiftlerinin evriminden gelmesi bu tür gök cisimlerinin fiziksel yapısını anlamak için oluşum aşamasının iyi çalışılmış olması gerekmektedir. Bu çalışmada ele alınan WR+O türü bir örten çift sistem olan V444 Cyg sahip olduğu astrofiziksel parametreler açısından oldukça önemli bir sistemdir.

V444 Cyg sisteminin elde edilen uzun dönemli fotometrik çalışmasına ilişkin ilk sonuçlar bu çalışmada sunulmuş ve TUG T60 teleskobu ile elde edilen çokrenk ışık değişiminin sonuçları Şekil 1 de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi her iki minimum belirgin bir şekilde elde edilmiştir. Bu durum ileride yapaçağımız sentetik ışık eğri modellerinde belirleyici olacaktır. Sistemin fotometrik gözlemleri yeni gözlem dönemlerinde devam etmektedir. Farklı zamanlarda elde edilen fotometrik değişimlerin analizi bize hem yüzey hem de sistemi çevreleyen madde hakkında bilgi sunar. Bu tür sistemlerdeki uzun dönemli fotometrik değişimi daha önce yapılmış gözlemsel veriler ile birlikte incelendiğinde yıldız rüzgarlarıyla kaybedilen kütle uzun zaman diliminde nasıl değiştiği hakkında bilgi verir. Sistemin fotometrik gözlemlerine ek olarak tayfsal çalışmaları elde edilerek sisteme ait hassas fiziksel ve yörünge parametreleri elde edilmesi planlanmaktadır. Son olarak elde edilen yeni parametreler kullanılarak bileşen yıldızlara ilişkin evrim modellerinin oluşturulması hedeflenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma İbrahim Aköz'ün doktora tez çalışmasının bir bölümünü oluşturmaktadır. Çalışmada TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobu kullanılmıştır (Proje Numarası: 15BT60-811). Desteklerinden dolayı TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Crowther P. A., 2007, *ARA&A*, 45, 177
 De Greve J. P., Doom C., 1988, *A&A*, 200, 79
 Eriş F. Z., Ekmekçi F., 2011, *Astronomische Nachrichten*, 332, 616
 Gaposchkin S., 1941, *ApJ*, 93, 202
 Hırv A., Annuk K., Eenmäe T., Liimets T., Pelt J., Puss A., Tempel M., 2006, *Baltic Astronomy*, 15, 405
 Meynet G., Maeder A., 2005, *A&A*, 429, 581
 Neugent K. F., Massey P., Hillier D. J., Morrell N., 2017, *ApJ*, 841, 20
 Rosslowe C. K., Crowther P. A., 2015, *MNRAS*, 447, 2322
 Underhill A. B., Yang S., Hill G. M., 1988, *PASP*, 100, 741
 Wilson O. C., 1939, *PASP*, 51, 55
 van der Hucht K. A., 2001, *New Astron. Rev.*, 45, 135

Erişim:

O14-1610: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

KIC3347485 Çoklu Sisteminin Fotometrik Analizi

Derviş Ersin Tokbay^{1*}, Kadri Yakut²

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

²Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Çok hassas duyarlılığa sahip Kepler Uzay Teleskobu'nun elde ettiği fotometrik gözlemler bize yıldızlarda gerçekleşen fiziksel süreçlerin detaylı olarak incelenmesine olanak sağlar. Bu çalışmada, yarı-ayrık bir sistem olan KIC 3347485 çift yıldızının uzun dönemli ışık değişim analizi yapılmıştır. Sistemin yaklaşık 1500 günlük gözlemi süresince elde edilen çok sayıda ışık eğrilerinin baş ve yan minimum orta noktalarına karşılık gelen zaman ve normalize akı değerlerinin değişimleri hesaplanmıştır. Bu şekilde sistemin minimum evrelerindeki fotometrik değişimi ele alınmıştır. Sistemin ayrıca dönem değişim analizi de yapılarak fotometrik değişime neden olan süreçler ortaya konmuştur.

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

1 Giriş

2009 yılında fırlatılan Kepler Uzay Teleskobu çok hassas duyarlılıkta gözlemler yapmıştır Koch ve ark. (2010). Bu hassas duyarlılık sayesinde öte gezegen araştırmaları, zonklama, aktivite, vb. çalışmaların sonuçları çok daha duyarlı olabilmektedir. Kaliteli gözlem verisi bize astrofiziksel problemler hakkında daha duyarlı modeller yapma şansı sunar. Bu bağlamda Kepler verileri başta çift yıldızlar olmak üzere bir çok problemin araştırılmasında önemli bir laboratuvar olmuştur. Kepler alanında bulunan birçok çift yıldız daha önce Prsa ve ark. (2011) tarafından çalışılmış ve çift sistemlere ilişkin yörünge öğeleri elde edilmiştir.

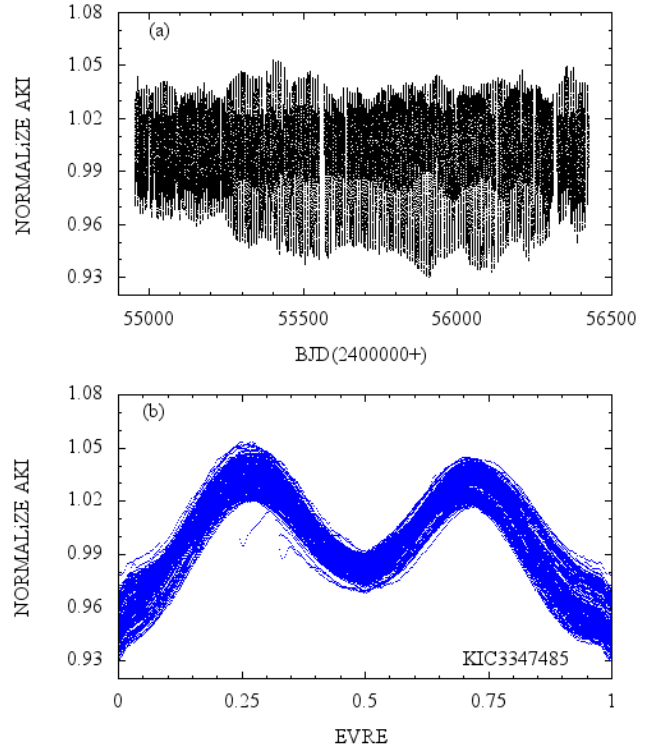
Çift yıldız sistemleri genellikle bir baş yıldız ve onunla birlikte ortak bir kütle etrafında dönen yoldaş yıldızdan oluşmaktadır. Çift yıldızları çalışarak yıldızlara ilişkin fiziksel parametreleri daha hassas elde edebilir ve bu bağlamda yıldız evrimini daha iyi anlarız. Bu çalışmada ele alınan KIC3347485 sistemi örten ve yarı-ayrık bir sistemdir Slawson ve ark. (2011). Sistemin Kepler verisi çalışılmış ve fotometrik değişimlere neden olan süreçler araştırılmıştır.

2 Gözlem Verisi Analizi

Sistemin gözlem verisi Kepler'in veri arşivinden elde edilmiş ve gerekli arındırma ve düzeltme işlemleri uygulanmıştır. Sistemin normalize edilmiş gözlem verisi Şekil 1'de zamana ve evreye karşı gösterilmektedir. Şekil 1'de üstte siyah nokta ile gösterilen grafik normalize eğriyi, altta mavi noktalarla temsil edilen grafik ise sistemin evreye karşılık akı grafiğini göstermektedir.

Sistemin ışık eğrisindeki baş(1.) ve yan(2.) minimumlar incelendiğinde bu minimumların içerisinde ayrıca bir sönümlenme (iç minimum) olduğu görülmektedir. Bu durum Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2' de üstte mavi noktalar ile gösterilen grafik baş minimumun belirli bir zamandaki görüntüsü, alttaki kırmızı ile gösterilen grafik ise yan minimumun belirli bir zamandaki görüntüsüdür.

Bu çalışmada iç minimum ve ana minimumlar (baş ve yan minimum) ayrı ayrı ele alınmıştır. Sistemin akısının zamanla değişip değişmediğinin irdelenmesi amacıyla her bir ışık eğrisinin



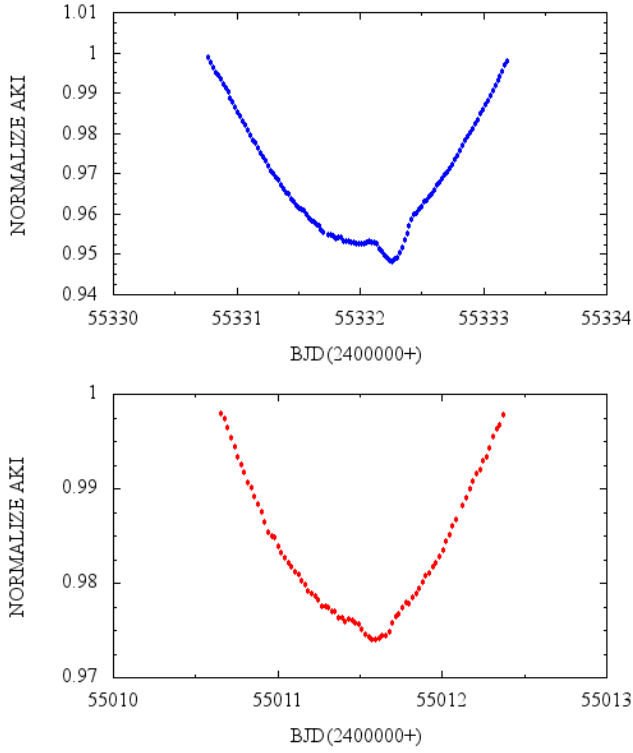
Şekil 1. KIC3347485 örten çift sisteminin zamana (a) ve evreye (b) göre ışık değişimi

baş ve yan minimumlarının orta noktalarının akı ve zaman değerleri hesaplanmıştır. Bu bağlamda yaklaşık 1500 günlük gözlem verisi irdelenmiştir. Her bir dönem için o döneme ait baş minimum ve yan minimumun minimum orta noktasına karşılık gelen akının zamana bağlı değişimi Şekil 3'te verilmiştir.

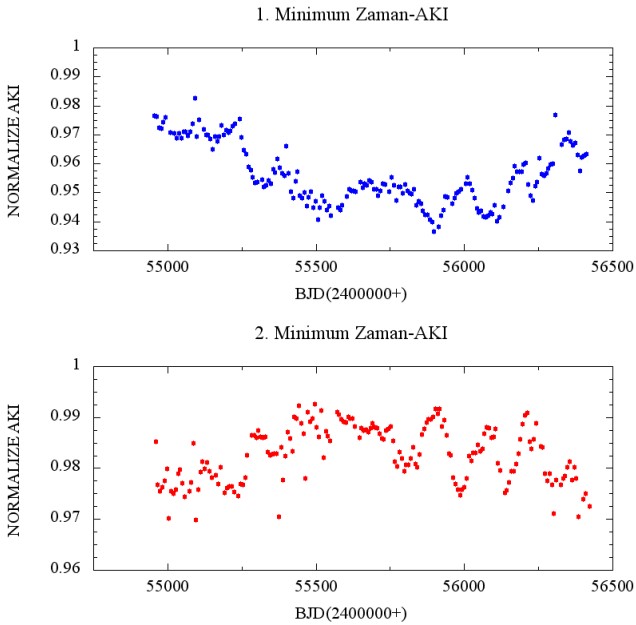
3 Sonuçlar ve Tartışma

KIC3347485 sistemi çift olmasının yanısıra ışık eğrisinin baş ve yan minimumlarının farklı bölgelerinde görece olarak daha küçük minimumlar sergilemektedir. Bu çalışmada çift sistemin toplam akısındaki değişimler ve olası aktivite nedeni ile gerçekleşen de-

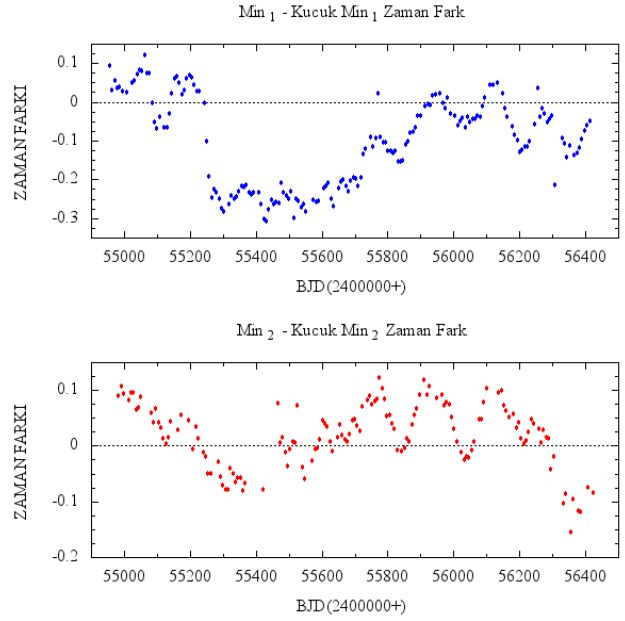
* d.ersintokbay@gmail.com



Şekil 2. Sistemin belirli bir zamandaki baş ve yan minimumlarının görüntüsü.



Şekil 3. Baş ve yan minimumun zamana bağlı akı değişimleri. Üstteki grafik baş minimuma, alttaki grafik ise yan minimuma aittir.



Şekil 4. Baş ve yan minimumun orta noktalarının sahip olduğu minimumların orta noktalarıyla arasındaki zaman farkları. Üstteki şekil baş minimum, alttaki şekil ise yan minimum için hesaplanmıştır.

ğişimler incelenmiştir. Ayrıca sistemin elde edilen her bir ışık eğrisi incelendiğinde ana minimumların içindeki iç minimumların zamanla yer değiştirdiği gözlenmiştir. Bu durum Şekil 4'teki grafikte gösterilmiştir. Bu grafikte yatay eksendeki sıfır noktası ana minimum orta noktası ve iç minimum orta noktasının çakıştığı noktayı temsil etmektedir. Dolayısıyla her iki ana minimum için de iç minimumun zamanla ana minimuma göre hareketi böylece ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada iç minimumlar için yaklaşık 200 gün dönemli bir değişim tespit edilmiştir. Ayrıca sistemde olası bir üçüncü cismin varlığı araştırılmıştır. Yapılan ilk analizler sistemde 1148 gün dönemli bir üçüncü cismin olabileceğini göstermiştir. Çalışmamız daha detaylı olarak [Ersin ve Yakut \(2019\)](#) çalışmasında bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Koch, David G., ve ark., 2010, "Kepler Mission Design, Realized Photometric Performance and Early Science", *The Astrophysical Journal Letters*,713,2,79
- Prsa, Andrej, ve ark., 2011 "Kepler Eclipsing Binary Stars. I. Catalog and Principal Characterization of 1879 Eclipsing Binaries in the First Data Release", *The Astronomical Journal*,141,3,83
- SLAWSON, R.W., ve ark., 2011 "Kepler eclipsing binary stars. II. 2165 eclipsing binaries in the second data release", *The Astronomical Journal*,142,160
- Tokbay, Derviş E. ve Yakut, K.,2019, hazırlık aşamasında.

Erişim:

O14-1630: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Aktif Yıldızların Uzun Süreli Işıkkölçümü

Fatma Uyanık¹★,

Duygu Gürbüzöğlü, Rahmi Can Yüksel, Bilal Kürşat Kılıç, Serdar Evren,
Orkun Özdarcan

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Bu çalışmada kromosferik aktif yıldızlar olarak anılan yıldız türlerine ait geri tür yıldızlar üzerinde görülen aktivite belirteçlerinin neler olduğu ve yıldızların ışık değişimlerinin fotometrik ve tayfsal olarak nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Güneş benzeri aktivite gösteren yıldızlar üzerindeki aktivite yapılarının değişim ve evrim süreçleri ile durum analizleri üzerine çalışılmıştır. Araştırma konusuna örnek olarak kromosferik aktif çift yıldız IS Vir seçilmiştir. Öncelikle IS Vir üzerine kaynak tarama yapılarak araştırmaların ulaştığı sonuçlar incelenmiştir. Sisteme yönelik elde edilen sonuçların eksik veya yetersiz yönleri üzerine yoğunlaşarak yeni fotometrik gözlem verilerine ulaşılmıştır. Böylece uzun dönem aralığına yayılmış veri çalışılarak daha güvenilir sonuçlara ulaşılmıştır. Bulduğumuz sonuçlar daha önceki araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: stars: activity, İkili Yıldızlar

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O14-1635: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Bazı Değen Çift Yıldızların Modellenmesi

Mümin Güneş^{1*}, İbrahim Bulut², Osman Demircan²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Kampüsü, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 17100, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Kampüsü, Fen Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, 17100, Çanakkale

Özet

Değen çift yıldızların (W UMa) oluşum ve evrimleri yeterince anlaşılammıştır. Bu sistemlerin durumunu nükleer evrim, açılal momentum evrimi ve kütle kaybı belirler. Manyetik frenleme ve dinamo kökenli olaylar bu sistemlerde açılal momentum kaybına neden olur. Bu tür sistemleri daha iyi anlamak için bazı değen çift sistemlerin evrim durumları Bse ve Ev-twin kodu ile anlaşılmaya çalışıldı. Kodlarda değişiklikler yapılarak değen evre modellendi. O-C analizlerinde dönemi azalan sistemler seçildi. Böylece değen sistemlerin fiziksel durumları evrim kodlarıyla değerlendirildi.

Anahtar Kelimeler: Çift yıldız evrimi, Bse, Twin Kod, Değen çiftler, W UMa

1 Giriş

Değen sistemlerinin oluşum ve evrimi astrofizikte önemli bir araştırma alanıdır. Nükleer evrim, kütle kaybı, manyetik frenleme ve dinamo kökenli olaylar, kütle aktarımı, dönme/dolanma açılal momentum evrimi, 3.cisim etkisi bu tür sistemlerin evrimini belirlemektedir. Bazı W UMa türü değen sistemlerinin evrimel durumu Hurley ve ark (2002) tarafından geliştirilen Bse kodu ve Eggleton'ın Ev-Twin kodunun Utrecht çatallanması (Eggleton, 1971,1972,1973), (Eggleton ve Kiseleva-Eggleton, 2002), (Stancliffe ve ark., 2007), (Eldridge ve Tout, 2004), (Glebbeek ve ark., 2008) kullanılarak incelendi. Kodlar değen evre için değiştirildi. O-C analizlerinde dönemi azalan sistemler seçildi. Seçilen sistemler OO Aql, V502 Oph, RW Com, VW Cep dir. Değen sistemlerinin yaş ve evrimi bu kodlar kullanılarak değerlendirildi.

2 Yöntem ve Uygulamalar

Çizelge 1'de ilgili sistemlerin modellemelerde kullanılan mutlak parametreleri ve dönemi yer almaktadır. Bu değerler *Tübitak 114F166 numaralı projeden* elde edilmiştir. Bu sistemlerin O-C analizleri yörünge döneminin azaldığını göstermektedir.

İki farklı kod ve iki farklı yaklaşım ile bu tür sistemlerin dinamik evrimini anlamaya çalıştık. Uygulamalarda korunumsuz evrim modelleri üzerinde yoğunlaştık.Çözümler eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar sıfır yaş anakolundan başlatılmıştır. Başlangıç dışmerkezliği sıfır alınmıştır. Hesaplamalar değme derecesi yüzde 80-90 civarında olduğunda durduruldu. Bu durumda L2 noktasından sistemden aşırı kütle kaybı ve sonrasında sistemin birleşmesi beklenmektedir. Programlar kullanılarak sistemlerin mutlak parametrelerine en uygun modeller araştırılmıştır.

Bse kodunda yapılan değişiklikler aşağıda 1,2 ve 3 denklemlerinde sunulmuştur.

$$\frac{R_1}{R_{r1,1}} = \frac{R_2}{R_{r1,2}} \quad (1)$$

$$\dot{M}_{1,2} = \begin{cases} -10^{-11} R_{1,2} & M_{1,2} \leq 1.0 \\ -10^{-11} & M_{1,2} > 1.0 \end{cases} \quad (2)$$

* mmngns@hotmail.com

$$\dot{M}_{tr} = \frac{(R_1 - R_{r1})^5}{R_{r1,1}} \quad (3)$$

Bu denklemlerden ilki Li ve ark (2004)'nin önerisine dayanmaktadır. Denklem değme koşulunu ve her iki bileşenin yaklaşık aynı Roche potansiyelinde olmasını anlatır. Bu değişiklik programın değen evre ve sonrasında çalışması için yapılmıştır. İkinci ve üçüncü denklemler Stępień (2011)'nin ve Stępień ve Kiraga (2015)'nin çalışmalarına dayanmaktadır. İkinci denklem yıldız rüzgarlarıyla kütle kaybını, üçüncüsü kütle aktarımı sırasında programın davranışını anlatır.

3 Sonuçlar

İki farklı çift yıldız evrim kodu kullanılarak ayrı çift yıldız kanalıyla değen çift oluşumu ve modellenmesine çalışıldı. Çizelge 2'de her bir sistem için kullanılan kod, başlangıç kütleleri, başlangıç dönemi, sistemin modeldeki yaşı ve değen sistemin birleşme yaşı verilmiştir. Şekil 1'de modellenen sistemlerin kütle-yarıçap ve dönem-zaman düzleminde durumları evrim yollarıyla çizdirilmiştir. log R- M düzleminde ZAMS ve TAMS mavi ve pembe kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Siyah nokta birinci bileşeni, beyaz nokta ikinci bileşeni göstermektedir. Siyah ve turkuaz çizgiler modellerin evrim yollarını göstermektedir. SD ve C etiketleri modellerin yarı ayrı ve değen evreye geldikleri noktadır. Yörünge dönemi - zaman grafiklerinde dik mavi, siyah ve kırmızı çizgiler sırasıyla sistemin yarı ayrı evreye ulaştığı, değen evreye ulaştığı ve gözlemsel değerle çakıştığı zamanı yani sistemin yaşını göstermektedir.

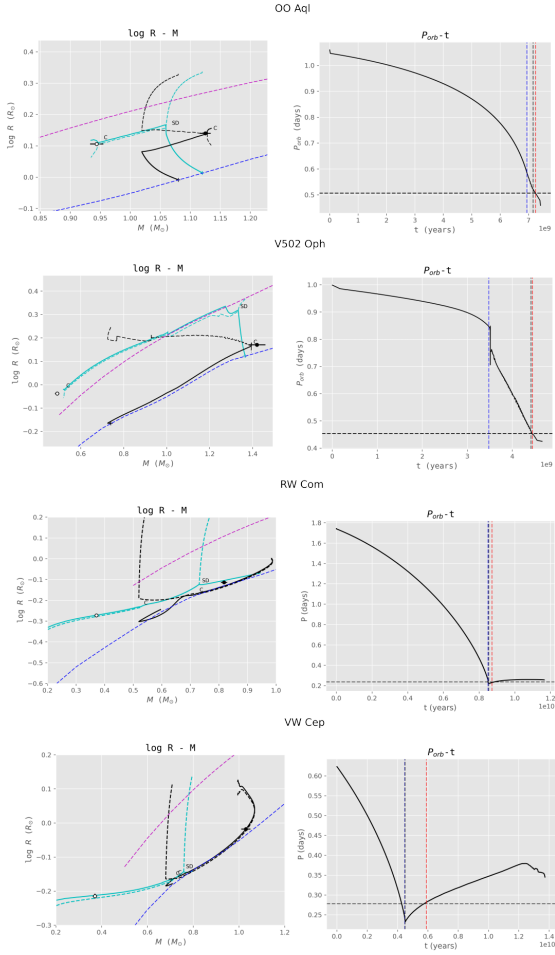
Hızlı çalışan Bse kodu değen evre ve sonrasında yörünge döneminin küçültmeye eğilimlidir. Manyetik frenleme etkisi sistemi birleşmeye götürür. Ev-twin kodu basitleştirilen bir dinamo modeline sahiptir. Bu kod kütle oranını tersine çevirdikten belli bir zaman sonra yörünge dönemi artırmaya yönelir. Literatürde değen çiftlerin O-C analizlerinde artan ve azalan sistemlere rastlamaktadır. Değen evrimini anlamak için mutlak parametrelerin çok iyi belirlenmesine ve istatistiksel çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca çift yıldız evriminde rol oynayan süreçlerin ayrı ayrı çok iyi şekilde anlaşılması gerekmektedir. Bu kodlar değen çift yıldızının birleşen sürecini anlamak için de kullanılabilir.

Çizelge 1. Modellenen sistemlerin mutlak parametreleri ve yörünge dönemi.

Sistem	$M_1(M_{\odot})$	$M_2(M_{\odot})$	$R_1(R_{\odot})$	$R_2(R_{\odot})$	P(gün)
OO Aql	1.125 ± 0.009	0.944 ± 0.011	1.380 ± 0.003	1.276 ± 0.005	0.506792
V502 Oph	1.42 ± 0.04	0.49 ± 0.01	1.48 ± 0.01	0.9167 ± 0.01	0.453386
RW Com	0.818 ± 0.011	0.371 ± 0.007	0.770 ± 0.003	0.534 ± 0.05	0.237345
VW Cep	1.03 ± 0.02	0.37 ± 0.01	0.96 ± 0.01	0.61 ± 0.01	0.27830959

Çizelge 2. Sonuçlar.

Sistem	Kod	$M_{1i}(M_{\odot})$	$M_{2i}(M_{\odot})$	P_i (gün)	Z	t(Gyr)	t_m (Gyr)
OO Aql	Bse	1.08	1.12	1.06	0.018	7.25	7.47
V502 Oph	Bse	0.74	1.37	0.99	0.015	4.45	4.70
RW Com	Ev/Twin	0.60	0.94	1.75	0.010	8.72	11.50
VW Cep	Ev/Twin	0.71	0.794	0.65	0.020	5.90	13.50

**Şekil 1.** Modellenen sistemlerin kütle-yarıçap ve dönem-zaman düzleminde durumları.**Kaynaklar**

- Eggleton, P.P.: The evolution of low mass stars. MNRAS. **151** (1971) 351
 Eggleton, P.P.: Composition changes during stellar evolution. MNRAS. **156** (1972) 361

- Eggleton, P.P.: A numerical treatment of double shell source stars. MNRAS. **163** (1973) 279
 Eggleton, P. P.; Kiseleva-Eggleton, L.: The Evolution of Cool Algons. ApJ. **575** (2002) 461–473
 Eldridge, J. J., Tout, C. A.: A more detailed look at the opacities for enriched carbon and oxygen mixtures. MNRAS. **348** (2004) 201–206
 Glebbeek, E., Pols, O. R., Hurley, J. R.: Evolution of stellar collision products in open clusters. I. Blue stragglers in N-body models of M 67. A&A. **488** (2008) 1007–1015
 Hurley J.R., Tout C.A., Pols O.R.,: Evolution of binary stars and the effect of tides on binary populations. MNRAS. **329** (2002) 897–928
 Li, Lifang., Han, Zhanwen., Zhang, Fenghui: Structure and evolution of low-mass W UMa-type systems. MNRAS. **351** (2004) 137–146
 Stancliffe, R. J.; Glebbeek, E.; Izzard, R. G.; Pols, O. R.: Carbon-enhanced metal-poor stars and thermohaline mixing. A&A. **464** (2007) L57–L60
 Stępień, K.: Evolution of the progenitor binary of V1309 Scorpii before merger. A&A. **531** (2011) A18
 Stępień, K., Kiraga, M.: Model computations of blue stragglers and W UMa-type stars in globular clusters. A&A. **577** (2015) A117
Erişim:
 014-1640: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

WZ Sge Türü Kataklişik Değişen Yıldızlar

Elif Köksal^{1*}, Belinda Kalomeni¹

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

Özet

Kataklişik değişen yıldızlar farklı astrofiziksel süreçleri ve yıldız evrimini çalışmak için önemli sistemlerdir. Kataklişik değişenlerin bir alt türü olan WZ Sge türü sistemler düşük kütle oranları dönem minimumu civarında yörünge dönemlerine sahip olmaları nedeniyle kataklişik değişenlerin önemli bir alt grubunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada WZ Sge sisteminin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobu ile elde edilen gözlem verilerinin ön sonuçları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: stars: dwarf novae, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Kataklişik değişenler beyaz cüce ve kütle transfer eden düşük kütleli yıldızdan oluşan kısa dönemli çift yıldızlardır (Warner 1995). Kataklişik değişenler, yıldız evrimi çalışmalarında, farklı fiziksel süreçlerin çalışılıp anlaşılmasında kısa yörünge dönemlerine sahip olmaları nedeniyle önemli kaynaklar arasında yer almaktadırlar (Kalomeni et al. 2016). Kataklişik değişen yıldızlar beyaz cücenin manyetik alan şiddeti, sistemdeki disk, kimyasal yapı gibi farklı özellikler göz önünde tutularak farklı alt sınıflarda çalışılabilirler. Bu çalışmada cüce novaların bir alt sınıfı olan WZ Sge türü novalar incelenecektir. Beyaz cüce yüzeyine, düşük kütleli soğuk bileşen yıldızdan kararlı kütle transferinin gerçekleştiği yakın çift yıldız sistemlerinde nova patlaması gerçekleşir (Munari 2012). Kütlede zamanla gerçekleşen kararlı büyüme ve elektron yozlaşma koşulunda toplanmış zarf, kritik kütle değerine kadar toplanmaya devam eder. Beyaz cücenin Hidrojen bakımından zengin zarf kütlesi kritik değere ulaştığı zaman, zarfın alt katmanındaki Hidrojen ateşlenerek Hidrojen kabuk flaşa neden olur ve nova gerçekleşir. Beyaz cüce fotosferik yarıçapı genişler ve nova tayfı, optik maksimum yakınında F- süper devinin tayfına benzer. Optik maksimumdan sonra, yıldız rüzgarları ile kütle kaybı nedeniyle, zarf kütlesi azalarak fotosfer daha derin katmanlara doğru geriler. Yıldız rüzgarları ile kütle kaybı kademeli olarak azalır ve nova süper yumuşak X- ışın evresine girmeden önce optikçe kalın rüzgar son bulur. Hidrojen kabuk yanması tükendiği zaman nova patlaması sona erer (Hachisu & Kato 2014).

2 WZ Sge türü cüce novalar

WZ Sge türü cüce novalar, büyük genlik ve uzun tekrarlama süresi ile karakterize edilirler. Bu türden novalar ilk olarak SU UMa türü cüce novalar olarak sınıflandırılırsalar da erken süperhump, yeniden parlama, pozitif dönem değişimine yakın süperhump göstermeleri nedeniyle cüce novaların SU UMa türü cüce novalarından farklı bir alt sınıfı olarak tanımlanmaktadırlar (Kato 2002). Kütle veren bir anakol yıldızı ve sahip oldukları yörünge dönemleri ile yaklaşık 77 dakika dönem minimumundaki kataklişik değişenlere yakın sistemlerdir. Yaklaşık 20-30 yıl aralıklarla nadiren büyük genlikte süper patlama gösterirler, normal patlama gözlenmemektedir. Süper patlama sırasında ışık eğrisi uzun-süreklili süperhump gösterir. Optik ışık eğrisi bazen süper patlama sergiler ve sakın evrede çift humplıdır.

Süper patlama sırasında diskte spiral kol form oluştuğu önerilmektedir. Sakin evrede toplanma diski asimetrik ve parlak leke bölgesinin kütle transfer akıntısı boyunca genişlediği görünür. Toplanma diskinin dış katmanı düşük yoğunluk ve düşük sıcaklıkta olduğu önerilmektedir. Sakin evrede diskin iç kısmındaki boşluklu yapı diskin dairesel halka biçimli olduğuna işaret eder. Sakin evrede diskin dış yarıçapı, yaklaşık 3:1 rezonans yarıçapına sahiptir ve süper patlama esnasında 2:1 rezonans yarıçapına ulaşır (Zharikov & Tovmassian 2015).

Yüksek eğim açısına sahip, 43.5 pc uzaklıkta, geri M-türü cüce bileşen yıldız ve çok hızlı dönen beyaz cüceden oluşan 81.6 dakika yörünge dönemine sahip kataklişik değişen türü bir sistemdir (Zharikov & Tovmassian 2015). Evrimleşmemiş geri tür yıldızdan transfer edilen madde, Lagrange noktası boyunca kesintili bir şekilde transfer olur ve beyaz cüce etrafında toplanma diski oluşturur, optik kalın olan bu disk soğurma çizgilerinin gözlenmesine neden olur. Aktarılan kütlelerin toplanma diskinde çarptığı noktada parlak leke oluşur. Toplanma diskinde ilişkin tayfta sadece Hidrojen çizgileri saptandığı için Chandrasekhar ve Schönberg limitine göre dejenere çekirdeğin ata kütlelerinin sahip olabileceği maksimum sınır 0.2-0.3 M_{\odot} olması gerektiği görülür (Robinson et al. 1978).

Cüce novaların ışık eğrisinde sakın evrede ve patlama sırasında farklı türden dönemli fotometrik humplar gözlemlenmiştir. Sakin evrede hump çiftin yörünge dönemi ile tekrarlar ve SU UMa türü cüce novaların süper patlamaları esnasında gözlemlenmiş süper humplar, çiftin yörünge döneminden kısmen daha uzun döneme sahiptirler. Toplanma akıntısının diske çarptığı noktada sıcak leke oluşumu evreye bağlı olur ve yörünge döneminde gözlenen hump açıklanabilir. Fotometrik humplardan farklı olan erken humplar WZ Sge sisteminde patlamanın ilk 10 gününde gözlemlenmiştir. Erken hump ilk olarak Patterson et al. (1981) tarafından 1978 yılında WZ Sge patlamasında gözlemlenmiştir. Patlama sırasında bileşen yıldızdan artan madde transferi sonucu sıcak leke parlaması olarak yorumlanmıştır. Süper sıcak leke, patlamada sakın evredeki konumundan 60° yer değiştirmiştir (Patterson et al. 1981). Erken hump dönemi yörünge dönemiyle tekrarlar. WZ Sge türü cüce novalarda patlamanın erken evresinde görünür ve patlamanın daha geç evresinde sıradan süperhump ile değişmiştir, çift humplı bir profil gösterir (Kato 2002). Düşük kütle oranlarına sahip WZ Sge sistemlerinde erken süper humplar 2:1 rezonansın sonucu olarak açıklanır (Kato 2015).

WZ Sge türü sistemler patlama sonrasında ışık eğrisinde yeniden parlama değişimi veya inişler gösterir. WZ Sge sis-

* koks.elif.92@gmail.com

temi gözlemlerinde çoklu yeniden parlama tespit edilmiştir. Bu, WZ Sge türü cüce novaların karakteristik özelliğidir. Çoklu yeniden parlamanın fiziksel mekanizması çok iyi anlaşılmamıştır (Kato 2015). Düşük kütle oranına sahip çift sistemlerde yüksek enerjili patlama sırasında toplanma diski 3:1 rezonans ile genişler, 3:1 rezonans iç diske madde sağlayan depo görevini görür bu durum yeniden parlama ile sonuçlanır (Kato et al. 2008). Imada et al. (2006), yeniden parlama morfolojisini; Tür A patlaması (uzun-sürekli yeniden parlama), Tür B patlaması (çoklu yeniden parlama), Tür C patlaması, (tek bir yeniden parlama), Tür D patlaması (yeniden parlama yoktur) olmak üzere dört kategoride sınıflandırmıştır. Çift süper patlama gösteren iki cismin gözlenmesinden sonra Tür E patlamasını da sınıflandırmaya dâhil etmiştir (Kato et al. 2014). Osaki, Meyer and Meyer-Hofmeister (2001), yeniden parlamayı, toplanma diskinin sıcak ve soğuk durumu arasındaki değişim nedeniyle, dış disk bölgesinde ileri ve geri hareket eden dalgaların geçişlerinin tekrarlayan yansıması olarak açıklamaktadır. WZ Sge sisteminin 2001 yılındaki patlaması, düşük genlikli çoklu yeniden parlama göstermiştir, Tür A ve Tür B patlaması düzgün süreklilik göstermektedir, bu nedenle Tür A/B patlaması için uzun yeniden parlama ile düşük genlikli çoklu yeniden parlama önerilmiştir (Kato 2015).

3 Yeni Gözlemler

WZ Sge sisteminin uzun ve kısa dönemli ışık değişimlerini çalışmak için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) T60 ve T100 teleskopları ile gözlenmektedir. Bu çalışmada T60 teleskobu ile 2018 yılında 3 aylık dönem boyunca elde edilen ön sonuçlar sunulmaktadır. Sistemin T100 ve T60 teleskopları ile elde edilen gözlem verileri üzerine çalışmamız devam etmekte olup, çalışmaya ilişkin ayrıntılı bilgi tamamlandığında Köksal (2019) tez çalışmasında sunulacaktır. Şekil 1'de WZ Sge sisteminin AAVSO ve TUG T60 teleskobu ile elde edilen parlaklık değişimi gösterilmektedir. Kataklizmik değişenlerin önemli bir alt sınıfını oluşturan WZ Sge sistemlerinden WZ Sge sistemine ilişkin devam eden gözlemlerimiz ile patlamanın gözlenmesi ve buna ilişkin süreçlerin çalışılması hedeflenmektedir.

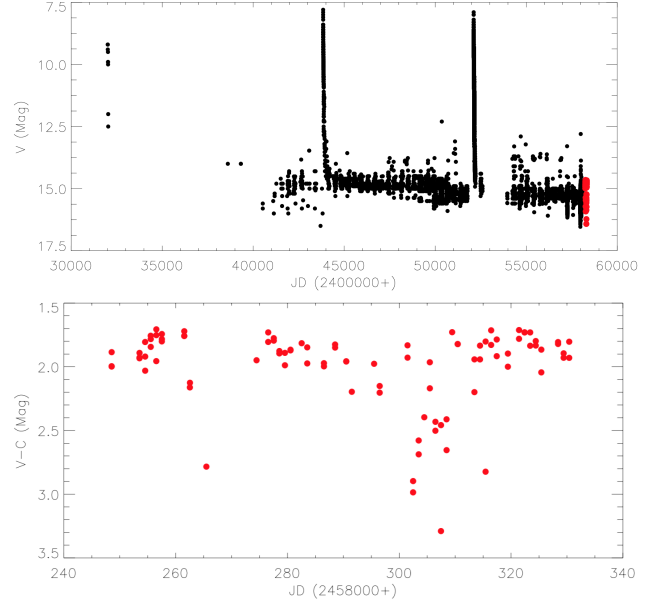
Bu çalışma Elif Köksal'ın Yüksek Lisans tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır. Çalışmada TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobu kullanılmıştır (Proje Numarası: 18BT60-1387). Desteklerinden dolayı TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Hachisu I., Kato M., 2014, *ApJ*, 785, 97
 Imada A., Kubota K., Kato T., Nogami D., Maehara H., Nakajima K., Uemura M., Ishioka R., 2006, *PASJ*, 58, L23
 Kalomeni B., Nelson L., Rappaport S., Molnar M., Quintin J., Yakut K., 2016, *ApJ*, 833, 83
 Kato T., 2002, *PASJ*, 54, L11
 Kato T., 2015, *PASJ*, 67, 108
 Kato T., Maehara H., Monard B., 2008, *PASJ*, 60, L23
 Kato T., et al., 2014, *PASJ*, 66, 30
 Munari U., 2012, *Journal of the American Association of Variable Star Observers (JAAVSO)*, 40, 582
 Patterson J., McGraw J. T., Coleman L., Africano J. L., 1981, *ApJ*, 248, 1067
 Robinson E. L., Nather R. E., Patterson J., 1978, *ApJ*, 219, 168
 Warner B., 1995, *Cambridge Astrophysics Series*, 28
 Zharikov S., Tovmassian G., 2015, *Acta Polytechnica CTU Proceedings*, 2, 41

Erişim:

O14-1645: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.



Şekil 1. Üst panel: WZ Sge sisteminin AAVSO ve TUG T60 teleskobu (kırmızı noktalar) ile elde edilen parlaklıklar gösterilmektedir. Alt panel: T60 teleskobu ile yeni elde edilen ışık değişimini göstermektedir.

Türkiye’de Uydu Teknolojilerinin Bugünü ve Geleceği

Lokman Kuzu¹★,

¹ TÜBİTAK Uzay 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 ve teknoloji geliştirmek amacıyla 1984’de kurulmuş bir araştırma enstitüsüdür. TÜBİTAK UZAY, dünyadaki gelişmeleri izleyerek, uzay teknolojileri alanında öncü olmak, ülkemizin uzay alanında teknolojik bağımsızlığını sağlamak amaçlı çalışmalarını, uydu ve uzay teknolojileri, haberleşme sistemleri, veri ve görüntü işleme alanlarında gerçekleştirdiği projeler (örneğin RASAT, Göktürk-2, Türksat 6A, İMECE) ile yürütmektedir. Yeni projelerle uydu üzerinde kullanılacak birçok alt sisteme uzay ve uydu tarihçesi kazandırılacak ve bu alt sistemler, milli haberleşme ve gözlem uydularının alt yapısını oluşturacaktır. İleride SAR uydusu, yüksek çözünürlüklü görüntü uyduları ve ihtiyaca göre hiperspektral uydular ve alt parçaları gündemimizde olacaktır.

Anahtar Kelimeler: space vehicles: instruments, Uydu Sistemleri, Uzay Etkinliği, Uzay Politikası, Uzay Hukuku

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018’te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O21-0900: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Bazı Klasik Algollerde Kütle Aktarımı ve C/N Oranı İlişkisi

Ahmet Dervişoğlu¹★,

Kresimir Pavlovski, Holger Lehmann, John Southworth

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Algol türü çiftler, daha önceki büyük kütleli olan bileşenin yoldaş yıldızla hızlıca kütle aktarımı sonucu oluşmuş sistemlerdir. Böylesi bir kütle aktarımının ne kadar korunumlu olduğu hala bir tartışma konusudur. Kütle aktarımından önceki sistemin durumu hakkında bugünkü bileşenlerin fotosferleri çeşitli ipuçları saklamaktadır. Bu ipuçlarından en önemlisi kütle aktarımı ile yüzeye çıkan ve hâlihazırda her iki bileşeninde fotosferinde bulunan değişmiş karbon (C) ve azot bolluğudur (N). Bu çalışmada daha önce çözümlendiğimiz u Her ve delta Lib sistemlerinin yanı sıra, yüksek çözünürlüklü tayfları TLS (2m) ve Mercator (1.2m) teleskoplarından yeni elde edilen, Lamda Tau sistemi tartışılacaktır. Tayfsal ayırma yöntemi ile elde edilen bileşen tayflarının bolluk analizleri, çift yıldız evrim modellerinden beklenen bolluklar ile karşılaştırılacaktır.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O21-0940: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

"UV Ceti Türü Yıldızlarda Flare Enerjisinin ve Mekanizmasının Tayf Türüne göre Değişimi" Başlıklı TÜBİTAK 1001 Projesi'nin Sonuçları

Ezgi Yoldaş¹★, Hasan Ali Dal¹

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

Özet

Bu çalışmada "UV Ceti Türü Yıldızlarda Flare Enerjisinin ve Mekanizmasının Tayf Türüne Göre Değişimi" başlıklı Tübitak 1001 Projesinde ulaşılan ilk sonuç sunulacaktır. Flare aktivitesi gösteren 12 sistem seçilmiştir. Seçilen bu sistemlerin tayfsal ve fotometrik gözlemlerinin analiziyle aktiviteye dair elde edilen sonuçları tartışılacaktır. Tespit edilen flare parlamaları, her yıldız için modellenmiş, elde edilen model parametrelerinin yıldızların B-V renk ölçeğine göre değişim sergileyip sergilemediği araştırılmıştır. Özellikle kromosferik aktivite doyum seviyesi belirteci olan Plateau ve flare süreçlerinin zaman ölçeklerinden flare parlama ve toplam süreleri ile doyum seviyesine ulaşma süresi olan Half-Life parametresinin, B-V renk ölçeğine göre sergilediği değişimin, yıldızların yüzeyinde gözlenen manyetik alan şiddeti ve özellikle de yıldız atmosferlerindeki elektron yoğunluğuna bağlı olarak kurallı bir değişim sergilediği bulunmuştur. Bu sonuç, UV Ceti türü değişim sergileyen yıldızlarda kromosferik aktivitenin bu iki temel parametreye göre şekillendiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: stars: activity, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Bu proje kapsamında, kromosferik aktif anakol cücelerinin gösterdiği flare parlamalarının hesaplanan flare enerjisi, flare parlama ve sönümlenme süresi, vb. gibi parametreler ile elde edilen OPEA (One-Phase Association) modelleri ve bu modellerden her bir yıldız için ayrı ayrı hesaplanan flare doyum seviyesi, flare yarı ömrü, flare çıkışı ve toplam süreleri için maksimum değerler gibi o yıldızın flare mekanizmasının davranışını tanımlayan parametreler ve bu parametrelerin F2 - M1 tayf türü aralığında nasıl davrandığını, bunların yıldız yüzeyinde flare sürecine dahil olan hangi parametrelerle (manyetik alan şiddeti, manyetik lup elektron yoğunluğu, vb.) yönlendirildiğinin bulunması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, Kepler Uydusu'nun gözlemleri (Prsa ve ark. 2011) ile yeni keşfedilen, bileşenlerinden biri veya her ikisi de flare parlaması gösteren, verileri kullanıma açık, F2 tayf türünden M1 tayf türüne kadar homojen olarak dağılmış, bileşenleri anakol üyesi olan toplam 10 örten çift sistem seçilmiştir. Bu sistemlerin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi olanaklarıyla fotometrik gözlemleri ile flare örnekleri elde edilecek bunun yanı sıra tayfsal gözlemleri de yapılarak, dikine hızları belirlenecektir. Elde edilen dikine hız verisi ile Kepler Uydusu Veri Tabanı'ndan (Prsa ve ark. 2011) alınacak uzun dönemli fotometrik veri ile ışık eğrisi analizi yapılacak ve her bir sistemin salt parametreleri elde edilecektir.

Kepler Uydusu Veri Tabanı'nda (Prsa ve ark. 2011) verilen, flare aktivitesi gösteren diğer tüm sistemlerin kısa süreli poz süreleri ile elde edilen gözlemsel flare verisinin analizlere eklenmesi ile model sınanmış ve güçlendirilmiş olacaktır. F2 - M1 tayf türleri arasında elde edilen modeller, yazarların önceki çalışmalarında M1 - M5 tayf türü aralığında elde ettikleri ilk modellerle karşılaştırılıp, F2 tayf türünden M5 tayf türüne kadar anakol yıldızlarında flare davranışının yıldızların yarıçap ve kütlelerine göre nasıl davranış sergilediği ve bunun sonucunda

yıldız evrimine (özellikle kütle kaybı bakımından) nasıl bir etkisi olduğu tespit edilecektir.

2 Gözlem Verileri ve Ön analizler

Tüm hedeflerin fotometrik verileri Kepler Veri Tabanı'ndan alınmıştır (Slawson ve ark. 2011; Matijevic ve ark. 2012). Yıldızların dönme veya yörünge döneminin uzunluğuna bakılmaksızın, tüm yıldızlar için Short Cadence veri kullanılmıştır. Bunun nedeni ise, çalışmanın konusu olan flare parlamalarının çok kısa süreli değişimler sergilemesidir.

Tüm sistemlerin tayfsal gözlemleri, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde 1.5 metrelik RTT150 teleskopu'na takılı TFOSC alıcısı ile yapılmıştır. Gözlemlenen tayfın sinyal-gürültü oranı (SNR) atmosferik koşullara ve maruz kalma süresine bağlı olarak genel olarak 85'in üzerindedir. Elde edilen tayf verisi IRAF paketleri kullanılarak indirgenmiştir. Normalize tayflar kullanılarak öncelikle bileşenlerin sıcaklıkları tespit edilmeye çalışılmış, ardından her sistem için dikine hız belirlenmesi yapılmaya çalışılmıştır.

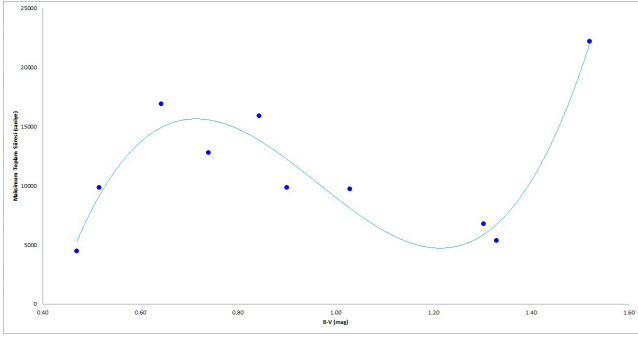
Her bir sistemin ışık eğrileri, elde edilen dikine hız eğrileri ile birlikte analiz edilerek, sistem bileşenlerinin salt parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen sentetik eğriler ile fotometrik gözlem verilerinin farkı alınarak, flare aktivitesi gibi tutulmalar dışı değişimler belirlenmiştir.

3 Flare Aktivitesi

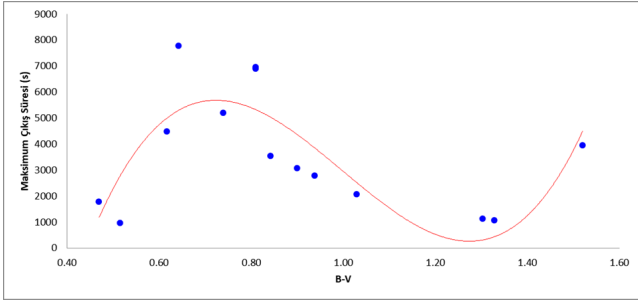
Dal ve Evren (2010, 2011) tarafından izlenen yöntemler kullanılarak sistemlerin sergilediği flareler ve parametreleri hesaplanmıştır. SPSS V17.0 (Green ve ark. 1999) ve GrahPad Prism V5.02 (Dawson ve Trapp 2004) programları ile yapılan regression hesaplamaları ile flare eşdeğer sürelerinin dağılımı için One Phase Exponential Association (OPEA) modelleri elde edilmiş ve ardından da bu modellere ait parametreler hesaplanmıştır.

Her bir sistemde hangi bileşen ya da bileşenlerin flare aktivitesi sergilediğinin tespit edilebilmesi için detayları Dal ve Evren (2010, 2011) tarafından verilen Plateau parametresi benzer

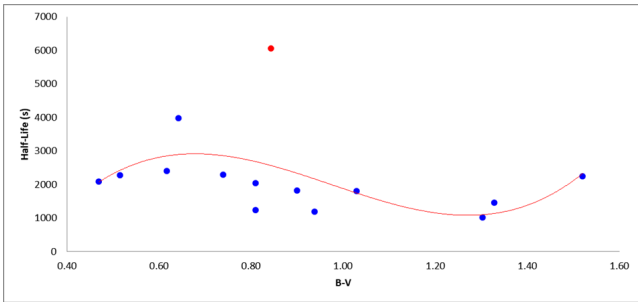
★ ezgiyoldas@gmail.com



Şekil 1. Gözlenen en yüksek flare toplam sürelerinin bileşenlerin B-V renk indeksine göre değişimi.



Şekil 2. Gözlenen en yüksek flare çıkış sürelerinin bileşenlerin B-V renk indeksine göre değişimi.



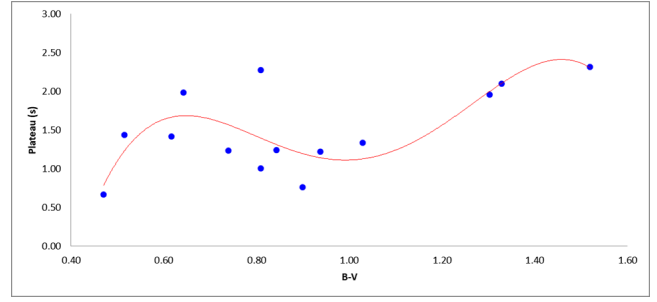
Şekil 3. OPEA modellerinden elde edilen Half-Life parametresinin, B-V renk indeksine göre değişimi.

özellikler sergileyen UV Ceti türü yıldızların Plateau değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ardından her bir sistem için elde edilen OPEA parametrelerinin, flare aktivitesi sergileyen bileşenlerin B-V indeksine göre değişimleri incelenmiştir.

İlk olarak, Şekil 1'de görüldüğü üzere flare aktivitesi sergileyen bileşenlerin B-V renk indeksine göre, o bileşende elde edilmiş flarelerde gözlenen en büyük toplam sürenin değişimi incelenmiştir.

Bir sonraki adımda ise, her bileşen için elde edilmiş olan en yüksek flare çıkış sürelerinin değişimi (Şekil 2) ve ardından da her bir OPEA modelinden elde edilen Half-Life parametrelerinin değişimi incelenmiştir (Şekil 3).

Son aşamada ise, Şekil 4'te en önemli parametre olan Plateau'nun B-V'ye göre değişimi incelenmiştir.



Şekil 4. OPEA modellerinden elde edilen Plateau parametresinin, B-V renk indeksine göre değişimi.

4 Sonuçlar ve Tartışma

Elde edilen model parametrelerinin yıldızların tayf türüne göre yani (B-V) renk indeksine göre değişimlerine bakıldığında, hemen hemen her parametrenin sistematik değişim sergilediği görülür. Süreye ilişkin parametrelerde genelde sinüzoidal bir değişim ortaya çıkmaktadır. Örneğin Şekil 1'de görüldüğü üzere flare toplam süresinin B-V renk indeksine göre değişimi, soğuk yıldızlarda flare toplam süresinin uzun olduğunu, daha sıcak yıldızlara doğru azalıp sonra tekrar arttığı görülmektedir. Yine değişimi Şekil 2'de gösterilen flare maksimum çıkış sürelerinin B-V indeksine göre değişiminde de benzer bir yapının ortaya çıktığı görülür.

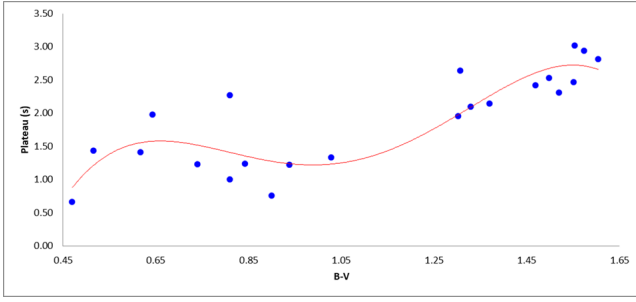
Diğer yandan Şekil 3'de görüldüğü gibi, Half-Life süresi olarak tanımlanan yarı ömür, bir yıldızın üzerinde gerçekleşen flarenin enerji açısından doyuma ulaşması için gereken sürenin yarı süresine bakıldığında öncekiler kadar net olmasa da benzer bir sinüzoidal değişimin olduğunu görülür. Diğer tüm şekillerde olduğu gibi burada da içi dolu mavi noktalar gözlemlerden elde edilen flare parametreleri kırmızı çizgi ise en küçük kareler yöntemi ile yapılan temsildir. Diğer parametrelerin aksine, ilginçtir ki bu şekilde gösterilen kırmızı nokta genel değişim şekline uymamaktadır. Bu yıldızın uyumsuzluğunun nedeni, projenin ilerleyen aşamalarda yayınlanacak makalelerle duyurulacaktır.

OPEA modellerinin en önemli parametresi olan Plateau düzeylerinin B-V'ye göre değişimine bakıldığında Şekil 4'de görüldüğü gibi yine bir sinüzoidal değişim görülmektedir. Ancak bu değişim, soğuk yıldızlardan sıcak yıldızlara doğru gidildikçe genel olarak azalan bir eğime sahiptir.

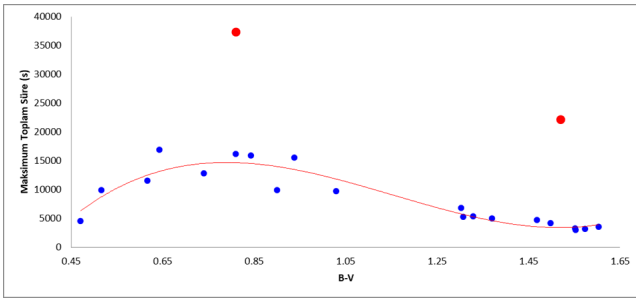
Bu proje, yazarlardan birine ait bir doktora tezinin M tayf türünden F tayf türüne genişletilmiş halidir. Doktora çalışmasında ise UV Ceti türü tek yıldızlar için bu sonuçlar elde edilmiştir. UV Ceti yıldızları ile seçilen örtün çiftin üyesi olan flare yıldızlarında elde edilen flare parametrelerini karşılaştırmak amacıyla Şekil 5 ve 6'da birlikte değerlendirilmiştir.

Şekil 5'den görüldüğü üzere, Plateau parametresinin değişimi, UV Ceti yıldızları ve çift üyesi flare yıldızları için birbirlerini tam olarak desteklemekte ve aynı değişimi sergilemektedirler. Şekil 6'dan görüldüğü üzere, benzer durum toplam flare süresi için de geçerlidir. Ancak Şekil 6'da iki nokta genel değişime uymamaktadır. Bu noktaları gözardı edersek iki projeden elde edilen sonuçlar, tek bir eğri ile modellenmeye çalışıldığında uyumlu bir sonuç ile karşılaşılacaktır.

Şekil 6'da kırmızı cücelerden K yıldızlarına doğru gelindikçe sürelerin uzadığını, K yıldızlarından F yıldızlarına doğru sürelerin tekrar azaldığını görülür. Bu, ilginç bir sonuçtur. Bu zaman değişiminin nedenini, anlamak için kuramsal çalışmalar-



Şekil 5. UV Ceti ve çift yıldız üyesi flare yıldızları için OPEA modellerinden elde edilen Plateau parametresinin, B-V renk indeksine göre değişimi.



Şekil 6. UV Ceti ve çift yıldız üyesi flare yıldızları için en yüksek flare toplam sürelerinin, B-V renk indeksine göre değişimi.

dan elde edilen sonuçlara bakılması gerekmektedir. Flare parlama süresi, flare'nin lup yüksekliği ve bu lupu oluşturan manyetik alan şiddeti ile ilişkilidir. Sönümlenme süresi ise flarelerden kaynaklanan ısıl enerjinin ve plazmanın soğuma katsayısı ile ilişkilidir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde toplam süreye ilişkin bulunan sonuç, aslında tayf türüne göre manyetik lupun yüksekliğinin değişimini vermektedir. Kırmızı cücelerde manyetik lup yüksekliğinin düşük olduğu, K yıldızlarına doğru yükseldiği ve F yıldızlarına doğru tekrar düştüğü görülmektedir.

M cücelerinde konvektif katman ne kadar kalın olsa da manyetik lup yüksekliğinin yeterince yükselmediğini görülüyor ki bunun nedeni ise bu yıldızların tamamen kaotik bir manyetik yüzey topolojisine sahip olmasıdır. Aktiviteden kaynaklanan manyetik luplar yüzeyde sık sık ortaya çıksa da manyetik yeniden birleşme süreçleri ile birbirini yok etmekte ve gelişimleri durmaktadır. Dolayısıyla manyetik luplar yeterince büyüyemeden sönümlenmektedir. Orta kısımda, manyetik lup yüksekliği yıldızın dönme hızı arttıkça manyetik luplarında büyüdüğü görülmektedir. Bu büyüme F yıldızlarına gidildiğinde azalmakta hatta gerilemektedir. Bunun nedeni ise bu yıldızlarda konvektif katman derinliğinin azalması ve manyetik aktivitenin ortadan kalkmasıdır. Bu sonuç, Şekil 5'de görülen Plateau parametresinin değişimi ile de uyusmaktadır. Kırmızı cücelerde lup yüksekliğinin beklenilenden düşük kalırken, Plateau düzeyi bu yıldızların yüksek enerjili flareler ortaya çıkardığını göstermektedir. Yüksek enerjinin varlığı da manyetik yeniden birleşme süreçlerinin bu yıldızlarda baskın olduğuna işaret etmektedir.

Kaynaklar

- Dal, H. A. & Evren, S., 2010, AJ, 140, 483
 Dal, H. A. & Evren, S., 2011, AJ, 141, 33

- Dawson, B., & Trapp, R. G., 2004, "Basic and Clinical Biostatistics" (New York: McGraw-Hill), 61
 Green, S. B., Salkind, N. J., & Akey, T. M., 1999, "Using SPSS for Windows: Analyzing and Understanding Data" (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall), 50
 Matijević, G., Prša, A., Orosz, J. A., et al. 2012, AJ, 143, 123
 Prsa, A., Batalha, N., Slawson, R. W., Doyle, L. R., Welsh, W. F., Orosz, J. A., Seager, S., Rucker, M., Mjaseth, K., Engle, S. G., and 5 coauthors, 2011, AJ, 141, 83
 Slawson, R., Prša, A., Welsh, W. F., et al. 2011, AJ, 142, 160

Erişim:

O21-1000: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

RU Cnc Çift Sisteminin Hassas Fiziksel Öğeleri ve Evrimi

Kutay Arınç Çokluk^{1*}, Dolunay Koçak¹, Tuğçe İçli¹, Sinem Karaköse¹,
Selin Üstündağ¹, Kadri Yakut¹

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

Özet

Bu çalışmada RS CVn türü örten bir çift yıldız sistemi olan RU Cnc sisteminin hassas Kepler K2 ve TUG T60 gözlemlerinden yararlanarak bileşenlerin fiziksel ve yörüngesel parametreleri elde edildi. Analizler, RU Cnc sisteminin literatürde bulunan iki dikine hız eğrisi ve yeni elde edilen veriler birleştirilerek yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda bileşenlerin kütle ve yarıçapları $M_1=1.39M_{\odot}$, $M_2=1.44M_{\odot}$, $R_1=2.39R_{\odot}$, $R_2=5.02R_{\odot}$ olarak elde edilmiştir.

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

1 Giriş

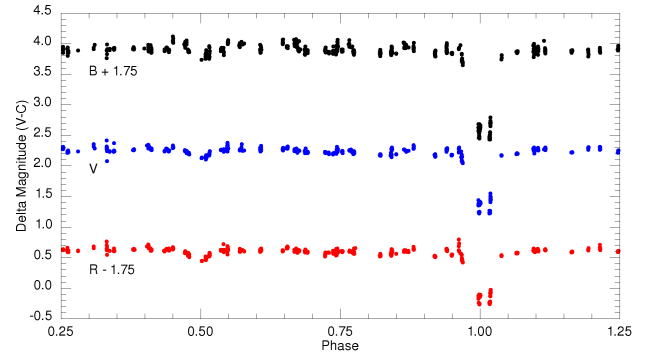
RU Cnc sistemi (HIP 42303, BD +24°1959, EPIC 212173112) yörünge dönemi 10.173 gün olan RS CVn türü örten bir çift sistemdir. Bileşenlerin tayf türü G9 IV/V + F9V (Wyse 1934) olarak verilmiştir. Tayfsal gözlemlerden baskın olarak Call H ve K çizgileri (Struve 1945) görülmektedir. RU Cnc ayırık ve yüzyıldan fazla gözlemsel veriye sahip olmasından dolayı yıldız evrim çalışmalarında oldukça önemli bir çift sistemdir. RU Cnc sistemine ilişkin ilk gözlemler van Biesbroeck & Casteels (1914), Nijland (1931), Lause (1938), Sandig (1947), Szafraniec (1957) tarafından yapılmıştır.

Popper & Dumont (1977) ve Scaltriti (1979) gözlemlerin analiz sonuçlarında 0.65-0.85 evre aralığında bir anormallik olduğu görülmüştür. Cerruti-Sola et al. (1980), 1977-1978 yıllarında yapılan ilk maksimum gözlemine göre 0.75 evrede bir parlama tespit etmiştir. Blanco et al. (1983)'e göre anormallikler yansıma ya da eliptiklik etkisinden kaynaklanmaktadır. Busso et al. (1984) ise anormalliğin Güneş benzeri bir leke aktivitesi olduğunu öne sürmüştür. Eggleton & Yakut (2017) tarafından sistemin detaylı evrim modeli çalışması yapılmıştır ve sistemin gözlemsel parametrelerinin yeniden incelenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada RU Cnc sisteminin yeni gözlemleri ve analizleri ele alınmıştır.

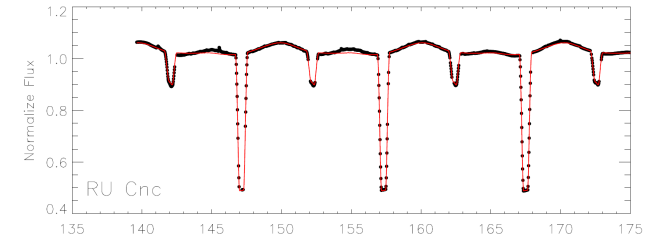
2 Gözlemler

RU Cnc sisteminin çok-renk fotometrik verileri T60 teleskobu ve FLI Proline 3041 CCD kullanılarak alınmıştır. Yeni gözlemler 2016D, 2017A, 2017D gözlem dönemlerinde 9 ay süresince elde edilmiştir. Toplamda 67 gecelik gözlem verisi elde edilmiştir. Poz süreleri B, V, R filtrelerinde 5 saniye olarak verilmiştir. Elde edilen veriler proje ekibi tarafından yazılan Python kodları yardımı ile indirgeme işlemleri yapılmıştır. Ön indigemeleler kapsamında öncelikle bias, dark ve flat düzeltmeleri, ardından zaman düzeltmeleri ve son olarak fark fotometresi yapılmıştır. Mukayese yıldızları 2MASS 08370964+2328007 (C1), TYC 1942-1809-1 (C2), 2MASS 08371367+2328503 (C3) ve 2MASS 08375144+2329117(C4) olarak seçilmiştir.

TUG T60 teleskobu kullanılarak BVR süzgeçlerinde elde edilen gözlemler Şekil 1'de gösterilmiştir. Sistemin Kepler K2 ile



Şekil 1. RU Cnc sisteminin BVR filtrelerinde T60 gözlemleri. B ve R süzgeçleri daha iyi görünüm için 1.75 birim kaydırılmıştır



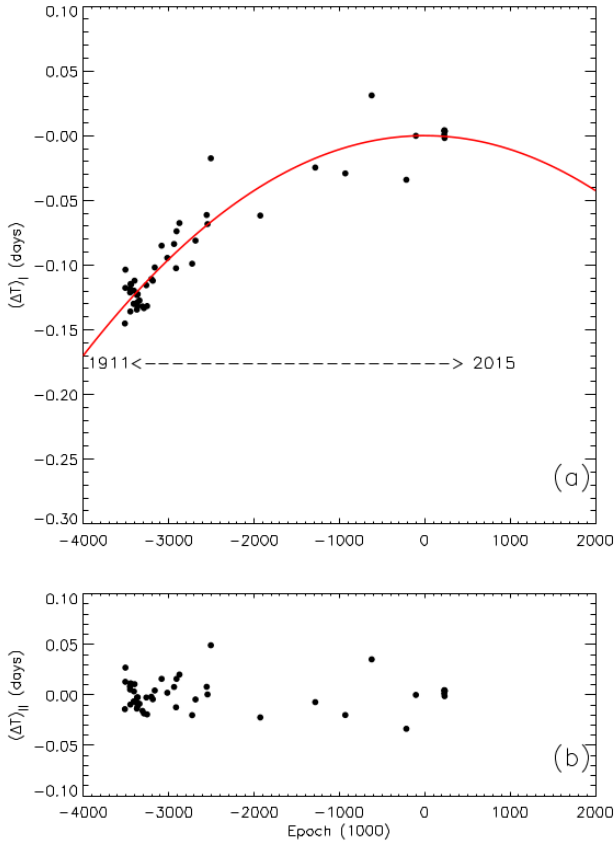
Şekil 2. RU Cnc sistemin Kepler K2 gözlemleri. Siyah noktalar gözlem noktalarını, kırmızı çizgiler yapılan sentetik modeli temsil etmektedir.

elde edilmiş ışık değişimi normalize işlemleri yapılmış ve sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir.

3 Dönem ve Işık Eğrisi Analizi

Literatürden elde edilen minimum zamanlar ile bu çalışmada elde edilen yeni minimum zamanlar bir arada ele alınarak yörünge dönem değişim analizi yapılmıştır. Elde edilen tüm zamanların değişimi Şekil 3'de gösterilmektedir. Şekil 3 parabolik bir değişim gösterdiği için ilk olarak bu varsayım altında analiz yapılmış ve dönemin yılda 7.6×10^{-7} gün azaldığı sonucuna varılmıştır. Sistemin ayırık olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bileşenler arası madde aktarımı mümkün olamaya-

* kutayarinc@gmail.com



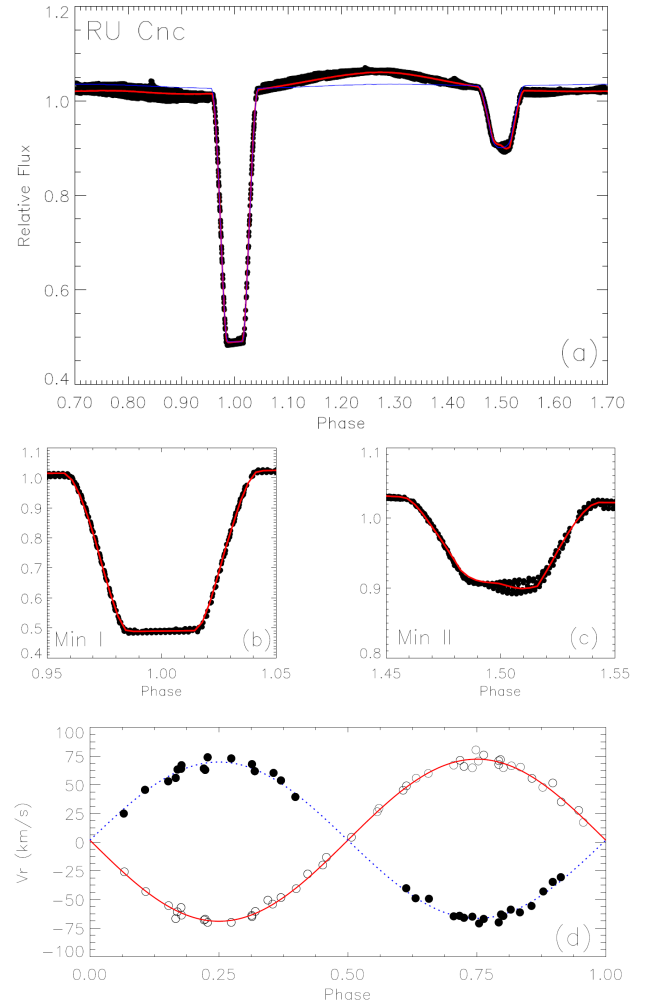
Şekil 3. RU Cnc sisteminin O-C analizi. a) siyah noktalar minimum zamanlarını, kırmızı çizgi ise parabolik periyod değişimi modelini temsil etmektedir, b) parabolik modelden arda kalan veriler.

çağından ve sistemin soğuk bileşenin aktif olduğu bilindiğinden sistemden dışarıya madde aktarımının olası olduğu varsayılabilir. Bununla beraber elde edilen dönem değişim oranı oldukça büyüktür. Madde kaybı dışında dönem değişimine etki eden olası diğer bir etken de üçüncü cisim varlığı olduğu dikkate alınabilir. Ancak olası üçüncü cismin yörünge periyodunu belirlemek için yeterli veri bulunmamaktadır.

Sistemin T60 ile alınan yeni gözlemlerinde tutulmalar tam olarak elde edilemediğinden, sentetik model sırasında Kepler K2 verileri kullanılmıştır. Dikine hız eğrisi Popper (1990) ve Imbert (2002) tarafından yapılan tayfsal çalışmalarının birleştirilmesinden oluşturulmuştur. Phoebe (Prša & Zwitter 2005) yazılımı kullanılarak ışık ve dikine hız eğrisi eş zamanlı modellenmiştir. Analiz esnasında verilerin hatalarına göre farklı ağırlıklar verilmiştir. Sistemin analizinden elde edilen fiziksel parametreleri ve yörünge öğeleri Çokluk et al. (2019)'da verilmiştir. Işık eğrisi ve dikine hız eğrilerinin modellenmesi sonucundan elde edilen sonuçlar Şekil 4a-d de verilmiştir. Şekilde hem lekeli (kırmızı çizgi) hem de lekесiz (mavi çizgi) modeller gösterilmiştir. Ayrıca çözümün uyumunu göstermek için minimumlar büyütülerek verilmiştir.

4 Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada aktif bir RS CVn tipi bir sistem olan RU Cnc'nin bileşenlerinin hassas yörünge ve fiziksel öğeleri elde edilmiştir. Sisteminin bileşenlerinin kütle ve yarıçapları %3 hassasiyetle ve



Şekil 4. RU Cnc sistemin ışık ve dikine hız eğrisi. a) siyah noktalar gözlem, mavi çizgi lekесiz model, kırmızı çizgi lekeli model, b) baş minimumun, c) yan minimumun yakınlştırılmış görüntüsü d) Popper (1990) ve Imbert (2002)'nin birleşiminden elde edilen dikine hız eğrisi.

(Popper 1990) çalışmasında elde edilen değerlerden farklı olarak elde edilmiştir. Baş yıldızın ve yoldaş yıldızın kütle ve yarı çapları sırasıyla %8 ve %2.4 daha büyük olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca sistemin uzaklığı 380 pc olarak elde edilmiştir ve bu değer Gaia Collaboration et al. (2016) tarafından verilen 379 pc ile tutarlıdır.

Dev bileşenli çift sistemlerin evrim modelleri Eggleton & Yakut (2017) tarafından hesaplanmıştır. Bu çalışmaya göre RU Cnc sisteminin yaşı 2.5×10^9 yıldır ve sistemin başlangıçta yörünge döneminin 11.72 gün, dış merkezliliğinin 0.3, sıcak ve soğuk bileşenlerinin kütlelerinin, sırasıyla, $1.550 M_{\odot}$ ve $1.425 M_{\odot}$ olduğu belirtilmiştir. Sistemin başlangıçta sıcak olan bileşeni şunda sistemin soğuk bileşeni olduğu anlaşılmaktadır. Bileşen yıldızın evrimi boyunca yaklaşık %15'ni kaybettiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada sunulan çalışmanın detayları Çokluk et al. (2019)'da bulunmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 117F188 nolu proje tarafından desteklenmektedir. Çalışmada yapılan gözlemlerin bir bölümü TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobu kullanılarak elde edilmiştir (Proje Numarası: 16DT60-1114).

Kaynaklar

- Blanco C., Bodo G., Catalano S., Cellino A., Marilli E., Pazzani V., Rodono M., Scaltriti F., 1983, in Byrne P. B., Rodono M., eds, *Astrophysics and Space Science Library Vol. 102*, IAU Colloq. 71: Activity in Red-Dwarf Stars. pp 395–398, doi:10.1007/978-94-009-7157-8_48
- Busso M., Scaltriti F., Blanco C., Catalano S., Marilli E., Pazzani V., Rodono M., 1984, *A&A*, 135, 255
- Cerruti-Sola M., Scaltriti F., Blanco C., Catalano S., Marilli E., Rodono M., Strazzulla G., Chambliss C. R., 1980, *A&AS*, 42, 245
- Eggleton P. P., Yakut K., 2017, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 468, 3533
- Gaia Collaboration et al., 2016, *A&A*, 595, A1
- Imbert M., 2002, *A&A*, 387, 850
- Lause F., 1938, *Astronomische Nachrichten*, 267, 323
- Nijland A. A., 1931, *Astronomische Nachrichten*, 242, 65
- Popper D. M., 1990, *AJ*, 100, 247
- Popper D. M., Dumont P. J., 1977, *AJ*, 82, 216
- Prša A., Zwitter T., 2005, *ApJ*, 628, 426
- Sandig H., 1947, *Astronomische Nachrichten*, 275, 37
- Scaltriti F., 1979, *A&AS*, 35, 291
- Struve O., 1945, *ApJ*, 102, 74
- Szafraniec R., 1957, *Acta Astron.*, 7, 188
- Wyse A. B., 1934, *Lick Observatory Bulletin*, 17, 37
- Çokluk K. A., Koçak D., İçli T., Karaköse S., Üstündağ S., Yakut K., 2019, Absolute properties of RU Cnc revisited: An active RS CVn-type eclipsing binary with a first giant branch and a main sequence components
- van Biesbroeck G., Casteels L., 1914, *Annales de l'Observatoire Royal de Belgique Nouvelle serie*, 13

Erişim:

021-1020: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

HD 10308 Tayfsal Çiftinin Farklı Gözlemevi ve Farklı Tarihlerdeki Tayflarının Karşılaştırmalı Analizi

Hasan Ak¹★,

¹ Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Tayfsal bir çift olan HD 10308 sisteminin 2007-2008 yıllarında TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) ve 2012 yılında Hobby-Eberly Telescope (HET) ile alınan tayfları, ayrı ayrı analiz edilmiştir. İlk tayfsal gözlemleri 1918-1920 yıllarında Sanford (1921) tarafından elde edilen ve yörünge analizi yapılan sistemin yörünge elemanları literatürde mevcuttur. Modern yöntemlerle alınan tayflardan elde edilen yeni yörünge elemanları literatür ile karşılaştırılmıştır. Sisteme fiziksel olarak bağlı olduğu bildirilen bir üçüncü cismin izi, yörünge elemanlarının değişiminde aranmıştır.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

021-1040: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

TÜBİTAK TUG RTT150 ve T100 Gaia Gözlemlerindeki Bazı Kataklistik Değişen Adaylarının Işık Eğrileri

Hasan H. Esenoğlu^{1*}, Almaz Galeev^{2,3}, Niyaz Nuryev³

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

²Kazan Federal Üniversitesi, V.P. Engelgardt Astronomi Gözlemevi, Kazan, Rusya

³Kazan Federal Üniversitesi, Kazan, Rusya

Özet

Bu çalışmada, 2015'ten itibaren TUG RTT150 ve T100 teleskopları ile Gaia patlama nesnelere sistematik gözlemleri sunuyoruz. Üç yıl boyunca 50 gecedan fazla gözlem yapılmış ve yaklaşık 40 kataklistik değişen adayı için fotometrik ve spektroskopik veriler elde edilmiştir. 6 nesnenin fotometrik verileri işlenmiş ve ışık eğrileri incelenmiştir. Bazı nesnelere için (Gaia14aat ve Gaia16ahl), diğer yazarların gözlemlediği değişimler doğrulanmaktadır. Bununla birlikte Gaia14aan, Gaia15aeo ve Gaia16awq gibi bazı yıldızlar, verilerinde önemli ölçüde değişim göstermemektedir. Elde edilen ışık eğrilerinin analizi, incelenen değişen yıldızların durumunu tespit etmeyi sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) novae, cataclysmic variables, İkili Yıldızlar

1 Giriş

Gözlemleri yapılabilen 6 adet Gaia nesnesinden Gaia14aat bir cüce novadır (Piascik ve ark. 2014) ve programın ilk nesnesi olmuştur. Esenoğlu ve ark. (2017)'nin çalışmasında bu yıldızın fotometrisinin ilk sonuçları gösterilmiştir. 2015 Kasım ayında 5 gün boyunca parlalıktan sonra, yıldızın parlaklığı 1,5 kadirin üstünde düşüş gösterdi. Gaia14aan, 14adn, 15aeo, 16ahl ve 16awq kaynakları üzerinde çalışıldığı bilgisi literatürde bulunmamıştır. Bu sebeple, Türk ve Rus zamanlarında TUG'un tüm teleskopları ve İstanbul Üniversitesi Gözlemevinin teleskopunu da katarak gözlemler sürdürülmektedir. İlk sonuçlarını bu çalışma ile literatüre sunuyoruz.

2 Gözlemler

Program çerçevesinde 2015-2018 yılları arasında TUG RTT150 ve T100 gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Özet gözlem bilgisi Çizelge 1'de ve 6 Gaia kaynağının bulguları da aşağıda verilmiştir.

2.1 Gaia14aat

11-13 Kasım 2015 döneminde Gaia14aat'nin parlaklığındaki değişim belirlendi (Şekil 1, solda). Ancak Ağustos 2016 ve 2017'de (üç gece) gözlemler sırasında bu cüce nova, minimum parlaklığa yakın sakin bir durumda idi (Şekil 1, sağda). Böylece yıldızın parlaklığındaki değişim eğrileri, yakın bir çift yıldızın farklı koşullarında yıldızın farklı davranışları nedeniyle farklı bir yıldız türü sergiler. Bu davranış yeni cüce için tipiktir; SU UMA tipi yıldız olması muhtemeldir.

2.2 Gaia14aan

Bu yıldız dokuz gece gözlenmiştir; kısa gözlem serilerinde ve farklı gözlem tarihlerinde alınan gözlemlerin işlenmesi sonucunda yıldız, gözle görülür büyüklükte değişiklikler göstermemiştir. 2016-2017 yıllarında (Şekil 2) gerçekleştirdiğimiz gözlemlerimiz, diğer yazarlar tarafından 2014-2015 yıllarında

alınan gözlemlerini tamamlayıcı niteliğindedir (bkz. <http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/alerts/alert/Gaia14aan>). Tüm verilere dayanarak önerimiz, bu yıldız Mira tipi yıldızlar gibi uzun dönemli değişendir.

2.3 Gaia14adn

Yıldızın 2017-2018 yıllarındaki gözlemleri, parlaklığında gözle görülür bir değişiklik olduğunu göstermektedir (Şekil 3, üstte). Işık eğrisinin şekli, parlaklığının genliği (1.2 kadir) ve ışık eğrilerinin çözümlenmesinden (2458156.581 + 0.5391207E gün) bulunan dönemi 0.54 gün (12 saat 56 dak. 20 san.), yıldızın RR Lyra tipi değişen yıldızlara ait olduğunu gösterir (Şekil 3, altta).

2.4 Gaia15aeo

2015-2016 yılları arasında 6 gecelik T100 gözlemi yapılan bu yıldızın, gözle görülür bir parlaklık değişimi sergilemediği görülmüştür (Şekil 4). Muhtemelen Gaia15aeo değişen yıldız değildir.

2.5 Gaia16ahl

T100 teleskopu kullanılarak 2017-2018 yılları arasında 6 gece gözlemlendi. Fotometrik gözlemlerimizin incelenmesi, yıldızın hem kararlı bir durumu hem de parlaklıktaki gözle görülebilir değişimleri göstermektedir (Şekil 5). Burada görülen zayıf değişimler, mukayese yıldızına göre (30-31 Ocak 2018), kataklistik yıldızlardaki süperhump benzeri parlaklık değişimleri türündendir. Bu analiz, yıldızın bir polar veya RS CVn türü yıldız olarak ön sınıflandırılmasını mümkün kılmaktadır. Daha doğru tanımlama için, bir dizi ek fotometrik gözlemler ve ayrıca RTT150 teleskopundan alınacak spektrumları incelemek gerekecektir.

2.6 Gaia16awq

Bu yıldızın gözlem projesi 2017-2018 döneminde başarılmıştır. T100 teleskopu kullanılarak üç gecelik fotometrik verilerin işlenmesi, kısa gözlem serileri sırasında yıldızda değişkenliğin olmadığını göstermektedir (Şekil 6). Ancak, diğer yazarların gözlemlerinde görülebilen anlık parlaklık çıkışları yani flare yapıları

* H.H. Esenoğlu

Çizelge 1. RTT150 ve T100'deki Gaia nesnelerinin gözlemleri.

Nesne	Tarih	Poz, s	Sayı	Filtre	Teleskop
14aat	20151110 - 20171129	5,10,30,60,90,100,120,180	3279	Filtresiz	T100, RTT150
	20151116	1200	3	Spektrum	RTT150
14aan	20160202 - 20170202	2,5,10,30,40	2539	Filtresiz	T100, RTT150
	20160329 - 20160509	1800,2400	4	Spektrum	RTT150
14adn	20171129 - 20180625	5,60	2283	Filtresiz	T100
15aeo	20151111 - 20160203	10,20,30,60	154	Filtresiz	T100,RTT150
16ahl	20171002 - 20180206	2,5	3066	Filtresiz	T100
16awq	20170603 - 20180707	5,10,20	1602	Filtresiz	T100

gerçek ise, manyetik aktiviteye sahip bir yıldız olabilir. Yıldızın durumunu belirlemek için ek gözlemler gerekmektedir.

3 Sonuçlar

Bu çalışmada, 6 adet yeni kataklismik değişen yıldızın fotometrik gözlemleri TÜBİTAK TUG teleskopları ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda;

- Kataklismik değişenler için aday olması beklenen yıldızların farklı davranış sergiledikleri gösterilmiştir.
- Yıldızların bir kısmı için, yakın çift sistemlerin parlaklık karakteristiğindeki değişiklikleri doğrulandı: Gaia14aat, 14aan ve 16ahl; ancak değişkenlik göstermeyen nesnelere de olmuştur: Gaia15aeo
- RR Lira tipi yeni bir değişen yıldız keşfedilmiştir: Gaia14adn

Toplu sonuçlar şöyledir;

- Gaia14aat: SU UMa türü değişen
- Gaia14aan: Mira türü uzun dönemli değişen
- Gaia14adn: RR Lyra türü değişen
- Gaia15aeo: Değişen yıldız değil
- Gaia16ahl: Polar veya RS CVn türü değişen
- Gaia16awq: Belirsiz; değişen yıldız değil veya manyetik aktiviteye sahip bir yıldız da olabilir.

Yeni nesnelerin daha fazla işlenmesi ve en ilginç olanların daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi planlanmaktadır.

Teşekkür

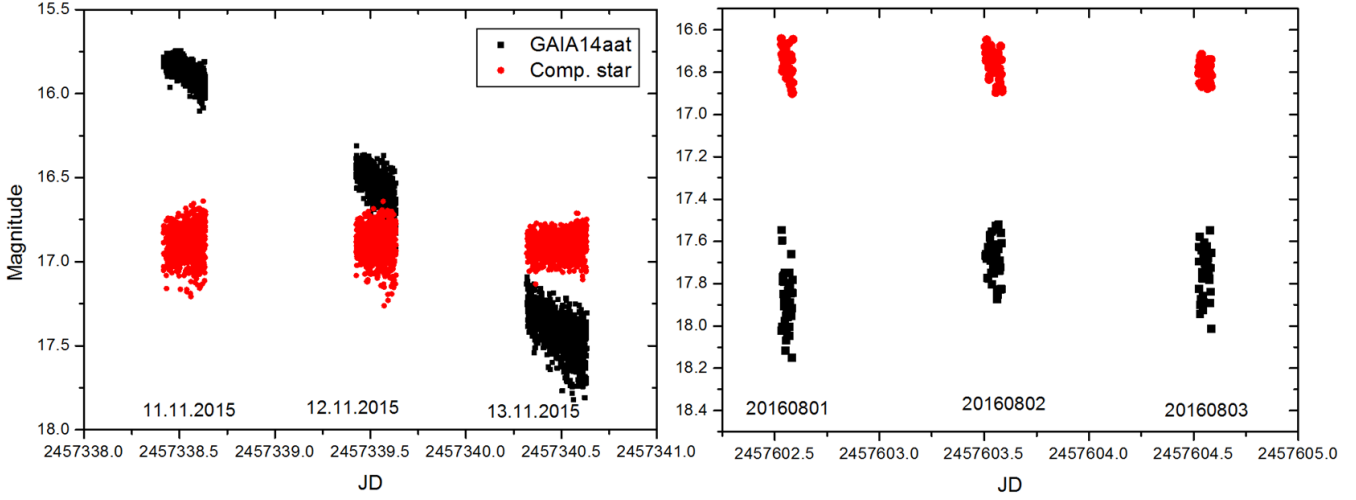
RTT150'nin (1.5m Rus-Türk teleskopu) kullanımındaki kısmi desteği için TÜBİTAK-TUG, KFU ve AST'ye teşekkür ederiz. AG, 16-02-01145'ten destek için RFBR'ye minnettardır. Verilerin sağlanmasında TÜBİTAK-TUG teleskoplarından RTT150 Türk zamanında 16ARTT150-949 ve T100 için de 15CT100-915 gözlem projeleri kullanılmıştır. Bu çalışma ayrıca, 221-733-2015/4 projesi ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. HHE, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğine YADOP-4124 (ID-6939) proje desteği için teşekkür eder. Ayrıca, Sinan Kaan Yerli ve İbrahim Aköz'e Türkçe Latex desteği için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

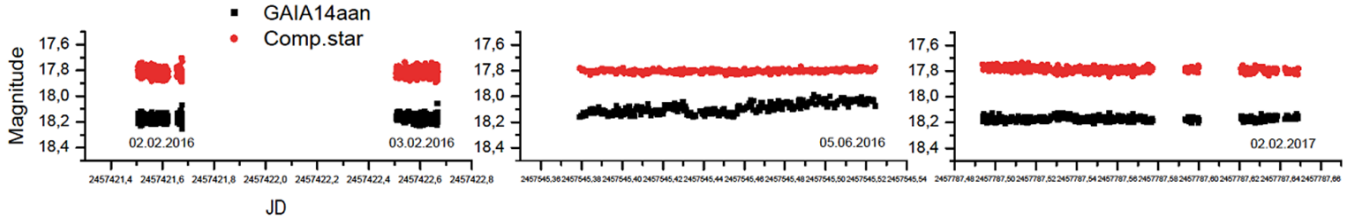
- Esenoğlu, H.H., Galeev, A., Khamitov, I. ASP Conference Series, Balega, Yu., Kudryavtsev D.O., Romanyuk I.I. and Yakunin, I.A. (eds.) **510** (2017) 535–537
- Piascik, A., Steele, I.A., Copperwheat, C.M., Davis, C.J. ATel **6581** (2014)

Erişim:

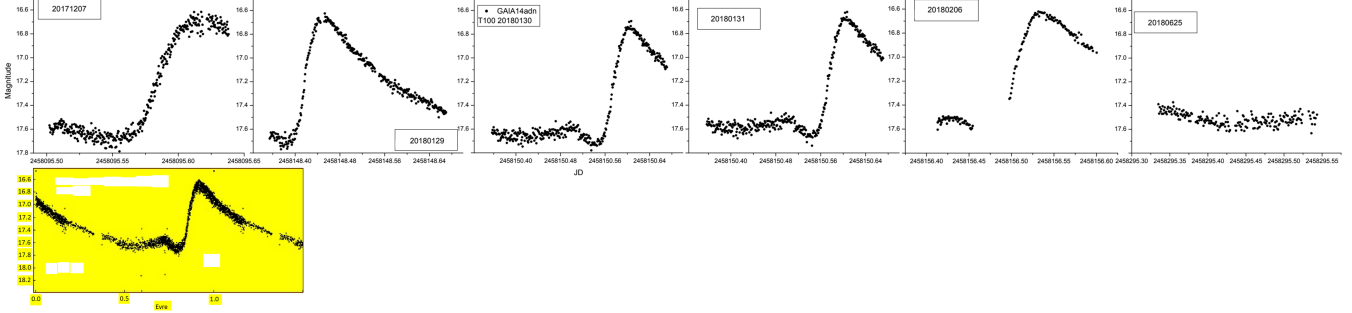
021-1045: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).



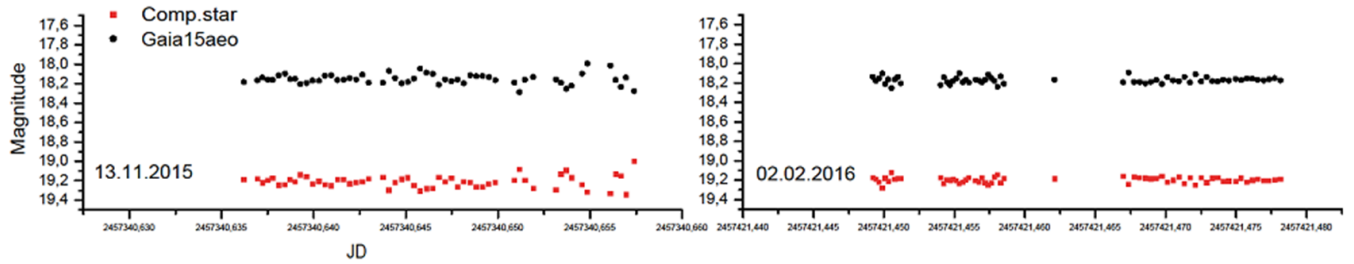
Şekil 1. 11-13 Kasım 2015 (solda) ve 1-3 Ağustos 2016 (sağda) tarihlerindeki gözlemler için Gaia14aat'nin ışık eğrileri.



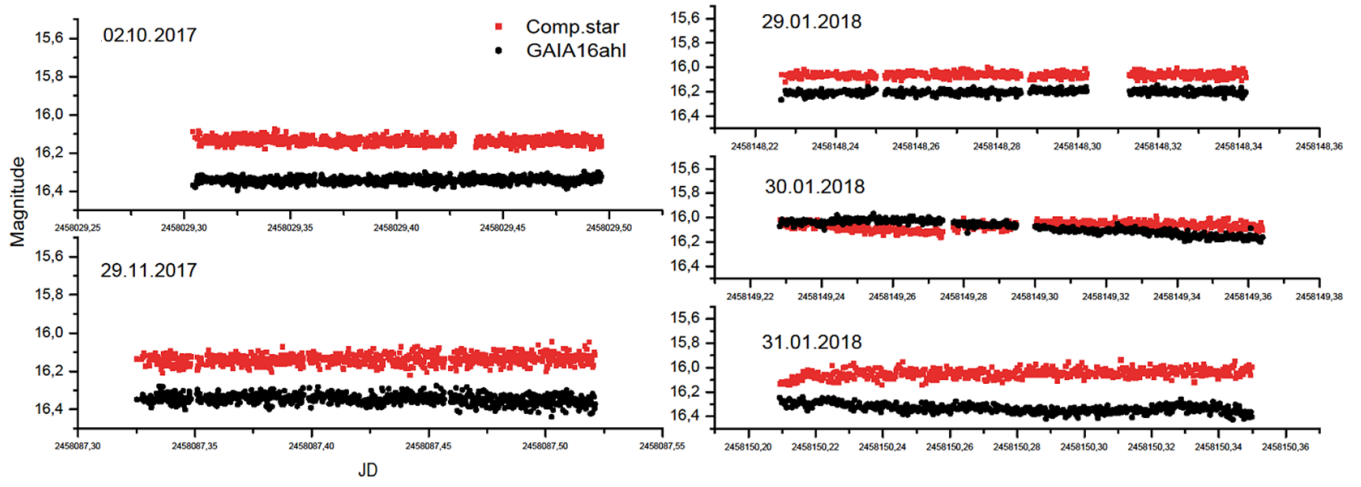
Şekil 2. 2016-2017 yıllarındaki T100 gözlemleri için Gaia14aan'nin ışık eğrileri.



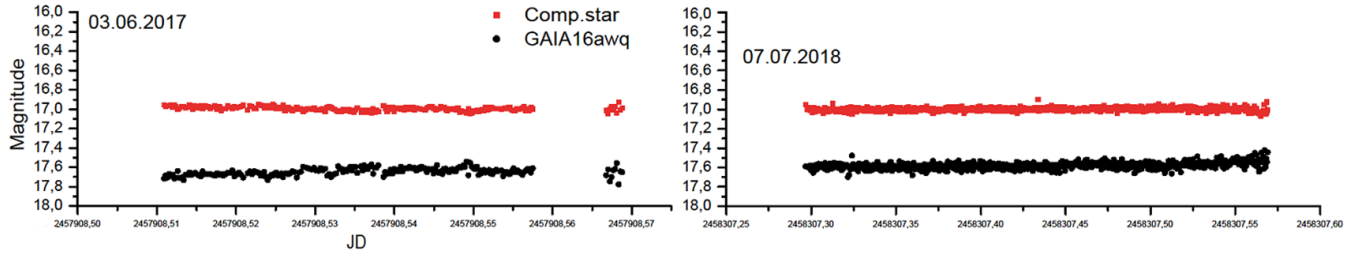
Şekil 3. 2017-2018 yıllarındaki T100 gözlemleri için Gaia14aadn'nin ışık eğrileri.



Şekil 4. Gaia15aao'nun T100'deki gözlemlerinden alınan ışık eğrileri.



Şekil 5. Gaia16ahl'nin T100'deki gözlemlerinden alınan ışık eğrileri.



Şekil 6. Gaia16awq'nun T100'deki gözlemlerinden alınan ışık eğrileri.

Seçilen Uzun Dönemli Çift Sistemlerin Tayf Gözlemleri ve Yörünge Çözümleri

Evrım Kıran¹★, Volkan Bakış¹

¹Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, 07058 Antalya

Özet

Bazı örten çift sistemler uzun döneme sahip olmaları nedeniyle tayfsal olarak yeterince çalışılmamış ve yörünge parametreleri elde edilememiştir. Bu çiftlerin tayfsal yörünge çözümlerinin yapılabilmesi için uzun süreli gözlem zamanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Akdeniz Üniversitesine ait UBT60 teleskobunda uzun dönemli çift sistemlerin tayfsal çalışmalarına yönelik bir program yürütülmektedir. Program kapsamında literatürde ayrıntılı olarak çalışılmamış nispeten uzun döneme sahip erken tür çift sistemlerin tayf gözlemlerine başlanmıştır. Bu çalışmada, seçilen çift sistemlerin elde edilen yörünge parametreleri sunulacaktır.

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

1 Giriş

Son yıllarda hem yer konuşlu teleskoplarla yapılan gökyüzü taramaları, hem de uydu gözlemleri sayesinde yeni çift yıldız sistemleri bulunmaktadır. Uzun süreli yapılan bu gözlemler ile çift sistemlerin ışık eğrileri elde edilmekte ve elde edilen sonuçlar katalog şeklinde literatürde yayınlanmaktadır. Literatürde verilen ışık eğrilerinin tayf gözlemleri ile beraber çalışılmasıyla çift sistemleri oluşturan bileşenlerin fiziksel parametrelerine hassas olarak ulaşılabilmektedir.

Kısa döneme sahip çift sistemler ile kıyaslandığında uzun dönemli örten çift sistemlere ait bileşenlerinin çok azının fiziksel parametreleri belirlenebilmektedir. Bunun bir nedeni, büyük teleskoplardan elde edilen kısıtlı gözlem zamanlarıdır. Dönemi bir günden kısa olan çift yıldızların dikine hız eğrilerinin oluşturulması daha uzun döneme sahip çift yıldızlara göre daha kolaydır. Kısa döneme sahip bir çift yıldızın dikine hız eğrilerinin oluşturulması için uzun süreli gözlem zamanlarına ihtiyaç duyulmazken, uzun dönemli çift yıldızlarda uzun süreli gözlemlere ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, literatürden seçilen nispeten uzun döneme sahip üç örten çift sistemin tayf gözlemleri yapılmış, dikine hız eğrileri oluşturulmuş ve yörünge parametreleri belirlenmiştir. İkinci kısımda tayf gözlemlerine, üçüncü kısımda örten çift sistemlere ilişkin literatür bilgilerine kısaca değinilecektir. Son kısımda yörünge çözümleri ve sonuçlara yer verilecektir.

2 Gözlemler

Tayf gözlemleri için, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin Bakırlıtepe yerleşkesinde konuşlanmış, Akdeniz Üniversitesi'ne ait 0.6-m çaplı teleskobu (UBT60) kullanılmıştır. Gözlemlerde, çözümleme gücü 12000 olan eShel tayf çekeri ve QSI632s CCD kamerası (pixel boyutu: 6.8 μm , kazanç: 0.9 e^-/ADU , okuma gürültüsü: 7 e^-) kullanılmıştır. Elde edilen tayflar 4045–8100 Å dalgaboyu aralığındadır. Tayflar için verilen ortalama poz süreleri yaklaşık 90 dk olup sinyal/gürültü (S/N) oranı 80 ie 150 arasında değişmektedir.

Gözlemler Mart – Temmuz 2017 ve Ağustos – Kasım 2018

gözlem sezonunda yapılmıştır. Her gözlem gecesinde bias, dark görüntüleri elde edilmiş, Tungsten lambasından flat tayfı ile gözlemler sırasında dalga boyu kalibrasyonunda kullanılmak ThAr lamba tayfı alınmıştır. Tayfların ön indirgemesi, orderların belirlenmesi, saçılmış ışık düzeltmesi, dalgaboyu kalibrasyonları ve dalga boylarının ölçümü için IRAF¹ (Image Reduction Facilities) programı kullanılmıştır.

3 İncelenen Sistemler

Bu çalışmada V889 Aql, V990 Her ve OT And örten çift sistemleri çalışılmıştır.

V889 Aql (HD 181166, $V = 8^m.58$) sistemi **Hoffmeister (1935)** tarafından parlaklık değişiminden dolayı Algol türü bir çift sistem olarak verilmiştir. **Semeniuk (1968)** yaptığı minimum gözlemleri ile sistemde eksen dönmesinin varlığına işaret etmiştir ve bundan sonra literatürde V889 Aql yıldızı üzerine yapılan çalışmalarda sisteme ait eksen dönmesine sıkça değinilmiştir. **Gimenez ve Scaltriti (1982)**, sistemin minimum gözlemlerini yaparak eksen dönme dönemini $U=24000 \pm 7000$ yıl olarak belirlemiş, eksen dönmesi üzerinde relativistik katkının etkisini incelemiştir. **Khaliullin ve Khaliullina (1989)** elde ettikleri ışık eğrisi çözümlerinden sistemin ışık öğelerine ulaşmış ve sistemin toplam ışığına üçüncü bir cismin katkı yaptığını öne sürmüştür. **Wolf ve diğ. (2005)** yaptıkları çalışmada V889 Aql sistemindeki O-C değişimini incelemiş ve bu değişimin bir üçüncü cisimden kaynaklı olduğunu vurgulamıştır.

V990 Her (HD 169888, $V = 7^m.68$) yıldızı **Kazarovets ve diğ. (1999)** tarafından algol türü bir çift sistem olarak listelenmiştir. **Otero ve diğ. (2006)** çiftin ışık öğelerini $T_0 = 2448048.755$ ve $P = 8^d.19329$ olarak vermektedir. **Gaia Collaboration (2018)**, sistemin paralaksını 5.66 mas olarak vermiştir.

OT And (HD 219989, $V = 7^m.35$) sisteminin ilk fotometrik gözlemleri **Crawford ve diğ. (1984)** tarafından 1974–1984 yılları arasında yapılmıştır. **Grenier ve diğ. (1999)** yıldızın dikine hızını, $RV = -9.3 \pm 6.3$ km/s ve tayf türünü A2IVp olarak vermiştir. **Kreiner (2004)** sistemin dönemini $P = 20^d.852906$ ve minimum zamanını $T_{min} = 2452509.7791$ olarak vermiş-

★ kiran.evrım@gmail.com

¹ <http://iraf.noao.edu/>

Çizelge 1. V889 Aql, V990 Her ve OT And yıldızlarının elde edilen yörünge parametreleri.

	V889 Aql	V990 Her	OT And
ω (deg)	129.28 ± 3.05	42.18 ± 0.01	53.8 ± 27.1
e	0.39 ± 0.01	0.00 ± 0.01	0.18 ± 0.08
K (km s ⁻¹)	85.8 ± 2.0	76.6 ± 1.7	80.24 ± 6.1
V_γ (km s ⁻¹)	87.6 ± 2.0	83.2 ± 1.8	58.2 ± 5.8
V_γ (km s ⁻¹)	-27.9 ± 1.0	-15.3 ± 1.0	-6.0 ± 3.2
P (gün)	11.120879 (fixed)	8.19329 (fixed)	20.852906 (fixed)
T_{per} (HJD)	2453751.2642 ± 0.0837	2457887.6007 ± 0.0001	2458012.12346 ± 2.2503
$a \sin i$ (km)	$1.21 \times 10^7 \pm 3.36 \times 10^5$	$8.41 \times 10^6 \pm 1.91 \times 10^5$	$2.26 \times 10^7 \pm 2.91 \times 10^6$
$a \sin i$ (km)	$1.24 \times 10^7 \pm 3.34 \times 10^5$	$9.38 \times 10^6 \pm 2.02 \times 10^5$	$1.64 \times 10^7 \pm 2.64 \times 10^6$
$M \sin^3 i$ (M_\odot)	2.39 ± 0.14	1.76 ± 0.38	2.6 ± 0.32
	2.33 ± 0.14	2.29 ± 0.62	3.16 ± 0.79

tir. Gontcharov (2006) OT And için $RV = -13.4 \pm 4.8$ km/s olarak belirlemiştir. Smoker ve diğ. (2011) OT And yıldızının uzaklığını, $d = 270$ pc, Gaia Collaboration (2018), sistemin paralaksını 4.09 ± 0.2 mas olarak vermiştir.

4 Yörünge Çözümleri ve Sonuçlar

İncelenen sistemlerin hassas dikine hız okumaları için her iki bileşende de net bir biçimde görülen Mg II (4481 Å), çizgisi seçilmiştir. Yıldız tayf çizgilerine Gaussian profili geçirerek dalga boyu ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen dalga boyları ile çizgilerin kayma miktarları ölçülmüş ve dikine hızlar hesaplanmış. Her bir yıldız için oluşturulan dikine hız eğrileri Şekil 1'de gösterilmektedir. Yıldızların ölçülen hızları (baş ve yoldaş bileşenler için sırasıyla; daire ve üçgenler) ve bu hızları temsil eden kuramsal eğriler (sürekli çizgiler) ile beraber çizdirilmiştir.

Yörünge çözümlerinde başlangıç parametreleri için ışık öğeleri literatürden alınmış olup, yörünge dönemi tüm çözümlerde sabit tutularak iterasyon yapılmıştır. Sistemlerin dikine hızlarının çözümlerinden elde edilen yörünge parametreleri Çizelge 1'de verilmektedir.

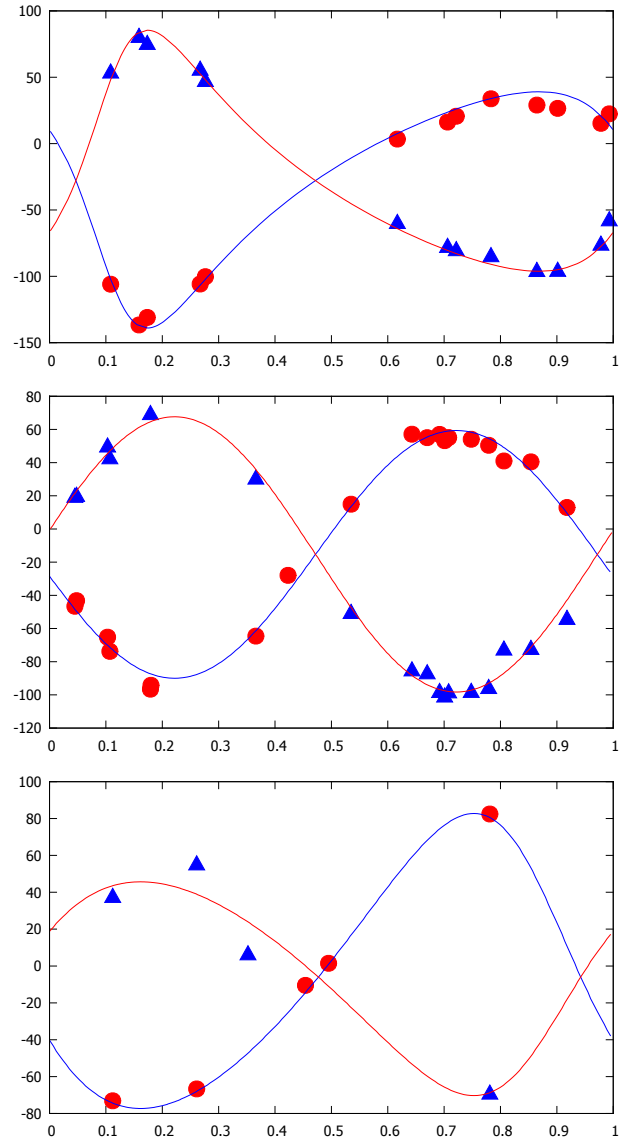
Şekil 1'de göre V889 Aql ve V990 Her yıldızının ölçülen dikine hızları kuramsal eğriler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Çizelge 1'e bakıldığında, V889 Aql yıldızının basık yörüngeli V990 Her yıldızının ise çember bir yörüngeye sahip yıldızlar olduğu söylenebilir. OT And yıldızının tayflarının yetersiz olmasından ötürü ulaşılan yörünge parametrelerinin hataları oldukça büyüktür. Bu yıldıza ilişkin ileride yapılacak yeni tayf gözlemleri ile yıldıza ilişkin yörünge parametrelerine daha hassas ulaşılabacaktır.

Teşekkür

Yazarlardan Evrim KIRAN, bu çalışma sırasında 2218-Doktora Sonrası Yurt İçi Araştırma Burs Programı ile kendisini destekleyen TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)'na teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

- Hoffmeister, C.: 162 neue Veranderliche. *Astronomische Nachrichten* **255** (1935) 401
- Semeniuk, I.: Apsidal motion in binary systems. II. Photoelectric observations of six eclipsing variables with apsidal motion. *Acta Astronomica* **18** (1968) 1
- Gimenez, A., Scaltriti, F.A.: Photometric study of the eclipsing binary V889 Aql: an example of relativistic apsidal motion. *Astronomy and Astrophysics* **115** 1982 321-326
- Khaliullin, K. F., Khaliullina, A. I.: Photometric investigation of the



Şekil 1. V889 Aql (üstte), V990 Her (ortada) ve OT And (altta) yıldızlarının dikine hız eğrileri.

- eclipsing binary system with relativistic orbital rotation V889 Aql. *Astronomicheskii Zhurnal* **66** (1989) 76-83
- Wolf M., Diethelm R., Zejda M.: The Eccentric Eclipsing Binary V889 Aquilae. *Astrophysics and Space Science* **296** (2005) 109
- Crawford, R. C., Ingvansson, S. I., Boyd, L. J., Genet, R. M., Barksdale, W. S., Jr., Persinger, W. T., Powell, H. D., Bisard, W. J., Stelzer, H. J., Hoff, D. B., Heiser, A. M., Hall, D. S., Fekel, F. C., Jr.: Photometry showing HD 219989 is an eclipsing binary. *Information Bulletin on Variable Stars* **2624** (1984) 1
- Grenier, S., Baylac, M.O., Rolland, L., Burnage, R., Arenou, F.; Briot, D., Delmas, F., Duflot, M., Genty, V., Gómez, A. E., Halbwachs, J.L., Marouard, M., Oblak, E., Sellier, A.: Radial velocities. IX. Measurements of 2800 B2-F5 stars for Hipparcos. *Astronomy and Astrophysics Supplement* **37** (1999) 451-456
- Kreiner, J. M.: Up-to-date linear elements of eclipsing binaries. *Acta Astronomica* **54** (2004) 207-210
- Gontcharov, G. A.: Pulkovo compilation of radial velocities for 35495 stars in a common system. *Astronomy Letters* **32** (2006) 759-771
- Smoker, J. V., Fox, A. J., Keenan, F. P.: Distance limits to intermediate- and high-velocity clouds. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **415** (2011) 1105-1118
- Kazarovets, E. V., Samus, N. N., Durlевич, O. V., Frolov, M. S., Antipin, S. V., Kireeva, N. N., Pastukhova, E. N.: The 74th special name-list of variable stars. *Information Bulletin on Variable Stars* **4659** (1999) 1
- Otero, Sebastian A. Wils, P., Hoogeveen, G., Dubovsky, P. A.: 50 new eccentric eclipsing binaries found in the ASAS, Hipparcos and NSVS databases. *Information Bulletin on Variable Stars* **5681** (2006) 1
- Gaia Collaboration: Gaia Data Release 2. Summary of the contents and survey properties. *Astronomy & Astrophysics* **616** (2018), A1

Erişim:

O21-1050: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Açık Küme Sefeidlerinden Dönem-Işıtma Bağıntısının Belirlenmesi

Esin Sipahi¹★, Tansel Ak²

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

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

Özet

Bu çalışmada klasik sefeid yıldızları için dönem-ışıtma (P-L) bağıntısının kalibrasyonuna katkı yapmak amacıyla açık küme sefeidleri kullanılarak güncellenmiş bir bağıntı sunulmuştur. Açık küme üyesi olduğu bilinen ya da bir kümeye üye olması muhtemel 16 sefeid değişeninin mümkün olduğunca BVRI fotometrisi ve tayfsal gözlemleri yapılmıştır. Fotometrik ve tayfsal gözlemler ile öz hareket verileri bir arada kullanılarak sefeidlerin astrofiziksel parametreleri elde edilmiştir. Daha önce incelenmiş açık kümelerin ve sefeid yıldızlarının verileri literatürden alınmıştır. Bu çalışmada seçilen sefeid yıldızlarından üç tanesi (V371 Gem, VY Per ve PW Cas) belirlediğimiz kriterlere göre açık küme üyesi kalibratör adayı olarak önerilmiştir. Literatürde açık küme sefeidi olduğu ifade edilen tüm yıldızlar bu çalışmada incelenmiş, güvenilir küme verisi olan ve belirlediğimiz kriterlere uyan toplam 26 küme üyesi sefeid yıldızı kullanılarak dönem-ışıtma bağıntısı güncellenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: variables: Cepheids, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Bir küme içerisinde sefeid türü zonklayan bir değişenin yer alması özel bir durumdur. Çünkü sefeid değişenlerinin uzaklık hesapları çok önemlidir ve kümelerin uzaklıkları farklı yollar ile hesaplanabilir. Bu çalışmada açık kümelerdeki sefeid yıldızlarının çalışılması tercih edilmiştir, çünkü açık kümeler için anakol çakıştırma yöntemiyle uzaklık tayini nispeten kolaylıkla yapılabilir. Hipparcos uydusu, çok sayıda açık yıldız kümesini içine alan uzaklıklara kadar trigonometrik paralaksı ölçmüştür. Bu yüzden yakın kümeler için elde edilen renk-parlaklık diyagramları salt parlaklık kalibrasyonunun doğrudan hesaplanmasına olanak tanır. Böylece kümenin uzaklığını, varsa küme üyesi sefeid yıldızından bağımsız olarak belirlemek mümkün olur. Sefeid yıldızı içeren çok sayıda küme bu şekilde incelenerek ve uzaklıkları başka yöntemler ile belirlenmiş olan kümelerdeki sefeid yıldızları kullanılarak dönem-ışıtma bağıntısı kalibre edilebilir. Bu çalışma dahilinde açık küme sefeidi olma ihtimali bulunan 16 yıldızın BVRI fotometrisi ve tayfsal gözlemleri yapılmıştır. Fotometrik ve tayfsal gözlemler ile öz hareket verileri bir arada kullanılarak sefeidlerin astrofiziksel parametreleri elde edilmiştir. Gözlediğimiz yıldızlardan V371 Gem, VY Per ve PW Cas belirlediğimiz kriterlere göre açık küme üyesi kalibratör adayı olarak önerilmiştir. Ayrıca literatürde açık küme sefeidi olduğu ifade edilen 64 yıldız da bu çalışmada incelenmiştir. Sonuçta güvenilir küme verisi olan ve belirlediğimiz kriterlere uyan toplam 26 sefeid yıldızı dönem-ışıtma bağıntısının güncellenmesinde kullanılmıştır.

2 Gözlemler

Çalışmanın fotometrik ve tayfsal gözlemleri 150, 100 ve 60 cm çaplı teleskoplar ile sırasıyla 16ARTT150-959, 16AT100-970 ve 16AT60-971 nolu gözlem projeleri dahilinde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde yapılmıştır. Bu çalışmada gözlemleri yapılan sefeid değişenlerinin zonklama döneminin belirlenmesi için gözlemler T60 teleskobunda yapılmıştır. Dönem analizinde kullanılan T60 verilerinin parlaklıktaki hataları V filtresinde ± 0.009

kadir mertebesinde dir. T100 teleskobu ise sefeid yıldızlarının ışık ve renk eğrilerinin elde edilmesi ve sefeid yıldızlarının üyesi olması muhtemel kümelerin gözlemi için kullanılmıştır. Sefeid yıldızlarının tayf gözlemleri 150 cm'lik teleskoba bağlı TFOSC tayfçeki ile yapılmıştır. Proje yıldızlarının sayısı, dönemi ve gözlem zamanı paylaşımı gözönüne alındığında, yıldızların dikine hız eğrilerini elde etmek mümkün olmamıştır. Tayfsal gözlemlerdeki ilk hedefimiz, sefeid yıldızlarından ve bu yıldızların üyesi olmaları muhtemel kümenin yıldızlarından alınan ya da literatürdeki verilerden belirlenen tayflardan hızları belirleyip karşılaştırarak, sefeidlerin kümeye ait olup olmadıklarını belirlemektir.

3 Sefeidlerin Zonklama Değişimleri

Bu çalışmada incelenen yıldızlarının elde edilen fotometrik gözlemlerinden zonklamaya ilişkin ışık ve renk değişimleri elde edilmiştir. Elde edilen ışık eğrileri incelendiğinde, belirlenen genlikler literatürde verilenler ile karşılaştırılabilir düzeydedir. Klasik sefeidlerin ışık eğrisi özellikleri bu ışık eğrilerinde de görülmektedir. Yıldızlarının bir çoğunun ışık eğrisinde, maksimuma daha dik bir çıkış ve keskin bir maksimum ardından geniş bir minimum değişimi görülmektedir. Sefeid yıldızları için verilen V ışık değişimi ve renk eğrilerinden belirlenen genlikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Sefeid yıldızlarına ilişkin zonklama dönemlerinin belirlenmesi ve dönem değişiminin olup olmadığının araştırması için yıldızlara ilişkin literatürdeki tüm veriler toplanmıştır. Bu verilerin bir kısmı çeşitli araştırmacılar tarafından elde edilmiş fotometrik veri bir kısmı da çeşitli veri tabanlarından alınan tek renk verilerdir. Bu veri tabanlarındaki veriler çoğunlukla V bandında olduğundan dönem belirlenmesi ve dönem değişimi çalışmaları sadece V bandında elde edilen veri üzerinden yapılmıştır. Eldeki tüm verilerin aynı anda değerlendirilebilmesi için tüm veri yeğinliğe dönüştürülmüştür. Her bir sefeid yıldızının ışık değişimi Fourier serisi ile temsil edilmiştir. Sefeid yıldızlarına ilişkin Fourier temsilleri Şekil 1'de verilmiştir. Bu analizlere NSVS 5547844 ve ROTSE1 J191645.93+391149.3 yıldızları dahil edilmemiştir.

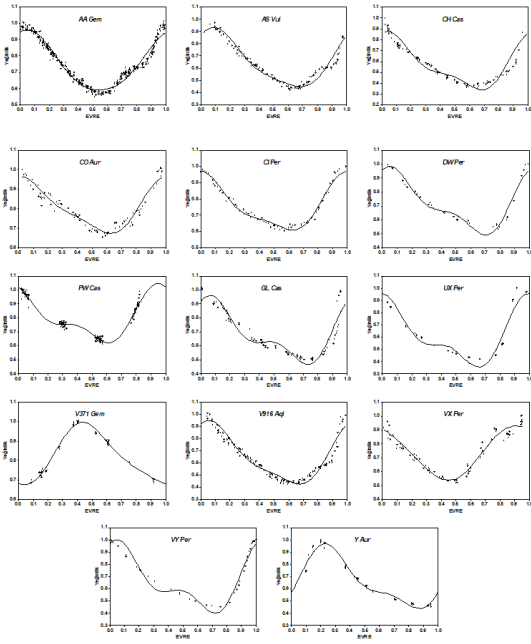
★ esin.sipahi@ege.edu.tr

Çizelge 1. Sefeid yıldızlarına ilişkin V bandındaki ışık değişiminin ve renk eğrilerinin genlikleri.

Yıldız	V (mag)	B-V (mag)	V-R (mag)	R-I (mag)
AA Gem	0.762	0.344	0.220	0.136
AS Vul	0.954	0.432	0.223	0.161
CH Cas	0.871	0.337	0.263	0.176
CI Per	0.524	0.173	0.116	0.103
CO Aur	0.583	0.103	0.112	0.057
DW Per	0.633	0.233	0.147	0.115
GL Cas	0.747	0.279	0.176	0.150
PW Cas	0.646	0.262	0.152	0.146
UX Per	0.888	0.366	0.220	0.189
V371 Gem	0.428	0.162	0.108	0.076
V916 Aql	0.928	0.464	0.229	0.181
VX Per	0.512	0.308	0.226	0.171
VY Per	0.410	0.292	0.159	0.148
Y Aur	0.831	0.326	0.206	0.160

Çizelge 2. Bu çalışmadaki sefeid yıldızlarının belirlenen bazı salt parametreleri.

Yıldız	T_e (K)	M_V (mag)	R (R_\odot)	log g (cgs)	log t (yıl)
AA Gem	5954	-4.238	72.6	1.42	7.60
AS Vul	5356	-4.333	77.0	1.38	7.58
CH Cas	5348	-4.588	90.2	1.27	7.52
CI Per	6302	-2.748	28.8	2.03	7.96
CO Aur	6186	-2.004	18.1	2.33	8.14
DW Per	6205	-2.871	31.1	1.98	7.93
GL Cas	6094	-2.984	33.3	1.93	7.91
PW Cas	6165	-2.981	33.3	1.93	7.91
UX Per	5891	-3.141	36.8	1.87	7.87
V371 Gem	5924	-2.223	20.8	2.24	8.09
V916 Aql	5375	-4.448	82.7	1.33	7.55
VX Per	5738	-4.193	70.6	1.44	7.62
VY Per	6245	-3.374	42.5	1.77	7.81
Y Aur	5980	-2.938	32.4	1.95	7.92

**Şekil 1.** Bu çalışmada yer alan sefeid değişenlerinin V bandındaki ışık değişimlerinin Fourier temsilleri.

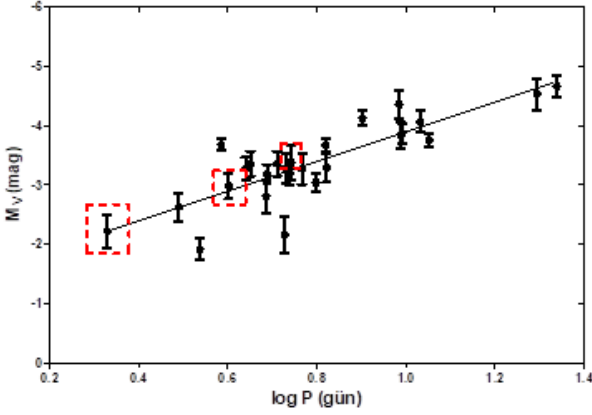
Gözlemlerimizden bu yıldızların sefeid türü ışık değişimi göstermediği bu çalışmada belirlenmiştir.

Sefeid yıldızları için literatürden toplanan veri ile birlikte bu çalışmada yapılan gözlemler birlikte kullanılarak PERIOD04 Lenz-Breger (2005) programı ile dönem analizi yapılmıştır. Yapılan analizlerde çalışmadaki yıldızların tek bir dönem (temel mod) ile zonkladığı belirlenmiştir. Dönem analizi ile yıldızlarda ikinci ya da çoklu dönem varlığı incelendiğinde bulunan dönemlerin temel modun harmonikleri (zonklama döneminin katları) olduğu görülmüştür.

Bu çalışmadaki sefeid yıldızlarının gözlemsel tayfları ile standart yıldızlara ilişkin tayfların çapraz korelasyonu ile yıldızlara ilişkin ortalama dikine hızlar belirlendi. Her bir yıldızta ait eldeki tayflardan en iyi S/N oranına sahip olan tayflar modellenerek sefeid yıldızlarına ilişkin etkin sıcaklık, log g vb. parametreler elde edildi. Bunun için iSpec Blanco-Cuaresma (2014) analiz programı kullanıldı. Bu program atmosferik parametreler serbest bırakılarak (T_e , log g, V_{mic}) yıldızla ilişkin sentetik tayf oluşturur. V_{mic} mikro-çalkantı hızını göstermektedir ve analizlerde serbest parametre olarak kullanıldığında rms değerleri düşmektedir. Elimizdeki tayf verisi ile en iyi uyum sağlayan (en düşük rms oranını veren) sentetik tayfı yıldızla ilişkin tayf modeli olarak kabul ettik. Kurucz-Castelli modellerinde Grevesse-Sauval (1998)'den bolluklar kullanıldığı için yaptığımız analizlerde Güneş bolluğu Grevesse-Sauval (1998)'den alındı. Model oluşturulurken Sodyum çizgileri, H_α , H_β gibi geniş çizgilerden kaçınıldı. Böylece kullanılan model atmosfer ile sentetik tayf üretiminde kullanılan Güneş bollukları aynı olmakta ve kendi içinde tutarlı bir süreç ilerlemektedir.

Literatürde sefeid yıldızlarına ait çalışmalarda bir sefeidin zonklama dönemi ile salt parametreleri (kütle, sıcaklık, yarıçap vb) arasındaki bağıntılar tanımlanmıştır. Klasik sefeidler için belirlenmiş bu bağıntılar kullanılarak seçilen sefeid değişenlerinin bazı salt parametreleri hesaplanarak Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgede verilen etkin sıcaklık (T_e) değerleri yıldızlara ilişkin tayf modellemesinden belirlenen sıcaklıklardır. Klasik sefeidlere ilişkin kütle-yarıçap ya da kütle-dönem ilişkileri hala tartışmalar içermektedir. Bu nedenle sefeid yıldızlarına ilişkin kütle değerleri hesaplanmamıştır.

Bu çalışmada amacımız literatürde açık küme üyesi olarak anılan tüm sefeidleri incelemek ve bunlardan güvenilir veriye sahip olanlar ile gözlemlerini yaptığımız sefeid yıldızlarından mümkün olursa küme üyesi olduğunu belirlediğimiz yeni kalibratör adayları ile dönem-ışıtma bağıntısını güncellemektir. Sefeid yıldızlarının küme üyelikleri üzerinde karar verirken sefeidin küme merkezinden olan uzaklığı, sefeidin öz hareketi ile kümenin ortalama öz hareketi, küme ve sefeidin uzaklıkları, sefeid ve kümenin yaşı ve sefeidin ve kümenin ortalama dikine



Erişim:

O22-1130: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Şekil 2. Açık küme sefeidlerini kullanarak V bandı için güncellenen dönem-ısıtma bağıntısının dağılımı (Kare kutucuklar içerisinde yer alan yıldızlar bu çalışmada belirlenen kalibratör yıldızları V371 Gem, PW Cas ve VY Per yıldızlarıdır).

hızı gibi parametrelerin uyumuna bakılmıştır. Bu kriterlere göre çalışmamızda yer alan üç sefeid yıldızı (PW Cas, V371 Gem ve VY Per) küme üyesi olma olasılığı taşımaktadır. Bu kriterlere göre küme üyeliğini kabul ettiğimiz sefeid yıldızları ve bu çalışmada bizim kalibratör adayı olarak düşündüğümüz üç yıldız ile birlikte değerlendirilerek dönem-ısıtma bağıntısı V bandı için güncellenmiştir. Kalibrasyonda kullandığımız tüm sefeidler için diğer dalgaboylarındaki parlaklıklar literatürde mevcut olmadığından tek renk için kalibrasyon yapılmıştır. Dönem-ısıtma bağıntısı kalibrasyonunun güncellenmesinde kullanılan tüm sefeidler Çizelge 3'te verilmiştir. Bu çizelgede yer alan yıldızlar kullanılarak oluşturulan $\log P - M_V$ diyagramı Şekil 2'de ve bu şekilde görülen dağılımdan V bandı için güncellenen dönem-ısıtma bağıntısı aşağıda verilmiştir:

$$M_V = -2.50 (0.33) \times \log P - 1.39 (0.28) \quad (1)$$

Şekil 2'de görülen temsil **DAgostino-Stephens (1986)** tarafından önerilen ve p-testi olarak adlandırılan istatistiksel yöntem ile denetlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada en büyük sıkıntı incelenen küme ve sefeid yıldızlarına ilişkin parametrelerin duyarlılığıdır. Birçok kümenin fotometrik verisi bulunmamakta ya da parametreleri belirlenmemiş durumdadır. Standartlaştırmada sıkıntılı olanlar vardır. Bu durum anakol çakıştırmada sorun yaratmaktadır. Çalışmamızda incelenen tüm sefeid yıldızlarının ve üyesi oldukları düşünülen tüm kümelerin gözlemlerini yapmak mümkün olmamıştır. Farklı çalışmalarda öz hareket verileri farklılıklar içermektedir. Tüm bu belirsizliklere rağmen literatürde açık küme üyesi sefeidlerini kullanarak dönem-ısıtma bağıntısının belirlenmesi üzerine hala çalışmalar devam etmektedir. Açık küme üyesi yeni kalibratör sefeidlerinin bulunması oldukça önemsenmektedir.

Kaynaklar

- Blanco-Cuaresma, S., Soubiran, C., Heiter, U., ve Jofre, P., 2014, A&A, 569, 111
 D'Agostino R. B., Stephens M. A., 1986, Goodness-of-fit techniques
 Grevesse, N., Sauval, A. J., 1998, Space Science Reviews, v. 85, Issue 1/2, p. 161-174
 Lenz P., Breger M., 2005, CoAst, 146, 53

Çizelge 3. Bu projede dönem-ışıtma bağıntısının kalibrasyonunda kullanılmak üzere kalibrasyon yıldızı olarak belirlenen sefeid yıldızlarına ilişkin hesaplanan bazı parametreler.

Yıldız	Küme Adı	log P (gün)	M_V (mag)	E(B-V)	D (pc)	log Yaş (yr)
CG Cas	Berkeley 58	0.64048144	-3.27	0.69	3715	7.88
DL Cas	NGC 129	0.90308999	-4.13	0.46	1625	7.70
UW Car	Collinder 220	0.72835378	-2.16	0.46	1547	7.82
SX Car	ASCC 61	0.68663627	-2.81	0.33	1700	7.85
S Mus	ASCC 69	0.98497713	-4.36	0.21	1000	7.65
V Cen	NGC 5662	0.73957234	-3.19	0.25	678	7.81
TW Nor	Lynga 6	1.03302144	-4.07	1.24	1600	7.62
QZ Nor	NGC 6067	0.72997429	-3.29	0.40	1417	7.82
V340 Nor	NGC 6067	1.05307844	-3.75	0.32	1417	7.60
GU Nor	NGC 6067	0.5378191	-1.92	0.40	1417	7.95
S Nor	NGC 6087	0.98900462	-3.84	0.12	901	7.65
WZ Sgr	Turner 2	1.33945144	-4.66	0.62	1190	7.41
U Sgr	IC 4725	0.82020146	-3.68	0.39	620	7.76
V367 Sct	NGC 6649	0.79865065	-3.04	1.27	1369	7.77
EV Sct	NGC 6664	0.48995848	-2.63	0.71	1164	7.98
RU Sct	Trumpler 35	1.29446623	-4.53	0.92	1206	7.44
BB Sgr	Collinder 394	0.82216808	-3.29	0.29	703	7.76
SU Cyg	Turner 9	0.58546073	-3.68	0.07	852	7.92
CE CasB	NGC 7790	0.65127801	-3.36	0.48	2944	7.87
CE CasA	NGC 7790	0.71096312	-3.36	0.48	2944	7.83
CF Cas	NGC 7790	0.68841982	-3.19	0.48	2944	7.85
V371 Gem	NGC 2158	0.329897	-2.22	0.45	1757	8.09
PW CAS	Czernik 43	0.60205103	-2.98	1.25	3134	7.91
VY Per	NGC 884	0.74288136	-3.37	1.30	1235	7.81
Be 51#162	Berkeley 51	0.99255352	-3.88	1.79	5300	7.64
Be 55#107	Berkeley 55	0.76715587	-3.27	1.74	2200	7.80

TESS (TASC) Hedef Listesinden Seçilen Yıldızların Asterosismik İncelenmesi

Sibel Örtel^{1*}, Mutlu Yıldız¹

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

Özet

Yıldızların titreşimleri, özellikle güneş benzeri titreşimler, yıldızların iç yapı ve evrimini anlamamız adına önemli bir çığır açmıştır. Araştırmada NASA TESS projesi kapsamında belirlenen hedef yıldız listesi içerisinde güneş benzeri titreşim göstermesi beklenen 10 yıldız incelenmiştir. Literatürdeki fotometrik ve tayf verilerinden elde edilen parametreler ($[Fe/H]$, $\log g$, d , T_{eff} vb.) kullanılarak M , R gibi salt parametreler hesaplanmış ve bu parametreler kullanılarak yıldız iç yapı modelleri MESA evrim kodu kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen modellerin frekansları ADIPLS paketi kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir yıldız için frekanslar arasındaki büyük ayrılma ve maksimum genlik frekansı hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: asteroseismology, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Yıldızların iç yapısı ve evrimini daha iyi anlayabilmemiz yıldız fiziği hakkındaki bilgimizin artışının yanı sıra daha büyük ölçekli yapıların (gökada gibi) anlaşılmasında da önemli role sahiptir. Asterosismoloji, özellikle güneş benzeri titreşim bilimi, yıldızların evrim ve iç yapısını anlayabilmemizi sağlayan muazzam bir yöntemdir. Bu alanda Kepler (Borucki ve ark. 2010) ve CoRoT (Baglin ve ark. 2006) ile yapılan gözlemler güneş benzeri titreşim yapan yıldızlarda çığır açmıştır. 2018 yılında fırlatılan TESS (Sullivan ve ark. 2015) uydusu ile bu alan gelişmeye devam etmektedir. Uydular sayesinde elde edilen frekans verilerinden yıldızların büyük ayrılma ($\Delta\nu$), küçük ayrılma ($\delta\nu$) ve minimum frekanslar (ν_{min}) (Yıldız ve ark. 2014) gibi asterosismik parametreleri elde edilmektedir. Bu asterosismik parametreler kullanılarak yıldızların M , R , T_{eff} ve yaş gibi temel parametreleri hesaplanır.

Yaptığımız araştırmada TESS Asterosismik Konsorsiyumu (TASC) tarafından belirlenen listeden seçilen yıldızlara ait V , B ve K parlaklıkları, $[Fe/H]$, T_{eff} ve $\log g$ değerleri SIMBAD veri tabanından alındı. Uzaklık değeri (d) ise *Gaia* (DR2: *Gaia Collaboration* (2018)) ve *Hipparcos* (van Leeuwen 2007) veri tabanından alındı. Bu gözlem verileri kullanılarak yıldızlara ait temel parametreler hesaplandı. Hesaplanan değerler ile MESA kodu (Paxton 2011) kullanılarak yıldızların iç yapı modelleri yapıldı. Elde edilen modellerin frekansları ADIPLS paketi (Christensen-Dalsgaard 2008b) kullanılarak hesaplandı. Yapılan bu modeller sayesinde asterosismik veriler elde edilmeden önce yıldızların asterosismik parametrelerinin tahmini değerleri hesaplanmıştır.

2 Yıldız İç Yapı Modelinin Yapılması

Yıldızların modellenmesi lineer olmayan dört iç yapı denkleminin (kütlenin sürekliliği, hidrostatik denge, sıcaklık gradyanı ve ısı denge) sonlu farklar yöntemi ile çözümüne dayanmaktadır. Yıldızların iç yapısına ilişkin başlıca bilgi kaynağımız bu modellerdir. Biz seçilen yıldızların modelini yaparken MESA evrim kodunu difüzyon ve dönme olmadan çalıştırdık. İç yapı modeli için bu kodda kullandığımız girdi parametreleri: M , Z , Y

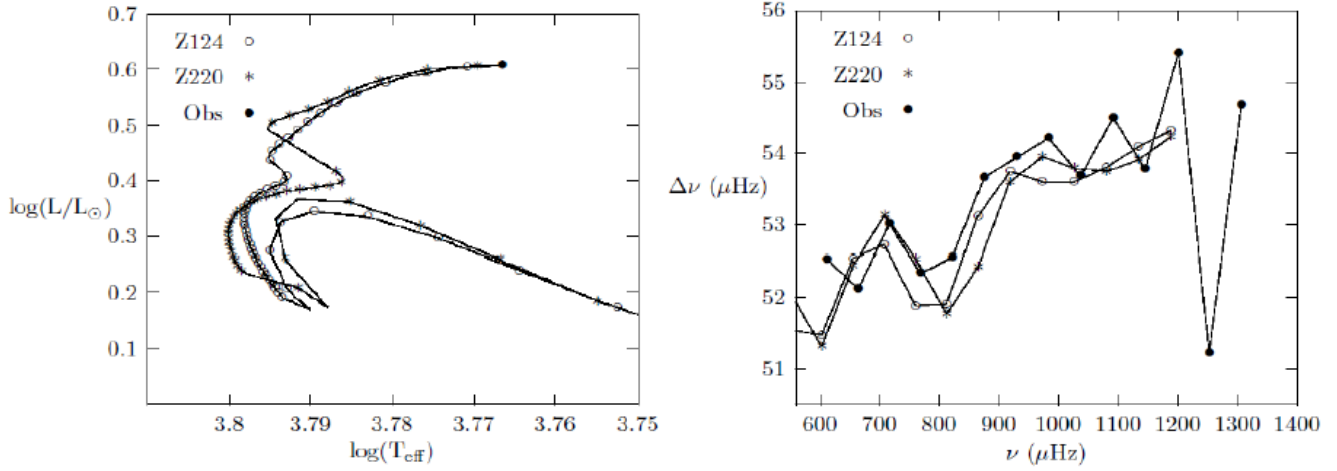
ve α' 'dir (konvektif parametre). Yaptığımız bütün modellerde α parametresini güneş değeri $\alpha_{\odot} = 2.16$ olarak aldık.

Girdi parametreleri olan M ve Z değerlerini gözlemsel fotometrik ve tayf verilerinden hesaplayabiliriz. M hesabını yaparken izlediğimiz yol şöyledir; V parlaklığı ve d kullanılarak M_V bulunur. Daha sonrasında bolometrik düzeltme tablosu kullanılarak M_V parlaklığından M_{bol} elde edilir. Tablodan elde edilen M_{bol} parlaklığından da yıldızın L değeri hesaplanır. Hesapladığımız L ile tayftan elde edilen T_{eff} kullanılarak ışımaya gücü bağıntısından yıldızın R değeri hesaplanır. Son olarak, tayftan elde edilen $\log g$ değeri ile hesaplanan R kullanılarak M değerini elde ediyoruz. Hesaplanan kütle $M_{FT\pi}$ şeklinde gösterilmektedir. Burada alt indis olarak gösterilen $FT\pi$; Fotometri, Tayf ve paralaksı ifade etmektedir. Yukarıda bahsedilen yöntemle hesaplanan kütle üzerinde bir çok parametrenin etkisi olacaktır. Bu parametreler ne kadar hassas belirlenirse hesaplanan kütlenin duyarlılığı da o kadar artar ve iyi bir kütle tahmini yapılmış olur. Bir diğer girdi parametresi olan Z 'yi hesaplamak ise şöyle bir yol izledik; tayftan elde edilen $[Fe/H]$ değerini tüm ağır elementler için geçerli olduğunu varsaydık: $Z = 10^{[Fe/H]} Z_{\odot}$.

3 HRD'da Yaşanan Biriciklik ve Yaş Sorunu

Yıldız anakol ömrüne başladığında $\delta\nu$ değeri $\sim 15 \mu\text{Hz}$, anakoldan ayrılırken ise bu değer $\sim 5 \mu\text{Hz}$ 'e kadar düşmektedir. Bu asterosismik parametre ile anakol yıldızlarının yaşı çok duyarlı bir şekilde belirlenebilir. Örnek olarak, Güneş'in $\delta\nu$ değeri $9.8 \mu\text{Hz}$ 'dir (Chaplin ve ark. 1999). Bu değerden anlaşıldığı gibi, Güneş ömrünü yarılamıştır. Ancak anakoldan ayrılan yıldızlarda $\delta\nu$ iyi bir yaş belirtici değildir. Modelden yaş belirleme yolunu seçtiğimiz zaman işimiz zorlaşmaktadır, çünkü HR diyagramında tek bir nokta için farklı kompozisyonlarda birçok iç yapı modellerinin olması söz konusudur. Yani anakol sonrası yıldızlar için yaşın belirlenmesi büyük bir sorundur. Bu soruna çözüm bulabilmek için KIC 7747078 yıldızı ile bir uygulama yaptık. Şekil.1'de yapılan modellerin iki tanesi ile $T_{\text{eff}}-L$ (a) ve $\nu-\Delta\nu$ (b) grafikleri çizilmiştir. Sol taraftaki grafikte farklı kompozisyona ve evrim yoluna sahip olmalarına rağmen iki modelde HR diyagramında gözlem noktasında çakışmaktadır. Sağ taraftaki $\nu-\Delta\nu$ grafiğine baktığımızda ise iki modelin frekanslarının ayırt edilmediği görülüyor. İlk bakışta bu durum modelleri frekanslardan ayırt etmemizi engeller niteliktedir. Daha dikkatli bakıldığında,

* frogsybl@gmail.com



Şekil 1. Sol tarafta (a) tek bir nokta için farklı kompozisyona sahip iki modelin $T_{\text{eff}}-L$ grafiği görülmektedir. İçi boş daire ile gösterilen modelin Z değeri 0.0124, asteriks ile gösterilen modelin Z değeri ise 0.0220'dir. İçi dolu nokta ise gözlem verisini temsil etmektedir. Sağ tarafta (b) ise bu modellere ait $\nu-\Delta\nu$ grafiği görülmektedir.

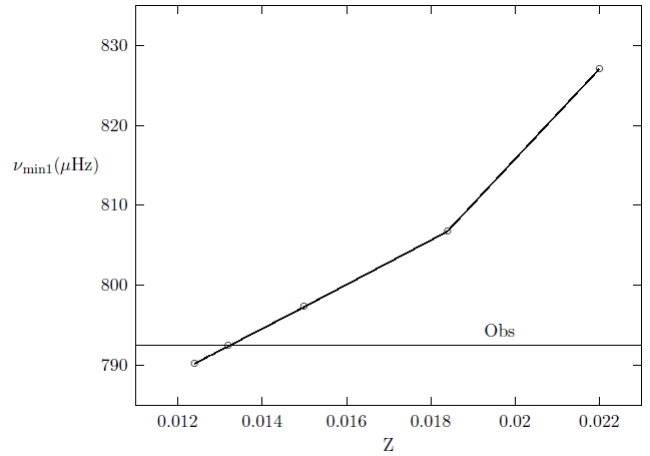
Çizelge 1. KIC 7747078 yıldızına ait fit modellerinin Z , Y , t , $\nu_{\text{min}0}$ ve $\nu_{\text{min}1}$ değerleri verilmiştir. Son satırda yıldızın gözlem frekansından elde edilen minimum frekansları yer almaktadır.

Z	Y	$t(10^9)$	$\nu_{\text{min}0}(\mu\text{Hz})$	$\nu_{\text{min}1}(\mu\text{Hz})$
0.0124	0.2670	6.03	1003.23	790.21
0.0132	0.2749	5.89	1010.40	792.37
0.0150	0.2903	5.64	1044.38	797.27
0.0184	0.3140	5.30	1052.78	806.72
0.0220	0.3357	5.00	1061.68	827.04
—	—	—	1039.3	792.5

800 μHz civarında gözlemin yanı sıra her iki modelin $\Delta\nu$ 'sü de yerel minimuma ($\nu_{\text{min}1}$) sahiptir. Çizelge 1 de KIC7747078 yıldızına ait farklı kompozisyondaki modellerin Z , Y , t , $\nu_{\text{min}0}$ ve $\nu_{\text{min}1}$ değerleri verilmiştir. En alt satırda ise yıldızın gözlem verilerinden belirlenen $\nu_{\text{min}0}$ ve $\nu_{\text{min}1}$ değerleri yer almaktadır. 3. sütunda modellerin yaşları verilmiştir. HR diyagramında aynı noktada bulunmalarına rağmen farklı yaşlara sahip olduğunu görüyoruz. ν_{min} 'in modelleri ayırt edici özelliğinin olup olmadığını inceledik. Şekil 2'de Z ve $\nu_{\text{min}1}$ grafiği yer almaktadır. Bu grafiğe baktığımız zaman $\nu_{\text{min}1}$ ile modelleri birbirinden ayırt edebildiğimizi görüyoruz. Düz çizgi ile gösterilen frekans değeri gözlem verisine aittir. Bu değer kestirdiği noktadaki Z 'ye baktığımız zaman ~ 0.0133 değerini vermektedir. Çizelge.1'de gözleme ait $\nu_{\text{min}1}$ 'in Z 'si 0.0132 ve 0.0150 olan modellerin $\nu_{\text{min}1}$ 'i arasında yer almaktadır. Aynı durum $\nu_{\text{min}0}$ için de geçerlidir. $\nu_{\text{min}1}$ 'in bize gösterdiği Z ile model yaptığımız zaman elde ettiğimiz $\nu_{\text{min}0}$ ve $\nu_{\text{min}1}$ değerleri 1041.55 ve 792.47 μHz 'dir. Modelin yaşı ise 5.88 milyar yıldır. Bu sonuçtan da anlaşılacağı gibi anakol sonrası yıldızlarda ν_{min} değerlerini kullanarak modelleri birbirinden ayırt edebiliyoruz.

4 Seçilmiş TESS Yıldızlarının Modelleri

Araştırmada yıldızlar TASC'ın V6 listesindeki ilk 50 yıldız içerisinden belirlenmiştir. Bu 50 yıldız içerisinde literatürde V par-



Şekil 2. Grafikte Z 'ye karşı farklı modellerin $\nu_{\text{min}1}$ değerleri çizdirilmiştir. Düz çizgi $\nu_{\text{min}1}$ 'in gözlemsel değerine aittir(792.5 μHz).

laklığı, $[Fe/H]$, T_{eff} , $\log g$ ve d verileri tam olan ve $1-1.5M_{\odot}$ kütle aralığında yer alan 10 yıldız üzerinde inceleme yapılmıştır. Bu yıldızların uzaklık aralığı 9-80 pc'tir. Yıldızların $\log g$ değerine baktığımız zaman anakoldan ayrılmış olduklarını söyleyebiliriz. Bölüm 2'de $M_{FT\pi}$ 'nin duyarlı bir şekilde belirlenmesinde bir çok parametrenin etkili olduğunu söylemiştik. İncelediğimiz TESS yıldızlarını düşünecek olursak bize yakın oldukları için M üzerinde esas olarak $\log g$ ve T_{eff} etkilidir diyebiliriz.

TESS tarafından bu yıldızların gözlem frekansları daha elde edilmediği için iç yapı modeli yaparken iki farklı yol izledik. Birinci yol bölüm 2'de bahsettiğimiz yoldan hesapladığımız kütle olan $M_{FT\pi}$ 'yi kullanarak hesaplanan L değerini veren Y 'yi bulmaya dayanmaktadır. İkinci yol ise Y değerini güneş değeri olan $Y_{\odot} = 0.2794$ alıp aynı L değerini veren M 'yi bulmaya dayanmaktadır. Böylece, daha gözlem verileri elde edilmeden yıldızların sismik parametrelerini önceden hesapladık. Yıldızlara ait model ve bazı gözlem verileri Çizelge.2'de yer almaktadır. Üstteki tabloda Y 'nin değişken olduğu model verileri, alttaki

tabloda ise M 'nin değişken alındığı model verileri yer almaktadır. $M_{FT\pi}$ ile yapılan modellerde helyum bolluğu çok düşük ve yüksek olan değerler vardır (Çizelge 2'de üst tablo). Bu durum $\log g$ veya T_{eff} değerlerinin tayfsal yoldan iyi bir şekilde belirlenemesinden kaynaklanıyor olabilir. İkinci yol ile yapılan yani $Y = Y_{\odot}$ alınarak yapılan modellerde alternatif $\log g$ değerleri elde edilmiştir.

Genel olarak bakıldığında Y_{\odot} kullanılarak yapılan modellerde yaş daha fazla çıkmaktadır. Özellikle iki tabloda da altı çizili olan TIC 287096308 yıldızının yaşı dikkat çekmektedir. Bu yıldız kırmızı dev kolunu (RGB) tırmanan bir yıldızdır. Her iki yoldan yapılan modelde de yıldızın yaşı öngörülen gökada yaşımdan daha fazla çıktı. Bu problemi çözebilmek için T_{eff} yerine yıldızın ($B - V$) renginden elde edilen $T_{B-V} = 4916$ K sıcaklığı kullanılarak hesaplamalar tekrardan yapılmıştır. Hesaplanan yeni parametreler ile model yapıldığı zaman elde edilen yaşları şöyledir; Y 'si değişen alınarak yapılan modelde 13.1 ve M 'si değişen alınarak yapılan modelde ise 12.3 milyar yıl. Görüldüğü üzere hata payı içerisinde yer alabilen 130 K'lık bir fark ile yıldızın yaşı makul değere çekilmiştir. RGB kolunu tırmanan bir yıldız için sıcaklıktaki değişimin kütle ve yaş üzerindeki etkisinin ne kadar kuvvetli olduğunu TIC 287096308 yıldızı üzerinde yapılan incelemede görülmektedir. Bu yıldızla ait yeni model verileri Çizelge 3'tedir. Yeni yapılan modelde M 'nin yanı sıra Y değeri de daha makul bir değere sahip olmaktadır.

5 Sonuçlar

TASC tarafından belirlenen hedef listesindeki ilk 50 yıldız içerisinde gözlem verileri tam ve kütlesi $1-1.5M_{\odot}$ arasında olan 10 yıldız incelendi. Asterosismik parametreler kullanılarak yıldızların M , R ve t gibi temel parametrelerini hassas bir şekilde belirleyebiliyoruz. TESS tarafından henüz bu yıldızların frekansları elde edilmediği için fotometrik ve tayf verileri kullanılarak yıldızların temel parametreleri hesaplanmıştır. Hesaplanan parametreler ile MESA evrim kodunda yıldızların iç yapı modelleri yapılmıştır. Yapılan bu iç yapı modellerinin frekansları ADIPLS paketi kullanılarak hesaplanmıştır. Gözlem verilerinden elde edilecek olan $\Delta\nu$ ve ν_{max} değerlerinin iç yapı modellerinden elde edilen aralıkta çıkması beklenmektedir.

İkinci yol ile yapılan modellerde yani $Y = Y_{\odot}$ alındığı zaman yaşta genel olarak bir artış görülmektedir. Özellikle TIC 287096308 yıldızının her iki yoldan yapılan modelde öngörülen yaş gökada yaşımdan çok daha fazla çıkmaktadır. Bu sorunu T_{eff} 'i tayf sıcaklığı almak yerine ($B - V$) renk sıcaklığı olarak çözüme kavuşturduk. Bu örnek sayesinde RGB'yi tırmanan yıldızlarda sıcaklığın kütle ve yaş gibi parametreler üzerindeki ne kadar etkili olduğu net bir şekilde görülmektedir.

Anakol yıldızlarında yaş $\delta\nu$ ile duyarlı bir şekilde belirleyebiliyoruz. Ancak anakol sonrası yıldızlarda $\delta\nu$ iyi bir yaş belirteci değildir. Bu yıldızlarda $\delta\nu$ yerine yaş tahmini yapabilmek için $\nu_{\text{min}0}$, $\nu_{\text{min}1}$ ve $\nu_{\text{min}2}$ gibi minimum frekanslar kullanılabilir.

Kaynaklar

- Baglin A., Michel E., Auvergne M., COROT Team, Scientific Objectives for a Minisat: CoRoT, 2006, ESA Special Publication, 1306, 33
- Borucki W. J., Koch D., Basri G., ve ark., Kepler Planet-Detection Mission: Introduction and First Results, 2010, Science, 327, 977
- Brown T. M., Gilliland R. L., Noyes R. W., Ramsey L. W., Detection of possible p-mode oscillations on Procyon, 1991, ApJ, 368, 599
- Chaplin, W.J., Elsworth, Y., Isaak, G.R., Miller, B.A., New, R., Skew-

- symmetric solar P modes in low-l BiSON data, 1999, MNRAS, 308, 424
- Christensen-Dalsgaard J., ADIPLS-the Aarhus adiabatic oscillation package, 2008b, Ap&SS, 316, 13
- Gaia Collaboration, Brown A. G. A., ve ark., Gaia Data Release 2, Summary of the contents and survey properties, 2018, A&A, 616, A1
- Kjeldsen, H., Bedding, T. R., Amplitudes of stellar oscillations: the implications for asteroseismology, 1995, A&A, 293, 87
- van Leeuwen, F., Validation of the new Hipparcos reduction, 2007, 474, 653
- Paxton B., Bildstein L., Dotter A., ve ark., Modules for Experiments in Stellar Astrophysics (MESA), 2011, ApJS, 192, 3
- Sullivan P. W. ve ark., The Transiting Exoplanet Survey Satellite: Simulations of Planet Detections and Astrophysical False Positives, 2015, ApJ, 809, 77
- Tassoul, M., Asymptotic approximations for stellar nonradial pulsations, 1980, ApJS, 43, 469
- Ulrich R.K., Determination of stellar ages from asteroseismology, 1986, ApJ, 306, L37
- Yıldız M., Çelik Orhan Z., Aksoy Ç., Ok S., Fundamental properties of solar-like oscillating stars from frequencies of minimum $\Delta\nu$ - I. Model computations for solar composition, 2014, MNRAS, 441, 2148

Erişim:

022-1150: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Çizelge 2. TESS yıldızlarının hem gözlemden hem de modellerden elde edilen verileri aşağıdaki tablolarda yer almaktadır. Üstteki tabloda Y değişken, alttaki tabloda ise M değişken alınmıştır.

TIC	$d(pc)$	$\log g$	$T_{Tayf}(K)$	$M(M_{\odot})$	Y	Z	$t(10^9)$	$\delta\nu(\mu Hz)$	$\nu_{max}(\mu Hz)$
38511251	9.1	3.74	5012	1.13	0.2176	0.0128	9.7	41.07	656.5
43255143	10.7	3.71	5766	1.44	0.2505	0.0118	2.9	36.42	572.4
96290130	60.8	3.43	5059	1.27	0.2087	0.0085	5.5	23.19	320.0
123699670	22.5	3.70	5365	1.13	0.3185	0.0108	4.4	38.21	577.5
189839944	75.8	3.45	5060	1.14	0.2955	0.0135	5.8	24.62	335.0
275371234	40.9	3.60	4979	1.08	0.2750	0.0169	9.2	32.52	478.6
277548101	29.7	3.62	4937	1.10	0.2402	0.0154	10.3	33.45	501.8
287096308	65.9	3.30	4786	1.10	0.1780	0.0143	15.1	19.11	243.9
375621179	13.4	3.54	5062	1.26	0.2068	0.0092	5.9	28.22	413.0
413853880	71.5	3.39	4962	1.51	0.1620	0.0120	4.5	20.34	295.3

TIC	$d(pc)$	$\log g$	$T_{Tayf}(K)$	$M(M_{\odot})$	Y	Z	$t(10^9)$	$\delta\nu(\mu Hz)$	$\nu_{max}(\mu Hz)$
38511251	9.1	3.66	5012	0.95	0.2794	0.0128	12.4	37.43	549.8
43255143	10.7	3.70	5766	1.39	0.2794	0.0118	2.8	35.77	551.7
96290130	60.8	3.33	5059	1.00	0.2794	0.0085	8.5	20.48	252.4
123699670	22.5	3.73	5365	1.21	0.2794	0.0108	4.4	39.73	621.4
189839944	75.8	3.48	5060	1.21	0.2794	0.0135	5.2	25.39	355.7
275371234	40.9	3.59	4969	1.06	0.2794	0.0169	9.5	32.19	469.9
277548101	29.7	3.56	4937	0.96	0.2794	0.0154	13.0	31.29	440.0
287096308	65.9	3.15	4786	0.78	0.2794	0.0143	27.8	15.95	172.6
375621179	13.4	3.44	5062	0.99	0.2794	0.0092	9.2	24.81	323.6
413853880	71.5	3.23	4962	1.03	0.2794	0.0120	8.9	16.98	201.5

Çizelge 3. TIC 287096308 yıldızı için $(B - V)$ sıcaklığı ile tayf sıcaklığı kullanılarak yapılan modellerin temel özellikleri.

	Değişen	$\log g$	$T_{eff}(K)$	$M(M_{\odot})$	Y	Z	$t(10^9)$
$T_{eff} = T_{B-V}$	Y	3.30	4916	0.93	0.2901	0.0143	13.1
	M	3.32	4916	0.97	0.2794	0.0143	12.3
$T_{eff} = T_{B-V}$	Y	3.30	4786	1.10	0.1780	0.0143	15.1
	M	3.15	4786	0.78	0.2794	0.0143	27.8

Kepler Sismik İkizlerinin Differansiyel Sismik Analiz Metodu ile Detaylı Modellemesi

Nesibe Özel¹★,

Benoit Mosser, Marc-Antoine Dupret, Melike Aşan

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

Özet

Kepler misyonu tarafından dokuz ay boyunca gözlemlenen benzer sismik özelliklere sahip iki parlak güneş-benzeri yıldızın, KIC 12258514 ve KIC 8694723, differansiyel sismik analiz yöntemi ile daha yüksek doğrulukta modellemesini rapor ediyoruz. Çalışmanın amacı differansiyel analiz metodunu bu iki yüksek sinyal-gürültü (SNR) oranına sahip yıldızda uyguluyarak doğruluğunu test etmektir. Astrosismolojiden gelen belirleyiciler bu yıldızlarda konvektif çekirdeğin dışında ekstra karışım uzunluğunun ölçülmesinde önemli bir potansiyele sahiptir. Differansiyel analiz metodu ile hesaplanan KIC 8694723'ün yarıçapı hem interferometrik hemde yıldızın detaylı modelleme sonuçları ile oldukça uyumludur. Bu metod yıldız model parametrelerini yüksek doğrulukta elde etmemize olanak sağlar.

Anahtar Kelimeler: stars: solar-type, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O22-1210: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Gama Dor Bileşenli Örtün Çift Sistemlerin Fiziksel Özellikleri

Ömür Çakırlı¹★,

Cafer İbanoğlu, Esin Sipahi, M. Can Akan

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Bileşenlerinden biri Gamma Dor türü zonklayan örtün çift yıldızların sayısı oldukça azdır. Yıldızların salt parametrelerini ancak çift çizgili örtün çiftlerin ışık ve dikine hız eğrilerinin analizi ile duyarlı olarak ölçülebilir. Bu koşul altında bulunan sonuçlar birleştirilerek salt parametreler duyarlı olarak bulunur. Böylece Gama Dor bileşenli örtün çiftin üyeleri HR diyagramında güvenilir bir şekilde işaretlenebilir. Yapılan uzun dönemli ve atmosfer dışı yüksek duyarlılık fotometrik veriler de bu yıldızlara ait zonklama doğasının ortaya çıkarılmasında önemli bir rol oynar. Sayıca az olan, HR diyagramındaki yerleri henüz tam olarak anlaşılamayan Gama Dor yıldızları belirlenebilir ve astrofiziksel açıdan önemli bir sorun hakkında öngörülerimiz oluşabilir.

Anahtar Kelimeler: stars: statistics, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

022-1230: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Zonklayan Bileşenli Çift Yıldızların Evrimi

Barış Hoyman^{1*}, Ömür Çakırlı¹

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

Özet

Güneş ve kırmızı devlerin özek–yüzey dönme modelleri yardımıyla karma modlu melez yıldızların özek ve yüzey dönme doğasının modellenebileceği öngörüldü. Bu yıldızlarda g ve p -modları dönmenin etkisiyle yoğun frekans yarılımları gösterir. Güneş'te son derece düzenli olan bu yarılımlar evrimleşmiş yıldızlarda özek–yüzey dönme yön ve hızı gibi parametrelerin yanı sıra açıl momentum taşıma süreçlerinin de anlaşılmasında önemli rol oynamıştır. Bu noktada anakol ve anakol'dan henüz ayrılmış yıldızların yüksek çözünürlüklü tayf ve duyarlı ışıkölçüm gözlemlerinin ortak analizi ile HR diyagramındaki yerlerinin işaretlenmesi, yüksek duyarlılık salt parametreler, metal bolluğu, mod tanımlama ve karmaşık frekans tayflarının açıklanabilmesi ile bu tür yıldızların evrimine etki eden özek–yüzey dönme doğası, açıl momentum taşınımı ve bu özelliklerin yıldız evrimine etkisi öngörülebilir.

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

1 Giriş

Örten çift sistemlerin tayf ve ışıkölçüm gözlemleri bize yıldızlar ve evrimleri hakkında oldukça önemli ve faydalı bilgiler sunarlar. Yıldızların içyapı ve evrim durumunu belirleyen iki önemli parametre olan kütle ve kimyasal kompozisyonun duyarlı bir şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir ve örten çift yıldızların gözlemiyle bu parametreleri oldukça duyarlı bir şekilde, doğrudan belirlemek mümkündür. Bazı örten çift sistemler zonklayan en az bir bileşene sahip olabilmektedir. Gerek tek yıldız, gerek çift sistem üyesi zonklayan yıldızların çalışılmasıyla yıldızların iç yapılarına ilişkin türetilen modellerin sınanabilmesinin öne yıldız sismolojisi çalışmaları sayesinde açılmış oldu. Yıldızların gözlenen katmanlarını açıklamakta oldukça başarılı olan modeller ile veri alınmayan özek bölgesine ilişkin elde edilen açıklamalarda belirsizlik çok fazla olabilmektedir. Özek ve yüzeyin dönmeye ilişkin oluşan açıl momentumun korunumu ve yıldız içerisindeki dağılımı çok önemlidir. Sismolojik çalışmalar ile özek ve yüzeyin dönmeye, ona bağlı olan açıl momentum değişimi/aktarımı anlaşılabilir duruma geldi. Uydu tabanlı yapılan çok yüksek duyarlılık ve sürekli ışıkölçüm verileri sayesinde yıldız içinde oluşan dalgaların sürekliliğinde rol oynayan çekim (g -mod) ve basınç (p -mod) modları ile birlikte yıldızın dönmeye ($\Omega_{\text{özek}}$ ve $\Omega_{\text{yüzey}}$) hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Yüksek kalitedeki ışıkölçüm verileri ve yüksek çözünürlüklü tayfsal gözlemlerle artık yıldız özek ve yüzey dönme profilleri daha iyi modellenmekte ve titreşim yapan yıldızlar katman katman incelenebilmektedir.

Zonklayan yıldızlarda dönmenin etkisi m sayısı ile ifade edilir. Dönmenin etkisi ile küresellikten sapma ve manyetik alanın etkisinin birleşimi olarak kullanılır. Dönmenin frekanslar üzerindeki gösterdiği yarılma etkisi kendini güç tayfında belli eder. Bu değerler kullanılarak dönme profili hesaplanabilir. Buradaki önemli nokta analiz edilecek yıldızın salt parametreleri (M , R , T) çok iyi bilinmeli ve mod yarılımlarının gözlemlerle elde edilmesi, melez zonklamaların (δ Sct/ γ Dor) kendini tüm güç tayfında g ve p -modları olarak ayrı ayrı göstermesidir. Salt parametrelerin hassas olarak belirlenmesi için zonklayan bileşenli örten çift sistemlerin çalışılması gerekmektedir.

2 KIC 2557430

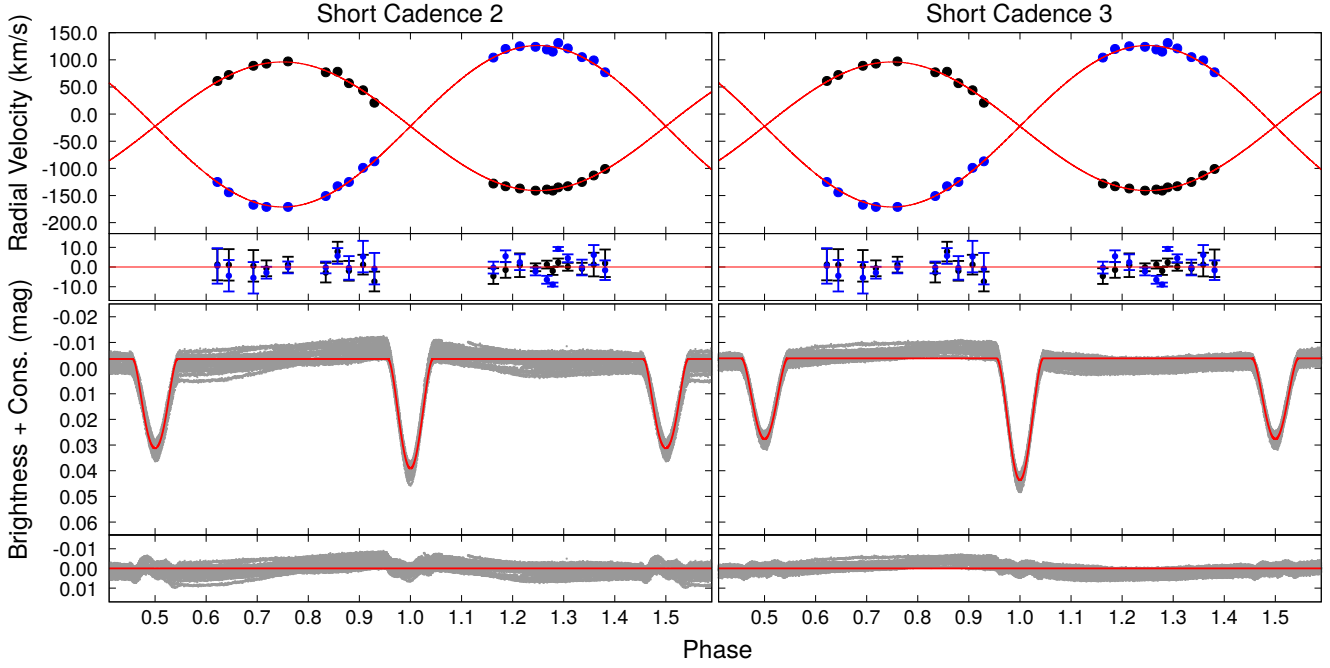
KIC2557430 ($K_p = 11.471$, $\alpha_{2000} = 19 : 07 : 22.9$, $\delta_{2000} = +37 : 48 : 57.34$) ilk olarak Egret ve ark. (1992) tarafından 1.297 gün dönemli Algol türü örten çift yıldız sistemi olarak sınıflanmış, daha sonra Prša ve ark. (2011) ve Slawson ve ark. (2011) tarafından Kepler Örten Çift Yıldızlar Kataloğu'na dahil edilmiştir. Kâmil ve Dal (2017) sistemin Kepler short cadence ışıkölçüm verisini modelleyerek sistemin etkin sıcaklığını ve yörünge parametrelerini elde etmiş ve sistemi bir γ Dor ve bir flare yıldızı içeren çift sistem olarak nitelemiş, zonklama frekanslarını elde etmiş ve veride görülen flare benzeri yapıları incelemişlerdir.

Çalışmada Kepler verisine ek olarak TUG RTT150 teleskobu ve TFOSC tayfçeki ile alınmış 4 gecelik tayf verisi kullanılarak sistemin dikine hız verisi elde edilmiştir. Ayrıca IDL¹ kodu kullanılarak Frasca ve ark. (2006) tarafından yazılmış ve Çakırlı ve ark. (2014) tarafından TFOSC için uyarlanmış COMPO2 kodu kullanılarak bileşenlerin atmosfer parametreleri elde edilmiştir. Bileşenlere dair elde edilen atmosfer parametreleri Çizelge 1'in üst kısmında yer almaktadır. Sistemin yörünge ve salt parametrelerini belirlemek için Kepler Uzay Teleskobu ile ikinci ve üçüncü çeyrek gözlemleri esnasında alınan Short Cadence (SC02 ve SC03) verileri ayrı ayrı ele alınarak elde edilen dikine hız verisiyle birlikte JKTEBOP (Southworth 2013) kodu yardımıyla çözüm gerçekleştirilmiştir. Parametrelerin hatalarını belirlemek için ise JKTEBOP kodu içerisindeki MONTE CARLO algoritması modülü kullanılarak 10 000 tekrarlı çözüm gerçekleştirilmiştir ve elde edilen parametreler Çizelge 1'in alt kısmında verilmiştir. Şekil 1 sistemin dikine hız ve ışık eğrisi verileri ile bu verilere uygulanan model verilerini ve farklarını içermektedir.

İşık eğrisine uygulanan çözümlerin veriden çıkarılmasıyla elde edilen fark verisinin minimumlar yöresine denk gelen kısımlarının veriden çıkarılmasıyla elde edilen maximum yöresi fark verilerine SIGSPEC (Reegen 2007) kodu ile uygulanan Fourier çözümü ile her bir SC verisi için zonklama frekansları elde edilmiştir. Her iki veri seti için de üçer özgün frekans elde edilmiş olup, bu frekansların biri yaklaşık olarak yörünge dönemi yöre-

* barishoyman@gmail.com

¹ Interactive Data Language, ITT 1997



Şekil 1. KIC 2557430'nin SC02 ve SC03 dönemlerine ait ışık eğrileri ve dikine hız eğrileri ve en iyi fit eğrileriyle farklar. Kırmızı, sürekli çizgiler JKTEBOP çözümüne işaret ederken dikine hız hataları fark panellerinde dikey hata barları olarak gösterilmiştir.

Çizelge 1. Üstte: KIC 2557430 bileşenlerinin, tayf verisinden elde edilen atmosfer parametreleri. Alttta: Sistemin ışık ve dikine hız eğrilerinden elde edilen yörünge parametreleri ve bileşenlerin salt parametreleri.

COMPO2 Parameter	Primary	Secondary		
Spectral type	F(2±1)V-III	F(9±1.0)V		
$T_{\text{eff}}(K)$	7054(180)	6050(700)		
$\log g$ (cgs)	4.14(1)	4.61(2)		
$v \sin i$ ($km s^{-1}$)	39(4)	35(1)		
$[Fe/H]$ (dex)	-0.13(2)	0.09(2)		
		SC02	SC03	
JKTEBOP Parameter	Primary	Secondary	Primary	Secondary
$P(d)$	1.2977462(48)		1.2977488(49)	
$T_0(d)(+2454000)$	955.75809(27)		955.75727(60)	
$i(^{\circ})$	74.45(62)		71.47(216)	
e [sabit]	0.00		0.00	
L_S/L_P	0.0456(68)		0.106(204)	
$a(R_{\odot})$	7.13(22)		7.23(15)	
q	0.797(42)		0.797(25)	
$M(M_{\odot})$	1.61(18)	1.67(10)	1.28(9)	1.33(9)
$R(R_{\odot})$	2.110(68)	2.079(177)	0.569(48)	0.913(393)
$\log g$ (cgs)	3.996(23)	4.026(91)	5.050(70)	4.642(295)
$\rho(\rho_{\odot})$	0.1714(55)	0.186(68)	7.32(172)	1.75(137)

sinde çıkarken diğer ikisi 1 ve 2 gün yörünge parametreleriyle g -moduyla zonklayan γ Dor yıldızına ilişkin zonklama modlarıdır. SC02 için toplamda 79, SC03 için de toplamda 88 frekans değeri bulunurken, özgün üçer frekansın haricindeki frekanslar, bu frekansların harmonik ve kombinasyonları olarak karşımıza çıkmaktadır. SIGSPEC çözümüne ilişkin elde edilen Fourier tayfları Şekil 2'nin üst panelinde SC02 ve SC03 için ayrı ayrı olarak,

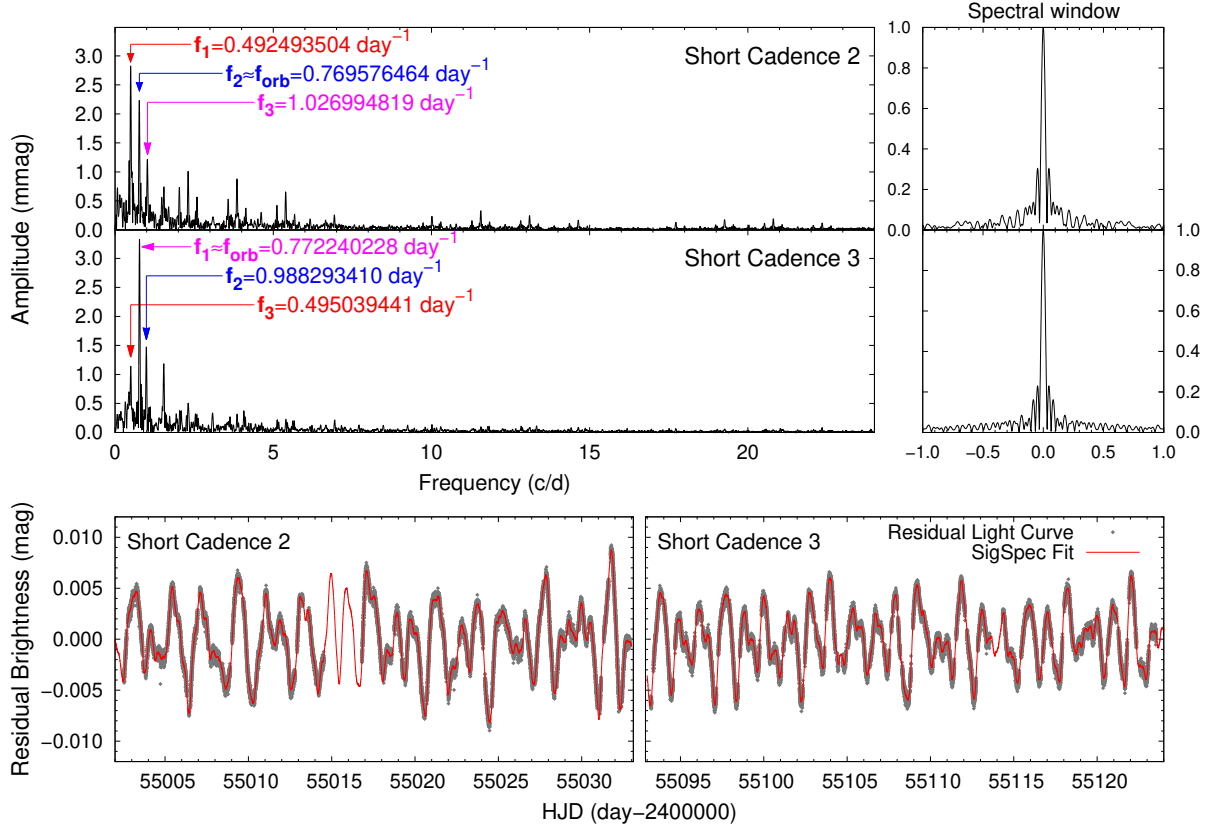
tayfsal pencere grafikleriyle birlikte yer almaktadır. Ayrıca elde edilen özgün frekanslar da şekilde belirtilmiştir. Şeklin alt panelinde ise belirlenen tüm frekanslar yardımıyla elde edilen sentetik ışık eğrisi, fark ışık eğrisi verisi üzerinde çizilerek gösterilmektedir.

3 Tartışma ve Sonuç

Fourier tayfindan da görüleceği üzere sistemde 1–2 gün yörünge parametrelerinde, düşük frekanslı çekim modlarına ait zonklama frekansları gözlenmesine rağmen, yüksek frekanslı basınç modlarına ait frekanslar görülmemektedir. Bu da sistemdeki zonklayan bileşenin sadece γ Dor türü zonklama gösterip, δ Sct türü zonklama göstermediğini, yani hibrit zonklama göstermediğini göstermektedir. Sistemin Fourier tayfinda görülen yörünge dönemine ilişkin frekansların baskınlığı g -modlarına ilişkin mod yarımlası ölçümlerini zorlaştırmaktadır. Sistemin aktivite benzeri doğasının daha iyi belirlenip bu etkinin ışık eğrisinden daha iyi bir şekilde ayıklanmasıyla dönmeye ilişkin ölçümlerin doğru bir şekilde yapılabilmesi mümkün olabilecektir.

Kaynaklar

- Frasca, A., Guillout, P., Marilli, E., et al.: Newly discovered active binaries in the RasTyc sample of stellar X-ray sources. I. Orbital and physical parameters of six new binaries. *A&A* **454** (2006) 30
- Çakırlı, Ö., İbanoglu, C., Sipahi, E. V745 Cassiopean interacting young massive binary in a multiple-star system. *MNRAS* **442** (2014) 1560
- Egret, D., Didelon, P., McLean, B. J., et al.: The TYCHO Input Catalogue – Cross-matching the Guide Star Catalog with the HIPPARCOS INCA Data Base. *A&A* **258** (1992) 217
- Kâmil, C., Dal, H. A.: KIC 2557430: A Triple System Containing One γ Dor and Two Flaring Components? *PASA* **34** (2017) 29
- Prša, A., Batalha, N., Slawson, R. W., et al.: Kepler Eclipsing Binary



Şekil 2. Üstte: KIC 2557430 fark ışık eğrisine uygulanan SIGSPEC çözümüne ilişkin Fourier tayfı ve tayfsal pencere. Altta: SIGSPEC çözümüne giren fark ışık eğrisi üzerine çizilmiş kuramsal eğri.

- Stars. I. Catalog and Principal Characterization of 1879 Eclipsing Binaries in the First Data Release. *AJ* **141** (2011) 83
 Reegen, P.: SigSpec. I. Frequency- and phase-resolved significance in Fourier space *A&A* **467** (2007) 1353
 Slawson, R. W., Prša, A., Welsh, W. F., et al.: Kepler Eclipsing Binary Stars. II. 2165 Eclipsing Binaries in the Second Data Release. *AJ* **142** (2011) 160
 Southworth, J.: The solar-type eclipsing binary system LL Aquarii. *A&A* **557** (2013) 119

Erişim:

022-1235: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Doppler Hüzmenmesi Gösteren Çift Sistemlerde Fotometriden Dikine Hız Eldesi

H. Gökhan Gökay^{1,2,*}, Sacit Özdemir^{1,2,3}

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara TÜRKİYE

²Ankara Üniversitesi, Kreiken Gözlemevi, Ankara TÜRKİYE

³TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya TÜRKİYE

Özet

Birbiri etrafında dolanan çift sistemler, yörünge eğiminin uygun olması durumunda, Doppler hüzmenmesi (beaming) nedeniyle, çok düşük genlikte ışık değişimi gösterebilir. Bu küçük genlikler (ppm) ancak uzay tabanlı CoRoT ve Kepler gibi uyduların duyarlı fotometrik gözlemlerinden elde edilebilir. Bu değişim uygun şekilde modellendiğinde baş bileşenin dikine hız genliği fotometriden belirlenebilmektedir (örneğin [van Kerkwijk et al. 2010](#)). Bu türden hüzmenme gösteren bir örten çift sistem olan HV Cnc'nin Kepler ışık eğrisi bu etki dikkate alınarak modellenmiş ve baş bileşenin "fotometrik dikine hız" genliği (38.7 ± 0.7 km/s) belirlenmiştir. Bu sonucun tayfsal dikine hız genliği (33.8 ± 0.2 km/s) ile ([Sandquist & Shetrone 2003](#)) uyumlu çıkması, yöntemin başarısını göstermektedir. Ayrıca çift yıldızların verecekleri hüzmenmenin, bileşen sıcaklıkları ve yörünge periyoduna göre değişimi de incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kepler, Doppler hüzmenmesi, fotometrik dikine hız

1 Giriş

Çift yıldız sistemleri astronomide, yıldızlara ilişkin fiziksel parametreleri belirlemede önemli araçlardan birisidir. Bu tür sistemler içinde en fazla bilgiyi örten çift sistemler sağlamaktadır. Işık eğrilerinin analizinden yörünge eğim açısı (i), yörünge dışmerkezliği (e), bileşenlerin görelî büyüklükleri ve şekilleri, kesirsel ışınım güçleri ($L_{1,2}$) ve kütle oranları (q) gibi bilgiler elde edilebilmektedir. Eğer her iki bileşenin dikine hız ölçümleri de mevcutsa bu durumda bileşenlerin kütleleri ($M_{1,2}$) ve yarı-büyük eksen uzunluğu (a) da belirlenebilmektedir. Işık eğrisi elde etmek için sistemin en az bir yörünge dönemi boyunca fotometrik ölçümü yapılmalıdır. Dikine hız değerlerini elde edebilmek için ise sistemin tayfsal gözlemleri yapılarak, bileşenlerin tayf çizgi-lerindeki Doppler kayması miktarı ölçülmelidir.

Günümüzde Kepler ve CoRoT gibi hassas fotometrik veri sağlayabilen teleskoplar sayesinde, önceden sadece tayfsal gözlemlerden elde edilebilecek bazı veriler fotometrik yolla da elde edilebilmektedir. Bileşenlerden birinin ışık eğrisi üzerindeki etkisi ihmal edilebildiği durumda, diğer bileşenin dikine hız eğrisinin genliği, Doppler beaming (hüzmenme) etkisinin modellenmesi ile fotometrik yolla belirlenebilmektedir. Hassas fotometrik veriler, ışık değişimine katkısı çok küçük (ppm seviyesinde) olan hüzmenme etkisini belirleyebilmeyi sağlamaktadır.

Doppler hüzmenmesi (beaming) şu 2 etkinin katkısıyla oluşur: i) yıldızların yörünge hareketi nedeniyle spektral enerji dağılımının mavi veya kırmızıya kayması nedeniyle oluşan akı modülasyonu, ii) yörünge hareketi nedeniyle yıldız fotosferinden salınan foton sayı yoğunluğunun hareket yönünde artması. Hüzmenmenin beyaz cüce yıldızlarının dönmeleri üzerine etkileri [Hills & Dale \(1974\)](#) tarafından, çift sistem bileşenlerinin yörünge hareketi üzerindeki etkileri de [Shakura & Postnov \(1987\)](#) tarafından ilk defa tartışılmıştır. Bu etkinin gözlemsel izlerine ilk olarak [Maxted et al. \(2000\)](#) tarafından dikkat çekilmiştir. Kepler ışık eğrilerinde incelenmesi ise ilk olarak [Loeb & Gaudi](#)

(2003) ve [Zucker et al. \(2007\)](#) tarafından gerçekleştirilmiştir. Örneğin [van Kerkwijk et al. \(2010\)](#), bileşenlerinden birisi beyaz cüce olan KOI-74 çift sisteminin Kepler long-cadence ışık eğrilerini kullanarak, çiftin baş bileşeninin dikine hızını, fotometrik hüzmenme (beaming) etkisinden belirlemiştir.

Bu çalışmada ilk önce, bileşenleri anakol üyesi olan bir çift sistemin üreteceği hüzmenmenin, bileşenlerin fotosferik sıcaklık farkına ve sistemin yörünge dönemine göre değişimi incelenmiştir (Bölüm 2). Daha sonra Bölüm 3'te ise M67 üyesi olan ayrık, örten, tek çizgili tayfsal çift sistem HV Cnc için hüzmenme etkisi Kepler ışık eğrisine dayanılarak incelenmiş ve baş bileşenin dikine hız değişiminin genliği, hüzmenme etkisinden belirlenmiştir. Yöntemin dikine hız eğrisi eldesindeki başarısı tartışılmıştır.

2 Doppler Beaming ve Fotometrik Etkisi

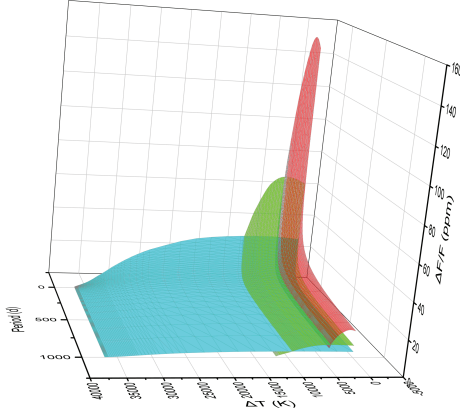
Bir gökcisminin uzay hareketinin radyal bileşeni, o cisimden gözlemciye gelen ışığın tayfının kaymasına, foton salma oranının değişmesine, dolayısıyla yüzeyinden yayılan fotonların gözlemci doğrultusunda hüzmenmesine neden olur. Teorik olarak ilk defa [Rybicki & Lightman \(1979\)](#) tarafından öngörülmüştür. Dikine hızları relativistik değerlere ulaşmayan kaynaklar için, gözlenen (hüzmenmiş) akı (F_λ veya F_ν) ile yüzeyden yayınlanan (hüzmenmeye uğramamış) akı ($F_{0,\lambda}$ veya $F_{0,\nu}$) arasındaki bağıntı şu şekilde verilir ([Bloemen 2015](#)):

$$F_\lambda = F_{0,\lambda} \left(1 - \alpha_\lambda \frac{v_r}{c}\right) \text{ veya } F_\nu = F_{0,\nu} \left(1 - \alpha_\nu \frac{v_r}{c}\right) \quad (1)$$

Burada α , Doppler beaming çarpanı olarak adlandırılır. Hüzmenmenin ışık değişimine etkisi,

$$\left(\frac{\Delta F_\nu}{F_\nu}\right)_{\text{hüzmenme}} = \frac{1}{c} \frac{K_1 [3 - \alpha_1(\nu)] F_{\nu,1} - K_2 [3 - \alpha_2(\nu)] F_{\nu,2}}{F_{\nu,1} + F_{\nu,2}} \quad (2)$$

* ggokay@science.ankara.edu.tr



Şekil 1. Hüzmelenme etkisinin ($\Delta F/F$), çift sistemin yörünge dönemi (P) ve bileşenlerin fotosferik sıcaklık farkına (ΔT) göre değişimi görülmektedir. Baş bileşen için üç ayrı sıcaklık değeri (40000 K (mavi), 15000 K (yeşil) ve 7000 K (kırmızı)) kullanılmıştır. Baş bileşenin sıcaklığı azaldıkça hüzmelenme etkisi daha iyi görülmektedir.

şeklinde ifade edilir (Zucker et al. 2007). Eğer $F_{\nu,2}, F_{\nu,1}$ yanında ihmal edilebilecek kadar düşükse, bu durumda ifade:

$$\left(\frac{\Delta F_{\nu}}{F_{\nu}}\right)_{\text{hüzmelenme}} \cong \frac{1}{c} K_1 [3 - \alpha_1(\nu)] \quad (3)$$

şeklinde yazılır. Eğer filtre kullanılmıyor ve bolometrik akı ölçülüyorsa, bu durumda 3 ifadesi:

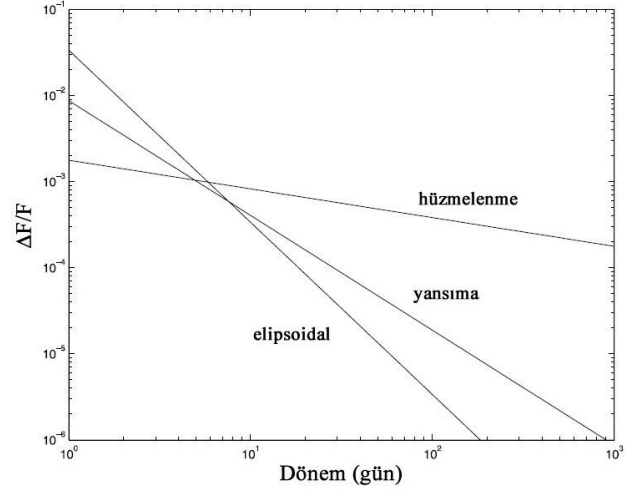
$$\left(\frac{\Delta F_{\nu}}{F_{\nu}}\right)_{\text{hüzmelenme}} \cong \frac{4}{c} K_1 \quad (4)$$

şeklini alır. Eşitliğin sol tarafı ışık eğrisinde gözlenen akı değişimine karşılık gelmektedir. $\alpha_1(\nu)$ kaynağın sıcaklığının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla Eşitlik 3'den baş bileşenin dikine hız genliği (K_1) belirlenebilmektedir.

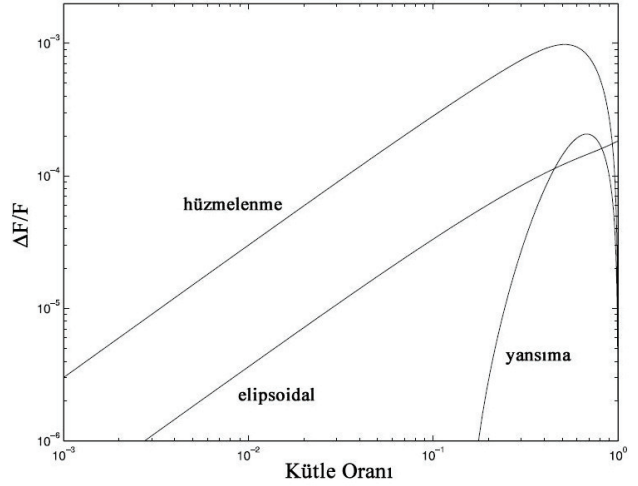
2 denklemleri kullanılarak, iki bileşeni de anakol yıldızı olan hipotetik bir çift sistemde, hüzmelenme etkisinin toplam ışık miktarına katkısı, farklı yüzey sıcaklığı ve yörünge dönemleri için hesaplanmıştır ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Anakol varsayımı altında, bileşenlerin yüzey sıcaklıkları kullanılarak kütlelerine geçilmiştir (Cox 2000).

Bir çift yıldız sisteminde örtme/örtülme, mikrolensing, yansımaya ve biçim bozulması kaynaklı ışık değişimleri de gözlenebilir. Bunlardan mikrolensing etkisi büyük çekim alanına sahip bir bileşen olmadıkça sürece çok güçlü değildir. Ancak yansımaya ve biçim bozulmasından kaynaklı ışık değişimi, eğer örtme/örtülme modellenirken yapılmamışsa, hüzmelenme etkisi modellenirken dikkate alınmalıdır. Morris & Naftilan (1993) biçim bozulmasından ve yansımadan kaynaklanan ışık değişimini şu şekilde modellemiştir:

$$\left(\frac{\Delta F_{\nu,1}}{F_{\nu,1}}\right)_{\text{elipsoidal}} \cong 0.3 \frac{(15 + u_1)(1 + \tau_1)}{(3 - u_1)} \frac{M_2}{M_1} \left(\frac{R_1}{a}\right)^3 \quad (5)$$



Şekil 2. Yörünge dönemine bağlı olarak F0-K0 çift sisteminde gözlenebilecek 3 etkinin birbirlerine göre değişimi görülmektedir (Zucker et al. 2007).



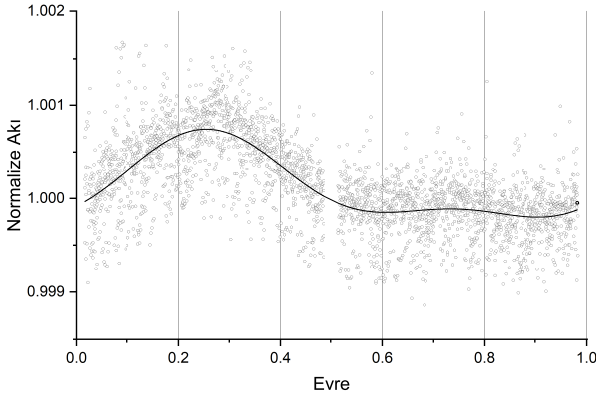
Şekil 3. Baş bileşeni G0 tayf türünden olan bir çift sistemin farklı kütle oranları için 3 etkinin birbirlerine göre değişimi görülmektedir (Zucker et al. 2007).

$$\left(\frac{\Delta F_{\nu}}{F_{\nu}}\right)_{\text{yansımaya}} = \frac{2}{3} \frac{(R_2/a)^2 f_{\lambda}^{-1} F_{\nu,1} - (R_1/a)^2 f_{\lambda} F_{\nu,2}}{F_{\nu,1} + F_{\nu,2}} \quad (6)$$

Burada τ_1 ve u_1 baş bileşen için sırasıyla çekim kararma ve kenar kararma katsayılarını temsil etmektedir. f_{λ} ise ışınım gücü verimliliğini göstermektedir. Zucker et al. (2007), biçim bozulması, yansımaya ve hüzmelenmeden kaynaklanan ışık değişimlerini bileşenleri F0-K0 ve baş bileşeni G0 tayf türünde olan çiftler için hesaplamıştır (Şekil 2 ve Şekil 3).

3 HV Cnc Sistemindeki Doppler Hüzmelenmesi

HV Cnc sistemi ($\alpha = 08^{\text{sa}} 51^{\text{dk}} 18^{\text{s}}$, $\delta = +11^{\circ} 45' 54''$, EPIC 211408138, $m_{\text{Kepler}} = 12^{\text{m}}.74$, $P=10.338$ gün) Mathieu et al.



Şekil 4. HV Cnc sistemine ait Kepler PDC-SAP verileri (noktalar), hüzmenme, şekil bozulması ve yansıma etkileri dikkate alınarak modellenmiştir (sürekli eğri). Tutulmadan kaynaklı değişime nazaran diğer değişimler çok küçük olduğu için, birinci ve ikinci minimum çukurları grafikte gösterilmemiştir.

(1986) tarafından SB1 türü tayfsal çift olarak keşfedilmiş, daha sonra Sandquist & Shetrone (2003) tarafından ayrı sistem olarak nitelenmiştir. Öz hareket ölçümlerine göre yüksek olasılıkla M67 kümesinin üyesidir (Sanders 1977; Girard et al. 1989; Zhao et al. 1993).

Sistem Kepler uzay teleskobu tarafından K2 görevi sırasında 27 Nisan – 10 Temmuz 2015 tarihleri arasında gözlenmiştir. Yaklaşık 75 günlük gözlem, sistemin 7 çevrimini kapsamaktadır. Analiz için arşivden edinilen fotometrik veri CCD #7 (ch 13-14) ile yapılan ölçümleri içermektedir. K2 görevinde gözlemler, teleskobun 4 jiroskobundan 2 tanesi çalışırken yapıldığı için yönlenme sorunlarına dayanan ölçüm hataları içermektedir. Bu hatalar ya önceden tanımlı 16 CBV¹ (co-trending basis vector) kullanılarak ya da PDC (pre-search data conditioning) modülü tarafından giderilebilmektedir. HV Cnc sisteminin Kepler pipeline sistemi² tarafından sağlanan PDC-SAP (simple aperture photometry) verileri, analiz için kullanılmıştır.

Örten sistemin baş bileşeni 6400 K, yoldaş bileşeni ise 3750 K sıcaklığa sahiptir (Sandquist & Shetrone 2003). Sandquist & Shetrone (2003) örten sisteme fiziksel olarak bağlı olup olmadığını belirleyemediği, V bandında %11.5 oranında ışık katkısı sağlayan üçüncü bir cismin (B) bulunduğunu da belirlemiştir. Örten sistemin yoldaş bileşeninin (Ab), sistemin toplam ışığına katkısı 0.01'den daha azdır. Bu nedenle örten sistemin baş bileşenine (Aa) ait hüzmenme etkisi hesaplanırken yoldaş (Ab) bileşenin katkısı ihmal edilmiştir. Işık eğrisinin tutulmalar dışında kalan kısmı hüzmenme, biçim bozulması ve yansıma etkilerini belirleyecek şekilde modellenmiştir (Gökay & Özdemir 2018). Bu üç etki dikkate alınarak, ışık eğrisinin maksimumuna yapılan fit sonucunda ulaşılan parametreler Tablo 1'de verilmiş, grafiksel olarak ise Şekil 4'de sunulmuştur.

¹ <https://archive.stsci.edu/k2/cbv.html>

² https://archive.stsci.edu/k2/data_search/search.php?k2_id=211408138&action=Search

Çizelge 1. HV Cnc sisteminin ışık eğrisinin örtme/örtülme dışında kalan bölgesini en iyi modelleyen parametreler, hataları ile beraber verilmiştir. Hüzmenme etkisinden belirlenen fotometrik dikine hız, Sandquist & Shetrone (2003) tarafından tayfsal yolla bulunan dikine hız ile kıyaslanmıştır.

Parametre	Değeri
$A_{hüzmenme}(ppm)$	440±8
$A_{elipsoidal}(ppm)$	184±6
$A_{yansıma}(ppm)$	19±9
$V_{r,1}(km/s)$ (fotometrik)	38.7±0.7
$V_{r,1}(km/s)$ (tayfsal, (Sandquist & Shetrone, 2003))	33.8±0.2

4 Sonuç

Işık eğrilerinden doğrudan belirlenemeyecek tek tayfsal element dikine hız genişliğidir. Ancak hassas fotometrik veri kullanıldığında, baş bileşenin hüzmenme çarpanı (α_1) ve bileşenlerinin hüzmenme etkilerinin normalize genlikleri ($\Delta F/F$) vasıtasıyla, denklem 2'de gösterdiği gibi K_1 değeri elde edilebilir. İkinci bileşenin yeteri kadar sönük olduğu çiftlerde, gözlenen hüzmenme değişiminin tek kaynağı parlak bileşen olarak alınabilir. Eğer baş bileşenin tayf türü belli ise α_1 belirlenip K_1 hesaplanır.

Hüzmenme çarpanının kestirilmesi ve hüzmenme genişliği ile K_1 arasındaki genişlik kalibre edilmesi için çift sistemlerin tayfsal gözlemlerinin yapılması gereklidir. Hüzmenme etkisi görünen ışık eğrileri, sisteme ait dönem, dış merkezlik ve periastron geçiş anı gibi yörünge elemanlarını belirleme imkanı verir (Zucker et al. 2007). Bu değerler duyarlı fotometrik taramalardan elde edileceği için tayfsal çiftler hakkındaki istatistik çalışmalara katkı sağlar (örn. yörünge dönemi dağılımı (Duquenois & Mayor 1991; Mazeh et al. 2006) ve yörünge dönemi ile dışmerkezlik arasındaki ilişki (Halbwachs et al. 2003)).

P>10 gün olan F0-K0 türü bir çift sistem için, Doppler Beaming etkisi, biçim bozulması ve yansıma etkilerinden daha baskındır (Şekil 2). F7V tayf türünden baş bileşeni olan ve P~10.3 gün döneme sahip olan HV Cnc sistemi için de hüzmenme etkisi beklendiği gibi, biçim bozulması ve yansıma etkilerinden daha baskındır (Tablo 1).

Hüzmenme etkisi içeren ışık eğrileri LCURVE isimli analiz kodu ile modellenilebilmektedir (Copperwheat et al. 2010). PHOEBE 2.0 sürümüne de bu etki ilave edilmiştir (Prša et al. 2016). Bu çalışmada HV Cnc sisteminin ışık eğrisindeki hüzmenme, yansıma ve biçim bozulması etkileri Denklem 3, 5 ve 6 ile modellenmiştir. En uygun fitten, sistemin dikine hız genişliği 38.7 ± 0.7 km/s olarak belirlenmiştir. Bu değer, tayfsal gözlemlerden belirlenmiş literatürdeki genlik değeri ile oldukça uyumludur (Bkz. Tablo 1). Fotometrik hüzmenme etkisinden dikine hız genişliği belirlenen ilk sistem KOI-74'tür (van Kerkwijk et al. 2010). Aynı çalışmada belirlenen dikine hız değerinin hatası 1km/s olarak belirtilmiştir. O halde çok duyarlı fotometrik gözlem verisinde bulunan olası hüzmenme etkisi modellenerek, çift (gezegen + yıldız veya kahverengi cüce + yıldız) sistemlerin en az bir bileşenine ait dikine hız genişliği fotometrik yolla hesaplanabilmektedir. Bu sonuç hassas fotometrinin başarısı olup, yeni bir tür değişim mekanizmasını (hüzmenme) literatüre kazandırmıştır.

Örtme/örtülme göstermeyen bir sistem için bile hüzmenme etkisinden çift olduğu belirlenebilir. Bu nedenle Zucker

et al. (2007), yeni bir çift sistem türü olarak "Hüzmelenme Gösteren Çiftler" (Beaming Binaries) grubunu önermiştir. İki bileşenin de birbirine benzer parlaklık ve kütlelere sahip olmaları durumunda, bileşenlerin hüzmelenmeye neden olan katkıları birbirini yok eder (Denklem 2). İki bileşenin de toplam ışınım katkısının önemli olduğu durumlarda, TODCOR (Zucker & Mazeh 1994) kodu gibi tayfsal çözümlenme (disentangling) tekniklerinin, fotometrik analize uygulanması gerekir. Bu durumda birden fazla filtrede gözlem yapılması, K_1 ve K_2 'nin her ikisinin birden belirlenmesine katkı sağlar (Zucker et al. 2007).

Kaynaklar

- Bloemen S., 2015, High-Precision Studies of Compact Variable Stars. Springer International Publishing, doi:10.1007/978-3-319-10283-2
- Copperwheat C. M., Marsh T. R., Dhillon V. S., Littlefair S. P., Hickman R., Gänsicke B. T., Southworth J., 2010, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 402, 1824
- Cox A. N., 2000, Allen's astrophysical quantities
- Duquennoy A., Mayor M., 1991, *Astronomy and Astrophysics*, 248, 485
- Girard T. M., Grundy W. M., Lopez C. E., van Altena W. F., 1989, *The Astronomical Journal*, 98, 227
- Gökay G., Özdemir S., 2018
- Halbwachs J. L., Mayor M., Udry S., Arenou F., 2003, *Astronomy and Astrophysics*, 397, 159
- Hills J. G., Dale T. M., 1974, *Astronomy and Astrophysics*, 30, 135
- Loeb A., Gaudi B. S., 2003, *The Astrophysical Journal*, 588, L117
- Mathieu R. D., Latham D. W., Griffin R. F., Gunn J. E., 1986, *The Astronomical Journal*, 92, 1100
- Maxedt P. F. L., Marsh T. R., North R. C., 2000, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 317, L41
- Mazeh T., Tamuz O., North P., 2006, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 367, 1531
- Morris S. L., Naftilan S. A., 1993, *The Astrophysical Journal*, 419, 344
- Prša A., et al., 2016, *The Astrophysical Journals*, 227, 29
- Rybicki G. B., Lightman A. P., 1979, Radiative processes in astrophysics
- Sanders W. L., 1977, *Astronomy and Astrophysics*, 27, 89
- Sandquist E. L., Shetrone M. D., 2003, *The Astronomical Journal*, 126, 2954
- Shakura N. I., Postnov K. A., 1987, *Astronomy and Astrophysics*, 183, L21
- Zhao J. L., Tian K. P., Pan R. S., He Y. P., Shi H. M., 1993, *Astronomy and Astrophysics*, 100, 243
- Zucker S., Mazeh T., 1994, *The Astrophysical Journal*, 420, 806
- Zucker S., Mazeh T., Alexander T., 2007, *The Astrophysical Journal*, 670, 1326
- van Kerkwijk M. H., Rappaport S. A., Breton R. P., Justham S., Podsiadlowski P., Han Z., 2010, *The Astrophysical Journal*, 715, 51

Erişim:

O23-1400: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

ROTSEIId Değişen Yıldız Kataloğu

Onur Şatır¹★,

Nazım Aksaker, Cahit Yeşilyaprak, Bülent Burak Güçsav

¹Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi, Erzurum

Özet

Bu çalışmada ROTSEIId'nin 1000 farklı gözlem bölgesindeki 2004-2010 yılları arasında gözlenmiş tüm kaynakların ışık eğrileri (4.7×10^6) paralel programlama teknikleri ile 3 ayda üretilmiştir. Bu ışık eğrileri UPSILOn (AUtomed Classification of Periodic Variable Stars using Machine Learning) paketi ile Delta Scuti, RR Lyraes, Cepheids (Tip II), Örtün değişenler ve uzun dönemli değişenler ile birlikte bunların alt sınıfları olmak üzere 19 farklı tür altında sınıflandırılmıştır. Yazılım aynı zamanda değişim göstermeyen kaynakları da belirleyebilmektedir. Sınıflandırılan yıldızlar SIMBAD veritabanında bulunan 9.501.658 (2018.06.01 tarihi itibarıyla) kaynak ile karşılaştırılmış, UPSILOn'un ROTSEIId verileri ile başarısı test edilmiş ve 19 farklı türden belirlenen yeni değişen yıldızlarla birlikte ROTSEIId Değişen Yıldız Kataloğu (2.1 Milyon) oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: catalogues, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

023-1420: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Kepler Verileriyle Bazı Yıldızların YüzeY Parlaklık Dağılımı Haritalaması

İbrahim Özavcı^{1*}, Hakan Volkan Şenavcı¹, Emre Işık², Engin Bahar¹,
Mesut Yılmaz¹, Selim O. Selam¹

¹ Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara, Türkiye

² Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Göttingen, Almanya

Özet

Bu çalışmada, *Kepler* Uzay Teleskobunun sağladığı yüksek fotometrik hassasiyete sahip, kesintisiz ve uzun zaman aralığını kapsayan fotometrik veriler kullanarak, bazı yıldızların yüzeY parlaklık dağılımlarının zaman içerisindeki değişimi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda yıldızların yaklaşık 4 yıllık *Kepler* verileri kullanılarak, dolaylı-tersinden yöntem (light-curve inversion technique) dayalı DoTS kodu yardımıyla yıldızların yüzeY parlaklık dağılımı haritaları elde edilmiştir. Elde edilen bu haritaların zaman içerisindeki değişimi, çevrimsel bir manyetik aktivite değişimini işaret etmektedir. Bu çalışma ile çalışılan yıldızların yüzeYinde bulunan soğuk lekelerin ortaya çıkıp kaybolmaları ve lekelerin boylamlarının zaman içerisindeki değişimi (leke göçü) incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) starspots, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Manyetik olarak aktif yıldızların yüzeY parlaklık dağılımlarında Güneş benzeri soğuk lekelerden kaynaklı düzensizliklerin var olduğu bilinmektedir (Strassmeier 2009). Özellikle kısa dönemli yakın çift sistemlerde tutulmaların dışında da leke kaynaklı ışık değişimleri gözlenebilir (Hall 1972). Yıldızlardaki manyetik aktivitenin doğasını anlayabilmek için yıldız lekelerine ilişkin parametreleri (lekelerin konumu, sıcaklığı, kapladığı alan, yaşam süresi vb.) elde etmek oldukça önemlidir. Yıldızların yüzeY parlaklık dağılımındaki düzensizlikleri belirleyebilmek için *Doppler Görüntüleme*, *Moleküler Band Analizi* gibi tayfsal verilere dayanan tekniklerin yanı sıra, yüksek duyarlık ve zaman çözünürlüğüne sahip, uzun zaman aralığını kapsayan, kesintisiz fotometrik veriler de yüzeY haritalaması yapmak için uygun verilerdir (Collier Cameron 1997). Bu tür fotometrik veriler asıl amacı geçiş yöntemi ile Güneş benzeri yıldızların etrafında Dünya benzeri ötegezegen keşfetmek olan *Kepler* Uzay Teleskobu tarafından sağlanmaktadır. Bu çalışmada yüksek fotometrik hassasiyete sahip olan *Kepler* uydusu verileri kullanılarak, belirlenmiş seçim kriterlerine uygun geç tür örten çift yıldız bileşene sahip KIC 11560447 sisteminin ışık eğrileri DoTS kodu ile analiz edilerek, yüzeY parlaklık haritaları elde edilmiştir. Benzer şekilde KIC 8868650 sistemine ait çalışmaya Özavcı (2017) doktora tezinden erişilebilir.

2 Verilerin Hazırlanması ve Analizi

2.1 KIC 11560447 Çift Sisteminin Verilerinin Hazırlanması

KIC 11560447 (TYC 3564-1688-1, $V_{max} = 11^m.1$) örten değişen çift sisteminin short cadence (SC) türü *Kepler* ışık eğrilerinin maksimum seviyelerinin değişimi ve minimum profillerinde görülen asimetrik yapılar, yüzeY parlaklık dağılımında düzensizlikler olabileceğini işaret etmektedir (bkz. Şekil 1). Sistemin,

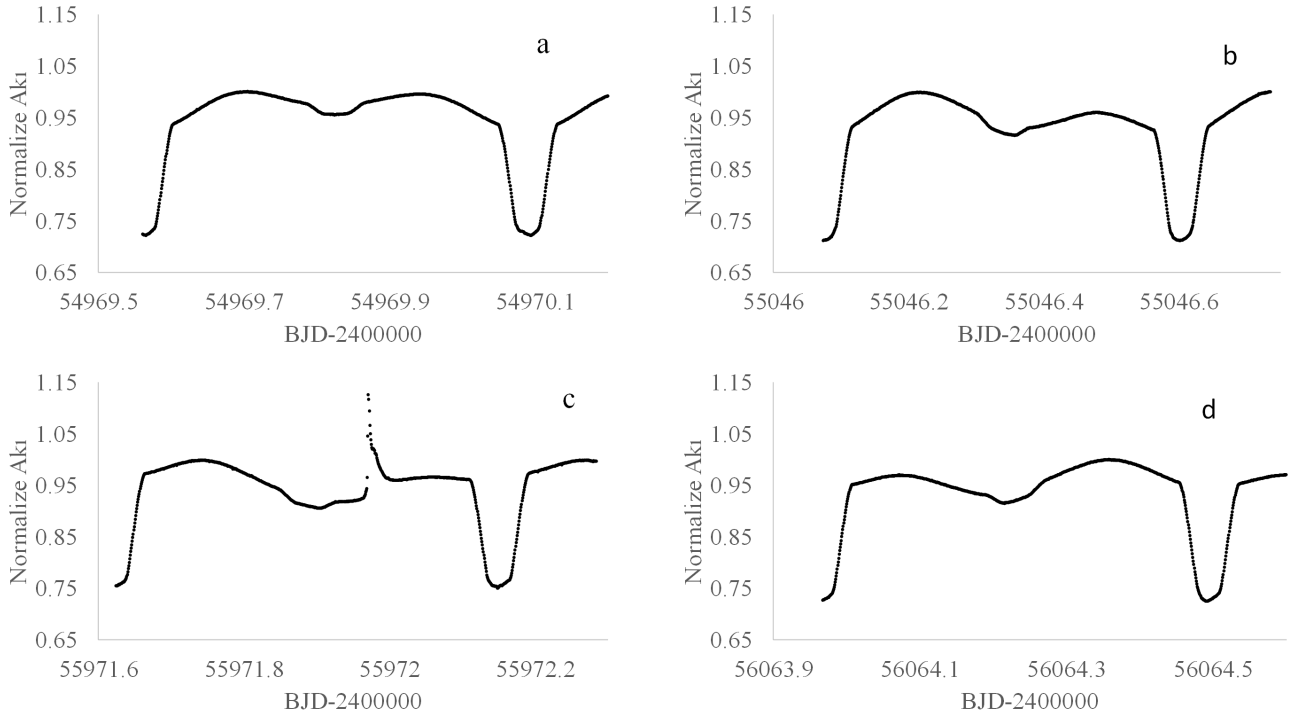
McDonald Gözlemevinde bulunan 2.1 metrelik Otto Struve Teleskobuna bağlı Sandiford Eşel Tayfçekeri (SES) ile elde edilmiş (özel görüşme) yüksek çözünürlüklü ($R \sim 60000$) tayfları kullanılarak dikine hız eğrileri elde edildi (bkz. Şekil 2 sol panel). Çift sistemin 18 quarter (0-17) long cadence (LC), 4 quarter (1, 2, 12, 13) SC türü *Kepler* verisi bulunmaktadır. Bu veriler MAST (Multimission Archive at STSci – http://archive.stsci.edu/kepler/data_search/search.php) veri tabanından alınarak, *Kepler* PDC (Pre-search Data Conditioning) türü veriler kullanılarak ışık eğrileri oluşturuldu. Bu çift yıldızın ışık eğrilerinde 4, 8 ve 12. quartera ait verilerde sebebinin ne olduğu belirtilmeyen bazı uyumsuzluklar gözlemlendi. Bu uyumsuzluklar, ayrıntıları Özavcı et al. (2018) 'da verilen adımlar takip edilerek giderilmek verilerin seviyesi birbirlerine uygun hale getirildi.

Sistemin bazı fiziksel parametrelerini belirlemek için Wilson & Devinney (1971) kodunun 2003 versiyonunu kullanan PHOEBE arayüzü (Prša & Zwitter 2005) kullanıldı. Bunun için SC ışık eğrileri içerisinde leke aktivitesi en az olduğu düşünülen simetrik yapıyı 30. çevrime ait ışık eğrisi kullanıldı. Yapılan $q-i$ taraması ile en uygun parametre seti seçilerek elde edilen dikine hız eğrisi ile eş zamanlı çözümler gerçekleştirildi. Fark kare toplamları en küçük olacak şekilde baş bileşenin üzerine, enlemi 63° , boylamı 7° , sıcaklık faktörü 0.8 ve kesirsel yarıçapı 26° olan bir leke ilave ettiğimizde çok daha ideal bir çözüme ulaşıldı (bkz. Şekil 2 sağ panel). Elde edilen mutlak parametreler ise Çizelge 1'de verilmiştir.

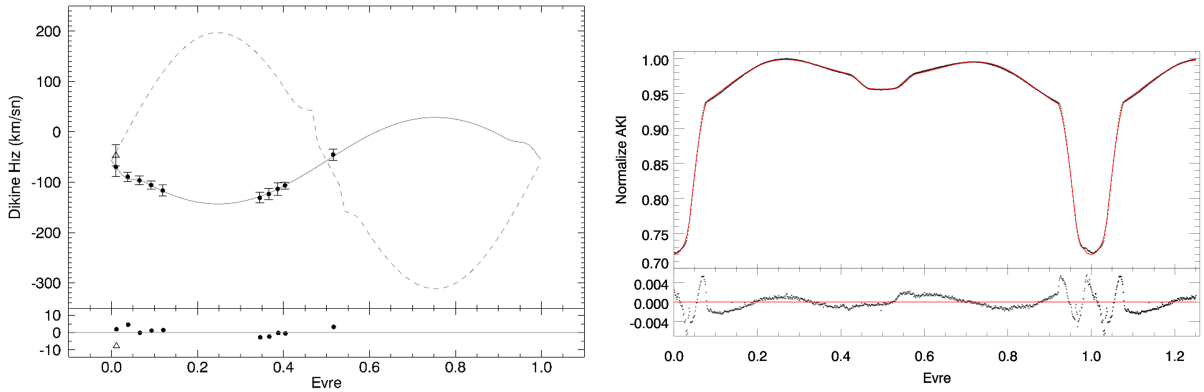
2.2 KIC 11560447 Çift Sisteminin DoTS Kodu ile YüzeY Parlaklık Haritalarının Elde Edilmesi

Fiziksel ve geometrik parametreleri belirlenen KIC 11560447 çift sistemine Maksimum Entropi Metodu (MEM) temeline dayanan DoTS kodu ile bütün short cadence (SC) ve long cadence (LC) türü ışık eğrilerine ilişkin yüzeY parlaklık dağılımı haritaları elde edildi. Analizler esnasında ~ 550 adet SC ve ~ 2700 adet LC türü verilerden elde edilen haritalar uyum içerisinde (Özavcı 2017). Yaklaşık 4 yıl süreyi kapsayan ışık eğrilerine yapılan analizlerle yüzeY parlaklık dağılımlarının bir göstergesi

* iozavci@ankara.edu.tr



Şekil 1. KIC 11560447 çift sistemin SC ışık eğrilerinden bazıları ve gerçekleşen flare (c)



Şekil 2. Sol panel: KIC 11560447 çift sistemine ait dikine hız bileşenleri (siyah noktalar birinci bileşen, üçgen ikinci bileşen) ve PHOEBE ile elde edilen fit (düz çizgi birinci bileşen, kesikli çizgi ikinci bileşen için), Sağ panel: 30. çevrime ait ışık eğrisi (siyah noktalar) ve eş zamanlı çözümü sonucu elde edilen parametre seti ile oluşturulan model (kırmızı düz çizgi), alt panel modelden olan artıklar

olan görelî leke çarpanı (f_s) değerlerinin, yıldızın boylamına göre değişimleri elde edilmiştir. Soğuk lekelerin göstergesi olan bu görelî f_s değerlerinin zamana göre boylamsal değişimini, Şekil 3'de verilen kontör grafikte yer almaktadır. Burada kahverengi tonlamaya sahip olan veriler LC, mor tonlamaya sahip olanlar ise SC türü veriler kullanılarak elde edilmiştir. Buradan da görüleceği üzere LC ile SC türü veriler oldukça uyumludur. Bu ise yaptığımız analizlerin güvenilirliğini arttırmaktadır. Sağ panelde, siyah noktalar LC, kırmızı noktalar ise SC türü veriler kullanılarak her bir çevrime ait ortalama f_s değerinin zamana göre değişimini göstermektedir. Burada yine SC ve LC türü verilerden elde edilmiş sonuçların birbirleri ile uyumlu oldukları

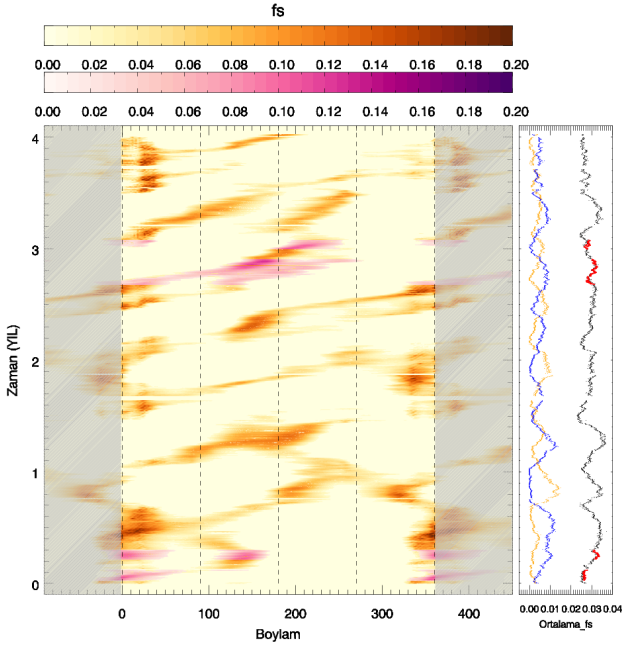
görülmektedir. Yine sağ panelde, aktif yıldızın $90^\circ \pm 90^\circ$ boylamları arasında kalan yarıküresindeki ortalama f_s değerleri ile ($270^\circ \pm 90^\circ$ boylamları arasında kalan diğer yarıküresindeki ortalama f_s değerlerinin zamana karşı değişimi (turuncu noktalar) verilmiştir

3 Araştırma Bulguları

Şekil 3'den görüleceği üzere, baş yıldızın bir yarıküresi manyetik olarak aktifken diğer yarıküre sakin olmakta ve bir süre sonra aktivitenin yönü değişmektedir. Hatta bu durum çevrimsel olarak defalarca tekrarlanmaktadır. Bu durumun gerçekçi olup olmadığını denetlemek amacıyla sistemin ~ 4 yıllık ışık

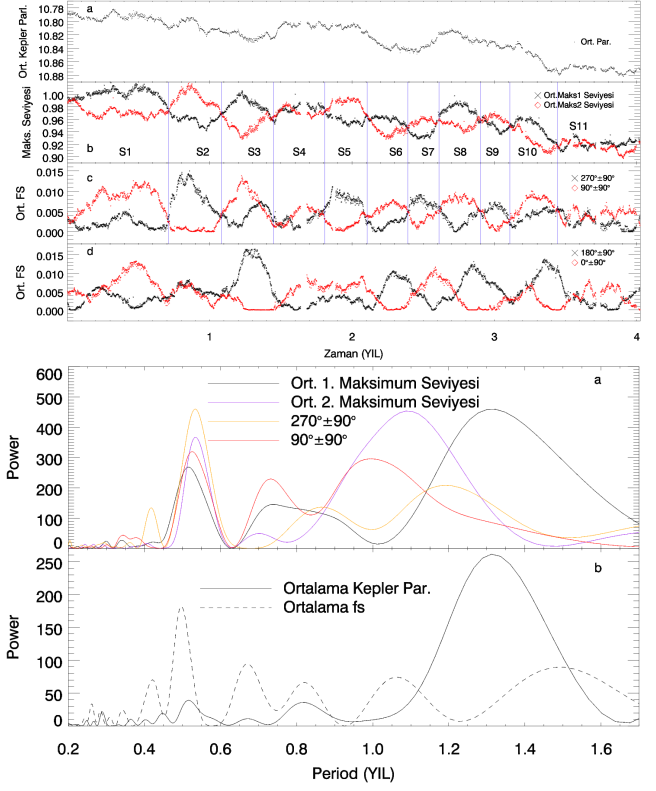
Çizelge 1. KIC 11560447 çift sisteminin eş zamanlı çözümünden elde edilen mutlak parametreler (parantez içindeki hatalar PHOEBE kullanılarak elde edilen formal hatalardır). Parametreler: $T_{1,2}$ - birinci ve ikinci bileşen sıcaklıkları, $L_1/(L_1 + L_2)$ - birinci bileşenin kesirsel ışınım gücü, $\Omega_{1,2}$ - bileşenlerin yüzey potansiyelleri, $q = M_2/M_1$ - bileşenlerin kütle oranı, i [°] - yörünge eğimi, V_γ - kütle merkezinin dikine hızı, a [R_\odot] - yörünge yarı-büyük eksen uzunluğu, $R_{1,2}$ [R_\odot], $M_{1,2}$ [M_\odot] - bileşenlerin yarıçap ve kütleleri, $M_{bol,1,2}$ bileşenlerin bolometrik parlaklıkları, $\log g_{1,2}$ - bileşenlerin yüzey çekim ivmelerinin logaritması (cgs biriminde).

Parametre	Değer	Parametre	Değer
T_1 [K]	4969	R_1 [R_\odot]	1.22(1)
T_2 [K]	3068(17)	R_2 [R_\odot]	0.52(1)
$L_1/(L_1 + L_2)$	0.97(1)	M_1 [M_\odot]	1.68(3)
Ω_1	3.32(1)	M_2 [M_\odot]	0.56(1)
Ω_2	3.66(1)	$M_{bol,1}$	4.97(1)
$q = M_2/M_1$	0.33(1)	$M_{bol,2}$	8.94(4)
i [°]	88.2(1)	$\log g_1$	4.49(1)
V_γ [km/sn]	-57.2(2)	$\log g_2$	4.76(1)
a [R_\odot]	3.59(1)		



Şekil 3. KIC 11560447 çift sisteminin görelî fs değerlerinin boylamsal dağılımının, zamanın bir fonksiyonu olarak gösterimi

eğrilerinde birinci maksimum (0.10-0.45 evre aralığı) ve ikinci maksimum (0.55-0.90 evre aralığı) bölgeleri civarındaki ortalama fs değerlerinin zamana göre değişimi incelendi. Şekil 4'de sistemin her bir yörünge dönemine ait ortalama parlaklığın zaman içinde değişimi (a), ortalama birinci ve ikinci maksimum seviyelerindeki değişim (b) ile $90^\circ \pm 90^\circ$ boylamları ve karşı yarıküre ($270^\circ \pm 90^\circ$) arası aktivite değişimi (c) arasındaki ilişki açıkça görülmektedir. Yine benzer şekilde $0^\circ \pm 90^\circ$ boylamları arası ile karşı yarıküre ($180^\circ \pm 90^\circ$) arası bir manyetik aktivite çevrimi söz konusudur (d). İkinci maksimum seviyeleri ile $90^\circ \pm 90^\circ$ boylamları arası ortalama fs değişimi arasında kuvvetli bir ters korelasyon bulunmuştur (korelasyon katsayısı -0.73).



Şekil 4. Sol panel: (a) KIC 11560447 çift sisteminin Kepler ortalama parlaklık değişimi, (b) ortalama maksimum seviyelerinin değişimi, (c, d) karşılıklı iki yarıküredeki ortalama fs değişim grafikleri. Sağ panel: KIC 11560447 çift sisteminin birinci/ikinci ortalama maksimum seviyeleri değişimi ve karşılıklı iki yarıküredeki ($270^\circ \pm 90^\circ$ ile $90^\circ \pm 90^\circ$) ortalama fs değişimlerinin *Lomb Scargle* algoritması ile periyot analizi.

Yani ikinci maksimum seviyesi düştüğünde, bu evreye karşılık gelen boylamlarda ($90^\circ \pm 90^\circ$) ortalama fs değeri artmaktadır. Bu durum, bir yarıküredeki leke aktivitesi artınca, ışık eğrisinin o bölgesinde bir parlaklık azalması şeklinde yorumlanabilir (Özavcı 2017).

Şekil 4 sol panelden açıkça görüldüğü gibi maksimum seviyelerinin yön değiştirme zamanları (b) ile ortalama fs değişim zamanları (c) büyük uyum içerisindedir ve her bir yön değişimi şeklinde belirtildiği gibi sektörlere ayrılmıştır. Birinci/ikinci ortalama maksimum seviyeleri değişimi ve Şekil 4.c'deki karşılıklı iki yarıküredeki ortalama fs değişimlerine *Lomb-Scargle* periyodogram algoritması ile frekans analizi yapılmıştır (bkz. Şekil 4 sağ panel a.). Benzer şekilde ortalama *Kepler* parlaklığı ve ortalama fs değerlerindeki değişimin frekans analizi de Şekil 4 sağ panel b. de verilmiştir. Buradan da görüleceği gibi, yaklaşık 1.3 yıl ve 0.5 yıl civarlarında baskın iki dönemlilik gözlenmiştir. Bu veri setlerine ayrıca *Period04* programı (Lenz & Breger 2005) kullanılarak da frekans analizi yapılmıştır ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Bu analizde de benzer sonuçlar elde edilmiştir ki birbirlerine yakın baskın iki dönem mevcuttur.

4 Tartışma ve Sonuç

RS CVn türü yakın çift sistemler, yakınlık etkileri ve hızlı dönmenin de etkisiyle, yüksek derecede manyetik aktiviteye sahip olan sistemlerdir (Kovári & Oláh 2014). Dolayısıyla bu tür sis-

Çizelge 2. KIC 11560447 çift sisteminin Şekil 4'de sağda verilen çevrimsel yapıların, Period04 programı kullanarak belirlenen baskın ilk 4 frekansı

Frekans	Maks1	Maks2	(270° ± 90°)	90° ± 90°	Ortalama Parlaklık	Ortalama Fs
	P(Yıl)	P(Yıl)	P(Yıl)	P(Yıl)	P(Yıl)	P(Yıl)
F1	1.29	1.07	0.54	0.53	1064.2	0.73
F2	0.52	0.54	1.04	1.01	1.26	0.5
F3	0.75	3.03	0.42	0.77	0.91	0.4
F4	3.99	0.88	1	1.08	0.54	0.35

temler, yıldızların yüzey parlak dağılımındaki düzensizliklerin incelenerek (soğuk lekelerin davranışları), sahip oldukları manyetik aktivitenin doğası ve işleyişini anlayabilmek adına ideal sistemlerdir. Bu tür çift yıldızların enlemsel/boylamsal leke dağılımlarının büyük doğrulukla belirlenebilmesi için ideal teknikler Doppler ve Zeeman-Doppler görüntüleme teknikleridir. Ancak bu tekniklerin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için, yüksek çözünürlüklü tayflara ve spektropolarimetrik verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür verilerin elde edileceği teleskop açıklığı görece büyük olmalı ve çalışılacak olan yıldızların da görece parlak olması gerekmektedir. Ayrıca Güneş'in leke çevriminin ~ 11 yıl olduğunu göz önünde bulundurulduğunda, çalışılacak olan yıldızlara ait uzun zaman aralıklarına yayılmış ve kesintisiz verilere gereksinim duyulacağı açıktır. Bu tür durumlar kısıtlayıcı unsurlar olup çalışılacak örnek yıldız sayısını ne yazık ki sınırlamaktadır. Öte yandan, kesintisiz ve uzun zaman ölçeğine dağılmış fotometrik veriler kullanılarak da yıldızların yüzey parlaklık dağılımı haritaları elde edilip, bu haritaların zaman içindeki değişimleri incelenebilir. Fotometrik yöntemler ile her ne kadar lekelerin sahip olduğu enlem bilgisi doğrudan elde edilemese de, boylamsal dağılımları ve zaman içindeki değişimleri büyük doğrulukla elde edilebilmektedir (Berdyugina 2005). Yıldızlardaki manyetik aktivite çalışmalarının sağlıklı yürütülebilmesi için, çalışılacak yıldız sayısının olabildiğince çok olması gerektiği aşikârdır. Doppler Görüntüleme Tekniği gibi yöntemlerin yukarıda bahsettiğimiz kısıtlayıcı yönlerinden dolayı, bu tür çalışmalara uygun fotometrik veriler ile yapılacak çalışmalar da ön plana çıkmaktadır. Bu tür fotometrik veriler kullanarak yapılacak çalışmalar ile örnek sayısını artırmak mümkündür. Özellikle kısa yörünge dönemine sahip çift sistemlerde beklenen aktivite çevriminin de birkaç yıl mertebesinde olacağı düşünülecek olursa (Kövári & Oláh 2014) ~ 4 yıl kesintisiz fotometrik veri sağlamış Kepler K1 görevi verileri, yıldızlardaki manyetik aktivite çalışmaları için oldukça uygundur. Bu bağlamda yaptığımız bu çalışmada RS CVn türü KIC 11560447 çift sistemlerinin ~ 4 yıllık yüzey parlaklık dağılımı haritaları, DoTS kodu ile elde edilmiştir. Sistemin ortalama maksimum seviyeleri, ortalama parlaklık ve karşılıklı yarıkürelerdeki ortalama fs değerleri kullanılarak yapılan periyodogramlarda, yaklaşık 1.3 ve 0.5 yıl gibi baskın iki dönemlilik tespit edilmiştir. Bu çevrimsel yapılar muhtemelen manyetik aktivite çevrimi olup, Oláh et al. (2009) yaptıkları çalışmada, manyetik aktivite çevrimi için elde edilen çoklu çevrimsel yapılar ile uyum içerisindedir. Elde edilen bu bulguların ve önü açılmış bu tür çalışmaların devamlılığı sayesinde, yıldızlardaki manyetik aktiviteyi ve doğasını anlamak adına bir adım daha atılmıştır (Özavcı 2017).

Kaynaklar

- Berdyugina S. V., 2005, Living Reviews in Solar Physics, 2, 8
 Collier Cameron A. X., 1997, MNRAS, 287, 556
 Hall D. S., 1972, PASP, 84, 323

- Kövári Z., Oláh K., 2014, SSR, 186, 457
 Lenz P., Breger M., 2005, Communications in Asteroseismology, 146, 53
 Oláh K., et al., 2009, *aap*, 501, 703
 Özavcı I., 2017, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi
 Özavcı I., Şenavcı H. V., Işık E., Hussain G. A. J., O'Neal D., Yılmaz M., Selam S. O., 2018, MNRAS, 474, 5534
 Prša A., Zwitter T., 2005, ApJ, 628, 426
 Strassmeier K. G. X., 2009, AAPR, 17, 251
 Wilson R. E., Devinney E. J., 1971, ApJ, 166, 605

Erişim:

023-1440: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Jirokronoloji: Konvektif Yüzeyi olan Yıldızlarda Yaş–Dönme Dönemi İlişkileri

Akcan Dayıbaş¹★, Günay Taş¹

¹ Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

~50 yıllık tarihçesi olan arakatman dinamosu ile üretilen aktivite, geri tür anakol yıldızlarının kütle ve sıcaklık gibi salt fiziksel parametreleriyle ilişkilidir. Bu yıldızlarda dönme döneminin yaşla artıyor olduğunun gözlemlerle ortaya koyulması, dönme döneminin bir yaş öngörme aracı olarak kullanılma olasılığını gündeme getirmiştir. Bu tür dönme dönemi–yaş ilişkileri günümüzde yaygın olarak “jirokronoloji” olarak adlandırılır. Bu çalışmada, Kepler uydusu tarafından gözlenen ve dönme dönemi bilinen 5935 yıldızın çeşitli jirokronoloji ilişkileri aracılığıyla elde edilmiş yaşları ve dönme dönemleriyle, etkin sıcaklık, renk ve yüzey çekimi parametreleri arasındaki ilişkiler incelenmiş ve tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: stars: pre-main-sequence, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Yıldızların yaşlarını belirlemek, evrimsel süreçlerini anlamak açısından son derece önemlidir. Buna karşın temel yıldız parametreleri arasında yaş, hassas bir şekilde belirlenmesi en zor olanlarındandır. Bunun en önemli nedeni, yaşın doğrudan gözlenebilen bir parametre olmaması ve doğrudan gözlenebilen diğer parametrelerle hassas bir şekilde ifade edilmesindeki zorluklardır. Bu nedenlerden dolayı yıllar içinde farklı koşullar altında farklı doğrulukta sonuçlar veren pek çok yaş belirleme yöntemi geliştirilmiştir (örn. küme yıldızlarının anakol dönme noktasının belirlenmesi, Li bolluğu analizi gibi). Güneş benzeri aktivite gösteren anakol yıldızlarında aktivite düzeyi ve dönme dönemi zamana bağlı olarak belirgin bir şekilde azalır; dolayısıyla bu parametreler yaşla ilişkili görünürler.

Güneş benzeri aktivite, ~ A7–M3.5 tayf türü aralığında ortaya çıkan arakatmana sahip geri tür yıldızlarda gözlenir (Reiners et al. 2009). Bu tür aktivitede, arakatman dinamosu adı verilen bir dinamo mekanizmasıyla yüzeye ulaşan manyetik alan çizgileri ve buna bağlı olarak dönemli ışık değişimlerine yol açan aktivite yapıları oluşur. Bu manyetik alan sonucu gerçekleşen koronal kütle atımları ve kromosferik flareler, yıldızın açısal momentum kaybederek dönme hızının zamanla yavaşlamasına yol açar. Bu sebeple belirli bir dönme hızına sahip Güneş benzeri aktivite gösteren bir anakol yıldızının teorik olarak yaşının tahmin edilebilmesini beklemek mantıksız bir yaklaşım olmaz.

Yüzey konveksiyonuna sahip yıldızların dönme hızı ile aktivite düzeyi arasındaki matematiksel ilişki ilk olarak Skumanich (1972) tarafından ifade edildi. Bu ilişkiye göre, bu yıldızlarda dönme hızı v , yaş t ile $v \propto t^{-1/2}$ şeklinde orantılıdır. Daha sonraki gözlemlerin bu ilişkinin kütleyle bağlılığını ortaya çıkarmasıyla Barnes (2003), gözlenebilen bir kütle belirteci olan $B - V$ renk ölçeğini ve dönme hızı v 'nin aksine eğiklik açısı i 'ye bağlı olmadan gözlemlerden elde edilebilen dönme dönemi P 'yi kullanarak ve yıldızların yaşını $P - (B - V)$ düzleminde ifade ettiği bu ilişkiye “jirokronoloji” adını verdi. Barnes (2007) (B07) tarafından gözlemlere bağlı olarak ifade edilen jirokronoloji ilişkisi $\log(t) = \frac{1}{n} \{\log P - \log a - b \times \log(B - V - c)\}$ şeklindedir. Burada yaygın olarak P gün ve t milyon yıl cinsinden ifade

edilir. a , b , c ve n ise dönme dönemi ve yaşı bilinen yıldızlar kullanılarak elde edilen sabitlerdir. Günümüzde 2MASS, SDSS, KEPLER ve Gaia gibi büyük miktarda veri sağlayan gökyüzü taramaları, istatistik astronomi yapmaya, dolayısıyla içinde yaş–dönem ilişkisinin de olduğu pek çok kullanışlı astronomi ilişkisini test etmeye veya üretmeye olanak vermektedir. Bu çalışmada da Kepler uydusuna ait veriler kullanılarak aktif yıldızlardan elde edilen dönme dönemleri ve yaşlar arasında bir ilişki araştırılacak ve böyle bir ilişkinin ortaya koyulmasındaki sorunlar tartışılacaktır.

2 Analiz

Bu çalışmada dönme dönemleri yakın zamanda belirlenmiş yıldızlar kullanılarak jirokronoloji ilişkisi test edilecektir. Bunun için Kepler gökyüzü taramasıyla ışık değişimi gösterdiği belirlenen yıldızların verilerine dönem analizi uygulayarak dönme dönemlerini belirlemiş olan üç araştırmacı grubu tarafından şu dört çalışmada yayımlanan dönme dönemleri kullanılmıştır: McQuillan et al. (2013, 2014): 36040 yıldız, Nielsen et al. (2013): 12151 yıldız, Reinhold et al. (2013): 24124 yıldız.

Kepler gökyüzü taraması çok sayıda yıldızla ilişkin yüksek hassasiyete sahip veriler toplamakta ve bu veriler otomasyona tabi tutularak analiz edilmektedir. Dolayısıyla eğitimli bir gözün dikkatinden kaçmayacak önemli detaylar böylesi bir işlemlerle gözden kaçabilir. Bu düşünceyle bir kontrol oluşturmak üzere aşağıdaki ilk adımlar gerçekleştirildi.

- Çalışmalardaki veriler birbiriyle karşılaştırıldı ve üç grupta da yer alan ortak yıldızlar bulundu. Her üç grupta yer alan ortak yıldızların sayısı 8640'tır.
- Çalışmamızda yararlandığımız üç kaynakta ismi bulunmasına rağmen dönemleri farklı ifade edilmiş yıldızlar bu çalışmadan çıkarıldı.
- Üç kaynakta da en fazla 0.5 günlük dönem farkıyla listelenmiş 5935 yıldız bu çalışmada kullanılmak üzere seçildi ve dönemlerin ortalaması alındı.

B07'nin jirokronoloji ilişkisinde yer alan a , b , c ve n sabitlerinin elde edilmesi için çeşitli girişimler olmuştur (B07, Mamajek & Hillenbrand (2008) (MH08), Angus et al. (2015) (A15)). Bu çalışmalarda elde edilen sabitler Çizelge 1'de verilmiştir.

Gerekli olan $B - V$ renkleri Mamajek (2018)'de verilen

★ akcan.dayibas@gmail.com

Çizelge 1. Jirokronoloji ilişkisinin ifadesinde üç kaynağın kullandığı sabitler

Sabit	B07	MH08	A15
a	0.7725	0.407	0.40
b	0.6010	0.325	0.31
c	0.4000	0.495	0.45
n	0.5189	0.566	0.55

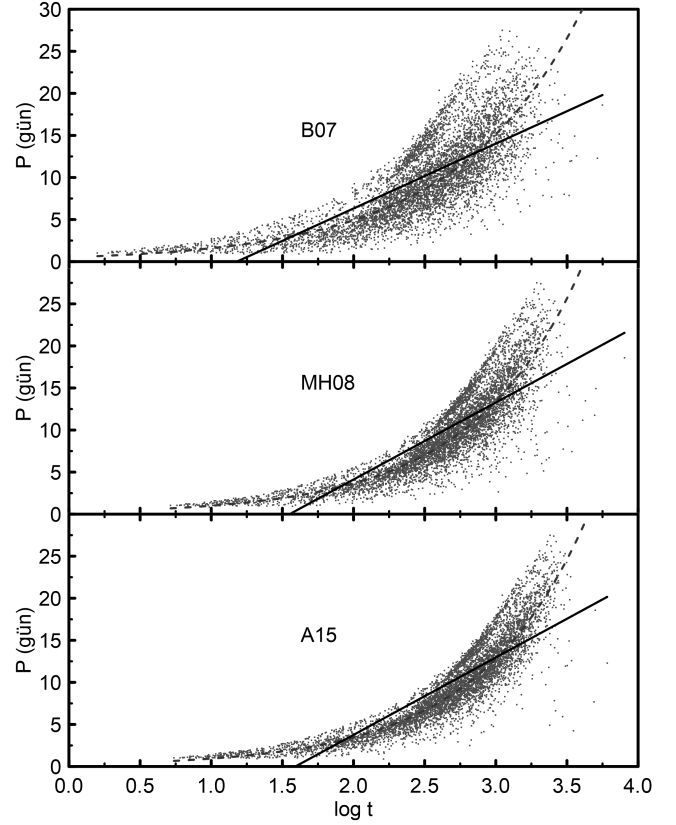
Çizelge 2. Parametre grupları için Pearson korelasyon katsayıları (r). Çizelgenin üst parçasında dönem ile diğer değişkenler arasındaki korelasyon, alt parçasında ise yaşlar ile diğer değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları görülmüştür.

$r(\log T_e; \log P)$	-0.41		
$r(\log g; \log P)$	-0.16		
$r(B - V; P)$	0.41		
$r(\log T_e; \log t)$	0.15	0.04	-0.04
$r(\log g; \log t)$	0.12	0.12	0.14
$r(B - V; \log t)$	-0.15	-0.04	0.04
$r(P; \log t)$	0.76	0.83	0.86

$B - V$ renkleri ile etkin sıcaklıkların ($\log T_e$) birbirine göre dağılımı doğrusal en küçük kareler yöntemiyle temsil edildiğinde ulaşılan $(B - V) = -4.2469 \times \log T_e + 16.631$ eşitliğiyle Kepler uydusunun verdiği sıcaklıklar $B - V$ renklerine dönüştürüldü. Çizelge 1'de listelenen üç sabit grubu kullanılarak üç ayrı ilişkiden yaşlar belirlendi. Seçilen yıldızlar için Kepler analizinden verilen $\log g$ değerleri değerlerinin 3.58 ile 5.13 arasındadır. Anakol yıldızları için $\log g \sim 4.5$ olduğu kabul edildi, bu bağlamda yıldızlarımız farklı evrim aşamalarında bulunan anakol yıldızlarıdır. Kepler uydusunun veri aldığı açılal alan Cygnus ile Lyra takım-yıldızları arasında (Brown et al. 2011), Güneş metal bolluğuna sahip ($[Fe/H] = 0$) gökada disk bölgesinde yer alır. Dolayısıyla metal bolluğunun etkisi analizimiz üzerinde ihmal edilebilir.

Dönme dönemi veritabanımızı oluşturduktan sonra yaş ile dönem arasında ilişkiler araştırdık. Bulacağımız olası ilişkileri ya da bir başka deyişle işlem yapmak için oluşturduğumuz veritabanının yeterliliğini, anakol yıldızları için bugüne kadar oluşturulmuş Güneş benzeri aktivite — yıldız parametreleri ilişkilerini de aynı örnek veri grubuyla oluşturarak kontrol ettik. Bu bağlamda Şekil 1 ve 2'de gösterilen ve istatistiki olarak Çizelge 2'de anlamlandırdığımız şu sonuçlara ulaştık;

- $[P - \log T_e]$ ve $[P - (B - V)]$ arasında, Çizelge 2'den görüleceği gibi ilki için negatif yönlü ($\log T_e$ azalırken P artmaktadır) ve ikincisi için pozitif yönlü ($B - V$ artarken P artmaktadır) istatistik olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bunlar, aktiviteye ait geçen 50 yıllık gözlemsel çalışmaların sonuçlarında karşılaşılan benzer ilişkilerdir. $\log g$ ile P arasında ise 0.0'a yakın, istatistiksel anlamı tartışılmalı bir pozitif korelasyon bulunmaktadır.
- $\log t$ ile diğer parametrelerin ilişkisine bakıldığında üç çalışmada da en kuvvetli ilişkinin dönem ile olduğu görülmektedir. 1.0'e çok yakın pozitif Pearson katsayıları bulunmuştur, yani P , $\log t$ ile artmaktadır. $[\log g - \log t]$, $[(B - V) - \log t]$ ve $[\log T_e - \log t]$ için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ise 0.0'a yakındır ve anlamlı istatistiki bir ilişkinin varlığını doğrulamaz.

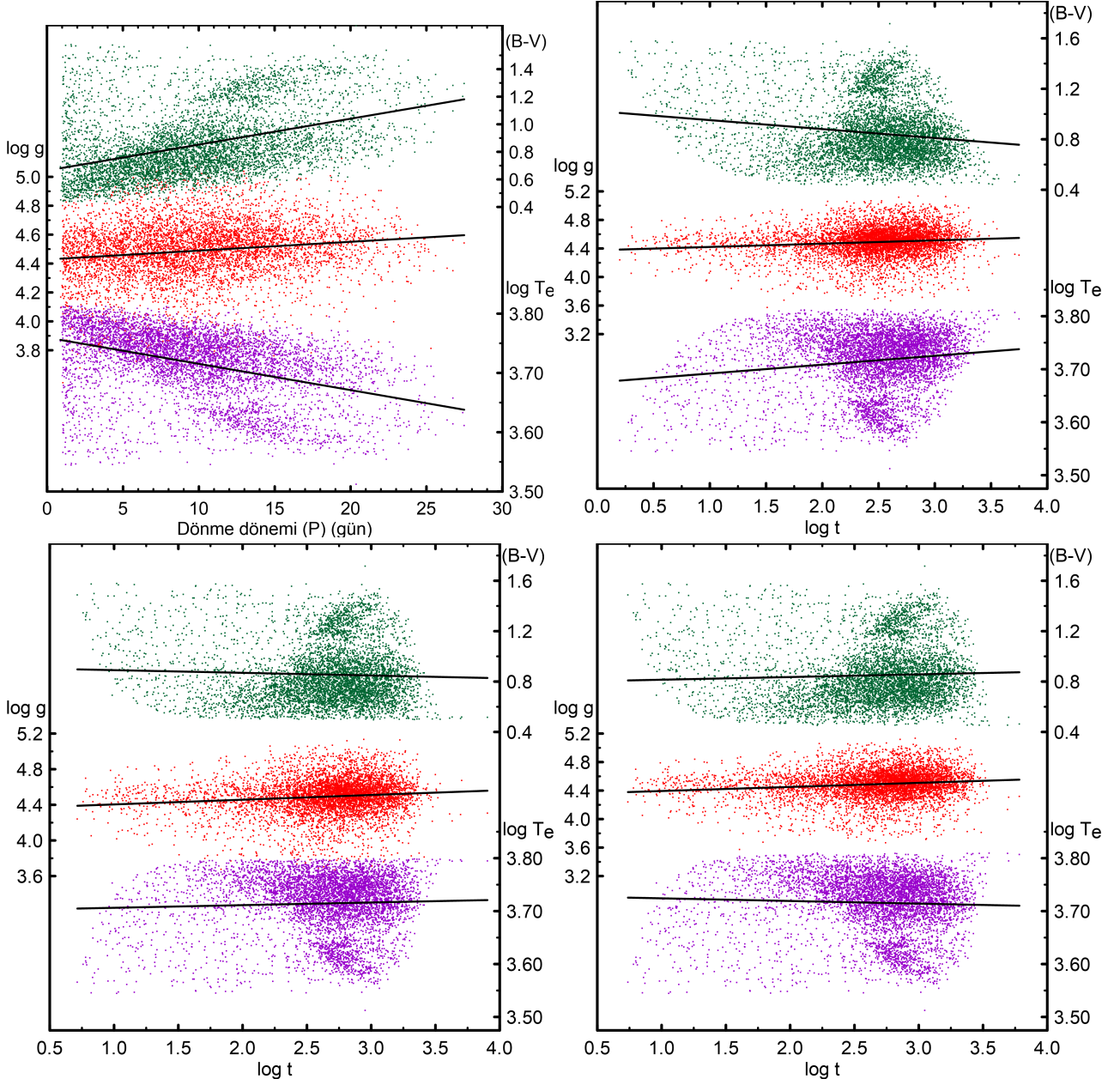
**Şekil 1.** Sabit grupları için $P - \log t$ grafikleri. Düz çizgiler doğrusal temsili, kesikli çizgiler ikinci dereceden temsilleri göstermektedir.

3 Sonuç

Bu çalışmada, Güneş benzeri aktiviteye sahip bir yıldızın yaşını gözlemsel olarak söyleyebilecek evrensel bir ilişki hedeflenmiştir. Bu doğrultuda başlangıç parametresi olarak kullanılan P ile ilgili hatalara yol açabilecek başlıca sorunlar şunlardır: (1) Yüksek miktarda verinin otomasyonla analiz edilmesi dönemin belirlenmesinde hatalara yol açabilir. (2) Aktivitenin doğası gereği ışık değişimlerinde görülen düzensizlikler dönemin belirlenememesine veya büyük saçılmayla belirlenmesine neden olabilir. (3) Kepler yıldızlarının içinde yer alabilecek olan W UMa türü degen çiftler ve elipsoid yıldızlar aktif yıldızlara benzeyen sinüs benzeri ışık değişimleri gösterirler, ve bu cisimleri ayırt etmek için uzun yılları kapsayan gözlem verisi gerekir.

Diğer yandan ikinci başlangıç parametresi olan $B - V$, Kepler uydusu analiz grubu tarafından modele bağlı oluşturulan $\log T_e$ değerlerinin kullanılmasıyla hesaplanmıştır. Bu değerler için Kepler grubunun verdiği güvenilirlik değeri ± 200 K düzeyindedir (Brown et al. 2011) ve buradan kaynaklanabilecek hatalar da dikkate alınmalıdır.

Tüm hata paylarına rağmen yaş — dönem (ve aktivite) arasında olası bir evrensel ilişki ifade edebilme olasılığı yukarıda ortaya koyduğumuz istatistiksel ilişkilerden de anlaşılacağı üzere kendini göstermeye başlamıştır. Güneş benzeri aktivite yapılarının oluşumuna etki eden birbiri içine girmiş katmanlı yapı göz önünde bulundurulurken, aynı katmanlaşmanın yaş için de dikkate alınmasıyla çok boyutlu bir ilişki oluşturmak daha anlamlı sonuçlar üretecek gibi görünmektedir. Dolayısıyla veri tabanlarını oluşturacağımız yıldızların dikkatle incelenmesi ve



Şekil 2. (a) Çeşitli parametrelerin P ile değişimi. $B - V$: Sağ üst düşey eksen, yeşil noktalar. $\log g$: Sol düşey eksen, kırmızı noktalar. $\log T_e$: Sağ alt düşey eksen, mor noktalar. (b), (c) ve (d) Sırasıyla B07, MH08 ve A15 için yaşın ($\log t$) çeşitli parametreler ile ilişkisi. $B - V$: Sağ üst düşey eksen, yeşil noktalar. $\log g$: Sol düşey eksen, kırmızı noktalar. $\log T_e$: Sağ alt düşey eksen, mor noktalar. Siyah çizgiler genel eğilimi göstermesi için eklenmiş doğrusal temsillerdir.

kullanılacak yöntemde aktivitenin doğasının hesaba katılması gelecekteki çalışmalarda üretilecek istatistiksel sonuçların yüksek güvenilirlikte olmasına iyi bir zemin sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Angus R., Aigrain S., Foreman-Mackey D., McQuillan A., 2015, MNRAS, 450, 1787
 Barnes S. A., 2003, ApJ, 586, 464
 Barnes S. A., 2007, ApJ, 669, 1167
 Brown T. M., Latham D. W., Everett M. E., Esquerdo G. A., 2011, AJ, 142, 18
 Mamajek E. E., 2018, A Modern Mean Dwarf Stellar Color and Effective Temperature Sequence Version 2018.08.02,

- Mamajek E. E., Hillenbrand L. A., 2008, ApJ, 687, 1264
 McQuillan A., Mazeh T., Aigrain S., 2013, ApJ, 432, 1203
 McQuillan A., Mazeh T., Aigrain S., 2014, ApJ, 211, 14
 Nielsen M. B., Gizon L., Schunker H., Karoff C., 2013, A&A, 557, 4
 Reiners A., et al., 2009, AIPC, 1094, 728
 Reinhold T., Reiners A., Basri G., 2013, A&A, 560, 19
 Skumanich A., 1972, ApJ, 171, 565

Erişim:

O23-1500: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

KIC 11560447’de Soğuk Leke Göç Hareketi ve Flare Aktivitesi

Şeyda Enez¹★, Hasan Ali Dal¹

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

Özet

KIC 11560447 sisteminin flare ve leke göç hareketlerine ilişkin elde edilen modeller ve sonuçlar sunulacaktır. Tutulmalar dışı rotation modulation kaynaklı sinüzoidal değişim 102 subset ile tanımlanmış ve bu setlerin SPOTMODEL Programı ile yapılan modellerinde bileşenlerden birinin aktivite gösterdiği, bu bileşen üzerinde 110° ile 210° boylamları arasında iki soğuk leke olduğu, lekelerin yarıçap, enlem ve boylamlarının zamanla belirli bir kural çerçevesinde hızlı değiştiği ortaya çıkarılmıştır. Eldeki veriden 226 flare parlaması belirlenip, flare parametreleri hesaplanmıştır. Flare eşdeğer süre dağılımı, One Phase Exponential Association fonksiyonu ile modellenmiş ve bu modelden Plateau değeri $1.4114 \pm 0,1712$ s, Half-time değeri ise 2394,03 s olarak hesaplanmıştır. Sistemin N_1 flare frekansı $0.064454 h^{-1}$ olarak bulunurken, N_2 flare frekansı 0.000058 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: stars: flare, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

KIC 11560447, SIMBAD Veri Tabanı’nda Algol türü örten çift ($V=11^m.1$) olarak sınıflanan bir çift sistemdir. Sisteme ilişkin literatürde kıvılcık parlaklıkları, $J=9^m.451$, $H=9^m.042$, $K=8^m.948$ olarak verilmiştir (Zacharias et al. 2005). Kepler Mission (Borucki ve ark. 2010) ile uzun süre gözlenen sistem hakkında literatürde çok az çalışma vardır. Bu çalışmalarda bileşenlerin kesirsel yarıçap oranlarını 1.33 (Armstrong ve ark. 2014) ve sistemin yörünge eğim (i) açısını $88^\circ.1$ olarak hesaplanmıştır (Özavcı ve ark. 2018), Sistemin etkin sıcaklığı 4969 K olarak bulunmuştur (Slawson ve ark. 2011). Sistemin renk artışı $E(B-V)=0^m.07$ olarak elde edilirken (Gontcharov ve ark. 2018), bileşenlerin sıcaklık oranlarını ise 0.534 olarak hesaplanmıştır (Slawson ve ark. 2011). Literatürdeki tüm fotometrik veriler üzerinde inceleme yapan Luo ve ark. (2016), KIC 11460447 için metal bolluğunu $[Fe/H]=0.136$ olarak hesaplamıştır. Sisteme ait literatürdeki son çalışmada, bileşenlerinin kütleleri ve yarıçapları sırasıyla $M_1=1.68 M_\odot$, $M_2=0.56 M_\odot$, $R_1=1.22 R_\odot$, $R_2=0.52 R_\odot$ olarak bulunmuştur (Özavcı ve ark. 2018). Sistemin dönemi ilk kez Watson ve ark. (2006) tarafından 0.52768 gün olarak verilmiştir. Sistemin Tenenbaum ve ark. (2012) tarafından ise 0.53 gün olarak verilen yörünge dönemi Coughlin ve ark. (2016) tarafından ise 0.527681 gün olarak düzeltilmiştir. Diğer yandan Balona (2015), sistemin dönme dönemini 0.5263 gün olarak belirlemiştir.

2 Veri ve Analizler

KIC 11460447’nin fotometrik verileri Kepler Mission Veritabanından alınmıştır (Slawson ve ark. 2011; Matijević ve ark. 2012). Kısa süreli gözlemleri, HJD 24 54964.502076 ile HJD 24 56015.031701 arasındaki çeşitli zamanlarda yapılarak, toplam 146.098346 gün sürdürülmüştür. Bu çalışma kapsamında yapılan analiz ve modellele ilişkin ön sonuçlar burada sunulurken; çalışmayla ilgili tablo ve şekiller, çalışmanın ilerleyen safhalarında uluslararası bir makalede sunulacaktır.

★ seydaenez93@gmail.com

2.1 Flare Aktivitesi

Dal ve Evren (2010, 2011) tarafından izlenene yöntemler kullanılarak sistemin sergilediği flareler ve parametreleri hesaplanır. SPSS V17.0 (Green ve ark. 1999) ve Grahpad Prism V5.02 (Dawson ve Trapp 2004) programları ile yapılan regression hesaplamaları, flare eşdeğer sürelerinin dağılımı için en iyi fonksiyonun One Phase Exponential Association olduğunu göstermiştir. En küçük kareler yöntemi kullanılarak, flare toplam süresine göre flare eşdeğer süresinin dağılımı OPEA fonksiyonu ile modellenmiştir. Ishida ve ark. (1991) yıldız flare aktivitesi için N_1 ve N_2 olarak iki frekans tanımlamıştır. N_1 frekansı, bir saatte hedeften tespit edilen ortalama toplam flare sayısı değerini gösterir. Bununla birlikte, N_2 frekansı, hedeften saat başına salınan ortalama flare eşdeğeri süresini gösterir. Bu çalışmada N_1 frekansı $0.064454 h^{-1}$, N_2 frekansı 0.000058 olarak bulundu.

2.1.1 Yıldız Leke Aktivitesi

Soğuk yıldız lekeleri kaynaklı değişimlerin modellenmesi için tüm çevrimlerin ışık eğrileri zamana göre çizilmiş ve art arda gelen çevrimler birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bu çerçevede veri 102 alt sete ayrılmış ve her bir set ayrı ayrı modellenmiştir. 102 alt küme için SPOTMODEL programı kullanılarak modeller elde edilmiştir ve elde edilen modellerden her bir küme için ortalama HJD, lekelerin boylamları (l), lekelerin enlemleri (b) ve leke yarıçapları (g) hesaplanmıştır.

3 Sonuçlar ve Tartışma

KIC 11560447 örten çift sisteminin, Kepler Uydusu ile elde edilen toplamda 146.098346 gün boyunca kesintisiz alınan short cadence verisinin analizinden, eşdeğer süre toplamı 734.792562 saniye (0.204109 saat) olan 226 flare elde edilmiştir. Bu koşullar altında, KIC 11560447 için saatteki flare sayısı olan N_1 frekansı $0.064454 h^{-1}$ ve saatte uzaya yaydığı toplam enerji ile orantılı olan N_2 frekansı 0.000058 olarak hesaplanmıştır. Hali hazırdaki short cadence veriden 226 flare gibi çok sayıda flare elde edilmiş olsa da KIC 11560447’yi, UV Ceti türü tek yıldızlar ile karşılaştırdığımızda, sistemin gerçek aktivite düzeyi ortaya çıkacaktır. Bilinen klasik UV Ceti yıldızlarından bir olan AD Leo için N_1 değerinin $1.331 h^{-1}$, EV Lac içinse $1.056 h^{-1}$ olduğu görülür. Benzer şekilde EQ Peg için N_2 değerinin 0.088 , AD Leo içinse

0.086 olduğu görülür (Dal ve Evren 2011). UV Ceti türü bu tek yıldızlarla karşılaştırıldığında KIC 11560447'nin flare frekansları oldukça düşük değerlerde kaldığı görülür ki bu da sistemin flare aktivite düzeyinin görüldüğü gibi çok yüksek olmadığı anlaşılır.

Flare frekanslarının yanı sıra elde edilen 226 adet flare üzerinden logaritmik ölçekte flare toplam süresine karşılık flare eşdeğer süre dağılımının OPEA modeli çözüldüğünde, B-V renk ölçeği $0^m.617$ olan KIC 11560447'nin Plateau değeri 1.4114 ± 0.1712 s bulunmuştur. Klasik UV Ceti türü yıldızlarından EV Lac (B-V= $1^m.554$) için bu değer 3.014 s, EQ Peg (B-V = $1^m.574$) için 2.935 s ve V1005 Ori (B-V = $1^m.307$) içinse 2.637 s'dir (Dal ve Evren 2011). Bu durumda, KIC 11560447'de ortaya çıkan en şiddetli flareler için bile eşdeğer sürelerin, UV Ceti türü tek yıldızların sergilediği flarelerde ulaşılan maksimum enerji seviyesinin ancak yarı düzeyine kadar ulaşabildiği görülür. Dal ve Evren (2011), Plateau değerinin her bir yıldız için sabit olduğunu ancak yıldızdan yıldızla Plateau seviyesinin yıldızın B-V renk indeksine göre değişiklik gösterdiğini bulmuş ve yıldızın üzerinde ortaya çıkan flarelerin doyuma ulaştıkları enerji düzeyi olarak tanımlamışlardır. Gerçekten de KIC 11560447'nin B-V renk ölçeği göz önüne alındığında, 1.4114 ± 0.1712 s'lik değerin, bu tayf türü için beklenen bir değer olduğu anlaşılmaktadır.

KIC 11560447'nin OPEA modelinden elde edilen zaman ölçekleri hesaplandığında, benzer durumun bu parametreler için de geçerli olduğu görülmektedir. Örneğin bu sistem için Half-time parametresi 2394.03 s olarak bulunmuştur. Oysa klasik UV Ceti yıldızlarından DO Cep (B-V = $1^m.604$) için Half-time 433.10 s, EQ Peg için 334.30 s ve V1005 Ori içinse 226.30 s olarak bulunmuştur (Dal ve Evren 2011). Bu sonuçlara göre, KIC 11560447'de ortaya çıkan flarelerin maksimum enerji seviyesine yani Plateau değerine ulaşması için geçen süreler, klasik UV Ceti yıldızlarında geçen sürenin 5 ile 10 katı arasında değişmektedir. Daha uzun sürede doyum seviyesine ulaşırken, ulaştıkları maksimum enerji seviye de klasik flare yıldızlarının ancak yarısı kadardır.

Half-time parametresine benzer şekilde, hedef yıldızda (target star) elde edilen flare parlamalarında gözlenen en uzun parlama süresi (T_r) 4472.52 s iken; elde edilen maksimum flare toplam süresi 11475.35 s'dir. UV Ceti türü tek yıldızlarda gözlenen maksimum parlama sürelerine bakıldığında, örneğin V1005 Ori için maksimum parlama süresinin 2062 s, CR Dra içinse 1967 s olduğu görülür. V1005 Ori'de gözlenen flareler içerisinde maksimum toplam süreye (T_t) sahip flare 5236 s sürerken, CD Dra'da 4955 s sürdüğü bulunmuştur (Dal ve Evren 2010, 2011). Elde edilen maksimum flare parlama ve flare toplam süreleri açısından da KIC 11560447'de elde edilen zaman ölçeklerinin klasik tek flare yıldızlarına göre yaklaşık 2 kat büyük olduğu görülmektedir.

KIC 11560447'in leke aktivitesine bakıldığında da sistemin yüksek kromosferik aktivite düzeyine sahip olduğu görülür. SPOTMODEL program kullanılarak 102 subset için yapılan modellemeler ile elde edilen leke enlem, boylam ve yarıçap parametrelerinin zamana göre değişimlerine bakıldığında iki lekenin ortalama boylam farkının yaklaşık 100 olduğu görülmektedir. Ancak, ikinci gözlem aralığında ikinci lekenin, boylamsal olarak hareketlendiği görülür. İlk gözlem aralığında lekelerin yarıçaplarında da belirgin bir değişim olmaz ve her iki leke benzer yarıçaplara sahipken; ikinci gözlem aralığında leke yarıçaplarında belirgin bir hareketlenme ortaya çıkmaktadır. Leke enleminin belirgin bir değişim sergilemediği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak lekelerin sahip olduğu değişimlerin belirli bir uyum içerisinde olması bizi "her iki lekenin de aynı bileşen üzerinde ol-

duğu" sonucuna götürmüştür. Aksi bir durum söz konusu olsa idi bu uyumlu değişimin görülmesi beklenemezdi. SPOTMODEL programı kullanılarak elde edilen sonuçlar, farklı yöntemler kullanarak hedef yıldızın leke davranışını analiz eden Özavcı ve ark. (2018)'nin elde ettiği sonuçlarla uyum içindedir.

KIC 11560447 sisteminin yaşı Morton ve ark. (2016) tarafından 2.042 Gyr olarak verilmiştir. Bu yaş değeri, hedef yıldızın sergilediği flare davranışına bir noktada açıklama getirmektedir. Hedef sistem her ne kadar çok flare sergiliyor gibi görünse de sistemin N_1 flare frekansı düşük olduğu gibi, N_2 frekansı da oldukça düşüktür ki bu durumda sistem çok sık flare aktivitesi sergilemediği gibi, ortaya çıkan ender flareler de hayli düşüktür. Diğer yandan leke aktivitesi açısından da sistem oldukça stabil bir değişim sergilemektedir. Tüm bunlar göz önüne alındığında, KIC 11560447 her ne kadar bir çift olsa da yaşlı bir sistemdir. Kromosferik aktivite davranışı açısından, hedef sistem aslında Skumanich (1972) tarafından ifade edilen yasa ile uyumlu davranış sergilemektedir.

Kaynaklar

- Armstrong, D.J., Gómez M. C. Y., Faedi, F., Pollacco, D., 2014, MNRAS, 437, 3473
 Balona, L. A., 2015, MNRAS, 447, 2714
 Borucki, W. J., Koch, D., Basri, G., et al., 2010, Sci, 327, 977
 Coughlin, J. L., Mullally, F., Thompson, S. E., et al., 2016, ApJS, 224, 12
 Dal, H. A. & Evren, S., 2010, AJ, 140, 483
 Dal, H. A. & Evren, S., 2011, AJ, 141, 33
 Dawson, B., & Trapp, R. G., 2004, "Basic and Clinical Biostatistics" (New York: McGraw-Hill), 61
 Gontcharov, G. A., Mosenkov, A. V., 2018, yCat, 2354, 0
 Green, S. B., Salkind, N. J., & Akey, T. M., 1999, "Using SPSS for Windows: Analyzing and Understanding Data" (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall), 50
 Ishida, K., Ichimura, K., Shimizu, Y., & Mahasenaputra, 1991, Ap&SS, 182, 227
 Luo, A.-Li, Zhao, Y.-H., Zhao, G., et al., 2015, RAA, 15, 1095
 Matijević, G., Prša, A., Orosz, J. A., et al. 2012, AJ, 143, 123
 Morton, T. D., Bryson, S. T., Coughlin, J. L., Rowe, J. F., Ravichandran, G., Petigura, E. A., Haas, M. R., Batalha, Natalie. M., 2016, ApJ, 822, 86
 Özavcı, I., Senavcı, H. V., Isik, E., Hussain, G. A. J., O'Neal, D., Yılmaz, M., Selam, S. O., 2018, MNRAS, 474, 5534
 Skumanich, A., 1972, ApJ 171, 565.
 Slawson, R., Prša, A., Welsh, W. F., et al. 2011, AJ, 142, 160
 Tenenbaum, P., Christiansen, J. L., Jenkins, J. M., et al., 2012, ApJS, 199, 24
 Watson, C. L., 2006, SASS, 25, 47
 Watson, C. L., 2006, SASS, 25, 47
 Zacharias, N., Monet, D. G., Levine, S. E., et al., 2004, AAS, 205, 4815

Erişim:

023-1505: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Gizemli Yıldız KIC 8669092'nin Kromosferik Aktivitesi

Nurhan Özlem Kaya¹★, Hasan Ali Dal¹

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

Özet

KIC 8669092'nin soğuk yıldız lekelerinin ve flare aktivitesinin etkisiyle şekillenen ışık eğrisinden elde edilen sonuçları sunuyoruz. Aktif bileşen üzerinde $+70^\circ$ ile $+110^\circ$ enlemleri arasında 180° boylam farkına sahip iki aktif bölge olduğu görülmüştür. 313 flare belirlenmiş ve bu flarelerin parametreleri hesaplanmıştır. Oluşturulan OPEA modelinden Plateau değeri 1.219 ± 0.088 s, Half-time değeri ise 1190 s olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, N_1 flare frekansı $0.02406 h^{-1}$ olarak, N_2 frekansı ise 0.000008 olarak bulunmuştur. Tayf gözlem sonuçlarına göre, hedef tutulma gösteren ikili sistemi görünmektedir. Bu nedenle, ışık eğrisi analizlerinde, kesirli yarıçapların toplamının 0.1908 ve kesirli yarıçap oranlarının 1.8973 olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: stars: flare, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

KIC 8669092, SIMBAD Veri Tabanı'nda bir çift sistem olarak söz edilmektedir. Sistemin fotometrik parlaklıkları $B=13^m.440$, $V=12^m.940$, $R=12^m.830$ olarak verilmiştir (Zacharias ve ark. 2004). Sıcaklıklara bakıldığında bileşenler için $6028 - 6287$ K arasında farklı yaklaşımlar vardır (Latham ve ark. 2005; Huber ve ark. 2014) Yazarlar baş bileşenin kütle ve yarıçapını ise $M=0.848 M_\odot$ ve $R=1.195 R_\odot$ olarak hesaplamıştır. Walkowicz ve Basri (2013) tarafından yapılan çalışmada sistemin yaşı 0.03 Gyr olarak verilmiştir. Hedefe ait dönme ve dolanma dönemleri, Balona (2015) tarafından yapılan çalışmada $P_{rot}=0.998$ gün, $P_{orb}=0.998$ gün olarak verilmiştir ve gelgit-kilitli sistem olduğu bulunmuştur. Slawson ve ark. (2011), Armstrong ve ark. (2014), sistemi tutulma gösteren ikili sistem olarak sınıflandırılmaktadır. Burke ve ark. (2014), Rowe ve ark. (2015), Coughlin ve ark. (2016), Furlan ve ark. (2017) ise bir gezegen sisteminde tek bir yıldız olarak kabul etmiştir. Ayrıca Kepler Misyon Takımı tarafından hazırlanan Data Validation (DV) Raporu'nda, sistemin 4 gezegene sahip olduğundan bahsedilmiştir. Hedefin bir değişen yıldız olduğu ve periyodunun 1.0008040 gün olduğu, ilk kez Watson ve ark. (2006) çalışmasında verilmiştir. Balona (2015) ve Gao ve ark. (2016) çalışmalarında da kromosferik aktif bir yıldız olduğundan bahsedilmiştir.

2 Veri ve Analizler

KIC 8669092'nin fotometrik verileri Kepler Mission Veritabanından alınmıştır (Slawson ve ark. 2011; Matijevic ve ark. 2012). Kısa süreli gözlemleri, HJD 24 55093.21496934 ile HJD 24 55635.355216 arasında toplam 542.1403 gün (13011.36592 saat) sürdürülmüştür. Sistemin tayfsal gözlemleri, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde 1.5 metrelik RTT150 teleskopu ve TFOSC alıcısı ile gerçekleştirildi. Gözlemlenen tayfın sinyal-gürültü oranı (SNR) atmosferik koşullara ve maruz kalma süresine bağlı olarak yaklaşık 87 idi. İlk analizine bakıldığında, bu tayfın, hedefin muhtemelen bir tutulma gösteren ikili sistem olduğunu destekleyen, aynı büyüklükteki iki bileşenin birleşik ışıklarını içerdiğini göstermektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan analiz ve modellerle ilişkin ön sonuçlar burada sunulurken;

çalışmayla ilgili tablo ve şekiller, çalışmanın ilerleyen safhalarında uluslararası bir makalede sunulacaktır.

2.1 Flare Değişimi

Dal ve Evren (2010, 2011) tarafından izlenene yöntemler kullanılarak sistemin sergilediği flareler ve parametreleri hesaplanır. SPSS V17.0 (Green ve ark. 1999) ve GraphPad Prism V5.02 (Dawson ve Trapp 2004) programları ile yapılan regression hesaplamaları, flare eşdeğer sürelerinin dağılımı için en iyi fonksiyonun the One Phase Exponential Association olduğunu göstermiştir. En küçük kareler yöntemi kullanılarak, flare toplam süresine göre flare eşdeğer süresinin dağılımı the OPEA fonksiyonu ile modellenmiştir. Son olarak, tespit edilen flarelerin evreye göre dağılımı incelendi. Bu amaçla, yıldızların yörünge periyodu göz önüne alındığında, her bir flare'in evresi hesaplandı ve 0.1 'in her evre aralığı için toplam flare sayısı hesaplandı. Ishida ve ark. (1991) yıldız flare aktivitesi için N_1 ve N_2 olarak iki frekans tanımlamıştır. N_1 frekansı, bir saatte hedeften tespit edilen ortalama toplam flare sayı değerini gösterir. Bununla birlikte, N_2 frekansı, hedeften saat başına salınan ortalama flare eşdeğeri süresini gösterir. Bu çalışmada N_1 frekansı $0.02406 h^{-1}$, N_2 frekansı 0.000008 olarak bulundu.

2.2 Yıldız Leke Aktivitesi

Soğuk yıldız lekeleri kaynaklı değişimlerin modellenmesi için tüm çevrimlerin ışık eğrileri zamana göre çizilmiş ve art arda gelen çevrimler birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bu çerçevede veri 166 alt sete ayrılmış ve her bir set ayrı ayrı modellenmiştir. 166 alt küme için SPOTMODEL programı kullanılarak modeller elde edilmiştir ve elde edilen modellerden her bir küme için ortalama HJD, lekelerin boylamları (l), lekelerin enlemleri (b) ve leke yarıçapları (g) hesaplanmıştır.

2.3 Yörünge Dönemi Değişimi

Sistemin Kepler Veri Tabanı'nda (Slawson ve ark. 2011, Matijevic ve ark. 2012) açık olarak sunulan kısa zamanlı verisine hiç bir düzeltme ve arındırma yapılmadan minimum zamanları okunmuştur. Sonuç olarak, toplam 487 minimum zamanı elde edilir. Elde edilen ($O - C_{II}$) artıklarının zamana göre değişiminde ilginç bir değişim görülmüştür. Tran (2013) ve Balaji (2015)'e göre, ($O - C_{II}$) kalıntılarında görülen bu yarı düzenli

★ nurhanozlemk@gmail.com

sinüzoidal değişim, bir bileşen üzerindeki yıldız leke aktivitesinin varlığının bir göstergesi olarak tartışılmaktadır.

2.4 Işık Eğrisi Analizi

Her ne kadar KIC 8669092 sistemi için, örten çift sistem mi yoksa tek yıldız olup gezegenlere sahip gezegenli sistem mi olduğu literatürde tartışılrsa da, bu çalışma 20 Ekim 2018 tarihinde alınan tayf ile hedefin bir tutulma gösteren çift sistem olduğunu ortaya koymaktadır. Aslında H, Na, Ca II HK tayfsal çizgileri iki bileşen içinde ayrılmış çizgiler olarak görülür. Bu durum göz önüne alındığında, sistemin ışık eğrilerini bir örten çift sistemin normal bir ışık eğrisi olarak analiz edilmiştir.

Işık eğrisini analiz etmek için JKTEBOP yazılımı (Southworth 2012) kullanıldı. Analiz sonucunda fraksiyonel yarıçapların toplamı ve bunların oranını, orbital eğim (i) ve kütle oranlarını (q) elde edildi. Mutlak yarıçap ve kütlelere ulaşmak için baş bileşenin parametresini kullanıldı. F7.75 tayfsal tipine karşılık gelen 6284 K sıcaklığına göre, baş bileşen bir anakol yıldızdır. Tokunaga (2000) tarafından verilen kalibrasyonları kullanarak, bileşenlerin yarıçapını ve kütleleri tahmin edildi.

3 Sonuçlar ve Tartışma

Elde edilen 313 flarenin flare toplam süresine göre flare eşdeğer süre dağılımı için OPEA modeli yapıldığında *Plateau* değerinin 1.219 ± 0.088 olduğu görülür. OPEA modelinin Half-time parametresinin 1190 s olduğu bulunmuştur. Benzer süre uzunluğu flare parlama ve flare toplam sürelerinde de gözlenmektedir. Benzer süre uzunluğu flare parlama ve flare toplam sürelerinde de gözlenmektedir. UV Ceti türü tek yıldızlarda gözlenen maksimum parlama süresi (T_r) örneğin V1005 Ori için 2062 s, CR Dra içinse 1967 s iken, KIC 8669092'de elde edilen flare parlamalarında gözlenen en uzun parlama süresi 2765.821248 s dir. Benzer şekilde V1005 Ori'de gözlenen flareler içerisinde maksimum toplam süreye sahip flare 5236 s sürerken, CD Dra'da 4955 s sürmüştür. Oysa KIC 08669092'de gözlenen en uzun süre 15477.53875 s sürmüştür. Sonuç olarak, KIC 8669092'den belirlenen zaman ölçekleri UV Ceti tipi yıldızlardan bulunanlara göre birkaç kat daha fazladır.

Flare aktivitesine benzer şekilde KIC 8669092'in leke aktivitesine bakıldığında da sistemin yüksek kromosferik aktivite düzeyine sahip olduğu görülür. Kepler uydusunun sağladığı çok yüksek duyarlılıklı gözlemler (Jenkins ve ark. 2010a, 2010b) sayesinde yer-konuşlu klasik teleskoplarla gözleminin mümkün olmadığı değişimler kolaylıkla ortaya çıkarılabilmektedir.

Tüm verilerin önceden arındırılmış verilerinin analizi, bir bileşen üzerinde iki soğuk leke bulunduğunu göstermektedir. Her iki lekenin de senkronize hareket ettiği anlaşılmaktadır. İlk 300 günde bu iki leke arasında 180° 'lik bir boylamsal fark vardır, ancak HJD 24 55427.085269'dan verilerin sonuna kadar boylamsal farklar kaybolur. Ek olarak, tespit edilen her iki aktif alanın da azalan boylamlara doğru hareket ettiği açıkça görülmektedir. Lekeli alanların boylamsal davranışının aksine, lekeli alanların her ikisi de neredeyse aynı enlemlerin etrafında yer almaktadır. Bununla birlikte, aktif alanların enlemleri, lekelerin aynı boylamda yer aldığı noktada birbirlerinden ayrılmaktadır.

Lekeli alanların yarıçaplarına bakıldığında, görülen değişim, diğer her iki parametreden farklıdır. Her iki lekenin de yarıçapı bir sinüzoidal değişim sergiler. Ayrıca, zıt yönlerde olağanüstü senkronize farklılıklar vardır. Bir lekenin yarıçapı artarken, diğerinin yarıçapı azalmaktadır. Yarı senkron boylamsal değişikliklerin yanı sıra, leke yarıçaplarının davranışı ayrıca kromosferik

olarak aktif bir bileşenin varsayımının leke modeli için doğru bir yaklaşım olduğunu gösterir.

KIC 8669092 ile ilgili en tartışmalı nokta, hedefin bir tutulma gösteren ikili sistem ya da gezegenli sistem olup olmadığıdır. Bu çalışmada, sistemin bir tayf alındığında, hedefin tek bir yıldız ve gezegenleriyle birlikte olmadığını ancak bir tutulma ikili sistemi olduğunu gösterdi. Tutulma gösteren bir ikili sistem varsayımı altında gerçekleştirilen ışık eğrisi analizi sonucunda, bileşenlerin mutlak parametreleri tahmin edildi. Sistemin (q) kütle oranı 0.992 iken, sistemin eğimi (i) $85^\circ.68$ olarak hesaplanmıştır.

Kaynaklar

- Armstrong, D. J., Gómez Maqueo Chew, Y., Faedi, F., Pollacco, D., 2014, MNRAS, 437, 3473
- Balaji, B., Croll, B., Levine, A. M., Rappaport, S., 2015, MNRAS, 448, 429
- Balona, L. A., 2015, MNRAS, 447, 2714
- Burke, Christopher J.; Bryson, Stephen T.; Mullally, F.; Rowe, Jason F.; Christiansen, Jessie L.; Thompson, Susan E.; Coughlin, Jeffrey L.; Haas, Michael R.; Batalha, Natalie M.; Caldwell, Douglas A.; et al., 2014, ApJS, 210, 19
- Coughlin, J. L., Mullally, F., Thompson, S. E., et al., 2016, ApJS, 224, 12
- Dal, H. A. & Evren, S., 2010, AJ, 140, 483
- Dal, H. A. & Evren, S., 2011, AJ, 141, 33
- Dawson, B., & Trapp, R. G., 2004, "Basic and Clinical Biostatistics" (New York: McGraw-Hill), 61
- Furlan, E.; Ciardi, D. R.; Everett, M. E.; Saylor, M.; Teske, J. K.; Horsch, E. P.; Howell, S. B.; van Belle, G. T.; Hirsch, L. A.; Gautier, T. N., III; et al., 2017, AJ, 153, 71
- Gao, Qing; Xin, Yu; Liu, Ji-Feng; Zhang, Xiao-Bin; Gao, Shuang, 2016, ApJS, 224, 37
- Green, S. B., Salkind, N. J., & Akey, T. M., 1999, "Using SPSS for Windows: Analyzing and Understanding Data" (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall), 50
- Huber, D., Silva Aguirre, V., Matthews, J. M., et al. 2014, ApJS, 211, 2
- Ishida, K., Ichimura, K., Shimizu, Y., & Mahasnaputra, 1991, Ap&SS, 182, 227
- Jenkins, J. M., Caldwell, D. A., Chandrasekaran, H., et al. 2010a, ApJL, 713, L87
- Jenkins, J. M., Chandrasekaran, H., McCauliff, S. D., et al. 2010b, Proc. SPIE, 7740, 77400
- Latham, D. W.; Brown, T. M.; Monet, D. G.; Everett, M.; Esquerdo, G. A.; Hergenrother, C. W., 2005, AAS, 20711013
- Matijević, G., Prša, A., Orosz, J. A., et al. 2012, AJ, 143, 123
- Rowe, J. F., Coughlin, J. L., Antoci, V., Barclay, T., Batalha, N. M., Borucki, W. J., Burke, C. J., Bryson, S. T., Caldwell, D. A., Campbell, J. R., and 36 coauthors, 2015, ApJS, 217, 16
- Slawson, R., Prša, A., Welsh, W. F., et al. 2011, AJ, 142, 160
- Southworth, John, 2012, MNRAS, 426, 1291
- Tran, K., Levine, A., Rappaport, S., et al., 2013, ApJ, 774, 81
- Tokunaga, A. T. 2000, in Allen's Astrophysical Quantities, ed. A. N. Cox (4th ed.; New York: Springer), 143
- Watson, C. L., Henden, A. A., Price, A., 2006, SASS, 25, 47
- Zacharias, N.; Monet, D. G.; Levine, S. E.; Urban, S. E.; Gaume, R.; Wycoff, G. L., 2004, AAS, 205, 4815

Erişim:

023-1510: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A.&A.

HAT-P-19 Yıldızının Tayfsal Analizi

Selçuk Yalçinkaya^{1*}, Özgür Baştürk¹

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışmada ötegezegen barındıran HAT-P-19 yıldızının yüksek çözünürlüklü ($R = 55000$) KECK/HIRES tayfı tekrar analiz edilip temel atmosfer parametreleri ve bazı elementlerin bolluğu hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Sıcaklık (T_{eff}), yüzey çekim ivmesi ($\log g$) ve metalitesi ($[Fe/H]$) yıldızı karakterize eden temel atmosfer parametreleridir. Bu parametreler ile yıldız evrim modelleri birleştirilerek yıldızın kütlesi (M_*), yarıçapı (R_*) ve yaşı gibi mutlak fiziksel parametrelerine ulaşılabilir (Girardi vd. 2000). Geçiş yapan bir ötegezegen'in mutlak parametrelerinin belirlenebilmesi için barınak yıldızının parametreleri hassas ve doğru bir biçimde hesaplanmalıdır. Yıldız parametreleri, gezegen parametrelerinin yanı sıra gezegen ile barınak yıldızının özellikleri arasındaki korelasyonların belirlenmesinde de kullanılabilir. Bu korelasyonlar gezegenlerin oluşum ve evrim mekanizmalarını kavramak adına önem arz etmektedir. Şimdiye kadar çalışılmış bu korelasyonlardan bazıları; yıldızın metal bolluğu ile gezegen frekansı Santos vd. (2004), yörünge dönemi (Sozzetti vd. 2004), gezegen kütlesi (Guillot vd. 2006) ve gezegen yarıçapı (Buchhave vd. 2012) arasında kurulan ilişkiler ile yıldızın sıcaklığıyla gezegenin yörünge düzleminin, yıldızın dönme eksenine göre eğikliği (Albrecht vd. 2012), (Winn vd. 2010), arasındaki korelasyondur. Bu çalışmalardaki korelasyonlar tüm gezegen sistemleri için geçerli olmasalar da ortaya ilginç sonuçlar koymaktadır.

Bu yüzden Bu çalışmada HAT-P-19 yıldızının KECK/HIRES ile alınmış yüksek çözünürlüklü ($R=55000$) tayfları ilk analiz tarihinden bu yana gelişen tayfsal analiz teknikleri kullanılarak tekrar analiz edilmiş, bu analizler sonucunda temel atmosfer parametreleri ve bazı elementlerin bollukları için bazı ön sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar geçiş yapan HAT-P-19b ötegezegenine ilişkin temel parametrelerin belirlenmesinde kullanılabileceği gibi yıldız parametreleriyle ötegezegen parametreleri arasında araştırılan korelasyonlara da girdi sağlayabilir.

2 Verinin Normalize Edilmesi

Soğuk yıldızların tayflarında çok sayıda ve birbirine çok yakın tayfsal çizginin varlığı sürekliliğin saptanmasını önemli ölçüde zorlaştırmaktadır. Bu nedenle öncelikle Vienna Atomic Line Database (VALD), (Piskunov vd. 1995) veritabanından yıldız tahmini parametrelerine uygun bir sentetik yıldız tayfı oluşturulmuştur. Sentetik tayftan sürekliliğin nereden geçmesi gerektiği referans alınarak (sentetik ve yıldız tayfı arasındaki çizgi şiddetinin çok farklı olduğu yerlerde çizginin şiddetine göre etrafındaki sürekliliği aşağı çekeceği dikkate alınmıştır) yıldız tayfında sürekliliğin geçmesi beklenen noktalar manuel olarak işaretlenmiştir. Daha sonra işaretlenen bu noktalar düğüm kabul eden

kübik spline fonksiyonları oluşturularak yıldızın tayfı bu fonksiyonlara bölünmek suretiyle normalize edilmiştir.

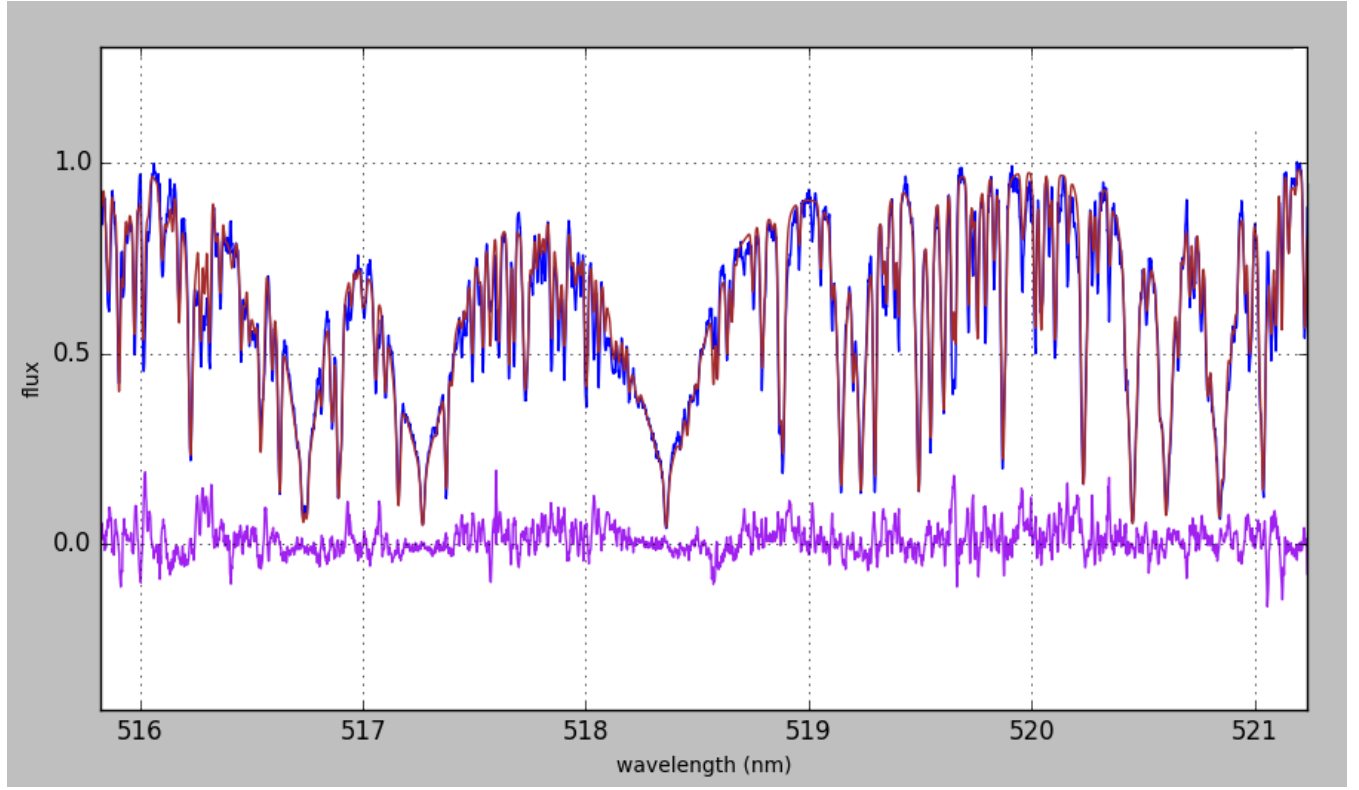
3 Analiz

Etkin sıcaklığı $T_{eff} \leq 5000$ K olan yıldızlarda parametre belirlemek için kullanılan standart demir çizgilerinin eşdeğer genişliği yöntemi, çizgi örtüşmesinin (blending) çizgilerin ayırt edilmesini zorlaştırmasından dolayı uygun bir yöntem olarak görülmemektedir. Yoğun çizgi örtüşmesi eşdeğer genişliğin yanlış ölçülmesine ve parametrelerin yanlış hesaplanmasına yol açmaktadır (Tsantaki vd. 2013). Bu yüzden atmosfer parametreleri hesaplamak için sentetik yıldız tayfı karşılaştırması yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle tayfı analize hazır hale getirmek için kozmik ışıktan etkilenen bölgeler, tellürik çizgilerin olduğu bölgeler ve çok düşük Sinyal / Gürültü (S/N) oranına sahip bölgeler atılmış ve yıldız gezegen sisteminin uzay hızı hesaplanarak elimine edilmiştir. Daha sonra sentetik yıldız tayfı oluşturmak için iSpec programında (Blanco-Cuaresma vd. 2014) bulunan Synthe (Kurucz vd. 1993), MOOG (Snedden vd. 2012) ve SME (Valenti vd. 1996) kodları, Güneş bolluğu için (Asplund vd. 2009), model atmosfer olarak Atlas-9 (Castelli & Kurucz 2004) ve çizgi listesi için de VALD veritabanı kullanılmıştır. Kullanılan 3 farklı kodla da benzer değerlere ulaşılmıştır. Tablo-1'de verilen değerler Synthe kodu ile elde edilen değerlerdir.

Başlangıç parametreleri için Hartman vd (2011)'de elde edilen değerler kullanılmıştır. Önce tüm parametreler serbest bırakılarak öncü parametreler elde edilmiş, daha sonra makrotürbülans (V_{mac}) ve mikrotürbülans (V_{mic}) serbest bırakılıp öncü parametreler sabit tutulmuştur. Böylelikle makro ve mikro türbülans değerleri bulunmuş olup programa sabit değerler olarak girilerek yıldızın atmosfer parametreleri elde edilmiştir.

Yıldızın izdüşümsel dönme hızı (V_{sini}) makrotürbülans hızına yakın olan yıldızlarda, dönme hızıyla makrotürbülansın tayfsal çizgileri benzer şekilde genişlettiği varsayımı altında, v_{sini} değeri sıfıra sabitlenerek $V_{broad} = V_{sini} + V_{mac}$ değeri bulunup daha sonra makrotürbülansın teorik değeri (Brewer vd. 2016) yerine konularak v_{sini} değeri elde edilebilir Bu çalışmada v_{sini} ve V_{mac} değerleri ayrıca bu yöntemle bulunup Tablo-1'de parantez içinde gösterilmiştir. Yıldızın atmosfer parametreleri hesaplandıktan sonra bazı alfa elementlerin ve literatürde sıklıkla parametreler arası korelasyon araştırmalarında kullanılan elementlerin bollukları, temel parametre hesabında kullanılan yöntemle aynı şekilde hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo-2'de sunulmaktadır.

* selcuk_yalcinkaya@yahoo.com



Şekil 1. HAT-P-19 yıldızının KECK / HIRES gözlemsel tayfı (mavi) ile yıldızın tayfına en iyi uyan ve temel parametrelerinin üzerinden hesaplandığı sentetik tayf (kırmızı). Model (sentetik) tayftan artıklar aşağıda mor ile gösterilmiştir. Artıklardaki saçılmanın temel sebebi, sentetik tayfa gürültü olmamasından, artıklardaki çizgi yapıları ise demir harici elementlerin bolluk farklarından veya VALD veritabanında kullanılmayan demir çizgilerinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Hesaplanan ve literatürden alınan temel tayfsal parametrelerin karşılaştırması. ^a V_{mac} 'in teorik değeri, ^b V_{sini} değeri sıfır'a sabitlenip hesaplanan değerden V_{mac} çıkarılarak bulunmuştur

Referans	[Fe/H]	logg	V_{sini}	T_{eff}	V_{mac}	V_{mic}
Hartman vd. (2011)	0.23 ± 0.08	4.54 ± 0.05	0.7 ± 0.5	4990 ± 130	2.81	0.85
Brewer vd. (2016)	0.29	4.44	1.8	4951	1.8	0.85
Bu çalışma	0.23 ± 0.05	4.55 ± 0.07	$1.41 \pm 0.87 (1.58)^a$	4988 ± 54	$2.82 \pm 0.59 (1.8)^b$	0.79 ± 0.15

Çizelge 2. Bu çalışmada ve literatürde bulunan bazı elementlerin bolluk değerleri

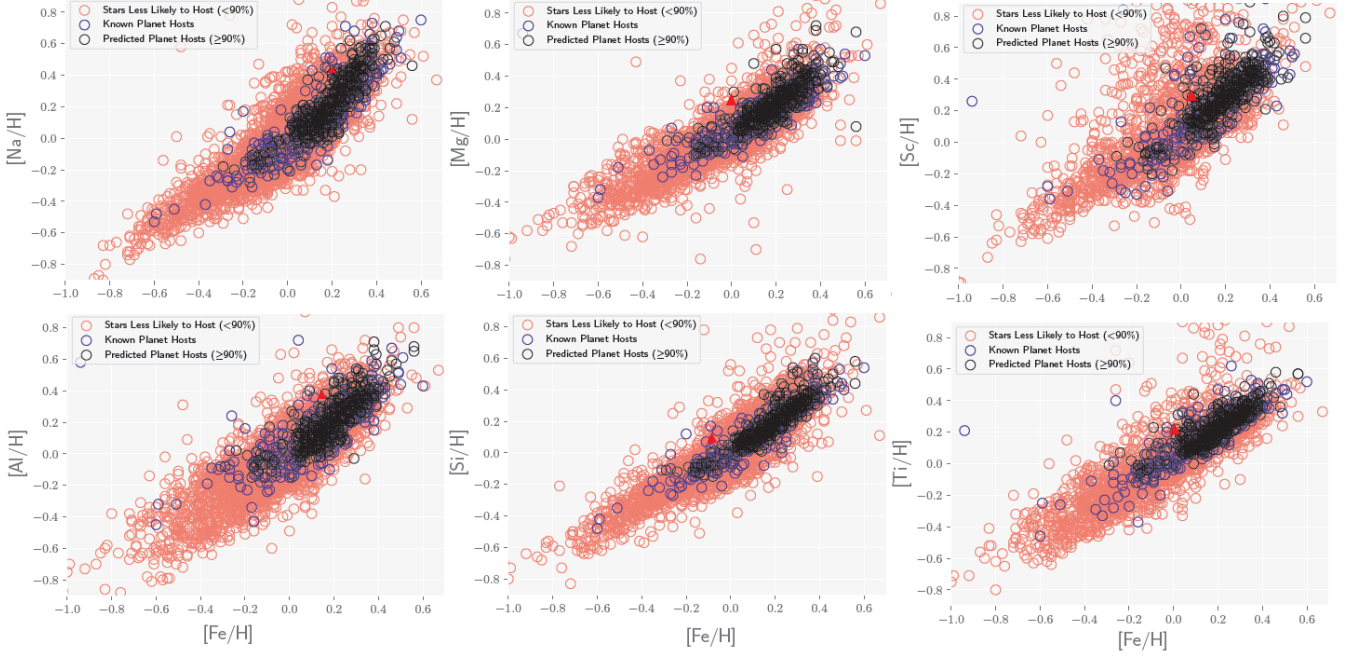
Referans	Brewer vd. (2016)	Bu çalışma
[Na/H]	0.61	0.44 ± 0.02
[Mg/H]	0.3	0.24 ± 0.07
[Cr/H]	0.29	0.18 ± 0.24
[Al/H]	0.4	0.38 ± 0.44
[Ca/H]	0.33	0.29 ± 0.38
[Ti/H]	0.3	0.21 ± 0.22
[Mn/H]	0.4	-0.21 ± 0.8
[Ni/H]	0.38	0.25 ± 0.33
[Sc/H]	-	0.29 ± 0.60
[Si/H]	0.31	0.13 ± 0.24

4 Sonuç

T_{eff} , V_{sini} , logg, V_{mac} , V_{mic} ve [Fe/H] değerleri keşif yayınında hesaplanan değerler ile hata sınırları dahilinde benzerdir. Ancak bu parametrelerin tekrar hesaplandığı ve bazı element-

lerin bolluklarının çalışıldığı Brewer vd. (2016)'da hem tayfın normalizasyonu hem de parametre hesabı otomatik bir algoritmayla yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmada VALD veritabanından alınan çizgi listesi için girilen sıcaklık değeri (4750 K), HAT-P-19'un tarafımızca hesaplanan değerinden çok farklıdır. Dolayısıyla bulduğumuz temel parametreler Brewer vd. (2016) ile 1 standart sapma dahilinde tutarlı olsa da bazı elementlerin bollukları oldukça farklıdır.

Hinkel vd. (2018) barınak yıldızın bazı elementlerinin bollukları ile gezegen barındırma olasılıkları arasındaki ilişkileri belirleyerek hangi tür yıldızların etrafında ötegezegen aranmasının daha verimli olabileceğinin belirlenmesine yönelik bir algoritma geliştirmiştir. Bunun için dev gaz gezegen barındırdığı bilinen 319 yıldız kullanılmıştır. Ancak HAT-P-19 bu örneğe dahil edilmemiştir. Bu çalışmada ulaşılan bolluk değerleri Hinkel vd. (2018)'de verilen grafiklerin üzerine yerleştirilerek, HAT-P-19'un genel trende uyduğu ve gezegen barındırması olasılığının bu algoritma ışığında yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Mor çemberler ötegezegen barındıran yıldızları, siyah ve turuncu çemberler ise henüz etraflarında ötegezegen keşfedilmemiş yıldızları göstermektedir. Mor ile gösterilen yıldızların parametreleri yapay zekaya öğretilerek siyah ile gösterilen yıldızların ötegezegen barındırma ihtimali yüksek, turuncu ile gösterilen yıldızlarda ise düşük hesaplanmıştır (Hinkel vd. 2018). Kırmızı üçgenler ise bu çalışmada elde edilen değerlerdir.

Teşekkür

Bu çalışma 116F350 numaralı TÜBİTAK-3001 araştırma ve geliştirme projesiyle desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Albrecht, S., vd.: Obliquities of Hot Jupiter Host Stars: Evidence for Tidal Interactions and Primordial Misalignments. *AJ*. **757** (2012) 18
- Asplund, M., vd.: The Chemical Composition of the Sun. *ARA&A*. **47** (2009) 481–522
- Blanco-Cuaresma, S., Soubiran, C., Heiter, U., Jofre, P.: iSpec: Stellar atmospheric parameters and chemical abundances. ASCL (2014) record ascl:1409.006
- Brewer, M., vd.: Spectral Properties of Cool Stars: Extended Abundance Analysis of 1,617 Planet-search Stars. *APJ*. **225** (2016) 36
- Buchhave, A., vd.: An abundance of small exoplanets around stars with a wide range of metallicities. *Nature*. **486** (2012) 375–377
- Castelli, F., Kurucz, R. L., : New Grids of ATLAS9 Model Atmospheres. (2004) arXiv:astro-ph/0405087
- Girardi, L., vd.: Evolutionary tracks and isochrones for low- and intermediate-mass stars: From 0.15 to 7 Msun, and from $Z=0.0004$ to 0.03. *A&AS*. **141** (2000) 371–383
- Guillot, T., vd.: A correlation between the heavy element content of transiting extrasolar planets and the metallicity of their parent stars. *A&A*. **453** (2006) 21–24
- Hartman, J. D., vd.: HAT-P-18b and HAT-P-19b: Two Low-density Saturn-mass Planets Transiting Metal-rich K Stars. *APJ*. **726** (2011) 16
- Hinkel, N., vd.: A Recommendation Algorithm to Predict Giant Exoplanet Host Stars Using Stellar Elemental Abundances. (2018) arXiv:1805.12144
- Kurucz, L.: SYNTHES spectrum synthesis programs and line data. SAO (1993)

- Piskunov, Nikolai & Kupka, F & A. Ryabchikova, T & Weiss, Werner & Jeffery, Simon.: VALD: The Vienna Atomic Line Data Base. *A&ASS* **112** (1995) 525
- Santos, N., Israelian, G., Mayor, M.: Spectroscopic [Fe/H] for 98 extra-solar planet-host stars. Exploring the probability of planet formation. *A&A*. **415** (2004) 1153–1166
- Snedden, C. vd.: MOOG: LTE line analysis and spectrum synthesis. ASCL (2012) record ascl:1202.009
- Sozzetti, A., vd.: When Do Planets Form? A Search for Extra-solar Planets around Metal-Poor Stars. *Extrasolar Planets: Today and Tomorrow*, ASP Conference Proceedings. **321** (2004) 30
- Tsantaki, M., vd.: Deriving precise parameters for cool solar-type stars. Optimizing the iron line list. *A&A*. **555** (2013) 11
- Winn, J. vd.: Hot Stars with Hot Jupiters Have High Obliquities. *AJL*. **718** (2010) 145–149
- Valenti, A., Piskunov, N. E.: Spectroscopy Made Easy. *MASS* **108** (1996)

Erişim:

023-1515: **UAK-2018 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A**.

Hızlı Video Görüntüleme Tekniği İle Yıldız Fotometrisi

Gökalp Ülkü¹★,

Berfu Nacar, Burak Alperen Akkaya, Ceren Deniz Demir

¹Yeditepe Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

Teknolojik ilerlemeler, astronomi alanında yeni gözlem tekniklerinin geliştirilmesini mümkün kılmıştır. Çalışmamız, astronomik olayların daha önce erişilmesi mümkün olmayan zaman çözünürlüklerinde gözlenmesini sağlayacak yeni bir gözlem tekniğini deneyimlemek ve yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla taşımaktadır. Geçtiğimiz 10 yıl içerisinde elektronik kameraların duyarlılıkları, çözünürlükleri ve veri okuma hızları artmış, saniyenin 100'de biri süreli pozlamalar verebilecek video kameralar üretilmiştir. İngilizce Lucky Imaging olarak adlandırılan bu yeni hızlı görüntüleme tekniği, hedefin video görüntüsünün alınması ve bu kayıt içerisindeki en iyi karelerin seçilmesi esasına dayanır. Bu çalışma kapsamında seçilmiş yıldızların bu yöntem ile gözlemi klasik CCD ışıkölçümü ile kıyaslanarak sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: techniques: photometric, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

023-1520: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Bilim-Toplum Etkinlikleri ve Astronomi

Serdar Evren¹★,

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Astronomi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de fen ve teknoloji alanları içinde toplum ile iç içe olan en etkin bilim dalıdır. Uygarlıklar boyunca insanların gökyüzüne olan merakı onların yaşamlarını düzenlediği gibi araştırma meraklarını da motive etmiştir. Ülkemizde yaklaşık 30 yıldır daha sıklıkla yapılan bilim-toplum etkinliklerine öncelikle üniversitelerimizdeki astronomi bölümleri öncülük etmektedir. Daha sonra öğrenci topluluklarının etkinlikleri ve amatör kuruluşların organizasyonları göze çarpmaktadır. Değişik devlet kurumlarının ve TÜBİTAK'ın son yıllardaki astronomi içerikli bilim-toplum projelerini desteklemesi güncel ve doğru bilginin halka ulaşmasını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Education, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

024-1535: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Polarların Optik/Yakın-Kızılöte Gözlemleri

Dicle Zengin Çamurdan¹★, Vadim Burwitz²

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

²Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching, Germany

Özet

Bu çalışmada kuvvetli manyetik alana sahip (10-240 MG) AM Her türü sistemlerin optik ve yakın kızılöte ışık eğrilerinin elde edilerek parametrelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir projenin ilk sonuçları sunulacaktır. Gözlemler 7 kanallı eşzamanlı görüntüleme yapabilen GROND ile optik bölgede Sloan g' , r' , i' , z' ve yakın kızılötede JHK bandlarında elde edilmiştir. İkinci bileşenin K-band yüzey parlaklığı ile uzaklığı arasındaki ilişki kullanılarak AM Her türü sistemlerin uzaklığı belirlenmesi ve bu uzaklık verilerinin kullanılarak yakın kızılöte gözlemler ile uzay yoğunluğunun belirlenmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) novae, cataclysmic variables, Kırmızıöte Astronomisi

1 Giriş

Yarı-ayrık bir çift sistem olan kataklizmik değişen (CV) yıldızların bir alt türü olan manyetik CV'ler genellikle Nova-benzeri değişenler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıfın iki alt türü olarak kuvvetli manyetik alana ($B \sim 10 - 100$ MG) sahip polarlar (AM Her türü sistemler) ve daha zayıf manyetik alana ($B \sim 10^5 - 10^6$ G) sahip olan yarı polarlar yer almaktadır (Warner 1995). AM Her türü sistemlerdeki kuvvetli manyetik alanlar toplanma diskinin oluşumunu engelleyerek, beyaz cücenin dönme dönemi ile yörünge döneminin senkronize olmasını sağlarlar. Kuvvetli biçimde manyetize olmuş sıkışık cisimlerde, kütle toplanması disk yerine toplanma kolunu yolu ile gerçekleşir (Cropper 1990). Manyetik CV'lerde toplanma bölgesi tüm dalgaboylarında salınan enerjinin büyük bir kısmının kaynağıdır.

Kızılöte ve optik ışınım, toplanma bölgesindeki şok sonrası gazdan salınmaktadır. Manyetik alan çizgileri etrafında spiral yörüngelerde dolanan yarı-relativistik elektronların saldığı cyclotron ışınımı ve düşük harmonikler için optikçe kalın (uzak kızılötede), yüksek harmoniklerde optikçe ince olan (yakın kızılöteden optik bölgeye), toplanma kolundan salınan cyclotron ışınımı bu dalgaboyu aralığında yer almaktadır. JHK band aralığını kapsayan 1-2 μm dalgaboyu aralığı, CV'lerde G-M tayf türündeki ikinci bileşen yıldızın tayfının pik yaptığı, manyetik alana yağlılığı az olan CV'lerde düşük harmonikli cylotron salmasının gerçekleştiği bölgedir (Dhillon 1998).

Trigonometrik paralaks yöntemi sönük CV'lerin uzaklıkların belirlenmesinde kullanılamamaktadır. Ancak kızılöte fotometrisi ile elde edilen K parlaklığı bu sistemlerin uzaklığının belirlenmesinde kullanılabilir. Bailey methodu olarak bilinen yöntem ile sistemin uzaklığı ve ikinci bileşenin K yüzey parlaklığı, yarıçapı ve K rengi arasındaki ilişkiden manyetik CV'lerin uzaklığı belirlenmektedir (Barnes & Evans 1976; Bailey 1981). MCV'lerin IR gözlemleri bu nedenle uzay yoğunluğunu belirlenmesine de katkı sağlamaktadır ve bu projenin de temel hedeflerinden biridir.

2 Gözlemler ve Analiz

Gözlemler LaSilla Şili'de Max Planck/ESO işbirliğinde yürütülen 2.2 metrelik teleskop ile 2015-2018 yıllarında gerçekleştiril-

miştir. GROND gama ışın patlamalarındaki ardıl ışınım gözlemleri için tasarlanmış çok kanalda eşzamanlı gözlem yapabilen bir görüntüleme dedektörüdür. Gözlenmek istenen kaynağın optik ve yakın kızılöte band aralığını kapsayan 7 bantta aynı anda yüksek kalitede gözlemini yapmaya olanak sağlamaktadır. Yanıt eğrileri optik bölgede Sloan g' ($\lambda = 459$ nm), r' ($\lambda = 622$ nm), i' ($\lambda = 764$ nm), z' ($\lambda = 899$ nm) ve kızılötede J($\lambda = 1256$ nm), H($\lambda = 1647$ nm) and K($\lambda = 2151$ nm) bandlarına yakındır. Gözlemler standart IRAF paketi kullanılarak indirgenmektedir. Parlaklıkların hataları g', r', i', z' bantlarında ± 0.03 mag in ve JHK ± 0.05 mag düzeyindedir.

2.1 CW Hyi

AM Her türü bir mCV olan CW Hyi, $P_{orb} = 3$ sa yörünge dönemi ile uzun dönemli bir polardır. Schwobe et al. (2002) sistemin kuvvetli optik ve polarimetrik değişkenlik gösterirken, belirgin bir cyclotron yapısı göstermediğini belirtmiştir. GROND gözlemleri hem optik hem de kızılöte bantlarda yörünge döneminde sinusoidal benzeri büyük genlikli değişimlerin olduğunu göstermektedir. İkinci bileşenden kaynaklandığını düşündüğümüz elipsoidal değişimlerin genliği JHK bantlarında optik bölgeye göre azalmaktadır.

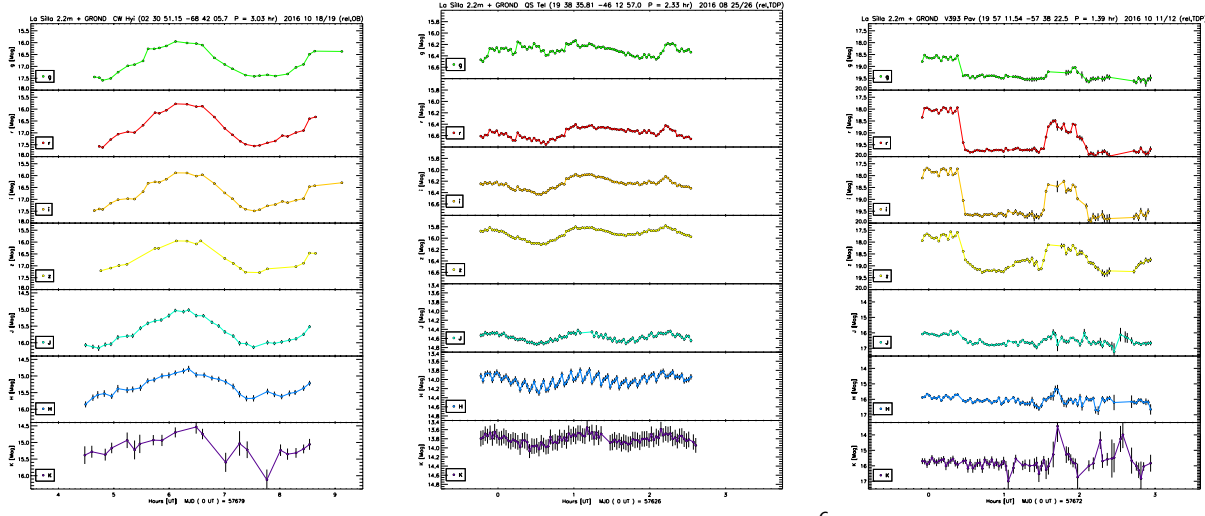
2.2 QS Tel

QS Tel, ROSAT gökyüzü taramasında Beuermann & Thomas (1993) (yumuşak X-ışın) ve Buckley et al. (1993) (EUV) keşfedilmiştir. $P_{orb} = 2.3$ sa yörünge dönemi ile dönem boşluğunda yeralan bir polardır. 50-80 MG'luk manyetik alanıyla yüksek bir manyetik alana sahiptir. Sistemin daha önce yapılan X-ışın gözlemleri düşük ve yüksek kütle aktarımı durumları arasında hızlı değişimler gösterdiğini ve bazen tek-kutuplu ve bazen de iki kutuplu madde toplanmasının gözlemlendiğini göstermiştir. Tam bir çevrim gözlenemediği için dönemlik değişim görülmemektedir. Ancak değişimin tüm bantlarda kısa genlikli olduğunu söylenebilir. H bandı diğer kızılöte bantlardan farklı olarak yarı-dönemli küçük genlikli hızlı değişimler içermektedir. Bu da H bandındaki ışınım salınım sürecinin diğer bantlardan farklı olduğunu işaret etmektedir.

2.3 V393 Pav

ROSAT gökyüzü taramasında keşfedilen V393 Pav, $P_{orb} = 1.7$ sa gibi kısa bir yörünge dönemine sahip tutulma gösteren bir sis-

★ dicle.zengincamurdan@ege.edu.tr



6

Şekil 1. CW Hyi (sol), QS Tel (orta) ve V393 Pav (sağ) GROND ile optik bölgede Sloan g' , r' , i' , z' ve yakın kızılöte JHK bandlarında elde edilen ışık eğrilerinin zamana göre değişimi.

temdir, beyaz cücenin manyetik alanı 16 MG olarak ölçülmüştür (Thomas et al. 1996). Gözlemler toplanma bölgesinin beyaz cücenin kendisi tarafından örtülmesinin sistemin optik bölgedeki ışık değişimlerine neden olduğunu göstermektedir. Bu nedenle kızılöte dalgaboylarında tutulmaların gözden kaybolduğu görülmektedir. Sistemin parlak olduğu sürelerde ışık eğrisinde düşük manyetik alan ile ilişkili cyclotron salınımının katkısı büyüktür. Tüm bu yapıların hangi ışınım kaynaklarından geldiğini belirleyebilmek için sistemin toplanma bölgesinin (yani cyclotron salınımının gerçekleştiği bölgenin) haritalandığı Stokes görüntülemesiyle elde edilen polaritmik gözlemleri ile karşılaştırılması gerekmektedir.

3 Sonuçlar

Bu çalışmada proje kapsamında seçilen AM Her türü sistemlerden CW Hyi, QS Tel ve V393 Pav'ın optik ve NIR ışık eğrilerinin elde edilerek parametrelerinin belirlenmesi amacıyla eşzamanlı optik ve kızılöte bölgede gözlemler yapılmış ve yeni dönemde gözlemlere devam edilecektir. Bu proje kapsamında çok sayıda mCV'nin IR ışık eğrilerinin biçimleri ortaya çıkacak, sistem parametreleri belirlenebilecek, yörünge dönemleri güncellenecektir. Yeni GAIA verileri ile gözlenen mCV'lerin belirlenen uzaklık değerleri kullanılarak mCV'lerin uzay yoğunluğu değerleri yeniden belirlenecektir.

Kaynaklar

- Bailey J., 1981, *Monthly Notices of the RAS*, 197, 31
 Barnes T. G., Evans D. S., 1976, *Monthly Notices of the RAS*, 174, 489
 Beuermann K., Thomas H.-C., 1993, *Advances in Space Research*, 13
 Buckley D. A., et al., 1993, *Monthly Notices of the RAS*, 262, 93
 Cropper M., 1990, *Space Science Reviews*, 54, 195
 Dhillon V., 1998, in Howell S., Kuulkers E., Woodward C., eds, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series Vol. 137, Wild Stars in the Old West*. p. 132 ([arXiv:astro-ph/9711163](https://arxiv.org/abs/astro-ph/9711163))
 Schwöpe A. D., Brunner H., Buckley D., Greiner J., Heyden K. v. d., Neizvestny S., Potter S., Schwarz R., 2002, *Astronomy and Astrophysics*, 396, 895

- Thomas H.-C., Beuermann K., Schwöpe A. D., Burwitz V., 1996, *Astronomy and Astrophysics*, 313, 833
 Warner B., 1995, *Cambridge Astrophysics Series*, 28

Erişim:

O25-1645: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Kütle Aktarımı Yapan İki İlginç X-ışını Atarcası: GX 1+4 ve SXP 1062

Sıtkı Çağdaş İnam^{1*}, Muhammed Miraç Serim², Şeyda Şahiner²,
Danjela Çerri-Serim², Altan Baykal²

¹Başkent Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Etimesgut, Ankara

²ODTÜ Fizik Bölümü, Çankaya, Ankara

Özet

GX 1+4 ve SXP 1062, ilginç özelliklere sahip kütle aktarımı yapan iki X-ışını atarcasıdır. GX 1+4, 1970'li yıllardan beri gözlenen ve tork tersinmesi göstermiş olan bir kaynaktır. Küçük Macellan Bulutu'nda yer alan SXP 1062 ise magnetar manyetik alanına sahip olan ve Serim et al. tarafından bir aksama (glitch) gösterdiği keşfedilen bir atarcadır. Bu bildiriye, bu iki kaynağın X-ışını gözlem uyduları tarafından elde edilen verilerinin analiz sonuçları tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: stars: neutron, Sıkı Nesnelere

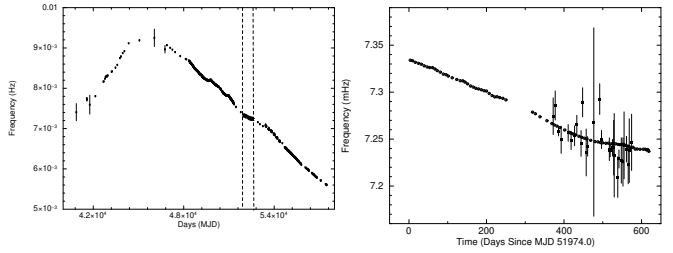
1 Giriş

Kütle aktarımı yapan atarcalar, çift yıldız sistemlerinde yer alan genellikle normal (dejenere olmayan) bir eş yıldıza (optik bileşene) ve yüksek manyetik alanlara sahip nötron yıldızlarıdır. Bu tür atarcaların yüksek manyetik alanları, eş yıldızdan aktarılan kütlelerin atarcanın manyetik kutuplarına yönelmesine sebep olur. Manyetik kutup bölgesi civarına düşen bu kütlelerin kaybettığı kütleçekim potansiyel enerjisi ise bu atarcaların X-ışını ışımalarının enerji kaynağıdır. Aktarılan kütlelerin sadece manyetik kutup bölgeleri civarına düşmesi -eğer manyetik eksenle dönme eksenini farklıysa- bu nötron yıldızlarında atımlar oluşmasının -yani atarca olmalarının- nedenidir.

Kütle aktarımı yapan atarcaların elektromanyetik tayfın X-ışını bölgesindeki tipik ışınım güçleri $\sim 10^{35} - 10^{38}$ erg/s mertebelerinde olup bu ışımaların kaynağı olan kütle aktarımının oranı da $\sim 10^{-11} - 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$ aralığındadır. Bu kaynaklar, geçici ya da kalıcı olabilirler. Geçici kaynaklar arasında Tip I (genellikle her enberide düzenli tetiklenen) parlamalar ve/veya Tip II (daha seyrek ve düzensiz ama genellikle daha parlak ve uzun süren) parlamalar gösteren kaynaklar bulunmaktadır.

Kütle aktarımı hiç şüphesiz ki çift yıldız sistemlerinde bulunan nötron yıldızlarının "dışarıyla" (çevreleriyle) etkileşiminin birincil sürecidir. Kütle aktarımı, sadece X-ışını ışınım gücünün kaynağı değil aynı zamanda sistemin bileşenleri arasındaki açısal momentum aktarımının da kaynağıdır. Böylece, kütle aktarımı yapan bir atarcanın üzerine uygulanan kütle aktarımından kaynaklanan torklar, atarcanın kendi etrafında dönüş (spin) frekansının zaman içinde değişimine yol açar (örneğin bkz. Ghosh & Lamb (1979)).

Bu bildiriye konusu edilen iki kütle aktarımı yapan atarcadan ilki uzun yıllar gözlemleri yapılmış Gökada kaynağı GX 1+4'tür. İkinci kaynağa, Serim et al. (2017c) tarafından aksama yaptığı keşfedilen Küçük Macellan Bulutu'nda yer alan SXP 1062 isimli atarcadır.



Şekil 1. Üst panelde GX 1+4'ün tüm frekans zaman serisi gösterilirken kesikli çizgiler arasındaki bölgedeki ölçümlerin (alt panelde büyütülmüş hali görülmekte) küçük hatalı olanları RXTE-PCA gözlemlerinin analizi sonucunda elde edilmiştir (Bu şekil Serim et al. (2017b) referansından alınmıştır).

2 GX 1+4

2.1 Kaynak Hakkında

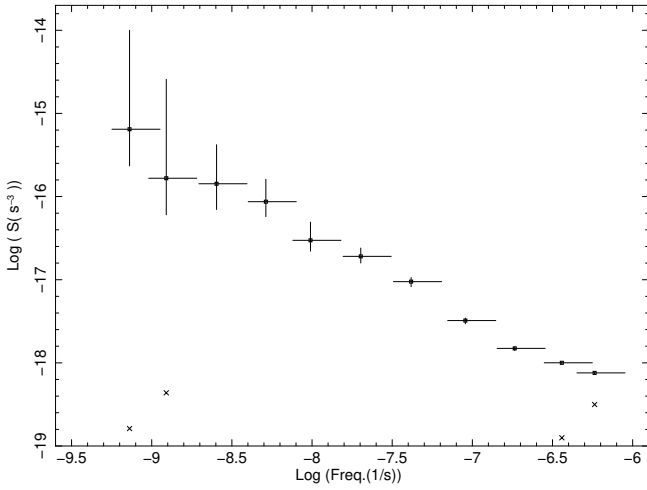
GX 1+4, 120 saniye civarında spin periyoduna sahip 1970'li yılların başlarından beri gözlenen bir kaynaktır (Lewin et al. 1971). 1970'lerden 1980'lerin başına kadar hızlanan (spin frekansı artan) kaynak bir süre gözlenemediği düşük ışınım gücü döneminin ardından 1980'lerin sonundan itibaren genellikle yavaşlamıştır (Makishima et al. 1988; González-Galán et al. 2012).

Bizden uzaklığı yaklaşık 4.3 kpc olarak kestirilen GX 1+4'ün optik bileşeni Roche yuvarını doldurmayan M6III tipi bir kırmızı dev yıldız olan V2116 Oph'dir (Hinkle et al. 2006). Optik bileşeni bilirse de GX 1+4'ün yer aldığı bu sistemin yörünge periyodu kesin olarak bilinmemektedir. Yörünge periyodu için önerilen iki değer X-ışını gözlemlerinden 304 gün (Braga et al. 2000) ve sert X-ışını (Hkiewicz et al. 2017) ile kızılötesi (Hinkle et al. 2006) gözlemlerinden de 1161 gün civarındadır.

GX 1+4, kütle aktarımı yapan atarcalar içinde simbiyotik X-ışını çiftinde yer aldığı tespit edilen ilk atarcadır (Corbet et al. 2008). Üstelik yine simbiyotik X-ışını çiftleri içinde radyo ışımaları yaptığı tespit edilen ilk kaynak da GX 1+4 sistemidir (van den Eijnden et al. 2018).

GX 1+4'ün yüzey dipol manyetik alanı için de iki kestirim vardır: Marjinal bir siklotron çizgisinden elde edilen $\sim 10^{12}$

* scinam@gmail.com



Şekil 2. GX 1+4 kaynağının frekans türevlerinin güç tayfı. Çarpı işaretli noktalar ölçümsel gürültü seviyesini belirtmektedir (Bu şekil Serim et al. (2017b) referansından alınmıştır).

Gauss (Cui & Smith 2004) ve standart disk kuramından elde edilen $\sim 10^{13} - 10^{14}$ Gauss (Ferrigno et al. 2007).

2.2 Güncel Zamanlama Sonuçları

GX 1+4 kaynağının RXTE-PCA ve CGRO-BATSE gözlem verilerinin analizine dayanan güncel çalışmalarda (Serim et al. 2017b,a) kaynakla ilgili yeni sonuçlar elde edilmiştir.

Bu sonuçların ilki kaynağın uzun dönemli spin frekans serisine yapılan katkıdır (bkz. Şekil 1). İkinci sonuç kırmızı gürültüyle uyumlu olduğu daha önce de ortaya konmuş olan spin frekans türevlerinin güç tayfının (yani tork gürültüsünün) 31 günden 44 yıla uzanan zaman ölçeğinde hesaplanmış olmasıdır (bkz. Şekil 2).

Ayrıca yine bu kaynak için ilk kez olarak spin frekans türeviyle X-ışını akısı arasında dönemsel ilinti ve ters ilinti olduğu ve bu ilinti ve ters ilintisi dönemlerinin değişiminin kaynağın önerilen yörünge periyotlarından biri olan 1104 gün civarında olmasıdır (bkz. Şekil 3)

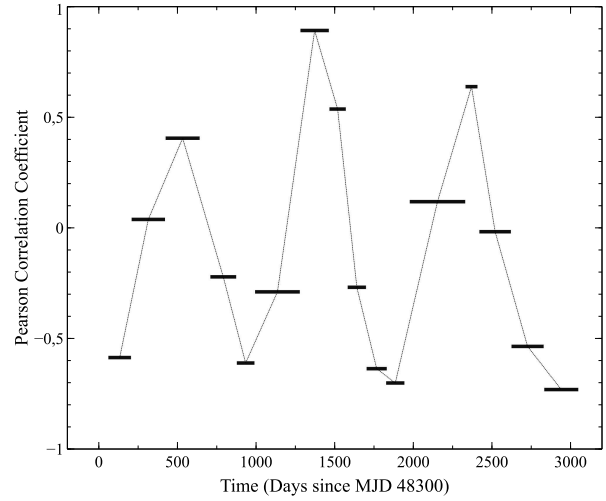
3 Aksamalar Hakkında Genel Bilgi ve SXP 1062 Kaynağında Keşfedilen Aksama

3.1 Aksamalara Genel Bakış

Şimdiye kadar sadece tek (izole) atarcalarda tork gürültüsü, yavaşlama oranı ve yavaşlamanın daha yüksek dereceli türevleri, atarca yaşı ve atarcanın dinamik yapısı hakkında temel bilgiler verirken; "aksama" (glitch) olarak adlandırılan frekanstaki ani sıçramalar bu kaynakların iç yapılarıyla ilgili ipuçları vermektedir.

Aksama, atarca uzun dönemli düzgün yavaşlamasını sürdürürken hızlı bir şekilde frekansının artışı (hızlanması) olarak kendini gösterir. Aksamalardaki tipik kesirsel frekans değişimleri $\sim 10^{-11} - 10^{-5}$ mertebesindeyken (Espinoza et al. 2011), kesirsel frekans türevi değişimleri ise $\sim 10^{-4} - 10^{-1}$ aralığındadır (Yu et al. 2013; Dib & Kaspi 2014).

Aksamayla ilgili yaygın kabul edilen kurama göre (örneğin bkz. Alpar et al. (1993)), kabuktaki normal maddeyle süperakışkan maddenin dönüşleri arasındaki bir gecikmeden kaynaklanır. Daha doğrusu, üzerine yavaşlatıcı tork etki eden kabuk yavaş-



Şekil 3. Frekans türevi ve akı arasındaki Pearson ilinti katsayısının değişimi. İlinti analizi $\sim 100 - 200$ gün uzunluğundaki CGRO-BATSE gözlem aralıkları için incelenmiştir (long intervals of CGRO-BATSE observations of GX 1+4. Bu şekil Serim et al. (2017b) referansından alınmıştır).

larken açısal momentumunu girdaplarla taşıyan süperakışkan madde hemen yavaşlamaz. Bu gecikme belli bir kritik değeri aşınca kabuğa raptiyelenmiş süperakışkan girdaplar buldukları konumdan dışarı (nötron yıldızı yüzeyine doğru) hızlıca hareket ederler. Böylece bu "gerginlik" sona erer. Bu süreç ise atarcanın frekansında ani bir sıçramaya sebep olur.

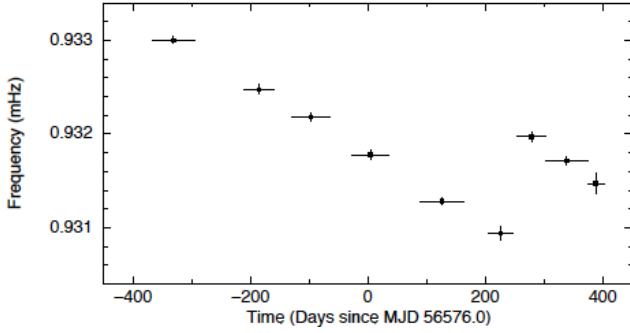
3.2 Kaynak Hakkında

Küçük Macellan Bulutu'nda yer alan SXP 1062 atarcası, keşfedildiğinde 1062s spin periyoduna sahipti (Hénault-Brunet et al. 2012). Kütle aktarımı yapan bu atarcanın yörünge periyodunun 656 gün civarında olduğu keşfedilmişti (Schmidtke et al. 2012). Yavaş bir atarca olmasına rağmen yaşı 10-40 kıyıl civarında olan SXP 1062, hem genç bir atarca olması hem de bir süpernova kalıntısı içinde yer almasıyla dikkat çekmektedir.

3.3 Keşfedilen Aksama

SXP 1062 atarcasının Serim et al. (2017c) tarafından keşfedilen aksaması, kütle aktarımı yapan atarcalar arasında ilk kez keşfedilen aksamaydı. Swift, XMM-Newton ve Chandra verilerinin analizi sonucunda elde edilen toplam 750 güne dağılan gözlemlerin dikkatli zamanlama analizi sonucunda elde edilen frekans zaman serisinde de bu aksama net olarak görülmektedir (bkz. Şekil 4).

Serim et al. (2017c), frekans serisindeki bu sıçramanın aksamadan başka bir açıklaması olamayacağını tartışmaktadır: Aksamanın olduğu dönemde X-ışını akısında anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (aksama öncesi gözlenen parlama ise böyle bir etki yaratamayacak niteliktedir). Bu durum, kütle aktarım oranının da önemli bir değişim göstermediğinin göstergesi olup kütle aktarımından kaynaklanan dış torklarda herhangi bir anlamlı artışın olması mümkün görülmemektedir.



Şekil 4. SXP 1062 kaynağının spin frekansı zaman serisi. Keşfedilen aksama net olarak görülebilmektedir (Bu şekil Serim et al. (2017c) referansından alınmıştır).

4 Tartışma

GX 1+4 ve SXP 1062 kaynakları ilginç zamanlama özelliklerini göstermiş iki kütle atarımı yapan atarcadır. Bilinen en eski X-ışını atarcalarından biri de olsa, GX 1+4 hem kısa hem de uzun dönemli zamanlama özellikleriyle ilgi çekici olmaya devam etmektedir. GX 1+4 kaynağının kütle aktarım kuramlarının anlaşılması ve geliştirilmesi için laboratuvar olma neiteliğini koruyacağını öngörmek hiç yanlış olmaz.

SXP 1062 kaynağıysa, gösterdiği emsalsiz aksamasıyla dik-katleri kendine çekmiştir. SXP 1062'nin yavaş ona rağmen genç olması ve radyo atarcalarına benzer şekilde düzgün yavaşlaması bu atarcayı gözleyebilmemizi mümkün kılmış olabilir. Gelecekte diğer kaynaklarda gözlenecek aksamalar, kütle aktarım yapan atarcaların iç yapılarına ışık tutmaya devam edecektir.

Kaynaklar

- Alpar M. A., Chau H. F., Cheng K. S., Pines D., 1993, *ApJ*, 409, 345
- Braga J., Pereira M. G., Jablonski F. J., 2000, in McConnell M. L., Ryan J. M., eds, American Institute of Physics Conference Series Vol. 510, American Institute of Physics Conference Series. pp 188–192 ([arXiv:astro-ph/9912519](https://arxiv.org/abs/astro-ph/9912519)), [doi:10.1063/1.1303200](https://doi.org/10.1063/1.1303200)
- Corbet R. H. D., Sokoloski J. L., Mukai K., Markwardt C. B., Tueller J., 2008, *ApJ*, 675, 1424
- Cui W., Smith B., 2004, *ApJ*, 602, 320
- Dib R., Kaspi V. M., 2014, *ApJ*, 784, 37
- Espinoza C. M., Lyne A. G., Stappers B. W., Kramer M., 2011, *MNRAS*, 414, 1679
- Ferrigno C., Segreto A., Santangelo A., Wilms J., Kreykenbohm I., Denis M., Staubert R., 2007, *A&A*, 462, 995
- Ghosh P., Lamb F. K., 1979, *ApJ*, 234, 296
- González-Galán A., Kuulkers E., Kretschmar P., Larsson S., Postnov K., Kochetkova A., Finger M. H., 2012, *A&A*, 537, A66
- Hénault-Brunet V., et al., 2012, *MNRAS*, 420, L13
- Hinkle K. H., Fekel F. C., Joyce R. R., Wood P. R., Smith V. V., Lebzelter T., 2006, *ApJ*, 641, 479
- İlkiewicz K., Mikołajewska J., Monard B., 2017, *A&A*, 601, A105
- Lewin W. H. G., Ricker G. R., McClintock J. E., 1971, *ApJL*, 169, L17
- Makishima K., et al., 1988, *Nature*, 333, 746
- Schmidtke P. C., Cowley A. P., Udalski A., 2012, *The Astronomer's Telegram*, 4596
- Serim M. M., Sahiner S., Cerri-Serim D., Inam S. C., Baykal A., 2017a, *arXiv e-prints*
- Serim M. M., Şahiner Ş., Çerri-Serim D., Inam S. Ç., Baykal A., 2017b, *MNRAS*, 469, 2509

Serim M. M., Şahiner Ş., Çerri-Serim D., Inam S. Ç., Baykal A., 2017c, *MNRAS*, 471, 4982

Yu M., et al., 2013, *MNRAS*, 429, 688

van den Eijnden J., Degenaar N., Russell T. D., Miller-Jones J. C. A., Wijnands R., Miller J. M., King A. L., Rupen M. P., 2018, *MNRAS*, 474, L91

Erişim:

O25-1650: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Toz Saçılma Halesi Kullanarak 4U 1630-47 Kaynağının Uzaklık Ölçümü

Emrah Kalemci¹★,

Thomas Maccarone, John Tomsick

¹Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul

Özet

Gökadamızın Norma kolunda yer alan kara delik kaynağı 4U1630-47, diğer bilinen kaynakların özelliklerinden farklı özellikler sergilemektedir. Bu farklılığın bir kısmının toz saçılma halesi etkisi olabileceği yazdığımız Chandra gözlem önerisinden elde ettiğimiz verinin analiz sonuçları tartışılacaktır. Kaynak ve aramızdaki toz bulutlarının dağılımını Chandra verisi ile beraber kullanarak yaptığımız modelleme sonucu kaynağın uzaklığı hassas bir şekilde belirlenebilmiştir. Bu metod özellikle belirgin toz bulutlarının arkasındaki başka kaynaklar için de kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: stars: black holes, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O25-1710: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Kütle Aktaran Nötron Yıldızlarının Yavaşlama Fazlarında Pervane ve Kütle Aktarım Torkları: PSR J1023+0038 Gözlemleriyle Test

Ünal Ertan¹★,

¹Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul

Özet

Geçişken milisaniye pulsarı (tMSP) PSR J1023+0038'in dönme yavaşlama oranı radyo pulsar (RMSP) ve X-ışını pulsarı (LMXB) dönemlerinde ölçülmüştür. Gözlenn tork RMSP-LMXB geçişinde sadece % 27 artış göstermiştir. Bu davranış, geleneksel modellerle açıklanamaz. Pervane fazı için Ertan (2017) çalışmasında hesaplanan iç disk yarıçapı tMSP'lerin aktarım/pervane geçiş gözlemleriyle tutarlı sonuçlar üretmektedir. Bu çalışmada, Ertan (2017)'de hesaplanan iç disk yarıçapını kullanarak hesaplanan manyetik torkların, RMSP-LMXB geçişi sırasındaki yavaşlama oranı ve eşlik eden X-ışını ışıma gücü değişimini birlikte üretebildiğini gösterdik. Modelde, LMXB fazında başlayan kütle aktarımının neden olduğu hızlanma torku, disk-yıldız etkileşimiyle üretilen yavaşlama torkuna göre çok zayıf kalmakta ve geleneksel modellerde beklenenin aksine tork değişiminde önemli bir etki yapmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: (stars:) pulsars: general, Sıkı Nesneler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O25-1730: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Disk Parçalanmasının Fiziği: Viskoz-Eğrilik Kararsızlığı: Viskoz-Eğrilik Kararsızlığı

Suzan Doğan^{1,2}★, Chris Nixon², Andrew R. King^{2,3,4}, Jim. E. Pringle⁵

¹ Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova, 35100, İzmir;

² Theoretical Astrophysics Group, Department of Physics and Astronomy, University of Leicester, Leicester, LE1 7RH, UK;

³ Anton Pannekoek Institute, University of Amsterdam, Science Park 904, 1098 XH Amsterdam, Netherlands;

⁴ Leiden Observatory, Leiden University, Niels Bohrweg 2, NL-2333 CA Leiden, Netherlands

⁵ Institute of Astronomy, Madingley Road, Cambridge, CB3 0HA, UK

Özet

Evrende pek çok astrofiziksel sistemde karşımıza çıkan toplanma diskleri çoğunlukla eğridir. Eğer diskin eğriliği yeterince büyükse, disk iki ya da daha fazla halkaya ayrılabilir. Bu çalışmada, 3-boyutlu hidrodinamik simülasyonlarda gözlenmiş olan ve alışlagelmış simetri varsayımlarının açıklamakta yetersiz kaldığı pek çok gözlemsel bulguya açıklama getirme potansiyeli taşıyan disk parçalanmasının ardında yatan fiziksel süreçler irdelenmiştir. Eğri diskler için kapsamlı bir kararsızlık analizi yapılmış ve *viskoz - eğrilik kararsızlığı* olarak isimlendirilen yeni bir kararsızlık formuna ulaşılmıştır. Kararsızlık, yoğunluğun ve eğriliğin anti-difüzyonu biçiminde karşımıza çıkmaktadır. Parçalanma süreci, diski oluşturan maddenin taşıdığı açısall momentumun doğrudan iptaline yol açarak toplanma oranlarında kaydadeğer bir artışa neden olması bakımından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: accretion, accretion discs, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

Maddenin merkezi bir gök cisimi etrafında spiral yörüngelerde dolanarak birikmesi sonucunda oluşan toplanma diskleri, evrende yıldız ve gezegenlerin oluştuğu sistemler, kataklizmik değişenler (CV), X-ışın çiftleri ve etkin gökada ötekleri (AGN) gibi pek çok sistemde karşımıza çıkan astrofiziksel yapılardır. Hem kuramsal modeller (Bate et al. 2010; Lucas et al. 2013; Lense and Thirring 1918; Papaloizou & Terquem 1995; Pringle 1996) hem de elde edilen gözlemsel bulgular (Heap et al. 2000; Katz 1973; Roberts 1974; Gerend & Boynton 1976; Margon 1984) disklerin çoğunun oluşum aşamasında ya da sonradan eğrilik kazandığına işaret emektedir. Eğri disklerin dinamiği iki farklı fiziksel süreç tarafından belirlenir (Papaloizou & Pringle 1983). Başka bir deyişle, diskin eğriliği iki yolla taşınabilir: (i) çalkantı viskozitesi kaynaklı difüzyon, (ii) basınç dalgaları. Difüzyonun baskın olması durumunda $\alpha > H/R$ dir. Burada α boyutsuz viskozite parametresi, H diskin basınç ölçek yüksekliği, R disk yarıçapıdır. Bu durumda eğrilik difüzyon yoluyla taşınır ve disk akışkanı difüzyon denkleminin uygun bir biçimde evrimleşir. Eğer $\alpha < H/R$ ise, disk dalga-benzeri (wave-like) rejimde demektir ve diskin eğriliği basınç dalgalarının yayılması yolu ile taşınır.

Son yıllarda toplanma disklerinin düz olduğu varsayımı bırakılarak yapılan simülasyonlar bazı kuramsal öngörülerini çürütecek yönde sonuçlar vermiştir. Örneğin, eğri bir diskin evrimine bakıldığında viskoz torklar sonucunda diskin zamanla eğriliğini kaybedip eninde sonunda düzleşmesi beklenirken hidrodinamik simülasyonlar durumu böyle olmayabileceği olasılığını ortaya koymuştur (Lodato & Price 2010). Kritik bir eğrilik değerine sahip bir toplanma diski zamanla birbirinden bağımsız devinen iki ya da daha fazla halkaya ayrılabilir. Belli bir eğrilik değerine sahip izole disklerin yanı sıra, dış tork etkisi altında presesyon hareketi yapan disklerin de eğrilik kazanıp birden fazla halkaya ay-

rılabileceği ve bu parçalanmanın açısall momentumun doğrudan iptaline yol açarak toplanma oranlarını kaydadeğer bir biçimde arttırabileceği 3-boyutlu ve yüksek çözünürlüklü simülasyonlarla gösterilmiştir (Doğan et al. 2015). Disklerde parçalanma sürecini disk kararsızlıklarıyla ilişkilendirmek bu çalışmanın amacı olmuştur.

Bu çalışmada, herhangi bir dış tork etkisi altında olmayan, izole eğri diskler için kapsamlı bir kararsızlık analizi yapılmıştır. Tedirginliklerin evrimini veren dağılıma bağıntısı elde edilmiş, bu bağıntının analitik çözümünden disklerin parçalanma kriterine ulaşılmıştır. Kararsızlık koşulu disk parçalanmasının ardında yatan fiziksel süreçlerin irdelenmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca kararsızlığın büyüme oranları ve kritik eğrilik değerleri hesaplanmıştır.

2 Eğri Diskler için Kararsızlık Analizi

2.1 Evrim eşitlikleri ve dağılıma bağıntısı

Eğriliğin difüzyon yoluyla taşındığı izole eğri disklerin evrimini betimleyen eşitlikler

$$\frac{\partial \Sigma}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \bar{v} \Sigma) = 0, \quad (1)$$

ile verilen süreklilik eşitliği ve

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (\Sigma r^2 \Omega \ell) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (\Sigma \bar{v}_r r^3 \Omega \ell) = \\ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (Q_1 \Sigma c_s^2 r^2 \ell) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (Q_2 \Sigma c_s^2 r^3 \frac{\partial \ell}{\partial r}) \\ + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (Q_3 \Sigma c_s^2 r^3 \ell \times \frac{\partial \ell}{\partial r}) \end{aligned} \quad (2)$$

ile verilen açısall momentumun korunumu eşitliğidir. Burada Σ yüzey yoğunluğu, \bar{v} ortalama radyal hız, $h(r) = r^2 \Omega$ özgül açısall momentum, ℓ eğrilik vektörü, Q_i boyutsuz tork katsayılarını temsil etmektedir. Q_1 azimutal viskoz tork bileşenini ifade et-

★ suzan.dogan@ege.edu.tr

mehtedir. Q_2 viskoz torkun dikine bileşenini temsil eder ve disk eğriliğinin difüzyonundan sorumludur. Q_3 ise eğri diskte birbirine göre eğik halkaların yalpalamasına neden olan torku ifade eder. İç tork bileşenlerini

$$g_i = Q_i(\alpha, \alpha_b, q, |\psi|)\Sigma c_s^2 r^2 \quad (3)$$

biçiminde tanımlarsak (2) nolu eşitliği bu bileşenler cinsinden yazabiliriz:

$$h \frac{\partial}{\partial t}(\Sigma \ell) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[g_1 \ell + g_2 r \frac{\partial \ell}{\partial r} + g_3 r \ell \times \frac{\partial \ell}{\partial r} - \left(\frac{\partial g_1}{\partial r} - \frac{g_2 |\psi|^2}{r} \right) \frac{h}{h'} \ell \right]. \quad (4)$$

(4) nolu eşitliğin tedirgin edilmiş hali

$$h \frac{\partial}{\partial t}(\delta \Sigma \ell + \Sigma \delta \ell) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[\delta g_1 \ell + g_1 \delta \ell + \delta g_2 r \frac{\partial \ell}{\partial r} + g_2 r \frac{\partial \delta \ell}{\partial r} + \delta g_3 r \ell \times \frac{\partial \ell}{\partial r} + g_3 r \delta \ell \times \frac{\partial \ell}{\partial r} + g_3 r \ell \times \frac{\partial \delta \ell}{\partial r} - \left(\frac{\partial \delta g_1}{\partial r} - \frac{\delta(g_2 |\psi|^2)}{r} \right) \frac{h}{h'} \ell - \left(\frac{\partial g_1}{\partial r} - \frac{g_2 |\psi|^2}{r} \right) \frac{h}{h'} \delta \ell \right]. \quad (5)$$

olarak elde edilir. Burada tedirgin edilmiş nicelikler

$$\delta g_i = \frac{\partial g_i}{\partial \Sigma} \delta \Sigma + \frac{\partial g_i}{\partial |\psi|} \delta |\psi| \quad (6)$$

ve

$$\delta |\psi| = \frac{r^2}{|\psi|} \frac{\partial \ell}{\partial r} \cdot \frac{\partial \delta \ell}{\partial r} \quad (7)$$

ve $\ell \cdot \delta \ell = 0$ olarak tanımlanır. Tedirginliklerin

$$\exp \left(-i \int \omega dt + i \int k dr \right) \quad (8)$$

formunda yayıldığını kabul ediyoruz. Burada ω dalga frekansı, k dalgasayıdır. Cebirsel işlemler sonucunda (5) eşitliğinin bileşenleri

$$-i \omega h r \delta \Sigma = k^2 \frac{h}{h'} \delta g_1 \quad (9)$$

$$-i \omega h r \Sigma \delta m = i k |\psi| \delta g_2 - k^2 g_2 r \delta m + k^2 g_3 r \delta n - i k |\psi| \frac{h}{r h'} \delta g_1 \quad (10)$$

$$-i \omega h r \Sigma \delta n = i k |\psi| \delta g_3 - k^2 g_2 r \delta n - k^2 g_3 r \delta m \quad (11)$$

biçiminde elde edilir. Burada $\delta |\psi| = i k r \delta m$ dir. δg_i 'nin $\delta \Sigma$ ve $\delta |\psi|$ cinsinden ve $\delta |\psi|$ 'nin δm cinsinden yazılması ile aşağıdaki

dağılıma bağıntısına ulaşılır:

$$s^3 - s^2 \left[a Q_1 - 2 Q_2 + |\psi| (a Q'_1 - Q'_2) \right] - s \left[2 a Q_1 Q_2 - Q_2^2 - Q_3^2 + |\psi| (a Q_1 Q'_2 - Q_2 Q'_2 - Q_3 Q'_3) \right] - a \left[Q_1 (Q_2^2 + Q_3^2) + |\psi| (Q_1 Q_2 Q'_2 - Q'_1 Q_2^2 + Q_1 Q_3 Q'_3 - Q'_1 Q_3^2) \right] = 0. \quad (12)$$

Burada Q_i üzerindeki üs $|\psi|$ 'ye göre türevi temsil etmektedir. $a = h/r h' = d \ln r / d \ln h = 1/(2 - q) = 2$ (Kepler diski için $q = 3/2$) ve s

$$s = -\frac{i \omega}{\Omega} \left(\frac{\Omega}{c_s k} \right)^2, \quad (13)$$

ile tanımlanır. $\Re[s]$ boyutsuz büyüme oranına karşılık gelmektedir. $\Re[s] > 0$ ise tedirginliklerin genliği zamanla büyür, $\Re[s] < 0$ ise tedirginlikler zamanla sönümlenir.

2.2 Kararsızlık Koşulu

(12) ile verilen dağılıma bağıntısının indirgenmiş çözümü

$$s_{\pm}(Q_1, Q_2) = \frac{1}{2} \left[a(Q_1 + Q'_1 |\psi|) - (Q_2 + Q'_2 |\psi|) \right] \pm \left\{ \left[a(Q_1 + Q'_1 |\psi|) - (Q_2 + Q'_2 |\psi|) \right]^2 + 4a \left[(Q_1 Q_2 + (Q_1 Q'_2 - Q'_1 Q_2) |\psi|) \right] \right\}^{1/2} \quad (14)$$

şeklinde elde edilir¹. Bu kökleri oluşturan terimler ayrı ayrı irdelendiğinde kararsızlığın doğasına ilişkin önemli bilgiler türetilir. Buna göre, eğer

$$\left[a \frac{\partial}{\partial |\psi|} (Q_1 |\psi|) - \frac{\partial}{\partial |\psi|} (Q_2 |\psi|) \right] > 0, \quad (15)$$

ise disk kararsızdır. Eğer

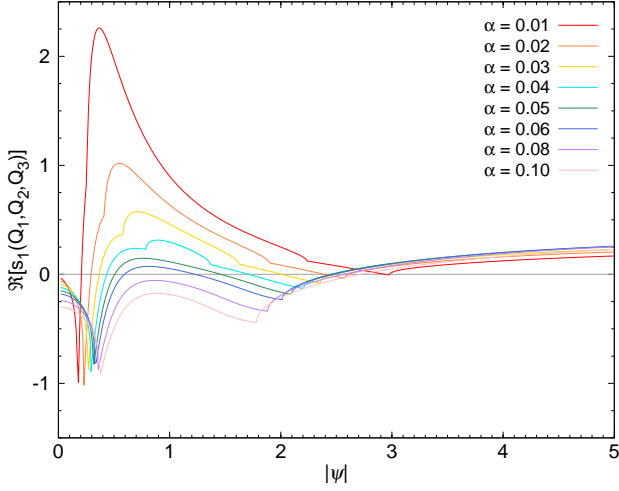
$$\left[a \frac{\partial}{\partial |\psi|} (Q_1 |\psi|) - \frac{\partial}{\partial |\psi|} (Q_2 |\psi|) \right] < 0, \quad (16)$$

ve

$$4a \left[(Q_1 Q_2 + (Q_1 Q'_2 - Q'_1 Q_2) |\psi|) \right] > 0, \quad (17)$$

ise disk kararsızdır. Bu eşitliklerde Q_1 içeren terim yoğunluğun, Q_2 içeren terim ise eğriliğin evrimini ifade etmektedir. Buna göre kararsızlık, yoğunluğun ve eğriliğin anti-difüzyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yoğunluğun anti-difüzyonu daha önce Lightman & Eardley (1974) tarafından ortaya konmuş olan viskoz kararsızlığa karşılık gelir. Bu kararsızlık sonucunda disk maddesi yoğunluğun fazla olduğu bölgelerde daha fazla toplanır, diski oluşturan halkalar arasındaki yoğunluk kontrastı artar ve disk parçalanır. Eğriliğin anti-difüzyonu ise, eğriliğe ilişkin difüzyon katsayısının eğriliğin en yüksek olduğu bölgede maksimum olmamasından kaynaklanır. Böylelikle kararsızlık durumunda disk halkaları arasındaki eğrilik kontrastı artar ve disk parçalanır. Böylelikle Lightman & Eardley (1974) tarafından düz diskler için ortaya konulmuş olan klasik viskoz kararsızlığı

¹ Tam çözümler için bkz. Doğan et al. (2018)



Şekil 1. Farklı viskozite parametreleri için kararsızlığın boyutsuz büyüme oranları $|\psi|$ 'nin fonksiyonu olarak gösterilmektedir. Gri çizgi sıfır değerini belirtmek için kullanılmıştır.

eğri diskler için genelleştirilmiştir. İndirgenmiş ve tam kararsızlık koşulu Doğan et al. (2018) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir.

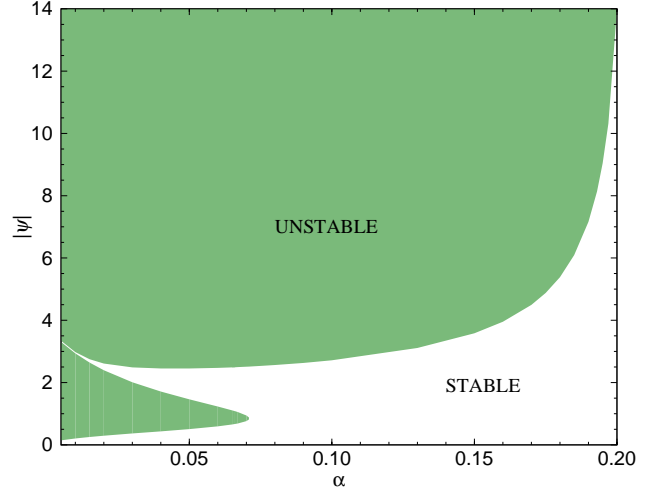
2.3 Kararsızlığın Büyüme Oranları ve Kritik Eğrilikler

Farklı viskozite değerlerine sahip diskler için kararsızlığın büyüme oranları eğrilik bir fonksiyonu olarak hesaplanmış ve çözümler Şekil 1 de sunulmuştur. Kararsızlığın büyüme oranları indirgenmiş kararsızlık koşulu ifadeleriyle uyumlu bir biçimde iki farklı terim tarafından belirlenmektedir. Bunlardan ilki ve baskın olanı Q_2 terimidir ki bu kısım eğrilik anti-difüzyonunu temsil etmektedir. İkincisi ise Q_1 terimidir ve bu kısım yoğunluğun anti-difüzyonunu temsil etmektedir. Büyüme oranları düşük viskoziteli diskler için daha yüksek çıkmaktadır. Düşük viskoziteli disklerin daha kararsız bir yapı sergilemesi beklenen bir sonuçtur. Kararsızlık, dinamik zaman ölçeği mertebesinde oluşmaktadır.

α parametresinin 0.01 ile 0.2 aralığındaki tüm değerleri için boyutsuz tork katsayıları ve türevleri hesaplanmış, dağılma bağıntısının sayısal çözümleri yapılmış ve her α değeri için disk kararsız kılan kritik eğrilik değeri hesaplanmıştır. Böylece $(\alpha, |\psi|)$ parametre uzayında disklerin kararlı ve kararsız olduğu bölgeler belirlenmiştir. Bu bölgeler Şekil 2 de görülmektedir. Herhangi bir viskozite değeri için her zaman disk kararsız kılan bir kritik eğrilik değerinin bulunabileceği sonucuna varılmıştır. Bu grafik belli bir viskozite ve eğrilikçe sahip bir diskin bütünlüğünü koruyup koruyamayacağı ve parçalanmaya karşı kararlı mı kararsız mı olacağı konusunda öngörde bulunmamızı mümkün kılmaktadır. Grafikte dikkat çeken noktalardan biri kararsızlığın (yeşil alanlar) iki ayrı bölgede görülüyor oluşudur. Çözümler üzerinde yapılan analizler, bu bölgelerden küçük olanının viskoz torkların dikine bileşeni (Q_2), büyük olanın ise viskoz torkların azimutal bileşeni (Q_1) tarafından yönetildiğini göstermiştir.

3 Sonuçlar

Bu çalışma ile klasik viskoz kararsızlık eğri diskler için genelleştirilmiş ve *viskoz-eğrilik kararsızlığı* olarak isimlendirdiğimiz yeni bir kararsızlık biçimi keşfedilmiştir. Kararsızlık, yoğunluğun ve eğrilik viskoz anti-difüzyonu olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2. $(\alpha, |\psi|)$ parametre uzayında kararlı (beyaz) ve kararsız (yeşil) bölgeler. Farklı viskozite parametreleri için kritik eğrilik değerleri görülmektedir.

Böylelikle, daha önce 3-boyutlu hidrodinamik simülasyonlarda gözlenmiş olan, toplanma oranlarını dramatik bir biçimde değiştiren ve kısa zaman ölçeklerinde gözlenebilir özellikleri açıklama potansiyeli taşıyan disk parçalanmasının ardında yatan fiziksel süreç ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma 117F280 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Bate, M. R., Lodato, G., & Pringle, J. E.: Chaotic star formation and the alignment of stellar rotation with disc and planetary orbital axes. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **401** (2010) 1505–1513
- Doğan, S., Nixon, C. J., King, A. R., & Pringle, J. E.: Instability of warped discs. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **476** (2018) 1519–1531
- Doğan, S., Nixon, C., King, A., & Price, D. J.: Tearing up a misaligned accretion disc with a binary companion. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **449** (2015) 1251–1258
- Gerend, D., & Boynton, P. E.: Optical clues to the nature of Hercules X-1/HZ Herculis. *Astrophysical Journal* **209** (1976) 562–573
- Heap, S. R., Lindler, D. J., Lanz, T. M., et al.: Space Telescope Imaging Spectrograph Coronagraphic Observations of β Pictoris. *Astrophysical Journal* **539** (2000) 435–444
- Katz, J. I.: Thirty-five-day Periodicity in Her X-1. *Nature Physical Science* **246** (1973) 87–89
- Lucas, W. E., Bonnell, I. A., Davies, M. B., & Rice, W. K. M.: Misaligned streamers around a Galactic Centre black hole from a single cloud's infall. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **433** (2013) 353–365
- Lense, J. and Thirring, H.: Über den Einfluß der Eigenrotation der Zentralkörper auf die Bewegung der Planeten und Monde nach der Einsteinschen Gravitationstheorie. *Physikalische Zeitschrift* **19** (1918) 156
- Lightman, A. P., & Eardley, D. M.: Black Holes in Binary Systems: Instability of Disk Accretion. *Astrophysical Journal* **187** (1974) L1
- Lodato, G., & Price, D. J.: On the diffusive propagation of warps in thin accretion discs. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **405** (2010) 1212–1226

- Margon, B.: Observations of SS 433. Annual review of astronomy and astrophysics **22** (1984) 507–536
- Papaloizou, J. C. B., & Terquem, C.: On the dynamics of tilted discs around young stars. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **274** (1995) 987–1001
- Papaloizou, J. C. B., & Pringle, J. E.: The time-dependence of non-planar accretion discs. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **202** (1983) 1181
- Pringle, J. E.: Self-induced warping of accretion discs. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **281** (1996) 357-361
- Roberts, W. J.: A slaved disk model for Hercules X-1. Astrophysical Journal, **187** (1974) 575 - 584

Erişim:

O25-1750: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

İki Yakın Sarmal Galakside X-ışın Kaynak Popülasyonunun Araştırılması

Sinan Allak^{1,2,*}, Aysun Akyüz², Eda Sonbaş³, Kalvir S Dhuga⁴

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

² Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana

³ Adıyaman Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adıyaman

⁴ George Washington Üniversitesi, Fizik Bölümü, Washington, DC 20052, ABD

Özet

Bu çalışmada, NGC 925 ve NGC 4625 yakın sarmal galaksilerinde XMM-Newton ve Chandra X-ışın uydu gözlemleri ile Aşırı Parlak X-ışın kaynaklarının dışında ilk kez belirlenen X-ışın kaynaklarının ($L_x > 10^{38}$ erg s^{-1}) tayfsal ve zamansal özellikleri incelenmiştir. Her iki uydunun arşiv verileri kullanılarak yapılan analizlerde belirlenen ayrık X-ışın kaynakları genel olarak, Aşırı parlak X-ışın kaynakları ve X-ışın çiftleri olarak sınıflandırılabilir. Bu kaynakların X-ışın tayflarına en iyi uyum veren modeller belirlenerek olası ışın mekanizmaları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: X-rays: general, Sıkı Nesnel

1 Giriş

Önceki X-ışın uydularına göre çok daha iyi enerji ve açısal çözünürlüğe sahip XMM-Newton ve Chandra uyduları, yakın galaksilerden algılanan X-ışın yayınının doğasının anlaşılmasında önemli katkılar sağlamaktadır. Bir dizi ayrık (discrete) kaynağın yaydığı toplam ışın, sıcak yıldızlararası gazın ve olası bir aktif galaktik çekirdeğin (AGN) yakın galaksilerden gözlenen X-ışın yayınının bileşenlerini oluşturmaktadır (Fabbiano 1989). Ayrıntılı çalışılan yakın galaksilerde; Örneğin M 31 (Pietsch 2005), M 81, M 101 (Pence ve ark. 2001) ve NGC 4395 (Akyuz ve ark. 2013) galaksilerdeki kaynaklar: X-ışın Çiftleri (X-ray Binaries), Süpernova Kalıntıları (SNRs), Aşırı Parlak Işın Kaynakları (Ultraluminous X-ray Sources; ULXs) ve Aşırı Yumuşak Kaynaklar (Supersof Sources) olarak sınıflandırılabilir. XRBs ışıtmaları 10^{32} erg s^{-1} ile Eddington ışıtması (1.3×10^{38} M/M_⊙) arasındadır.

2 Gözlemler ve Analizler

Bu çalışmada, uzaklığı 8.5 Mpc olan NGC 925 ve uzaklığı 8.2 Mpc olan NGC 4625 galaksileri için XMM-Newton (0.1-15 keV) ve Chandra (0.1 – 10 keV) verileri kullanılmıştır (Çizelge 1). Çizelge 1’de, her iki galaksinin X-ışın gözlemleri gösterilmiştir. Bu çizelgede; birinci sütun galaksi adı, ikinci sütun gözlem zamanı, üçüncü sütun gözlem numarasını ve dördüncü sütunda poz süreleri verilmiştir.

XMM-Newton verilerinin analizi için *XMM Newton Science Analysis System (SAS) ver 17.0*, Chandra verilerinin analizleri için ise *Chandra Interactive Analysis of Observations (CIAO) 4.10 and CALDB 4.7.9* yazılımları kullanılmıştır. XMM-Newton verileri ile, X-ışın kaynakları 0.3 - 10 keV enerji aralığında SAS programının *edetect-chain* taskı kullanılarak tespit edilmiştir. Chandra verileri için 0.3 – 10 keV enerji aralığında CIAO programının *wavdetect* taskı kullanılmıştır. Buna göre; NGC 925 için, XMM-Newton *EPIC pn* ve *mos* verilerinden 11, Chandra *ACIS-S* verilerinden 5 ve NGC 4625 için ise Chandra

Çizelge 1. NGC 925 ve NGC 4625 gözlemleri

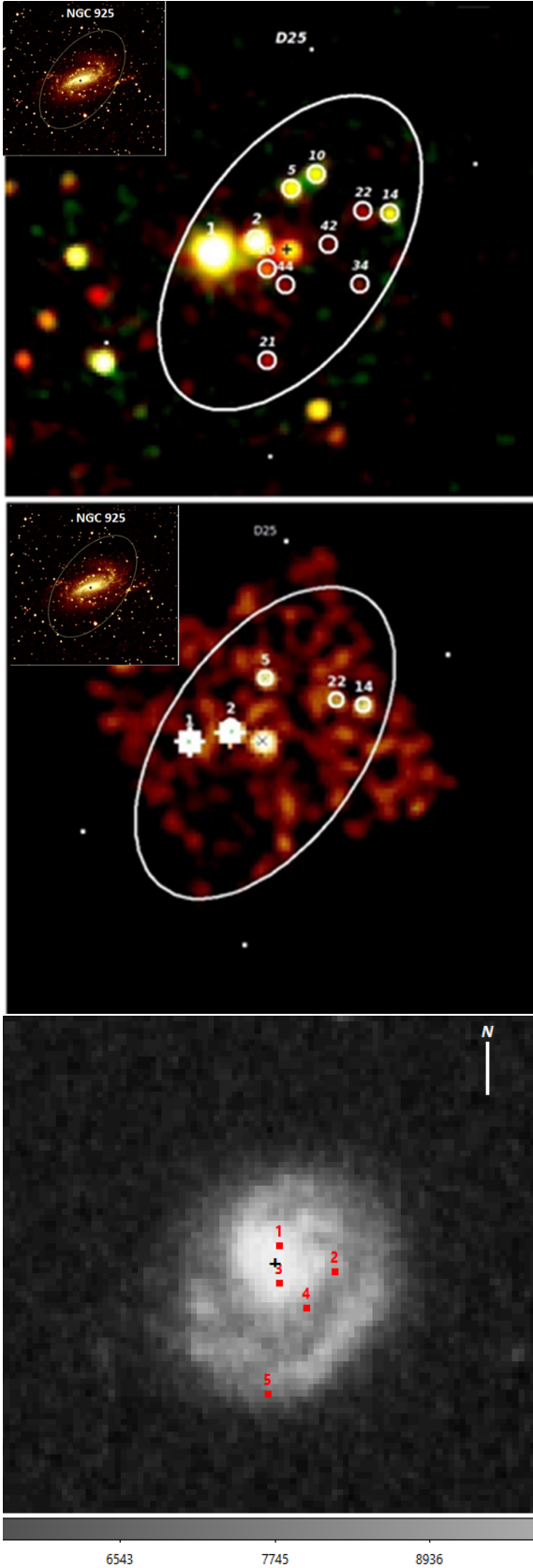
Galaksi ve Veri	Tarih	Gözlem No.	Poz S. (s)
NGC 925 XMM-Newton	2017-01-19	0784510301	50
NGC 925 Chandra	2005-11-19	7104	2.24
NGC 4625 Chandra	2006-02-08	7098	1.74
NGC 4625 Chandra	2008-03-05	9549	58.1

ACIS-S verisinden 5 noktasal X-ışın kaynağı tespit edilmiştir. XMM-Newton ve Chandra verileri ile NGC 925 galaksisinde D_{25} alanı içinde belirlenen kaynaklar ve NGC 4625 galaksisinde tespit edilen kaynaklar bu galaksinin DSS optik görüntüsü üzerinde Şekil 1’de gösterilmiştir. Belirlenen kaynakların numaraları ve koordinatları ile birlikte Çizelge 2, 3 ve 4’de verilmiştir.

2.1 Tayfsal Analiz

XMM-Newton ve Chandra verilerinin X-ışın tayfsal analizleri *XSPEC ver 12.10* programı ile yapılmıştır. NGC 925 için XMM-Newton verileri ile 6, Chandra verileri ile de sadece 1 kaynağın tayfsal analizleri yapılabilmektedir. Diğer kaynakların tayfsal analizleri için yeterli veri bulunmamaktadır. Verilere en iyi uyum veren modeller *Power Law (PL)* ve *DISKBB* olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Elde edilen model parametreler Çizelge 5, 6 ve 7’de verilmiştir. X-ışın enerji tayfları elde edilemeyen kaynaklar (21, 22, 34, 42 ve 44 no’lu kaynaklar) için tayfsal parametreler, sayı oranı (count rate) ile hesaplanmıştır (Mateos ve ark. 2009). Chandra verilerinin tayfsal parametreleri için *CIAO srflux* taskı kullanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 6 ve Çizelge 7’de gösterilmiştir. İstatiksel olarak zayıf XMM-Newton kaynaklarının ışınımsal sınıflandırılması için Hardness Ratio (Sertlik oranı) 0.2 - 0.5 keV, 0.5 - 1 keV, 1 - 2 keV, 2 - 4.5 keV ve 4.5-12 keV enerji bandları için hesaplanmıştır. Bu oran değerleri ile kaynakların sınıflandırılması için (Ducci ve ark. 2013) çalışmasındaki grafikler kullanılarak, belirlediğimiz kaynaklar bu grafikler üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3).

* sinan.allak@hotmail.com



Şekil 1. NGC 925 XMM-Newton (üst panel), Chandra (orta panel) ve NGC 4625 optik (alt panel) X-ışın kaynakları gösterilmiştir.

Çizelge 2. XMM-Newton gözlemlerinden NGC 925' de belirlenen X-ışın kaynakları

Kaynak No.	RA (deg)	Dec (deg)
1	36.864	33.578
2	36.838	33.583
5	36.820	33.609
10	36.805	33.616
14	36.762	33.597
20	36.834	33.570
21	36.833	33.526
22	36.778	33.598
34	36.780	33.563
42	36.798	33.582
44	36.823	33.562

Çizelge 3. Chandra gözlemlerinden NGC 925' de belirlenen X-ışın kaynakları

Kaynak No.	RA (deg)	Dec (deg)
1	36.864	33.578
2	36.838	33.583
5	36.820	33.609
14	36.762	33.597
22	36.778	33.598

Çizelge 4. Chandra gözlemlerinden NGC 4625' de belirlenen X-ışın kaynakları

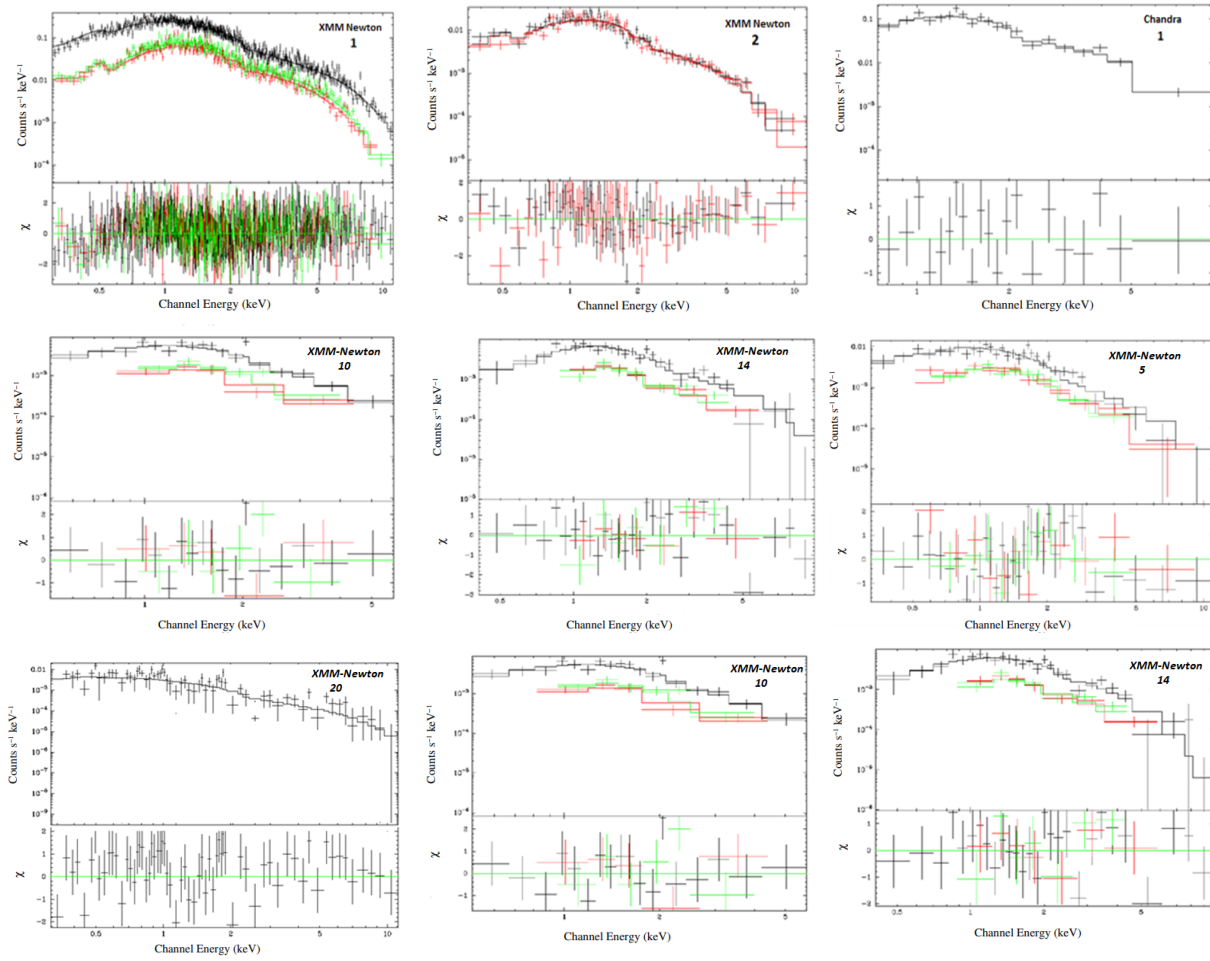
Kaynak No.	RA (deg)	Dec (deg)
1	190.469	41.275
2	190.463	41.273
3	190.469	41.272
4	190.466	41.270
5	190.470	41.263

2.2 Kısa Dönemli Değişim Analizi

Galaksilerde belirlediğimiz kaynakların kısa dönem değişikliklerini belirlemek için χ^2 testi kullanılmıştır. χ^2 testi ile P(var) olasılık değerleri birlikte elde edilerek; P (var) %95 değeri değişkenlik limiti olarak alınmıştır. Bu analiz için, NGC 4625 verileri yetersiz olduğundan sadece NGC 925'in XMM-Newton verileri kullanılmıştır. Kısa dönem değişim gösterdiği kabul edilen kaynaklar ve olasılık değerleri Çizelge 8' de gösterilmiştir.

3 Sonuçlar ve Tartışma

XMM-Newton ve Chandra verileri kullanılarak; NGC 925 ve NGC 4625 galaksilerinde, galaksi merkezinde bulunmayan, ayırık noktasal X-ışın kaynakları için analiz sonuçları sunulmuştur. NGC 925 ve NGC 4625 için; ilk defa X-ışın kaynak popülasyonu çalışması yapılmıştır. NGC 925 için, D_{25} alanı içinde toplam noktasal 11 kaynak tespit edilmiştir. Bu kaynaklardan sadece 6'sının tayfi alınmıştır. Bu kaynaklar için en iyi model unabsorbed PL modeli ile elde edilirken, 10 ve 14 no'lu kaynaklar hem PL hem de *DISKBB* modeline uyum göstermiştir. Bu kaynakların (1 ve 2 no'lu kaynaklar hariç) ısıtma değerleri $(1-6) \times 10^{38}$ erg s^{-1} aralığında olduğu tespit edilmiştir. χ^2 istatistiği uygulanarak kısa dönem değişimleri araştırılmış ve 4 kaynağın kısa dönemli değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sertlik oran değerlerine göre 21 no'lu kaynak SNR özelliği göstermektedir. Sertlik



Şekil 2. NGC 925 galaksisi için, verilere en iyi uyum gösteren modeller. Sondan ilk iki grafik *DISKBB* modeli, diğer tüm grafikler *PL* modeli ile elde edilmiştir. Siyah, yeşil ve kırmızı sırasıyla *EPIC-pn*, *EPIC-mos1* ve *EPIC-mos2* verilerini göstermektedir. 20 no'lu kaynak için *mos1* ve *mos2* verileri yetersiz olduğundan sadece *pn* verisi kullanılmıştır.

oran değerlerine göre kaynakların genelde soft (yumuşak) ışıma özelliği gösteren XRBs olduğu tahmin edilmektedir.

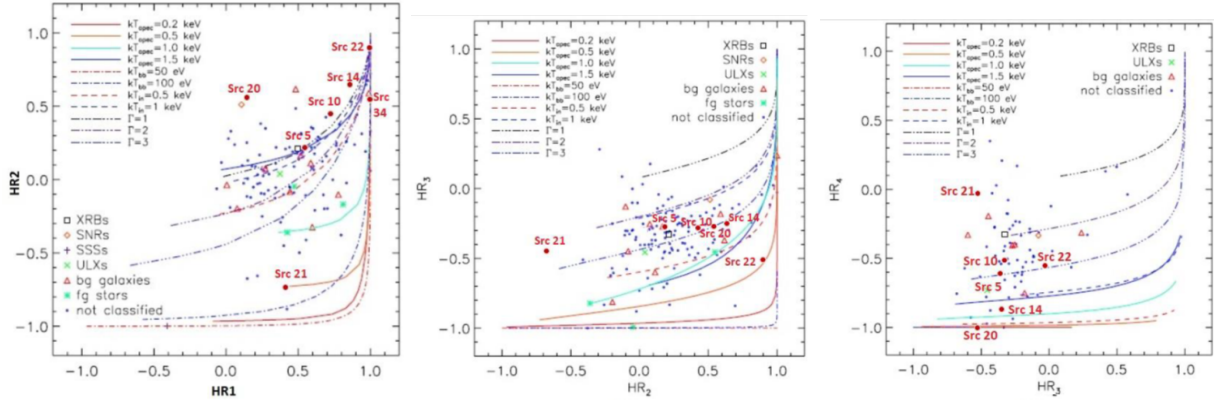
NGC 4625 için, D_{25} alanı içinde 5 noktasal kaynak tespit edilmiştir. Veri kalitesi istatistiksel olarak yeterli olmadığından analizler için uygun modeller elde edilememiştir. Bu kaynaklar sınıflandırılmamıştır. Bu kaynakların ışıma değerleri $(0.1-1.2) \times 10^{38}$ erg s^{-1} aralığında hesaplandığından çok genel olarak XRBs sınıfına dahil edilebilirler. ULX Kataloğunda yer alan (Swartz ve ark. 2018) 1 no'lu kaynağın ışımasının beklenen bu sınıfın ışıma değerinden ($L_x > 10^{39}$ erg s^{-1}) yaklaşık 10 kat daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumda geçici (transient) kaynak özelliği gösteren bir ULX olma olasılığı ortaya çıkmıştır. Bu kaynağın geçici özelliği gösteren bir ULX olma ihtimali oldukça yüksektir. Belirlediğimiz kaynakların ışıma mekanizmaları ve belirgin sınıflandırmaları için daha fazla veriye ve özellikle çoklu dalga boyu (optik, kızıl-öte) gözlem verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 117F115 no'lu proje ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Akyuz, A.; Kayaci, S.; Avdan, H.; Ozel, M. E.; Sonbas, E.; Balman, S.: XMM-Newton Observations of Luminous Sources in Nearby Galaxies NGC 4395, NGC 4736, and NGC 4258. *The Astronomical Journal*, Volume 145, Issue 3, article id. 67,19 pp.
- Ducci, L.; Sasaki, M.; Haberl, F.; Pietsch, W.: X-ray source population study of the starburst galaxy M 83 with XMM-Newton. *Astronomy Astrophysics*, Volume 553, id.A7, 19 pp.
- Fabbiano, G. : X rays from normal Galaxies. *Annual review of astronomy and astrophysics*. Volume 27 (A90-29983 12-90). Palo Alto, CA, Annual Reviews, Inc., 1989, p. 87-138.
- Mateos, S.; Saxton, R. D.; Read, A. M.; Sembay, S.: Statistical evaluation of the flux cross-calibration of the XMM-Newton EPIC cameras. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 496, Issue 3, 2009, pp.879-889
- Pence, W. D.; Snowden, S. L.; Mukai, K.; Kuntz, K. D.: Chandra X-Ray Sources in M101. *The Astrophysical Journal*, Volume 561, Issue 1, pp. 189-202.
- Pietsch, W. : An X-ray source population study of the Andromeda galaxy M 31. eprint arXiv:astro-ph/0511022.
- Swartz, Douglas A.; Soria, Roberto; Tennant, Allyn F.; Yukita, Miho: A Complete Sample of Ultraluminous X-ray Source Host Galaxies. *The Astrophysical Journal*, Volume 741, Issue 1, article id. 49, 10 pp.



Şekil 3. NGC 925 galaksisinde XMM-Newton gözlemlerinden belirlenen X-ışın kaynakların (kırmızı) sertlik oranlarının (Ducci ve ark. 2013) çalışmasında verilen grafikler üzerinde gösterimi.

Çizelge 5. NGC 925'de bulunan kaynakların en iyi uyum veren model parametreleri

Kaynak	N_{H} 10^{22} cm^{-2}	Γ	χ^2/dof	L_{X} $10^{38} \text{ erg s}^{-1}$
XMM Newton Kaynakları				
tbabs x powerlaw				
1	$0.23^{+0.05}_{-0.06}$	$1.84^{+0.01}_{-0.01}$	1079.5/997	$200^{+0.06}_{-0.08}$
2	$0.24^{+0.02}_{-0.03}$	$2.18^{+0.17}_{-0.14}$	136.83/124	$30.1^{+0.02}_{-0.08}$
5	$0.26^{+0.04}_{-0.05}$	$2.36^{+0.17}_{-0.15}$	48.61/54	$5.50^{+0.02}_{-0.03}$
10	$0.42^{+0.08}_{-0.05}$	$2.28^{+0.20}_{-0.15}$	26.42/29	$3.20^{+0.02}_{-0.03}$
14	$0.45^{+0.07}_{-0.05}$	$2.18^{+0.17}_{-0.15}$	36.71/42	$6.20^{+0.02}_{-0.03}$
20	$0.08^{+0.06}_{-0.05}$	$1.96^{+0.35}_{-0.31}$	68.29/65	$1.20^{+0.03}_{-0.03}$
Chandra Kaynakları				
tbabs x powerlaw				
1	$0.30^{+0.09}_{-0.07}$	$1.74^{+0.17}_{-0.15}$	15.8/21	$210.6^{+0.01}_{-0.03}$
XMM Newton Kaynakları				
tbabs x diskbb				
10	$0.17^{+0.05}_{-0.03}$	$1.01^{+0.10}_{-0.08}$	23.83/29	$4.45^{+0.04}_{-0.05}$
14	$0.20^{+0.04}_{-0.05}$	$1.16^{+0.10}_{-0.15}$	30.14/42	$5.38^{+0.02}_{-0.03}$

Erişim:

O25-1810: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Çizelge 6. NGC 925 galaksisinde sayı oran değeri ile akı ve ısıtma değeri belirlenen X-ışın kaynakları

Kaynak	Flux $10^{-14} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	L_{X} $10^{38} \text{ erg s}^{-1}$
XMM-Newton Kaynakları		
21	$4.53^{+0.07}_{-0.06}$	$4.49^{+0.09}_{-0.08}$
22	$2.07^{+0.05}_{-0.03}$	$2.05^{+0.02}_{-0.08}$
34	$3.17^{+0.06}_{-0.05}$	$3.14^{+0.05}_{-0.03}$
42	$1.82^{+0.08}_{-0.06}$	$1.80^{+0.06}_{-0.07}$
44	$1.67^{+0.07}_{-0.05}$	$1.64^{+0.04}_{-0.03}$
Chandra Kaynakları		
2	$30.40^{+0.05}_{-0.06}$	$33.70^{+0.07}_{-0.08}$
5	$5.53^{+0.02}_{-0.03}$	$5.48^{+0.02}_{-0.08}$
14	$3.75^{+0.04}_{-0.05}$	$3.71^{+0.02}_{-0.03}$
22	$3.01^{+0.08}_{-0.05}$	$2.98^{+0.05}_{-0.03}$

Çizelge 7. NGC 4625 galaksisinde sayı oranı ile akı ve ısıtma değeri belirlenen X-ışın kaynakları

Kaynak	Flux $10^{-14} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	L_{X} $10^{38} \text{ erg s}^{-1}$
Chandra Kaynakları		
1	$1.50^{+0.05}_{-0.06}$	$1.24^{+0.07}_{-0.03}$
2	$0.31^{+0.04}_{-0.03}$	$0.45^{+0.03}_{-0.05}$
3	$0.30^{+0.06}_{-0.06}$	$0.24^{+0.05}_{-0.03}$
4	$0.22^{+0.08}_{-0.07}$	$0.18^{+0.07}_{-0.07}$
5	$0.53^{+0.05}_{-0.05}$	$0.43^{+0.04}_{-0.06}$

Çizelge 8. NGC 925 X-ışın kaynaklarının χ^2 istatistik sonuçları

Kaynak	Bin size (s)	χ^2 statistic χ^2/dof	$P_{\chi^2(\text{var})}$
5	200	154.85/218	0.99
10	500	55.18/92	0.99
14	400	64.32/111	0.99
20	500	46.60/92	0.99

Farklı Kara Delik Tiplerinin Çekimsel Mercekleme Etkileri

Rahime Matur¹★,

Kadri Yakut

¹ Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

GR kuramına göre enerji-momentum tensörü veya kütle, uzay-zamanı etkiler ve bükür. Buna göre bu bükülmüş alanda bir parçacığın veya ışığın takip edeceği yolda bundan etkilecektir. Zayıf ya da güçlü merceklemeye uğrayan geometrik durumun incelenmesi sonucunda merceklemeye uğrayan ve mercekleme yapan cisimler hakkında bilgiler edinmemiz mümkün. Mercekleme yapan cismin bir kara delik olması durumunda mercekleme etkisinin nasıl olacağı, kara deliğin farklı geometrik durumu için ne tür mercekleme etkilerinin gözlemsel olarak karşımıza çıkabileceği gibi temel sorular bu çalışma kapsamında ele alınmıştır. Mercekleme yapan cismin kara delik olması durumunda Schwarzschild, Kerr veya Kerr-Newman türü kara delikler durumunda farklı alan denklemlerinin çözümleri sunulacak ve bu mercekleme olayında ne tür mercekleme geometrileri olacağı gözlemler ile karşılaştırılarak tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: stars: black holes, Sıkı Nesneler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O25-1830: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

$f(T)$ Teorisinde Küresel Simetrik Karadelik Çözümleri

Ali Nur Nurbaki^{1*}, Salvatore Capozziello², Cemsinan Deliduman³, A. Talat Saygıç⁴

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

²University of Naples Federico II | UNINA · Dept of Physics E. Pancini, Naples.

³MSGÜ, Fizik Bölümü, İstanbul.

⁴İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul.

Özet

$f(T)$ teorisi, astrofiziksel ve kozmolojik motivasyonları bağlamında kısaca tanıtılmıştır. Teorinin skaler-tensör eşdeğerinin Jordan çerçevesi için küresel simetrik ve köşegen bir tetrad takımı yazılarak nokta Lagrangian'ı elde edilmiştir. Noether simetri yaklaşımı (NSY) tanıtılmış, bahsi geçen Lagrangian için Noether denklemi elde edilerek $F(\varphi)$, $\omega(\varphi)$, $V(\varphi)$ için fonksiyonel formlar elde edilmiştir. Fonksiyonel formlar kullanılarak $A(r)$ ve $B(R)$ potansiyelleri Noether yükleri cinsinden ifade edilebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: cosmology: theory, Sıkı Nesnelar

1 Genelleştirilmiş Kütle Çekimi

Genel Görelilik kuramı kütle çekim için ortaya atılmış en başarılı klasik kütle çekim kuramı olarak adlandırılmasından kısa bir süre sonra farklı motivasyonlarla modifiye edilmiştir. Bu temel motivasyonlardan en önemlileri, kuantum teorisi ile uyumlu bir kütle çekim kuramının oluşturulması, kozmik ivmelenme, galaksilerin dönüş eğrileri gibi kozmolojik ve astrofiziksel fenomenlerin egzotik madde-enerji terimleri yerine geometrik terimlerle ifade edilmesi olarak ifade edilebilir. Kütle çekimini genelleştirmenin temelde üç yolu vardır:

- Lagrangian'a skaler alan eklemek. (Skaler-Tensör Teorileri)
- Teoriye ekstra boyut(lar) eklemek.(Kaluza-Klein tipi teoriler)
- Lagrangian'a yüksek dereceden eğrilik terimleri eklemek. ($f(R)$, $f(T)$, $f(R, T)$, $f(G)$ gibi)

Bu çalışmada $f(T)$ teorisinin küresel simetrik çözümleri üzerine yapılan çalışmadan bahsedilecektir.

1.1 GGTE ve $f(T)$ Teorisi

Genel Göreliliğin Teleparalel Eşdeğeri (GGTE) ilk olarak 1929 yılında Einstein tarafından önerilmiştir. Teori, Genel Görelilik (GG) ile farklı bir geometrik kurguya sahip olup GG'e eşdeğer sonuçlar öngörmektedir. Einstein bu teoriyi Birleşit Alan Teorisi (BAT) ortaya atmıştır. Eylem integralinde eğrilik skaleri R 'nin kullanıldığı GG'in aksine, GGTE eylem integralinde burulma skaleri T yer almaktadır. Burulma skaleri;

$$T \equiv S_{\rho}^{\alpha\beta} T^{\rho}_{\alpha\beta}, \quad (1)$$

olup burada

$$T^{\rho}_{\alpha\beta} \equiv e^{\rho}_{A} [\partial_{\alpha} e^A_{\beta} - \partial_{\beta} e^A_{\alpha}], \quad (2)$$

$$S_{\rho}^{\alpha\beta} \equiv \frac{1}{2} [K^{\alpha\beta}_{\rho} + \delta^{\alpha}_{\rho} T^{\theta\beta}_{\theta} - \delta^{\beta}_{\rho} T^{\theta\alpha}_{\theta}]. \quad (3)$$

* ali.nurbaki@ogr.istanbul.edu.tr

$$K^{\alpha\beta}_{\rho} \equiv -\frac{1}{2} [T^{\alpha\beta}_{\rho} - T^{\beta\alpha}_{\rho} - T^{\alpha\beta}_{\rho}], \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir. Eylem integrali ise;

$$I = \int d^4x |e| T \quad (5)$$

ve $|e| = \det e^i_{\mu} = \sqrt{-g} c = 16\pi G = 1$ 'dir. GG'in yüksek eğrilik terimleri içeren $f(R)$ teorilerine genellenmesi gibi GGTE'de $f(T)$ teorilerine genellenebilir. Bu durumda eylem integrali

$$I = \int d^4x |e| f(T) + S_m, \quad (6)$$

şeklinde olacaktır. Bu tür bir genellenmenin hem kozmik ivmelenmeyi hem de erken evren enflasyonunu açıklayabileceğine dair çalışmalar (Ferraro R. ve Fiorini F. 2007; Linder E.V. 2010; Rahaman F. v.ark 2014) yayınlanmıştır. Aynı zamanda karanlık madde etkisini de açıklayabildiği ileri sürülen $f(T)$ teorisi bu özellikleri ile genelleştirilmiş kütle çekimi kuramları arasında popülerite kazanmıştır.

2 Jordan Çerçevesi için Küresel Simetrik Çözüm

Eylem integrali (6)

$$I = \int d^4x e [f(\phi) + (T - \phi) f'(\phi)] + I_m(e^i_{\mu}), \quad (7)$$

şeklinde genellenebilir. Burada $f'(\phi) \equiv df/d\phi$ 'dir. $\varphi = T$ için (6)'nin elde edileceği aşikardır. Yeni bir skaler alan φ , $F(\varphi) = f'(\varphi)$, olacak şekilde tanımlanacak olursa (7) şu şekilde yazılabilir:

$$I_{\text{JF}} = \int d^4x e [F(\varphi) T - \omega(\varphi) g^{\mu\nu} \nabla_{\mu} \varphi \nabla_{\nu} \varphi - V(\varphi)] + I_m, \quad (8)$$

Burada $V(\varphi) = \phi f'(\phi) - f(\phi)$ 'dir. Eylem integrali (8) Jordan çerçevesinde $\omega = 0$ olan Brans-Dicke teorisine tekabül etmektedir. Bu eylem integrali aynı zamanda $f(T)$ teorisinin Jordan çerçevesi için yazılan skaler-tensör eşdeğeri olarak da ifade edilebilir.

2.1 $f(T)$ Nokta Lagrangian'ı

Genel küresel simetrik ve köşegen bir tetrad takımı

$$e^i{}_\nu = \begin{bmatrix} A(r) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & B(r) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & M(r) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & M(r) \sin(\theta) \end{bmatrix} \quad (9)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu tetradı (8) Lagrangian'ında yerine yazarsak

$$L_{JF} = -\frac{\varphi_r^2 AM^2 \omega(\varphi) \sin \theta}{B} - \frac{2M_r^2 AF(\varphi) \sin \theta}{B} - \frac{4A_r M_r MF(\varphi) \sin \theta}{B} - ABM^2 V(\varphi) \sin \theta \quad (10)$$

nokta Lagrangian'ı elde edilir.

2.2 Noether Simetrisi

Noether simetrisi $f(R)$ ve $f(T)$ gibi teorilerde bilinmeyen fonksiyonel formların koşullara bağlanıp belirlenmesi için sık kullanılan bir araç haline gelmiştir. Buradaki temel prensip Lagrangian'ın Lie türevinin sıfır olacağı şekilde yani

$$\mathcal{L}_X L = 0$$

yani

$$XL = 0$$

olacak şekilde bir Noether vektörü bulmaktır. Bu Noether vektörü, Lagrangian değişkenleri (A, B, φ, M) 'ye bağlı $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ fonksiyonları ile oluşturulur.

$$X = \alpha \partial_A + \beta \partial_B + \gamma \partial_\varphi + \delta \partial_M + \dot{\alpha} \partial_{\dot{A}} + \dot{\beta} \partial_{\dot{B}} + \dot{\gamma} \partial_{\dot{\varphi}} + \dot{\delta} \partial_{\dot{M}}. \quad (11)$$

Burada

$$\dot{\alpha} = \left(\frac{\partial \alpha}{\partial A} \right) \dot{A} + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial B} \right) \dot{B} + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial \varphi} \right) \dot{\varphi} + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial M} \right) \dot{M}, \quad (12)$$

$$\dot{\beta} = \left(\frac{\partial \beta}{\partial A} \right) \dot{A} + \left(\frac{\partial \beta}{\partial B} \right) \dot{B} + \left(\frac{\partial \beta}{\partial \varphi} \right) \dot{\varphi} + \left(\frac{\partial \beta}{\partial M} \right) \dot{M}, \quad (13)$$

$$\dot{\gamma} = \left(\frac{\partial \gamma}{\partial A} \right) \dot{A} + \left(\frac{\partial \gamma}{\partial B} \right) \dot{B} + \left(\frac{\partial \gamma}{\partial \varphi} \right) \dot{\varphi} + \left(\frac{\partial \gamma}{\partial M} \right) \dot{M}, \quad (14)$$

$$\dot{\delta} = \left(\frac{\partial \delta}{\partial A} \right) \dot{A} + \left(\frac{\partial \delta}{\partial B} \right) \dot{B} + \left(\frac{\partial \delta}{\partial \varphi} \right) \dot{\varphi} + \left(\frac{\partial \delta}{\partial M} \right) \dot{M}. \quad (15)$$

dır.

Hareket sabiti ise şu şekilde verilir.

$$\Sigma = \alpha \frac{\partial L}{\partial \dot{A}} + \beta \frac{\partial L}{\partial \dot{B}} + \gamma \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} + \delta \frac{\partial L}{\partial \dot{M}}. \quad (16)$$

2.3 Çözüm

Jordan çerçevesi Lagrangian'ı (10) için Noether simetri denklemi

$$XL = 0$$

işletilerek kuadratik türevli terimler tek tek sıfıra eşitlenirse Noether yükü vasıtası ile $A(r)$ integre edilebilir (Capozziello v.ark 2010). Burada daha değişik bir yöntem uygulanarak iki farklı Noether yükü bulunacaktır. $(\alpha, \beta, \gamma, \delta) = k_1(A, B, \varphi, M)$ ve $(\alpha, \beta, \gamma, \delta) = k_1(3A, B, \varphi, M)$ çözümleri

aynı $F(\varphi), \omega(\varphi), V(\varphi)$ çözümlerini sağlar:

$$F(\varphi) = \frac{c_1}{\varphi^2}, \omega(\varphi) = \frac{c_2}{\varphi^3}, V(\varphi) = \frac{c_3}{\varphi^4} \quad (17)$$

Bu çözümler için için iki farklı Noether yükü elde edilebilir.

$$\Sigma_1 = -2 \sin(\theta) k_1 \frac{\varphi \varphi_r AM^2 \omega}{B} - 8 \sin(\theta) k_1 \frac{MM_r FA}{B} - 4 \sin(\theta) k_1 \frac{A_r FM^2}{B} \quad (18)$$

$$\Sigma_2 = -2 \sin(\theta) k_1 \frac{\varphi \varphi_r AM^2 \omega}{B} - 12 \sin(\theta) k_1 \frac{MM_r FA}{B} \quad (19)$$

Bu Noether yüklerinden $B(r)$ elenir, $M(r) = r$ yazılırsa $A(r)$ şu şekilde integre edilebilir:

$$A = \frac{e^{\frac{(\Sigma_1 - \Sigma_2)c_2 \varphi}{2c_1}}}{K r^{\frac{2\Sigma_2}{3\Sigma_1}}} \quad (20)$$

Bu ifade $\varphi = r^s$ için aşağıdaki şekle dönüşür

$$A(r) = \frac{e^{\frac{(\Sigma_1 - \Sigma_2)c_2 r^s}{2c_1}}}{K r^{\frac{2\Sigma_2}{3\Sigma_1}}} \quad (21)$$

Buradan $B(r)$ hesaplanabilir:

$$B(r) = \frac{e^{k_4 \varphi}}{k_5 r} \sqrt{k_6 + k_7 \varphi} \quad (22)$$

Sonuçta elde ettiğimiz küresel simetrik çözüm şu şekilde olacaktır:

$$e^i{}_\nu = \begin{bmatrix} \frac{e^{k_1 \varphi}}{k_2 r^{k_3}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{e^{k_4 \varphi}}{k_5 r} \sqrt{k_6 + k_7 \varphi} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r \sin(\theta) \end{bmatrix} \quad (23)$$

3 Sonuç

Noether simetrisi özellikle $f(T)$, $f(R)$ gibi teorilerde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada iki adet Noether yükü bulunarak $B(r)$ fonksiyonu önce elenmiş daha sonra $A(r)$ integre edilip $B(r)$ tekrar elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Capozziello et. al.: Axially symmetric solutions in f(R)-gravity Classical and Quantum Gravity, Volume 27, Number 16
 Ferraro R., Fiorini F.: Modified teleparallel gravity: Inflation without an inflaton Phys. Rev. D 75, 084031 – Published 18 April 2007
 Linder E.V.: Einstein's other gravity and the acceleration of the Universe Phys. Rev. D 81, 127301 – Published 15 June 2010; Erratum Phys. Rev. D 82, 109902 (2010)
 Rahaman F., et al. A New Proposal for Galactic Dark Matter: Effect of f(T) Gravity Int J Theor Phys (2014) 53: 370.

Erişim:

025-1835: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A.&A.](#)

Çift Kara Delik Sistemlerinde Gravitasyonel Dalga Formları

İsmail Özbakır¹★,

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Gravitasyonel dalgalar teorik olarak önerilmelerinden yaklaşık yüz yıl sonra ilk olarak Eylül 2015'te gözlemsel verileri elde edilmiştir (GW150914). O tarihten günümüze kadar toplam 6 gözlem yapılmıştır. Bunlar: GW150914, GW151226, GW170104, GW170608, GW170814 ve GW170817. Bu çalışmada gravitasyonel dalgalar gibi bazı rölativistik fizik süreçlerinin nümerik yöntemler ile simülasyonu yapılarak mevcut gözlemsel verilerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda nümerik rölativitede kullanılması amacıyla tasarlanan Cactus kod çatısı altında, alan denklemlerinin nümerik çözümlerini yapan Einstein Toolkit yazılımı ve bu yazılımın derlenmesini ve çalıştırılmasını sağlayarak simülasyonları yöneten Simulation Factory programları kullanılmıştır. Ayrıca başlangıç koşulları için de LORENE kodu kullanılmıştır. Geldiğimiz noktada elde edilen sonuçlar tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: gravitational waves, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O25-1840: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Galaksi M51’de Bulunan APX X-4’ün Çoklu Dalgaboyu Analizleri

Aysun Akyüz^{1,2}★, Şenay Avdan^{1,2}, Nazım Aksaker^{2,3}, Sinan Allak⁴,
İnci Akkaya Oralhan⁵

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 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

⁵ Erciyes Üniversitesi, Fizik Bölümü, Kayseri

Özet

Bu çalışmada, M51 galaksisinde bulunan APX-4’ün optik karşılığı araştırılmıştır. Aşırı parlak X-ışın kaynakları (Ultraluminous X-ray sources, ULXs), $10 M_{\odot}$ ’lik bir kara delik için Eddington sınırının üzerinde izotropik ışıtmaya ($L_X > 10^{40}$ erg s^{-1}) sahip değişken, galaksi merkezinde olmayan nokta benzeri X-ışını kaynaklarıdır. APX-4’ün HST gözlemlerinden F438W (B), F555W (V) ve F814W (I) bandlarındaki verileri kullanılmıştır. 0.2 açısanıyesi hata yarıçapında iki optik karşılığı aday tanımlanmış ve bunların V parlaklığı yaklaşık olarak 23 kadir bulunmuştur. APX-4’ün olası optik karşılıkları, yüksek kütleli X-ışın çifti içeren B tipi superdev yıldız sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelere

1 Giriş

Aşırı-parlak X-ışın kaynakları (APX, Ultraluminous X-ray Sources), bilinen Galaktik X-ışın çiftlerinden daha yüksek ışıtmaya değerine sahip ancak aktif galaktik çekirdeklere göre daha düşük ışıtmaya değerine sahip ekstragalaktik X-ışın kaynaklarıdır. APX’lerin doğası hala belirsizdir. Yüksek ışıtmaya değerlerini açıklamak için birkaç model vardır. Yaygın olanlar; yıldız kütleli karadelik üzerine Süper Eddington yığılma oranının olduğu model (Poutanen ve ark. 2013) ya da orta kütleli karadeliklerin standart disk modeli örnek verilebilir (Colbert ve Richard 1999) (Feng ve Soria 2011). Öte yandan pulsasyon yapan M82 APX-2 (Bachetti ve ark. 2014), NGC 7793 P13 (Israel ve ark. 2016) ve NGC 300 APX-1 (Carpano ve ark. 2018) gibi kaynakların nötron yıldızı içeren sistemler olduğu keşfedildi. Bu keşifler, bazı APX’lerin kara delik yerine nötron yıldızların olabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.

APX’lerin çoklu dalgaboylu gözlemleri; bileşen yıldızların optik ışımaya mekanizmaları (donör yıldız veya/ve biriktirme diskinde kaynaklanabilen), kütle ve tayf tipleri ve çevreleri hakkında önemli bilgiler sunar. Özellikle, APX’lerin optik karşılıkları ve geniş bant fotometrelerinin tanımlanması, bileşen yıldızın kütle ve spektral tipini sınırlamamıza olanak sağlar. Bugüne kadar, birçok APX’in optik karşılığı, yakın galaksilerde, yer tabanlı teleskoplar ve Hubble Uzay Teleskopu (HST) kullanılarak bulunmuştur. Çalışmalar, bazılarının bulunduğu galaksilerde yıldız oluşum bölgeleri veya yıldız kümeleri/grupları ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Soria ve ark. 2005; Abolmasov ve ark. 2007; Grise ve ark. 2011; Avdan ve ark. 2016).

M51 (NGC 5194), uzaklığı 8.4 Mpc olan (Feldmeier ve ark. 2016) ve komşu cüce galaksi NGC 5195 ile etkileşen bir sarmaal galaksidir. Chandra gözlemleri (Terashima ve Wilson 2004) kullanılarak dokuz APX (M51 galaksisinde yedi, NGC

5195 galaksisinde iki) olduğu bulunmuştur. Bu dokuz APX’in ışıtmaya değerleri $L_X = (1-4) \times 10^{39}$ erg s^{-1} arasında olduğu bulunmuştur. M51 galaksisindeki APX’lerin optik karşılıkları HST verileri kullanılarak tanımlanmıştır. Dört APX’in (APX-1, 2, 8 ve 9) bir veya iki aday karşılığı ve iki APX’in (APX-4 ve 7) hata çevrelerinde çok sayıda yıldızları olduğunu bulunmuştur (Terashima ve ark. 2006). Kalan üçünün (APX-3, 5 ve 6) hiçbir karşılığı bulunamamıştır. Ayrıca, APX’lerin beşinin herhangi bir kümeyle hiçbir ilişkisi olmadığını, diğer dördünün (APX-2, 4, 7 ve 9) yıldız kümeleriyle ilişkili olduğunu bulunmuştur. Son zamanlarda yapılan çalışmada, M51’deki APX-1 ve 2 ile mekansal olarak ilişkili iki iyonize bulutsunun, yeni ve arşiv çoklu dalgaboyu verileri kullanılarak sunulduğu ve her iki APX’in bileşenleri X-ışını tutulma özelliği gösterdiği bulunmuştur (Urquhart ve ark. 2018).

Bu çalışmada, M51 galaksisindeki APX-4’ün optik karşılıkları, HST/ACS/WFC arşiv görüntüleri kullanılarak kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Bu galaksinin, APX-4’ün yaklaşık konumları olan üç renkli SDSS (Sloan Digital Sky Survey) görüntüsü Şekil 1’de verilmiştir. APX-4 bir yıldız kümesinin yanında bulunur ve Chandra koordinatı RA= 13 29 53 31, DEC = + 47 10 42 46’dir. Bu kaynak daha önce 0.3–10 keV enerji bandında $L_X = 2.2 \times 10^{39}$ erg s^{-1} değerinde bir ışıtmaya sahip olduğu bulunmuştur (Swartz ve ark. 2018).

2 Gözlemler ve Analizler

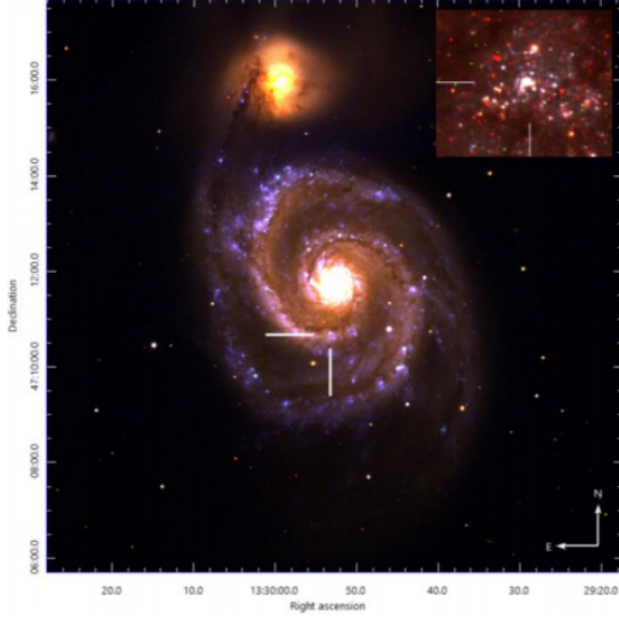
2.1 X-ışın Gözlemleri

M51 APX-4, 17 yıl boyunca XMM-Newton ve Chandra ile birçok kez gözlenmiştir. Altı XMM-Newton, 14 Chandra gözleminin hepsi yeniden analiz edilmiştir. XMM-Newton veri analizleri, SAS (Science Analysis Software versiyon 17.0) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Her gözlem için EPIC pn ve MOS olay (event) dosyalarını elde etmek için *epchain* ve *emchain* taskları kullanılmıştır.

★ aakyuz2013@gmail.com

Çizelge 1. APX-4'ün HST/ACS/WFC Gözlemleri

Filtre	Gözlem No.	Gözlem Zamanı	Poz süresi (s)
ACS/WFC/F435W	J97C54V9Q	2005-01-21	680
ACS/WFC/F555W	J97C54VAQ	2005-01-21	340
ACS/WFC/F658W	J97C54VEQ	2005-01-21	680
ACS/WFC/F814W	J97C54VCQ	2005-01-21	340



Şekil 1. M51'in üç renk (R:SDSS I, G: SDSS R, B:SDSS U) görüntüsü ile APX'in konumunu (beyaz çizgi)

Chandra veri analizleri, CIAO (*Chandra Interactive Observations Analysis version 4.10*) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Kaynak, ACIS-S3 çipinde bulunmaktadır. Level 2 olay dosyaları *chandra_repro* kullanarak elde edilmiştir. Tayf ve ışık eğrisi dosyaları oluşturmak için *specextract* ve *dmextract* taskı kullanılmıştır. Arkaplan parlamları, her iki analiz için kaynağın yakınında kaynaklı bölgeler seçilerek çıkarılmıştır.

Her ne kadar APX-4'ün çok sayıda gözlemi arşivde mevcut olsa da, verilerin istatistiksel kalitesi bir Chandra gözlemi dışında (Obs ID 15553) tayfsal analiz yapmak için yeterli olmadığı görülmüştür. Chandra verileri için, APX-4'ün tayfı en iyi model absorbed PL (Power Law) ile foton indeksi (Γ) 2.05 ve $L_X = 1.22 \times 10^{39}$ erg s^{-1} ısıtma değerine sahip olduğu hesaplanmıştır. Kalan veri setleri için akı değerleri PL modeli varsayılarak 0.3-10 keV enerji bandı aralığında sayım oranından (counts) türetilmiştir ($\Gamma = 2.05$, $N_H = 0.04 \times 10^{22}$ cm $^{-2}$).

2.2 HST Gözlemleri

APX-4'ün optik karşılığını bulmak için, HST/ACS/WFC arşiv verileri kullanılmıştır. Gözlemlerin detayları Çizelge 1'de verilmiştir. HST görüntülerinde APX X-4'ün karşılıkları bir kümede olduğu görülmektedir (Şekil 2). Bu bölge, TUG'da (*TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi*) RTT-150 (*Rus-Türk Teleskopu, 150 cm*) ile gözlenmiştir. Yıldız kümesinin kırmızıya kayma oranını hesaplamak ve gözlenen Balmer düşmesine karşılık gelen görsel sönme

Çizelge 2. APX-4'ün HST/ACS/WFC gözlemleriyle elde edilen optik karşılıkların parlaklık değerleri

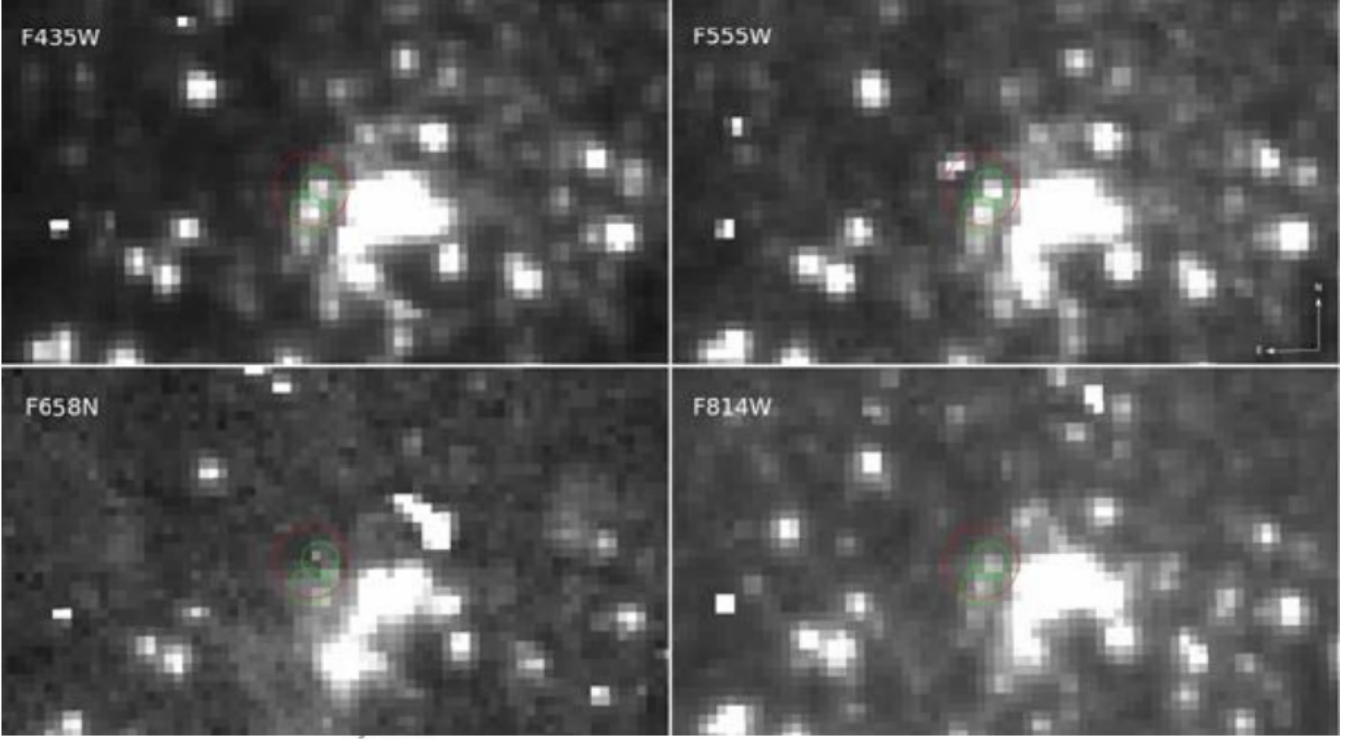
Filtre	A1	A2
ACS/F435W	22.88±0.02	22.95±0.02
ACS/F555W	22.99±0.03	23.11±0.03
ACS/F658W	22.05±0.10	22.26±0.09
ACS/F814W	22.76±0.76	23.06±0.04
M_V	-6.53	-6.41

Av değerini belirlemek için gözlemler yapılmıştır. Hesaplanan kırmızıya kayma, tayfata H_α çizgisi kullanılarak Z yaklaşık olarak 0.0017 olarak belirlenmiştir. Bu değer M51'in kırmızıya kayması ile tutarlıdır ($Z_g = 0.002$). Bu nedenle, M51 galaksisi bir yıldız kümesinin elemanıdır. Küme bölgesinde H_α ve H_β akıları, gözlenen Balmer düşmesini (H_α/H_β) belirlemek için hesaplanmıştır. Daha sonra kızarıklık E(B-V) hesaplamak için; standart (H_α/H_β) = 2.87, yıldız oluşum galaksileri ile ilişkili olan elektron yoğunluğu $n_e = 10^2$ cm $^{-3}$ ve B tipi yıldız olması durumunda sıcaklığı $T = 10^4$ K olarak belirlenmiştir (Osterbrock ve Donald 2006). Daha sonra sönümleme ile ilişkili olan A_V M51 için hesaplanmıştır.

Karşılıkların konumunu belirlemek için HST, Chandra ve 2MASS görüntüleri arasında astrometrik düzeltmeler yapılmıştır. Astrometrik düzeltmeden sonra, iki olası aday (A1 ve A2) 0.2 açısıyarısı yarıçapında tanımlanmıştır (Şekil 2). Karşılıkların parlaklığını hesaplamak için, Nokta Yayınım Fonksiyonu (*Point Source Function, PSF*) fotometri yapan *Dolphot v2.0* (Dolphin 2006) yazılımı kullanılmıştır. Her iki aday için elde edilen parlaklıklar Çizelge 2'de listelenmiştir. Bu parlaklıklar E(B-V) = 0.15 sönümleme değeri ile düzeltilmiştir. Bu değer, M51'deki E(B-V) = 0.03 Galaktik sönümlemeden daha büyük olduğu bulunmuştur (Schlafly ve Finkbeiner 2011).

3 Tartışma ve Sonuç

M51 galaksisindeki APX-4'ün optik özellikleri, HST/ACS arşiv verileri kullanılarak incelenmiştir. Astrometrik düzeltmeden sonra optik karşılığı için iki aday tespit edilmiştir. Optik adayların hesaplanan parlaklıkları, diğer APX karşılıklarına (Tao ve ark. 2011) benzer şekilde sönük kaynaklar (m_V yaklaşık 22 kadir) olduğu bulunmuştur. Adaylar F658N filtresinde de tanımlanmıştır, ancak diğer filtrelere kıyasla parlaklıkların hata değerleri oldukça büyük olduğu bulunmuştur. X-ışını kaynağının karşılıkları bir yıldız kümesine ait olduğu söylenebilir. APX-4'ün optik karşılıkların yaşını tahmin etmek için F555W'e karşı F435W - F555W ve F814W'e karşı F555W - F814W olan iki renk diyagramları (CMD) (Bressan ve ark. 2011) elde edilmiştir (Şekil 3). PARSEC izokronları CMD'lerde kullanılmıştır. CMD'leri elde etmek için M51'in metaliklik ve uzaklık modülü (Urquhart ve ark. 2018) sırasıyla $Z = 0.015$ ve 29.67 olarak kullanılmıştır. 5 açısıyarısında seçilen yıldızlar, neredeyse aynı kızarıklık değerlerine sahiptir. Bu sonuç, aynı yıldız kümesinde olabileceğini gösteren önemli bir parametredir. Karşılıkların olası yaşı, A1 ve A2 için sırasıyla (8-13) ve (6-9) milyon yıl aralığında hesaplanmıştır. Sistemdeki donör yıldızların tayfsal tipleri, renk indeksleri ve mutlak parlaklık değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir (A1 için B-V = -0.15, $M_V = -7$ ve A2 için B-V = -0.27, $M_V = -6.9$). Optik ışına, X-ışını fotoiyonizasyonu veya her ikisinin kombinasyonu ile donör yıldızdan veya biriktirme diskinden kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Eğer donör yıldızda optik ışına baskın ise ve gerçek renklerin Schmidt-Kaler



Şekil 2. APX-4'ün HST/ACS gözlemleri. APX-4'ün, düzeltilmiş pozisyonunu (kırmızı) 0.2 açısaneye yarıçapında ve optik karşılıkları 0.1 açısaneye yarıçapı (yeşil) içinde temsil edilmiştir

(Aller ve ark. 1982) tablosunu dikkate aldığına, A1 ve A2'in tayfsal tipli sırasıyla B3 - B8 ve B0 - B2 süperdevler olarak tahmin edilmiştir.

X-ışın-optik akı oranı, APX karşılıkların Aktif Galaktik Çekirdeklerden (AGN) ayırt etmek için kullanılabilir. Bu hesaplama $\log(F_X/F_{optik})$ (Aird ve ark. 2010) kullanılarak yapılır, burada F_X 2 - 10 keV'de hesaplanan X-ışını akısıdır, F_{optik} optik akıdır (Aird ve ark. 2010). A1 ve A2 için bu oranlar sırasıyla 66 ve 73 olarak hesaplanmıştır. AGN oranları 0.1 - 10 keV aralığında olsa da, tahmin edilen değerler diğer APX'ler için uyumludur (Avdan ve ark. 2016). Ayrıca arşivlerde bulunan Chandra ve XMM-Newton gözlemlerini kullanarak APX-4'ün X-ışını tayfsal özelliklerini de incelenmiştir. Chandra akıları $\Gamma = 2.05$ ve $N_H = 0.04 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ PL modeli ile 0.3-10 keV aralığında sayım oranlarından türetilmiştir. Kaynağın ışıması $L_X = (0.05 - 12.2) \times 10^{38} \text{ erg s}^{-1}$ aralığına denk geldiği bulunmuştur.

APX-4'ün, yüksek ışıma değeri ($> L_X = 10^{39} \text{ erg s}^{-1}$) on altı gözlemden sadece birinde (Obs ID 15553) tespit edilmiştir. Düşük poz süresi nedeniyle ObsID 414 dikkate alınmamıştır. Öte yandan, XMM-Newton gözlemleri için enerji dönüşüm faktörü kullanarak akı oranlarını sayım oranlarından hesaplanmıştır. Kaynağın APX'lerin sahip olduğu ışıma değerini veren sadece iki gözlem (ObsID 303420101 ve 677980701) bulunmaktadır. Sonuçlarımızı, önceki çalışmalar ile karşılaştırdığımızda bu kaynağın geçici kaynak özelliği gösterdiği bulunmuştur (Terashima ve Wilson 2004). Ayrıca, son çalışmalara (Earnshaw ark. 2016) bakıldığında APX-4'ün bimodal akı dağılımına sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç, kompakt yıldızın pulsasyon özelliğine bakılmaksızın, bir nötron yıldızı olup olmadığını tanımlamak için bir yöntem olabilir.

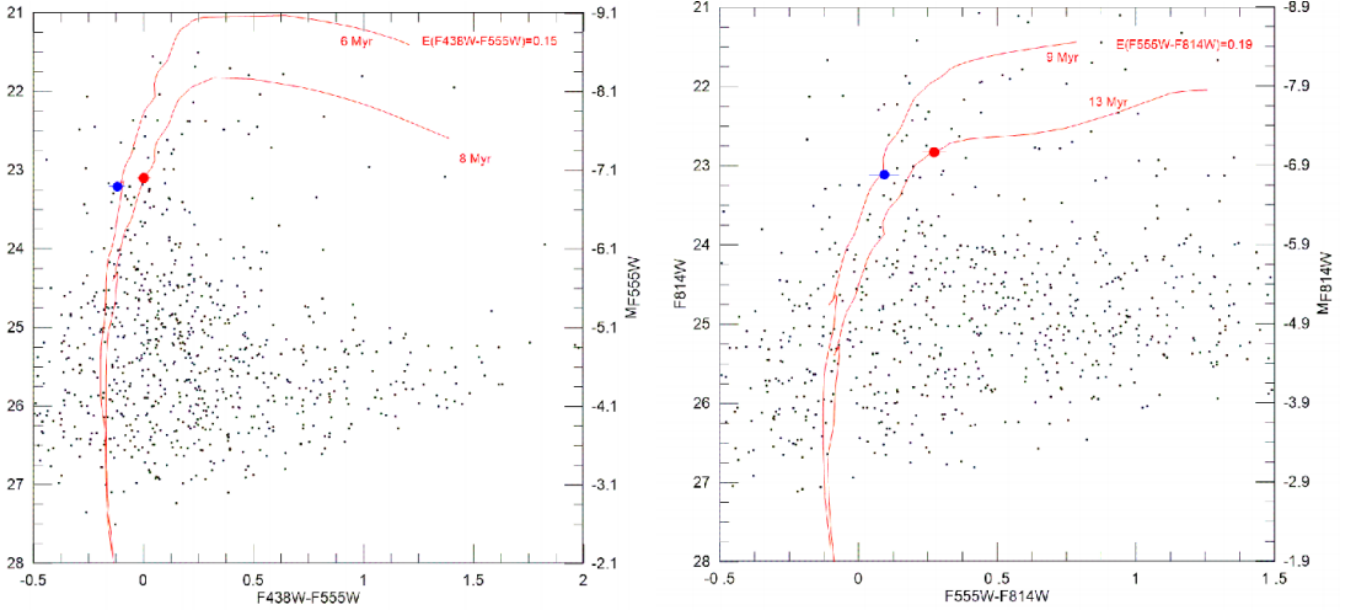
Özet olarak; HST/ACS gözlemleri sonucu, M51 galaksisindeki APX-4'ün optik karşılıkları bir yıldız kümesi içinde yer almaktadır. APX-4'ün optik ışımada bileşen yıldızın baskın olduğunu varsayarsak, karşılıkların tayfsal tipleri B tipi süperdev olan yüksek kütleli X-ışını çiftleri olduğu sonucuna varılabilir. Öte yandan, optik ışımada biriktirme disk baskın ise, optik ışımada önemli değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, söz konusu değişkenliği bulmak için aynı filtre ile ardışık gözlemler gerekir. APX-4'ün doğasını anlamamızı geliştirmek için daha hassas fotometrik ve tayfsal gözlemler yapılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 117F115 no'lu proje ile desteklenmektedir. Tayfsal gözlemler 18BRTT150-1367 proje numarasıyla TÜBİTAK RTT-150 teleskobu (Rusya-türkiye 1.5 m, Antalya) ile alınmıştır.

Kaynaklar

- Abolmasov, Pavel K.; Swartz, Douglas A.; Fabrika, S.; Ghosh, Kajal K.; Sholukhova, O.; Tennant, Allyn F., 2007, AJ, 668, 124-129.
- Aird, J.; Nandra, K.; Laird, E. S.; Georgakakis, A.; Ashby, M. L. N.; Barmby, P.; Coil, A. L.; Huang, J.-S.; Koekemoer, A. M.; Steidel, C. C.; Willmer, C. N. A., 2010, MNRAS, 401, 2531-2551.
- Aller, L. H.; Appenzeller, I.; Baschek, B.; Duerbeck, H. W.; Herczeg, T.; Lamla, E.; Meyer-Hofmeister, E.; Schmidt-Kaler, T.; Scholz, M.; Seggewiss, W.; Seitter, W. C.; Weidemann, V.: Landolt-Börnstein: Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology - New Series " Gruppe/Group 6 Astronomy and Astrophysics " Volume 2 Schaifers/Voigt: Astronomy and Astrophysics / Astronomie und Astrophysik " Stars and Star Clusters / Sterne und Sternhaufen.



Şekil 3. APX-4'ün karşılıkların ve kümedeki yıldızların CMD'si. Kırmızı A1 ve mavi A2'nin karşılıklarını göstermektedir. İzokronlar $A_V = 0.47$ ve A_I değerleriyle düzeltilmiştir.

Avdan, S.; Vinokurov, A.; Fabrika, S.; Atapın, K.; Avdan, H.; Akyüz, A.; Sholukhova, O.; Aksaker, N.; Valeev, A., 2016, MNRAS, 455, L91-L95.

Bachetti, M.; Harrison, F. A.; Walton, D. J.; Grefenstette, B. W.; Chakrabarty, D.; Fürst, F.; Barret, D.; Beloborodov, A.; Boggs, S. E.; Christensen, F. E.; Craig, W. W.; Fabian, A. C.; Hailey, C. J.; Hornschemeier, A.; Kaspi, V.; Kulkarni, S. R.; Maccarone, T.; Miller, J. M.; Rana, V.; Stern, D.; Tendulkar, S. P.; Tomsick, J.; Webb, N. A.; Zhang, W. W., 2014, Nature, 514, 202-204.

Bressan, Alessandro; Marigo, Paola; Girardi, Léo.; Salasnich, Bernardo; Dal Cero, Claudia; Rubele, Stefano; Nanni, Ambra, 2011, MNRAS, 427, 127-145.

Carpino, S.; Haberl, F.; Maitra, C.; Vasilopoulos, G., 2018, MNRAS-Letters, 476, L45-L49.

Colbert, Edward J. M.; Mushotzky, Richard F., 1999, AJ, 519, 89-107.

Dolphin, Andrew E., 2006, PASP, 112, 1383-1396.

Earnshaw, H. P.; Roberts, T. P.; Sathyaprakash, R., 2016, MNRAS, 476, 4272-4277.

Feng, Hua; Soria, Roberto, 2011, New Astronomy Reviews, 55, 166-183.

Feldmeier, A.; Puls, J.; Pauldrach, A. W. A., 2016, *ã*, 322, 878-895.

Grisé, F.; Kaaret, P.; Pakull, M. W.; Motch, C., 2011, AJ, 734, 14.

Osterbrock, Donald E.; Ferland, Gary J.: Book Review: Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei (2ND Edition) / University Science Books, 2005. Mercury, vol. 35, no. 1, p. 40

Israel, G. L.; Esposito, P.; Rea, N.; Coti Zelati, F.; Tiengo, A.; Campana, S.; Mereghetti, S.; Rodríguez Castillo, G. A.; Götz, D.; Burgay, M.; Possenti, A.; Zane, S.; Turolla, R.; Perna, R.; Cannizzaro, G.; Pons, J., 2016, MNRAS, 457, 3448-3456.

Poutanen, Juri; Lipunova, Galina; Fabrika, Sergei; Butkevich, Alexey G.; Abolmasov, Pavel, 2013, MNRAS, 377, 1187-1194.

Schlafly, Eddie; Finkbeiner, D. P., 2011, AAS Meeting 217, BAAS, 43.

Soria, Roberto; Cropper, Mark; Pakull, Manfred; Mushotzky, Richard; Wu, Kinwah, 2005, MNRAS, 356, 12-28.

Swartz, Douglas A.; Soria, Roberto; Tennant, Allyn F.; Yukita, Michiko., 2018, AJ, 741, 10.

Tao, Lian; Feng, Hua; Grisé, Fabien; Kaaret, Philip, 2011, AJ, 737,

14.

Terashima, Yuichi; Wilson, Andrew S., 2004, AJ, 601, 735-758.

Terashima, Yuichi; Inoue, Hirohiko; Wilson, Andrew S., 2006, AJ, 645, 264-270.

Urquhart, R.; Soria, R.; Johnston, H. M.; Pakull, M. W.; Motch, C.; Schwobe, A.; Miller-Jones, J. C. A.; Anderson, G. E., 2018, MNRAS, 475, 3561-3576.

Erişim:

O31-0900: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Düşük Kütleli X-ışını Çiftlerinden Aşırı Parlak X-ışını Kaynaklarına: Nötron Yıldızlarından Gözlenen Yarı Periyodik Salınımlar

M. Hakan Erkut^{1*}, K. Yavuz Ekşi¹

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

Özet

Aşırı parlak X-ışını kaynakları (ULX) Hz/mHz yarı periyodik salınımlar göstermektedir. ULX popülasyonu içinde atım gösteren kaynakların sayısındaki artış ULX'lerin Eddington üstü hızlarda kütle yığıştıran nötron yıldızlarını içerebileceğini göstermiştir. Bu çalışmada düşük kütleli X-ışın çiftlerinde (LMXB) Eddington altı hızlarda kütle yığıştıran nötron yıldızları ile yüksek kütleli X-ışın çiftlerinde (HMXB) Eddington üstü hızlarda kütle yığıştıran nötron yıldızlarından gözlenen yarı periyodik salınımlar ortak bir manyetosfer disk etkileşimi modeli altında yorumlanmaktadır. Frekansları kHz civarında yarı periyodik salınım gösteren LMXB kaynakları ile frekansları birkaç Hz/mHz civarında yarı periyodik salınım gösteren HMXB kaynakları arasındaki en önemli farkın kütle aktarım hızına ek olarak nötron yıldızının yüzeyindeki dipol manyetik alanın yoğunluğu olduğu sonucuna varılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: yığışma diskleri, nötron yıldızları, salınımlar, X-ışın çiftleri, ULX

1 Giriş

X-ışın çiftlerindeki nötron yıldızı ve karadeliklerden gözlenen yüksek enerjili ışınımın kaynağı, genellikle, yoğun cisme madde aktarımı sırasında açığa çıkan kütleçekimsel potansiyel enerjidir. Düşük kütleli X-ışın çiftleri (LMXB), Güneş kütleli veya daha düşük kütleli bir yıldızdan (geç tip normal bir yıldız ya da beyaz cüce gibi bir dejenere bileşen) Roche lob taşması sonucu madde yığıştıran nötron yıldızları ya da karadelikler içerir. Bir LMXB'de kütle aktarımı, yeterli açısal momentuma sahip maddenin yoğun cisim çevresinde yığışma diski oluşturması sonucu gerçekleşir.

İster karadelik ister nötron yıldızı barındırsın, LMXB'lerin X-ışın güç tayfında farklı zaman ölçeklerine karşılık gelen değişkenliklerin (periyodik olan/olmayan), yoğun cismin doğasına doğrudan bağlı olmayan süreçlerden kaynaklanması olasıdır. Özellikle, yarı periyodik salınım (QPO) ve periyodik olmayan genişbant yapılar gibi zamansal değişkenliklerin frekansları, nötron yıldızı ya da karadelik çevresinde yığışan akışkandaki karakteristik zaman ölçekleri ile belirleniyor olabilir. Hem nötron yıldızı hem de karadelik kaynaklarından gözlenen yüksek ve alçak frekanslı QPO'lar arasındaki frekans ilişkileri bu savı desteklemektedir (Psaltis et al. 1999).

Nötron yıldızı içeren LMXB'lerin güç tayflarında saptanan QPO'lar için frekans aralığı oldukça geniş olup $\nu_{\text{QPO}} \simeq 0.04 - 1300$ Hz olarak yazılabilir. Tayfsal sınıfları Z olarak da bilinen kaynaklarda $\sim 1 - 70$ Hz aralığında ortaya çıkan alçak frekanslı QPO'lara ek olarak yüksek frekanslı QPO'lar $\sim 200 - 1300$ Hz aralığında genellikle çiftler halinde keşfedilmiştir. X-ışın akısı ile kHz QPO frekansları kısa dönemde (\sim saatler) ilişkiliyken, uzun dönemde ($>$ gün) frekans-akı ilişkisi bozulur ve paralel izler ortaya çıkar (van der Klis 2000). LMXB'lerdeki nötron yıldızlarının hemen hemen hepsinin zayıf manyetik alana ($B < 10^{10}$ G) sahip oldukları düşüncesi, bu kaynaklardan gözlenen QPO'ların kHz mertebesinde yüksek frekanslara ulaşması ile de tutarlı gözükmektedir. Çok alçak frekansta (~ 0.04 Hz) QPO gösteren 4U 1626–67 gibi bir

LMXB'de ise nötron yıldızının yüzeyindeki dipol manyetik alan yoğunluğu, ayrıklı olarak, yeterince yüksek değerde ($B \gtrsim 10^{12}$ G) beklenir (Erkut & Alpar 2004; Türkoğlu et al. 2017).

Karadelik içeren LMXB'lerin güç tayflarındaki QPO'lar için frekans aralığı $\nu_{\text{QPO}} \simeq 0.01 - 450$ Hz olup yüksek frekanslı ($\sim 40 - 450$ Hz) QPO çiftlerinde frekans oranı ~ 1.5 olarak ölçülmüştür. QPO frekansı ve X-ışını akısı arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Remillard & McClintock 2006).

Nötron yıldızı veya karadelik içeren LMXB'lerin X-ışın parlaklıkları Eddington sınırını fazla aşmamaktadır ($L_X \lesssim L_E$). Bu nedenle, LMXB'lerdeki yoğun cisimlerin Eddington altı hızlarda madde yığıştırdığı düşünülmektedir. Bu çalışmada, Eddington altı hızlarda kütle aktarımı yapan LMXB'lerden gözlenen QPO'ları açıklamak amacıyla kurulmuş bir modeli, yüksek kütleli X-ışın çiftlerinde (HMXB) Eddington üstü hızlarda kütle aktarımı yaptığı düşünülen aşırı parlak X-ışını kaynakları (ULX) için uyarlamakta, böylece QPO gösteren bazı ULX'lerdeki olası nötron yıldızlarının yüzey dipol manyetik alan değerleri için kestirimlerde bulunmaktayız.

2 Yarı periyodik salınımlar ve sınır bölgesi modeli

İlk gözlem sonuçları yorumlandığında, nötron yıldızı içerdiği bilinen LMXB'lerdeki kHz QPO çiftlerinde iki QPO frekansı arasındaki farkın nötron yıldızının dönme frekansına yakın olabileceği ve kaynak başına QPO frekansları değişse de bu frekans farkının yaklaşık sabit bir değerde kalabileceği düşünülmüştür. Sonik nokta vuru frekansı modeli (Miller et al. 1998) olarak da bilinen bu yoruma göre, fark frekansı için $\Delta\nu = \nu_2 - \nu_1 \simeq \nu_*$ yazılabilir. Burada, kHz QPO çiftindeki üst ve alt kHz QPO frekansları, sırasıyla ν_2 ve ν_1 olup ν_* nötron yıldızının dönme frekansını göstermektedir.

Gözlemler ve gözlenen kaynak sayısı arttıkça iki kHz QPO frekansı arasındaki farkın, kaynak başına QPO frekansları değiştiğçe sabit kalmadığı görülmüştür. QPO frekansları yeterince arttığında fark frekansı azalmaktadır (van der Klis 2000). Bu davranışı açıklamaya aday ilk model rölativistik yalpalama modelidir (Stella & Vietri 1998, 1999). Bu modele göre, kHz QPO frekansları için $\nu_2 = \nu_\phi$ ve $\nu_1 = \nu_\phi - \nu_r$ kullanılırken alçak fre-

* mherkut@gmail.com

kanslı QPO'lar için $\nu_L = \nu_\phi - \nu_\theta$ önerilmektedir. Burada, ν_ϕ , ν_r ve ν_θ , sırasıyla yörünge, radyal episklik ve düşey episklik frekanslarını göstermektedir. Frekans farkının gözlemlerle tutarlı davranışını açıklayan modellerden biri de sınır bölgesi modelidir (Alpar & Psaltis 2008; Erkut et al. 2008; Erkut 2011b). Sınır bölgesi modeli sadece nötron yıldızı içeren LMXB'lerdeki yüksek frekanslı QPO'ları açıklamaya çalışmaz, karadelik barındıran LMXB'lerdeki yüksek frekanslı QPO'ların frekans oranlarına da değinir (Erkut 2011a). En iç kararlı dairesel yörünge yakınında genlikçe büyüyen global hidrodinamik mod frekanslarının diskten ışınım akısı üzerinden ağırlıklı ortalaması hesaplandığında karadelik dönme parametresinin geniş aralığında ($0 < a \lesssim 1$) frekans band oranlarının $\nu_2/\nu_1 \sim 1.5$ olduğu durum $\nu_2 = \nu_\phi + \nu_r$ ve $\nu_1 = \nu_\phi$ seçimine karşılık gelmektedir (Erkut 2011a).

Sınır bölgesi modeline göre, nötron yıldızları çevresindeki disklerin en iç yörünge bölgesi yıldızın manyetik alanı (çoğunlukla dipol bileşen) ile etkileşir. Manyetosfer ile etkileşim yığılma diskinin nötron yıldızına yakın en iç bölgesini manyetik frenleme sonucu yavaşlatır ve Kepler altı bir sınır bölgesinin disk iç yarıçapı komşuluğunda oluşmasına neden olur. Bu bölge içinde radyal episklik frekansı,

$$\nu_r = \nu_\phi \sqrt{4 + 2 \frac{d \ln \nu_\phi}{d \ln r}}, \quad (1)$$

Kepler altı yörünge frekansının radyal profili, yani $\nu_\phi(r)$ ile belirlenir. Nötron yıldızı içeren LMXB'lerden gözlenen kHz QPO frekansları için model $\nu_2 = \nu_r$ ve $\nu_1 = \nu_r - \nu_\phi$ önermektedir. Model yanbantlarını veren $\nu_{L,m} = \nu_r - m\nu_\phi$ ise alçak frekanslı QPO'lara azimutal dalga sayısının $m \geq 2$ değerleri için uygulanabilir (Erkut et al. 2008; Türkoğlu et al. 2017; Erkut et al. 2019).

Farklı nötron yıldızı kaynaklarının oluşturduğu LMXB kümesi için gözlenen kHz QPO frekansları (ν_1, ν_2) ile X-ışın parlaklıkları (L_X) arasında bir ilişkinin var olmadığı bilinmektedir (Ford et al. 2000). Güncel verilerin de eklenmesi ile en çok gözlemsel veriye sahip bulunan alt kHz QPO frekansı ν_1 ve L_X arasında herhangi bir ilişkinin var olmadığı Erkut et al. (2016) tarafından da doğrulanmıştır. Ancak, ν_1 ile kütle yığılma hızı (\dot{M}) veya yığılma hızına bağlı bir parametre ilişkili olabilir. Farklı kaynaklardaki nötron yıldızları için farklı kütle (M) ve yarıçap (R) değerleri, $L_X \simeq GM\dot{M}/R$ bağıntısında kullanılsa da ν_1 ve \dot{M} arasında bir bağ kurulamamıştır. Bununla birlikte, her kaynak için farklı manyetik alan değerleri denense ν_1 ile \dot{M}/B^2 arasında bir ilişkinin var olabileceği anlaşılmıştır (Erkut et al. 2016). Manyetosfer-disk etkileşiminde, \dot{M}/B^2 bağımlılığı olan Alfvén yarıçapının disk iç yarıçapını belirlediği düşünülürse, farklı kaynakların oluşturduğu küme için ν_1 ve \dot{M}/B^2 arasındaki olası ilişkinin varlığı anlaşılabilir. İlişki, LMXB'lerdeki nötron yıldızları için, sınır bölgesi modeli kapsamında, $B \approx 10^7 - 10^9$ G aralığını öngörmektedir.

Kaynak başına kHz QPO frekansları ve X-ışın akısı arasında var olan kısa vadeli (\sim saatler) ilişkiye karşın uzun vadede ($>$ gün) farklı ilişkilerin *paralel izler* biçiminde ortaya çıkması problemine de yine sınır bölgesi modelince bir açıklama getirilmiştir (Erkut & Çatmabacak 2017). Alt kHz QPO frekansı için model fonksiyon, $\nu_1 = \nu_r - \nu_\phi$ ifadesinde Denklem 1 kullanılarak inşa edilmiştir. Denklem 1 içinde yörünge frekansı, ν_ϕ , hidromanyetik sınır bölgesinin dönme dinamiği modellenerek bulunmuştur. Modellemede, Kepler altı bir sınır bölgesinin disk iç yarıçapı cinsinden radyal genişliğini gösteren δ parametresi önemli olup kütle yığılma hızına bağlıdır. Standart disk mo-

deli (Shakura & Sunyaev 1973) sayesinde, δ için uzun vadede kaynağın ortalama \dot{M} evrimini veren durağan durum elde edilmiş ve gözlenen paralel izler sınır bölgesi modeli içinde sayısal olarak tekrar üretilmiştir. Bu izlerin, kaynağın uzun vadeli \dot{M} evriminde, ortalama δ değeri etrafında bulunan yarı durağan durumlara karşılık gelebileceği anlaşılmıştır. Paralel iz verileri üretilen her kaynak için, nötron yıldızının farklı M , R ve B değerleri taranarak $\delta \approx 0.01 - 0.3$ aralığının kaynaktan kaynağa fazla değişmediği görülmüştür (Erkut & Çatmabacak 2017).

3 Aşırı parlak X-ışın kaynakları

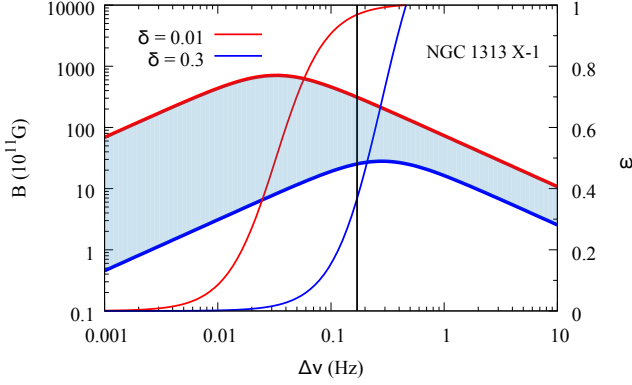
Çoğunlukla yakındaki yıldız oluşum galaksilerinde gözlenen ULX'ler, galaktik merkezin dışında bulunmalarına rağmen, X-ışın parlaklıkları eşyönlü ışına yapan Güneş kütleli bir cisim için Eddington parlaklık limitini fazlasıyla aşan ($L_X \gg L_E$) nokta kaynaklardır. Eşyönlü ışına ve $L_X \leq L_E$ varsayımı altında kütle yığılma yoğun cisimler için alt kütle limitleri $M \approx 10^2 - 10^4 M_\odot$ olarak kestirilmiş, bu nedenle orta kütleli karadeliklerin ULX'lerden gözlenen $L_X \simeq 10^{39} - 10^{41}$ erg s $^{-1}$ düzeyindeki ışımının kaynağı olduğu öne sürülmüştür (Colbert & Mushotzky 1999). ULX'lerden gözlenen QPO'ların rölativistik yalpalama modeli altında yorumlanması da orta kütleli karadelik çıkarımına götürmektedir (ör. Feng et al. 2010). Ancak, evrimsel senaryolara göre orta kütleli karadeliklerin, çoğunlukla, yaşlı sistemler olan küresel kümelerde ortaya çıkmaları beklenir. Oysa, ULX'lerin sıklıkla galaktik düzleme yakın yıldız oluşum bölgelerinde bulunmaları, bu kaynakların çoğunun genç sistemler olabileceğini göstermektedir. Bir ULX olan M82 X-2 kaynağında pulsar keşfedilmesi (Bachetti et al. 2014), aynı kaynak için, gözlenen QPO'lara dayanarak orta kütleli bir karadelik çıkarımının (Feng et al. 2010) ne kadar yanıltıcı olabileceğine en güzel örneklerdir.

ULX'lerin çoğu genç sistemler ise, bu kaynaklar, Eddington üstü hızlarda kütle yığılma ve eşyönsüz ışına yapan yıldız kütleli karadelik (ör. King et al. 2001) ya da yüksek manyetik alana sahip nötron yıldızı (ör. Ekşi et al. 2015) barındıran HMXB'ler olabilir. Yüksek manyetik alanlar nötron yıldızları için kritik parlaklığın (Eddington limitinin) artmasına da yardımcı olurlar. M82 X-2 kaynağından sonra diğer birkaç ULX'de de X-ışını pulsarı saptanınca, ULX popülasyonu içinde nötron yıldızlarının yaygın olabileceği düşünülmüştür. Pulsasyon saptanmayan ULX'lerde ise, Eddington üstü hızlarda yığılma kütleli önemli bir kısmının disk dışına atılması sonucu oluşan optik açıdan kalın ortam, nötron yıldızından gelen periyodik sinyali süpürüyor olabilir (Ekşi et al. 2015).

Pulsasyon görülsün veya görülmesin, güç tayfında QPO gösteren tüm ULX'lerde Eddington üstü hızlarında kütle yığılma nötron yıldızları olduğu varsayılırsa, özellikle birden fazla QPO gösteren ULX'ler için sınır bölgesi modeli (Bölüm 2) kullanılarak nötron yıldızı yüzeyindeki dipol manyetik alanın yeglinliği tahmin edilebilir (Erkut et al. 2019). Eğer bir nötron yıldızı çevresinde, Eddington üstü hızlarda kütle aktarımı yapan bir yığılma diski varsa, hüzmelenme oranı $b < 1$ olmak üzere, eşyönsüz ışına koşulu ($L_X = 4\pi d^2 b F_X$) altında bu diskin iç yarıçapı

$$R_i = \left(\frac{\sqrt{GM} B^2 R^4 \delta}{4\pi d^2 b F_X} \right)^{2/5} \quad (2)$$

şeklinde ifade edilebilir (Erkut et al. 2019). Burada, B kütleli M ve yarıçapı R olan nötron yıldızının yüzeyindeki manyetik dipol alan şiddetini, d ULX kaynağına olan uzaklığı, F_X kaynağın



Şekil 1. NGC 1313 X-1 kaynağındaki olası nötron yıldızının yüzey dipol manyetik alan yoğunluğunun (sol düşey eksen ve taralı bölge) ve hızlılık parametresinin (sağ düşey eksen ve ince eğriler) $\Delta\nu$ ile değişimi. Düşey doğru gözlenen QPO'lardan kestirilen fark frekansdır (Erkut et al. 2019).

X-ışın akısını ve β hızmelenme oranını belirleyen geometrik bir faktörü göstermektedir. Bu çalışmada, $\beta = 1$ alınmakta ve sınır bölgesinin boyutsuz radyal genişliği için $\delta = 0.01 - 0.3$ aralığı benimsenmektedir (Bölüm 2). Disk iç yarıçapı ve bu yarıçaptaki Kepler frekansını birbirine bağlayan $R_i^3 = GM/(2\pi\nu_K)^2$ ifadesi Denklem 2 ile birlikte kullanılırsa, $B \propto \nu_K^{-5/6}$ olduğu görülür. Sınır bölgesi modeline göre (Bölüm 2), $m \geq 0$ için $\nu_{QPO} = \nu_r - m\nu_\phi$ yazılabilir. Episiklik frekans, diskin iç yarıçapındaki fark frekansını ($\Delta\nu = \nu_\phi$), sınır bölgesi genişliği ve Kepler frekansının fonksiyonu olarak $\nu_r = f(\Delta\nu, \delta, \nu_K)$ şeklinde yazılabilir. Böylece, Kepler frekansını cinsinden ifade edilen ν_{QPO} ile B birbirine bağlanmış olur. Bu analizin bir özeti olarak Şekil 1, beklenen δ aralığı içinde, bir ULX olan NGC 1313 X-1'deki olası nötron yıldızının yüzeyindeki dipol manyetik alan yoğunluğunu (sol düşey eksen ve taralı bölge) farklı $\Delta\nu$ değerleri için göstermektedir. Hızlılık parametresinin ($\omega \equiv \Delta\nu/\nu_K$) aynı δ aralığının uç değerlerinde $\Delta\nu$ ile nasıl değiştiği ise Şekil 1 içinde sağ eksenle okunabilir. Düşey doğru, kaynaktan gözlenen QPO'lardan kestirilen fark frekansına karşılık gelmektedir. Bu doğrunun taralı bölgeyi kestiği kısım NGC 1313 X-1'deki olası nötron yıldızı için tahmini $B \simeq (0.3 - 3) \times 10^{13}$ G aralığını verir (Erkut et al. 2019).

4 Sonuç

NGC 1313 X-1 kaynağına ek olarak birden fazla QPO gösteren diğer ULX'ler için de Şekil 1 benzeri sonuçlar elde edilmiş ve nötron yıldızı yüzeyindeki manyetik dipol alan yoğunlukları M82 X-1 için $B \simeq (0.5 - 6) \times 10^{12}$ G, M82 X-2 için $B \simeq (0.1 - 1) \times 10^{13}$ G, ULX NGC 628 için $B \simeq (1.5 - 50) \times 10^{14}$ G ve NGC 5408 X-1 için $B \simeq (0.5 - 30) \times 10^{13}$ G aralığında tahmin edilmiştir (Erkut et al. 2019). Genel olarak, ULX'lerden gözlenen QPO frekansları bu kaynaklardaki olası nötron yıldızları için, sınır bölgesi modeli kapsamında, $B \approx 10^{12} - 10^{15}$ G aralığını işaret ederken, LMXB'lerde QPO gösteren nötron yıldızı kaynakları için aynı model $B \approx 10^7 - 10^9$ G öngörmektedir. ULX'lerin çoğu Eddington üstü hızlarda kütle aktarımı gerçekleştiren HMXB'lerdeki nötron yıldızları olabilir. Genç sistemler olan ULX'lerin modellenmesinde hızmelenme oranı ve Eddington üstü rejim mutlaka hesaba katılmalıdır. Nötron yıldızı veya karadeliğin içeren LMXB'ler yaşlı sistemler olup genellikle Eddington altı hızlarda kütle yığılırlar. Eddington üstü veya altı rejimde olsun nötron yıldızlarından gözlenen QPO'lar

manyetosfer-disk etkileşimine dayanan sınır bölgesi modeli altında anlaşılabilir. Alçak frekanslarda (mHz) QPO gösteren ULX'ler ile yüksek frekanslı (kHz) QPO'ların kaynağı olan LMXB'ler arasındaki en önemli ayırt edici özelliğin kütle aktarım hızına ek olarak nötron yıldızının yüzeyindeki dipol manyetik alanın yoğunluğu olabileceği görülmüştür.

Kaynaklar

- Alpar M. A., Psaltis D., 2008, MNRAS, 391, 1472
 Bachetti M., Harrison F., Walton D., Grefenstette B., Chakrabarty D., et al., 2014, Nature, 514, 202
 Colbert E. J. M., Mushotzky R. F., 1999, ApJ, 519, 89
 Ekşi K. Y., Andaç İ. C., Çıkıntoğlu S., Gençali A. A., Güngör C., Öztekin F., 2015, MNRAS, 448, L40
 Erkut M. H., 2011a, ApJ, 743, 5
 Erkut M. H., 2011b, American Institute of Physics Conference Series, 1379, 103
 Erkut M. H., Alpar M. A., 2004, ApJ, 617, 461
 Erkut M. H., Çatmabacak O., 2017, ApJ, 849, 58
 Erkut M. H., Psaltis D., Alpar M. A., 2008, ApJ, 687, 1220
 Erkut M. H., Duran Ş., Çatmabacak Ö., Çatmabacak O., 2016, ApJ, 831, 25
 Erkut M. H., Ekşi K. Y., Alpar M. A., 2019, ApJ (dergiye gönderilecek)
 Feng H., Rao F., Kaaret P., 2010, ApJL, 710, L137
 Ford E. C., van der Klis M., Méndez M., Wijnands R., Homan J., Jonker P. G., van Paradijs J., 2000, ApJ, 537, 368
 King A. R., Davies M. B., Ward M. J., Fabbiano G., Elvis M., 2001, ApJL, 552, L109
 Miller M. C., Lamb F. K., Psaltis D., 1998, ApJ, 508, 791
 Psaltis D., Belloni T., van der Klis M., 1999, ApJ, 520, 262
 Remillard R. A., McClintock J. E., 2006, ARA&A, 44, 49
 Shakura N. I., Sunyaev R. A., 1973, A&A, 24, 337
 Stella L., Vietri M., 1998, ApJL, 492, L59
 Stella L., Vietri M., 1999, Physical Review Letters, 82, 17
 Türkoğlu M. M., Özsükan G., Erkut M. H., Ekşi K. Y., 2017, MNRAS, 471, 422
 van der Klis M., 2000, ARA&A, 38, 717

Erişim:

031-0920: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Galaktik Be/X-ışın Çiftleri: X-ışın, Optik/IR Bölge ve Yörünge Özellikleri

Mehtap Özbey Arabacı^{1*}, Ümit Kızıloğlu², Tenay Saguner Rambaldi³,
Sinan Kaan Yerli²

¹ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

³ Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi, Erzurum

Özet

Galaktik Yüksek Kütleli X-ışın çiftlerinin en kalabalık sınıfı olan Be/X-ışın çiftleri, sistemden sisteme değişen X-ışın/optik/IR bölge davranışları ve boşaltım/yığılma diski fiziğini aynı anda çalışabilme imkanı sunmaları nedeniyle yüksek enerji astrofiziklerinin en ilgi çekici sistemlerindedir. Şimdiye kadar Be/X-ışın sistemi olduğu kanıtlanmış ve Be/X-ışın sistemi aday olarak sınıflandırılmış toplam 80 sistemin tüm X-ışın, optik/IR bölge davranışları ve yörünge özelliklerinin incelendiği bu çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, bu tür sistemlere ait bazı genel kabullerin değişmesi gerektiğini ortaya koymakta, bunun yanında nötron yıldızının dönme periyodu, yörünge dönemi ve yörünge dış merkezliği arasında yığılma moduna bağlı olarak değişen bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, Sıkı Nesnelere

1 Be/X-ışın Çiftleri ve Özellikleri

Madde aktarım mekanizması ile beslenen ve bileşenlerinden biri kuvvetli dipol manyetik alanına sahip ($\sim 10^{12}$ G) bir nötron yıldızı olan yüksek kütleli X-ışın sistemleri (HMXB); optik bileşenin (nükleer reaksiyonların hala devam ettiği) ışınım sınıfına bağlı olarak iki gruba ayrılır: Be/X-ışın Çiftleri (BeXRB) ve Süperdev X-ışın Çiftleri (SGXRB). Optik bileşen kaynaklı maddenin nötron yıldızına aktarılmasıyla oluşan X-ışın radyasyonu, şiddet ve süre bakımından her iki sistemde de benzerlikler göstermekte ancak kütle aktarım yolları açısından birbirlerinden ayrılmaktadır. Genel olarak Süperdev sistemler X-ışın bölgede sürekli olarak ışınım yaymakta, buna karşılık BeXRB geçici X-ışın kaynakları olarak kabul edilmektedir.

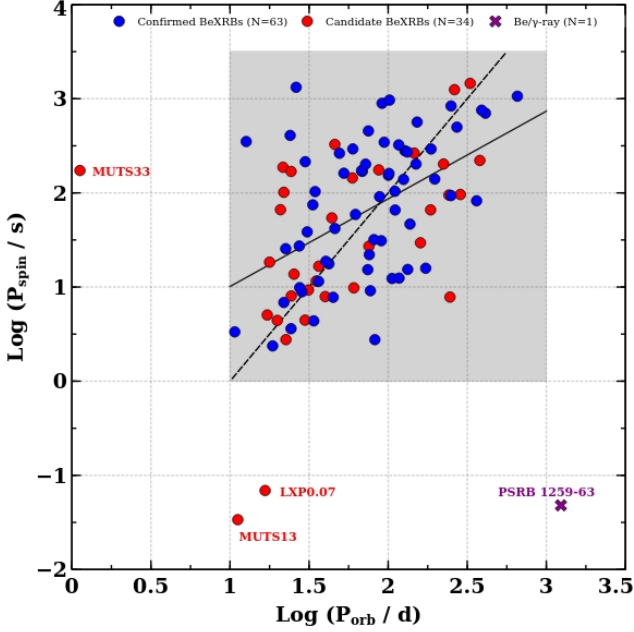
BeXRB; yüksek kütleli ($\geq 8 M_{\odot}$), genç (Roche Lobunu henüz doldurmamış), Be tipi bir ana yıldız ve genellikle X-ışın aktif dönemde atım yapan kuvvetli manyetik alana sahip bir nötron yıldızından (atarca) oluşmaktadır. Genel olarak bu tür sistemlerdeki nötron yıldızlarının dönme dönemlerinin (P_s) ~ 3 -400 sn, dolanma dönemlerinin ise (P_{orb}) ~ 20 -200 gün arasında değiştiği kabul edilmektedir (Reig 2011). Bu sistemlerle ilgili bir diğer genel kabul ise yörünge dış merkezliklerinin büyüklüğü nedeniyle oldukça eksantrik olduğu yönündedir ($e \gtrsim 0.3$). Nötron yıldızı yörünge hareketi sırasında Be yıldızının boşaltım diskiyle (decretion disk) olan etkileşimi sonucu farklı 2 tip X-ışın aktivitesi göstermektedir: Normal (tip I) parlamalar; Düzenli, genellikle nötron yıldızının enberi (periastron) noktası yada yakınlarında maksimum değerine ulaşan ($L_X \lesssim 10^{37}$ erg s^{-1}), kısa ömürlü (yörünge periyodunun 0.2-0.3 katı) parlamalardır. Dev (tip II) parlamalar; Yörünge dönemiyle ilişkili olmayan, düzensiz ve çoğunlukla haftalar-aylar sürebilen çok şiddetli aktivitelere sahiptir. Tip II parlamalar sırasında X-ışın şiddeti durgun faz seviyesinin 10^3 - 10^4 katına çıkarak, Eddington ışınım gücü değerine ulaşabilmektedir ($L_X \sim 10^{38}$ erg s^{-1}). Nötron yıldızının

dönme frekansındaki düzenli artış ve güç-yoğunluk tayflarında gözlenen yarı-periyodik salınımlar, dev parlamalar sırasında bu tür sistemlerde geçici aktarım disklerinin oluştuğunu göstermektedir.

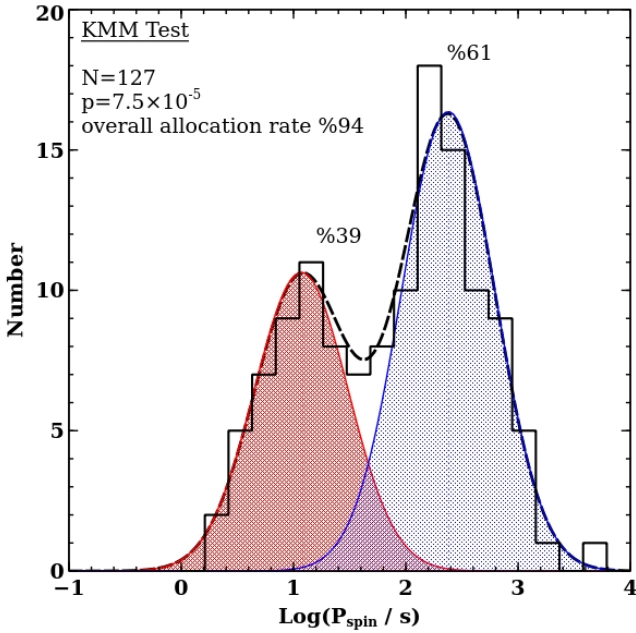
Be yıldızlarının en belirgin optik tayfsal özelliklerinden biri olan salma çizgileri, yıldızın ekvator bölgesinde yeralan boşaltım diskindeki, bağlı-serbest, serbest-serbest ve tekrar birleşme süreçleriyle oluşmaktadır. Balmer serisi çizgilerinin yanısıra; Hel, SiII, ve FeII gibi metalik element çizgileri de salma olarak görülebilir. Hel çizgileri diskin Be yıldızına yakın daha iç bölgelerinde, H α Balmer çizgisi ise diskin dış bölgelerinde oluşmaktadır. Bu nedenle H α çizgisinin genişlik ölçümlerinin takibi, diskin fiziksel genişliği ve çizgiyi oluşturan bölgenin yoğunluğu hakkında bilgiler vermesi açısından önemlidir (Zamanov et al. 2001). Salma çizgi profilleri sistemden sisteme değişebilmekte ve hatta aynı sistem için zamana bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Bu çizgiler; çift tepeli (asimetrik ya da simetrik), tek tepeli ve çift tepeli salmanın içine gömülmüş derin soğurma çizgisi şeklinde olabilir. Bazı Be yıldızları yalnızca tek yada çift tepeli salma çizgileri gösterirken, bazıları değişen profillere sahiptir. Çift tepeli H α çizgisinin kısa dalga boyu tarafındaki tepesi mor, daha uzun dalga boyundaki ise kırmızı olarak adlandırılır. V/R değişimi olarak bilinen, mor ve kırmızı tepe şiddetlerinin oranını veren bu ifade, salma çizgisinin asimetrisini belirten bir parametredir. Bu değişimlerin, Be yıldızının ekvatorial düzlemiyle disk düzleminin çakışık olmadığı sistemlerde, diskin presesyon hareketi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

Kızılöte bandındaki, boşaltım diski kaynaklı artık ışınımın miktarı, bu bölgede alınan fotometrik ve tayfsal verilerden hesaplanabilir. Böylece diskin, yıldız parlaklığı üzerindeki etkisi giderilerek, Be yıldızının kızılöte bandındaki gerçek parlaklığına ve dolayısıyla fiziksel parametrelerine ulaşılabilmektedir (Mathew et al. 2012).

* mehtap.ozbeyarabaci@atauni.edu.tr



Şekil 1. Galaksi ve Macellan Bulutsularında bulunan ve P_s ve P_{orb} değerleri bulunmuş toplam 97 BeXRB için güncel Corbet Diyagramı. BeXRB olduğu kesinleşen kaynaklar mavi, aday kaynaklar ise kırmızı dairelerle belirtilmiştir. Listede birden fazla P_s ve P_{orb} değerine sahip aday kaynaklara bu grafikte yer verilmemiştir. Bir Be/ γ -ışın sistemi olan PSRB 1259–83, gri olarak gösterilen BeXRB bölgesinden belirgin bir şekilde ayrı durumdadır. Kesikli çizgi Corbet (1986)'in 8 kaynak için bulunduğu ampirik $P_s \sim P_{orb}^2$ ilişkisini gösterirken, katı çizgi gri bölge içindeki 94 kaynak için en iyi regresyon fitini ifade etmektedir. Örneklerin fitlerden olan propagasyonu sırasıyla 0.79 ve 0.65 olarak bulunmuştur.



Şekil 2. P_s histogramında görülen çift modlu dağılım. Kısa (12 s) ve uzun dönemler (230 s) arasındaki mod ayrım değeri 43 s olarak hesaplanmıştır. KMM algoritması ile bulunan çiftli mod siyah renkte gösterilmiştir.

2 Galaksideki BeXRB

Yüksek Kütleli X-ışın çiftleri (HMXB) sınıfı üyelerinden BeXRB'nin sayısı, son yıllarda X-ışın/ γ -ışın kaynaklarını gözlemeye adanmış uydular sayesinde belirgin şekilde artmıştır. Özellikle INTEGRAL (IGR) uydusunun derin Galaktik Düzlem Taramaları BeXRB sayısına önemli derecede katkıda bulunmuştur. Ancak son yıllarda keşfedilen yeni sistemlere rağmen, Galaktik HMXB sınıfının en kalabalık üyesi olan bu sistemleri kapsayan güncel bir katalog bulunmamaktadır. Bu sistemleri içeren tek katalog Raguzova & Popov (2005) tarafından oluşturulmuş ve yaklaşık olarak 14 yıldır güncellenmemiştir.

Bu çalışmayla, Galaksi'de şimdiye kadar keşfedilen ve BeXRB olma potansiyeli taşıyan tüm sistemlerin ayrıntılı bir literatür taramasıyla incelendiği yeni ve güncel bir liste sunmaktayız. Çalışmamızda yeralan kaynaklar, farklı HMXB ve X-ışın kataloglarının çapraz korelasyonları (Wood et al. 1984; Liu et al. 2006; Bird et al. 2010, 2016) ve henüz katalog halinde literatürde yer almamış INTEGRAL, NuSTAR, XMM, MAXI, Swift ve Chandra gibi uyduların verileri kullanılarak yapılmış çalışmalarda yeralan BeXRB sınıflaması yapılmış ya da BeXRB olabilme ihtimalinden bahsedilen tüm sistemlerin incelenmesi sonucu elde edilmiştir. IGR kaynaklarının kontrolü için, J. Rodriguez & A. Bodaghee¹ ve Nicola Masetti'ye² ait INTEGRAL kaynaklarının yer aldığı farklı çevrimiçi veritabanları kullanılmıştır. Sistemlere ait tüm X-ışın parlama evreleri, optik/IR bölge davranışları ve yörünge özellikleri incelenmiş ve sonuçlardan birkaçı aşağıda sunulmuştur.

3 Ön Sonuçlar

3.1 BeXRB Popülasyonu

Oluşturulan yeni Galaktik BeXRB listesine göre P_{orb} , P_s değerleri hesaplanmış olan ve bununla birlikte optik tayfsal gözlemlerle doğrulanmış Be tipi bir ana yıldız barındıran toplam 22 tane BeXRB bulunmaktadır. Diğer taraftan aday BeXRB sayısı ise 58'dir. Aday kaynakların yaklaşık 1/3'ü 20 yıl veya çok daha uzun süredir X-ışın aktivitesi göstermemeleri, bu kaynakların sınıflamalarının doğruluğunun sorgulanması gerektiğine işaret etmektedir.

3.2 Corbet Diyagramı

BeXRB, Corbet Diyagramı olarak bilinen (Corbet 1984), P_{orb} ve P_s grafiğinde diğer HMXB'lerden farklı bir bölgede yığılmış durumdadır. Bu bölgenin sınırları $P_s = 2.3 - 1260$ sn ve $P_{orb} = 10 - 660$ gün olarak bulunmuştur. Şekil 1, Galaksi ve Küçük/Büyük Macellan Bulutsu'larında yer alan, tüm BeXRB'ne (aday ve kesinleşmiş olanlar) ait güncel Corbet Diyagramı verilmiştir. P_s ve P_{orb} değerleri bilinen toplam 94 sistem için, Corbet (1986) tarafından bulunan ilişki, güncel diyagrama göre,

$$P_s \propto P_{orb}^{1.3} \times 10^{-0.9}$$

şeklinde bulunmuştur.

- Knigge et al. (2011) tarafından ortaya atılan P_{orb} ve P_s dağılımlarının çiftmodlu olma durumları beklenti maksimizasyon algoritması, (KMM Test, Ashman, Bird & Zepf 1994) kullanılarak yeni liste için incelenmiştir. Buna göre karakteristik

¹ <http://irfu.cea.fr/dap/IGR-Sources/>

² <http://www.iasfbo.inaf.it/~masetti/IGR/main.html>

periyotlar; Kısa dönemli mod için $P_{orb} = 35$ gün ve $P_s = 12$ s, uzun dönemli mod için $P_{orb} = 159$ gün ve $P_s = 230$ s olarak hesaplanmıştır. KMM test sonuçlarına göre P_{orb} için çift modlu olma olasılığı istatistiksel olarak anlamlı değil iken ($p \sim 0.07$), P_s dağılımının güçlü bir şekilde çift modlu olduğu bulunmuştur ($p = 7.5 \times 10^{-5}$). P için KMM test Şekil 2'de verilmiştir.

- Knigge et al. (2011)'na göre çiftmodlu dağılımın nedeni iki farklı süpernova kanalıdır (demir çekirdek çökmesi ve elektron yakalama). Ancak yeni verilerle elde ettiğimiz sonuçlar bu dağılımın Cheng et al. (2014)'in önerdiği üzere, nötron yıldızının parlama dönemindeki farklı yığılma modlarına bağlı olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

- Ashman K. M., Bird C. M., Zepf S. E., 1994, *AJ*, 108, 2348
 Bird A. J., et al., 2010, *ApJS*, 186, 1
 Bird A. J., et al., 2016, *ApJS*, 223, 15
 Cheng Z.-Q., Shao Y., Li X.-D., 2014, *ApJ*, 786, 128
 Corbet R. H. D., 1984, *A&A*, 141, 91
 Corbet R. H. D., 1986, *MNRAS*, 220, 1047
 Knigge C., Coe M. J., Podsiadlowski P., 2011, *Nature*, 479, 372
 Liu Q. Z., van Paradijs J., van den Heuvel E. P. J., 2006, *A&A*, 455, 1165
 Mathew B., Banerjee D. P. K., Naik S., Ashok N. M., 2012, *MNRAS*, 423, 2486
 Raguzova N. V., Popov S. B., 2005, *A&AT*, 24, 151
 Reig P., 2011, *Ap&SS*, 332, 1
 Wood K. S., et al., 1984, *ApJS*, 56, 507
 Zamanov R. K., Reig P., Martí J., Coe M. J., Fabregat J., Tomov N. A., Valchev T., 2001, *A&A*, 367, 884

Erişim:

031-0940: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Kes 73 Süpernova Kalıntısının X-ışın Spektrel Özellikleri

Beste Begičarslan¹★,

Ersin Göğüş, Tolga Güver, Tuğba Boztepe

¹İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

2000 yıl yaşından küçük olduğu ve bir Tip II/lb süpernovası sonucu oluştuğu düşünölen Kes 73, 4 yay dakikası genişliğinde kabuk tipi bir süpernova kalıntısıdır ve merkezinde 1E 1841-045 isimli magnetarı barındırır. Bu çalışmamızda, kalıntının 2016 ve 2017 yıllarında alınmış Chandra ve XMM-Newton gözlem verileri kullanılarak süpernova kalıntısının uzaysal çözünürlüklü X-ışın spektrel analiz sonuçları sunulacaktır. Özellikle plazma sıcaklığı ve element bolluğu gibi fiziksel parametrelerin konuma bağılı değişimi tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: (ISM:) süpernova remnants, Sıkı Nesnelere

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O31-1000: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

NGC 855 Galaksisinde Aşırı Parlak X-ışın Kaynağı X-1'in Optik Gözlemleri

Aysun Akyüz^{1,2}*, Şenay Avdan²

¹ Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Adana

² Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER)

Özet

Bu çalışmada NGC 855 galaksisinde bulunan bir Aşırı Parlak X-ışın Kaynağı (AXK) X-1'in Chandra arşiv verileri analiz edilmiş ve Hubble Uzay Teleskobu (HST) arşivinde bulunan optik gözlem verilerinden yararlanılarak optik karşılığı belirlenmiştir. NGC 855 AXK X-1'in Chandra verilerinin analizi sonucu elde edilen tayfa en iyi uyum gösteren power-Law (PL) modeli ve diskblackbody (DISKBB) modeli uygulanmıştır. DISKBB modelinden elde edilen akı değeri kaynağın X-ışın ısıtmasının $L_X = 1.2 \times 10^{39}$ erg/s değerinde ve AXK sınıfında olduğunu belirtmektedir. AXK X-1'in belirlenen optik karşılığının 3 farklı HST filtresindeki parlaklıkları hesaplanmış ve optik ışmanın çift sistemdeki B1 tayf türünden olası bir eş yıldızdan gelebileceği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: X-rays: binaries, İkili Yıldızlar

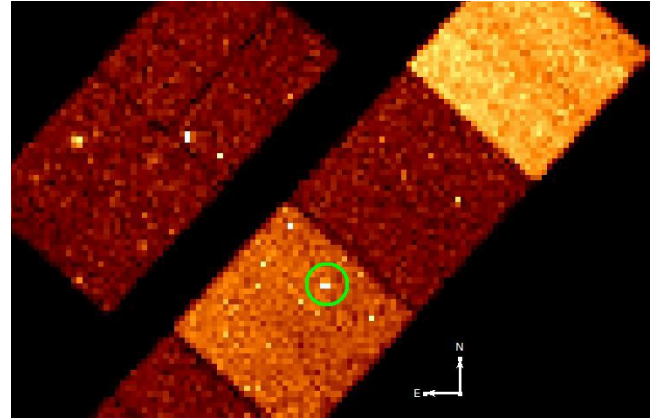
1 Giriş

Aşırı-Parlak X-ışın Kaynakları (AXK) (Ultraluminous X-ray Sources, (ULX)) bir galaksinin merkez bölgesi dışında bulunan ve $10M_{\odot}$ kütleli bir kara delik için X-ışın ısıtması ($L_X > 10^{39}$ erg/s) Eddington limitini aşan noktasal kaynakların oluşturduğu bir çift yıldız sistemidir **Kaaret ve ark. (2017)**. Bu çift sistemlerin doğası ve ışıma mekanizması henüz iyi bilinmemekte ancak yüksek ışıma güçlerini açıklamak için farklı modeller önerilmektedir. Bu modeller arasında en popüler olanlardan biri: yıldız kütleli karadelik ($M_{BH} \leq 20M_{\odot}$) üzerine süper- Eddington yığılma oranına sahip sistemlerin, diğeri orta kütleli karadelikler ($10^2M_{\odot} \leq M_{BH} \leq 10^4M_{\odot}$) üzerine sub-Eddington (Eddington limitinin altında) yığılmaya sahip çift sistemler olabileceğini önermektedir (**Poutanen ve ark. 2007; Colbert ve ark. 1999**). AXK'ların olası ışıma mekanizmalarının anlaşılabilmesi için X-ışın gözlemlerinin yanısıra mor-öte ve kızıl-öteyi içeren optik bölgede gözlem yapılması da önemlidir **Heida ve ark. (2014)**. AXK'lardan gelen optik yayınımda kaynağın ikincil bileşenin ya da yığılma diskinin dış bölgelerinin ve hatta her ikisinde katkısı olabileceği önerilmektedir. Bu nedenle bu kaynakların optik gözlemleri sistemin evrimi, ikincil bileşenin doğası, disk geometrisi ve kütle aktarım oranı gibi önemli bilgiler sağlamaktadır.

Bu çalışmada, galaksi NGC 855 de bulunan AXK-X1 için Hubble Uzay Teleskobu (HST) arşivinde bulunan optik gözlem verilerinden yararlanılmıştır. NGC 855 galaksisi üçgen takım yıldızında ve 9.7 Mpc uzaklıkta bulunan eliptik bir galaksidir. NGC 855 deki AXK X-1 Chandra X-ışın uydu gözlemlerinin analizlerinden belirlenmiştir (R.A.: 02 14 04.08, Dec.: +27 52 39.5) **Swartz ve ark. (2011)**. Ancak optik karşılığı literatürde bulunmadığından bu çalışmada HST verileri kullanılarak kaynağın optik karşılığı araştırılmıştır.

2 Gözlemler ve Bulgular

Galaksi NGC 855 de AXK X-1'in X-ışın analizleri için Chandra uydusu ile 3 Ekim 2008 tarihinde (58 ks, ObsID 9550) alınan veriler kullanılmıştır. X ışınlarında kaynağı tespit etmek için veri



Şekil 1. Chandra görüntüsünde AXK X-1'in konumu

analizinde CIAO (Chandra Interactive Analysis of Observations) sürüm 4.6 yazılımı kullanılmıştır. AXK X-1'in Chandra görüntüsü Şekil 1'de verilmektedir. SPECEXTRACT komutu ile kaynağın 0.3-10 keV enerji aralığında tayfı elde edilmiştir. Tayf verilerine en iyi uyum veren modeller power law (PL) ve diskblackbody (DISKBB) olarak belirlenmiş ve Şekil 2'de gösterilmiştir. En iyi uyum veren model parametreleri ve elde edilen akı ve ısıtma değerleri Çizelge 1'de verilmektedir.

Galaksi NGC 855'in optik verileri HST arşivinden alınmıştır. Analiz edilen veriler Çizelge 2'de verilmektedir. Bu çizelgede 1. sütun kullanılan filtreleri, 2. sütun gözlem tarihini, 3. sütun poz süresini, 4. sütun optik karşılığın sönmüleme çıkarılmamış Vega mag. değeri, 5. sütun ise akı değerlerini göstermektedir. Kaynağın optik karşılığını belirleyebilmek için HST ve Chandra görüntüleri arasında görelî astrometrik düzeltme yapılmıştır. Bu düzeltmeden sonra hata alanının yarıçapı açı saniyesi cinsinden 0.4 olarak hesaplanmıştır. Bunun için 22 Haziran 2012 tarihli HST/ACS/F475W görüntüsü ve uzun poz süreli Chandra görüntüsü kullanılmıştır. Düzeltilmiş koordinatlarıyla 3 filtrede kaynağın yeri Şekil 3'de gösterilmektedir. HST verilerinin analizinde DOLPHOT analiz programı kullanılarak 3 filtrenin par-

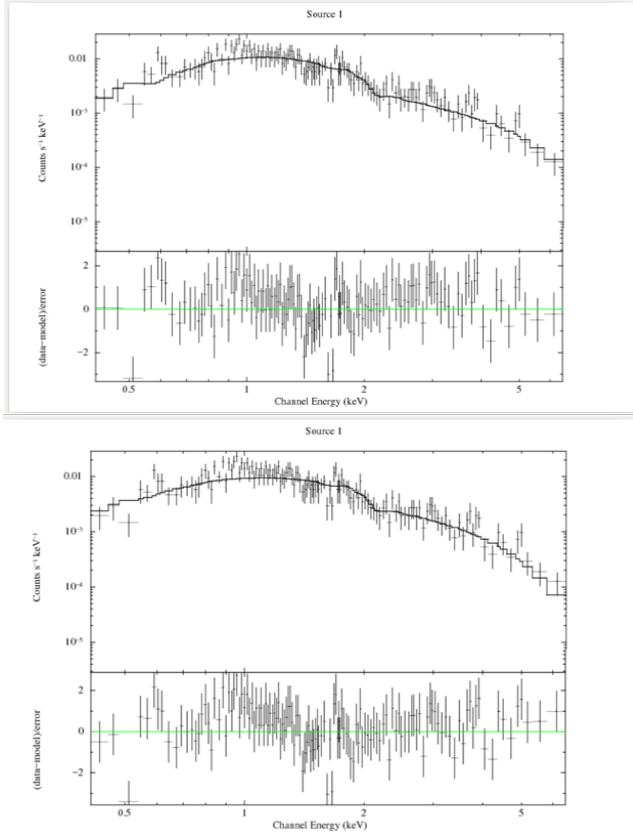
* melikeozdgn@gmail.com

Çizelge 1. NGC 855 X-1 için en iyi uyum veren model parametreleri. N_H : Hidrojen kolon yoğunluğu, T_{in} : iç disk sıcaklığı, Γ : Tayfsal indis, F: Akı, L: Işıtma gücü.

Model	N_H (10cm^{-2})	T_{in} (keV)	Γ	X^2/dof	F (10^{-13} erg/s/cm 2)	L_{edd} (10^{39} erg/s)
PL	$0.24^{+0.05}_{-0.04}$		$2.20^{+0.19}_{-0.17}$	135.51/130	$2.01^{+0.25}_{-0.20}$	$2.14^{+0.27}_{-0.22}$
DISKBB	$3.08^{+0.03}_{-0.02}$	$1.12^{+0.13}_{-0.11}$		147.43/130	$1.11^{+0.08}_{-0.08}$	$1.19^{+0.09}_{-0.09}$

Çizelge 2. NGC 855'in HST gözlem bilgileri ve AXK X-1'in farklı filtrelerde parlaklık ve akı değerleri

	Gözlem Tarihi	Poz süresi (s)	Kadir	Akı (10^{-15} erg/s/cm 2)
ACS/F475W B	22.06.2012	340	23.14 ± 0.05	3.02
ACS/F850LP I	22.06.2012	60	23.02 ± 0.17	4.64
WFPC2/F300W U	23.06.2001	500	22.46 ± 0.18	5.80

**Şekil 2.** NGC 855 AXK X-1'in X-ışın verilerine en iyi uyum veren modeller; Power-Law(sol), Diskblackbody(sağ).

laklık ve akı değeri hesaplanmıştır. Bulunan parlaklık değerleri AXK ların literatürde verilen parlaklık değerleriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir [Tao ve ark. \(2011\)](#).

3 Tartışma ve Sonuç

Yinelenen X-ışın veri analizinde DISKBB modeli ile elde edilen yüksek ısıtma değeri $L_{edd} = 1.2 \times 10^{39} \text{ erg s}^{-1}$ dir. Kaynağın yaydığı ışımının izotropik olduğu varsayıldığında, çift sistemdeki sıkı cisim kütlesi Eddington bağıntısı kullanılarak $\sim 10M_{\odot}$

kütleli bir karadelik olabileceği öngörülebilir ([Farrell ve ark. 2009](#); [Feng ve Soria 2011](#)).

HST veri analizleri sonucu elde edilen Vega mag. değerlerinden galaktik sönümlenme değerleri çıkarıldığında $m_B = 22.83$, $m_U = 21.92$, $m_I = 22.97$ olarak hesaplandı. Bu hesaplamada kullanılan galaktik sönümlenme değerleri (A_B , A_U ve A_I) <https://ned.ipac.caltech.edu/> adresinden elde edildi. U-B=-0,91 renk farkı, literatürdeki renk-kadir tablolarına bakıldığında B1 tayf tipinde bir yıldız tanımlamaktadır. Işıtmanın yalnızca ikincil bileşenden geldiği varsayıldığında bu sistemin yıldız kütleli bir karadelik ($\sim 10M_{\odot}$) içeren ve B1 tayf türünde bir donör yıldızla sahip çift sistem olabileceği düşünülebilir.

Teşekkür

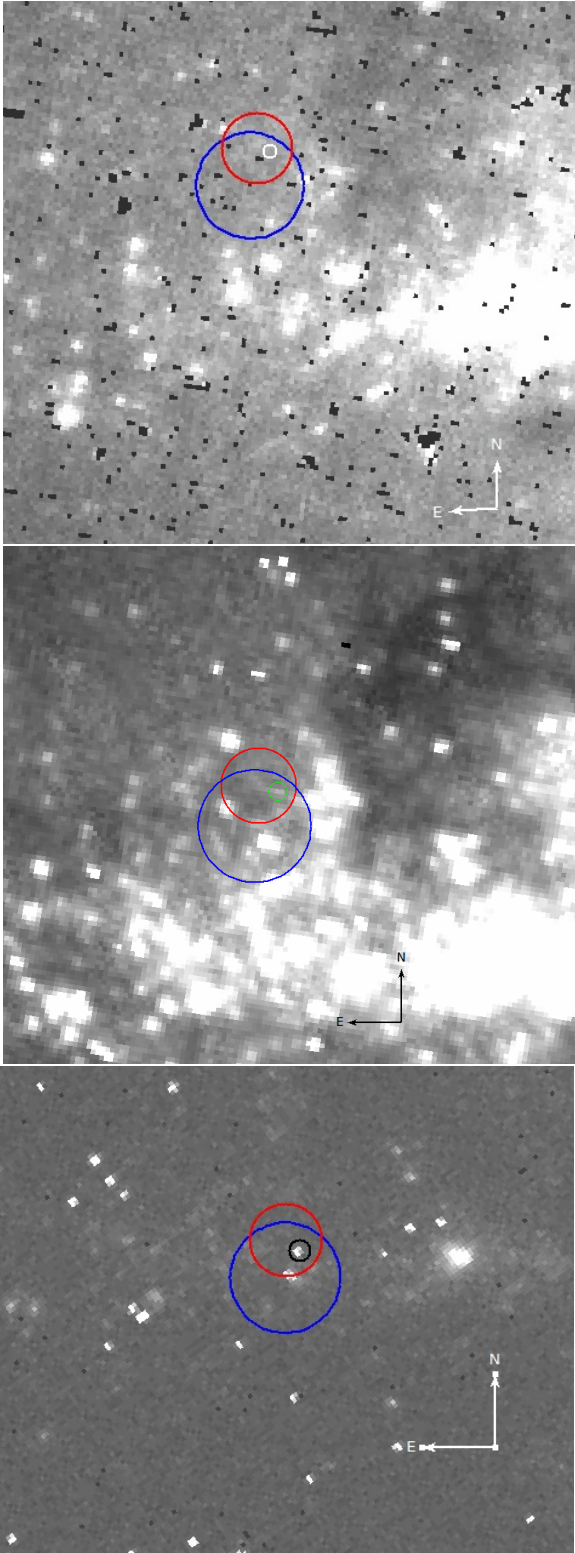
Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TUBITAK) tarafından 117F115 no'lu proje ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Colbert E.J.M., Mushotzky R.F.: *ApJ.* **519** (1999) 89
 Farrell S. A., Webb N. A., Barret D., Godet O., Rodrigues J. M.: *Nature.* **460** (2009) 73
 Feng H., Soria R.: *New Astron. Rev.* **55** (2011) 166
 Gladstone J. C., Copperwheat C., Heinke C. O., Roberts T. P., Cartwright T.F., Levan A. J., Goad M. R.: *ApJS.* **206** (2013) 14
 Heida M., Jonker P.G., Torres M.A.P., Kool E., Servillat M., Roberts T.P., Groot P.J., Walton D.J., Moon D.S., Harrison F.A.: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* **442** (2014) 1054–1067
 Kaaret P., Feng H., Roberts P.: *Ultraluminous X-Ray Sources. Annual Review of Astronomy and Astrophysics.* **55** (2017) 303–341
 Poutanen J., Lipunova G., Fabrika S., Butkevich A. G., Abolmasov P.: *MNRAS.* **377** (2007) 1187
 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

Erişim:

031-1005: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)



Şekil 3. HST filtrelerinde astrometrik düzeltme yapıldıktan sonra AXK X-1'in olası konumu, F475W(üst), F850LP(orta), F300W(alt)

Fermi's Paradox and Mathematical Theory of Rumours: A Possible New Solution?

Mehmet Emin Özel¹★

¹Afşinbey Okulları, Gebze, Kocaeli

Özet

We propose that Fermi's Paradox about "Where are the Extraterrestrials?" can be solved on the basis of the mathematical theory of spread of stochastic rumours developed by Daley and Kendal (1964), Maki and Thompson (1973) and Belen and Pierce (2004). Analytical formulations and their simulations show that a certain fraction of possible expansion space of a rumour can never be reached; similarly, Earth may have also fallen into this category of never-reachable planets in a possible network of communicating civilizations in the Milky Way.

Anahtar Kelimeler: Stochastic rumour models, simulations of rumor models, Fermi's Paradox, Drake's Equation, Kepler Satellite

1 Introduction

The solar type stars with planets having different surface conditions seem to be abundant in the Milky Way and the appropriate chemical elements and molecules for life are also known to exist in abundance throughout the Universe, implying that life may not be a phenomenon unique to Earth and rather widespread in the cosmos [1, 2, 3]. Thus it would be quite plausible to assume that life and its advanced (i.e. intelligent and technically capable) forms presently exist in the Galaxy and some of them could have evolved to have the ability to communicate and/or travel over interstellar distances. Why then, we have not met or communicated with any of such extraterrestrials (ETs) is the essence of the conundrum known as the Fermi's Paradox (FP). The problem was first introduced by Enrico Fermi in 1950's as a lunch-time discussion topic at Los Alamos and various solutions to the "paradox" has already been proposed [2]. Recent development in the theory for spread of stochastic rumours by Pierce, Belen and others [9-13] has prompted us to look at the possibility of applying these results for a possible new solution, in ways not explored previously.

2 Theory of Spread of Stochastic Rumours

We will give, first, some relevant details of the theory and modeling results of spread of rumours. The rumour models were considered as part of the epidemic theory for long time [4]. First deterministic mathematical work to determine the spread size of rumours were given by Rappaport and Rebbun, and Rappaport in 1950's [5,6]. Afterwards, spread of rumours has been worked on independently from epidemic theory. The most important and seminal work for the topic has been introduced by Daley and Kendal (DK, from now on) in 1965 [7], which is also the first extensive and non-epidemic approach to the topic. After some time, a second classical model has been introduced by Maki and Thompson (MT) in 1973 [8]. More recently, a third approach was developed by Pierce and Belen (PB), after the year 2000, based on the probability generating functions and matrix methods developed [9, 10, 11, 12, 13].

Here, a short background and summary for the spread the-

ory of stochastic rumours will first be provided. Basic motivations and formulations were already mentioned to be due to DK and MT. In both models, it is assumed that there exists a number of villages ($n_0 + 1$ in number) far from each other and only means of communication between them is conducted by a primitive wired-telephone system. It is also assumed that each village has only one telephone machine and only one telephone conversation can be carried out between any two villages at a time.

In the classical DK model, spread of a rumour starts from one village, the initial spreader (source of rumour or the "news"), calling another village, chosen randomly, at time t_0 , and thus the process of spread of the rumour is initiated. For enumeration and analysis of the process, the village making the call is named as a "Spreader" (designated by Sp); all the rest of the villages are Ignorants (designated by Ig) at the start. The target village learning the "news", will either be another spreader and its status will be transformed into a spreader (Ig \rightarrow Sp) if it chooses to spread the rumour; or to a silent (Stiffler, St) village which decides not to participate in the spreading process (Ig \rightarrow St). The ones who continue making new calls, until a caller meets a village is not an original Ignorant, but has already learned the rumor, that is, either a spreader (Sp) or a stiffler (St). At this point, the caller (an Sp) converts to a stiffler (Sp \rightarrow St) thinking that the "news" has already been well-spread all over the villages. Any new, first-time-called village (an Ig) can either become an Sp or an St depending on the two models, DK or MT. By giving up the spreading of the rumour, the number of spreaders is also reduced by 1.

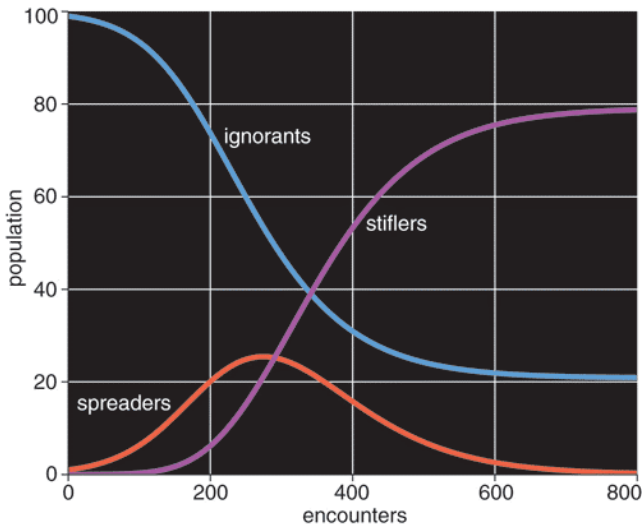
When all calls and all combinations of Sp-Ig, Sp-Sp, Sp-St interactions are properly accounted, we reach at the unexpected conclusion that, in both classical DK and MT models, the final ratio of, number of Igs (n_f) to their initial number (n_0), after a high number of encounters $F1$, is:

$$F1 = \frac{n_f}{n_0} \quad (1)$$

i.e., approximately 1/5th of total number of villages have when not yet been informed when the process ended (see Fig 1).

In the Pierce and Belen (PB) model, using the same interaction rules but including the multiple spreading centers at the start, in the rumour spreading process, one gets the result

★ Mehmet Emin Özel



Şekil 1. Representation of 3 classes of participants in the classical theory of spread of rumours for the case of classical DK and MT models (The figure is adapted from [19]). In the asymptotic limit, as the line of "ignorants" indicates, a good fraction (20%) of total population of initial ignorants can not be reached by the active spreaders. (The latter will also correspond to the un-discoverable fraction of civilizations in the discussion of present work.)

that

$$F^2 = 0.368 \tag{2}$$

That is, larger than a third of "Ignorant" population stays as un-explored or un-discovered! This unexpectedly larger fraction is understood to be due to earlier encounters when spreading of the rumour starts from more than one center, spreaders meet another spreader (who learns the "news") much earlier, resulting with a higher percentage of un-reached ignorants when rumour spreading process ends (when all spreaders give up and become silent members). One extra condition in all the process was that total number of percentages at any moment of the spreading process has to satisfy

$$Sp + Ig + St = 1. \tag{3}$$

Computer simulations by Belen[12] and BP [11] confirm these results with some further elaborations for rumours with general initial conditions. For example, an error analysis made by Runga-Kutta method shows that, when the size population of number of villages (in the Fermi Paradox solution application, the number of civilizations in the Galaxy, trying to contact each other)

$$n_0 + 1 = n_l = 259 \tag{4}$$

is reached, error terms in the final percentages reduces to zero. This can be taken as the limiting number of villages (or in our parlance, the number of 'contactable' civilizations) where the analysis in the theory of stochastic rumours become valid. Low value of limiting number, n_l , of villages (or, civilizations) who can contact each other for the validity of rumour spread results is also unexpected, since this number is quite within or below the possible number of communicating civilizations in the Galaxy (see Table 1, in the next section).

3 Spread of Rumours Applied to Interstellar Communications

The assumptions used in the analysis of theory of rumours are quite compatible with the conditions under which the spread of interstellar communications could have been carried out:

- a. Setting of distant villages with only one means of (wired) telephone communication is rather quite parallel with the large distances between communicatable civilizations preventing their frequent and direct contacts. We can also quite reasonably assume that the only possible way of communication among them would be the use of electromagnetic waves (probably, the radio). The behaviour of a capable but ignorant civilization after the first contact is quite uncertain; however, responses similar to the explorative-villagers who become the new spreaders (development or acquisition of necessary means for further exploration -continue to the search efforts with a SETI type instrumentation, for example- acting as a new explorer civilization) is quite reasonable and possible.
- b. Since the Earth has not yet received any call (or, no visits by extraterrestrials, ETs were yet met or none communicated with us), we may be in the position of an "ignorant village" who will not learn about the "news" (i.e., the existence of ETs) until a call is "discovered" or to be made. This way, we also (secretly) assume that, there are already some type of communicating civilizations that can make such a "call", or, put an invitation to us to "join the Galactic Club".

Therefore, we can assume that, even though we have no clue about it, there may still exist one (or several) interstellar civilization(s), even a communication network (because, as Fermi Paradox discussions reveals, we eagerly and scientifically expect extraterrestrials to exist and keep wondering why we have not met them!) unaware of existence of dwellers of Earth. It is also possible that, they may be aware of us but, wait for us to show more signs of maturation, like, be able to save our World from the present-day perils of global warming and environmental degradations! (see Fig 2).

4 Drake's Analysis: The Number of Civilizations in the Galaxy

In 1961, radio astronomer Frank Drake devised a "simple" formulation -now known as Drake's Equation (DE)- attempting to identify various parameters that would help us decide the number of communicative civilizations in the Milky Way, at the present epoch. There are several versions of its expression and we will follow that of Nicholson's [1]. DE provides a useful focus for debating the key issues that has to be resolved in relation with the Fermi's Paradox.

The equation also provides us with numerical examples to draw parallels with the concept of "communicating villagers" of the rumour theory. First, a short review of Drake's Equation (DE) as discussed in [1, 2] will be given.

The DE can be expressed as

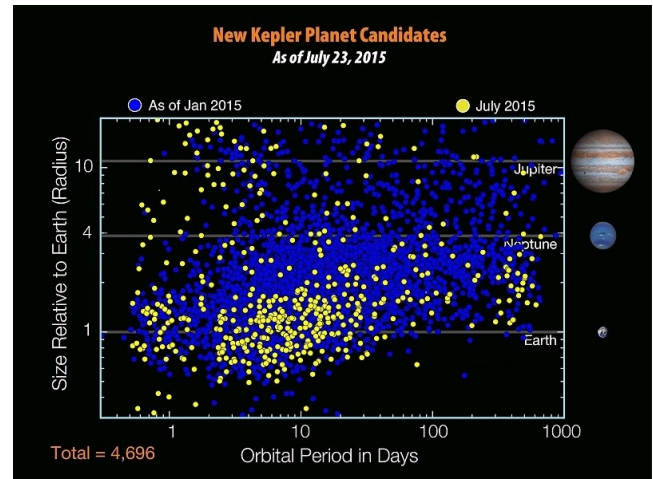
$$N_c = R_*(f_p)n_L(f_i)(f_c)L \tag{5}$$

where,

- N_c : the number of communicative civilizations in the Milky Way Galaxy;
- R_* : the star formation rate in the Galaxy, in units of (number of stars)/year, or (* /yr) which is quite well known for



Şekil 2. An imaginary web page of a galactic level inter-civilizations star-net system by Timothy Ferris. What is called the Sagittarius Home Page has some titles interest to us: "News and Views from the Galaxy's Sagittarius and Perseus Arms", with an interesting subtitle: "Emerging Civilization in Orion Spur". In this case, advanced ETs are aware of us and will probably, give us a call, hopefully soon!



Şekil 3. Planets as discovered by Kepler Spacecraft as of July 1915. There are many earth-size planets with orbital periods, usually less than a year. One has to consider, also, types of stars that these planets rotate around. Then the number of earth-like planets will further reduce.

the Galaxy, and usually considered a number between 1-10 \ast/yr ;

- f_p : fraction of stars with planetary systems, for which better estimates are available after the discovery of high number of transiting planets discovered, mainly by Kepler spacecraft [14]. It is a number probably near to 0.1 or higher (See Fig 3).
- n_L : number of planets in a planetary system, suitable for life which can be as high as 2 -as might have been in the solar system, if Mars might have also been alive in the past- or as small as 0. Recent advances in planet hunting by Kepler satellite and other means indicate that multi-planet systems do exist [21]; however, there are many stars with no planets detected yet (by the present methods); therefore the average number could be something 0.5 or smaller.
- f_i : fraction of suitable planets on which life actually have started; another difficult parameter to estimate: it may range from 1 (certainty) to 0,001 (very difficult).
- f_i : fraction of life-starting planets which develops intelligence; probably most difficult of all parameters, ranging from 1 (certainty) to 0.0001 (very very difficult). There are indications that this number is nearer to high side [22].
- f_c : how probable is that intelligent species will develop a communicative technology with interest in other interstellar civilizations; here we are also in the realm of speculative guesses. Most cited numbers lie in the range 1 to 0.1.
- L : lifetime (in yr) of a communicative civilization with interest in interstellar communication. With the only example of Earth, we have proposals ranging $ge100$ yrs (this phase might have been almost over, see [15], to a million yr or more, as suggested by Sagan and others [20]).

Existance of R^* and L indicates that civilizations come and go in the history of Galaxy. What really matters is the

communicative civilizations still alive at the present era (up to several 100 years from our present time) of Earth's history.

We will present, in Table 1, results of some optimistic, pessimistic and also, the more likely estimations for N_c . Table also includes possible number of communicating (spreaders) and non-participating (ignorants) civilizations, n the context of theory of rumour spread with general initial conditions.

In accordance with Table 1, most likely number of civilizations communicating in the present epoch in the Galaxy could be something between few million down to about few 100. On the high side, it could go as high as $N_c = 2.5$ millions ("Saganesque" estimation). In this case, if a single supercivilization is in search of other communicable civilizations, and if we apply the present theory of spread of rumors to this set of discoveries, a total of about $N_c - M1 = 2$ million of them could have been discovered, leaving $M1 = 500\ 000$ of them undiscovered, only to give up, upon the false assumption that all has been discovered! If more than one civilizations had initiated such a search task, they will give up much earlier, probably after about discovering $N_c - M2 = 1.5$ million of them, leaving about $M2 = 1$ million of them unexplored. (In this result, we are also assuming that, they are not aware of 'pitfalls' of such a search due to the results of theory of stochastic rumors!)

When these estimations are refined using the "More Likely" numbers (partly in line with the recent planetary system discoveries and related analysis [21]), we reach at the number of possible communicable civilizations in the Milky Way Galaxy "contemporary" with us, to a mere $N_c = 1000$, and, about a fifth (actual fraction is 0.203) of them ($M1 = 200$) has to go undiscovered. For the case where search space is to be searched by several civilizations overlappingly, undiscovered number will increase to $M2 = 300$, in line with Eqn (2) above¹.

¹ A recent estimate for the number of Earth-size planets in the Galaxy goes as high as 1 billion[23], this way, doubling the value of f_p by x2. However, other large uncertainties about emergence and evolution of life and civilizations are still valid. Therefore, we did not diverge from our line of conclusions for the present discussion

Çizelge 1. Parameters for estimating N_c4 , the number of communicating civilizations in the Milky Way Galaxy.

Parameters ¹	Optimistic estimates ²	Pessimistic Values ³	More likely values ⁴
N_c	2.5×10^6	1	782 (İ1000)
$M1 = N_c \times F_1$	500 000	İ	158 (İ50)
$M2 = N_c \times F_2$	920 000	İ	288 (300)

¹ $R_*, f_p, n_l, f_L, f_i, f_c, L$
² 10, 1/2, 1, 1, 1, 1/2, 10^6
³ 1, 1/2, 1/2, 0.2, 0.2, 0.1, 10^3
⁴ 5, 1/2, 1, 1/4, 1/4, 1/2, 10^4

5 Conclusions

We can find parallels with the assumptions in the workings of the theoretical and simulational results of spread of stochastic rumours and contacting interstellar civilizations (if any) in the Galaxy. Results show that high fractions of search space by (an) advanced civilization(s) has to always include some unexplored regions due to the inherent uncertainties if the rumour theory has any applicability to the case. Since almost all the conditions for the theory of spread of rumours seems to be valid in a possible SETI type search, this is likely to be applicable to the Fermi Paradox case. Probably, the Earth falls (or, has already fallen) into this un-discovered group of planets. That means, either our system is not searched due to the pitfalls that exist in such a search (as some theories such as the present one implies) or we will be discovered by time, if such an advanced civilization has already started such a search, or has not given up by "some" reason!

Existance of "intrinsically" **un-explorably (large percentages of search) regions** in any search space may have other implications not easy to guess. One unexpected example that comes to mind, is the "second foundation" concept of **Isaac Asimov** in its "Foundation" series of science-fiction novels [16]. In the sequel, a Galactic empire is built by distant future human descendants and there exist "psycho-historians" (a kind of guardians for the Galactic Empire) of the "Foundation" ruling the Empire, and at some point in the sequence of events, they decide (at some level of development of the Empire) to create a "Second Foundation" in the Galaxy, at a distant, (and not-so-easily discoverable!) part of Milky Way. Its aim was to "save" the Galactic State, when long "dark ages" were foreseen by "the guardians", quite before its fall. It is not clear if Dr Asimov had something in his mind for a place which was also "theoretically undiscoverable" (as in the case of spread of rumours theory) when he was creating the sequels to the series!

In the case that we are the first galactic super civilization¹ that will be capable of such a search (by radio or optical or other type of searches -as in SETI activities-, or by direct visits -as in Asimov's "Galactic Empire" direct interventions style-, "searchers" **must be careful before concluding that any search space envisionsible is fully exhausted!** If one considers present miniscule fractions of possible phase space anticipations

¹ A recent claim that our Galaxy may contain a Type II civilization being capable of most of the energy emitted by their host star [22] brings forward the classification of civilizations by Soviet physicist Nikolai Kardashev in early 1960's [24], again. In this schema, our civilization is on the way of being a Type I civilization, that will be capable of using all (or, most) of the energy that falls on their surface from our star, the Sun, probably in about several centuries.

covered by various active SETI programs, it is easy to see that there is indeed a very long way to go before discovering any new civilizations (if we can survive!). Even when searches come to a level that most of the phase space coverages are achieved, we may indeed be wrong for reasons we have never anticipated. OR, we do need to find ways to overcome this apparently inherent mishap (due to such an apparently unrelated topic as the spread of stochastic rumours implies!).

Acknowledgement

I thank Çağ University (Tarsus-Turkey) supporting a local application of the rumour spread theory [17] to a general election process, when author was staff member there. An earlier draft version (in Turkish) of this article was presented at the Turkish National Astronomy Congress in 2012 [18]. My thanks also go to Prof Edwin Budding of Carter Observatory (Christchurch-New Zealand), Prof. Ali Alpar of Sabanci Univ. (Istanbul-Turkey) and S. Belen (Çağ University-Tarsus, Turkey) for discussions at various phases of the present paper.

Kaynaklar

- Nicholson, I., 1999, *Unfolding Our Universe*, Cambridge University Press.
- Sullivan, W. and Baross, J.A., (Edts), 2007, *Planets and Life*, Cambridge University Press.
- Billings, L. (ed), 2014, *Secrets of the Universe: past, present, future*, Scientific American publication.
- Daley, G.J. and Gani, J., 1999, *Epidemic Modelling: An Introduction*, Cambridge University Press.
- Rappaport, A., Rebbun L.I., 1952, *On the Mathematical Theory of rumor spread*, Bull. Math. Biophys., 14, 375-383.
- Rappaport, A., 1953, *Spread of information through a population with sociostructural basis I : Assumption of transitivity*, Bull. Math. Biophys., 15, 523-533.
- Daley, D.J., Kendal, D.G, 1965, *Stochastic Rumours*, J Inst. Math. Appl., 1, 42-55.
- Maki, D.P., Thompson, M., 1973, *Mathematical Models and Applications*, Prentice-Hall.
- Pierce, C.E.M., 2000, *The exact solution of the general stochastic rumors*, Math. And Comp. Modelling, 31 (10,12), 289-298.
- Pittel, B., 1990, *On the Daley-Kendal model of random numbers*, J Applied Probability, 27, 14-47.
- Belen, S., and Pierce, C.E.M., 2004, *Rumours with general initial conditions*, ANZIAM J., 45, 393-400.
- Belen, S., 2008, *The Behaviour of Stochastic Rumours*, PhD Thesis, Univ. Of Adelaide, Australia.
- Belen, S., Kropat, E., Weber, G.W., 2010, *On the classical Maki-Thompson rumour model in continuous time*, CEJOR, 19, 1-17.
- Lemonick, M.D., 2014, *Dawn of Distant Planets*, in [2] above, p.4-11.
- Rees, Martin, 2004, *Our Final Century*, Arrow Books.
- Asimov, Isaac, 1991, 'Second Foundation', Mass Market.

- Belen, S., Özel, M.E., Uzun, A., 2011, *Haber ve Söylentilerin Yayılma Dinamikleri: İstatistiksel İnceleme ve Denetleme* (Dynamics of Spread of News and Rumours: An Statistical Evaluation), Project Conclusion Report (in Turkish with an English summary), Çağ University Publication, Çağ Univ., Tarsus-Mersin.
- Belen, S., Özel, M.E., 2012, *Fermi Açmazı için Yeni bir Çözüm Önerisi* (A New Solution Proposal for the Solution of Fermi's Paradox), 18th Turkish National Astronomy Congress, Malatya-Turkey, Conference Proceedings, p.319-322.
- Hayes, B., 2005, May issue of American Scientist .
- Sagan, C., 1981, Cosmos.
- Wikipedia, 2015, *List of all planets from Kepler Spacecraft*
- Boyajian, T., et al., 2015, MNRAS Sept 11 issue.
- Behroozi, P., et al., 2015, MNRAS Oct 20 issue.
- Kardashev, N., 1964, Soviet Astronomy, 8, 217.

Erişim:

O32-1040: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

DSLR Kamera ve Lens Astrofotoğrafçılığı

Mustafa Aydın¹★,

¹Anadolu Üniversitesi, İşletme Bölümü, Eskişehir

Özet

DSLR kamera ve lens astrofotoğrafçılığı son zamanlarda ülkemizde oldukça popüler olmaya başlamıştır. DSLR kamera ve lens astrofotoğrafçılığı iki alt dalda incelenebilir. Birincisi geniş açı lenslerle yeryüzünden manzaralarında eklendiği samanyolu, takımyıldızlar ve meteor yağmurları gibi gökyüzü obje ya da olaylarının, ikincisi ise telefoto lensler ve takip edici kundak kullanılarak derin uzay objelerinin fotoğraflanması ve bu fotoğrafların dijital ortamda işlenmesidir. Bu tür astrofotoğrafçılık planlama, çekim ve işleme olarak 3 aşamadan oluşmaktadır ve çalışmada bu konular üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Education, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O32-1100: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

H-alfa Günes Çekimi Nasıl Oluşuyor?

Mehmet Ergün¹★,

¹*Serbest, Bad Kreuznach*

Özet

Merkez yıldızımız güneş, sürekli gözlem nesnesidir. Çoğu amatör gözlemciler güneşi deyişik filtre ile izlerler ve çekim yaparlar. Sizlere H-alpha güneş çekimleri nasıl oluşduğunu çekmiş olduğum görsellerle birlikte tanitmaya çalışacağım.

Anahtar Kelimeler: Education, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O32-1120: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Güneş Sistemi ve Derin Uzay Astrofotografçılığı

Murat Sana¹★,

¹Anadolu Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Ankara

Özet

Güneş sistemi ve derin uzay objelerinin teleskop ve CCD/CMOS kameralarla görüntülenmesi, kılavuz sistemlerinin çalışma prensipleri ve çekilen görüntülerin spesifik yazılımlar kullanılarak işlenmesi

Anahtar Kelimeler: Education, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O32-1125: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Türk Astronomları Tarafından Keşfedilen İlk Ötegezegen

Mesut Yılmaz¹★

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

Özet

2007 yılından buyana TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde sürdürülen G-K türü dev yıldızların hassas Doppler araştırmaları kapsamında nihayetinde 10 yıllık bir araştırma sonucunda bir ötegezegen keşfedildi. Bizden 212 ışık-yılı uzaklıktaki HD 208897 yıldızının etrafında dolanan gezegen hemen hemen çember bir yörüngeye sahip ve yıldızının etrafında bir tam turunu yaklaşık 350 günde tamamlamaktadır. Kütleli yaklaşık 1.5 Jüpiter kütleli olduğu düşünülen gezegen için foto-metrik ve diğer tayfsal yöntemlerle de bir doğrulama yapıldı. Buna göre dikine hızlarda görülen değişimin kaynağı yıldız lekeleri veya zonklamadan olamayacağı anlaşıldı. Gezegen, şu anda sayıları çok az olan (yaklaşık 135 tane) orta-kütleli yıldızlar etrafında bulunmuş ötegezegenlerden biri olmasından dolayı, özellikle dev gezegenlerin oluşum teorilerine önemli bir ışık tutması açısından literatüre katkı sağlamıştır

Anahtar Kelimeler: (stars:) planetary systems, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Güneş Sistemi dışı gezegen (ötegezegen) araştırmalarında en çok kullanılan yöntemlerden biri olan dikine hız (DH) tekniğinin temel mantığı, gezegene sahip yıldızların tayfindaki soğurma çizgilerin görelî Doppler kaymalarını belirlenmesine dayanmaktadır. Gezegenin kütleline ve yıldızına olan uzaklığına bağlı olarak gezegen yıldız üzerinde periyodik bir tedirginlik yaratmakta ve DH'da birkaç msn^{-1} mertebesinde dönemli bir değişim oluşturmaktadır. Ancak, bu mertebedeki bir değişimi saptayabilmek için tayfta yüksek Sinyal/Gürültü oranına ve çok yüksek tayfsal çözünürlüğe ihtiyaç vardır. Klasik yöntemlerde dalgaboyu ölçeklendirmesi için elde edilen referans lamba tayfları birbirlerine göre genellikle farklı zamanlarda ve farklı optik yollar üzerinden alınır. Bu durumda tayfçekkerlerde oluşan küçük ölçekli gerilmeler-hareketler, tayfçekker yarığının farklı konumlarına yapılan merkezlemeler ve tayfçekker optiğinin farklı yönlerden aydınlanması gibi etkiler sonucu gerçekte olmayan (istenmeyen) Doppler kaymaları ortaya çıkmasına neden olur. Griffin (1973), DH ölçümleri sırasında eğer yıldız tayfı ile birlikte eş zamanlı olarak referans tayfin de gözlenmesi halinde bu tür istenmeyen etkilerin önemli ölçüde azaltılabileceğini gösterdi. Bu fikirden hareketle, Marcy & Butler (1992) yıldız ve referans tayfı eş zamanlı elde etmek üzere tayfçekker giriş yarığı önüne konulan bir iyodin (I_2) soğurma hücreleri ile birkaç msn^{-1} mertebesinde hassasiyetinde DH ölçümü yapılabileceğini deneysel olarak gösterdiler. Bu bulgudan sonra I_2 soğurma hücrelerinin kullanımı dünya genelinde birçok gözlemevinde yaygınlaştı ve ötegezegen keşif sayısında hızlı bir artışa neden oldu.

Ötegezegen araştırmalarında G ve K tayf türünden yıldızlar özellikle hedef cisimlerdir. Çünkü bunların tayflarında genelde çok keskin soğurma çizgileri vardır. Erken tayf türlerindeki (O, B ve A yıldızları) yıldızların tayfindaki çizgiler daha az keskin ve hızlı dönmeden dolayı genişleşmişlerdir. Hatta öyle ki bu aşırı genişleme yakın komşuluğundaki çizgilerin birbiri içerisine geçmesine neden olmakta ve dolayısıyla bu çizgilerin birbirlerinden ayır edilmesini güçleştirmektedir. Bugüne kadar keşfedilen ötegezegenlerin %90'ı bu G-K türü cüce yıldızların etrafında keşfedilmiştir (Akeson et al. 2017). Oysa, sadece bunların %5

kadarı ise G-K türü dev yıldızların etrafında keşfedilmiştir. Gezegen oluşum senaryoları için en önemli fiziksel parametre yıldızın kütlelidir. Özellikle orta kütleli yıldızlar ($1-5 M_{\odot}$) gezegen oluşum senaryoları için çok önemli bir yere sahiptir. Bu tür yıldızları saran gezegenimsi disklerin yaşam süreleri düşük kütleli olanlara göre daha kısadır (Ida & Lin 2004; Mordasini et al. 2008). Dolayısıyla, orta kütleli yıldızların etrafında dev bir gezegenin varlığı doğrudan dev gezegen oluşumunun zaman ölçeğinin belirlememize olanak verir. Disk kararsızlık senaryosuna göre orta kütleli yıldızların etrafındaki dev gezegenler gezegenimsi diskler yok olmadan önce oluşmaktadırlar. Dolayısıyla, bu tür yıldızlar etrafındaki gezegenler bu zaman ölçekleri test etme fırsatı verir (Johnson et al. 2010). Ek olarak, bu tür yıldızlar etrafında keşfedilmiş gezegenlerin yörünge özellikleri G-K türü cücelere göre önemli ölçüde farklı istatistiksel sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, gezegen oluşumunu genel olarak iyi anlayabilmek için çok farklı kütle değerlerine sahip yıldızlar etrafında gezegenleri araştırmalıyız.

Orta kütleli yıldızlar etrafında gezegen araştırmanın en kolay yolu G-K türü dev yıldızları gözlemektir. Bunlar orta kütleli ($1-5 M_{\odot}$) anakol yıldızların evrimleşmiş halleridir. Ayrıca, sahip oldukları soğuk atmosferleri nedeniyle tayfinda çok fazla soğurma çizgisi vardır ve yavaş döndükleri için de hassas DH ölçümleri için uygun adaylardır. Bu motivasyonla Türkiye, Japonya ve Rusya'dan bazı araştırmacıların da içinde bulunduğu uluslararası bir işbirliği ile TUG'da *Hassas Dikine Hız Ölçüm Tekniği ile Güneş Sistemi Dışı Gezegen Araştırma Programı* başlatıldı. Bu işbirliği kapsamında, TUG'un RTT150 teleskobunun Coude Echelle Tayfçekkeri (CET)'ne Japonya Okayama Astrofizik Gözlemevi (OAG)'nin optik laboratuvarında üretilen I_2 ünitesi takıldı. On yıldır süren araştırma programında RTT150 teleskobu ve CET için $10-15msn^{-1}$ düzeyinde DH ölçüm hassasiyetine ulaşılabildiğimizi gösterdik (Yılmaz et al. 2015). Bu hassasiyet Jüpiter kütleli ötegezegenleri belirleyebilecek duyarlılıktadır.

Bu çalışmada, TUG RTT150 teleskobunda 2007 yılından buyana sürdürdüğümüz ötegezegen araştırma programı kapsamında keşfedilen ilk ötegezegen olan HD 208897b ait sonuçları vermektedir.

★ mesutyilmaz@ankara.edu.tr

2 Gözlemler ve Analizler

TUG RTT150 teleskobu ve CET ile gezegen araştırma programı için 50 adet G-K tayf türünden aday yıldız hedef olarak seçildi. Tüm adaylar HIPPARCOS kataloğundan çift veya değişen olmayan yıldızlar arasından seçildi. Ayrıca, adayların seçiminde şu kriterler de uygulandı; görsel parlaklığı $V \sim 6.5$, renk indisi $0.6 \leq B - V \leq 1.0$ ve dikaçıklığı $\delta \geq -20^\circ$ olacak şekilde bir filtre uygulandı. On yıldır devam eden gözlemlerden 13 aday yıldızın 20 ile 500 msn^{-1} arasında DH değişimi gösterdiği anlaşıldı. Bu adayların DH değişim nedenlerini daha iyi anlamak için 2012 yılından itibaren OAG'daki 1.88 m'lik ve Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi (AUKR)'deki 35 cm'lik T35 teleskopları ile de gözlenmeye başlandılar.

2.1 TUG RTT150 Gözlemleri

TUG RTT150 teleskobuna bağlı CET ile HD 208897 için Haziran 2009'dan Ocak 2017'e kadar $2K \times 2K$ Andor CCD kamera ile toplam 73 adet tayf elde edildi. Adayın hassas DH ölçümlerini elde etmek için I_2 ünitesi kullanıldı. I_2 ünitesi tayfçekerin giriş yarığının hemen önüne yer almaktadır, yıldız ışığı bu hücrenin içinden geçtikten sonra tayfçekere ulaşır ve bu sayede referans tayf asıl gözlenmek istenen nesne ile birlikte eşzamanlı olarak gözlenmiş olur. Bu sayede birçok aletsel hatanın elimine edilmesine ve hassas DH'ların ölçülmesine olanak sağlamaktadır. TUG CET 4000-8000 Å dalgaboyu aralığını kapsamakta ve yaklaşık $R \sim 55000$ çözünürlüktedir. Adayın gözleminde 1800 sn poz-süresi kullanıldı ve 5500 Å için piksel başına 60-120 arasında S/N oranı değerlerine erişildi.

2.2 OAG Gözlemleri

OAG'deki 1.88 m'lik teleskop ve yüksek verimli fiber tayfçeker HIDES (High Dispersion Echelle Spectrograph) ile 2017 ve 2017 yılları arasında toplam 34 tayf elde edildi. HIDES tayfçekeri 3750-7500 Å dalgaboyu aralığını kapsamakta ve yaklaşık $R \sim 65000$ çözünürlüktedir. Hassas DH ölçümleri için I_2 ünitesi kullanıldı. Adayın gözleminde 1200 sn poz-süresi ile 5000 Å için piksel başına 200 üzerinde S/N oranı değerine ulaşıldı. HIDES tayfçekerin DH hassasiyeti 3 msn^{-1} mertebesinde (Harakawa et al. 2015).

2.3 AUKR Gözlemleri

HD 208897'in fotometrik gözlemleri AUKR'deki 35 cm'lik T35 teleskobu ve ona bağlı $1K \times 1K$ Apogee ALTA U47 CCD kamera ile gerçekleştirildi. Gözlemler 2014 ve 2017 yılları arasında yapıldı. Kameranın plak eşeli piksel başına $0''.75$ ve görüş alanı $13' \times 13'$ dir. Gözlemlerde tek renk Bessel-R filtresi ile daha hassas fotometrik hassasiyete ulaşabilmek için odak-dışı gözlem tekniği kullanıldı. Odak-dışı gözlemlerin PSF aralığı 30 ile 50 piksel arasında değişmektedir.

2.4 Veri Analizi

TUG ve OAG gözlemlerinden elde edilen tayfsal veriler IRAF¹ paketleri yardımıyla standart şekilde işlendi (lat, bias, dark ve saçılmış ışık etkisi düzeltilmesi vb.) ve her bir eşel basamak için süreklilik seviyeleri belirlenerek tayflar normalize edildi. Gece içerisinde alınan Th-Ar (toryum-argon) lamba tayfları yardımıyla da her bir eşel basamağın dalgaboyu ölçeği hesaplandı.

Adayın hassas DH ölçümleri IDL² yazılım dili kullanarak geliştirilen özgün bir analiz kodu ile elde edildi. Marcy & Butler (1992) ve Sato et al. (2002)'in önerdiği yöntemin temeline dayanan bu analiz tekniğinde, tayfçekerin alıcı çıkışında elde edilen yıldız+ I_2 hücrenin bütünleşik tayfı küçük (2-5 Å) parçalara bölünerek her bir parça için Doppler kayma miktarı $\Delta\lambda$ hesaplanmakta. Bu yöntemle göre her bir tayfsal bölge için Doppler kayma miktarları hesaplanarak DH değerleri belirlendi. Her bir parçadan elde edilen ölçümler ilgili parçanın S/N oranına ve χ^2 (ki-kare) değerine göre ağırlıklandırılarak tek bir DH değerine dönüştürüldü. Son olarak, elde edilen bu DH değeri için Hobbs et al. (2006) önerdiği yöntemle kütle merkezli hız düzeltilmesi yapıldı. Hem TUG hem de OAG'de elde edilen DH ölçümleri Şekil 1'te verildi. Her iki gözlemden elde edilen DH değerleri 30-40 msn^{-1} arasında bir değişim göstermektedir. DH ölçümlerin periyodik bir değişim gösterip göstermediğini anlamak için Lomb-Scargle (L-S) (Scargle 1982) periodogram analizi gerçekleştirildi ve yaklaşık 350 gün civarında güçlü bir dönem gösterdiği görüldü (bkz. Şekil 1'deki sağ panel).

AUKR'de elde edilen fotometrik veriler IRAF yazılımı kullanılarak işlendi. Aletsel etkilerden arındırılan fotometrik veriler üzerinde daha sonra IDL'in APER kodu ile açıklık fotometri gerçekleştirildi. Görüntüler üzerinde seçilen mukayese yıldızlar yardımıyla da hedef yıldızın görelî parlaklıkları ve hataları belirlendi. Toplamda 3821 gözlem noktası elde edildi ve örnek ışık eğrisi Şekil 2'de verildi. HD 208897 için elde edilen fotometrik değişkenlik yaklaşık $\sigma \sim 0.03$ kadardır. Bu veriler için yapılan dönem analizlerinde önemli bir periyodik sinyal görülmedi (bkz. Şekil 2'deki sol alt panel). Çalışmada ayrıca HIPPARCOS fotometrik verileride incelendi ve bu verilerin fotometrik değişkenliği $\sigma \sim 0.008$ kadar mertebesinde olduğu anlaşıldı. Benzer şekilde HIPPARCOS fotometrik verileri için de önemli periyodik bir değişim görülmedi.

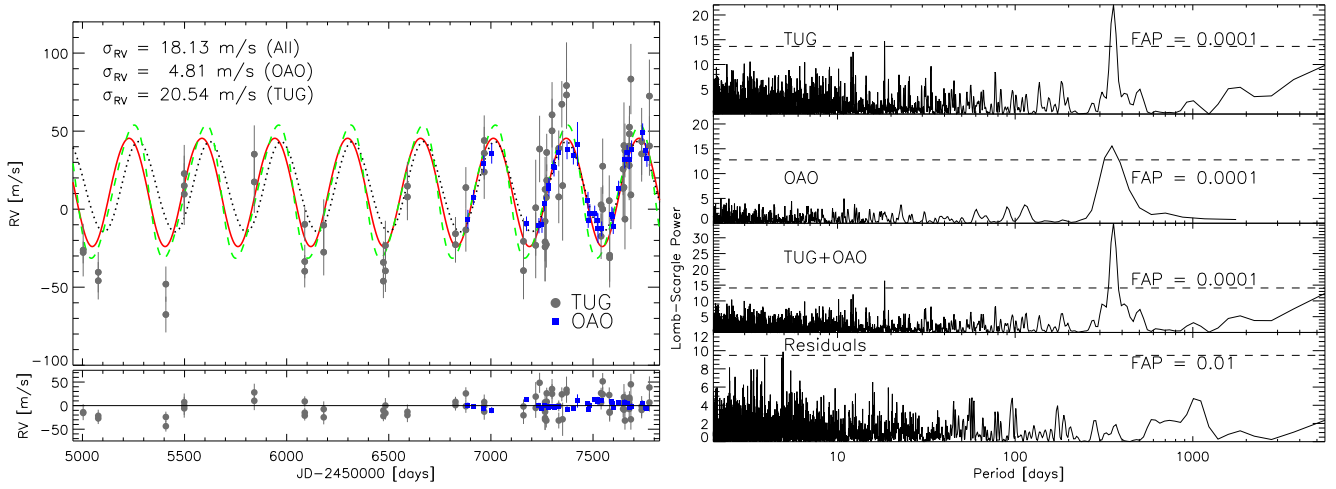
3 HD 208897'nin Fiziksel Parametreleri

HD 208897 (HIP 108513) yıldız görsel parlaklığı $V = 6^m.51$ olan K0 tayf türünden dev bir yıldızdır. HIPPARCOS paralaksı 15.46 mas, bu değere karşılık gelen uzaklık ise 64.68 pc ve görsel mutlak parlaklığı ise $M_V = 2^m.46$ dir. Aday yıldızın renk artışı $E(B - V)$ değeri Schlegel et al. (1998) 'ni yaptığı kırmızıtoz salma haritlarından elde edildi. Sönümlenme ile kızarma arasındaki oranını 3.1 olarak varsayarak yıldızlararası sönümlenme değeri $A_V = 0.047$ olarak hesaplandı. Flower (1996) tabloları kullanarak ta yıldızın bolometrik düzeltilmesi $B.C = -0.392$ olarak elde edildi.

Adayın fiziksel ve atmosfer parametrelerini belirlemek için model atmosfer analizi yapıldı. Bu amaçla, I_2 hücresi olmaksızın elde edilen yüksek çözünürlüklü CET tayflarında Fe I ve Fe II çizgilerin eşdeğer genişlik (EW) ölçümleri yapıldı. Yıldızın dönme hızı belirleyebilmek için ise orta şiddetteki örtüşmemiş temiz soğurma çizgilerin profillerine Gauss fiti yapıldı. ATLAS9 (Kurucz 1993) analiz kodu ve VALD (Ryabchikova & Pakhomov 2015) atomik veri veritabanı yardımıyla ölçülen eşdeğer genişlikler için uyarılma ve iyonizasyon dengeleri kullanılarak yıldızın nihai atmosfer parametreleri belirlendi. Buna göre, en iyi sonuçlar demir bolluğu $[Fe/H] = 0.21$, mikrotürbülans hızı $v_t = 1.28$, etkin sıcaklığı $T_{eff} = 4860$ K, dönme hızı $v_{sini} = 3.9kmsn^{-1}$ ve yüzey çekim ivmesi $logg = 3.13$ değerleri için elde edildi. Stefan-Boltzmann yasasından bolometrik

¹ <http://iraf.noao.edu/>

² <https://www.harrisgeospatial.com/Software-Technology/IDL>



Şekil 1. Sol grafik: HD 208897 için gözlenen DH ölçümleri ve en iyi yörünge fiti çözümleri. Sürekli kırmızı çizgi TUG+OAG, yeşil kesikli çizgi OAG ve noktali eğri TUG için olan çözümleri göstermektedir. Fitten olan artıklar sırasıyla 18.13 ms^{-1} , 4.81 ms^{-1} ve 20.54 ms^{-1} . Sağ grafik: TUG, OAG ve TUG+OAG verileri için Lomb–Scargle periodogram analizi. Yatay kesikli çizgiler hata güvenilirlik seviyelerini (FAP) göstermektedir.

Çizelge 1. HD 208897'nin fiziksel parametreleri.

Parametre	Bu çalışma
Tayf Türü	K0
V [mag]	6.51
B-V	1.01
π [mas]	15.46 ± 0.54
B.C.	-0.392
M_V	2.456
A_V	0.047
T_{eff} [K]	4860 ± 100
$\log L_*$ [L_\odot]	1.09 ± 0.07
$\log g$ [cgs]	3.13 ± 0.14
M_* [M_\odot]	1.25 ± 0.11
R_* [R_\odot]	4.98 ± 0.20
[Fe/H] [dex]	$+0.21 \pm 0.15$
$v \sin i$ [kms^{-1}]	3.90 ± 0.42
V_t [kms^{-1}]	1.28 ± 0.24

ışınım gücü $L_* = 12.3L_\odot$ ve yıldızın yarıçapı $R_* = 4.98R_\odot$ olarak hesaplandı. Bu bulgulardan hareketle de yıldızın kütlesi $M_* = 1.25M_\odot$ olduğu saptandı. Sonuçlar, yıldızın metalce zengin ve RGB evresinin henüz daha başında olan bir yıldız olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verildi. Bu bulgulara göre, HD 208897'nin dönme döneminin üst limiti yaklaşık 64 gün olduğunu göstermektedir. Bu değer DH sonuçlarından elde edilen 350 gün mertbesindeki dönemden bir hayli küçüktür.

4 Bulgular

4.1 Yörünge Çözümü

DH ölçümlerinde dönemli bir değişim gösterdiği anlaşılan HD 208897 için Kepler yörünge analizi yapılarak görünmeyen bileşene ait yörünge parametreleri elde edildi. Yıldızın fiziksel parametreleri yardımıyla yoldaş bileşenin kütlesi için bir alt limit değeri hesaplandı ($m_p \sin i$). Yörünge parametrelerini belirlemek amacıyla MCMC (Markov Chain Monte Carlo) algoritmasını temel alan exofast (Easton et al. 2013) IDL kodu kullanıldı. Analizde yörünge dönemi P , enberi geçiş zamanı T_p , dışmerkezlik değeri e , DH genliği K_1 , enberi geçiş boylamı w ve DH'nin sıfır

Çizelge 2. HD 208897'nin yörünge çözümleri.

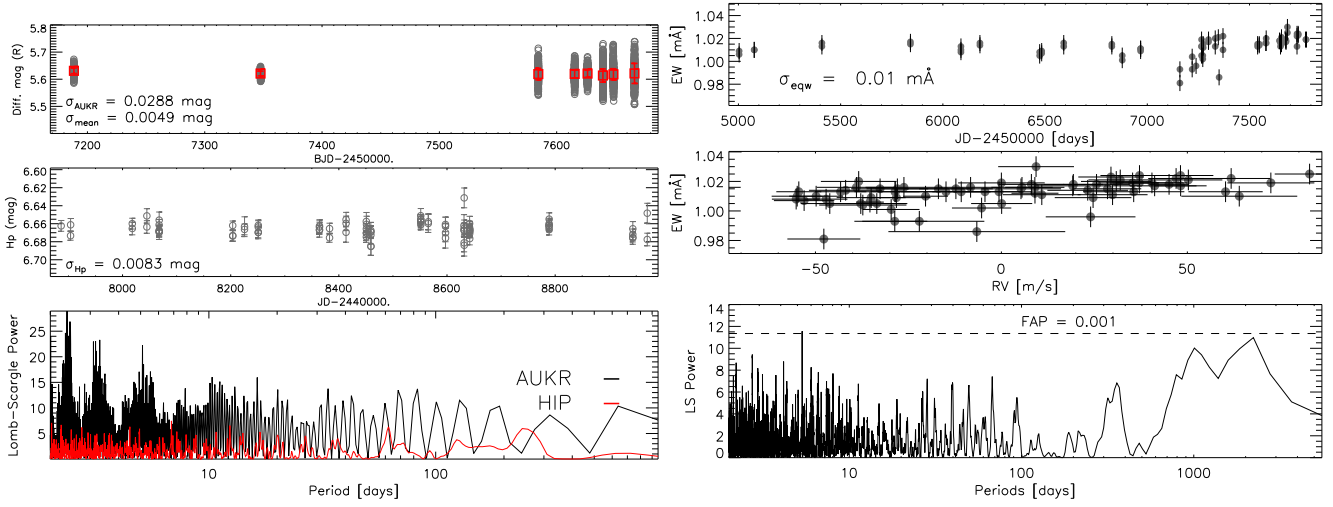
Parametre	TUG+OAG	OAG	TUG
P (gün)	352.7 ± 1.7	349.7 ± 3.3	353.6 ± 2.7
K_1 (ms^{-1})	34.7 ± 2.2	28.9 ± 1.2	42.7 ± 5.5
e	0.07 ± 0.06	0.04 ± 0.03	0.15 ± 0.11
ω (deg)	167 ± 83	297 ± 64	89 ± 42
V_0 (ms^{-1})	12.1 ± 1.8	14.1 ± 0.9	11.2 ± 3.8
T_p (BJD-2450000)	5036 ± 82	6961 ± 54	4971 ± 46
$m_2 \sin i$ (M_J)	1.40 ± 0.08	1.16 ± 0.05	1.70 ± 0.18
a (AU)	1.05 ± 0.03	1.04 ± 0.03	1.05 ± 0.03
$a_1 \sin i$ (10^{-3}AU)	1.1 ± 0.1	0.9 ± 0.2	1.4 ± 0.3
ΔRV (ms^{-1})	13.63	-	-
N_{obs}	107	34	73
RMS (ms^{-1})	18.13	4.81	20.54
Reduced $\sqrt{\chi^2}$	0.95	0.96	1.01

Note: ΔRV , TUG ve OAG arasındaki dikine hız farkı.

noktası V_0 serbest parametreler olarak seçildi. Yörünge analizi üç farklı şekilde gerçekleştirildi; sadece TUG, sadece OAG ve hem TUG hem de OAG verilerini birlikte değerlendirerek. Her bir durum için elde edilen en iyi yörünge çözüm sonuçları Tablo 2'de ve DH'lara yapılan en iyi Kepler fit sonuçları Şekil 1'te gösterildi. Bu analizlere göre TUG+OAG verilerinden görünmeyen bileşenin kütlesi $m_p \sin i = 1.40M_J$ olarak belirlendi. Yapılan Kepler fitlerinden olan artıklar da yaklaşık olarak 18 msn^{-1} mertbesinde bir saçılma göstermektedir ki bu değer TUG RTT150 için olan DH hassasiyeti ile oldukça uyumludur. OAG için yapılan fitten olan artıklar daha küçük (5 msn^{-1}) saçılma göstermektedir. Bunun nedeni OAG HIDES tayfçekerin daha hassas DH hassasiyetine sahip olmasıdır. Ancak, TUG verileri daha geniş bir zaman aralığını kapsayan gözlemleri içerdiklerinden yörünge dönemini belirlemede daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, hem TUG hem de OAG verilerini ortak içeren çözümler daha anlamlıdır.

4.2 Dikine Hız Değişimine Neden Olan Diğer Mekanizmalar

Yıldız yüzeylerindeki parlaklık düzensizlikleri (soğuk veya sıcak leke) yıldızın dönmesi nedeniyle DH değişimine neden olmakta



Şekil 2. Sol grafik: HD 208897'nin AUKR ve HIPPARCOS'tan elde edilen fotometrik gözlemleri. İçi açık kırmızı kareler gecedeki Bessel-R ölçümlerin ortalamasını göstermekte. Sağ grafik: $H\alpha$ çizgisinin EW ölçümlerin zamana ve DH ölçümlerine göre değişimi.

dır. Benzer şekilde, çapsal ve çapsal olmayan zonklamalar veya manyetik bir çevrim de DH'larda dönemli bir değişim yaratırlar. Ancak, bütün bu etkiler yıldızın tayfsal çizgi profillerini bozarak asimetrik çizgi profillerin oluşmasına neden olurlar. Bu etkileri var olup olmadığını test etmek için de adayın Ca II H ve $H\alpha$ çizgileri, fotometrik değişimleri ve yıldızın çizgi profil biçimleri incelendi.

Yıldız yüzeyinde parlaklık düzensizliklerine neden olan etkiler yıldızın dönme dönemi ile ilişkili olacak şekilde parlaklık değişimleri gösterir. Şekil 2'den görüleceği üzere, hem AUKR hem de HIPPARCOS fotometrik verileri önemli bir fotometrik değişim göstermediğine işaret etmektedir. Hatzes (2002) leke alanları ile DH genlikleri arasındaki çalışmasına göre $35[m.s^{-1}]$ genlikli DH değişimi neden olabilecek lekeler yıldız yüzeyinde %1.5 bir alan kaplamalıdır. Böyle bir leke alanı da fotometrik olarak ışık eğrisinde $\Delta m = 0^m.05$ mertebesinde bir değişim yaratır. Bu değer AUKR ve HIPPARCOS fotometrik verileri ile karşılaştırıldığında 1.5σ daha yukarıdadır. Ayrıca, elde edilen yıldız parametreleri bu tür bir dönem değişiminin maksimum 64 günden daha büyük olamayacağını göstermektedir. Bu nedenle, yıldız yüzeyindeki leke veya plaj bölgeleri HD 208897'nin DH eğrisinde görülen 350 gün civarındaki dönem değişimini açıklayamamakta. Bununla birlikte, aday yıldızın Ca II H ve $H\alpha$ çizgileri de incelendi. Şekil 3'teki sol panelde Ca II H çizgisi bölgesi verildi ve açıklaması bu çizginin merkezinde herhangi bir salma özelliği görülmemektedir. Şekil 2'deki sağ grafiklerde ise $H\alpha$ çizgilerin zamana göre EW ölçümleri verildi ve şeklin sağ alt panelinden de açıkça görülebileceği gibi bu ölçümler önemli bir dönem değişimi göstermemektedir.

HD 208897'nin tayf çizgilerindeki asimetrileri araştırmak için çizgi profil analizi gerçekleştirildi. Çizgi profillerindeki bu asimetrilerini belirlemek için çizgi ortayları (bisektör) incelendi (Gray 2005). Bunun için ilk olarak, aday yıldızın temiz ve orta şiddetteki tayf çizgileri seçildi. Bu çizgiler, I_2 soğurma çizgilerinin yıldız tayfını etkilemedi bölgelerdeki tayf çizgilerinden seçildi. Daha sonra, bu çizgiler yıldızın öz-yıldız (template) tayfı ile çapraz korelasyona (CCF) tabi tutularak ortalama bir çizgi profili oluşturuldu ve çizgi ortayları hesaplandı. Çizgi ortaylarını hesaplamak için iki ölçüt kullanıldı, BVS (Bisector Velocity Span) ve BVC (Bisector Velocity Curvature) hız alanlarıdır.

Elde edilen sonuçlar Şekil 3'te sağ panelde verildi ve şekilden de görüleceği üzere çizgiortay ölçütleri DH'larla bir korelasyon göstermediği görülmektedir. Bu sonuçlar, DH değişimine neden olan olgunun gezegen kaynaklı olduğunu desteklemektedir.

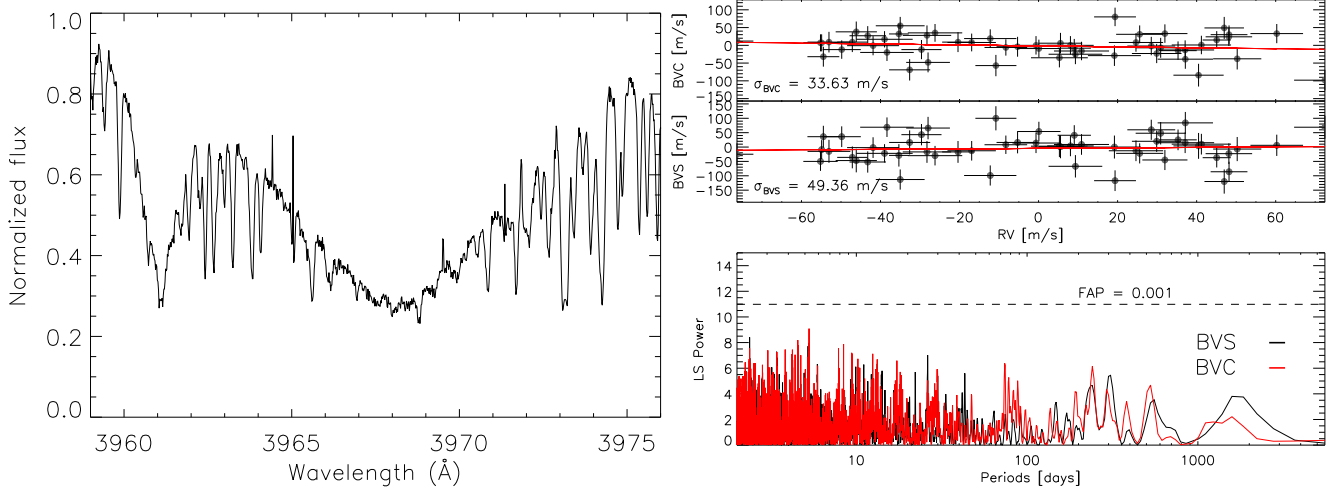
5 Tartışma ve Sonuç

2007 yılından beri TUG RTT150'de sürdürülen Güneş Sistemi Dışı Gezegen Araştırmaları isimli çalışma kapsamında ilk ötegezegen HD 208897 yıldızının etrafında keşfedildi. Hem TUG hem de OAG'da yapılan hassas DH ölçümlerinde 350 gün mertebesinde periyodik bir değişim olduğunu göstermektedir. Dönem ve yörünge analizleri ötegezegenin kütesinin yaklaşık $1.40 M_J$ olduğuna işaret etmektedir. Yapılan tayfsal çizgi profil ile ışık ölçüm analizleri DH'da görülen değişimin yıldız-altı bir cisimden kaynaklı olabileceğini desteklemektedir. Ayrıca, Ca II H ve $H\alpha$ çizgileri için yapılan analizler aday yıldızda kromosferik aktivite kaynaklı bir etkinin olmadığını göstermektedir.

HD 208897 için yapılan model atmosfer analizleri, kütesi $1.25 M_{\odot}$ ve metalce zengin bir yıldız olduğunu göstermektedir. Elde edilen parametreler de adayın henüz daha RGB evresinin başında olduğunu belirtmekte. Yıldız etrafındaki gezegen, yıldızından yaklaşık $1 AB$ uzaklıkta ve neredeyse dairesel bir yörüngede ($e \sim 0.1$) dolanmaktadır. Gezegenin bulunduğu bu konum, RGB evresinin başında olan yıldız (yarıçapı $\sim 0.025 AB$) ile henüz daha ciddi bir çekimsel etkileşme olmadığını da desteklemektedir.

Kaynaklar

- Akeson R. L., Christiansen J., Ciardi D. R., Ramirez S., Schlieder J., Van Eyken J. C. a., 2017, in American Astronomical Society Meeting Abstracts. p. 146.16
 Eastman J., Gaudi B. S., Agol E., 2013, PASP, 125, 83
 Flower P. J., 1996, ApJ, 469, 355
 Gray D. F., 2005, PASP, 117, 711
 Griffin R., 1973, MNRAS, 162, 243
 Hatakawa H., et al., 2015, ApJ, 806, 5
 Hatzes A. P., 2002, AN, 323, 392
 Hobbs G. B., Edwards R. T., Manchester R. N., 2006, MNRAS, 369, 655
 Ida S., Lin D. N. C., 2004, ApJ, 604, 388



Şekil 3. Sol grafik: HD 208897 için Ca II H (3968.5Å) soğurma çizgisi bölgesi (sol) Sağ grafik: Çizgi-ortay BVC ve BVS değerlerin DH değerleri olan değişimleri. Sürekli kırmızı eğri çizgi-ortaya yapılan fiti göstermektedir.

Johnson J. A., Aller K. M., Howard A. W., Crepp J. R., 2010, PASP, 122, 905

Kurucz R., 1993, ATLAS9 Stellar Atmosphere Programs and 2 km/s grid. Kurucz CD-ROM No. 13. Cambridge, Mass.: Smithsonian Astrophysical Observatory, 1993., 13

Marcy G. W., Butler R. P., 1992, PASP, 104, 270

Mordasini C., Alibert Y., Benz W., Naef D., 2008. p. 235 ([arXiv:0710.5667](https://arxiv.org/abs/0710.5667))

Ryabchikova T., Pakhomov Y., 2015, Baltic Astronomy, 24, 453

Sato B., Kambe E., Takeda Y., Izumiura H., Ando H., 2002, PASJ, 54, 873

Scargle J. D., 1982, ApJ, 263, 835

Schlegel D. J., Finkbeiner D. P., Davis M., 1998, ApJ, 500, 525

Yılmaz M., et al., 2015, NewA, 34, 108

Erişim:

041-0900: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Gezegenli Yıldızların Asterosismik İncelenmesi

Cenk Kayhan^{1,2,*}, Mutlu Yıldız¹, Zeynep Çelik Orhan¹

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

²İSTEK Bilim Merkezi, İstanbul

Özet

Güneş benzeri titreşim yapan yıldızların temel parametreleri asterosismoloji sayesinde duyarlı bir şekilde elde edilir. Gezegenlerin temel parametreleri yıldızlarının temel parametrelerine bağımlı olduğundan, keşfedilen gezegenli yıldızların asterosismoloji ile incelenmesi gezegenin temel parametrelerinin türetilmesi açısından önemlidir. Bu çalışma kapsamında farklı evrim basamaklarında yer alan gezegen ve gezegen adayına sahip güneş benzeri titreşim gösteren 22 yıldız ayrıntılı olarak incelendi. İncelenen her bir yıldızın iç yapı modelleri sonucunda elde edilen temel parametreleri türetilmiştir.

Anahtar Kelimeler: asteroseismology, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

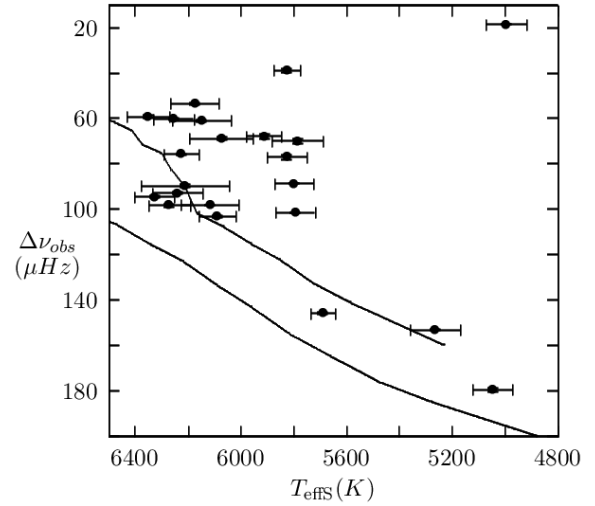
Günümüzün uzak hedeflerinden olan başka bir gezegende yaşama veya başka bir gezegende yaşamın bulunabileceği fikri, bizi gezegenli sistemlerin daha ayrıntılı incelenmesine yöneltti. Gezegenli sistemlerin birçok özelliği barınak yıldızın yapısı ve evrimi ile ilişkilidir. Gezegenlerin temel parametrelerinin duyarlı bir şekilde belirlenmesi barınak yıldızın özelliklerinin iyi belirlenmesine bağlıdır. Özellikle tek yıldızlar için etkin sıcaklık (T_{eff}), metal bolluğu ($[M/H]$) ve parlaklıklar (U,B,V,R vb.) tayf ve ışıkölçüm gözlemleri ile elde edilir. Bu değerler kullanılarak HR diyagramında işaretlenen yıldızın yapısı ve evrimi saptanmaya çalışılır. Ancak gözlemsel değerleri aynı olan farklı kütle ve metal bolluğu içeren birçok yıldız HR diyagramında aynı noktada yer alabilir. Bu nedenle bir yıldızın evrim durumunun anlaşılması için yalnızca HR diyagramının yeterli olmadığı açıktır. Bu amaçla yıldız iç yapı ve evrim modelleri yapılır. Gerçeğe daha yakın iç yapı modelleri için özeğe ve özeğe yakın katmanlar hakkında gözlemsel kısıtlara ihtiyaç duyulur.

Günümüzde iç yapıya dair gözlemsel veriler yıldız sismolojisi ile duyarlı bir şekilde elde edilir. Kepler ve CoRoT görevleri ile Güneş benzeri titreşim yapan gezegenli yıldızların gözlemi bu sistemlerin özelliklerini türetmede oldukça güçlü bir araç olan yıldız sismolojisinin kullanılmasını sağladı. Yıldız sismolojisi kullanılarak türetilen nicelikler bu yıldızların iç yapılarına ilişkin parametreleri diğer yöntemlerden çok daha yüksek duyarlılıkla hesaplanır. Sismik niceliklerden büyük ayrılma ($\Delta\nu$), ardışık sıralı ($n, n-1$) aynı dereceli (l) kiplerin frekanslarının farkıdır ($\Delta\nu = \nu_{n,l} - \nu_{n-1,l}$). Yoğunluğun karekökü ile orantılı olan büyük ayrılma, yarıçapa oldukça duyarlıdır. n değerleri ardışık ($n, n-1$), dereceleri arasında iki fark ($l, l+2$) bulunan frekansların farkı ise küçük ayrılma ($\delta\nu_{02} = \nu_{n,l} - \nu_{n-1,l+2}$) olarak adlandırılır.

Küçük ayrılma, Özektaki nükleer dönüşüm sonucu değişen ortalama molekül ağırlığına duyarlı olduğundan yaş ve evrim hakkında bilgi taşır. Bu niceliklere ek olarak model çıktı parametreleri ile de elde edilebilen en büyük genlik frekansı (ν_{max}), akustik kesme frekansı (ν_{ac}) ile orantılı olup;

$$\nu_{\text{max}} = g/T_{\text{eff}}^{0.5} \quad (1)$$

şeklinde hesaplanır (Brown v.ark. 1991). Hesaplanan bu üç sis-



Şekil 1. İncelenen yıldızların tayftan elde edilen etkin sıcaklığa karşı gözlemsel büyük ayrılma grafiği. Kalın ve ince çizgi sırasıyla SYAK ve TYAK'ı temsil etmektedir. Her iki kol da MESA evrim kodu ile 0.8-1.6 M_{\odot} kütle aralığında Güneş bolluğundaki modellerden elde edildi.

mik niceliğin yanı sıra Yıldız v.ark. (2014) tarafından önerilen ve referans frekansları olarak tanımlanan $\nu_{\text{min}0}$, $\nu_{\text{min}1}$ ve $\nu_{\text{min}2}$, $\Delta\nu - \nu$ grafiği çizilerek belirlenir. Bu minimumlar kullanılarak yıldızların temel parametreleri yüksek duyarlılıkla saptanır.

2 İncelenen Gezegenli Yıldızlar

Bu çalışma kapsamında farklı evrim basamaklarında yer alan gezegen ve gezegen adayına sahip güneş benzeri titreşim gösteren 22 yıldız ayrıntılı olarak incelendi. İncelenen yıldızların gözlemsel parametreleri Çizelge 1'de sunuldu. Bu yıldızlardan HD 52265 CoRoT, diğerleri Kepler uzay teleskobu tarafından gözlenmiştir.

Bu yıldızların dördünde yıldızda (KIC 7199397, KIC 8866102, KIC 9592705 ve KIC 10666592) üç tane minimum referans frekansı $\Delta\nu - \nu$ grafiklerinde görüldü. Diğer yıldızlarda iki ya da bir minimum referans frekansı saptandı. Bu referans frekansları genellikle $\nu_{\text{min}0}$ ve $\nu_{\text{min}1}$ dir. Bu çalışma kapsamında incelenen yıldızların evrim durumları gözlemlenerek elde edilen etkin sıcaklığa karşı gözlemlenerek elde edilen büyük ayrılma çizilerek

* cenkkayhan@gmail.com

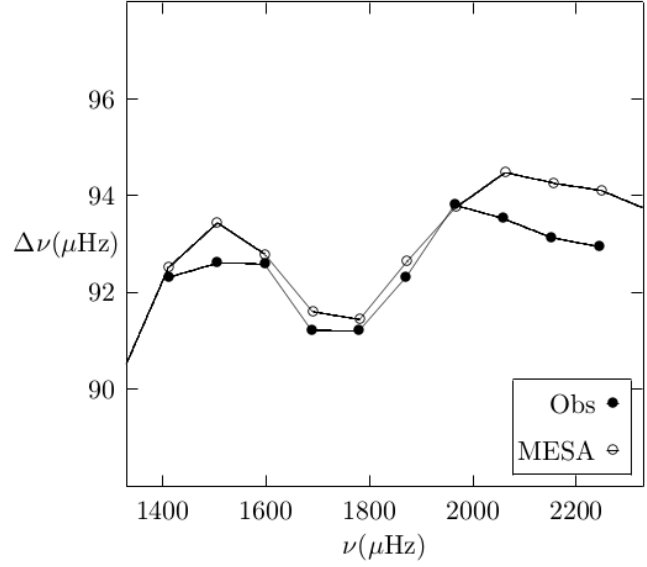
Sekil 1de gösterildi. Sekilde yer alan kalın ve ince çizgiler sırasıyla sıfır-yaş anakolu (SYAK) ve terk-yaş anakolu (TYAK)'nu gösterir. Hem SYAK hem de TYAK çizgileri MESA yıldız evrim kodu kullanılarak Güneş kimyasal bileşiminde $0.8-1.6 M_{\odot}$ kütle aralığındaki modellerden türetilmiştir. Yalnızca bir yıldız (KIC 10864656) kırmızı dev bölgesinde, diğerleri ya anakol yıldızı ya da altdevdir (Sekil 1). İncelenen güneş benzeri titreşim yapan yıldızların etkin sıcaklık aralığı $5000-6400$ K'dir. KIC 10666592 en yüksek sıcaklığa sahip gezegenli yıldız olurken (6350 ± 80 K), bu çalışmadaki en soğuk yıldız 4995 ± 78 K ile KIC 10864656'dir.

3 Gezegenli Yıldızların Modellenmesi

Bu çalışma kapsamında yeterli gözlem verilerine sahip 22 barınak yıldız MESA evrim kodu (Paxton v.ark. 2011, 2013) ile modellendi. İç yapı modellerinde konveksiyon kuramı için standart karışım uzunluğu kuramı (Böhm-Vitense 1958) varsayıldı. Konvektif overshooting etkisi ihmal edildi. Yüksek ve düşük sıcaklıklardaki saydamsızlık için OPAL Iglesias & Rogers (1993, 1996) ve (Ferguson v.ark. 2005) saydamsızlık tabloları kullanıldı. Nükleer tepkime hızları için, Kunz v.ark. (2002) ve Cyburt v.ark. (2010) tarafından güncellenen Angulo v.ark. (1999) kullanıldı. Yüksek titreşim frekanslarının hesabı için atmosfer koşulları oldukça önemlidir. Yıldızdan yıldıza değişen bu koşulları basite indirmek için MESA evrim kodu içerisinde yer alan `simple_photosphere` seçeneği kullanıldı (ayrıntılar için bkz. Paxton v.ark. (2011)). Elementlerin difüzyonu da hesaba katıldı (ayrıntılar için bkz. Paxton v.ark. (2011)). Difüzyon kütleli $M_{\text{yil}} < 1.2 M_{\odot}$ olan yıldızlar için hesaplandı. Güneş bolluğu (Asplund v.ark. 2009) çalışmasındaki değerler kabul edildi. Güneş değerleri olarak başlangıç hidrojen ve metal bolluğu, sırasıyla, $X = 0.70358$, $Z = 0.0172$, yaş $t = 4.57$ Gy ve karışım uzunluğu parametresi $\alpha = 2.175$ kullanıldı. Adyabatik titreşim frekansları ADIPLS kodu (Christensen-Dalsgaard 2008) ile türetilmiştir. Model ν_{max} değeri, (Brown v.ark. 1991) kullanılarak hesaplandı (Güneş değerleri $\nu_{\text{max}\odot} = 3050 \mu\text{Hz}$ and $T_{\text{eff}\odot} = 5777$ K). Model titreşim frekanslarından elde edilen büyük ve küçük ayrılma için ortalama değerler hesaplandı. Model referans minimumları Yıldız v.ark. (2014)'daki yöntem ile saptandı. Yıldız evrim kodları yüzeye yakın bölgeleri modellemekte zorlanır. Bu nedenle titreşim frekanslarında yüzey düzeltmesi olarak adlandırılan bir yöntemle başvurulur. Bu çalışma kapsamında incelenen gezegenli yıldızlar için Kjeldsen, Bedding & Christensen-Dalsgaard (2008) tarafından geliştirilen düzeltme model titreşim frekanslarına uygulandı.

İncelenen 22 gezegenli yıldızın iç yapı modelleri, tayf yoluyla elde edilen gözlem kısıtları olan etkin sıcaklık ve yüzey kütleçekim ivmesinin model ve gözlem arasındaki değerleri birbirine uyumlu olacak şekilde yapıldı. Bu gözlem kısıtlarının dışında gözlem titreşim frekansları ile bu frekanslar kullanılarak elde edilen asterosismik nicelikler (ν_{max} , $\Delta\nu$ ve $\delta\nu_{02}$) ile referans minimumları ($\nu_{\text{min}0}$, $\nu_{\text{min}1}$ and $\nu_{\text{min}2}$) göz önüne alındı. Titreşim frekansları yıldızın iç yapısı hakkında doğrudan bilgi taşıdığı için diğer gözlem kısıtlarından daha önemlidir. Elde edilen MESA model temel parametreleri gözlemsel parametrelerle kıyaslanırken titreşim frekansları ile gözlemsel titreşim frekansları $\Delta\nu - \nu$ grafiklerinde karşılaştırılarak en uygun modeller seçildi. Örnek olarak, incelenen yıldızlar arasında yer alan KIC 8292840 yıldızının $\Delta\nu - \nu$ grafiği Şekil 2'de çizildi. İncelenen yıldızların en iyi MESA modelinin parametreleri sismik nicelikleri sırasıyla Çizelge 2'de sunuldu.

İncelenen yıldızlardan en düşük kütleli KIC 6278762 yıldızı ($0.74 M_{\odot}$), en büyük kütleli KIC 10864656 ($1.65 M_{\odot}$)



Şekil 2. İncelenen yıldızlar arasında yer alan KIC 8292840 yıldızının gözlem (içi dolu) ve model (içi boş) titreşim frekansları kullanılarak çizilen $\Delta\nu - \nu$ grafiği. $1700 \mu\text{Hz}$ civarında görülen min1 için model ve gözlem titreşim frekans desenlerinin uyumu grafikte görülür.

yıldızdır. KIC 6278762 yıldızı aynı zamanda listede bulunan en küçük yarıçaplı ($0.75 R_{\odot}$) ve en yaşlı (11.66 Gy) yıldızdır. En genç yıldız KIC 10666592 olup 1.91 Gy yaşındadır. İncelenen yıldızların etkin sıcaklıkları $5000-6400$ K aralığında ve başlangıç metal bollukları $Z_{\text{mod}} = 0.001 - 0.0265$ aralığında değişiyor.

4 Sonuç

Uzaydan yapılan gözlemler sayesinde elde edilen duyarlılığı yüksek verilerle yıldız sismolojisi alanında çok önemli gelişmeler oldu. Daha duyarlı veriler daha duyarlı gözlemsel kısıtların elde edilmesini sağladı. Böylece yıldız evrim modelleriyle daha duyarlı sonuçlar alındı. Yıldızların dış katmanlarından belirlenen gözlenebilir özellikleri, yıldız sismolojisi öncesine kadar, iç yapı hakkında oldukça az bir bilgi içerirken, duyarlı gözlemlerle birlikte titreşim frekansları kullanılarak yıldızların iç katmanları hakkında oldukça ayrıntılı fikir sahibi olduk. Kepler uzay teleskobu ile yapılan asterosismik çalışmalar, hem farklı evrim basamağında yer alan yıldızlar hem de gezegenli sistemler hakkında bilgi birikimini oldukça arttırdı. Gezegenlerin temel parametreleri barınak yıldızın parametrelerine doğrudan bağlıdır. Gezegenler hakkında bilgi edinmek için barınak yıldızların temel parametreleri yüksek duyarlılıkla elde edilmelidir. Birçok yıldızın yüzey metal bolluğu ve etkin sıcaklığı tayfsal ve ışıkölçüm gözlemleri sayesinde belirlenir. Asterosismoloji ile yıldız iç yapısı hakkında doğrudan bilgi taşıyan titreşim frekansları gözlenir.

Bu çalışma kapsamında gözlemsel verileri yeterli olan Güneş benzeri titreşim sergileyen 22 barınak yıldızın MESA evrim kodu kullanılarak iç yapı modelleri tayfsal ve sismik gözlemsel kısıtlar altında yapıldı. Farklı evrim basamaklarında yer alan 22 yıldızın MESA evrim kodu ile yapılan iç yapı modellerinden kütle, yarıçap, başlangıç bollukları (X , Y ve Z), yaş ve etkin sıcaklıkları hesaplandı. İncelenen yıldızların kütle aralığı $0.74 (M_{\odot})$ ile $1.65 (M_{\odot})$ olup incelenen gezegen adayları yıldızlardan KIC 7199397'nin iç yapı modeli ilk kez bu çalışmada yapıldı. CoRoT ve Kepler tarafından gözlenen bu barınak

Çizelge 1. İncelenen yıldızların asterosismik ve tayf parametreleri. Sütunlar sırasıyla; yıldız ismi, etkin sıcaklık, metal bolluğu, yüzey kütleçekim ivmesi, en büyük genlik frekansı, titreşim frekansları arasındaki ortalama büyük ve küçük ayrılmalar, referans minimumları ve kaynaklar.

Yıldız	T_{effs} (K)	$[M/H]_s$ (dex)	$logg_s$	ν_{max} (μ Hz)	$\Delta\nu$ (μ Hz)	$\delta\nu_{02}$ (μ Hz)	ν_{min0} (μ Hz)	ν_{min1} (μ Hz)	ν_{min2} (μ Hz)	Kay.
HD 52265	6116 ± 110	0.22 ± 0.05	4.32 ± 0.20	2090.0 ± 20	98.1 ± 0.1	8.2	2338.1	1845.7	—	3,12,17
KIC 3544595	5689 ± 48	-0.15 ± 0.40	4.56 ± 0.06	3366.0 ± 81	145.8 ± 0.5	8.6	3283.2	2701.9	—	2,14,24
KIC 3632418	6148 ± 111	-0.19 ± 0.21	3.94 ± 0.21	1159.0 ± 44	60.9 ± 0.6	4.3	1422.1	1065.2	736.0	1,9,19,20
KIC 4349452	6270 ± 79	-0.04 ± 0.10	4.28 ± 0.03	2106.0 ± 50	98.3 ± 0.6	7.8	2365.2	1884.5	—	4,14,18
KIC 5866724	6211 ± 167	0.17 ± 0.06	4.23 ± 0.01	1880.0 ± 60	89.6 ± 0.5	7.6	2261.4	1698.3	—	8,14
KIC 6278762	5046 ± 74	-0.55 ± 0.07	4.60 ± 0.06	4538.0 ± 144	179.6 ± 0.8	9.5	4220.8	3411.7	—	6,10
KIC 6521045	5825 ± 75	0.02 ± 0.10	4.13 ± 0.03	1502.0 ± 31	77.0 ± 1.1	5.3	1643.2	1259.1	—	10,18
KIC 7199397	5824 ± 50	-0.22 ± 0.08	3.70 ± 0.10	644.0 ± 8	38.9 ± 0.8	—	747.0	552.8	—	10
KIC 7296438	5798 ± 75	0.30 ± 0.10	4.15 ± 0.15	1848.0 ± 16	88.7 ± 0.1	5.3	1983.2	1540.8	—	11,13
KIC 8077137	6072 ± 121	-0.09 ± 0.15	4.07 ± 0.03	1324.0 ± 39	68.8 ± 0.6	5.6	1494.3	1140.0	—	10,15
KIC 8292840	6239 ± 94	-0.14 ± 0.10	4.25 ± 0.04	1983.0 ± 37	92.9 ± 0.4	7.8	2245.6	1730.6	—	10,23
KIC 8866102	6325 ± 75	0.01 ± 0.10	—	2014.0 ± 32	94.5 ± 0.6	8.0	2420.8	1801.7	1342.0	10,25
KIC 9414417	6253 ± 75	-0.13 ± 0.10	—	1115.0 ± 32	60.1 ± 0.3	4.5	1059.6	730.2	—	10
KIC 9592705	6174 ± 92	0.22 ± 0.10	—	1008.0 ± 21	53.5 ± 0.3	4.9	1265.4	971.0	728.3	10
KIC 9955598	5264 ± 95	0.08 ± 0.10	4.29 ± 0.12	3546.0 ± 119	153.2 ± 0.1	9.0	3606.2	2842.8	—	1,14,19
KIC 10514430	5784 ± 98	-0.11 ± 0.11	—	1303.0 ± 30	70.0 ± 1.0	5.9	1388.2	1006.9	—	10
KIC 10666592	6350 ± 80	0.26 ± 0.08	4.07 ± 0.08	1115.0 ± 110	59.2 ± 0.6	4.5	1569.2	1182.2	796.5	10,21
KIC 10864656	4995 ± 78	-0.07 ± 0.10	3.35 ± 0.01	259.5 ± 4	18.6 ± 0.1	2.2	—	267.8	—	22
KIC 10963065	6090 ± 70	-0.25 ± 0.06	4.31 ± 0.08	2184.0 ± 62	103.2 ± 0.6	7.1	2338.8	1817.5	—	1,5,9,19
KIC 11295426	5793 ± 74	0.12 ± 0.07	4.28 ± 0.06	2154.0 ± 13	101.6 ± 0.1	5.6	2212.0	1767.4	—	14,16,24
KIC 11401755	5911 ± 66	-0.20 ± 0.06	4.05 ± 0.01	1250.0 ± 44	67.9 ± 1.2	5.2	1371.0	1100.9	—	7,10
KIC 11807274	6225 ± 66	0.06 ± 0.08	4.13 ± 0.01	1496.0 ± 56	75.7 ± 0.3	8.1	1680.9	1334.7	928.6	8,14

Kaynaklar 1: Appourchaux v.ark. (2012), 2: Ballard v.ark. (2014), 3: Ballot v.ark. (2011), 4: Benomar v.ark. (2014), 5: Bruntt v.ark. (2012), 6: Campante v.ark. (2015), 7: Carter v.ark. (2012), 8: Chaplin v.ark. (2013), 9: Chaplin v.ark. (2014), 10: Davis (2018), 11: Deheuvels v.ark. (2016), 12: Escobar v.ark. (2012), 13: Everett v.ark. (2013), 14: Huber v.ark. (2013), 15: Huber v.ark. (2014), 16: Gilliland v.ark. (2013), 17: Lebreton & Goupil (2014), 18: Marcy v.ark. (2014), 19: Metcalfe v.ark. (2014), 20: Molenda-Żakowicz v.ark. (2013), 21: Pál v.ark. (2008), 22: Quinn v.ark. (2015), 23: Rowe v.ark. (2014), 24: Santos v.ark. (2013), 25: Van Eylen v.ark. (2014)

Çizelge 2. İncelenen yıldızların MESA model sonuçları. Sütunlar şu şekilde sıralanmaktadır; Yıldız adı, MESA evrim kodu ile hesaplanan kütle (Mmod), yüzey helyum bolluğu (Yyüzeymod), başlangıç metal bolluğu (Z0mod), yaş (tmod), etkin sıcaklık (Teff,mod), ışıma (Lmod), yarıçap (Rmod), yüzey kütleçekim ivmesinin logaritması (loggmod)dir.

Yıldız	M_{mod} (M_{\odot})	$Y_{yuzey,mod}$	Z_{0mod}	t_{mod} (Gy)	$T_{eff,mod}$ (K)	L_{mod} (L_{\odot})	R_{mod} (R_{\odot})	$logg_{mod}$
HD 52265	1.23 ± 0.02	0.2739	0.0225	3.14	6144	2.24	1.32 ± 0.02	4.29
KIC 3544595	0.90 ± 0.08	0.2578	0.0145	6.31	5658	0.77	0.92 ± 0.02	4.47
KIC 3632418	1.27 ± 0.18	0.2830	0.0180	3.97	6208	4.55	1.85 ± 0.06	4.01
KIC 4349452	1.20 ± 0.15	0.2792	0.0172	2.70	6270	2.39	1.31 ± 0.06	4.28
KIC 5866724	1.27 ± 0.07	0.2145	0.0224	2.90	6155	2.61	1.42 ± 0.03	4.24
KIC 6278762	0.74 ± 0.14	0.2442	0.0121	11.66	5072	0.33	0.75 ± 0.04	4.56
KIC 6521045	1.10 ± 0.06	0.2248	0.0192	7.31	5856	2.41	1.51 ± 0.02	4.12
KIC 7199397	1.24 ± 0.13	0.2860	0.0104	3.74	5890	6.70	2.49 ± 0.03	3.74
KIC 7296438	1.13 ± 0.10	0.2196	0.0172	4.94	6036	2.26	1.38 ± 0.04	4.21
KIC 8077137	1.18 ± 0.08	0.2794	0.0170	5.23	6099	3.43	1.66 ± 0.02	4.07
KIC 8292840	1.12 ± 0.25	0.2894	0.0120	3.48	6328	2.54	1.33 ± 0.08	4.24
KIC 8866102	1.25 ± 0.12	0.2778	0.0186	2.32	6320	2.66	1.36 ± 0.04	4.27
KIC 9414417	1.27 ± 0.13	0.2799	0.0165	3.89	6236	4.72	1.86 ± 0.04	4.00
KIC 9592705	1.45 ± 0.09	0.2699	0.0265	3.30	6187	5.80	2.10 ± 0.02	3.96
KIC 9955598	0.89 ± 0.07	0.2368	0.0166	8.22	5412	0.60	0.88 ± 0.02	4.50
KIC 10514430	1.07 ± 0.05	0.2271	0.0159	7.53	5846	2.66	1.59 ± 0.02	4.06
KIC 10666592	1.55 ± 0.01	0.2814	0.0250	1.91	6381	5.92	1.99 ± 0.01	4.03
KIC 10864656	1.65 ± 0.14	0.3036	0.0250	2.75	5019	12.16	4.62 ± 0.08	3.33
KIC 10963065	1.10 ± 0.07	0.2214	0.0140	4.00	6090	1.88	1.23 ± 0.03	4.30
KIC 11295426	1.10 ± 0.02	0.2303	0.0236	6.81	5807	1.60	1.25 ± 0.01	4.28
KIC 11401755	1.10 ± 0.05	0.2085	0.0135	5.93	5998	3.12	1.64 ± 0.02	4.05
KIC 11807274	1.29 ± 0.07	0.2767	0.0197	3.52	6154	3.31	1.60 ± 0.02	4.14

Çizelge 3. Yıldız adı, model titreşim frekansları arasındaki küçük ve büyük ayrılma ($\delta\nu_{02,mod}$, $\Delta\nu_{mod}$), en büyük genlik frekansı ($\nu_{max,mod}$) ve model referans minimumlarıdır ($\nu_{min0,mod}$, $\nu_{min1,mod}$ and $\nu_{min2,mod}$).

Yıldız	$\delta\nu_{02,mod}$ (μHz)	$\Delta\nu_{mod}$ (μHz)	$\nu_{max,mod}$ (μHz)	$\nu_{min0,mod}$ (μHz)	$\nu_{min1,mod}$ (μHz)	$\nu_{min2,mod}$ (μHz)
HD 52265	7.5	98.8	2087.8	2398.0	1857.1	1340.9
KIC 3544595	8.8	146.5	3305.8	3286.7	2702.4	2034.0
KIC 3632418	4.5	60.9	1096.5	1473.3	1065.5	762.4
KIC 4349452	7.9	98.4	2040.9	2488.8	1884.5	1397.0
KIC 5866724	6.5	89.8	1855.8	2174.3	1633.6	1223.3
KIC 6278762	8.5	180.6	4305.2	4221.5	3324.0	2606.5
KIC 6521045	5.0	77.4	1461.5	1647.1	1259.7	894.3
KIC 7199397	3.4	39.0	604.6	748.0	552.2	400.2
KIC 7296438	5.8	89.3	1778.2	1987.9	1540.5	1118.3
KIC 8077137	4.9	69.4	1271.1	1594.6	1148.3	847.3
KIC 8292840	6.9	93.1	1856.3	2344.6	1742.8	1274.7
KIC 8866102	7.6	94.5	1964.9	2521.7	1830.8	1342.0
KIC 9414417	4.6	59.8	1074.2	1066.3	742.5	433.5
KIC 9592705	4.2	54.0	970.0	1298.6	963.7	670.4
KIC 9955598	8.1	154.1	3621.6	3609.3	2842.4	2228.4
KIC 10514430	5.2	70.4	1278.4	1385.5	1077.4	800.4
KIC 10666592	4.4	59.2	1132.5	1602.6	1183.6	829.3
KIC 10864656	—	17.4	253.2	—	273.9	—
KIC 10963065	7.4	103.4	2145.9	2394.4	1859.2	1376.9
KIC 11295426	5.2	101.8	2130.6	2238.6	1769.2	1364.8
KIC 11401755	5.0	68.0	1228.7	1371.9	1081.6	796.8
KIC 11807274	5.5	75.9	1483.5	1836.4	1336.7	1002.5

nak yıldızların titreşim frekansları incelenerek frekanslar arasındaki büyük ayrılma ile küçük ayrılma, en büyük genlik frekansı saptandı. Bunlara ek olarak Yıldız v.ark. (2014) ayrıntılı olarak açıklanan referans minimumları da yıldızların $\Delta\nu-\nu$ grafiklerinden elde edildi. İncelenen barınak yıldızların titreşim frekansları ayrıntılı olarak değerlendirildi. $\Delta\nu-\nu$ grafiklerinde incelenen yıldızların büyük çoğunluğunun iki referans minimuma ($\nu_{min0,goz}$ ve $\nu_{min1,goz}$) sahip olduğu görüldü. Bu minimumların yanı sıra KIC 3632418, KIC 8866102, KIC 9592705, KIC 10666592 ve KIC 11807274 yıldızlarında $\nu_{min2,goz}$ ya da ν_{min2} nin son kısmı saptandı. Yapılan modeller sonucunda farklı kütle ve metal bolluğu göz önüne alındığında ν_{min2} 'nin diğer referans minimumlarından daha kararlı olduğu görüldü. Asimptotik ilişkideki yüzey teriminin etkisi yüksek frekanslı bölgede arttığı için incelenen barınak yıldızların $\Delta\nu-\nu$ grafiklerinde bu bölgelerde yüksek dalgalanmalar fark edildi. Bu nedenle bazı durumlarda saptanan $\nu_{min0,goz}$ değerlerinin yetersiz ya da geçersiz olduğu görüldü. $\Delta\nu-\nu$ grafiklerinde gözlem ve model frekans desen uyumunun diğer yöntemlerle elde edilen gözlemsel parametreler için en uyumlu model parametrelerini verdiği saptandı. Böylece yapılan iç yapı modellerinde yalnızca tayfsal ve sismik nicelikleri çakıştırmanın yeterli olmadığı görüldü. Diğer yıldızlardan farklı olarak, KIC 6278762, KIC 9414417 ve KIC 10963065 yıldızlarının $\Delta\nu-\nu$ grafiklerinde ν_{min0} 'dan daha yüksek frekanslı bölgede bir minimum saptandı. Ancak KIC 6278762 ve KIC 10963065 yıldızlarının MESA iç yapı modellerinde bu minimum doğrulanmadı. KIC 9414417 yıldızının MESA iç yapı modelinde ise bu minimuma ait belirteç görüldü. ν_{min-1} olarak adlandırılan minimumun referans minimumlarından biri olup olmadığı ve Güneş benzeri titreşim yapan yıldızların temel parametrelerine etkisi için daha fazla araştırmanın yapılması gerekir.

Kaynaklar

Angulo C. et al., 1999, Nucl. Phys. A, 656, 3

- Appourchaux T. et al., 2012, A&A, 543, A54
 Asplund M., Grevesse N., Sauval A. J., Scott P., 2009, ARA&A, 47, 481
 Ballard S. et al., 2014, ApJ, 790, 12
 Ballot J. et al., 2011, A&A, 530, A97
 Benomar, O., Masuda K., Shibahashi H., Suto Y., 2014, PASJ, 66, 94
 Böhm-Vitense E., 1958, Zs. Ap., 46, 108
 Brown T. M., Gilliland R. L., Noyes R. W., Ramsey L. W., 1991, ApJ, 368, 599
 Bruntt H. et al., 2012, MNRAS, 423, 122
 Campante T. L. et al., 2015, ApJ, 799, 170
 Carter J. A. et al., 2012, Science, 337, 556
 Chaplin W. J. et al., 2013, ApJ, 766, 101
 Chaplin W. J. et al., 2014, ApJS, 210, 1
 Christensen-Dalsgaard J., 2008, Ap&SS, 316, 113
 Cyburt R. H. et al., 2010, ApJS, 189, 240
 Davies G. R. et al., 2016, MNRAS, 456, 2138
 Deheuvels S., Brandão I., Silva Aguirre V., Ballot J., Michel E., Cunha M. S., Lebreton Y., Appourchaux T., 2016, A&A, 589, A93
 Escobar M. E. et al., 2012, A&A, 543, A96
 Everett M. E. et al., 2013, ApJ, 771, 107
 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
 Gilliland R. L. et al., 2013, ApJ, 766, 40
 Huber D. et al., 2013, ApJ, 767, 127
 Huber D. et al., 2014, ApJS, 211, 2
 Iglesias C. A., Rogers, F. J., 1993, ApJ, 412, 752
 Iglesias C. A., Rogers, F. J., 1996, ApJ, 464, 943
 Kjeldsen H., Bedding T. R., Christensen-Dalsgaard J., 2008, ApJ, 683, L175
 Kunz R., Fey M., Jaeger M., Mayer A., Hammer J. W., Staudt G., Harisopulos S., Paradellis T., 2002, ApJ, 567, 643
 Lebreton Y., Goupil M. J., 2014, A&A, 569, A21
 Marcy G. W. et al., 2014, ApJS, 210, 20
 Metcalfe T. S. et al., 2014, ApJS, 214, 27

- Molenda-Żakowicz J. et al., 2013, MNRAS, 434, 1422
Pál A. et al., 2008, ApJ, 680, 1450
Paxton B. et al., 2011, ApJS, 192, 39
Paxton B. et al., 2013, ApJS, 208, 49
Quinn S. N. et al., 2015, ApJ, 803, 49
Rowe J. F. et al., 2014, ApJ, 784, 45
Santos N. C. et al., 2013, A&A, 556, A150
Van Eylen V. et al., 2014, ApJ, 782, 14
Yıldız M., Çelik Orhan Z., Aksoy Ç., Ok S., 2014, MNRAS, 441,
2148

Erişim:

O41-0940: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

HD199719 Yıldızının Çizgi Ortayı Analizi Yardımıyla Ötegezegen Araştırması

Didem Dilan İzci¹*, Mesut Yılmaz¹

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışmada G-türü dev bir yıldız olan HD 199719 'un TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) bulunan RTT150 teleskobu ve ona bağlı Coudé Echelle Tayfölçeri (CET) kullanılarak elde edilen yüksek çözünürlüklü tayfları için şablon tayflar ile Çapraz Korelasyon Fonksiyon (CFF)'ları elde edilerek profillerin çizgi ortayları belirlendi. Elde edilen çizgi ortay hız dağılımlarının daha önceden elde edilmiş dikine hız değerleri ile bir ilişki gösterip gösterilmediği araştırıldı. Ayrıca kromosferik aktivite gösterdiğini düşündüğümüz HD 199719 yıldızı için çizgi ortaylarından yararlanarak tayf çizgilerinde asimetriye neden olan etkiler belirlenmeye çalışıldı.

Anahtar Kelimeler: (stars:) planetary systems, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Ötegezegen çalışmalarında yıldızlara ait hassas dikine hız ölçümleri, Güneş benzeri yıldızların etrafında gezegen bileşenlerini bulmak için oldukça sık kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Bu yöntem her ne kadar çarpıcı bir başarıya ulaşmış olsa da, gezegenler dolaylı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Özellikle geç tayf türü (F,G,K) dev yıldızların dikine hız ölçümlerinde, ötegezegen kaynaklı değişimlerin yanı sıra yıldızın sahip olduğu bünyesel ve aktivite kaynaklı (bulgurlanma (granülasyon), zonklama (pulsasyon), manyetik etkinlik kaynaklı yüzey lekeleri ve manyetik çevrim gibi) etkilerde dikine hız değişimleri yaratmaktadır. Sağlıklı bir ötegezegen araştırmasının yapılabilmesi için ötegezegen kaynaklı etkiler ile birlikte yıldızın doğası kaynaklı bu tür etkilerinde yıldızın dikine hız değişimlerinden ayıklanması gerekmektedir. Eğer bu ayırım iyi yapılmazsa dikine hız gözlemleri yapılan bir yıldızın etrafında var olan bir gezegenin keşfedilememesine ya da gezegen ile karıştırılan değişimler ile hiç olmayan bir gezegenin bulunmasına sebep olabilir (Queloz et al. 2001; Robertson et al. 2014). Bu nedenle dikine hız ölçümlerinin yıldızın doğası kaynaklı etkilerden ayırt edilmesi oldukça önemlidir.

Günümüzde yıldızın doğası kaynaklı (bulgurlanma, zonklama, manyetik etkinlik kaynaklı yüzey lekeleri ve manyetik çevrim gibi) etkilerin ötegezegen kaynaklı etkilerden ayırt edebilmek için oldukça sık kullanılan yöntemlerden birisi çizgi ortay (bisektör) analizidir. Bir çizgi profili için çizgi ortayı, onun kırmızı kanadı ile mavi kanadını birleştiren ve dalgaboyu eksenine paralel doğru parçalarının orta noktasını ifade etmektedir (Gray 2005). Çizgi ortayları, yıldızın doğası kaynaklı etkilerden önemli ölçüde etkilenmektedir ve bu sayede ötegezegen kaynaklı dikine hız değişimlerinden rahatlıkla ayırt edilebilmektedir. Çünkü yıldızın doğası kaynaklı bu tür etki veya etkiler tayfsal çizgi profillerinin asimetric bir hal almasına sebep olurken ötegezegen kaynaklı bir etki ise sadece tayfsal çizgilerin dönel olarak maviye ve kırmızıya kaymasına sebep olmaktadır. Bu nedenle ki, çizgi ortayının biçimi çizgi asimetrisinin ve bu asimetriye sebep olan her türlü etkinin belirteci olarak kullanılır.

Bu çalışmada, HD 199719 yıldızının elde edilmiş hassas di-

Çizelge 1. HD 199719 yıldızının Simbad veri tabanından alınan katalog bilgileri ve yapılan çalışmalarda elde edilmiş bazı fiziksel parametreleri.

Saçaçıklık	20 58 18.71
Dikaçıklık	+23 02 46.83
Parlaklık	6.57(V)
Tayf Türü	G8 III
Sıcaklık (K)	5297
Işınım Gücü (L_{\odot})	52.29

kine hız ölçümlerindeki ~ 100 m/s mertebesindeki değişimlerin sebepleri irdelendi. Bu amaçla, yıldızın doğası kaynaklı etkilerin sebep olabileceği çizgi asimetrisi ve çizgi ortay analizinde kullanılan çizgi ortay ölçütleri ile dikine hız arasındaki ilişki araştırıldı.

2 Gözlemsel Verilerin Elde Edilmesi

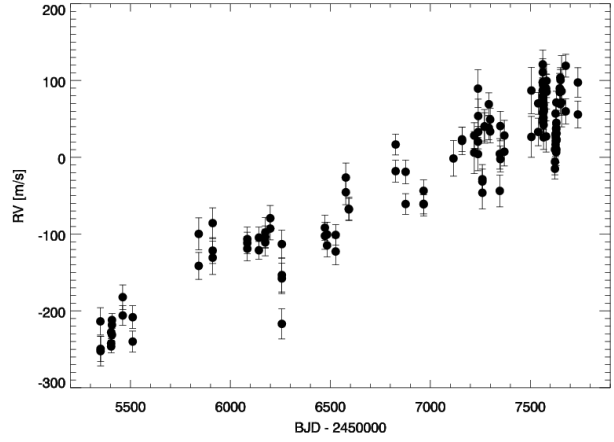
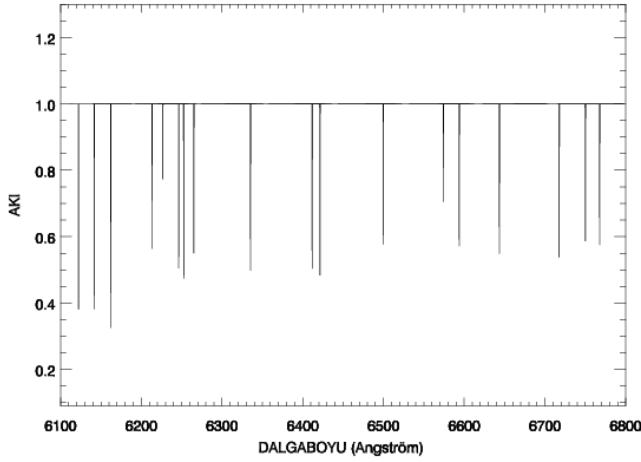
Çalışmada kullanılan HD 199719 yıldızının gözlemsel verilerinin tamamı TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) elde edildi. 2010 Haziran ayından 2017 Aralık ayına kadar RTT150 teleskobu ve ona bağlı Coudé Echelle Tayfölçeri (CET) kullanılarak elde edilen 145 adet tayf kullanıldı. Tayf gözlemlerinin tamamında I_2 (iyodin) hücresi eklentisi kullanıldı. Kullanılan CET dalgaboyu aralığı 3500 Å ve 8000 Å ve çözünürlüğü $R \sim 55000$ 'dir. Tüm veriler için 1800 s pozlama süresi verilerek, pixel başına $S/N = 80-150$ sinyal/gürültü oranı elde edildi.

3 Analizler

HD 199719 yıldızına ait tüm gözlem verilerinin indirgenmesi IRAF (<http://iraf.net> – Image Reduction and Analysis Facility) yazılım paketi kullanılarak yapıldı. Yıldızların dikine hız ölçümleri ve normalizasyon işlemleri IDL (<https://www.harrisgeospatial.com/Software-Technology/IDL> – Interactive Data Language) yazılım paketi kullanılarak oluşturulan kodlar ile gerçekleştirildi.

Gözlemsel olarak elde edilen tayf için aynı dalgaboyu aralığına sahip, yıldızın ait atmosfer parametrelerine bağlı olarak üretilen bir şablon tayf ile çapraz korelasyon uygulanarak ortalama (cross-correlation function: CCF) çizgi profilleri elde edildi. Çalışmada çizgi ortay analizi için göreceli olarak orta şiddetteki çizgiler ve birbirleri ile örtüşmemiş (blend olmamış) 18 adet

* didemdilanizci@gmail.com



Şekil 1. Sol grafik: HD 199719 yıldızına ait uygulanan maske tayf için örnek bir şablon Sağ grafik: HD 199719 yıldızına ait hassas dikine hız ölçümleri

çizgi seçildi. Seçilen bu çizgiler ile IDL kodu kullanılarak hem gözlemsel tayfa hem de şablon tayfa maskeleye yapıldı. Yapılan maskelemeye kullanılan örnek bir şablon Şekil 1 verilmektedir. Elde edilen maske tayflar yardımıyla tayfın iyodinsiz bölgeleri için ortalama çizgi profilleri oluşturuldu. Böylece bu ortalama profil üzerinden çizgi ortayı hesaplandı. Tüm gözlem verileri için yapılan çizgi ortay analizlerinde IDL yazılım dili ile oluşturulan bisektör kodları kullanıldı.

Elde edilen çizgi ortaylarının asimetrisini niceliksel olarak tanımlamak ve geometrik niteliğini belirlemek için yaygın olarak kullanılan ortay ölçütlerinden faydalandı. Bu ortay ölçütleri elde edilen ortalama profiller üzerinden belirlenmektedir. Bu çalışma için ortayın ters eğimi (BIS), ortay hızları eğriliği (BVC) ve ortayın ters eğimi (BIS) olmak üzere üç adet ortay ölçütü kullanıldı (Dall et al. 2006; Yılmaz et al. 2017). Çizgi derinliğinin %10–%40 (V_{top}) ve %55 – %90 (V_{bottom}) arasındaki hız değerlerinin ortalarının farkları alınarak ($V_{top} - V_{bottom}$) ortayın ters eğimi (BIS) hesaplandı. Çizgi derinliğinin üç ayrı bölgesi için belirlenen hız değerleri ortalamaları; $V_1 = \%5 - \%25$, $V_2 = \%35 - \%55$ ve $V_3 = \%65 - \%85$ alınarak da ortayın kapladığı hız alanı (BVS) ve ortay hızları eğriliği (BVC) hesaplandı. Ortay ölçütleri için yapılan dönem analizlerinde, diyagramlarının yüksek piklerin güvenilirliğini ölçmek için tipik bir yaklaşım olan FAB (False Alarm Probability) kullanıldı. Ortay ölçütlerinin dikine hızlara göre grafikleri ve dönem analiz grafikleri Şekil 2' de verildi.

Ayrıca, bu çalışma kapsamında yıldızın H_{α} ve H_{β} çizgileri için eşdeğer genişlik ölçümleri de elde edildi. Elde edilen eşdeğer genişlik ölçümlerinde H_{α} için $\pm 1.0 \text{ \AA}$ ve H_{β} için $\pm 0.8 \text{ \AA}$ çizgi aralıkları kullanıldı (Lee et al. 2016).

4 Tartışma ve Sonuç

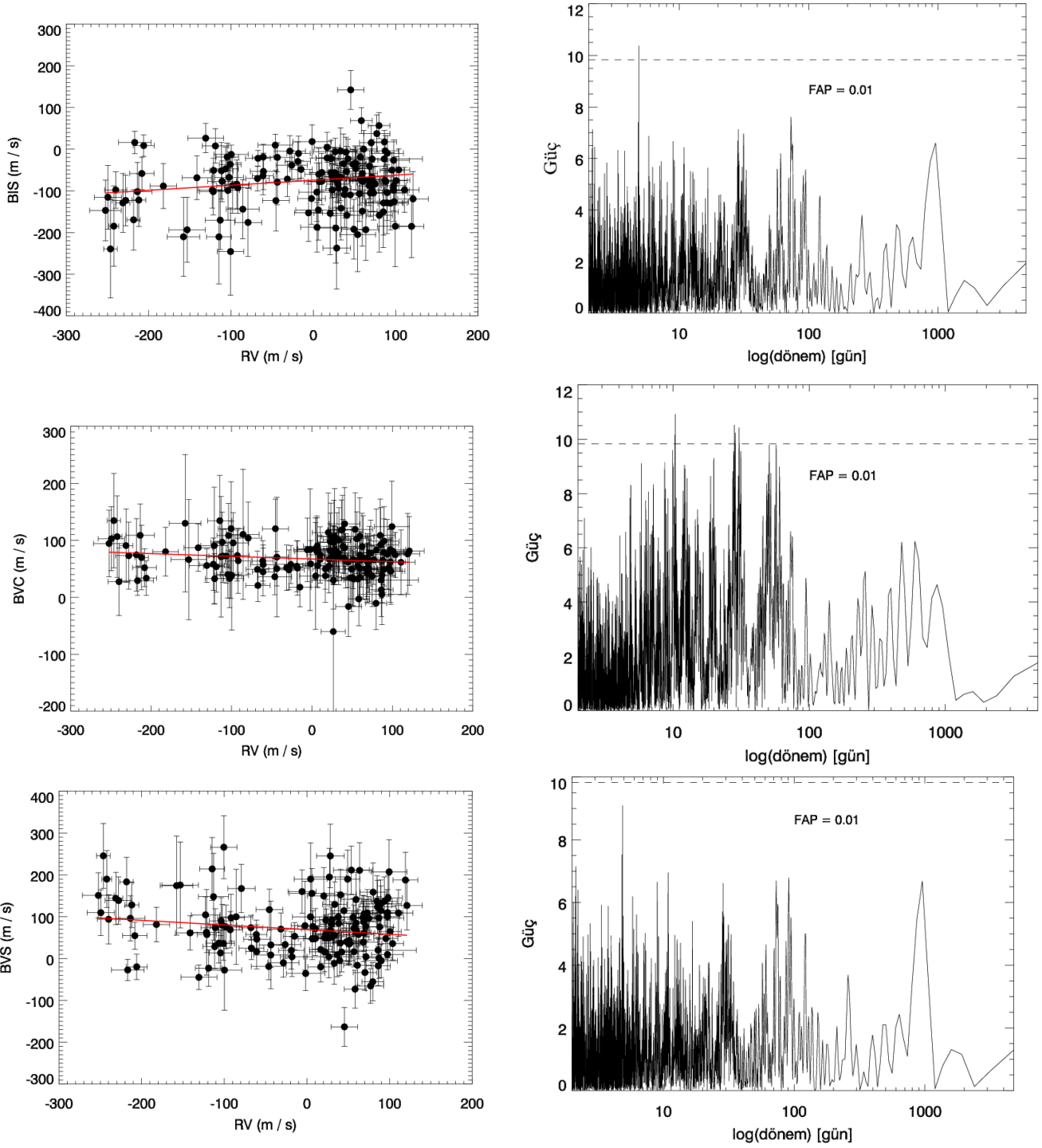
Çizgi ortay ölçütlerinin (BIS, BVC ve BVS) dikine hız değerlerine göre dağılım grafikleri ve dönem analizleri Şekil 2' de verildi. Bu grafiklere bakıldığında, dikine hızlar ile ölçütler arasında yapılan lineer fitlerin eğiminin sıfıra çok yakın olmasından dolayı çizgi ortay ölçütleri ile dikine hız değerleri arasında bir korelasyona olmadığı açıkça görülmektedir. Lineer fitler için hesaplanan eğim sırasıyla BIS için 0.121, BVC için -0.048 ve

BVS için -0.111' dir. Grafiklerin korelasyon katsayıları BIS için 0.0218, BVC için 0.022, BVS için 0.015 ve ki-kare (χ^2) değerleri ise $\chi_{BIS}^2 = 0.923$, $\chi_{BVC}^2 = 1.141$, $\chi_{BVS}^2 = 0.140$ olarak hesaplandı. Bu bulgular yıldızın doğası kaynaklı etkilerin dikine hız değişiminde önemli bir rol almadığını gösteriyor olsa da, dönem analizlerinde BIS ve BVC için ~ 5 ve 10 günlük dönemlerin elde edilmesi, özellikle geç tayf türü yıldızların yüzeyinde görülen düşük genlikli salınımlardan kaynaklı bir etkinin olabileceğini düşündürmektedir.

Yıldızın ortay biçimlerinde ve ölçütler için elde edilmiş grafiklerde yıldız yüzeyinde leke kaynaklı bir etkiye rastlanmamıştır. Ancak bu durum kısa dönemli dikine hız değişimlerine neden olabilecek manyetik etkinlik olgusunun varlığını göz ardı edilmesi için yeterli değildir. Ayrıca yıldızın dikine hızlarının zamana göre grafiğine bakıldığında yukarı yönde artan ve uzun dönemli bir değişim göze çarpmaktadır. Bu grafik yıldızın uzun dönemli manyetik çevreleme sahip olabileceğini veya yıldızın altı bir cisim hatta bir ötegezegenin varlığını da işaret ediyor olabilir.

Kaynaklar

- Dall T. H., Santos N. C., Arentoft T., Bedding T. R., Kjeldsen H., 2006, *A&A*, 454, 341
 Gray D. F., 2005, *PASP*, 117, 711
 Lee B.-C., Han I., Park M.-G., Mkrtichian D. E., Hatzes A. P., Jeong G., Kim K.-M., 2016, *AJ*, 151, 106
 Queloz D., et al., 2001, *A&A*, 379, 279
 Robertson P., Mahadevan S., Endl M., Roy A., 2014, *Science*, 345, 440
 Yılmaz M., et al., 2017, *A&A*, 608, A14
Erişim:
 041-1000: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).



Şekil 2. Sol üst grafik: HD 199719 ortayın ters eğiminin (BIS) dikine hıza göre değişimi Sağ üst grafik: Lomb-Scargle yöntemiyle BIS için elde edilen dönem analizi Sol grafik: HD 199719 ortayın hız eğriliğinin (BVC) dikine hıza göre değişimi Sağ grafik: Lomb-Scargle yöntemiyle BVC için elde edilen dönem analizi göre değişimi Sol alt grafik:HD 199719 ortayın kapladığı hız alanının (BVS) dikine hıza göre değişimi Sağ alt grafik:Lomb-Scargle yöntemiyle BVS için elde edilen dönem analizi

Kısa Dönemli Örtün Çift Yıldız Sistemlerinde Zamanlama Yöntemi ile 3. Cisim Araştırılması

Hüseyin Er¹★,

İlham Nasiroğlu

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

Çalışmamızda, bazı örtün çift yıldız sistemlerinin O-C diyagramları yeni veriler ile güncellenmiş ve zamanlama yöntemi kullanılarak sistemdeki periyot değişimleri incelenmiştir. Bu kapsamda incelenen sistemlerin (HS2231+2441, NSVS14256825, NSVS07826147, HU Aqr, HW Vir, NY Vir, QS Vir ve V470 Cam) gözlemleri TUGT100 (Antalya, TUG), ADYU60 (Adıyaman Üniversitesi), Suhora-60 ve Krakow-60 (Krakow, Polonya), Skinakas-130 (Girit Yunanistan), NAO-3m (Rozhen, Bulgaristan), La Palma-3m (Kanarya Adaları, İspanya) ve TNO-3m (Tayland) gözlemlerinde yapılmış ve şuana kadar 300'den fazla yeni minimum değeri elde edilmiştir. Sonuçlar, bazı sistemlerin O-C diyagramlarındaki değişimlerin olası bir ışık-zaman etkisinden (LTE: Light Time Effect) kaynaklandığını ve bazılarında ise LTE'ye ek olarak fiziksel etkilerin olduğunu göstermektedir. Bazılarında ise herhangi bir periyot değişimine rastlanmamıştır

Anahtar Kelimeler: eclipses, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O41-1020: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Ötegezegen Barındıran HAT-P-20 Yıldızının Tayfsal Analizi: Ön Sonuçlar

Burak Keten¹*, Özgür Baştürk¹

¹Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

HAT-P-20 yıldızı ötegezegen barındıran K7 tayf türünden bir yıldızdır. Yıldızın Keck/HIRES tayflarındaki Call H ve K çizgilerindeki salma yapılarından hesaplanan S-indeks değeri [Bakos et al. \(2011\)](#) ve ışık eğrilerinde gözlenen leke kaynaklı değişimlerden [Sun et al. \(2017\)](#) aktif bir yıldız olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada söz konusu yıldızın arşiv tayflarından elde edilen temel atmosfer parametreleri ve atmosferindeki bazı elementlerin kimyasal bollukları sunulacaktır. Yıldızın tayfsal analizi, barındırdığı ötegezegenin temel parametrelerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Ötegezegen çalışmalarında her geçen zaman artan keşif sayılarının yanı sıra keşfedilen ötegezegen ve yıldızının parametrelerinin doğru ve hassas bir şekilde ölçülmesi de büyük önem taşımaktadır. Barınak yıldız parametrelerinin doğru ve hassas bir şekilde belirlenmiş olması, gezegen parametrelerinin belirlenmesinde önem arzeder. Buna ek olarak, barınak yıldızdaki bir değişim hesaba katılmadığında analizler sırasında hatalara ve yanlış sonuçlara neden olabilir. Örneğin gezegenin geçiş zamanındaki değişim (ing. Transit Time Variation) yıldız kaynaklı olduğu halde sisteme ek bir bileşen kaynaklıymış gibi yorumlanabilir. Zira yakın ve büyük kütleli gezegenler de barınak yıldız üzerinde benzer etkilere neden olur ([Bolmont et al. 2012](#)). Bu nedenlerle hem barınak yıldız, hem de gezegen parametrelerinin hassas bir şekilde belirlenmesi sistem hakkında daha doğru bilgilere ulaşmak adına önemlidir. Barınak yıldızla ilişkin parametrelerin doğru belirlenmesi ayrıca bu parametrelerle ile gezegen parametreleri arasında varsa korelasyonların belirlenmesinde önem taşır. Barınak yıldızın metal bolluğu ile gezegen kütleli [Jones et al. \(2016\)](#), gezegen barındırma olasılığı [Hinkel et al. \(2018\)](#) ve yıldızın silisyum bolluğuna bağlı olarak sistemde karasal gezegen olup olmadığı gibi [Wolfgang & Fortney \(2018\)](#) korelasyonların sınanması ve yeni korelasyonların araştırılması için doğru ve hassas belirlenmiş yıldız ve gezegen parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, HAT-P-20 yıldızının KECK-HIRES tayfı kullanılarak parametre ve bolluk analizi yapılmıştır.

2 Normalizasyon İşlemi

Bu çalışmada HAT-P-20 yıldızının tayfsal analizleri için Very Large Telescope (VLT) teleskobuna bağlı KECK-HIRES tayfçekerisiyle 3 Mayıs 2009 tarihinde elde edilmiş, ortalama 55000 çözünürlüğe sahip tayf kullanılmıştır. HAT-P-20 yıldız geç tayf (K7) türünden bir yıldızdır. Soğuk bir yıldız olması nedeniyle çok sayıda soğurma çizgisi içerdiği için tayfta önemli miktarda çizgi örtüşmesi (ing. line blending) görülmektedir. Dolayısıyla iteratif normalizasyon işlemi uygulanmıştır. İlk olarak iSpec'te keşif makalesinde bulunan yıldız parametreleri kullanılarak sentetik bir tayf türetilmiştir. Gözlemsel tayf, türetilen sentetik tayf

kullanılarak iSpec'te [Blanco-Cuaresma et al. \(2014\)](#) normalize edilmiştir. Sürekliliğin daha iyi bir şekilde belirlenebilmesi amacıyla daha sonra spline fonksiyonu kullanan bir python kodu yardımıyla ikinci bir normalizasyon işlemi daha yapılmıştır.

3 HAT-P-20 Yıldızının Atmosfer Parametrelerinin Önsonuçları

Normalizasyon sonrası parametre analizine geçmeden önce kozmik ışın ve atmosfer kaynaklı tellürik çizgiler temizlenmiş, yıldızın uzay hızı çıkarılmıştır. HAT-P-20 yıldız geç tayf türünden bir yıldız ve yoğun çizgi örtüşmesi nedeniyle eşdeğer genişlikten sadece mikro türbülans değeri hesaplanmış (Vmic) diğer parametre değerleri için sentetik tayfla karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Parametre hesabı için sırasıyla iSpec programında eş değer genişlikten tayfın mikro türbülans değeri ölçülmüştür. Sıcaklık, yüzey çekim ivmesi (log g), metal bolluğu ([Fe / H]) ve mikro türbülans için başlangıç değeri olarak keşif makalesindeki [Bakos et al. \(2011\)](#) değerler kullanılmış ve bu parametreler serbest bırakılmıştır. Daha sonra eşdeğer genişlik ölçümlerinin analizinden elde edilen Vmic değeri sabitlenerek yıldızın diğer atmosfer parametreleri elde edilmiştir. Kod olarak Moog, model atmosferi için ATLAS9 Castelli [Castelli & Kurucz \(2004\)](#), Güneş bolluğu için [Asplund et al. \(2009\)](#) ve çizgi listesi için Vienna Atomic Line Database [Pakhomov et al. \(2017\)](#) veritabanı kullanılmıştır. İlk olarak mikro türbülans hariç bütün yıldız parametreleri serbest bırakılmıştır. Bulunan değerler [Brewer et al. \(2016\)](#) tarafından makrotürbülans için verilen eşitlikte yerine konmuştur. Elde edilen teorik Vmac değeri ve daha önce bulunan diğer tüm parametreler sabitlenerek bu kez izdüşümsel dönme hızı (V sini) hesaplanmıştır.

4 HAT-P-20 Yıldızının Bazı Elementler İçin Bolluk Değerlerinin Hesaplanması

Temel atmosfer parametrelerinin elde edilmesi sonrası HAT-P-20 yıldızının atmosferindeki bazı elementlerin bolluk analizi yapılmıştır. Bolluk analizi için bu çalışmada bulunan yıldız parametreleri sabitlenerek sadece bolluk değerleri serbest bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo-2'de sunulmuştur.

5 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada HAT-P-20 yıldızının KECK / HIRES tayflarının iSpec koduyla analizinden elde edilen temel atmosfer paramet-

* Burakketen91@gmail.com

Çizelge 1. Bu çalışmada bulunan yıldız atmosfer parametreleri ile literatürde elde edilen parametre değerlerinin karşılaştırması

parametre	Bakos et al. (2011)	Esposito et al. (2017)	Bu çalışma
Teff (K)	4595 ± 80	4595 ± 45	4596 ± 140
log g (cgs)	4.63 ± 0.02	4.52 ± 0.09	4.77 ± 0.30
[Fe / H] (dex)	0.35 ± 0.08	0.22 ± 0.09	0.26 ± 0.08
Vmic (km/s)	0.85	0.74 ± 0.27	0.98 ± 0.05
Vmac (km/s)	2.21	2.17	1.53
V sini (km/s)	2.1 ± 0.05	2.0 ± 0.5	2.90 ± 1.10

Çizelge 2. Bu çalışmada bulunan yıldız atmosfer parametreleri ile literatürde elde edilen parametre değerlerinin karşılaştırması

Bolluk değerleri	Literatür	Bu çalışma
[Al/H]	0.39	0.12
[C/H]	-	0.40
[Cr/H]	0.06	0.14
[Co/H]	0.40	0.03
[Mg/H]	0.04	0.32
[Mn/H]	0.00	0.56
[Na/H]	0.50	0.14
[Ni/H]	0.36	0.23
[O/H]	-	0.10
[Sc/H]	0.62	0.50
[Si/H]	0.32	-0.05
[Ti/H]	0.24	0.20
[V/H]	0.60	0.48
[Y/H]	-	0.00

releriyle literatürde aynı tayf kullanılarak başka kodlarla elde edilen temel atmosfer parametrelerinin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Parametreler üzerindeki belirsizlik temel olarak tayfın özellikle kısa dalgaboyunda normalizasyonu üzerindeki hatalar, çizgi örtüşmeleri ve Sinyal / Gürültü'nün yetersiz olması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma 116F350 numaralı TÜBİTAK-3001 Ar-Ge projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Asplund M., Grevesse N., Sauval A. J., Scott P., 2009, *araa*, 47, 481
 Bakos G. Á., et al., 2011, *apj*, 742, 116
 Blanco-Cuaresma S., Soubiran C., Jofré P., Heiter U., 2014, in *Astronomical Society of India Conference Series*. ([arXiv:1312.4545](https://arxiv.org/abs/1312.4545))
 Bolmont E., Raymond S. N., Leconte J., Matt S. P., 2012, *aap*, 544, A124
 Brewer J. M., Fischer D. A., Valenti J. A., Piskunov N., 2016, *VizieR Online Data Catalog*, 222
 Castelli F., Kurucz R. L., 2004, *arXiv Astrophysics e-prints*
 Esposito M., et al., 2017, *aap*, 601, A53
 Hinkel N., Unterborn C., Galvez R., Somers G., 2018, *arXiv e-prints*
 Jones M. I., et al., 2016, *aap*, 590, A38
 Pakhomov Y., Piskunov N., Ryabchikova T., 2017, in *Balega Y. Y., Kudryavtsev D. O., Romanyuk I. I., Yakunin I. A., eds, Astronomical Society of the Pacific Conference Series Vol. 510, Stars: From Collapse to Collapse*. p. 518 ([arXiv:1710.10854](https://arxiv.org/abs/1710.10854))
 Sun L., et al., 2017, *aj*, 153, 28
 Wolfgang A., Fortney J., 2018, in *American Astronomical Society Meeting Abstracts 231*. p. 329.08

Erişim:

O41-1025: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

WASP-103b Ötegezegeninin Geçiş Zamanı Değişimi

Seher Lal¹★,

Oğuzhan Karadeniz, Esra Nur İnce, Fatih Aydın, Kardelen Demirci, Selçuk Yalçınkaya

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

Wasp-103 b ötegezegeninin Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi T35 teleskobuyla alınmış geçiş ışık eğrileri ile geçişin orta zamanı belirlenecektir. Ayrıca literatürden toplanan ışık eğrilerinden de yararlanıp dönem değişim analizi yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: ephemerides, Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O41-1030: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

α CrB Çift Yıldızının Yaşanabilir Bölgesi

Hande Pazan^{1*}, Ahmet Keskin¹, Mehmet Tanriver^{1,2}

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, KAYSERİ

²Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi-UZAYBİMER, KAYSERİ

Özet

Bu çalışma birbirlerinden 0.2 AB uzaklıkta bulunan bileşenlere sahip α CrB çift yıldız çevresinde yaşanabilir bölge sınırlarını hesaplamak üzerinedir. α CrB çift yıldızının bileşenleri 2.89 R_{\odot} ve 0.90 R_{\odot} yarıçapında 6310 K ve 5010 K sıcaklığında ve A0V-G5 tayf türündendir. Birinci ve ikinci bileşen yıldızların lüminosit ve kütle değerleri sırasıyla $L_1 = 74 L_{\odot}$, $L_2 = 0.81 L_{\odot}$, $M_1 = 2.58 M_{\odot}$, $M_2 = 0.92 M_{\odot}$ dir (Nouh1 v.ark 2013). Yaşanabilir bölge hesabı yapılırken, ikinci bileşenin ışıma gücü ve görsel akım etkisi birinci bileşenin doğrultusu boyunca dikkate alınmıştır. Bu çalışma çift yıldız etrafında yaşanabilir ötegezegenlerin keşfine büyük katkı sağlayacaktır. Daha önceden model çift yıldızlara uyguladığımız yaşanabilir bölge hesaplama yöntemimizi, α CrB çift yıldız sistemi için gerçekleştirdik.

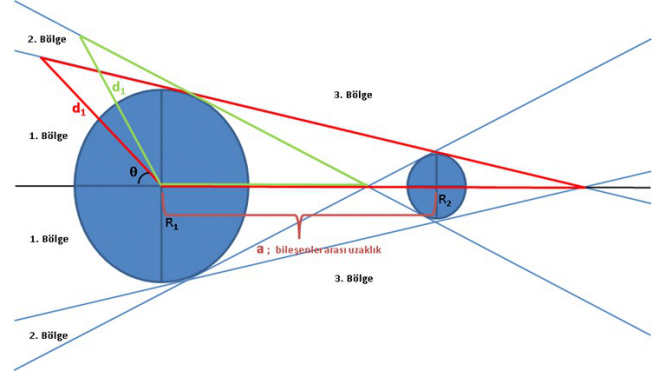
Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: general, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Çift Yıldızlarda Yaşanabilir Bölge Sınırı

Yaklaşık 20 yıl öncesine kadar Güneş Sistemi dışında herhangi bir gezegenin varlığından tamamen habersizdik. Dış gezegen veya ötegezegen olarak bilinen, ilk ötegezegen yaşlı bir pulsar olan PSR 1257+12 etrafında ilk kez 1992 yılında keşfedildi (Wolszczan ve Frail 1992). Bu keşiften sonra pulsar gibi yaşama elverişsiz yıldızlar yerine yaşanabilir gezegenlere sahip olabilecek yıldızlar etrafında gezegen arayışları başladı. Güneş benzeri bir yıldızın etrafındaki ilk ötegezegen ise ilk kez 1995 yılında 51 Pegasi yıldızının etrafında keşfedildi (Mayor M. ve Queloz D. 1995). Bu keşiflerden sonra daha binlerce yeni ötegezegen keşfedildi.

Bir gezegenin yaşanabilir olup olmadığı, bağlı bulunduğu yıldızın yaşanabilir bölgesi incelenerek belirlenmektedir. Yaşanabilir bölge suyun sıvı halde bulunabileceği ne çok sıcak ne de çok soğuk olan bir bölgedir. Yaşanabilir bölge içinde bulunan gezegenlerin atmosferlerindeki sera gazı da yaşanabilirlik için önemli bir etkidir. Yaşanabilir bölgenin iç sınırı, sera etkisinin bir sonucu olarak suyun kaybedilebileceği, yani gezegenin atmosferindeki sera gazlarının gezegene gelen kızılötesi ışıma hapsedip, gezegenin yüzeyindeki suyun kaynayıp buharlaşabileceği kadar sıcak olmasına yol açacağı yerdir. Yaşanabilir bölgenin dış sınırı ise böyle bir sera gazı ısınmasının, gezegenin herhangi bir yerinde donma noktasının üzerindeki yüzey sıcaklıklarını koruyamayacağı bir uzaklıktaki yerdir. Güneş'in yaşanabilir bölge sınırı yaklaşık 0.9 ile 1.5 AB uzaklık olduğu hesaplanmıştır. Bir yıldızın yaşanabilir bölgesi yıldızın kütlesi, yarıçapı, yüzey sıcaklığı, ışıma gücüne ve görsel akısına bağlıdır. Bir yıldızın ışıma gücü zamanla artar ve yaşanabilir bölgenin iç ve dış sınırı daha dışa doğru genişler. Dünya benzeri bir gezegen bulmak için en umut verici bölge, yıldız yaşamının başından günümüze kadar suyun sıvı halde kalabileceği bölge olan "sürekli yaşanabilir bölge" olacaktır (Jack J. Lissauer 2018). Dolayısıyla ötegezegen araştırmalarının başarıya ulaşabilmesi için bir yıldızın etrafındaki yaşama elverişli bölgenin sınırlarının ve gezegenlerin hangi özelliklere sahip olması gerektiğinin doğru bir şekilde tanımlanması gerekir.

* handepazan@gmail.com



Şekil 1. α CrB çift yıldız sistemi için yaşanabilir bölge sınır hesabında kullanılan geometrik yapı

2 Yöntem

Bu çalışmada birbirlerinden 0.2 AB uzaklıkta bulunan bileşenlere sahip α CrB çift yıldız çevresinde yaşanabilir bölge sınırları hesaplanmıştır. α CrB çift yıldızının bileşenleri sırasıyla 2.89 R_{\odot} ve 0.90 R_{\odot} yarıçapında 6310 K ve 5010 K sıcaklığında ve A0V-G5 tayf türündendir. Birinci ve ikinci bileşen yıldızların ışıma gücü ve kütle değerleri sırasıyla $L_1=74 L_{\odot}$, $L_2 = 0.81 L_{\odot}$, $M_1 = 2.58 M_{\odot}$, $M_2 = 0.92 M_{\odot}$ dir.

Çalışmada her iki bileşenin ışıma gücü katkısı göz önünde tutulup sistem etrafındaki yaşanabilir bölge sınırları α CrB çift yıldız sistemine uygulanmıştır. Bu çalışmada, Güneş için belirlenen yaşanabilir bölge sınırları Kopparapu R.K. v.ark (2013) tarafından belirlenen uzaklık değerleri kullanılmıştır. Bu sınır değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Bu çizelge literatürde yaşanabilir bölge sınırlarını Güneş sistemi için açıklayan bir çizelgedir.

Yaşanabilir bölge hesabı yapılırken, ikinci bileşenin ışıma gücü ve görsel akısı birinci yıldız doğrultusu boyunca ihmal edilmemiştir. Bu şekilde bu etkiyi göz önünde bulundurarak yaşanabilir bölge sınırı hesaplarını yaptık. Çift yıldızın 2 boyutlu yörünge düzlemi boyunca yaşanabilir bölge sınırlarının hesabı yapılmıştır. Her iki bileşenin yörüngesinin dairesel olduğu kabul edilmiştir.

Çizelge 1. Güneş için yaşanabilir bölge sınırı ve akı değerleri (Kopparapu R.K. v.ark 2013)

	Yaşanabilir bölge için dar sınır		Yaşanabilir bölge için geniş sınır		
	Minimum Sera Gazı Etkisi	Maximum Sera Gazı Etkisi	Dünya	Yakın Venus	Yakın Mars
1 L_{\odot} için d_x (AB)	0,97	1,67	1,00	0,75	1,77
f_x ($\text{cal/cm}^2\text{dk}$)	2,082064	0,702433	1,959014 (= f_{\odot})	3,482692	0,625304

Çizelge 2. Bölgelerde ki akı katkıları

1. Bölge	L_1	f_1	$\alpha = 0$
2. Bölge	$L_1 + \alpha L_2$	$f_1 + \alpha f_2$	$0 < \alpha < 1$
3. Bölge	$L_1 + L_2$	$f_1 + f_2$	$\alpha = 1$
4. Bölge	$L_1 + L_2$	$f_1 + f_2$	$\alpha = 1$

Şekil 1'de her bölge için (1. Bölge, 2. Bölge, 3. Bölge ve 4. Bölge) ışınım gücü ve yerel akı katkıları aşağıda verilmiştir: Birinci yıldızın lüminositesi L_1 , ikinci yıldızın lüminositesi L_2 , birinci yıldızın d uzaklığındaki akısı f_1 , ikinci yıldızın d uzaklığındaki akısı f_2 ise bölgelerdeki katkıları Çizelge 2'de gösterildiği gibi olacaktır; Işınım gücü ve yerel akı formülleri, kosinüs teoremi ifadesi ile birlikte yaşanabilir bölge sınırlarının hesabı için kullanılmıştır. Hesaplamalar için kullanılacak formüller aşağıda belirtilmiştir.

Küresel bir yıldızın tüm yüzeyinden çıkan ışınım gücü ifadesi

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4 \quad ,$$

F yüzey akısı olmak üzere

$$L = 4\pi R^2 F \quad ,$$

d uzaklığındaki ışınım gücü ifadesi $L = 4\pi d^2 f$ dir. Burada aynı zamanda görsel akıdır. Bu ifadeyi güneşe orantılayacak olursak

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{d}{d_{\odot}}\right)^2 \frac{f}{f_{\odot}} \quad (1)$$

olur.

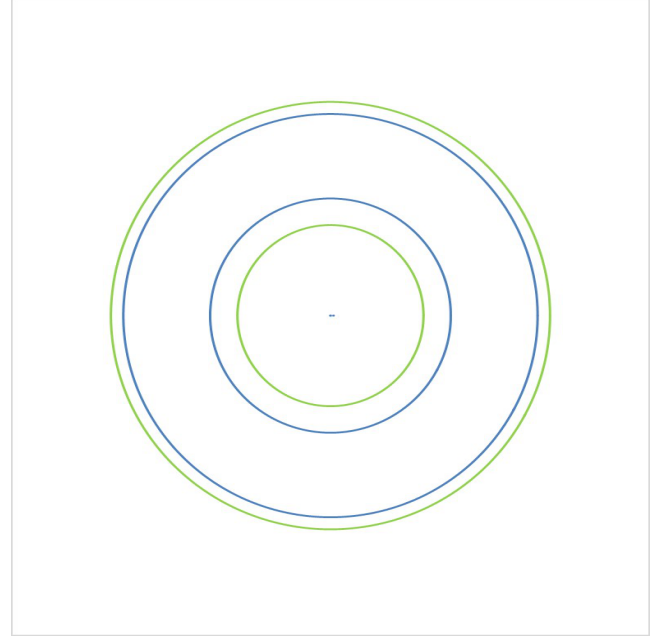
Hesaplamalarda kullanılacak kosinüs teoremi, $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ şeklindedir.

1. Bölge: Sadece birinci yıldızın ışımsal katkısı olacaktır ve tek yıldızlar için yapılan yaşanabilir bölge sınırı hesabı ile aynı olacaktır.

2. Bölge: Birinci yıldızın ışımsal katkısına ilaveten, ikinci yıldızın α faktörü kadar kesirsel katkısı da dikkate alınmıştır ve yaşanabilir bölge sınırı bu bölge içinde $L_1 + \alpha L_2$ toplam ışınım gücünü ve $f_1 + \alpha f_2$ görsel akısı çizelge 1 deki akılara eş değer olacak ve $L_1 + \alpha L_2$ toplam ışınım gücüne karşılık gelecek yaşanabilir bölge sınır değeri θ açısı değerleri hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu uzaklık birinci bölgedeki uzaklıktan daha büyük değerlere karşılık gelir. 2. bölgede θ açısı arttıkça yaşanabilir bölge sınır uzaklık değerleri de artar. Bu bölge de α değeri 0 ile 1 arasında değer alır.

3. Bölge: Birinci yıldızın ışımsal katkısına ilaveten ikinci yıldızın ışımsal katkısı da eklenecektir. Yani bu bölgede ışınım gücü katkısı $L_1 + L_2$ olacaktır. Dikkate alınacak görsel akı/yerel akı değeri $f_1 + f_2$ olacaktır.

4. Bölge: Bu bölgede $L_1 + L_2$ 'lik bir ışınım gücü katkısı vardır ve $f_1 + f_2$ akısı çizelge 1 deki akılar ile özdeş olacaktır ve sabit tutularak yaşanabilir bölge sınır uzaklıkları hesaplanmıştır.

**Şekil 2.** α CrB çift yıldız sistemi için hesaplanan yaşanabilir bölge sınırları

3 Tartışma ve Sonuçlar

Sonuç olarak; α CrB çift yıldız sistemi için hesaplanan yaşanabilir bölgenin geniş ve dar sınırları Şekil 2'de gösterilmiştir. Çift yıldızın bileşenleri şeklinin merkez bölgesinde nokta şeklinde gösterilmiştir. Yeşil çizgiler arası geniş yaşanabilir bölge sınırını, mavi çizgiler arası dar yaşanabilir bölge sınırını göstermektedir. Bu çift sistem için yaptığımız hesaplama da mavi renk ile gösterilen bölge de yaşanabilir bölge için sınır uzaklıkları 7 AB ve 13 AB, yeşil ile gösterilen bölge de sınır uzaklıkları ise 6 AB ve 14 AB civarında değerler olarak bulunmuştur. Buradan α CrB çift yıldız sisteminin etrafında bir gezegen varsa ve bu gezegen de yaşam olabilmesi için gezegenin çift yıldız sisteminden olan uzaklığının en küçük değer olarak 6 AB, en büyük değer olarak ise 14 AB olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Daha önceden model çift yıldızlara uyguladığımız yaşanabilir bölge sınırı hesaplama yöntemimizi, bu çalışmada (α CrB) çift yıldız için gerçekleştirdik. Bu çalışmanın sürdürülmesi geliştirilmesiyle daha birçok yıldız-gezegen sistemi için yaşanabilir bölge sınır uzaklıkları kolaylıkla hesaplanabilecektir.

Kaynaklar

- Lissauer Jack J (2018) "Habitable Zone" Encyclopædia Britannica, inc. Erişim:20 Ağustos 2018 <https://www.britannica.com/science/habitable-zone>
Kopparapu, R.K., Ramirez, R., Kasting, J.F. "Habitable Zones Aro-

- und Main-Sequence Stars: New Estimates". The Astrophysical Journal **765**,(2013) 131.
- Mayor, M. and Queloz, D. "A Jupiter-mass companion to a solar-type star". Nature, **Vol. 378** (1995) 355-359.
- Nouh1 M. I., Saad, S. M. B. Korany and Elkhamisy, M. A. : "Spectroscopic Analysis of the Eclipsing Binary α CrB" J. Astrophys. Astr. **34** (2013) 193-205
- Wolszczan, A. and Frail, D.A. "A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257+12". Nature **Vol. 355** (1992) 145-147.

Erişim:

O41-1035: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

TrES-5b'nin Geçiş Süresi Değişimi

Muhammed Ali Üzümcü¹★,

Burak Ketten

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

TrES-5 yaklaşık 360 pc uzaklıkta, 13m.72 parlaklığında yörüngesinde ötegezegen (TrES-5b) barındıran bir yıldızdır. TrES-5b kısa yörünge dönemi olan, büyük kütleli bir ötegezegen olup çok küçük bir dış merkezlik'e sahiptir ($e < 0.04$, Mandushev vd. 2011). Kütesinin 1.778 $M_{Jüp}$ ve yarıçapının 1.209 $R_{Jüp}$ olması sebebiyle TrES-5b'nin yoğun bir gezegen olduğu düşünülmektedir. Yarı büyük eksen uzunluğunun 0.02446 AB ve yörünge döneminin 1.48224 gün olması gezegenin çok sıcak olmasını gerektirir. Bu çalışmada TrES-5b'nin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) 1 metrelik Türk Teleskobu T100 ile odak dışı gözlem tekniği ile elde edilen hassas geçiş ışık eğrileri ile literatür ve açık veritabanlarında bulunan ışık eğrileri analiz edilmiş ve geçiş zamanlarında bir değişim olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: planets and satellites: individual:..., Yıldızlar, Ötegezegenler

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O41-1040: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Soğuk Gaz ve Toz: Erken Tür Galaksilerde Spiral Şeklinde Yapılar

Mustafa Kürşad Yıldız^{1,2*}, Pierre-Alain Duc³, Reynier F. Peletier⁴, Paolo Serra⁵

¹ Astronomy and Space Sciences Department, Science Faculty, Erciyes University, Kayseri, Turkey

² Erciyes University, Astronomy and Space Sciences Observatory Applied and Research Center (UZAYBİMER), 38039, Kayseri, Turkey

³ Université de Strasbourg, CNRS, Observatoire astronomique de Strasbourg, UMR 7550, F-67000 Strasbourg, France

⁴ Kapteyn Astronomical Institute, University of Groningen, P. O. Box 800, 9700 AV Groningen, Netherlands

⁵ INAF - Osservatorio Astronomico di Cagliari, Via della Scienza 5, I-09047 Selargius (CA), Italy

Özet

Nötr hidrojenin (HI) ve moleküler gazın radyo gözlemleri erken-tür galaksilerin yaklaşık olarak yarısının soğuk gaza sahip olduğunu gösterdi. Moleküler gaz genellikle merkezi bölgelerde bulunsada, HI yıldız diskinden çok daha ötelere yayılmış şekilde tespit edilmiştir. Bunların ötesinde erken tür galaksiler toz yapısında göstermektedirler. Bu galaksilerde bulunan soğuk gaz ve toz arasındaki ilişkiyi anlayabilmek için Canada-France-Hawaii Teleskopunda bulunana MegaCam kamerası ile derin optik görüntüler ile birlikte Westerbork radyo teleskopundan gelen radyo verileri birleştirilerek bir araştırma gerçekleştirildi. Bu çalışma sonucunda tüm HI zengini erken tür galaksilerin toz yapısına sahip olduklarını tespit ettik. Bulunan toz yapılarının genellikle spiral ya da düzensiz bir formda oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: galaxies: elliptical and lenticular, cD, Radyo Astronomisi

1 Giriş

Bütünleşik alan tayfı, bir çok dev eliptik (neredeyse tamamı) erken-tür galaksinin (ETG) iç bölgelerinde ($<1 R_{eff}$) hızlı dönen bir bileşeni olduğunu göstermiştir (örn., Bundy et al. 2015). İyonize olmuş gaz da aynı iç bölgelerde tespit edilmiştir (örn., Gavazzi et al. 2018). Bütünleşik alan tayfı kullanan çalışmalar küçük/dar görüntüleme alanlarından ötürü galaksilerin iç bölgelerine yoğunlaşmışlardır (örn., Cappellari et al. 2011a; Weijmans et al. 2014). Derin-optik görüntülerse galaksileri merkezlerinden uzak olan bölgelerini de çalışabileceğimizi göstermiştir (Duc et al. 2014, 2015; Karabal et al. 2017). Bunun yanında derin-optik görüntüler sadece dış bölgelerde değil iç bölgelerde de iyi veri kalitesi sunmaktadır.

Radyo ve milimetre-altı gözlemleri, erken-tür galaksilerde soğuk gaz formunda (nötr hidrojen (HI) ya da karbonmonoksit molekülü (CO)) disk yapıları olduğunu göstermiştir (örn., van Driel & van Woerden 1991; Oosterloo et al. 2010). Erken-tür galaksiler üzerine yapılmış olan ATLAS^{3D} projesi sonucunda tüm ETG'lerin neredeyse yarısının soğuk gaz yapılarına sahip oldukları keşfedilmiştir (Young et al. 2011; Serra et al. 2012). Moleküler gaz, iç bölgelerde yoğunlaşırken (Alatalo et al. 2013; Davis et al. 2013), HI disk ya da yüzük yapısı şeklinde bu galaksilerin yıldızsal yapılarından çok daha geniş alana yayılmaktadır (Serra et al. 2012). Bu gazın kolon yoğunluğunun yeterli derecede yüksek olması durumunda, yıldız oluşum etkinliğinin spiral galaksilerin dış bölgelerine benzer şekilde olacağı bildirilmiştir (Yıldız et al. 2015, 2017).

Erken-tür galaksilerdeki gaz disklerinin varlığı göz önüne alındığında, bu sistemlerde toz yapılarının da bulunması şaşırtıcı değildir. ETG'lerdeki toz yapılarının varlığı literatürde uzun bir süredir bilinmekte ve tartışılmaktadır (örn., Sadler & Gerhard 1985; Goudfrooij et al. 1994). Örneğin Simões Lopes

et al. (2007), Hubble Uzay Teleskobu ile yaptıkları çalışmalarında erken-tür galaksilerin en iç bölgelerinde toz yapısının kompleks bir dağılımda olduğunu gözlemlemiştir.

ETG'lerdeki toz yapıları sadece optik bantlarda soğurma şeklinde değil aynı zamanda kırmızı-öte bantlarda salma şeklinde de tespit edilmiştir. Örneğin di Serego Alighieri et al. (2013) ve Martini et al. (2013), Herschel ve Spitzer uzay teleskobu gözlemlerini kullanarak ETG'lerin 10^5 ile $10^7 M_{\odot}$ arasında toz kütlesine sahip olduklarını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, Hubble uzay teleskobu verilerine göre biraz daha az açılabilir çözünürlüğe sahip ancak çok daha yüksek radyal kapsama sahip yerkürede bulunan teleskoplarla alınmış derin-optik görüntüler analiz edilmiştir. Derin-optik görüntülerle HI ve CO görüntüleri beraber kullanılarak gaz ve toz arasındaki ilişki; derin renk görüntüleri (g-r) kullanılarak da tozun dağılımı çalışılmıştır.

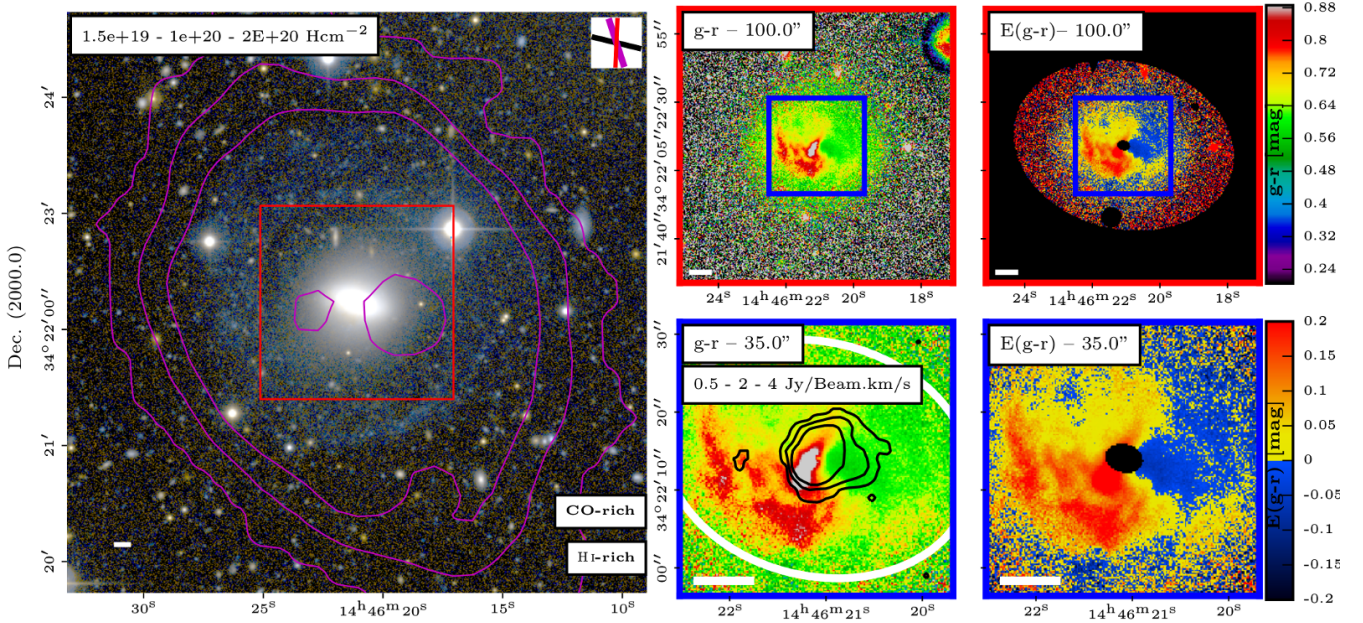
2 Gözlem ve Analiz

Toz ve gaz arasındaki ilişkiyi çalışabilmek için gaz zengini ve fakiri olmak üzere iki örneklem oluşturulmuştur. Burada kullanılan galaksiler, birkaçı hariç olmak üzere, Yıldız et al. (2017) çalışmasından alınmıştır.

HI-fakir kontrol örnekleme kurulurken aşağıdaki kriterler göz önüne alınmıştır:

- Yıldız kütlesi M_{*} (Cappellari et al. 2013) +/- 0.8 dex arasında;
- çevre yoğunluğu Σ_3 (Cappellari et al. 2011b)¹ +/- 0.8 dex aralığında;
- Virgo küme üyesi olmama (Cappellari et al. 2011a);
- kinematik sınıflama (hızlı- ya da yavaş dönen; Emsellem et al. 2011);

¹ Hedef galaksi merkezde olmak üzere, yüksekliği $h = 600 \text{ km s}^{-1}$ olan bir silindir içerisindeki galaksilerin ortalama yüzey yoğunluğu.



Şekil 1. Sol: UGC 09519 galaksisinin H I kolon yoğunluğu konturlarıyla (macenta) birlikte gerçek renk görüntüsü. Gerçek renk görüntüsünün boyutu 300×300 arcsec². Sağ-üst köşede pozisyon açıları belirtilmiştir. Üst-orta: $g' - r'$ görüntüsü. Boyutu 100×100 arcsec² olup, sol panelde kırmızı kutu ile belirtilmiştir. Üst-sağ: $E(g' - r')$ renk artışı haritası (100×100 arcsec²). Alt-orta: 35×35 arcsec² alanı kaplayan $g' - r'$ görüntüsü (üst panelde mavi kutu ile gösterilmiştir). Bu panelde siyah çizgiler CO şiddet konturlarını göstermektedir (see Alatalo et al. 2013). Beyaz elips, görsel olarak belirlenmiş toz çapını gösteriyor. Alt-sağ: $E(g' - r')$ renk artışı haritası (35×35 arcsec²). Panellerdeki beyaz çubuk 1 kpc uzaysal uzunluğu ifade ediyor.

e. uzaklık (Cappellari et al. 2011a) ± 15 Mpc aralığında.

Böylece, 21 H I-zengini ETG için 41 H I-fakir kontrol örneklem galaksisi seçilmiştir. Aşağıda, kullanılan H I-zengini ve fakir kontrol örneklemelerindeki galaksilerin isimleri verilmiştir.

H I-zengini ETG'ler: NGC 2594, NGC 2685, NGC 2764, NGC 2859, NGC 3414, NGC 3522, NGC 3619, NGC 3626, NGC 3838, NGC 3941, NGC 3945, NGC 3998, NGC 4036, NGC 4203, NGC 4278, NGC 5173, NGC 5582, NGC 5631, NGC 6798, UGC 06176, UGC 09519

H I-fakiri ETG'ler: NGC 0661, NGC 0770, NGC 2549, NGC 2577, NGC 2592, NGC 2679, NGC 2852, NGC 2950, NGC 3098, NGC 3230, NGC 3245, NGC 3248, NGC 3301, NGC 3377, NGC 3400, NGC 3458, NGC 3605, NGC 3610, NGC 3613, NGC 3648, NGC 3658, NGC 3665, NGC 3674, NGC 3757, NGC 3796, NGC 4078, NGC 4283, NGC 5273, NGC 5308, NGC 5322, NGC 5342, NGC 5473, NGC 5485, NGC 5500, NGC 5611, NGC 6547, NGC 6548, NGC 7457, PGC 050395, UGC 04551, UGC 08876.

Bu çalışmada kullanılan derin-optik görüntüler, Canada-France-Hawaii Telescope teleskobu üzerinde bulunan MegaCam kamerasıyla g' ve r' bantlarında MATLAS / ATLAS^{3D2} programı çerçevesinde alınmıştır. Burada okuyucuya elde edilen görüntülerin 28.5 mag arcsec⁻² gibi çok düşük yüzey parlaklığı seviyesine ulaştığını hatırlatmak isteriz. Bu çalışma için arkaplan çıkartılması ve nokta-yayımlı-fonksiyonu eşitleme gibi ek işlemler uygulanmıştır. Sonuç olarak aynı çözünürlüğe getirilmiş g' ve r' bantları ile renk görüntüleri elde edilmiştir.

² Duc et al. (2015) derin gözlemler ve veri analizini detaylarıyla anlatmaktadır.

Galaksilerdeki yıldızlardan kaynaklı oluşan renk katkısını giderebilmek yani renk artığını elde edebilmek için, toz-bağımsız renk profilleri oluşturup galaksilerin tozsuz halleri modellenmiştir³. Şekil 1, UGC 09519 için elde edilen renk ve renk artışı görüntülerini içermektedir.

Bu çalışmada toz kütlelerini, literatürde sıklıkla kullanılan optik dalgaboylarındaki toplam sönmüleme yöntemi ile hesapladık (örn., Goudfrooij et al. 1994; Patil et al. 2007; Finkelman et al. 2012).

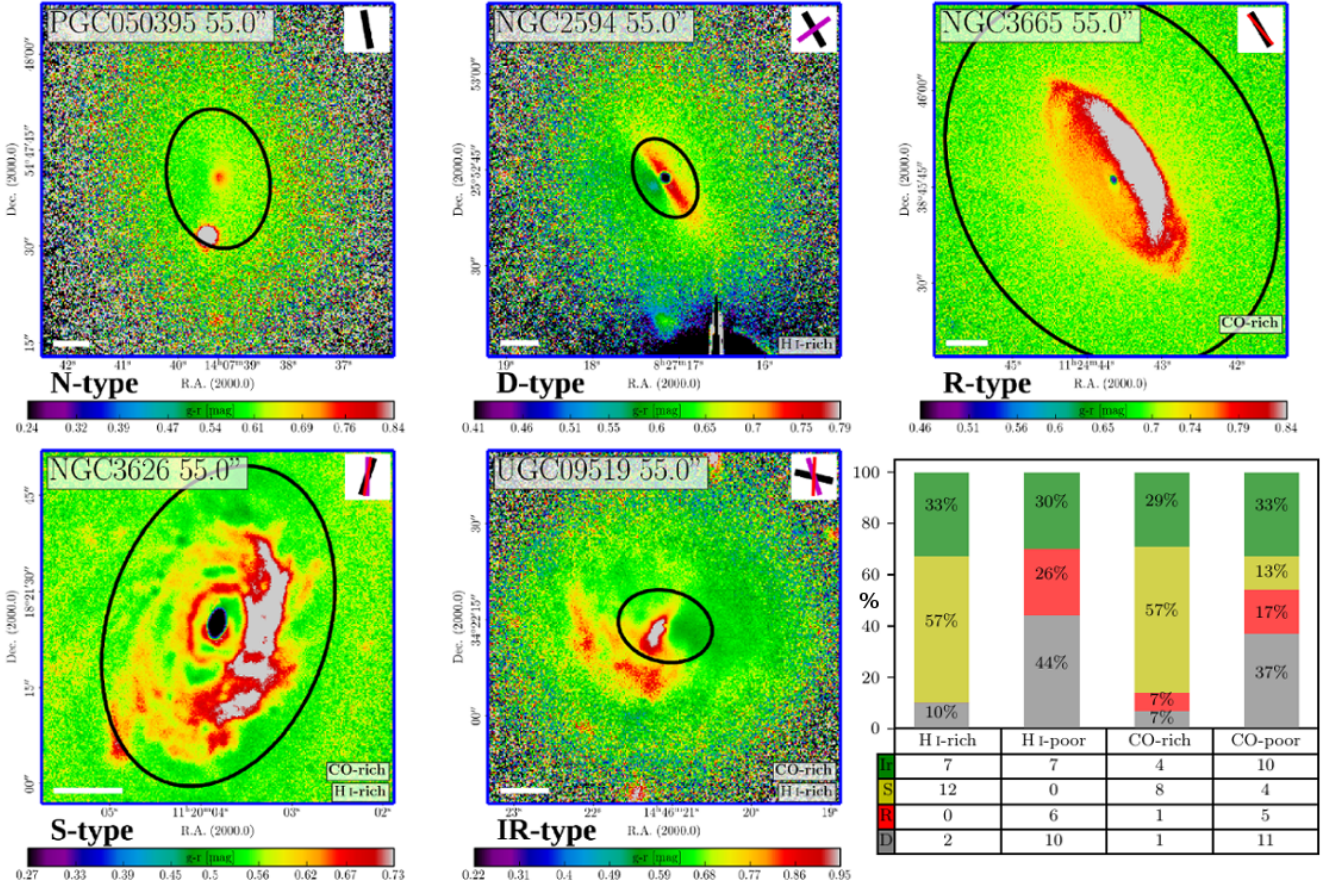
3 Sonuçlar

1- Tüm H I zengini erken-tür galaksilerde toz yapısı gözlemlenirken, H I fakir galaksilerin sadece yüzde 56'sı toz barındırmaktadır. ETG'lerdeki toz yapısı toplamda 5 bölüme ayrılmıştır (Bknz. Şekil 2). H I zengini ETG'lerde çoğunlukla spiral kollar şeklinde görülen toz, H I fakiri galaksilerdeki basit dağılım gösteren toz yapılarına göre ortalama iki kat daha geniş alana yayılmıştır.

2- Sadece dış bölgelerinde H I gözlenen ETG'lerde merkezlerinde toz bulundurmaktadır. Buda nötral gazın konumu ne olursa olsun galaksideki toz ile bir ilişkisi olduğunu gösterir. Bunun yanında, kompleks ve geniş dağılım gösteren tozun, harici kaynaklardan geldiği sonucuna varılmıştır.

3- Ortalama toz kütleleri, gaz-zengini galaksilerde (CO veya H I) gaz fakiri olanlara göre altı kat daha fazladır. Toz kütleleri ve optik lüminosite arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Bu ilişkisizlik, yıldız evrimi neticesinde oluşabilecek toz kü-

³ İşlemin ayrıntılı aşamalarını Yıldız ve ark. (2019, submitted) çalışmasında bulabilirsiniz.



Şekil 2. Bu çalışma ile belirlenen beş toz sınıfı. $1 R_{eff}$ etkin yarıçap siyah elips ile gösterilmiştir. Beyaz ölçek 1 kpc uzaysal uzunluğu göstermektedir. Her bir panelde değişik galaksi yapılarının pozisyon açıları verilmiştir. Siyah çizgi optik diskin [Krajinović et al. \(2011\)](#); mor çizgi H I diskin [Serra et al. \(2014\)](#); kırmızı çizgi ise CO diskin [Alatalo et al. \(2013\)](#) pozisyon açısını göstermektedir. Alt-sağ köşedeki panelde gaz içeriklerine göre toz içeren galaksi sayıları histogram ve tablo şeklinde gösterilmiştir. Yüzdelik oranları çubukların üzerinde verilmiştir.

lesinde çok daha fazlasının gözlemlendiğini ve böylece önceki sonucumuz olan "toz için harici kaynak" fikrini desteklemektedir.

[Yıldız et al. \(2017\)](#) ETG'lerin en dış bölgelerinde bulunan ($> 3 R_{eff}$) gazın ortalama tükenme zamanını ~ 100 Gyr olarak hesaplamıştır. Bu da sürekli bir gaz / toz kaynağı anlamına gelmektedir. Yukarıdaki sonuçlarımızla birleştirdiğimizde, erken-tür galaksilerde toz ve H I varlığı arasında belirgin bir ilişki olduğu kararına varıyoruz.

Kaynaklar

- Alatalo K., et al., 2013, *MNRAS*, 432, 1796
 Bundy K., et al., 2015, *ApJ*, 798, 7
 Cappellari M., et al., 2011a, *MNRAS*, 413, 813
 Cappellari M., et al., 2011b, *MNRAS*, 416, 1680
 Cappellari M., et al., 2013, *MNRAS*, 432, 1709
 Davis T. A., et al., 2013, *MNRAS*, 429, 534
 Duc P.-A., Paudel S., McDerimid R. M., Cuillandre J.-C., Serra P., Bournaud F., Cappellari M., Emsellem E., 2014, *MNRAS*, 440, 1458
 Duc P.-A., et al., 2015, *MNRAS*, 446, 120
 Emsellem E., et al., 2011, *MNRAS*, 414, 888
 Finkelman I., Brosch N., Funes J. G., Barway S., Kniazev A., Väisänen P., 2012, *MNRAS*, 422, 1384
 Gavazzi G., Consolandi G., Pedraglio S., Fossati M., Fumagalli M.,

- Boselli A., 2018, *A&A*, 611, A28
 Goudfrooij P., de Jong T., Hansen L., Norgaard-Nielsen H. U., 1994, *MNRAS*, 271, 833
 Karabal E., Duc P.-A., Kuntschner H., Chanial P., Cuillandre J.-C., Gwyn S., 2017, *A&A*, 601, A86
 Krajinović D., et al., 2011, *MNRAS*, 414, 2923
 Martini P., Dicken D., Storch-Bergmann T., 2013, *ApJ*, 766, 121
 Oosterloo T., et al., 2010, *MNRAS*, 409, 500
 Patil M. K., Pandey S. K., Sahu D. K., Kembhavi A., 2007, *A&A*, 461, 103
 Sadler E. M., Gerhard O. E., 1985, *MNRAS*, 214, 177
 Serra P., et al., 2012, *MNRAS*, 422, 1835
 Serra P., et al., 2014, *MNRAS*, 444, 3388
 Simões Lopes R. D., Storch-Bergmann T., de Fátima Saraiva M., Martini P., 2007, *ApJ*, 655, 718
 Weijmans A.-M., et al., 2014, *MNRAS*, 444, 3340
 Yıldız M. K., Serra P., Oosterloo T. A., Peletier R. F., Morganti R., Duc P.-A., Cuillandre J.-C., Karabal E., 2015, *MNRAS*, 451, 103
 Yıldız M. K., Serra P., Peletier R. F., Oosterloo T. A., Duc P.-A., 2017, *MNRAS*, 464, 329
 Young L. M., et al., 2011, *MNRAS*, 414, 940
 di Serego Alighieri S., et al., 2013, *A&A*, 552, A8
 van Driel W., van Woerden H., 1991, *A&A*, 243, 71

Erişim:

042-1120: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

2.8 GHz'de Güneş Radyo Akısı Gözlemleri İçin Radyo Teleskop Tasarımı

Görkem Koray Öz^{1*}, İbrahim Küçük^{2,3}

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

³Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi - UZAYBİMER, Kayseri

Özet

Güneş yavaş değişen şiddette radyo enerji yayar. Farklı atmosfer katmanlarından kaynaklanan 10.7 cm (2.8 GHz) Güneş radyo akısı, Güneş etkinliğinin mükemmel bir göstergesidir. Genellikle F10.7 indeksi olarak adlandırılır ve kromosferin üst katmanları ve koronanın alt katmanlarından kaynaklanmaktadır. F10.7, morötesi (UV) ve güneş lekeli sayılarının yanı sıra Güneş'in görünür dalga boylarındaki ışınım kayıtlarıyla iyi bir korelasyon gösterir. Bu çalışmada ERÜ UZAYBİMER UYG-AR Merkezi'nde bulunan 5m çaplı radyo antenin mekanik, elektronik ve yazılım altyapısı yenilenerek 10.7 cm Güneş radyo akısının sürekli radyo gözlemleri hazırlık süreci ve gelecek hedefleri sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: radio lines: stars, Radyo Astronomisi

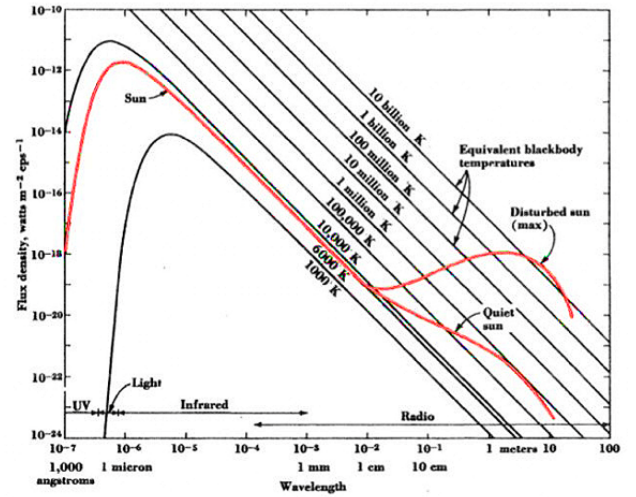
1 Giriş

Güneş yavaş değişen şiddette radyo enerji yayar. 10.7 cm (2.8 GHz) Güneş akısı, kromosferin üst katmanları ve koronanın alt katmanlarındaki şartlara çok duyarlı olduğundan güneş aktivitesinin takibi için idealdir¹. Aktif bölgelerin üzerinde bulunan manyetik alanlarda hapsolan plazmanın toplam miktarı ile doğrudan ilgilidir. Bu da manyetik akı miktarı ile ilişkilidir. Yapılan çalışmalar 10.7 cm Güneş akısı ile aktif bölgelerdeki toplam fotosferik manyetik akı arasında doğrusal bir korelasyon olduğunu gösterir. Bu frekansta Güneş'in sürekli incelenmesi Güneş'in kromosfer ve korona katmanları hakkında bilgi verdiği gibi Güneş'in manyetik alanındaki değişimler hakkında da fikir edinmeyi sağlamaktadır Gelfreikh (1992).

Güneş'in radyo bölgede gözlemlenebilmesi için bir radyo teleskoba gereksinim vardır. Yer'in günlük hareketi sebebiyle gökyüzünde gök cisimlerinin de doğudan batıya doğru bir hareketi bulunur. Seçilen gök cisimlerinin sürekli gözlemlenebilmesi radyo teleskobun hareket mekanizmasının ilgili gök cisminin gökyüzündeki hareketini takip edebilmesini gerektirmektedir. Bu da radyo teleskobun kundağında bulunan motorların uygun hızda çalışması ve kontrol edilebilir durumda olmasıyla mümkündür. Bunun için gereken elektronik ve yazılım altyapısının böyle bir sistem için ERÜ UZAYBİMER UYG-AR Merkezi'nde bulunan ERT-5 teleskobu için tasarlanması ve gerekli kurulumların yapılması hedeflenmiştir.

2 Radyo Bölgede Güneş

Güneş birçok dalga boyunda ışınım yapmaktadır. Planck eğrisi göz önüne alındığında ise genellikle 6000 K sıcaklığa sahip bir kara cisim profili çizer. Yaptığı ışınımın çoğu görünür bölgede (yüksek frekansta) olmasına karşın mikrodalga ve radyo dalga boylarında nispeten düşük ışınım yaptığı görülebilir. Ancak cm dalga boyunda beklenen aksine kara cisim eğrisi çizmez; Güneş salması 10.7 cm dalga boyunda değişiklik gösterir Aslan



Şekil 1. Moröttesinden radyo dalgalılarına kadar Güneş tayfı. Burada Güneş akı yoğunluğu 1 cm'den daha düşük dalga boylarında 6000 K sıcaklığındaki kara cisim ışımasına eşitken, daha uzun dalga boylarında ise daha yüksek sıcaklıklardaki kara cisim ışımalarıyla benzerlik göstermektedir Kraus (1986).

(2012). Öteki dalga boylarında olduğu gibi güneşi radyo bölgede de gözlemlemek bize yapısı hakkında farklı bilgiler sunar.

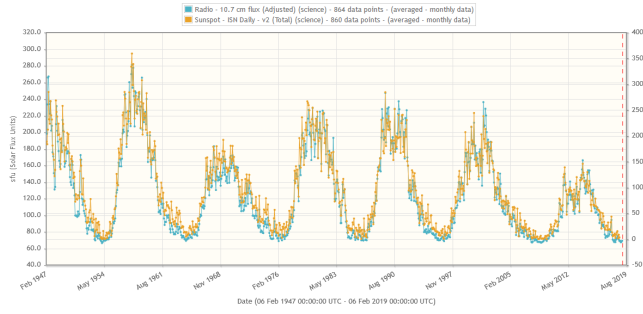
Milimetre dalga boylarında daha çok fotosferdeki olaylardan yayımlanan emisyon alınırken santimetre dalga boylarındaki emisyon kromosfer ve korona arasında bulunan geçiş bölgesine dair çeşitli bilgilere sahiptir. Farklı dalga boylarında farklı katmanlardan emisyon almamızın sebebi sıcaklıklardaki ve emisyon mekanizmalarında farklılıkların olmasıdır.

3 Güneş Akısı

3.0.0.1 Akı: Birim zamanda birim alandan geçen toplam enerji miktarı. Akı $Joule/m^2/s$ veya $Watt/m^2$ olarak ölçülür.

* astronom_gorkem@yahoo.com

¹ <http://www.stce.be/news/374/welcome.html>



Şekil 2. Aylık ortalama Güneş leke sayısının 1947-2019 yılları arasında 10.7 cm Güneş akısı verilerine göre dağılımı

$$F = L \div (4\pi D^2)W/m^2 \quad (1)$$

$$L = 3.9 \times 10^{26}W \quad (2)$$

$$1sfu = 10^{-22}W/m^2Hz \quad (3)$$

Sürekli radyo akı ölçümü ve kaydı yapan gözlemlerinin yayınladığı raporlarda veriler üç akı seti olarak düzenlenir¹. Bunlar gözlenen, düzeltilmiş ve mutlak akılardır. Radyo teleskobun ölçtüğü değer gözlenen değer olarak adlandırılır. Bu değeri etkileyen iki faktör bulunur: Güneş etkinlik seviyesi ve değişen Yer-Güneş uzaklığı. Eğer doğrudan Güneş çalışıyorsa Güneş-Yer mesafesinin yıllık değişiminin etkisi istenmeyecektir. Düzeltilmiş akıda ise bu etki bulunmaz. Elde edilen veriler Yer-Güneş ortalama uzaklığı yani 1 AB için düzenlenmiştir. Mutlak akı değerleri için ise, düzeltilmiş veri 0.9 ile çarpılarak yerden yansıyan dalgaların ve anten kazancındaki belirsizliklerin etkisi yok edilir².

4 Güneş Lekeleri

Güneş leke sayısı yaygın olarak kullanılan bir güneş etkinlik göstergesidir ve 11 yıllık bir döngüye sahiptir. Her döngüde Güneş'in minimum ve maksimum etkinlik dönemleri gerçekleşir. Güneş lekelerinin kaydı 1755 yılından beri düzenli olarak tutulur¹. Güneş'in 10.7 cm dalga boyundaki akısı sahip olduğumuz Güneş aktivitesi indekslerinin en iyisidir ve şekil-2'de gösterildiği gibi 1947 yılından itibaren sürekli kaydedilmektedir². Bu emisyon kromosferin üst kısımları ve bir geçiş bölgesi olan koronanın alt bölgelerindeki aktivitelerden kaynaklanır ve diskteki güneş lekelerine karşılık olarak günden güne yavaş değişim gösterir. Bu nedenle güneş lekeleriyle çok iyi bir korelasyon gösterir.

Kırk yıldan uzun süredir yapılan gözlemlerin sonuçları 10.7 cm akısı ile güneş lekeleri arasında ampirik bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

$$N = (1.14).F - 73.21 \quad (4)$$

¹ <http://www.spaceweather.ca/solarflux/sx-4a-en.php/>

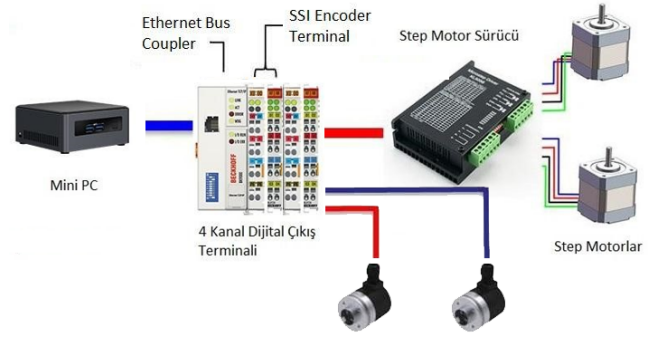
² https://web.archive.org/web/20080706234112/http://www.drao-ofr.hia-ihh.nrc-cnrc.gc.ca:80/icarus/www/sol_home.shtml

¹ <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/solar/flux.html/>

² <http://www.staff.oma.be/default.jsp/>



Şekil 3. UZAYBİMER bünyesinde bulunan ERT-5 teleskopu



Şekil 4. ERT-5 teleskopunun hareket mekanizması

Burada F akıyı, N ise güneş leke sayısını vermektedir³.

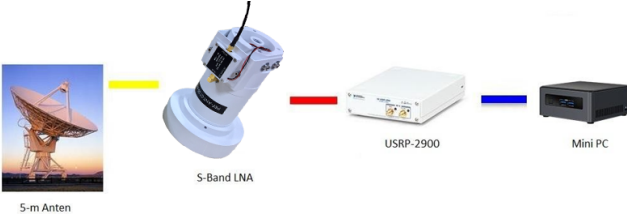
5 Dünyada Yapılan Çalışmalar

Güneş radyo akısının ilk gözlemleri 1947 yılında Ottawa-Penticton'daki Dominion Radyo Astronomi Gözlemevi'nde başlamış ve günümüze kadar aralıksız devam etmektedir Tapping (2013). Bu durum geçmişe yönelik kayıtların olduğu değerli bir arşivin oluşmasını sağlamıştır. Elde edilen Güneş radyo akı verileri özellikle uzay havasını sürekli izleyen kurumlar tarafından sürekli başvuru kaynakları arasındadır. Uzay havası doğrudan dünyayı etkileyen bir konu ve iyonosferdeki değişimin yüksek frekans haberleşmesi üzerine etkisinden, güç hatlarına, alçak yer yörüngesinde dolanan uydular üzerindeki atmosferik sürüklenme etkisine kadar birçok alanda, sürekliliği olan bu bilgilerin analiz edilmesi çok büyük önem taşımaktadır.

6 Biz Ne Yapıyoruz?

ERÜ UZAYBİMER UYG-AR Merkezi'nde bulunan ERT-5 teleskopunun, özellikleri göz önüne alındığında Güneş etkinliğinin 2.8 GHz frekansında gözlemlenmesi ve izlenmesi için oldukça uygun olduğu görülmektedir.

³ <http://www.sws.bom.gov.au/Educational/2/2/5>



Şekil 5. ERT-5 teleskopunun radyo alıcı sistemi

İlgili antenin bütün alt sistemlerini; mekanik, elektronik ve yazılım altyapısını yenileyerek çalışabilir duruma getirmek, Güneş takibi ve 10.7 cm (2.8 GHz) dalga boylarında gözlem yapılması ve sinyallerin kaydedilmesi amacı doğrultusunda Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri desteğiyle bir proje başladı. Gerekli gözlem ekipmanları ve sistemleri ile yapılacak çalışmayla ERT-5 teleskobu dünyada yalnızca birkaç ülkede yapılan 10.7 cm Güneş akısı gözlemlerinin ülkemizde de yapılmasına olanak sağlayacak ve ilgili konuda elde edilen verilerle ülkemizin bilgi seviyesine doğrudan katkıda bulunacaktır. Ayrıca gelecekte Güneş akı gözlemi yapan ülkelerle de ortak çalışmalar yapılması için gerekli alt yapı hazırlanmış olacaktır. Ayrıca ilgili konu hakkında Kanada'da bulunan Dominion Radyo Astrofizik Gözlemevi tarafıyla da teknik ve veri noktasında sürekli bilgi alışverişleri yapılmaktadır.

7 Radyo Teleskop Tasarımı

Tipik bir radyo teleskop yapı olarak iki ana grupta incelenebilir. ERT-5 teleskopunun ise ilgili çalışma kapsamında donanım ve yazılım noktasında yenilenmesi ve kullanıma hazır hâle getirilmesi hedeflenmektedir.

7.1 Donanım

ERT-5 teleskopunun içinde hali hazırda çalışabilir durumda olan step motorlar ve enkoderler mevcut. Bu nedenle yenilenmenin planlandığı ekipmanlar mevcut enkoderleri okuyup motorların sürülebileceği bir ortam oluşturacak modüller.

Bu nedenle bilgisayar ve motorların konuşmasını sağlayacak ara birimler kullanılacak. Bu modüller Modbus protokolünü kullanarak birbirleriyle haberleşecek. Böylece merkezi bilgisayar ile veri haberleşmesi yapılarak teleskopun dönüş hızı, yöneldiği koordinat gibi bilgiler anlık olarak görülebilecek ve müdahale edilebilecek.

7.2 Yazılım

Yazılım noktasında hem teleskopun kontrolü ve takibi hem de sinyal işleme noktasında çok esnek bir yazılım platformu olan LabVIEW kullanılmaktadır. Ayrıca ara yüz de LabVIEW aracılığıyla tasarlanacak. GNURadio isimli sinyal işleme blokları sağlayan açık kaynak kodlu bir yazılım geliştirme araç kiti ve bir radyo ekosistemi de verilerin alınması ve işlenmesi mümkün olacak.

Teşekkür

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2018-7871 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Aslan, A.: Güneş Aktivitesi ile $F_{10.7}$ cm Güneş Radyo Akısı İlişkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri. (2012) 150
- Gelfreikh, G. B.: Solar Radio Emission at Centimeter Wavelengths. Proceedings of the Workshop on the Solar Electromagnetic Radiation Study for Solar Cycle 22. (1992) 196
- Kraus, J. D.: Radio Astronomy. Cygnus-Quasar Books. (1986) pp:8-45
- Tapping, K. F.: The 10.7 cm solar radio flux ($F_{10.7}$). Space Weather. **11** (2013) 394-406

Erişim:

O42-1140: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Türkiye’de Jeodezik VLBI Çalışmaları

Emine Tanır Kayıkçı¹★,

Kamil Teke, Orhan Kurt, Özge Karaaslan, Mehmet Fikret Öcal, Ahmet Yavuzdoğan,
Mualla Yalçınkaya

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği, Trabzon

Özet

Türkiye’de, 2009 yılından günümüze Karadeniz Teknik Üniversitesi, IVS kurumsal analiz merkezi (KTU-GEOD) olarak işlevini sürdürmekte olup, şimdilik Hacettepe Üniversitesinde, Kocaeli Üniversitesinde ve Gümüşhane Üniversitesinde az sayıda akademisyen Jeodezik VLBI çalışmalarına katkı sunmaktadır. Bu bildiriye, IVS kapsamında gerçekleştirilen VLBI çalışmalarına, günümüze değin Türkiye’deki akademisyenlerin yaptığı katkılar dile getirilerek, ileriye dönük Türkiye’nin jeodezik VLBI çalışmalarına yönelik vizyonunun ne olması gerektiği, VLBI tekniği üzerine çalışan akademisyenlerin sayılarının ve niteliklerinin artırılmasına yönelik ne tür projeler ortaya konulması gerektiği tartışmaya açılacaktır.

Anahtar Kelimeler: astrometry, Radyo Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018’te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O42-1200: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Tek Çanak Radyo Teleskop Kalibrasyon Teknikleri

Recep Balbay^{1*}, İbrahim Küçük^{1,2}

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi UYG-AR Merkezi (UZAYBİMER)

Özet

Bu çalışmada, ERÜ UZAYBİMER UYG-AR Merkezinde bulunan ERT-5 tek çanak radyo teleskopu için akı kalibrasyonu çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın yapılabilmesi için radyo teleskop sisteminde kullanılmak üzere radyo teleskop kontrol kumandası ve radyometre alıcı cihazları tasarlanmış ve prototip olarak üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: detectors, Radyo Astronomisi

1 Radyo Teleskop ve Kalibrasyon Yöntemi

Radyo teleskop verilerinin kalibre edilmesi gözlemlerdeki önemli konulardan biridir. Bir radyo teleskoptan alınan verilerin başka bir teleskoptan alınan verilerle kıyaslanması zordur. Bunun sebebi genel olarak sistem sıcaklığı ve atmosferik koşullardır. Radyo teleskop ölçümlerini yıl boyu tekrarladığımızda, bir gün ölçülen değer, mesela 300 sayım, başka bir gün 250 sayıma düşebilmekte ya da 350 sayıma çıkabilmektedir. Bu değişimlerin sebebi, gözlenen gök cisimlerinden mi yoksa radyo teleskop sistemlerinden mi kaynaklandığını anlamak için radyo teleskop sisteminin davranışı çok iyi bilinmeli ve sistem periyodik olarak kalibre edilmelidir.

1.1 Ölçülen Voltaj ile Akı arasındaki Bağlantı

Radyo teleskop gök yüzündeki herhangi bir kaynağa yönlendirildiğinde, P gücü ölçülür. Kaynaktan uzaklaştığında, sistemin gürlütüsünden kaynaklanan baz güç seviyesi P₀ ölçülür. Kaynak ve kaynak dışı arasındaki güç oranı Y faktörü olarak adlandırılır. Anten sıcaklığı, bilinen akı değeri (S) için aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$T_a = \frac{SA_e}{k} \quad (1)$$

bağıntıdan görüleceği üzere teleskop hassasiyeti etkin açıklığa ve teleskop sistem sıcaklığına bağlıdır. Bu bağlamda teleskop hassasiyetini artırmak için ya teleskop açıklığı yani çapı artırılacaktır ya da teleskop sistem gürlütü sıcaklığı düşürülecektir.

1.2 Anten Etkin Açıklığının Hesaplanması

G, izotropik (ideal) antenin kazancı olmak üzere etkin anten yüzeyi aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} \quad (2)$$

1.3 Sistem Sıcaklığının Hesaplanması

Anten etkin açıklığı ve bilinen bir radyo akı kaynağının gözlenmesi ile sistem sıcaklığı hesaplanabilir. Bu çalışmada alıcı hassasiyeti sebebiyle Güneş'i kalibrasyon kaynağı olarak kullanılmıştır. Sistem sıcaklığını hesaplamak için aşağıdaki denklem

Çizelge 1. ERT-5 Radyo Teleskop Teknik Bilgileri

Ana yansıtıcı	5 metre
Kundak	Alt-Az
LNB	950 – 1800 MHz
Kontrol	Arduino Pro Mini
Encoder	Hohner SS11120/8192

kullanılır.

$$T_s = \frac{\frac{SA_e}{k}}{\frac{P}{P_0} - 1} \quad (3)$$

1.4 Çözünürlük ve Entegrasyon Süresi

Radyo teleskop çözünürlüğü ya da başka bir deyişle ölçülebilen en düşük sıcaklık değeri "Dicke" denklemi ile hesaplanmaktadır. τ ölçümlerin birleştirilmesi için geçen zaman yani entegrasyon süresidir.

$$T_m = \frac{T_s}{T_\tau} \quad (4)$$

1.5 Kaynak Dışı Gözlemler ile Gürlütünün Modellenmesi

Sistem sıcaklığındaki değişimlerin tespit edilmesi için kullanılan yöntemlerden en uygun olanı, boş gök yüzü ölçümleri ile gök cisimlerinin sıcaklıklarının kıyaslanmasıdır. Boş gök yüzü gözlemleri ile sistem sıcaklığının yani sistem temel gürlütü düzeyinin modellenmesi için kullanılan en yaygın üç temel yöntem temel düzey eşleştirme, frekans değiştirme ve pozisyon değiştirme yöntemleridir.

2 ERT-5 Radyo Teleskop Bilgileri

ERT-5 Radyo Teleskobunun Teknik Bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

2.1 Prototip Radyometre ve Teknik Bilgileri

Radyometre içerisinde Raspberry Pi, Arduino Uno, 16-bit ADC, 1 MHz – 8 GHz aralığında RF güç ölçer (AD8318) ve LCD (16x2) ekran bulunmaktadır. Radyometre girişleri Ethernet (RJ45), +5 Volt DC güç girişi ve RF (75 Ohm) koaksiyel kablo girişleridir.

* rbalbay@gmail.com

Çizelge 2. Güneş gözlem değerleri

S	412.7 SFU
P	53.4
P0	42.9

3 Bulgular

3.1 ERT-5 Radyo Teleskop Etkin Anten Açıklığı

ERT-5 anteni için izotropik anten kazancı (G), anten parametreleri göz önünde bulundurularak (anten çapı 5 metre, anten verimliliği %30) 10.6 GHz için $\sim 47,5dB$ olarak hesaplanmıştır. Böylece etkin anten açıklığı $\sim 4m^2$ olarak bulunmuştur.

3.2 ERT-5 Radyo Teleskop Sistem Sıcaklığı

Tablo 2'de verilen değerler doğrultusunda radyo teleskop sistem sıcaklığı (T_s) $\sim 295K$ olarak hesaplanmıştır.

3.3 ERT-5 Radyo Teleskop Hassasiyeti

Şekil 3.2'de gözlenen gök cisimlerinin akı değerlerine karşılık radyometrenin sinyal seviyeleri (hassasiyeti) gösterilmektedir.

4 Sonuç

Bu çalışmada, UZAYBİMER UYG-AR Merkezi'nde kurulu bulunan ERT-5 Radyo teleskopuna ait donanımların ve radyo teleskopun çalışması için gerekli diğer altyapının kontrolü, bakımı ve uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmalardan sonra ERT-5 radyo teleskopu, üretilen prototip kumanda ile her iki ekseninde de başarılı bir şekilde hareket ettirilmiştir. ERT-5 radyo teleskopun odak noktasına, anten ve bu anten için özel olarak üretilmiş LNA yerleştirilmiştir. Radyometrenin çalışması ve kontrolü için LabVIEW, Python ve Arduino dillerinde yazılımlar geliştirilmiştir.

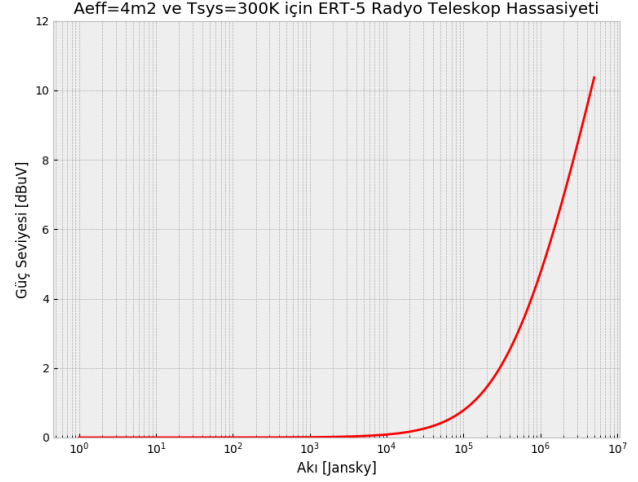
Radyo teleskop sistemi, Güneş'e odaklanarak ilk veriler alınmıştır. Boş gök yüzü gözlemleri için ölçülen taban seviye (gürültü düzeyi) 40 – 44 dB μ V olarak kaydedilmiştir. Güneş'e ait ölçülen güç seviyeleri ortalama olarak 51 – 54dB μ V civarındadır. Buna göre Güneş için gürültüden arındırılmış güç değerleri, 10 – 11dB μ V olarak elde edilmiştir.

Ay gözlemlerinde, temel gürültü seviyesi Güneş gözlemlerinden elde edilen değerler ile tutarlı olarak 40 – 44dB μ V bulunmuştur. Ay gözlemlerinin gürültüden arındırılmış değeri 1 – 2 dB μ V olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada anten sıcaklığı ortalama 270 - 330K aralığında ölçülmüştür. 2006–2007 yıllarında aynı radyo teleskop ile yapılan ölçümlerde Yusifov ve Küçük (2007), anten sıcaklığını 300K olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler ile uyum göstermektedir.

Radyo teleskopun etkin anten açıklığı yaklaşık olarak 3.8 – 4.1m² olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre radyo teleskopun verimliliği, yaklaşık olarak %30 - %35 düzeyindedir.

İlk ve en genel yöntem olarak temel seviye gürültü eşleştirilmesi (fitting) yöntemi ölçümlere uygulanmıştır. Gözlem verilerinde temel düzey, ortalama olarak 41 – 42 dB μ V düzeyinde ölçülmüştür. İkinci yöntem olan frekans değiştirme yöntemi, prototip radyometrenin teknik sınırlamalarından dolayı sadece iki farklı frekans için denenmiştir. Ancak frekans değiştirme yöntemi ile yapılan denemelerde IF frekansından (0.9–1.8 GHz) uzaklaştıkça ölçüm değerlerinin yüksek derecede hatalı olduğu sonucuna varılmıştır. Bundan dolayı frekans değiştirme yöntemi kullanılmamıştır. Kalibrasyon yöntemlerinin sonuncusu



Şekil 1. Gözlenen akı değerlerine karşılık sinyal seviyeleri.

olan pozisyon değiştirme yönteminden yararlanılmıştır. Radyo teleskop gökyüzündeki farklı noktalara çevrilerek ölçüm değerleri alınmış ve bu değerler temel gürültü düzeyi olarak kabul edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (Proje No: 113F266 ve Proje No: 115F032) ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (Proje No: FYL-2017-7095) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Yusifov, İ., Küçük, İ., Sarıkaya, M. ERT-5 Radio telescope: technical properties and calibrating observations. 24. Uluslararası Fizik Kongresi. 789–793

Erişim:

O42-1220: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Galaksilerdeki Moleküler Gazın Fiziksel Özelliklerinin Milimetre ve Milimetre Altı Gözlemlerle İncelenmesi

Kerem Osman Çubuk^{1,2,*}, Selçuk Topal³, Ferhat Fikri Özeren^{1,4}

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

²Armagh Observatory and Planetarium, Armagh, Northern Ireland, United Kingdom

³Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Van, Türkiye

⁴TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya, Türkiye

Özet

Optik bölgede gözlenemeyen ve milimetre ile radyo bölgede detaylıca incelenebilen moleküler bulutların soğuk ve yoğun kısımları yıldız oluşumunun başladığı yerlerdir. Bu çalışmada yakın komşuluktaki ($D \leq 20\text{Mpc}$) 10 farklı galaksi (NGC 2903, 3521, 3627, 4321, 4736, 5055, 5194, 5457, 6946 ve 7331) merkezinin çoklu moleküler geçiş gözlemlerine yer verilmiştir. Bu moleküler geçişler sırasıyla $^{12}\text{CO}(1-0)$, $^{12}\text{CO}(2-1)$, $^{12}\text{CO}(3-2)$, $^{13}\text{CO}(1-0)$ ve $\text{HCN}(1-0)$ 'dır. Bu çigillerin birbirine oranları ilgili bölgelerdeki gazın fiziği hakkında (sıcaklık, yoğunluk, optik derinlik ve yıldız oluşum oranı) bilgiler vermektedir. Bu çalışma aynı zamanda incelediği konu bakımından Türkiye'deki ilk yüksek lisans tezi olma özelliğine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: submillimetre: galaxies, Radyo Astronomisi

1 Moleküler Bulutlar

Yıldız oluşumunun hammaddesi olan moleküler bulutlar yıldızlararası gaz ve tozdan oluşurlar. Genel olarak birkaç on Kelvin sıcaklığa sahip olan moleküler bulutların ana bileşeni moleküler hidrojen (H_2). Genişlikleri birkaç ışık yılından birkaç yüz ışık yılına kadar ulaşan moleküler bulutların kütleleri ise birkaç Güneş kütlesinden milyonlarca Güneş kütlesine ulaşabilmektedir. Gezegenimizin deniz seviyesinde atmosferin santimetre küpünde 10^{19} molekül bulunurken en gelişmiş laboratuvarlarımızda oluşturulan vakum ortamlarında bu sayı 10^{10} mertebesindedir. Yıldızlararası ortamda ise bu sayı 10^0 mertebesindeyken yıldızların oluşmakta olduğu moleküllerin bulutların en yoğun kısımlarında ise santimetre küpte 10^6 molekül bulunmaktadır.

1.1 Neden Karbonmonoksit (CO) Molekülü?

Yıldız oluşumunu ve galaksilerin evrimini daha iyi anlayabilmek için kuşkusuz moleküler bulutların incelenmesi çok önemlidir. Bu bulutların ana bileşeni hidrojen olmasına rağmen yıldız oluşumunun gerçekleştiği yoğun bölgelerde hidrojen moleküler yapıda olmaya eğilimlidir. Moleküler hidrojen ise sadece ilk rotasyon geçişi için bile 500K civarında sıcaklığa gereksinim duymaktadır. Buna rağmen yıldız oluşum bölgelerinin sıcaklığı daha önce belirtildiği gibi sadece birkaç on Kelvin seviyesindedir. Bu sebeple bu bölgelerdeki hidrojen molekülünün incelenilmesi neredeyse imkansızdır. Moleküler bulutlarda en bol bulunan ikinci molekül olan karbonmonoksit (CO) ise ilk rotasyon geçişi için sadece 10K sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Yapılan CO gözlemleri sonucundaysa dolaylı yoldan ortamdaki Hidrojen bolluğuna ulaşılabilir. Moleküler bulutlarda en bol bulunan ikinci molekül olan karbonmonoksit (CO) ise ilk rotasyon geçişi için sadece 10K sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Yapılan CO gözlemleri sonucundaysa dolaylı yoldan ortamdaki Hidrojen bolluğuna ulaşılabilir.

2 Veriler ve Yöntem

Bu çalışma için 50'den fazla galaksi incelenmiştir. Yıldız oluşum bölgelerinin fiziksel koşullarına odaklanmak istenildiğinden olabildiğince fazla herkesin kullanımına açık olan CO geçişi verisi

bulunan 10 galaksi seçilmiş ve geriye kalanı elenmiştir. Bu galaksiler NGC 2903, 3521, 3627, 4321, 4736, 5055, 5194, 5457, 6946 ve 7331'dir. Tüm galaksiler için $^{12}\text{CO}(1-0)$, $^{12}\text{CO}(2-1)$ ve $^{12}\text{CO}(3-2)$ (NGC 5457 hariç) geçişleri elde edilirken 7 galaksi için $^{13}\text{CO}(1-0)$ ve 6 galaksi için $\text{HCN}(1-0)$ geçişi elde edilmiştir. Literatürden elde edilen tüm gözlemsel verilerin kaynakları ve özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

2.1 Verilerin Hazırlanması ve Hesaplamalar

$^{12}\text{CO}(1-0)$ veri küpleri BIMA Survey çalışmasından Tamara T. H. vd. (2003), $^{12}\text{CO}(2-1)$ veri küpleri HERA CO-Line Extragalactic Survey çalışmasından Leroy A. K. vd. (2009), $^{12}\text{CO}(3-2)$ veri küpleri ise Heinrich Hertz Teleskobu ile yapılan gözlemlerden Mao Rui-Qing vd. (2010) elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer moleküler geçişler Purple Mountain (PMO), Five College Radio Astronomy Observatory (FCRAO), National Radio Astronomy Observatory (NRAO) ve Nobeyama gibi çeşitli gözlemevlerinde yapılan gözlemlerden elde edilen ve açık kullanımına izin verilen verilerdir.

Literatürden toplanan verilerin kaynak boyutlarını, açılal çözünürlükleri ve birimleri farklıdır. Elde edilen verilerin çizgi oranları karşılaştırılacağından ilk adım olarak tüm verilerin aynı paydada buluşturulması gerekir. ($^{12}\text{CO}(1-0)$ çizgisinin açılal çözünürlüğü $5'' \times 7''$, $^{12}\text{CO}(2-1)$ açılal çözünürlüğü $13,4''$ ve $^{12}\text{CO}(3-2)$ açılal çözünürlüğü ise $21,8''$ dir). Açılal çözünürlük yapay olarak iyileştirilemeyeceğinden tüm veriler en kötü çözünürlüğe indirgenir. Bu durumda tüm çizgilerin açılal çözünürlüğü MIRIAD programı yardımıyla $23''$ sine indirilmiştir.

Açılal çözünürlük düzeltmesi yapılan veri küplerinde galaksi merkezlerine denk gelen alandan $23''$ çapındaki alan yine MIRIAD programı yardımıyla çıkarılmıştır. Elde edilen küplerin toplam akısı hesaplanmış ve ardından literatürden elde edilen X_{CO} faktörüyle hidrojen kütlesi hesabı yapılmıştır.

Kaynak boyutu, açılal çözünürlük ve birim düzeltmesi yapıldıktan sonra toplam akı ve hidrojen kütlesi hesaplanan veri küplerinin son olarak hız haritaları oluşturulmuştur. Burada çok kısa bir şekilde değinilen tüm bu adımlara detaylı bir şek-

* keremcubuk@gmail.com

Çizelge 1. Seçilen galaksiler için elde edilen verilerin özellikleri. **Not:** Çizelgedeki veriler soldan sağa doğru sırasıyla: Galaksi adı, literatürden elde edilen moleküler ışınım, gözlem yapılan frekans, gözlemede kullanılan teleskop, teleskobun gözlem yapılan frekanstaki açısal çözünürlüğü ve galaksinin uzaklığına bağlı olarak galaksilerdeki incelenen alanın ilgili açısal çözünürlükte karşılık geldiği boyutu göstermektedir. Çöz.: Çözünürlük.

Galaksi	Işınım	Frekans (GHz)	Teleskop	Çöz. (")	Lineer Boyut (Kpc)
NGC 2903	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,33
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,51
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	0,83
	$^{13}\text{CO}(1-0)$	110,20	Nobeyama	15,00	0,57
	HCN(1-0)	88,63	IRAM 30m	28,00	1,07
NGC 3521	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,47
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,74
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	1,20
NGC 3627	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,40
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,62
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	1,01
	$^{13}\text{CO}(1-0)$	110,20	PMO	50,00	2,33
	HCN(1-0)	88,63	NRAO	70,00	3,26
NGC 4321	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,33
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,51
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	0,83
	$^{13}\text{CO}(1-0)$	110,20	PMO	50,00	3,93
NGC 4736	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,21
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,33
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	0,54
	$^{13}\text{CO}(1-0)$	88,63	PMO	50,00	1,24
NGC 5055	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,32
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,50
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	0,81
	$^{13}\text{CO}(1-0)$	110,20	FCRAO	50,00	1,87
	HCN(1-0)	88,63	NRAO	70,00	2,61
NGC 5194	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,30
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,47
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	0,76
	$^{13}\text{CO}(1-0)$	110,20	FCRAO	50,00	1,75
	HCN(1-0)	88,63	Nobeyama	19,00	0,66
NGC 5457	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,29
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,45
NGC 6946	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,23
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,36
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	0,58
	$^{13}\text{CO}(1-0)$	110,20	FCRAO	50,00	1,33
	HCN(1-0)	88,63	IRAM 30m	28,00	0,75
NGC 7331	$^{12}\text{CO}(1-0)$	115,27	BIMA+12m	6,9x5,0	0,55
	$^{12}\text{CO}(2-1)$	230,53	IRAM 30m	13,40	0,87
	$^{12}\text{CO}(3-2)$	345,79	HHT	21,80	1,42
	HCN(1-0)	88,63	NRAO	70,00	4,55

ilde Kaynaklar bölümünde bulunan tez çalışmasından ulaşmak mümkündür. [Çubuk K.O. \(2018\)](#)

Seçilen galaksilerin merkezi bölgelerindeki molekülerin bulutların fiziksel koşulları üzerine yorum yapabilmek için farklı molekül geçişlerin birbirlerine olan oranlarına bakmak gerekir. Bu nedenle farklı geçişlerden elde edilen toplam akıların birb-

Çizelge 2. Galaksilerin merkezi bölgeleri için elde edilen toplam akı oranları. Toplam akı oranları $[\text{CO}(1-0)]/[\text{CO}(2-1)]$: R_{12} , $[\text{CO}(1-0)]/[\text{CO}(3-2)]$: R_{13} , $[\text{CO}(1-0)]/[\text{CO}(1-0)]$: R_{11} ve $[\text{CO}(1-0)]/[\text{HCN}(1-0)]$: R_{D1} şeklinde gösterilmektedir.

Galaksi	R_{12}	R_{13}	R_{11}	R_{D1}
NGC 2903	$1,39 \pm 0,14$	$1,10 \pm 0,14$	$20,54 \pm 4,98$	$13,68 \pm 3,04$
NGC 3521	$1,70 \pm 0,19$	$2,25 \pm 0,44$	-	-
NGC 3627	$2,45 \pm 0,18$	$1,95 \pm 0,17$	$9,44 \pm 1,49$	$24,87 \pm 7,64$
NGC 4321	$1,52 \pm 0,17$	$1,18 \pm 0,17$	$5,76 \pm 1,44$	-
NGC 4736	$1,20 \pm 0,14$	$1,85 \pm 0,26$	$2,35 \pm 0,47$	-
NGC 5055	$1,33 \pm 0,17$	$1,71 \pm 0,42$	$11,91 \pm 1,55$	$12,73 \pm 2,94$
NGC 5194	$1,11 \pm 0,17$	$1,20 \pm 0,20$	$9,15 \pm 1,30$	$13,30 \pm 2,75$
NGC 5457	$1,49 \pm 0,17$	-	-	-
NGC 6946	$1,53 \pm 0,14$	$1,64 \pm 0,14$	$6,31 \pm 0,58$	$13,63 \pm 2,12$
NGC 7331	$1,34 \pm 0,09$	$3,20 \pm 0,41$	-	$7,29 \pm 2,45$

irlerine olan oranına bakılmış ve sonuçlar bir sonraki bölümde incelenmiştir.

3 Bulgular ve Sonuç

Toplam akı oranları karşılaştırıldığında ortamın sıcaklığı, yoğunluğu ve optik derinliği üzerine yorum yapabilmek mümkündür. R_{12} ve R_{13} sıcaklık belirteci olup bu oranlar sıcaklıkla ters orantılıdır.

R_{11} optik derinlik belirteci olup gazın ortamdaki gazın kalınlığı ile ilgili bilgi taşımaktadır.

R_{D1} yoğunluk belirteci olup gazın yoğunluğuyla ilgili doğrudan bilgi vermektedir.

Bu üç belirtecin karşılaştırılmasıyla gazın fiziksel koşulları üzerine yorum yapılabildiği gibi eğer incelenen moleküler çizgi sayısı arttırılırsa (aynı ve farklı moleküllerin daha üst rotasyon geçişleri çalışmaya eklenebilirse) çalışmadan elde edilecek sonuç da bir o kadar detaylanacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara ve gelecekte yapılması planlanan çalışmalara Kaynaklar bölümündeki tez çalışmasından ulaşılabilir. [Çubuk K.O. \(2018\)](#)

4 Kaynaklar

Kaynaklar

- Çubuk K. O., "Seçilen Galaksilerdeki Moleküler Bulutların Milimetre ve Milimetre Altı Dalga Boylarında İncelenmesi." Yüksek lisan tezi, Tez No: 515173, Erciyes Üniversitesi, 2018.
- Leroy, A. K. vd., 2009. Heracles: The HERA CO line extragalactic survey. *The Astronomical Journal*, (137): 4670-4694.
- Mao Rui-Qing vd., 2010. An Extragalactic $^{12}\text{CO} J = 3-2$ survey with the Heinrich Hertz Telescope. *The Astrophysical Journal*, (724): 1336-1356.
- Tamara T. H. vd., 2003. The BIMA survey of nearby galaxies (BIMA SONG) II. the CO data. *The Astrophysical Journal*, (145): 259-327.

Erişim:

042-1225: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Genel Göreliliğe Alternatif Gravitasyonel Kuramlar

Yavuz Kaan Başkaya^{1*}, Can Battal Kılıncı²

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri, İzmir

²Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri, İzmir

Özet

Genel Görelilik Teorisi'nde (GR) geç zaman ivmelenmesini açıklamak adına ortaya konan karanlık enerjinin yaşadığı problemler, $f(R)$, $f(R, T)$, $f(T)$, $f(G)$, Sicim Teorisi gibi Genel Göreliliğe Alternatif Gravitasyonel Teoriler'in doğmasına neden olmuştur. Bu teoriler geç zaman ivmelenmesini karanlık enerjiye ihtiyaç duymadan açıklamasının yanında GR'in eksik kaldığı noktalarında tamamlar. Bu bağlamda alternatif teoriler Genel Göreliliğin Genelleştirildiği gravitasyonel teoriler denilebilir. Bu çalışma kapsamında $f(R)$, $f(R, T)$ ve GR teorilerinde Bianchi tip I evren modelleri incelenmiş ve bu üç teori arasındaki farklar ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: gravitation, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

1990'lı yıllarda Süpernova Kozmoloji Projesi (SKP) ve Yüksek-z Araştırma Ekibi (HZT), Hubble diagramını önceki çalışmalara göre daha yüksek z değerli SN la'lerden yararlanarak genişletmek istemişlerdir. Yaptıkları çalışmalar sonucunda her iki ekipte yüksek z değerine sahip SN la'ların yavaşlayarak genişleyen bir evrende olması gereken parlaklığından ~ 0.25 kadar daha sönük olduğunu bulmuşlardır [2]. Bu durumda 1998 'de yayınladıkları makalede ortaya koymuşlar ve günümüzde evrenin hızlanarak genişlemesi gerektiğini göstermişlerdir. Bu geç zaman ivmelenmesini açıklamak adına günümüzde üzerinde en çok durulan iki yöntem vardır. Bunlardan ilki Karanlık Enerji'dir. Karanlık enerji geç zaman ivmelenmesini açıklayan belkide en basit açıklamadır. Eğer friedmann denklemindeki yoğunluk parametrelerinden birisi $w < -1/3$ 'e sahipse, yani negatif basınca sahipse, diğer yoğunluk parametrelerine baskın gelir ve genişlemeyi hızlandırır [3]. Bu karanlık enerjinin belirleyici özelliğidir. Karanlık enerji bir vakum enerjisi olarak görülür ve alan denklemlerinin sağ tarafına (madde tarafına) λ kozmolojik sabit olarak eklenir. Karanlık enerji için en basit aday λ kozmolojik sabittir [3][4]. Vakum enerjisi yoğunluğu tüm uzayın kuantum sıfır noktası dalgalanmalarından katkı aldığı için denklemden kolayca yok edilemez. Böylece λ kozmolojik sabit, $w = -1$ halinde akışkan gibi davranır ki bu da ivmelenmenin açıklanması için gereklidir [3].

Fakat kozmolojik sabitin bazı problemleri vardır. En büyük problem parçacık fiziği tarafından öngörülen λ 'nin teorik değeri ile gözlemlenen değeri arasında 10^{120} katlık bir farkın ortaya çıkmasıdır. Bu durum kozmolojik sabit problemi olarak adlandırılır. Bir diğer problem ise günümüzdeki evrenin madde yoğunluğu ile enerji yoğunluğu karşılaştırılabilir seviyede olmasıdır. Neden karşılaştırılabilir seviyede olduğu da biliminsanlarının kafasını kurcalayan bir diğer sorundur. Bu soruna da tesadüf problemi olarak adlandırılır. Kozmolojik sabitin yaşadığı bu problemler bazı biliminsanlarını evrenin şu an yaşadığı ivmelenmeyi karanlık enerjiye ihtiyaç duymadan çözüm sağlayabilecek çalışmalara itti. Bu bağlamda da ikinci yöntem olan GR'in genelleştirildiği Alternatif Gravitasyonel Teoriler (AGT) ortaya çıktı. Bu teorilerde Einstein-Hilbert etki denkleminde bazı dü-

zenlemeler yapılarak serbestlik dereceleri elde edilir ve skaler alanlar kaynak gösterilerek kozmolojik sabit gibi artı bir terime ihtiyaç duymadan geç zaman ivmelenmesi açıklanabilir. Aynı zamanda AGT'ler GR'in yaşadığı maddenin kuantum doğasını kapsaması, yüksek enerji limitlerinde ve yüksek eğrilik durumlarında çalışmaması, Mach Prensiplerine uymaması, normalize edilememesi ve evrenin erken dönemi ile ilgili yaşanan problemler gibi sıkıntılı olduğu veya eksik kaldığı noktaları gidererek nihai bir gravitasyonel teorinin elde edilebilmesi adına önemli basamak oluşturmaktadırlar.

1.1 Genel Görelilik Teorisi

GR'da kullanılan etki denklemleri,

$$S_{EH} = \frac{1}{2\kappa^2} \int \sqrt{-g} R d^4x + \int S_m(g_{\mu\nu}, \Psi_M) d^4x \quad (1)$$

olarak ifade edilir. Bu denklemden $\kappa = \sqrt{8\pi G}$, gravitasyonel sabiti, R , ricci skalerini, g ise $g_{\mu\nu}$ metrik tensörünün determinantını ve S_m ise madde etkisini ifade etmektedir. Bu etki denkleminin varyasyonun sıfıra eşitlenmesi ile (1) denkleminde görülen Einstein Alan Denklemleri ortaya çıkar

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \kappa^2 T_{\mu\nu}. \quad (2)$$

Burada $R_{\mu\nu}$, Ricci tensörü,

$$R_{\mu\nu} = \partial_\alpha \Gamma_{\mu\nu}^\alpha - \partial_\nu \Gamma_{\mu\alpha}^\alpha + \Gamma_{\alpha\gamma}^\alpha \Gamma_{\nu\mu}^\gamma - \Gamma_{\nu\gamma}^\alpha \Gamma_{\mu\alpha}^\gamma \quad (3)$$

$T_{\mu\nu}$, enerji-momentum tensörünü ifade etmektedir. Kozmolojik sabitinde eklenmesiyle birlikte (2) alan denklemleri,

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \kappa^2 T_{\mu\nu} + \lambda g_{\mu\nu} \quad (4)$$

halini alır. Bu alan denkleminin sol tarafı uzay-zamanın geometri kısmını ifade ederken sağ tarafı ise madde ve enerji kısmını ifade eder. Denklemden görüleceği üzere madde yokluğunda geometride sıfırlanır. Yani GR'da yapılan vakum çözümlerinde uzay-zamanın geometrisi sıfır olur yani düz bir geometri ortaya çıkar.

2 Alternatif Gravitasyonel Teoriler

GR'in genelleştirildiği AGT'ler etki denklemlerine ekstra boyutlar eklenerek, minimal yada nonminimal skaler alan çiftleri eklene-

* Oyavuzkaanbaskaya@gmail.com

rek, yüksek dereceden eğrilik düzeltmeleri yapılarak elde edilir. Elde edilen bütün alternatif teoriler için zayıf enerji limitlerinde Genel görelilikteki Einstein alan denklemlerini vermesi koşuldur [5] [6].

2.1 $f(R)$ Teorisi

Metrik $f(R)$ teorisinde, GR'da kullanılan lagrenjiyedeki ricci skaleri yerine ricci skalerinin bir fonksiyonu olan bir terim eklenerek düzeltme uygulanır. Bu düzeltmeyle oluşturulan etki denklemi metriğe göre varyasyonu alınıp düzenlenerek hareket denklemlerine ulaşılır. $f(R)$ teorisinin etki denklemi,

$$S = \int \sqrt{-g} f(R) d^4x \quad (5)$$

şekindedir [7]. Bu etki denkleminde oluşturulan alan denklemi ise,

$$f'(R)R_{\mu\nu} - \frac{f(R)}{2}g_{\mu\nu} = \nabla_\mu \nabla_\nu f'(R) - g_{\mu\nu} \square f'(R) + \kappa T_{\mu\nu} \quad (6)$$

şekindedir. Burada

$$f'(R) = \frac{\partial f(R)}{\partial R} \quad (7)$$

$$\nabla_\mu \nabla_\nu = \frac{\partial A}{\partial x^\mu \partial x^\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^\alpha \frac{\partial A}{\partial x^\alpha} \quad (8)$$

ve

$$\square = g^{\mu\nu} \nabla_\mu \nabla_\nu \quad (9)$$

ifade etmektedir. (6) denkleminin sağ tarafındaki birinci ve ikinci terimler metriğin dördüncü dereceden türevlerini içermektedir. Bu yüzden de bu alan denklemlerini veren teoriler *dördüncü dereceden gravitasyonel teoriler* olarak adlandırılır. $f'(R)$ teoriye skaler serbestlik derecesi verir. Bu da $f(R)$ teorisindeki alan denklemlerinin GR'dakine göre daha geniş çözüm yelpazesi sunmasını sağlar [7] [8].

2.2 $f(R, T)$ Teorisi

$f(R, T)$ teorisinde kullanılan lagranjiyen R ricci skaleri ve T enerji-momentum tensörünün izi olacak şekilde seçilen bir fonksiyonla ifade edilir. Bu teoride etki denklemi,

$$S = \int \sqrt{-g} f(R, T) d^4x + \int \sqrt{-g} L_m d^4x \quad (10)$$

şeklinde ifade edilir (Harko ve Ark., 2011). Burada L_m maddenin lagrenjiyenidir. Bu etki denkleminde oluşturulan alan denklemi ise

$$\begin{aligned} f_R(R, T)R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}f(R, T)g_{\mu\nu} + (g_{\mu\nu}\square - \nabla_\mu \nabla_\nu)f(R, T) \\ = 8\pi T_{\mu\nu} - f_T(R, T)T_{\mu\nu} - f_T(R, T)\Theta_{\mu\nu} \end{aligned} \quad (11)$$

şekindedir. Burada

$$f_R(R, T) = \frac{\partial f(R, T)}{\partial R}, f_T(R, T) = \frac{\partial f(R, T)}{\partial T} \quad (12)$$

ve

$$\Theta_{\mu\nu} \equiv g^{\alpha\beta} \frac{\delta T_{\alpha\beta}}{\delta g^{\mu\nu}} \quad (13)$$

şekindedir. Harko ve ark. yaptıkları çalışmada $f(R, T)$ fonksiyonu için seçilebilecek 3 durum ortaya koymuşlardır. Bunlar,

$$f(R, T) = R + 2f(T) \quad (14)$$

$$f(R, T) = f_1(R) + f_2(T) \quad (15)$$

$$f(R, T) = f_1(R) + f_2(R)f_3(T) \quad (16)$$

durumlarıdır (Harko ve Ark., 2011). $f(R, T)$ teorisinin alan denkleminde de görüleceği üzere fonksiyonun dördüncü dereceden türevleri bulunduğu için teori ekstradan serbestlik derecesine sahiptir. Bu serbestlikte GR' in yaşadığı problemlerin çözümü için kullanılır.

3 Karşılaştırma

Bu çalışma kapsamında GR , $f(R)$ ve $f(R, T)$ teorilerinde Bianchi tip I evren modellerinin ideal akışkan çözümleri incelenmiştir. Karşılaştırma için [5],[9] ve [10]'daki çalışmalar kullanılmıştır. Her üç çalışmada kullanılan metrik,

$$ds^2 = dt^2 - A^2(t)dx^2 - B^2(t)dy^2 - C^2(t)dz^2 \quad (17)$$

şeklinde homojen ve anizotrop Bianchi Tip I metriğidir. Enerji-momentum tensörü,

$$T_{\mu\nu} = (p + \rho)u_\mu u_\nu - pg_{\mu\nu} \quad (18)$$

şeklinde ideal akışkan olarak alınmıştır. p basınç, ρ ise yoğunluğu ifade etmektedir. Hal denklemi ise,

$$p = w\rho, 0 \leq w \leq 1 \quad (19)$$

şekindedir. Metriğin çözümü için GR'de hacim V ,

$$V = at^b \quad (20)$$

$$V = \alpha e^{\beta t} \quad (21)$$

varsayımları altında a , b , α ve β herhangi bir sabit olma koşulunda çözümler, $f(R)$ ve $f(R, T)$ teorilerinde yapılan çalışmalarda F fonksiyonu için

$$F = ka^m \quad (22)$$

alınarak F ve a arasında güç yasası ilişkisi kullanılarak

$$a = (nlt + k_1)^{\frac{1}{n}}, n \neq 0 \quad (23)$$

$$a = k_2 \exp(lt), n = 0 \quad (24)$$

varsayımları için çözümler elde edilmiştir. Burada k_1 ve k_2 integrasyon sabitleridir. $H = la^{-n}$ ilişkisi kullanıldığında $n > 0$ ve $l > 0$ 'dır.

$n \neq 0$ için: GR'de;

$$\theta = \frac{b}{t} \quad (25)$$

$$\sigma^2 = \frac{X^2}{2a^2} t^{-2b} \quad (26)$$

$$\rho = \rho_1 a^{-(1+w)} t^{-b(1+w)} + \rho_0 a^{-(1+\gamma)} t^{-b(1+\gamma)} \quad (27)$$

$f(R)$ teorisinde;

$$\theta = \frac{3l}{nlt + k_1} \quad (28)$$

$$\sigma^2 = \frac{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}{2k_2^2(nlt + k_1)^{\frac{2}{n}}} \quad (29)$$

$$2\kappa\rho = -\frac{6kl^2}{(nlt + k_1)^{\frac{2}{n}+2}} - \frac{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}{k(nlt + k_1)^{\frac{4}{n}}} \quad (30)$$

$$V = (nlt + k_1)^{\frac{3}{n}} \quad (31)$$

$f(R, T)$ teorisinde;

$$\theta = \frac{3l}{nlt + k_1} \quad (32)$$

$$\sigma^2 = \frac{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}{2(nlt + k_1)^{\frac{6}{n}}} \quad (33)$$

$$\rho = \frac{1}{12(\lambda + 2\pi)(\lambda + 4\pi)} \times \left[4(\lambda + 3\pi) \left[\frac{3l^2}{(nlt + k_1)^2} + \frac{q_1q_2 + q_2q_3 + q_3q_1}{(nlt + k_1)^{\frac{6}{n}}} \right] - \lambda \left[\frac{3l^2(1-n)}{(nlt + k_1)^2} + \frac{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}{(nlt + k_1)^{\frac{6}{n}}} \right] \right] \quad (34)$$

$$V = (nlt + k_1)^{\frac{3}{n}} \quad (35)$$

$n = 0$ için: GR'de;

$$\theta = \beta \quad (36)$$

$$\sigma^2 = \frac{X^2}{2a^2} e^{-2\beta t} \quad (37)$$

$$\rho = \rho_1 a^{-(1+w)} e^{-(1+w)\beta t} + \rho_0 a^{-(1+\gamma)} e^{-(1+\gamma)\beta t} \quad (38)$$

$f(R)$ teorisinde;

$$\theta = 3l \quad (39)$$

$$\sigma^2 = \frac{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}{2k_2^2 k_2^2} \exp(-2lt) \quad (40)$$

$$2\kappa\rho = -\frac{6kl^2 \exp(-2lt)}{k_2^2} - \frac{(q_1^2 + q_2^2 + q_3^2) \exp(-4lt)}{kk_2^4} \quad (41)$$

$$V = k_2^3 \exp(3lt) \quad (42)$$

$f(R, T)$ teorisinde;

$$\theta = 3l \quad (43)$$

$$\sigma^2 = \frac{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}{2k_2^6 \exp(6lt)} \quad (44)$$

$$\rho = \frac{1}{12(\lambda + 2\pi)(\lambda + 4\pi)} \times \left[4(\lambda + 3\pi) \left[3l^2 + \frac{q_1q_2 + q_2q_3 + q_3q_1}{k_2^6 \exp(6lt)} \right] - \lambda \left[3l^2 + \frac{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}{k_2^6 \exp(6lt)} \right] \right] \quad (45)$$

$$V = k_2^3 \exp(3lt) \quad (46)$$

denklemleri elde edilmiştir.

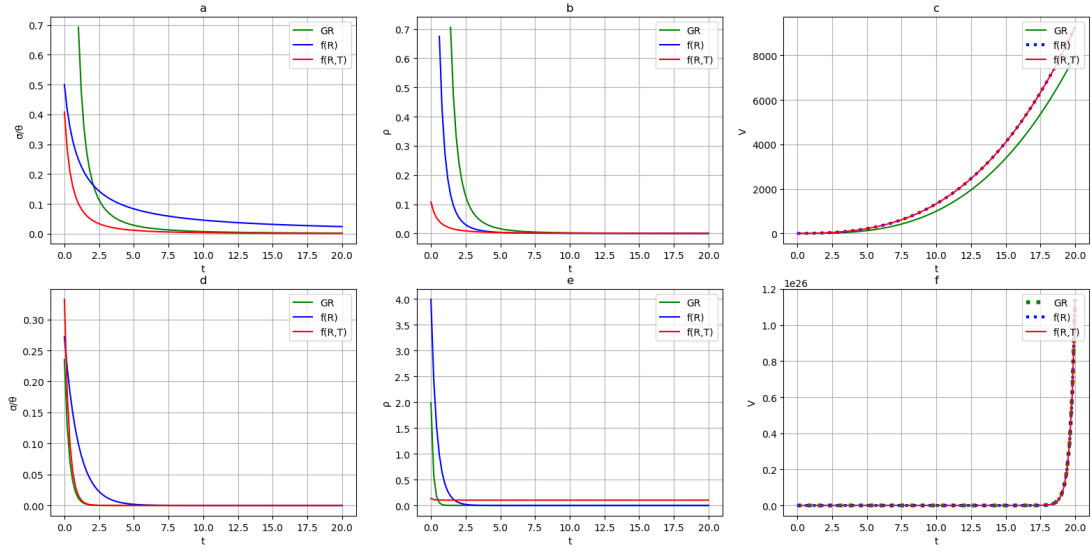
Çözümler sonucunda her üç teorinde karşılaştırılabilmesi için $n \neq 0$ ve $n = 0$ durumlarında evrenin hacim V , yoğunluk ρ ve $\frac{\sigma}{\theta}$ davranışları incelenmiştir. Elde edilen denklemlerde uygun katsayı değerleri kullanılarak (şekil-1)'de bu davranışların grafikleri görülmektedir. Kırmızı çizgiler GR'in davranışını, mavi çizgiler $f(R)$ teorisinin davranışını, yeşil çizgiler de $f(R, T)$ teorisinin davranışlarını göstermektedir. a, b ve c grafikleri $n \neq 0$ çözümlerinden elde edilen $\frac{\sigma}{\theta}, \rho$ ve V 'yi ifade ederken d, e ve f grafikleri ise $n = 0$ için $\frac{\sigma}{\theta}, \rho$ ve V 'yi ifade eder. Grafiklere bakıldığı zaman her üç teoride $\frac{\sigma}{\theta}$ ve V için neredeyse aynı davranışları gösterdikleri görülmektedir. ρ 'da ise $f(R, T)$ teorisinin başlangıç yoğunluğunun diğer iki teorideki yoğunluklarla kıyasla daha az bir değere sahip olduğu görülmektedir. GR'da yapılan çalışma bunu karanlık enerji ile artı bir kuvvetin etkisi altında sağlayabilirken, $f(R)$ ve $f(R, T)$ teorilerindeki çalışmalarda ise bu davranış evrenin geometrisi ile çiftlenmiş skaler alanların sağladığı görülmektedir. Bu sonuçlarla geç ivmelenmenin karanlık enerjiye ihtiyaç duyulmadan da alternatif modeller çerçevesinde açıklanabileceği görülmektedir.

4 Sonuç

GR, $f(R)$ ve $f(R, T)$ teorilerine dayalı olarak Bianchi tip I evren modeli çözümleri incelenmiş ve fiziksel durumları karşılaştırılmıştır. Modellerin karanlık enerjiye ihtiyaç duymadan GR ile benzer sonuçlar sergilediği görülmüştür.

Kaynaklar

Harko et al., Phys.Rev.D84:024020,(2011).
 A.G. Riess et al., AJ 116, 1000-1038 (1998).
 E. J. Copeland, M. Sami and S. Tsujikawa, Dynamics of dark energy, Int. J. Mod. Phys. D 15, 1753 (2006)
 J. Frieman, M. Turner and D. Huterer, Dark Energy and the Accelerating Universe, Ann.Rev.Astron.Astrophys.46:385-432, (2008).
 S. D., Tade, M. M., Sambhe, Bianchi type-I cosmological models for binary mixture of perfect fluid and dark energy, Astrophysics and Space Science, Volume 338, Issue 1, pp.179-185, (2012)
 Valerio. Faraoni, Cosmology in Scalar-Tensor Gravity, Springer Science+Business Media Dordrecht, (2004)
 Salvatore. Capozziello, Valerio. Faraoni, Beyond Einstein Gravity, Springer Science+Business Media Dordrecht, (2011)
 Faraoni. Valerio, Nine Years of f(R) Gravity and Cosmology, Springer International Publishing Switzerland, (2014).
 M. Sharif, and M. F., Shamir, Non-Vacuum Bianchi Type I and V in f(R) Gravity, Gen. Rel. Grav.42:2643-2655, (2010).
 M. F., Shamir, A. Jhangeer and A. A., Bhatti, Exact Solutions of Bianchi Type I and V Models in f(R, T) Gravity, arXiv:1207.0708v1, (2012)



Şekil 1. $n \neq 0$ için a) σ/θ 'ların zamanla değişimi, b) yoğunlukların zamanla değişimi, c) hacimlerin zamanla değişimi, $n = 0$ için d) σ/θ 'ların zamanla değişimi, e) yoğunlukların zamanla değişimi, c) hacimlerin zamanla değişimi.

Erişim:

O43-1400: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Yıldızlararası Ortamda Bulunan Toz Parçacıklarının Farklı Astrokimyasal Süreçler Üzerindeki Etkileri

Özgün Arslan^{1*}, İbrahim Küçük^{1,2}

¹ *Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, UZAYBİMER, Kayseri*

² *Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri*

Özet

Yıldızlar arasındaki ortamdaki (YAO) materyalin kimyasal özellikleri moleküler hidrojen, karbon monoksit, çeşitli radikaller ve karmaşık moleküler bağlarla bir araya gelmiş poliaromatik hidrokarbonlar ve yaşamın temelini oluşturan bazı aminoasit yapılarını da içeren kompleks organik moleküller gibi yıldızlardaki termonükleer yanma süreçleri sonucunda oluşmaları mümkün olmayan moleküller yapılarının oluşma ve yok olma etkinliklerine bağlıdır. YAO daki molekül oluşum süreçleri, gaz evresinde gerçekleşen ve toz parçacıklarının üzerinde meydana gelen reaksiyonlar olmak üzere temel olarak iki ana alt sınıfa ayrılır. YAO koşulları göz önüne alındığında gaz-evresinde meydana gelme olasılığı oldukça düşük olan bazı yüksek aktivasyon enerjili reaksiyonlar, toz parçacıklarının yüzey bölgelerinde soğurulan gaz-evresi reaktantları tarafından gerçekleştirildiğinden, toz parçacıkları üzerlerinde gerçekleşen fizikokimyasal süreçlerin etkileri kimyasal modellerinde mutlaka göz önüne alınmalıdır. Bildiri kapsamında sunacağımız çalışmamızın birinci amacı, farklı fiziksel özelliklere sahip YAO bölgelerindeki belirli molekül oluşum ve yok olma süreçlerinin analitik olarak tanımlayan astrokimyasal modeller için toz parçacıklarının kimyasal kompozisyon, boyut ve yüzey sıcaklığı gibi yapısal özelliklerinin önemlerini ortaya çıkaran literatürdeki güncel bazı teorik ve deneysel sonuçların paylaşılmasıdır. Çalışmamızın ikinci ve en önemli amacı ise, açık kaynaklı bir kod olan ASTROCHEM kimyasal modelleme kodunda yapacağımız modifikasyonlar sonuca ulaşmayı planladığımız bilimsel hedeflerimizdir.

Anahtar Kelimeler: galaxies: ISM, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Astrokimyanın Önemi

Astrokimya, yaygın bulutlar, yoğun moleküler bulutlar, yıldız disk yapıları ve sıcak moleküler bulut çekirdekleri gibi farklı YAO larda bulunan moleküler yapıların oluşum, yok olma ve sönümle gibi süreçlerini inceleyen ve bu süreçlerin çeşitli astronomik cisimler (yıldızlardan meteorlara kadar) üzerindeki dinamik ve kimyasal evrimsel etkileri araştıran, astronomi ve kimya bilimlerin bir arada kullanıldığı disiplinler arası bir çalışma alanıdır. Astrokimya modelleri, gözlemsel ve deneysel çalışmalar temel alınarak oluşturulur [Caselli ve Hasegawa \(1993\)](#).

YAO daki materyalin kimyasal özellikleri moleküler hidrojen, karbon monoksit, çeşitli serbest radikaller ve karmaşık moleküler bağlarla bir araya gelmiş poliaromatik hidrokarbonlar ve yaşamın temelini oluşturan bazı aminoasit yapılarını da içeren kompleks organik moleküller gibi yıldızlardaki termonükleer yanma süreçleri sonucunda oluşmaları mümkün olmayan moleküler yapıların oluşma ve yok olma etkinliklerine bağlıdır. YAO daki kimyasal bolluk değişimlerini dolayısıyla da YAO da gerçekleşen kimyasal reaksiyon oranlarını etkileyen birçok süreç bulunmaktadır. YAO kimyasal karakteristiğini belirleyen bu süreçlerin etkinlikleri gaz-evresi türlerinin kinetik sıcaklıkları, grain yüzey sıcaklığı, ortamdaki gaz ve grain yoğunluğu, UV radyasyon alanlarının şiddetleri, kozmik ışın etkileşim oranı, reaktant türlerin iyonizasyon dereceleri, belirli bir reaksiyonun gerçekleşmesi için herhangi bir aktivasyon enerjisinin olup olmaması ve ne tür reaksiyonların (ekzotermik/endotermik) göz önüne alındığı gibi birçok parametreye bağlıdır [Tielens \(2010\)](#).

YAO da gerçekleşen molekül oluşum süreçleri, gaz evresinde gerçekleşen ve toz taneciklerinin (grainlerin) üzerinde mey-

dana gelen reaksiyonlar olmak üzere temel olarak iki ana alt sınıfa ayrılabilir [Herbst ve Chang \(2005\)](#).

Molekül oluşum ve yok olma süreçlerini analitik olarak tanımlayabilmek, söz konusu süreçleri limitlendirmek ve süreçlerin YAO bölgelerinin kimyasal bollukları üzerindeki etkilerini anlayabilmek için, hangi koşullar altında ne tür moleküllerin oluşabileceklerini belirlenmesi gereklidir.

Bu amaç doğrultusunda, gözlemsel veriler ve belirli analitik yöntemler temel alınarak oluşturulan kimyasal modeller kullanılarak gaz-evresi ve grain-yüzey reaksiyon oranlarını hesaplanabilir.

1.1 Grainlerin YAO Kimyasal Süreçlerindeki Önemleri

YAO da bulunan grainler gaz formundaki atomik ve moleküler türlerin bir araya gelebilecekleri, hareket edebilecekleri ve üzerlerinde reaksiyona girebilecekleri yüzey alanları sağlarlar.

Üzerlerine toplanan (yığılan) gaz-evresi türlerine grainler tarafından sağlanan yüzey alanları, reaktantlara ilave enerji ve momentum kazandırarak reaksiyondan reaksiyona değişen aktivasyon enerjisi bariyerlerinin daha kolay aşılmasına ve reaksiyonların daha hızlı meydana gelmesine yardımcı olurlar [Herbst ve Chang \(2005\)](#). YAO koşulları göz önüne alındığında gaz-evresinde gerçekleşmesi mümkün olmayan yüksek aktivasyon enerjili reaksiyonlar, yeterince uzun zaman ölçeğinde grain yüzey bölgelerinde soğurulabilen (tutulabilen) gaz-evresi kökenli reaktantlar veya grain-yüzey reaksiyonları sonunda oluşan yeni reaktantlar tarafından gerçekleştirilebilir [Tielens \(2010\)](#).

Grain boyut dağılımının en büyük yüzdesini oluşturan 0.03 - 3 μm aralığında yarıçap değerlerine sahip olan heterojen yüzey geometrilili ve küresel yapıda olmayan grain yapıları, silikat ve karbon materyalden veya belirli oranda silikat ve karbon karışımı içeren kompleks materyallerden oluşmaktadır. Moleküller

* oarslan@erciyes.edu.tr

bulutların merkezi bölgeleri gibi düşük sıcaklıklı ($T < 100$ K) ve yüksek yoğunluklu ortamlarda ($n > 10^4 \text{ cm}^{-3}$) grainlerin yüzeyleri, yığılma süreçleri ve grain yüzey reaksiyonları tarafından oluşan H_2O , CO , CO_2 , NH_3 ve H_2CO gibi moleküller içeren bir veya birden fazla katmanlı buz mantolarıyla kaplanabilirler Caselli ve Hasegawa (1993).

Ortam yoğunluğuna, grainlerin yüzey sıcaklığına ve grainlerin radyasyon alanlarından gelen enerjik UV fotonlardan ne kadar korunduğuna bağlı olarak, grainlerin yüzeylerini kaplayan buz katmanları 100-150 adet alt katman (monolayer) bileşeni içerebilir Cuppen (2017).

1.2 Grain Yüzey Reaksiyonlarına Etki Eden Süreçler

1.2.1 Yığılma:

Gaz-evresi türlerinin grainler üzerine yığılma miktarı, gaz-evresi türleriyle grainler arasındaki çarpışma sıklığına ve grain yüzeyine tutunma katsayısı tarafından belirlenir.

Tutunma katsayısı veya tutunma olasılığı, göz önüne alınan türün kinetik (veya termal) enerjisini grain yüzeyine ne kadar iyi aktarabildiğiyle ilişkilidir.

Yığılan türün termal enerjisinin grain yüzeyine aktarılma etkinliği grain tarafından soğrulan atom ya da molekülün görelî kütlesine, gaz sıcaklığına ve tutunmanın gerçekleşmesi için aşılması gerekli belirli bir bariyer enerjisinin olup olmadığına bağlıdır Cuppen (2017).

1.2.2 Yüzeyden Atılma (Desorption) Süreçleri:

Grainler üzerinde bulunan türlerin grain yüzeylerinden gaz-evresine atılması süreçleri termal ve termal olmayan mekanizmalar tarafından kontrol edilir. Termal atılma etkinliği yıldız oluşumu, adiyabatik ısınma ve şok dalgaları gibi süreçler nedeniyle meydana gelen grain yüzey sıcaklığındaki artışa bağlıyken, termal olmayan atılma etkinliği grainlerin UV foton soğurması nedeniyle gerçekleşen foto-atılma süreçleri Fayolle (2004), kozmik ışın-grain çarpışmaları veya kozmik ışınlar tarafından iyonize gaz-evresi türlerine ait serbest elektronların grainlerle çarpışmaları nedeniyle grain yüzey sıcaklığını artması Herbst ve Chang (2005) ve grain yüzeyinde meydana gelen ekzotermik reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan ilave enerjinin reaksiyon ürünlerinin ya da daha önceden var olan diğer moleküllerin yüzeyden atılmalarını sağlaması (kimyasal atılma) gibi birçok farklı mekanizmaya bağlı olabilir Oberg (2009).

1.2.3 Kimyasal (Reaktif) Atılma:

Kimyasal veya reaktif atılma, grainlerin yüzeylerinde gerçekleşen ekzotermik reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan ekstra enerjinin reaksiyonlar sonucunda oluşan ürünlerin veya yeni oluşan ürünlerin yakınında bulunan diğer moleküllerin/atomların yüzeyle arasındaki elektrostatik veya kimyasal bağların kopmasına neden olması olarak tanımlanabilir Garrod ve Herbst (2006).

1.2.4 Foto-Atılma Süreçleri:

Buz katmanlarına sahip grainlerin UV veya X-ışın radyasyonla etkileşmesi (foton soğurması) sonucunda meydana gelen foto-kimyasal atılma ve dağılma reaksiyonları nedeniyle grain yüzeylerdeki bazı moleküller gaz-evresine atılabilir. Buz mantoya sahip grainlerin yüzeylerinde gerçekleşen foto-kimyasal süreçler (atılma-dağılma-uyarılma) sırasında ortaya çıkan reaktif özellikleri oldukça fazla olan serbest radikal türler arasındaki rekombinasyon ve ekzotermik kompleks molekül oluşum reaksiyonla-

rının sağladıkları ilave enerji grain yüzey mantolarının kısmen veya tamamen gaz-evresine atılmasına neden olabilir Oberg (2009).

1.2.5 Grain Yüzeylerindeki Kozmik Işın Etkileşimleri:

Kozmik ışın grain etkileşimleri sonucunda grainlerin tüm yüzey alan bölgeleri boyunca meydana gelen ani sıcaklık artışları (>70 K) Ivlev (2015) veya kozmik ışın grain çarpışmaları nedeniyle grainlerin yüzeylerinde oluşan lokal sıcak bölgeler (hot-spots) grainler üzerinde bulunan moleküler türlerin gaz-evresine atılmasına neden olabilir Leger (1985).

2 ASTROCHEM Kodu

Astrochem, YAO da bulunan kimyasal türlerin bolluklarındaki değişimleri zamanın fonksiyonu olarak hesaplayan C programlama dilinde yazılmış açık kaynaklı bir koddur. Belirli gaz-evresi ve grain-yüzey (katı-evre) kimyasal reaksiyonları sonunda meydana gelen kimyasal bolluk değişimlerinin çökme ve ısınma gibi dinamik evrim süreçleriyle birlikte incelenmesi amacıyla tez kapsamında kullanmayı planladığımız araçlardan birisi olan Astrochem kodu farklı fiziksel özelliklere sahip birçok astronomik cisimim kimyasal karakteristiğinin teorik olarak çalışılması için geliştirilmiştir ¹.

Astrochem, ilk olarak farklı türdeki birçok kimyasal reaksiyon (birkaç bin) içeren bir reaksiyon ağında göz önüne alınan kimyasal reaksiyonlar sonucunda değişen kimyasal bollukları analitik olarak ifade eden reaksiyon oranlarını (kimyasal kinetik reaksiyon oranlarını) içeren matris yapılı bir denklem sistemi oluşturur. Daha sonra ise kod, belirli bir zaman aralığı limitinde farklı reaksiyon süreçleri için adım aralıkları Newton iterasyonu ile belirlenen değişken zaman ölçekleri kullanarak diferansiyel denklem sisteminin nümerik integrasyonunu yapan bir solver (CVODE) yardımıyla reaksiyona giren türlerin ve reaksiyonlar sonucunda oluşan ürünlerin kimyasal bolluk değerlerini zamana bağlı olarak hesaplar.

Belirli bir YAO bölgesi için tanımlanan bir reaksiyon ağındaki gaz-evresinde bulunan atomik ve moleküler reaktantlar arasında gerçekleşen termal reaktif reaksiyonlar, foto-kimyasal reaksiyonlar ve kozmik ışın etkileşimleri gibi farklı süreçler sonunda değişen kimyasal kompozisyonun zaman bağlı değişimlerinin Astrochem aracılığıyla hesaplanabilmesi için dört temel veri türü gereklidir.

Birinci veri türü, reaksiyon ağındaki türlerin başlangıç kimyasal kompozisyonlarıdır. İkinci veri türü, kimyasal yapısı incelenen YAO bölgesinin fiziksel özelliklerini belirleyen yoğunluk, sıcaklık, sönümlenme katsayısı, UV radyasyon alanı şiddeti ve kozmik ışın iyonizasyon oranı gibi parametrelerdir. Üçüncü veri türü, ikinci veri türünü oluşturan fiziksel parametrelerin incelenen YAO bölgesinin dinamik evrim durumuna bağlı olarak belirli gradientlere (zamansal değişimlere) sahip olup olmadıklarıdır. Dördüncü veri türü ise, göz önüne alınacak reaksiyon türlerini içeren OSU ² ve KIDA ³ gibi reaksiyon veri tabanlarından alınan reaksiyon ağı bilgisidir.

¹ <http://astrochem.readthedocs.io/en/latest/usermanual.html>

² <http://faculty.virginia.edu/ericherb/research.html>

³ <http://kida.obs.u-bordeaux1.fr/>

3 ASTROCHEM Koduna Eklemesi Planlanan Fonskiyonlar

3.0.6 Astrochem koduna eklenmesi planlanan ilave fonskiyonlar şöyle sıralanabilir:

- Grainlerin üzerine yığılma süreçlerinin reaksiyon ağına eklenmesi.
- Grainlerin yüzeylerinde bulunan radikal türlerin görel olarak daha kararlı hidrojen atomu içeren moleküller türlerine dönüşümünü sağlayan hidrojen yakalama reaksiyonları ve hidrojen atomlarının veya OH moleküllerinin yüzeyde bulunan hidrojen içerikli diğer moleküller türlerindeki hidrojen atomu bileşenlerini kendilerine bağlamalarıyla gerçekleşen hidrojen çalma reaksiyonları başta olmak üzere olası bazı grain-yüzey reaksiyonlarının reaksiyon ağına eklenmesi.
- Grain-yüzey reaksiyonları için tek bir yüzey sıcaklığı ve grain boyutu değerleri yerine, belirli bir yüzey sıcaklığı ve boyut dağılımının kullanılması.
- Bir grainin yüzeyinde bulunan belirli bir türün yüzeye bağlanma (veya yüzeyden atılma) sürecini kontrol eden yüzey bağlanma enerjisini tek bir değerle tanımlamak yerine bağlama enerjisi için belirli bir enerji dağılım fonksiyonunun kullanılması.
- Bir grainin yüzeyinde bulunan belirli bir türün yüzey alanları arasındaki hareket kabiliyetini belirleyen difüzyon enerjisi değeri için belirli bir dağılım fonksiyonunun (yüzey bağlanma enerjisine benzer şekilde) kullanılması.

Kaynaklar

- Caselli, P., Hasegawa, T, I., Herbst, E.: chemical differentiation between the orion hot core and compact ridge.ASP Conference Series. **35** (1993) 154–156
- Cuppen, H.M.: grain surface models and data for astrochemistry.Space Science Reviews. **212** (2017) 1–58
- Fayolle, Edith.: photodesorption of interstellar ices: a wavelength-dependent approach to unveil molecular mechanisms.American Astronomical Society Meeting. **224** (2004) id:205.04
- Garrod, R, T., Herbst, E.: formation of methyl formate and other organic species in the warm-up phase of hot molecular cores. Astronomy and Astrophysics. **457** (2006) 927–936
- Herbst, E., Chang, Q.:chemistry on interstellar grains. Journal of Physics: Conference Series. **6(1)** (2005) 18–35
- Ivlev, A. V., Röcker.:impulsive spot heating and thermal explosion of interstellar grains revisited. The Astrophysical Journal. **805** (2015) 59(9pp)
- Leger, A., Jura, M., Omont, A.:desorption from interstellar grains. Astronomy and Astrophysics. **144** (2005) 147-160
- Oberg, Karin ,I., Linnartz, Harold.:photodesorption of ices. I. H₂O and D₂O. The Astrophysical Journal. **693** (2009) 1209-1218
- Tielens, A, G, G, M.:The Physics And Chemistry Of The Interstellar Medium.Cambridge University Press . (2010) pp:495

Erişim:

043-1420: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Seçilmiş Galaksilerde Galaksi Kütlesi ve Merkezi Karadelik Kütlesi Arasındaki İlişki

Alper Ateş^{1,2}★, Cenk Kayhan²

¹Yeditepe Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

²İSTEK Bilim Merkezi, İstanbul

Özet

Bu çalışmada yerel evrende ($z < 0.05$) seçilen 89 sarmal gökadanın kütleleriyle ($M_{G(r)}$), gökada merkezlerinde bulunan süper kütleli karadeliklerin kütleleri (M_{\bullet}) karşılaştırılmış, aralarında olası bir ilişki incelenmiştir. Örnek gökadalardan kütlelerinin $10^{9.5} - 10^{13} M_{\odot}$ karadelik kütlelerinin ise $10^{6.08}$ ile $10^{8.37} M_{\odot}$ arasında olduğu hesaplanmış, her iki değer arasında doğrusal bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: galaxies: structure, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Gökada yapısının en önemli bileşeni geçtiğimiz 30 yıl içinde varlığı gözlemsel olarak kanıtlanan süper kütleli karadeliklerdir. Özellikle simetrik yapı gösteren gökadalardan merkezlerinde kütleleri $10^6 - 10^9 M_{\odot}$ ölçeğinde karadeliklerin bulunduğu kesinlik kazanmış durumdadır. Karadeliklerin ışık kaynağı olmaması varlıklarını uzun zaman gizlediği gibi haklarında doğrudan çalışma yapılmasını da engeller. Bu nedenle karadelikler konusunda yapılan tüm çalışmalar karadeliğin etkilediği nispeten yakın olan yıldız veya gaz hareketleriyle yapılır. Gökada yarıçapları 10^5 parsek ölçeğinde olduğundan karadeliklerin çekimsel etkileri gökadanın çoğu üyesi tarafından hissedilmez. Buna rağmen şişkin bölgedeki yıldızların hızları doğrudan doğruya karadelik kütleleriyle orantılıdır (Gebhardt (2000); Ferrarese (2000); Tremaine (2002)). Bu durum ev sahibi gökadalarda, merkezi karadelik arasında evrimsel bir bağ olduğuna işaret eder.

Gökada-Karadelik ikilisinin ortak evrimini inceleyebilmek için önemli bir kıstas nispi kütle oranıdır. Ferrarese (2006) karadelik kütlelerinin toplam kütlelerin yaklaşık %0,2'sine denk geldiğini önermiştir. Beifiori (2012) gökada kütlesi ve ışınımının karadelik kütlelerini ölçmekte kullanılabilecek ölççekler olduğunu belirtmiştir. Işıma, yıldızsal kütleyle doğrudan ilişkili olduğundan bu bağıntı ev sahibi gökadanın içerdiği gaz veya karanlık maddeyi dikkate almamaktadır. Bununla birlikte yazarlar özellikle eliptik ve yaygın gökadalardan için $M_{\bullet}-M_{G(r)}$ bağıntısının çok belirgin olduğunu söylemektedir. Reines (2015) makalede 79 normal ve 262 geniş çizgi içeren aktif gökadayı dayanarak yıldızsal kütle ile karadelik kütleleri arasında ilişki olduğunu önermektedir. Kormendy (2013), McConnell (2013) ve Haring (2004)in verileri de benzer bir ilişki göstermektedir. Bununla beraber yazarlar tek bir fit uygulamanın doğru olmadığını, hedeflerin farklı karakterde olduğunu vurgulamaktadır.

2 Veri

Çalışmada aynı yapısal özelliklere sahip düşük kırmızıya kayma gösteren gökadalardan seçilmiştir. Bunun nedeni yakın gökadalardan ait verilerin daha sağlıklı olmasının yanı sıra dinamik yapısı karmaşık sarmal sanılabilecek halka gökadalardan veya merger gökadalardan elemek için optik görüntülere ihtiyaç duyulmasıdır. Çal-

ışmada kullanılan veriler bir kaç farklı kaynaktan derlenmiştir. Gökada kütlelerinin hesaplanması için dinamik veriler Spring-bob (2006) kataloğundan alınmıştır. Bu katalogta 8850 gökadayı ait radyo yöntemlerle elde edilmiş dairesel hızlar yer almaktadır. Gökada uzaklıkları, Sorce (2017) ve buna ek olarak NED ve SIMBAD'dan derlenmiştir.

Süper kütleli karadeliklerin kütle ölçümü için Sloan Digital Sky Survey 13. Veri Sürümü kullanılmıştır. Cornell kataloğuyla eşleşen gökadalardan [OIII] çizgisi incelenerek sinyal/gürültü oranı düşük olanlar elenmiş, kütle hesaplanabilen 9000'e yakın gökadanın 84 Sa, Sb ve Sc sarmal ve 5 ara tür gökada seçilmiştir.

3 Yöntem

V_r hızıyla dönmekte olan r yarıçapına sahip bir diskin kütleli basit kinematik bağıntıya göre

$$M_r = \frac{V_r^2 r}{G} \quad (1)$$

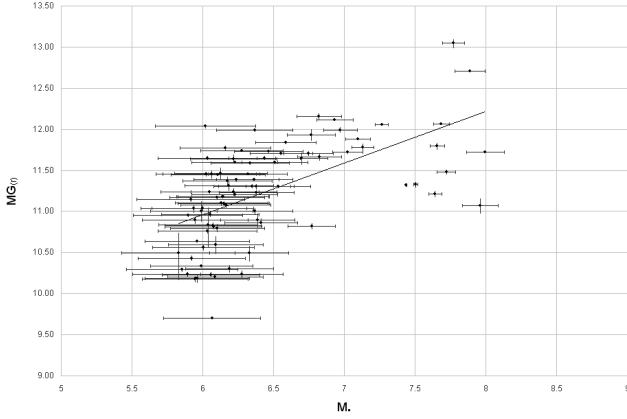
dır.

Burada G evrensel çekim sabitidir. Disk gökadalarda nötr hidrojene ait 21 cm dalgaboyu dönme hızını ölçmemize yarar. Hidrojenin homojen şekilde dağıldığını varsayarsak HI salma çizgisinde görülen çift tepe gökada çevresinde dönmekte olan gazın izidir ve maksimum dönme hızını ölçmek için uygun bir göstergedir. Cornell kataloğunda verilen dönme hızları Chengalur (1993) ve Haynes (1999) tarafından önerilen yöntemle ölçülmüştür. Hızlar, cihazsal hatalar, kozmolojik kırmızıya kayma, gazın iç hareketleri, eğim açısı ve disk etkileri için düzeltilmiştir. İkinci parametre olan gökada yarıçapları ise Paturol (2003)den alınmıştır. Bu katalogta optik yarıçaplar ve eksen oranları B bandında 25 *kadir/yaysaniyesi*² limiti uygulanarak ölçülmüştür. Yazarlara göre bu yöntem 2 yay saniyesi duyarlılıkta sağlıklı sonuç vermektedir.

Hedef gökadalardan sınırları kesin, katı cisimler olarak varsayarsak optik yarıçaplar, uzaklık bilgisi ve temel trigonometri yöntemleriyle hesaplanabilir. NASA/IPAC Extragalactic Database (NED) ve Sorce (2017) verileri kullanılmıştır. 89 hedeften 26'si NED, 4 Vizier, 23'ü Sorce (2017) ve katalog verisi olmayan diğerlerinin uzaklığı Hubble yasası kullanılarak bulunmuştur ($H_0 = 73,48 \text{ km/s/Mpc}$ Riess (2018)).

Hesaplanan kütleler $10^{9.5} - 10^{13} M_{\odot}$ aralığındadır. So-

★ alper.ates@istek.k12.tr



Şekil 1. Gökada kütlelerine karşı gelen karadelik kütleleri.

nuçlar Hall (2012)da yer alan kütlelerle karşılaştırılmıştır. Hall (2012) katalogu toplam, baryonik ve yıldızsal kütleler ayrı ayrı verilmektedir. Kinematik denklemlerle hesaplanan kütleler, Hall (2012)daki toplam kütlelere oldukça yakındır. Kinematik yöntem, deneysel olduğu için gökadanın karanlık madde dahil tüm bileşenlerinin etkilerini içerir ve yıldızsal kütlelerden daha yüksek, toplam kütleyle yakın olması beklenen sonuçtur.

Karadelik kütlelerinin hesaplanmasında $M-\sigma_*$ bağıntısı en hızlı sonucu vermektedir. $M-\sigma_*$ bağıntısı Wang (2001), Shields (2003), Salviander (2006) ve daha sonra gelen araştırmacılarca sınanmış, durağan dalgaboyu $\lambda_{rest} = 5007 \text{ \AA}$ olan [OIII] çizgisinin dönme hızını ölçmekte kullanılabilecek bir veri olduğu anlaşılmıştır. Dar [OIII] salma çizgisinin tam genişlik, yarı yükseklik değerinin yarısı ($\sigma_{[OIII]} = FWHM([OIII])/2.35$) yıldızsal dönme hızını veren bir ölçektir.

Gultekin (2011) karadelik kütlesi güvenilir yöntemlerle ölçülmüş 51 gökada için bağıntıyı

$$\log(M_{\bullet}/M_{\odot}) = (8, 12 \pm 0, 08) + (4, 24 \pm 0, 41) \times \log(\sigma_*/200 \text{ km s}^{-1}) \quad (2)$$

şeklinde vermektedir. Bu bağıntı sarmal ve eliptikler gibi farklı morfolojilere sahip gökadalardan elde edildiğinden bağıntının sarmallar için daha güvenilir bir hali Ates (2012) tarafından

$$\log(M_{\bullet}/M_{\odot}) = (8, 10 \pm 0, 16) + (2, 67 \pm 0, 66) \times \log(\sigma_*/200 \text{ km s}^{-1}) \quad (3)$$

şeklinde verilmiştir.

[OIII] çizgisine ait veriler SLOAN Digital Sky Survey 13. Veri Sürümünden elde edilerek hesaplanmıştır. Karadelik kütleleri $10^{6,08}$ ile $10^{8,37} M_{\odot}$ arasında değişmekte, gökadalardan %80'i $10^6 M_{\odot}$ civarında toplanmaktadır.

4 Sonuç ve Tartışma

Elde edilen kütle tablosu ve grafik, gökada kütlesi ve karadelik kütlesi arasında bir bağıntıya işaret etmektedir.

Gökada kütlesi $M_{G(r)} = 10^{9,5} - 10^{12} M_{\odot}$ aralığında olan gökadalardan önemli bir kısmı $M_{G(r)} = 10^6 M_{\odot}$ ölçeğinde karadeliklere sahiptir. Gökada kütlesi $M_{G(r)} = 10^{10,5} M_{\odot}$ ve yukarı olan gökadalarda karadelik kütleleri $M_{\bullet} = 10^6 M_{\odot}$ değerine kadar yükselmektedir. Örnek gökadalardan en ağır kütleyle sahip karadelikler $M_{\bullet} = 10^{7,5} - 10^8 M_{\odot}$, bu karadelikler kütleleri $M_{G(r)} = 10^{11} - 10^{13} M_{\odot}$ aralığında olan 10

gökadada bulunmaktadır. İki değer arasındaki empirik bağıntı $M_{G(r)} = 0, 6275 M_{\bullet} + 7, 197$ şeklindedir. Daha az örneğe sahip farklı çalışmalarda elde edilen fitlerle karşılaştırıldığında benzer sonuçlar gözlenmektedir. $M_{G(r)} - M_{\bullet}$:

- Haring (2004): $M_{G(r)} = 0, 4594 M_{\bullet} + 6, 9068$
- Reines (2015): $M_{G(r)} = 0, 4251 M_{\bullet} + 7, 1247$
- Davis (2018): $M_{G(r)} = 0, 3404 M_{\bullet} + 8, 3282$

Diğer çalışmalarda gökada türleri ayıklanmamış, gökada veya karadelik kütleleri farklı yöntemlerle hesaplanmıştır. Çalışmamızda birbirine yakın örneklerin seçilmesi ve tüm örneklerin kütlelerinin aynı yöntemlerle hesaplanmış olması güvenilirliğini önemli ölçüde arttırmaktadır. Karadelik kütlesi hesaplanmasında kullanılan farklı dalgaboylarını kullanıldığı başka ölçekleme yöntemleri de bulunmaktadır. Bu yöntemlerin kullanılması, Cornell katalogunda elediğimiz pek çok güçlü HI veya CIV sinyaliyle sahip gökada üzerinde benzer bir çalışma yapılmasını mümkün kılacaktır. Örnek sayısı arttıkça aradaki bağıntı netlik kazanacaktır.

Kaynaklar

- Ates A. K. et al., 2013, IJAA, v.3, pp. 1-9
 Beifiori A. et al., 2012, MNRAS, 419, 2497B
 Chengalur J. et al., 1993, ApJ, 419, 30-46
 Davis B. et al., 2018, ApJ, 869, 2-113
 Ferrarese L. et al., 2000, ApJL, 539, L9-L12
 Ferrarese L. et al., 2006, ApJL, 644, L21-L24
 Gebhardt K. et al., 2000, ApJL, 539, L13-L16
 Gultekin K. et al., 2011, ApJ, 738, article id.17
 Hall M. et al., 2012, MNRAS, v. 425, Issue 4, pp. 2741-2765
 Haring N. et al., 2004, ApJL, 604, L89-L92
 Haynes M. P. et al., 1999, ApJ, 117, 2039-2051
 Kormendy J. et al., 2013, ARAA, vol. 51, issue 1, pp. 511-653
 McConnell N. J. et al., 2013, ApJ, 764, 184-198
 Paturel G. et al., 2003, A&A, 412, 45-55
 Reines A. et al., 2015, ApJL, 813, 82R
 Riess A. G. et al., 2018, ApJ, 861, 126-139
 Salviander S. et al., 2006, NewAR, V.50, I 9-10, p. 803-805
 Shields G. A., 2003, RevMexAA, 18, 119-122
 Shields G. A. et al., 2003, RevMexAA, 17, 242-242
 Sorce J. G. et al., 2014, arXiv:1408.0729v1
 Sorce J. G. et al., 2017, 2017yCat..51520050T
 Springbob C. M. et al., 2005, ApJS, 160, 149-162
 Tremaine S. et al., 2002, ApJL, 574, pp. 740-753
 Wang T., Lu Y., 2001, A&A, 377, 52-59

Erişim:

043-1440: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Yeni Bir Yıldız Kümesi: Gaia 2

Yahya Nasolo¹★,

Şeyma Çalışkan Türksoy, Merve Keskin

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

Gaia uydusunun ilk yayınlanan verileri (DR1) arasından tespit edilen bir yıldız kümesi olan Gaia 2'nin metal bolluğu, 22 - 23 Eylül 2017 tarihinde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinde RTT150+TFOSC ve T100+CaKgr kombinasyonları kullanılarak elde edilen veriler yardımıyla belirlendi. Kümenin metal bolluğu $[Fe/H]=-0.15\pm 0.3$ olarak elde edildi.

Anahtar Kelimeler: galaxies: clusters: individual, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O43-1500: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Seçilen Bazı Açık Yıldız Kümelerinin SDSS Taraması ile Fotometrik Analizleri

Seda Acar¹★, İnci Akkaya Oralhan^{1,2}, Nurten Filiz Ak^{1,2}

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, UZAYBİMER, KAYSERİ

Özet

Bu çalışmada, açık yıldız kümelerinin Sloan Digital Gökyüzü Taraması (SDSS) u,g,r,i,z filtreleriyle ve GAIA uydusundan alınan öz hareket verileri ile kümelerin temel ve fiziksel parametreleri olan renk artıkları, uzaklık modülleri, yaşları ve uzaklıkları elde edilmiştir (Gaia Collaboration 2016). SDSS veri tabanında gözlenen kümeler üzerinden küme seçimi yapılmıştır. Renk artıkları, Schmidt-Kaler T. (1982) (SK82) anakolunun (U-B) (B-V) iki renk diyagramının (u-g)-(g-r) diyagramına dönüşümü Bilir Karaali ve Tuncel (2013)'e ait dönüşümleri kullanılarak kızarma eğrilerine göre çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Metal bolluğu Güneş bolluğunda alınmıştır. Yaşları, uzaklıkları ve uzaklık modülleri, Bressan vd (2012) 'nın eş yaş eğrileri kullanılarak kümelerin renk kadir diyagramları ile çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Küme Üyeliklerinin Belirlenmesi

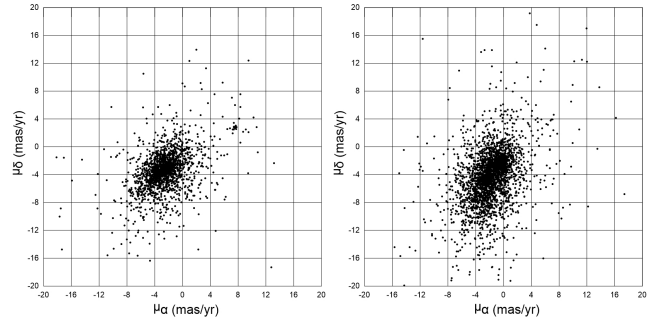
Açık yıldız kümelerinin astrofizik çalışmaları için doğru üyelik tespiti ve gözlenen alanda kümeye ait olmayan verileri çıkarabilmek oldukça önemlidir. Bu sebeple küme üyeliklerini belirleyen öz hareketleri daha hassas bir şekilde belirleyen GAIA uydusundan alınan veriler ile üyelik belirlemesi yapılmıştır. GAIA DR2'den sağ açıklığa ve dik açıklığa göre öz hareket verileri kullanılarak Şekil 1'de ki dağılım elde edilmiştir. Buradaki " μ_α " ve " μ_δ " sağ açıklığa ve dik açıklığa göre öz hareket verileridir. Her iki küme için çizdirilen histogramlara gauss fonksiyonu uygulanması ile $\pm 1\sigma$ değeri aralığında kalan objeler kümelerin olası üyeleri olarak kabul edilmiştir. Ve bu aralık dışında kalan yıldızlar üyelikten çıkartılmıştır. Elde edilen gauss fonksiyonlarının maksimumları ve standart sapmaları Çizelge 1'de verilmiştir.

2 Limit Yarıçapın Belirlenmesi

Olası küme üyelerini tanımlamak ve alan yıldızı kirlenmesini en aza indirmek için, yıldız sayımlarını kullanarak radyal yoğunluk profillerinden kümelenme yarıçapları elde edilmiştir. Bunu için üç parametrelili King profili kullanılmıştır. King profili; $\sigma(R) = \sigma_{bg} + \sigma_{ok} / (1 + (R/R_{core})^2)$ eşitliği ile tanımlanırken σ_{bg} , σ_{ok} ve R_{core} ise sırasıyla arka plan yıldız sayı yoğunluğunu, kümenin merkezi yüzey sayı yoğunluğunu ve kümenin çekirdek yarıçapını temsil etmektedir. Kümelere ait radyal yoğunluk profilleri Şekil 2 de gösterilmiştir. Buradaki sürekli çizgi king profilini temsil etmektedir. NGC 6791 için limit yarıçap 11 yaydakikası ve Teutsch 144 kümesi için limit yarıçap 5 yaydakikası olarak bulunmuştur.

3 Renk Artığı

Kümelere ait yıldızlar arası kızarmalar belirlenirken SK gözlemsel sıfır yaş anakolu kullanılmıştır. SK82 (U-B)-(B-V) anakolunun (u-g)-(g-r) anakolu karşılığı için Bilir Karaali ve Tuncel (2013) e ait dönüşümler kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 3 kümelerine ait renk-renk diyagramlarıdır ve buradaki sürekli çizgi



Şekil 1. Teutsch 144 ve NGC6791 kümelerine ait öz hareket dağılımları

Çizelge 1. Öz hareket verileri için elde edilen Gauss fonksiyonlarının maksimumları ve standart sapmaları

Küme	μ_α	μ_δ
Teutsch 144	-2.49526 ± 3.03579	-3.42698 ± 3.07246
NGC6791	-1.4508 ± 2.65975	-3.79321 ± 3.69215

SK82 kolunu temsil etmektedir. NGC 6791 ve Teutsch 144 kümeleri için E(B-V) değerleri sırası ile 0.5 ve 0.24 kadir olarak bulunmuştur.

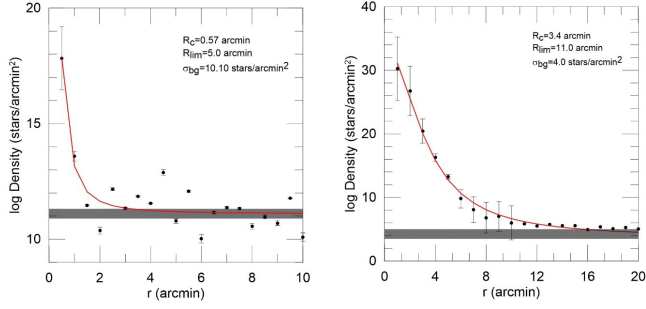
4 Yaş Tayini, Uzaklık ve Uzaklık Modülü

Kümelere ait uzaklık, uzaklık modülü ve yaş tayini yapılırken Bressan vd (2012)'ne ait teorik eşyaş çizgileri kullanılmıştır. r-(g-r), r-(g-i), r-(g-z), r-(u-g) renk kadir diyagramları için Z değeri güneş bolluğundaki PARSEC eş yaş çizgileri kullanılmıştır. Her iki küme içinde renk-kadir diyagramları Şekil 4 ve 5 de verilmiştir. Şekillerdeki sürekli çizgi kümeler için elde edilmiş yaşları vermektedir.

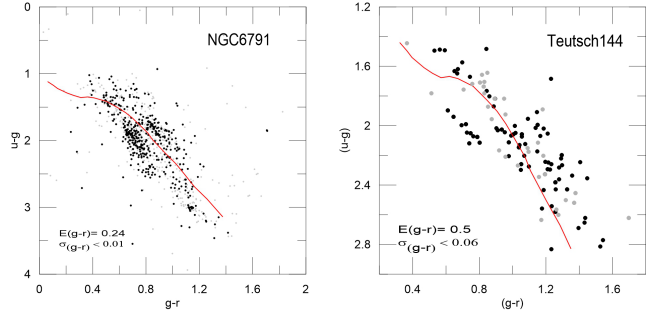
★ sdacr552@gmail.com

Çizelge 2. NGC6791 ve Teutsch 144 kümesine ait hesaplanan parametreler

Küme	E(B-V)	Z	Küme	E(B-V)	Z	
Teutsch144	0.5	0.015	NGC6791	0.24	0.015	
Renk	$(V - M_v)_0$	LogA	E(B-V)	$(V - M_v)_0$	LogA	E(B-V)
(g-i)	10.9	9.20	0.8	13.2	9.80	0.35
(g-r)	10.9	9.15	0.483	13.2	9.75	0.24
(g-z)	10.9	9.20	1.09	13.2	9.75	0.45
(u-g)	10.9	9.20	0.615	13.2	9.75	0.45
Ortalama	10.9	9.19	0.747	13.2	9.7625	0.3725



Şekil 2. Teutsch 144 ve NGC6791 kümelerine ait radyal yoğunluk profilleri



Şekil 3. NGC6791 ve Teutsch 144 kümelerine ait renk-renk diyagramları

5 Sonuçlar

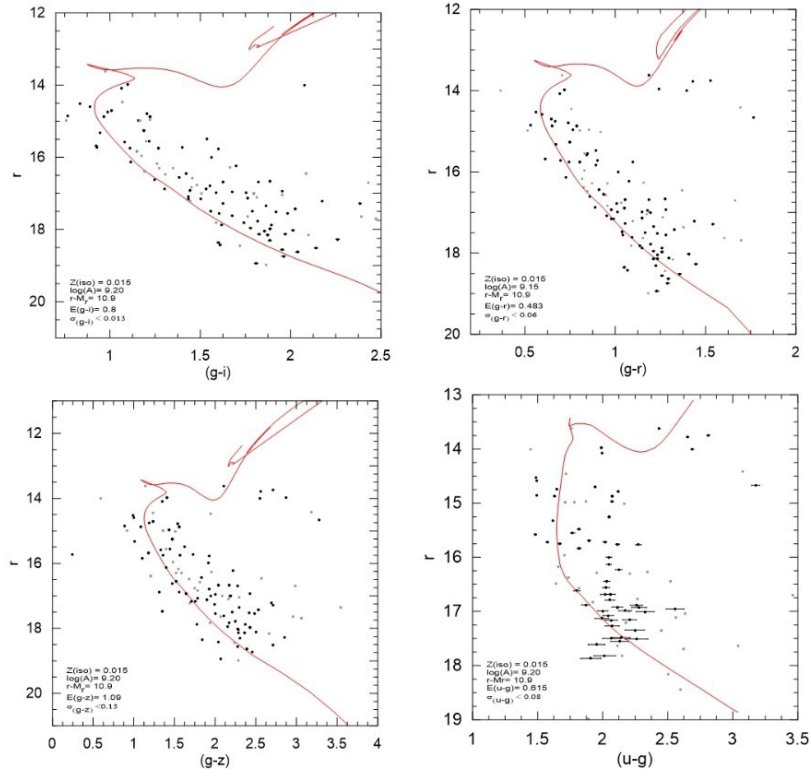
Her iki küme içinde bulunan parametreler çizelge 2'de verilmiştir.

Kaynaklar

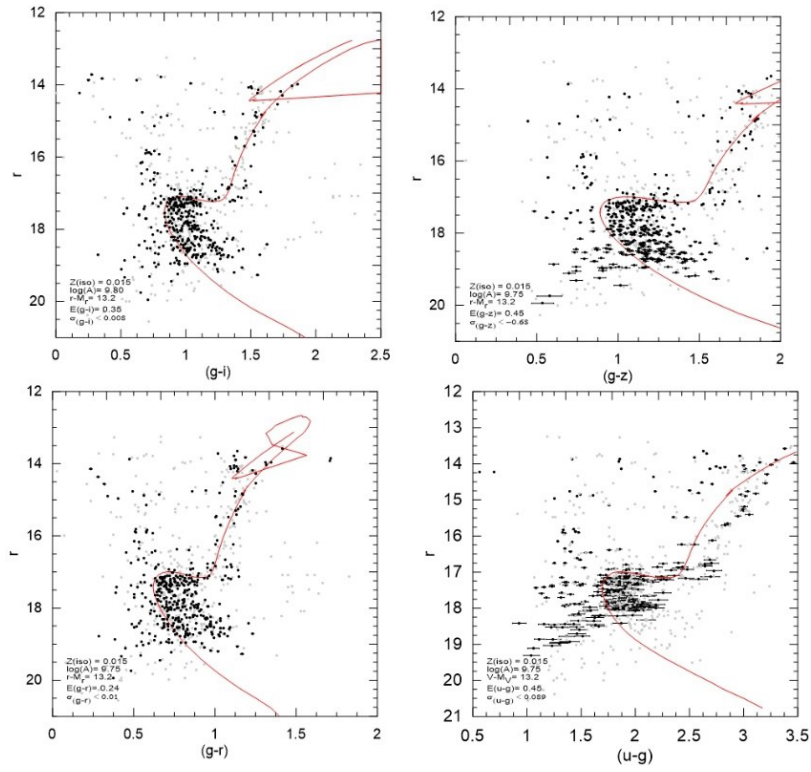
- Bilir, S., Karaali, S., Tunçel, S., Absolute magnitudes for late-type dwarf stars for Sloan photometry *Astronomische Nachrichten*, **Vol.326**, Issue 5, (2005) 321-331
- Bressan, A., Marigo, P., Girardi L., Alsnich B. i Dal Cero C., Rubele S., Nanni A. "Parsec: stellar tracks and isochrones with the padova and trieste stellar evolution code" *Astron. Soc.* **427** (2012) 127-145.
- Gaia Collaboration vd., *A&A*, **595**,(2016), A2
- Schmidt-Kaler T., "Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology", Springer, Berlin, (1982) 14-16

Erişim:

O43-1505: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).



Şekil 4. Teutsch 144 kümesine ait renk-kadir diyagramları



Şekil 5. NGC6791 kümesine ait renk-kadir diyagramları

M83 Gökadasının Yıldız Oluşum Bölgelerinin Kataloglanması

Özgür Can Özudođru¹★,

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışma Viyana Üniversitesi Sternwarte Astronomi Enstitüsünde Prof. Dr. Jose Alves tarafından yürütölen Erboğa A Gökada Grubu ve çevresindeki gökadalarn yıldız oluşum hızlarının tespiti, bu hızlar üzerinden gökadalarnın ömrünün hesabı üzerine yapılan daha büyük bir çalışmanın parçasıdır. Lisans başlangıç seviyesindeki gözlemsel çalışmamda, bu proje içinde ve Erboğa A Gökada Grubunun merkeze yakın bir noktasında bulunan M83 Gökadasının yıldız oluşum bölgelerini ampirik olarak gözledim, Hubble Uzay Teleskobundan edinilen U-V-B Bant görüntülerini pikselleştirip kontürler yardımıyla kıyaslayarak yaptığım ampirik gözlemlerle tutarlılık seviyelerini ölçtüm. Ardından yıldız oluşum bölgesi olduğunu düşündüğüm kısımları katalogladım. Sunacağım bildiri Gökada grubu ve çevresi hakkında bilgi vererek başlamakta, yazdığım python kodunu anlatmakta ve katalog gösterimi ile sona ermekte.

Anahtar Kelimeler: galaxies: star clusters, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O43-1510: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Yerel Kızılötesi Galaksilerin Parlaklık Fonksiyonu

Ece Kilerci Eser¹★

¹*İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul*

Özet

Yakın uzaydaki galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu, daha uzaktaki kızılötesi galaksilerin evrimini anlayabilmek için kullanılmaktadır. Kızılötesi parlaklık fonksiyonlarının evrenin tarihi boyunca gösterdiği değişim, ancak ve ancak yakın uzaydaki galaksilerin parlaklık fonksiyonlarının çok hassas olarak ölçülebilmesiyle anlaşılabilir. *AKARI* uydusunun yakın ve uzak kızılötesi dalgaboylarında tamamladığı bütün uzay taraması sonucunda elde edilmiş fotometrik ölçümler, binlerce galaksinin kızılötesi parlaklıklarının daha hassas ölçülebilmesini sağlamıştır. Bu çalışmada kırmızıya kayma değeri $z \leq 0.3$ olan 15 638 *AKARI* galaksisinin kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde edilmiştir. Wide-field Infrared Survey Explorer (*WISE*), Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Data Release 13 (DR13), 6-degre Field Galaxy Survey (6dFGS) ve 2MASS Kırmızıyakayma Taraması (2MRS) verilerinden galaksilerin tayfsal kırmızıya kayma değerleri kullanılmıştır. Optik ve kızılötesi dalgaboyları için gerekli uzay hacmi düzeltmeleri yapıldıktan sonra elde edilen kızılötesi parlaklık fonksiyonu daha önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyum içindedir, ancak bizim çalışmamızda elde edilen hata payları çok daha küçüktür.

Anahtar Kelimeler: galaxies: luminosity function, mass function, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Parlaklık fonksiyonları galaksilerin sayı yoğunluğunun parlaklığın fonksiyonu olarak gösterilmesidir. Bu fonksiyonların gözlemsel olarak ifade edilebilmesi galaksilerin evrimi ve evrendeki yapıların oluşumunu anlamak için çok önemlidir (Benson et al. 2003; Trayford et al. 2015; Steinhardt et al. 2016). Farklı dalgaboylarında yapılan bir çok çalışmanın (Le Floch et al. 2005; Goto et al. 2010, 2011b,a; Sargent et al. 2012; Patel et al. 2013; Heinis et al. 2013; Magnelli et al. 2013) sonucunda, yakın ve uzak evrende daha hassas parlaklık fonksiyonlarının ölçülmesinin galaksilerin evrim ve oluşum modellerini anlayabilmek için gerekli olduğu ortaya konmuştur.

Galaksilerin kızılötesi işinimleri yıldız oluşum hızlarını belirlemek için kullanılır. Özellikle, yıldız oluşumunun tozun içinde gömülü olduğu durumlarda, yıldız oluşum aktivitesi sadece kızılötesinde gözlemlenebilir. Bu sebeple, uzak kızılötesi emisyonu toz tarafından örtülen yıldız oluşumunu ortaya çıkarmak için oldukça önemlidir (Rowan-Robinson 2001; Lagache et al. 2003; Goto et al. 2010). Galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu yıldız oluşum evriminin araştırılması için kullanışlı bir araçtır.

AKARI uydusu 50–180 μm aralığını kapsayan uzak kızılötesinde bütün uzay taraması yapmış ve bu dalgaboylarında benzersiz bir data elde etmiştir. *AKARI* uydusunun 65 μm , 90 μm , 140 μm ve 160 μm merkezli dört uzak kızılötesi filtresi vardır. Bu sayede, galaksilerin uzak kızılötesi tayfsal enerji dağılımını belirleyecek çok önemli bir avantaja sahiptir. Goto et al. (2011b) daha önce *IRAS* uydusunun bütün uzay taramasından elde edilenden yakın galaksileri kapsayan bir yerel kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde etmiştir. Goto et al. (2011b) çalışmasındaki sonuçlardan yola çıkarak, biz de bu çalışmada daha hassas bir kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde etmeyi amaçladık. Bu çalışmada, bugüne kadar kullanılmış en fazla galaksi sayısı (15,638) kullanılarak yakın uzaydaki galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu ölçülmüştür.

2 Yöntem

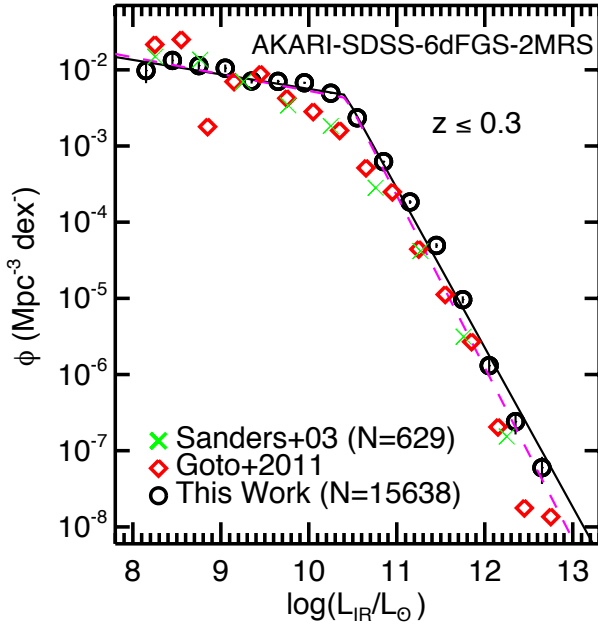
Bu çalışmada Schmidt (1968) tarafından geliştirilen $1/V_{max}$ metodu kullanarak yakın uzaydaki galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde edilmiştir. Bunun için öncelikli olarak galaksilerin tayfsal enerji dağılımları LEPHARE (Photometric Analysis for Redshift Estimations, Arnouts et al. 1999; Ilbert et al. 2006) programıyla modellenmiştir. Bu program, verilen fotometrik parlaklıkları ve kızılötesi kayma değerini kullanarak seçilen tayfsal enerji dağılımı modellerine göre χ^2 analizi yapıp en uygunlu modeli belirlemektedir. Bu analiz için biz Dale & Helou (2002) tarafından kızılötesi galaksilerin uzak kızılötesi işinimleri için geliştirilmiş tayfsal enerji dağılımı modellerini kullandık. Tayfsal enerji dağılımları için, altı *AKARI* ve dört *WISE* bandındaki ölçümlerle optik parlaklıklarını (u, g, r, i, z, b_j, K_s) kullanıp, herbir galaksinin kızılötesi kayma değerini sabitledik. Modellenen tayfsal enerji dağılımlarından 8–1000 μm arasındaki toplam kızılötesi parlaklığı ölçülmüştür.

$1/V_{max}$ metodu parlaklık fonksiyonunu doğrudan datadan elde eden ve başka hiç bir model varsayımı kullanmayan bir yöntem olduğu için tercih edilmiştir. Bu yöntem uzay hacmindeki galaksi sayısını kullanmaktadır. Eşhareketli maksimum hacim $V_{mak} = V_{z_{mak}} - V_{z_{min}}$, her bir galaksi için saptandığı uzay taramasına göre gözlenebileceği maksimum kızılötesi kayma değerinden hesaplanmaktadır. 90 μm akı limitine göre maksimum kızılötesi kayma değerini hesaplamak için, k -düzeltmesi tayfsal enerji dağılımı modelinden hesaplanmıştır. Optik bantlardaki k -düzeltmesi ise Blanton & Roweis (2007) de anlatılan k -düzeltmesi ile elde edilmiştir. Herbir galaksi için k -düzeltmeleri elde edildikten sonra, her biri 90 μm akı ve optik parlaklık limitlerine göre gözlenebilecekleri kızılötesi kayma değeri elde edilmiştir. Elde edilen kızılötesi kayma değerinin bizim belirlediğimiz yakın uzay kızılötesi kayma değerini aşması durumunda 0.3 değerine sabitlenmiştir.

3 Sonuçlar

15,638 *AKARI*–SDSS–6dFGS–2MRS galaksisinin elde edilen parlaklık fonksiyonu Şekil 1 de gösterilmiştir. Elde edilmiş en iyi fit siyah düz çizgi ile gösterilmiştir. Sanders et al. (2003) tarafından 60 μm da seçilmiş 629 *IRAS* Revised Bright Galaxy

★ ecekilerci@phys.nthu.edu.tw



Şekil 1. 15,638 AKARI–SDSS–6dFGS–2MRS galaksisinin (açık daireler) kızılötesi parlaklık fonksiyonu. Elde edilmiş en iyi fit düz çizgi ile gösterilmiştir. Karşılaştırma amacıyla Sanders et al. (2003) tarafından elde edilmiş parlaklık fonksiyonu da çarpı işaretleriyle gösterilmiştir. Baklava şekilleri Goto et al. (2011a) tarafından elde edilmiş parlaklık fonksiyonudur. Kesik çizgiler Goto et al. (2011a) tarafından kullanılan data eklenerek elde edilmiş olan fittir.

Sample (RBGS) galaksisi için elde edilmiş parlaklık fonksiyonu çarpı işaretleriyle gösterilmiştir. Aynı zamanda RBGS galaksilerinin $1/V_{max}$ metoduyla Goto et al. (2011a) tarafından elde edilmiş parlaklık fonksiyonu baklava işaretleriyle gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen parlaklık fonksiyonu Sanders et al. (2003) ve Goto et al. (2011a) tarafından elde edilen fonksiyonlarla uyum sağlamaktadır. Biz de kendi datamıza RBGS galaksilerini ekleyip tekrar fit ettiğimizde, yine benzer bir fonksiyon elde ettik (kesikli çizgi).

Bu çalışmada daha önceki çalışmalarda kullanılan galaksi sayısı 20 kat artırılarak, bugüne kadar elde edilmiş en hassas yakın uzay kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde edilmiştir. Sayıca bu kadar çok olan galaksilerin sağladığı en büyük avantaj elde edilen istatistiksel hata paylarının oldukça küçülmesidir.

Kaynaklar

- Arnouts S., Cristiani S., Moscardini L., Matarrese S., Lucchin F., Fontana A., Giallongo E., 1999, *MNRAS*, 310, 540
 Benson A. J., et al., 2003, *ApJ*, 599, 38
 Blanton M. R., Roweis S., 2007, *AJ*, 133, 734
 Dale D. A., Helou G., 2002, *ApJ*, 576, 159
 Goto T., et al., 2010, *AAP*, 514, A6
 Goto T., et al., 2011a, *MNRAS*, 410, 573
 Goto T., et al., 2011b, *MNRAS*, 414, 1903
 Heinis S., et al., 2013, *MNRAS*, 429, 1113
 Ilbert O., et al., 2006, *AAP*, 457, 841
 Lagache G., Dole H., Puget J.-L., 2003, *MNRAS*, 338, 555
 Le Floch E., et al., 2005, *ApJ*, 632, 169
 Magnelli B., et al., 2013, *AAP*, 553, A132
 Patel H., et al., 2013, *MNRAS*, 428, 291
 Rowan-Robinson M., 2001, *ApJ*, 549, 745

- Sanders D. B., Mazzarella J. M., Kim D.-C., Surace J. A., Soifer B. T., 2003, *AJ*, 126, 1607
 Sargent M. T., Béthermin M., Daddi E., Elbaz D., 2012, *ApJL*, 747, L31
 Schmidt M., 1968, *ApJ*, 151, 393
 Steinhardt C. L., Capak P., Masters D., Speagle J. S., 2016, *ApJ*, 824, 21
 Trayford J. W., et al., 2015, *MNRAS*, 452, 2879

Erişim:

O43-1515: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Dönüşen Kuazarların X-ışın Özellikleri

Nurten Filiz Ak^{1,2*}, Sameer³, W.N. Brandt^{3,4}

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

² Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi, 38039, Kayseri, Türkiye

³ Department of Astronomy & Astrophysics, 525 Davey Lab, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA

⁴ Institute for Gravitation and the Cosmos, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA

Özet

Rüzgar yapısı gösteren kuazarların, rüzgarsız kuazarlara göre daha güçlü bir X-ışın soğurmasına sahip olduğu uzun süredir bilinmektedir. Ancak bu olgunun nedenleri hakkında tartışmalı teoriler vardır. Rüzgar yapısı ve X-ışın soğurması arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için az sayıda bulunan, “dönüşen kuazarların” *Chandra* X-ışın gözlemleri elde edilmiştir. Dönüşen kuazarlar, moröte tayflarında görülen rüzgar belirteci maviye kaymış geniş soğurma çizgilerini zamanla kaybetmiş; rüzgarlı kuazar kategorisinden rüzgarsız kategoriye geçiş yaptığı gözlenen kuazarlardır. Seçilmiş dönüşen kuazarların X-ışın verilerini inceleyerek, rüzgarsız aşamaya geçmiş kuazarların soğurma miktarlarını diğer guruplarla kıyaslandığı güncel çalışmada, dönüşen kuazarların X-ışın özellikleri bakımından rüzgarsız kuazarlarla belirgin benzerlikler gösterdiği bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar X-ışın soğurmasının kaynağının, aynı zamanda rüzgar oluşumunda güçlü rol oynayan bir etken olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: (galaxies:) quasars: absorption lines, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Kuazar rüzgarları, kuazarların merkezi enerji üretim mekanizmasının devamlı olmasında büyük etken olan bir mekanizmanın parçasıdır. Merkezden dışa doğru olan rüzgarlar, hem yığılma diskinden açılma momentum kaybının sağlanması hem de ev sahibi galaksiye ısı ve madde taşınmasında etkilidir. Kuazar rüzgarlarının tayfsal belirteci; salma çizgilerine göre maviye kaymış, geniş soğurma çizgileridir. Rüzgar yapısı gösteren kuazarların tayflarında, özellikle moröte dalga boylarında gözlenen karakteristik geniş soğurma çizgileri, kısaca BAL (Broad Absorption Line) olarak isimlendirilir. BAL yapılarının klasik tanımlamasında, soğurma çizgisinin süreklilikten en az %10 daha derin ve en az 2000 km sn⁻¹ genişliğinde olması şartı aranmaktadır (Weymann et al. 1991).

Kuazar rüzgarları, merkezi enerji üretiminin sürekliliği bakımından oldukça kritik bir role sahip olmasına rağmen, optik dalga boylarında yapılan çalışmalar, rüzgar yapısı gösteren kuazarların oranının %10–20 civarında olduğunu ortaya koymaktadır (Trump et al. 2006; Gibson et al. 2009; Allen et al. 2011). Bu ikilem, kuazarların rüzgar yapısının eş yönlü olmaması ve rüzgar oluşumlarının sürekli olmaması yaklaşımı ile açıklanabilmektedir. Bu yaklaşım gereği, kuazar etrafındaki yığılma diskinin gözlemci tarafından görülemeyen kısımlarında bulunan rüzgar yapıları gözlemsel bir belirteç vermeyecektir. Rüzgarların zamansal olarak sürekli olmadığına dair en önemli çalışmalardan bir tanesi Filiz Ak et al. (2012) tarafından yapılmıştır. Filiz Ak et al. (2012), sistematik olarak inceledikleri 582 BAL yapısı gösteren kuazar tayfında, geniş soğurma çizgilerinin kaybolması davranışını gösteren 19 dönüşen kuazarı ortaya koymuştur. BAL yapılarının kaybolması, kuazar rüzgarının ya fiziksel olarak sonlandığının ya da gözlemcinin bakış açısının dışına çıktığının bir göstergesidir. Buna göre, gözlemcinin bakış doğrultusu içerisinde bulunan rüzgarların bir ömrü olduğuna ilişkin deliller su-

nulmuş ve BAL ömrü hesaplanabilmiştir. Benzer bir çalışma De Cicco et al. (2018) tarafından daha geniş bir örnekleme yapılmış ve iki çalışmanın sonuçlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Rüzgar yapısı gösteren ve göstermeyen kuazarlar arasında fiziksel farklılıkların incelendiği çok sayıda çalışma, bu iki alt sınıf arasındaki farklılıkların yalnızca moröte bölgedeki geniş soğurma çizgilerinden ibaret olmadığını ortaya koymaktadır. En belirgin farklılıklardan bir tanesi X-ışın şiddetinde ortaya çıkmaktadır. Gözlemsel sonuçlar, BAL yapısı gösteren kuazarların daha güçlü X-ışın soğurmasına sahip olduğunu ve bu nedenle X-ışın bakımından zayıf olduğunu ortaya koymaktadır (Brandt et al. 2000; Gallagher et al. 2002, 2006). Dahası, X-ışın soğurma miktarının BAL yapısının şiddeti ve hızı ile korelasyon gösterdiği bilinmektedir (Gibson et al. 2009; Wu et al. 2010).

Rüzgar yapısı gösteren kuazarlar, tayflarında görülen soğurma çizgilerine göre ikiye ayrılmaktadır. Yalnızca yüksek iyonizasyon seviyesine sahip geçişlerde (örneğin C IV, Si IV) soğurma gösterenler HiBAL, hem yüksek hem de düşük iyonizasyonlu geçişlerde (örneğin Mg II, Al III) soğurma gösterenler ise LoBAL olarak tanımlanmaktadır (Filiz Ak et al. 2014). HiBAL ve LoBAL kuazarlar; BAL yapılarının şiddeti, rüzgarların maksimum hızları gibi özellikler bakımından belirgin farklılıklar gösterirler. HiBAL kuazarların soğurma çizgileri, daha yüksek hızlarda ve daha sık görülürken, LoBAL'lar daha düşük hızlarda ancak belirgin olarak daha derindirler (Filiz Ak et al. 2014). BAL yapılarının şiddeti ve X-ışın soğurma miktarı arasındaki ilişki dikkate alındığında, LoBAL kuazarların daha zayıf X-ışın salınımı yapması beklenen ve gözlemlerle ortaya koyulmuş bir durumdur (Just et al. 2007).

Kuazarlarda rüzgar oluşumunun ve hızlanarak varlığını devam ettirmesinin ısınım basıncı ve manyeto-hidro dinamik etkilere dayandığı düşünülmektedir. BAL yapılarının merkezi bölgelerden gelen güçlü ısınımın aşırı iyonizasyonuna uğramadan hızlanabilmesi halen tam olarak açıklanamamış olmakla beraber, bu konudaki en yaygın kabul gören kuramsal çalışmalar, aşırı iyonlaştırıcı X-ışınları perdeleyen bir siper gaz modelini or-

* nfilizak@gmail.com

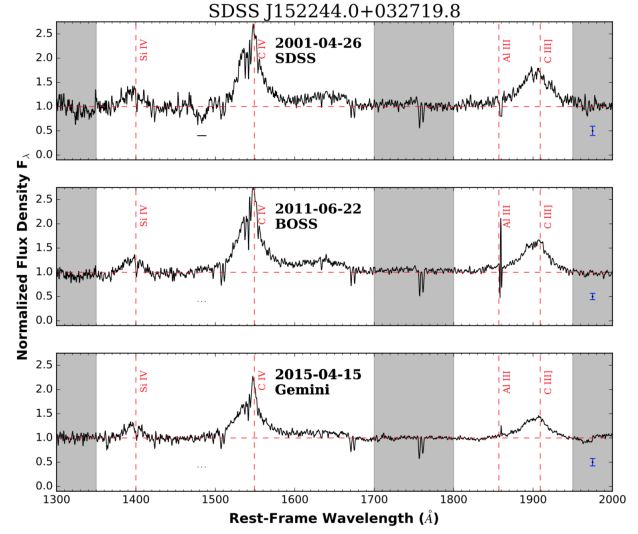
taya koymuştur (Murray et al. 1995; Proga et al. 2000). Bir başka modele göre, BAL yapılarının iyonlaşmaya maruz kalmadan hızlanabilmesinin temelinde soğurucu gazın yoğunluğunun katmanlaşmış olması yer almaktadır; öyle ki az yoğun dış katmanlar iyonlaşmaya maruz kalırken çok daha yoğun olan iç katmanlar soğurma çizgilerini oluşturmaya devam etmektedir (Hammann et al. 2013; Baskin et al. 2014). BAL yapılarının temel karakteristik özelliklerinden bir tanesi, zamana bağlı değişimler göstermesidir. Değişimler, soğurma çizgilerinin şiddeti, derinliği ve hatta kapsadığı hız alanında hem kısa hem de uzun zaman ölçeklerinde gözlenmektedir (Filiz Ak et al. 2012, 2013, 2014; McGraw et al. 2017). BAL yapılarının güçlü ve hızlı değişimleri, geniş dalga boyu aralıklarında yapılan gözlemlerle birleştirildiğinde, ortaya atılan modellerin gelişmesine katkı sağlayacak niteliktedir.

BAL yapılarının değişimleri, az sayıda kuazarda soğurma yapısının tamamen ortadan kaybolması ya da daha önce soğurma göstermeyen tayf bölgelerinde yeni yapıların ortaya çıkması şeklinde gözlenmiştir. Daha önce bir rüzgara sahip olduğu tayfsal olarak doğrulanan ancak sonraki gözlemlerinde BAL yapısını kaybedeb kuazarlar, kısaca dönüşen kuazar olarak nitelendirilmiştir (Filiz Ak et al. 2012; De Cicco et al. 2018). Dönüşen kuazarların yakın zamanda elde edilen *Chandra* X-ışın gözlemlerini inceleyen bu çalışma, Sameer et al. (2019) referansı ile yayınlanmıştır. Sameer et al. (2019) çalışması, dönüşen kuazarların X-ışın özelliklerini gözlemleyerek, rüzgar yapısı ve X-ışın soğurma şiddeti arasında bağıntılar aramıştır. Çalışmanın temel motivasyonu; ardışık iki tayfsal gözlemden ilkinde BAL yapısı gösteren, ikincisinde göstermeyen yani rüzgarlı kuazardan rüzgarsız kuazara dönüşen cisimlerin X-ışın soğurma şiddetlerini ölçmektir. Elde edilen sonuçlar, rüzgarlı ve rüzgarsız kuazarların X-ışın soğurma miktarı ile kıyaslandığında, siper gaz ve yoğunluk katmanlı rüzgar modelleri arasında karşılaştırmalar yapmaya olanak sağlamaktadır.

2 Örneklem Seçimi, Moröte ve X-ışın Gözlemleri

Sameer et al. (2019) çalışması için seçilen örneklem içerisinde, Filiz Ak et al. (2012) çalışması ile dönüşen kuazar olduğu tayfsal incelemeler sonucunda kesinleşmiş kuazarlar yer almaktadır. Filiz Ak et al. (2012) tarafından Sloan Digital Sky Survey (SDSS) ve SDSS-Baryon Akustik Osilasyon Survey (BOSS) tayflarının incelenmesi ile sistematik olarak seçilen 19 dönüşen kuazardan, *Chandra* gözlemlerine uygun olanlar seçilmiştir. BAL yapısı gösteren kuazarların geneli, düşük X-ışın şiddetine sahip olduğundan bu çalışma için seçilen kuazarlar, kısa poz süreleri ile anlamlı verilerin elde edilebileceği bir örneklem ile kısıtlanmıştır. X-ışın gözlemleri için seçilen sekiz dönüşen kuazar, 18.0–18.7 kadir parlaklık aralığındadır. Seçilen bu sekiz kuazar, çalışmanın ana örneklemi oluşturmaktadır. Ana örneklemdeki kuazarların, halen herhangi bir BAL yapısı göstermediğini doğrulamak üzere *Gemini* Gözlemeviden yeni tayfları elde edilmiştir. Çalışmada yer alan kuazarlar, gözlemlerin yapıldığı tarihlerdeki tayfsal verilerine göre, BAL yapısı göstermeyen kuazarlar olarak doğrulanmıştır. Şekil 1'de örnek bir kuazarın SDSS, BOSS ve *Gemini* tayfları verilmiştir. Şekilde SDSS tayfının C IV soğurma çizgisi gösterdiği, BOSS ve *Gemini* tayflarında ise soğurma çizgisinin kaybolduğu görülmektedir.

Gemini ve *Chandra* gözlemlerine ait ayrıntılar, gözlemsel verilerin indirgenmesi ve analizleri ile ilgili bilgiler Sameer et al. (2019) çalışmasında ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 1. SDSS J152244.0+032719.8 kuazarına ait SDSS, BOSS ve *Gemini* tayfları. SDSS tayfında, C IV soğurma çizgisi yatay çizgi ile işaretlenmiştir. BOSS ve *Gemini* tayflarında, bu soğurma çizgisi kaybolmuştur. *Gemini* tayfında herhangi bir soğurma çizgisi görülmediğinden, bu kuazar dönüşen kuazar olma özelliğini devam ettirmektedir (Sameer et al. 2019).

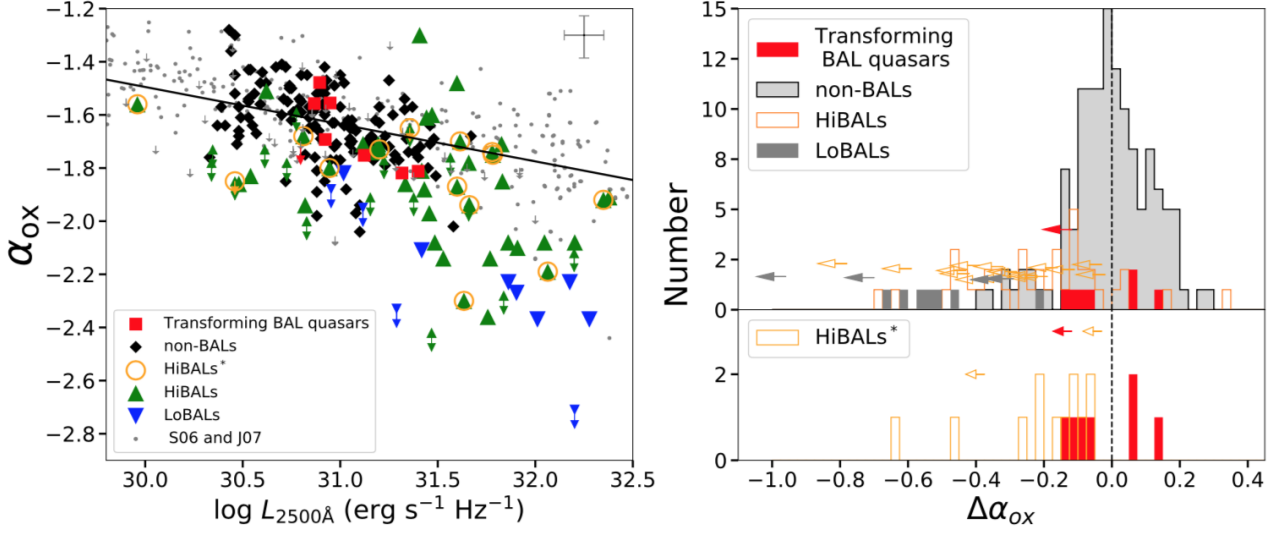
3 Analiz Sonuçları

Dönüşen kuazarların *Chandra* gözlem evinden elde edilmiş X-ışın verilerinin analizi sonucunda her bir kuazarın X-ışın ve moröte akı dağılımları, pareto (power-law) dağılımı ile modellenmiş ve dağılımların eğimlerinin oranı belirlenmiştir. Parametre olarak kullanılan, $\alpha_{ox} = 0.3838 \times \log(F_{2keV}/F_{2500})$; F_{2keV} ; 2 keV'deki akı ve F_{2500} ; 2500 Å karşılık gelen mor öte bölgedeki akı oranı olarak tanımlanmıştır. Düşük değerlerdeki α_{ox} , kuazarın X-ışın olarak zayıf olduğunun belirteçidir. Gözlenen ve beklenen değerler arasındaki farkı gösteren $\Delta\alpha_{ox} = \alpha_{ox[g]} - \alpha_{ox[b]}$ parametresi, X-ışın soğurma şiddetinin bir göstergesidir. Bu parametrelerin hesabı, Just et al. (2007), çalışmasındaki ifadeler dikkate alınarak yapılmıştır.

Şekil 2'nin sol panelinde, dönüşen kuazarların 2500 Å'daki lüminositeleri ile gözlemlerden hesaplanan α_{ox} parametrelerinin dağılımı, literatürdeki verilere kıyaslanarak gösterilmiştir. Şeklin sağ panelinde ise $\Delta\alpha_{ox}$ parametresinin dağılımı; dönüşen kuazarlar, rüzgar yapısı göstermeyen kuazarlar, HiBAL ve LoBAL kuazarlar için kıyaslamalı olarak verilmiştir.

Kuazarların genelinde $\alpha_{ox}-L_{2500}$ ters korelasyonu mevcuttur. Dönüşen kuazarlar, bu ters korelasyona uyum göstermektedir. Bu korelasyonun analizlerde dikkate alınabilmesi için, dönüşen kuazarlarla benzer L_{2500} değerine sahip bir HiBAL gurubu seçilmiştir. HiBAL* ile temsil edilen bu gurubun α_{ox} parametreleri, dönüşen kuazarların parametreleri ile kıyaslanmıştır. Literatürdeki veriler kullanılarak, BAL yapısı göstermeyen, HiBAL ve LoBAL kuazarlar ile dönüşen kuazarlar arasında benzerlikler aranmıştır. Uygulanan istatistiksel testler, dönüşen kuazarlar için elde edilen verilerin BAL yapısı göstermeyen kuazarların verileri ile daha uyumlu olduğunu göstermiştir. Yapılan testler ve testlerin sonuçları ile ilgili bilgiler Sameer et al. (2019) çalışmasında ayrıntılıca anlatılmıştır.

Analizlerden elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, dönüşen kuazarların X-ışın soğurma miktarının göstergesi olan hidrojen



Şekil 2. Sol Panel: Kuazarlar için $\alpha_{ox}-L_{2500}$ dağılımı. Şekilde dönüşen kuazarlar (kırmızı), BAL yapısı göstermeyen kuazarlar (siyah), dönüşen kuazarlarla benzer L_{2500} değerine sahip HiBAL* kuazarlar (turuncu), HiBAL (yeşil) ve LoBAL (mavi) kuazarlar için değerler gösterilmiştir. Sağ Panel: Beklenen ve gözlenen α_{ox} parametreleri arasındaki farkı belirten $\Delta\alpha_{ox}$ parametresinin farklı kuazar alt sınıfları için dağılım grafiği. Panelin alt kısmında, seçili HiBAL* örneklemini ile dönüşen kuazar örneklemini kıyaslamalı olarak verilmiştir (Sameer et al. 2019).

kolon yoğunluğu, N_H , hesaplanmıştır. Dönüşen kuazarlar için, %90 güvenilirlik limitleri içerisinde $N_H = 0.77 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ olarak bulunmuştur. BAL kuazarlar için bilinen genel ortalama $N_H \approx 10^{23} \text{ cm}^{-2}$ dikkate alındığında (Gallagher et al. 2006), dönüşen kuazarların X-ışın soğurma şiddetinin belirgin olarak daha düşük olduğu görülmektedir.

4 Tartışma ve Sonuç

Tayfsal gözlemlerinde BAL yapısı gösterdiği belirlenen ancak daha sonraki tayflarda BAL yapılarının kaybolma davranışını sergileyen sekiz dönüşen kuazarın X-ışın özelliklerinin incelendiği Sameer et al. (2019) çalışmasında, SDSS, BOSS Gemini ve Chandra gözlemlerine ait analizler ele alınmıştır. Seçilen sekiz dönüşen kuazarın tamamı, BAL yapısı göstermeyen kuazarların karakteristik X-ışın gözlemleri ile uyumlu sonuçlar vermektedir. Seçilen kuazarların tamamının aynı özelliği rastgele gösterme olasılığı çok düşük olduğundan, elde edilen sonuçlar tüm kuazarlar hakkında genel bilgiler sunacak niteliktedir.

Kuazarların rüzgar yapılarının kaybolması ile X-ışın soğurmalarının azalması, rüzgar yapısını oluşturan mekanizma ile X-ışın soğurucu mekanizma arasında bağlantı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, Murray et al. (1995) tarafından ortaya koyulan siper gaz modelini destekler niteliktedir. Kuazarların merkezinden rüzgar ile dışarıya doğru taşınan moröte soğurucu gazın gözlemcinin görüş alanı dışında kalması ile beraber, X-ışın soğurması yapan gazın da görüş alanı dışına hareket etmiş olması, bu gaz yapılarının fiziksel olarak ortaklık gösterebileceğine işaret etmektedir. Elde edilen bu sonuçların, yoğunluk katmanlı gaz modeli ile açıklanması imkansız değilse de çok sayıda ince ayar gerektirdiği ortadadır.

Teşekkür

Kuazarların rüzgar yapıları ve X-ışın özellikleri arasında önemli bağlantıların ortaya koyulduğu bu çalışma, Sameer et al. (2019) referansı ile yayınlanmıştır. Çalışmanın yayın aşamasında katkı sağlayan diğer ortak yazarlara (Anderson, S.; Hall, P. B.; Vivek, M.; Grier, C. J.; Ahmed, N. S.; Luo, B.; Myers, A. D.; Rodríguez

Hidalgo, P.; Ruan, J.; Schneider, D. P.) önemli katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Bu çalışma TÜBİTAK 115F037 numaralı proje tarafından finansal olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Allen J. T., Hewett P. C., Maddox N., Richards G. T., Belokurov V., 2011, *MNRAS*, 410, 860
 Baskin A., Laor A., Stern J., 2014, *MNRAS*, 445, 3025
 Brandt W. N., Laor A., Wills B. J., 2000, *ApJ*, 528, 637
 De Cicco D., Brandt W. N., Grier C. J., Paolillo M., Filiz Ak N., Schneider D. P., Trump J. R., 2018, *A&A*, 616, A114
 Filiz Ak N., et al., 2012, *ApJ*, 757, 114
 Filiz Ak N., et al., 2013, *ApJ*, 777, 168
 Filiz Ak N., et al., 2014, *ApJ*, 791, 88
 Gallagher S. C., Brandt W. N., Chartas G., Garmire G. P., 2002, *ApJ*, 567, 37
 Gallagher S. C., Brandt W. N., Chartas G., Priddey R., Garmire G. P., Sambruna R. M., 2006, *ApJ*, 644, 709
 Gibson R. R., et al., 2009, *ApJ*, 692, 758
 Hamann F., Chartas G., McGraw S., Rodriguez Hidalgo P., Shields J., Capellupo D., Charlton J., Eracleous M., 2013, *MNRAS*, 435, 133
 Just D. W., Brandt W. N., Shemmer O., Steffen A. T., Schneider D. P., Chartas G., Garmire G. P., 2007, *ApJ*, 665, 1004
 McGraw S. M., et al., 2017, *MNRAS*, 469, 3163
 Murray N., Chiang J., Grossman S. A., Voit G. M., 1995, *ApJ*, 451, 498
 Proga D., Stone J. M., Kallman T. R., 2000, *ApJ*, 543, 686
 Sameer et al., 2019, *MNRAS*, 482, 1121
 Trump J. R., et al., 2006, *ApJS*, 165, 1
 Weymann R. J., Morris S. L., Foltz C. B., Hewett P. C., 1991, *ApJ*, 373, 23
 Wu J., Brandt W. N., Comins M. L., Gibson R. R., Shemmer O., Garmire G. P., Schneider D. P., 2010, *ApJ*, 724, 762

Erişim:

O44-1530: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Cross-calibration of SMBH Masses Using X-SHOOTER Spectroscopy

Turgay Çağlar¹★,

¹Leiden Observatory, Astronomy Department, Leiden

Özet

We perform multi-wavelength analyses of nearby Seyfert galaxies, which are observed as a part of Local Luminous AGN with Matched Analogues (LLAMA) project. The analyses include UV and optical VLT/X-SHOOTER spectral data of X-ray selected most luminous local Seyfert 1 galaxies. In this study, we aim to obtain SMBH masses by using H_α scaling relations and compare our results with M-sigma plane. FWHM results of H_α of our sample galaxies are found to be in a wide range ($1450 < \text{FWHM}_{H_\alpha} < 6400 \text{ km s}^{-1}$), which results in a range of black hole masses: $6.3 < \log \text{MBH} < 7.6 M_\odot$. Resulting BH masses are compared with stellar dispersions, which is measured from CA-Triplet emission line. In our preliminary results, we conclude that the majority of our Seyfert 1 galaxies host disk-like bulges, namely pseudo-bulges.

Anahtar Kelimeler: galaxies: active, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

044-1550: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Kümelerde Süpernova Kimyasal Sentezleri ve Kozmik Metal Zenginleşmesi

Murat Hüdaverdi¹★,

Cemile Ezer, E Nihal Ercan

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

Galaksi kümeleri kütle çekimsel kuvvetin etkisinde, evrende gözlemlenebilen en büyük bağlı yapılardır. Bu yapılar içerisinde buldukları derin potansiyel kuyu sayesinde, evrimi boyunca üretilmiş tüm metalleri küme içi ortamda (ICM) hapseder. Süpernova patlamaları ise metal sentezinden sorumlu ana fiziksel mekanizma olarak, ICM'in kimyasal zenginleşmesinde kilit rol oynamaktadır. Metal bolluklarının kümenin merkezinden eteklere dağılımı ve bunların nispi oranları hem kümenin kimyasal evrim süreci hem de süpernova patlamalarının orijinine dair çok önemli bilgiler içermektedir. Bu çalışmamızda, uzun poz süreli Suzaku gözlemleri ile yapılmış farklı kırmızıya kayma değerlerine sahip galaksi kümelerinin metal sentezlerinin radyal dağılım sonuçları ve göreceli oranları sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: (cosmology:) primordial nucleosynthesis, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O44-1610: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Galaksi Kümelerindeki Merkezi Parlak Galaksilerin Etkinlik Türlerine Göre Sınıflandırılması

Süleyman Fişek^{1,2}★, Sinan Aliş^{1,2}, E. Kaan Ülgen¹, F. Korhan Yelkenci¹

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye.

² İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul, Türkiye.

Özet

Çalışmamızın amacı, galaksi kümelerinin merkezinde yer alan ve evrendeki en parlak ve en büyük kütleli galaksiler olan merkezi parlak galaksilerin (Brightest Cluster Galaxy - BCG) etkinlik türlerine göre sınıflandırılmasıdır. Çalışma kapsamında, SDSS (Sloan Digital Sky Survey) gökyüzü tarama verileri kullanılarak Hao ve diğ. (2010) ve Wen ve diğ. (2009) tarafından sunulan BCG katalogları ile birlikte CFHTLS (Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey) Derin alanlarından belirlenen (Aliş 2009) BCG'ler birleştirilmiştir. Sonuçta elde ettiğimiz 42.490 galaksinin SDSS optik bölge tayf verileri kullanılarak BPT; WISE kırmızıöte fotometrik parlaklıkları kullanılarak iki renk diyagramları oluşturulmuş ve bu yolla galaksilerin etkinlik türleri belirlenmiştir. Ayrıca, tayf verisini elde edebildiğimiz 5569 merkezi parlak galaksinin H α emisyon çizgileri kullanılarak yıldız oluşum hızları (Star Formation Rate - SFR) hesaplanmış ve yıldız oluşum hızlarının kırmızıya kayma (z) ile değişimi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: galaxies: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Galaksi türleri içinde en parlak ve en büyük kütleyle sahip galaksiler olan BCG'ler, genellikle yoğun galaksi kümelerinin merkezinde veya küme merkezinin yakınında bulunurlar (Jones ve Forman 1984; Smith ve diğ. 2005). Merkezi parlak galaksilerin çoğu kırmızı eliptik galaksilerdir ve bu galaksilerde yıldız oluşum aktivitesi neredeyse durmuştur (Edwards ve diğ. 2007). BCG'lerin evrim süreçleri hala tam olarak anlaşılmamış olsa da; küme içi etkileşimlerin yoğun olduğu yerde bulunan bu galaksilerin oluşum sürecinde galaksi-galaksi etkileşimlerinin ve galaksi birleşmelerinin etkili olduğu düşünülmektedir (Edwards ve diğ. 2007).

Küme içerisinde gerçekleşen bu etkileşimler sonucunda BCG'lerin yıldız oluşum aktivitesi oranında, kümede bulunan diğer eliptik galaksilerden farklı olarak bir artış gözlemlenebilir (Pipino ve diğ. 2009; O'Dea ve diğ. 2008; Liu ve diğ. 2012). BCG'lerdeki yıldız oluşum aktivitesinin araştırılması bize kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olarak kümenin ve ortamın evrimini anlamamız konusunda yardımcı olabilir.

2 Veriler

Bu çalışma kapsamında incelenen BCG'ler iki farklı veri setinden derlenmiştir. Olsen ve diğ. (2007) tarafından CFHTLS-Derin gökyüzü tarama projesinden beş bant (u, g, r, i, z) görüntüleri kullanılarak belirlenen 159 galaksi kümesi için yapılan inceleme sonucunda Aliş ve ark. tarafından belirlenen 89 BCG (Aliş 2009; Aliş ve diğ. 2012) ilk veri setimizi oluşturmaktadır.

Çalışmamızda kullanılan ikinci veri setini ise SDSS gökyüzü taramasından galaksi kümelerini ve BCG'leri belirleyen Hao ve diğ. (2010) ve Wen ve diğ. (2009) çalışmaları oluşturmuştur. Wen ve diğ. (2009) tarafından verilen listede SDSS DR6 verileri kullanılarak $0,05 < z < 0,6$ aralığında 39.716 galaksi kümesi belirlenmiştir. Hao ve diğ. (2010) ise DR7 verilerini kullanarak $0,1 < z < 0,55$ aralığında 55.427 galaksi kümesi listelenmiştir.

Bu iki liste arasında ortak olan galaksi kümeleri dikkate alınarak listeler birleştirildiğinde toplam galaksi kümesi sayısı 82.164'tür. İki farklı veri setini birleştirdiğimizde ise çalışma kapsamında incelenen toplam BCG sayısı 82.253 olmaktadır.

Bu çalışmada incelenen galaksilerin etkinlik türlerinin belirlenebilmesi ve yıldız oluşum hızlarının (SFR) hesaplanabilmesi için gerekli tayfsal veriler (H α [6562], H β [4861], OIII[5006], OI[6300], NII[6583], SII[6716] emisyon çizgi akıları ve tayfsal kırmızıya kayma) SDSS DR12¹ veri sürümünde bulunan *emissionLinesPort* tablosundan alınmıştır.

Hao ve diğ. (2010) ve Wen ve diğ. (2009) tarafından verilen listelerden derlenen 82.164 galaksilik girdi kataloğumuz, veritabanında tayf gözlemi olan 42.265 galaksi ile eşleşmiştir. CFHTLS-Derin verilerinden belirlenen ve 89 BCG'den oluşan listemizdeki galaksilerin 25'ine ait tayfsal veriler elde edilebilmiştir. Sonuç olarak toplamda 42.490 BCG'nin tayfsal verilerine ulaşılabilmektedir.

SDSS veri tabanından elde edilebildiğimiz tayflarının kalitesini anlayabilmek için, tayfın genelinden hesaplanan sinyal/gürültü oranı (S/N) ile akı hataları incelenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak akı değerlerinin sıfırdan büyük olması şartı uygulanmıştır. Ayrıca H α başta olmak üzere geriye kalan tayflara ait çizgi akılarını incelediğimizde, ilgilendiğimiz çizgilerin akı ve akı hatası değerlerinde veriyolu (Ing. pipeline) kaynaklı birçok yanlış belirlemenin olduğu farkedilmiştir. Bu durumun sonucu olarak analizlerde kullanılacak tayflar için bazı filtreleme işlemleri uygulanmıştır.

Bu çalışmadaki örnekleme, daha yüksek tayf kalitesi ile çalışmak için akı hata değerinin akı değerine oranı %50'den daha küçük ve S/N > 15 olan galaksiler olarak belirledik. Bu filtreleme işlemi sonucunda örnekleminizde BPT diyagramı için uygun 143 ve SFR değeri hesaplayabileceğimiz ($F(H\alpha) > 0$ olan) 1137 galaksi bulunmaktadır.

Literatürdeki benzer çalışmalarda SDSS tayflarının S/N > 3 olanları tercih edilmektedir. Bu S/N değeri, çoğu galaksi dışı

★ sfisek@istanbul.edu.tr

¹ <http://www.sdss.org/dr12/>

astronomi çalışması için yeterli olmaktadır (Liu ve diğ. 2012). Eğer filtreleme işlemini $S/N > 3$ uygulayarak örneklemedeki galaksi sayısını arttırmak istersek elimizde BPT diyagramı için uygun 410 ve SFR değeri hesaplayabileceğimiz ($F(H\alpha) > 0$ olan) 5613 galaksi olacaktır.

Bu çalışmada kullanılan kırmızıöte fotometrik veriler ise WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) uydusunun tüm gökyüzünü taraması olan AllWISE kataloğundan elde edilmiştir.

NASA'nın Kırmızıöte Bilimsel Arşiv (NASA/IPAC Infrared Science Archive²)'inde çalışmada incelenen galaksilerin koordinatları (RA ve Dec) ile AllWISE veri seti için tarama yapılarak, galaksilerin W1, W2, W3 ve W4 kırmızıöte parlaklıkları elde edilmiştir.

3 Yöntem

3.1 Galaksilerin Etkinlik Türlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada incelenmek üzere belirlenen BCG'lerin etkinlik türlerini belirlemek için iki farklı yöntem uygulanmıştır.

BPT Diyagramı:

İlk yöntem BPT (Baldwin Phillips ve Terlevich 1981) diyagramıdır. Bu diyagramda galaksilerin tayflarındaki $H\alpha$ [6562], $H\beta$ [4861], $OIII$ [5007], OI [6300], NII [6583], SII [6717] emisyon çizgi akıları kullanılarak galaksilerin etkinliklerine göre sınıflandırılması mümkün olmaktadır. Ayrıca BPT diyagramı literatürde galaksilerin yıldız oluşum aktivitesi gösterip göstermediğini belirlemek için de kullanılan bir araçtır.

WISE İki Renk Diyagramı:

WISE uydusu ile elde edilen fotometrik verilerden, W1 (3,4 μ) ve W2 (4,6 μ) bantları galaksilerin yıldız kütlelerine, W3 (12 μ) bandı ise galaksilerin yıldız oluşum miktarlarına duyarlıdır (Cluver ve diğ. 2014; Fraser-McKelvie ve diğ. 2014).

Cluver ve diğ. (2014) çalışmalarında GAMA¹ tayfsal gökyüzü taraması verileri ile WISE verilerini eşleştirmişler ve 110.000'den fazla galaksinin kırmızıöte özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre WISE uydusu ile elde edilen kırmızıöte fotometrik verilerle ($W2 - W3$) - ($W1 - W2$) iki renk diyagramı oluşturulduğunda $W2 - W3 > 1,5$ olan galaksilerin çoğunlukla yıldız oluşumu gösterdiklerini belirtmişlerdir.

3.2 Yıldız Oluşum Hızı (SFR) Hesaplanması

$H\alpha$ emisyon çizgisi, galaksilerdeki yıldız oluşumunu belirlemenin en güvenilir ve en çok kullanılan araçlardan biridir. Bir galaksi tayfında emisyon olarak görülen $H\alpha$ çizgisi, o galakside gerçekleşmekte olan yıldız oluşumuna ait bir göstergedir.

Bu çalışmada incelediğimiz galaksilerin yıldız oluşum hızları, Kennicutt (1998) tarafından verilen (1) bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$SFR(M_{\odot}/\text{yıl}) = 7,9 \times 10^{-42} \times L(H\alpha) \quad (\text{ergs}^{-1}) \quad (1)$$

Öncelikle SDSS'ten elde ettiğimiz emisyon çizgi akıları $H\alpha$ ışınım gücüne dönüştürüldü. Bunu yapabilmek için gereken uzaklık değerini, galaksilerin spektroskopik kırmızıya kaymasını kullanarak elde ettik. Genel kabul gören Λ CDM kozmolojisi çerçevesinde $\Omega_m = 0,3$, $\Omega_{\Lambda} = 0,7$ ve $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$ alınarak, kırmızıya kaymanın karşılık geldiği ışınım gücü uzaklığı belirlenmiştir (Hogg 1999). Bu uzaklık hesaplamalarını Ned Wright'in

kozmoji hesap makinasının² Python versiyonu kullanılarak yapılmıştır (Wright 2006). Bu Python programı kendi yazdığımız SFR hesabı yapan programın içerisine uyarlanarak kullanılmıştır (Fişek 2018).

Uzaklıkları elde ettikten sonra gerekli birim dönüşümleri de yapılmış akı değerleri (2) eşitliği ile ışınım gücü değerlerine dönüştürülmüştür:

$$L(H\alpha)(\text{ergs}^{-1}) = 4\pi d^2 \times F(H\alpha)(\text{ergcm}^{-2}\text{s}^{-1}) \quad (2)$$

$H\alpha$ ışınım güçlerini hesaplandıktan sonra her bir galaksi için (1) bağıntısı yardımıyla yıldız oluşum hızları hesaplanmıştır.

SFR değerlerinin hatasız ve tüm galaksiler için otomatik hesaplanabilmesi için bir Python kodu hazırlanmıştır. Kodun doğruluğunu kontrol etmek için Liu ve diğ. (2012) tarafından yapılan çalışmadaki akı değerleri kullanılmış ve çalışmada sunulan SFR değerleri elde edilmiştir.

4 Bulgular

4.1 Türlerine Göre BCG'ler

BPT Diyagramına Göre:

Bu çalışmada incelediğimiz galaksiler için Şekil 1'de $S/N > 15$ olan tayflardan üretilen BPT diyagramı verilmektedir. Bu diyagramda 143 galaksi etkinlik türlerine göre gösterilmektedir.

Şekil 1'de kompozit sınıf galaksiler SF ve AGN olan galaksilerin arasında bulunurlar. Ayrıca "ambiguous" olarak sınıflanan galaksiler $[NII]/H\alpha$ diyagramında AGN olarak sınıflanırken, $[SII]/H\alpha$ veya $[OI]/H\alpha$ diyagramlarında Seyfert veya LINER olarak sınıflanan galaksilerden oluşmaktadır. Tüm bu sınıfların haricinde BPT diyagramının tanımsız olduğu çizgi akı oranlarına sahip galaksiler de bulunmaktadır. Bu galaksiler çalışmada "Diğer" galaksiler olarak belirtilmiştir.

WISE Diyagramına Göre:

Bu bölümde, BPT diyagramına göre sınıflanmış galaksiler, Şekil 2'de WISE iki renk diyagramında gösterilmiştir. BPT diyagramında bulunan $S/N > 15$ olan galaksilerden 18 tanesinin WISE parlaklıkları ölçülemediğinden, bu galaksiler iki renk diyagramında kullanılamamıştır. Ayrıca BPT diyagramında SF olarak belirlenen galaksilerin tamamı WISE iki renk diyagramına göre de SF olarak belirlenmiştir.

4.2 BCG'lerin Yıldız Oluşum Hızları

Galaksiler için yapılan SFR hesaplamaları sonucu gerçek olamayacak kadar yüksek hesaplanan SFR değerlerinin de elenmesiyle 5569 ($S/N > 3$) ve 1136 ($S/N > 15$) galaksinin SFR değerleri kullanılabilir olarak belirlenmiştir. Bu galaksiler için elde edilen SFR değerlerinin histogramı Şekil 3(a)'da gösterilmektedir.

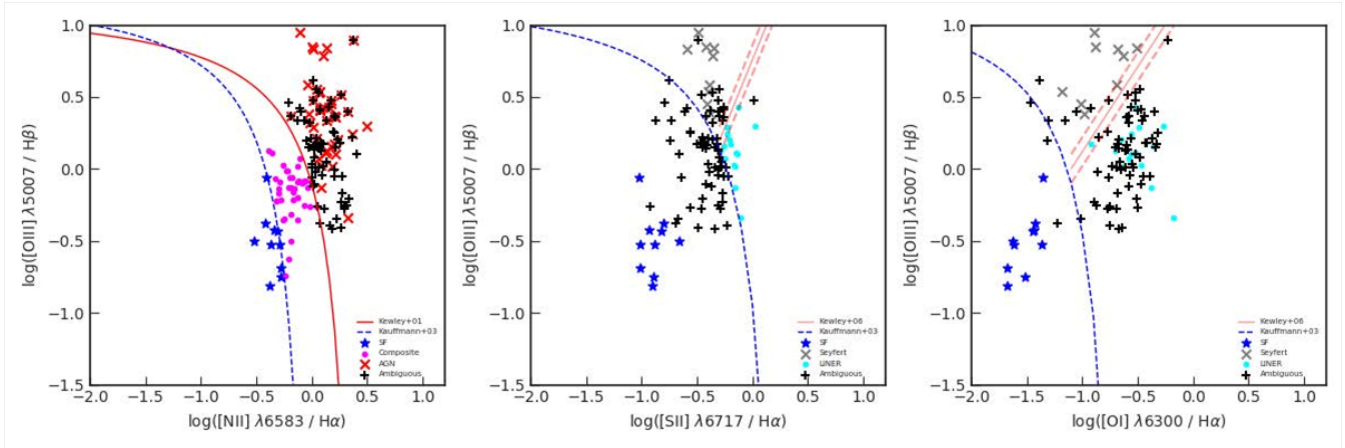
SFR - z İlişkisi:

Yıldız oluşum hızlarının kırmızıya kayma ile değişimini daha net görebilmek için, 0,1 adımlık kırmızıya kayma aralıkları için ortalama SFR değerleri hesaplanmıştır. Belirlenen 0,1 adımlık kırmızıya kayma aralıklarının herhangi birinde 10'dan daha az sayıda galaksi varsa bu galaksilerin SFR değerleri ortalama ve standart sapmalar hesaplanırken dikkate alınmamıştır. Bu değerler kullanılarak oluşturulan ve SFR değerinin kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olarak gösterildiği grafik Şekil 3(b)'de verilmiştir.

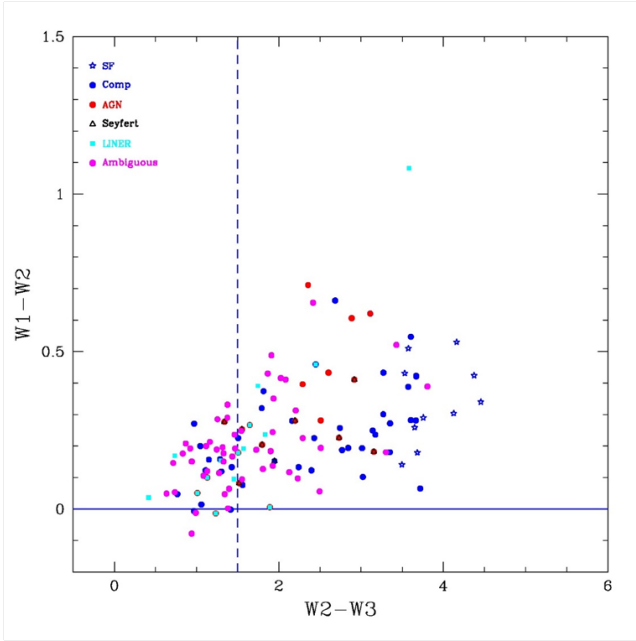
² <http://irsa.ipac.caltech.edu/Missions/wise.html>

¹ <http://www.gama-survey.org>

² <http://www.astro.ucla.edu/~wright/CosmoCalc.html>



Şekil 1. Akı hatası %50'den düşük ve $S/N > 15$ olan galaksiler için oluşturulmuş BPT diyagramı. BPT diyagramlarında, mavi yıldızlar yıldız oluşumu gösteren galaksileri (SF), pembe noktalar kompozit galaksileri (Comp), kırmızı çarpılar AGN'leri, gri çarpılar Seyfert galaksilerini, turkuaz çarpılar LINER galaksilerini ve siyah artılar ise "ambiguous" galaksileri göstermektedir.



Şekil 2. Akı hatası %50'den düşük ve $S/N > 15$ olan galaksiler için oluşturulmuş WISE iki renk diyagramı. Kesikli çizgi $W2 - W3 = 1,5$ değerini belirtmektedir. Grafikte galaksiler BPT sınıflarına göre işaretlenmiştir.

5 Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışmada CFHTLS ve SDSS gökyüzü tarama projelerinden belirlenmiş galaksi kümelerinin merkezi parlak galaksilerinin yıldız oluşum etkinlikleri araştırılmış ve merkezi parlak galaksiler etkinlik türlerine göre iki farklı yöntem ile sınıflandırılmıştır.

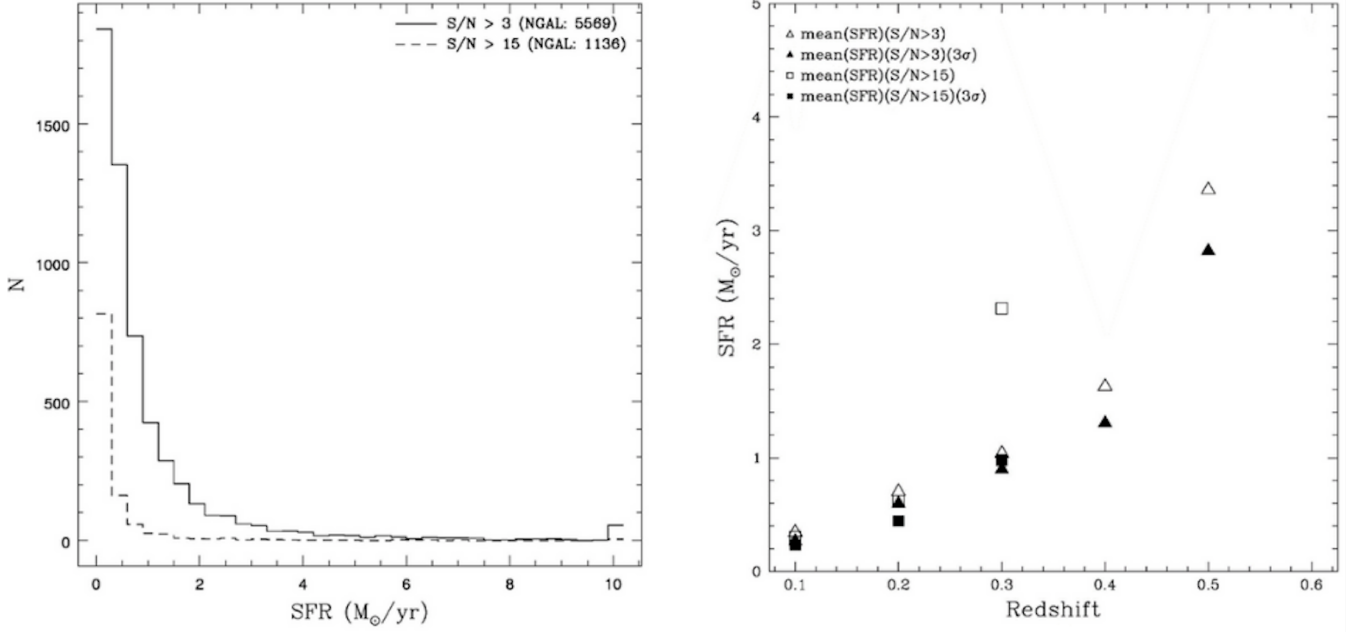
Genel olarak BCG'lerin SFR değerlerinin kırmızıya kayma ile büyük bir değişim göstermediğini söylemek mümkün olabilir. Benzer bir bulgu, bu çalışmayla yaklaşık aynı kırmızıya kayma aralığındaki 42 BCG üzerinde yaptıkları çalışmada **Cooke ve diğ. (2016)** tarafından da gösterilmiştir. Ancak daha önce Şekil

3(b)'de de gösterildiği gibi, 3σ 'nın dışında kalan galaksiler atıldıktan sonra elde edilen SFR ortalamalarının kırmızıya kayma ile azaldığı görülmektedir. Bu durum evrende büyük ölçekte görülen değişim ile uyumludur (**Madau ve Dickinson 2014**). Bununla birlikte, BCG'lerin buldukları ortamlar nedeniyle bu genel eğilimin dışında bir davranış göstermeleri de beklenebilir.

SDSS ile elde edilen tayfların $z \sim 0,4$ 'ten sonra pek etkin kullanılmadığı veya çok net sonuç vermediği görülmektedir fakat halihazırda, SDSS'ten daha büyük çaplı bir teleskop ile yürütülen bir tayfsal gökyüzü taraması yoktur. Ancak yakın gelecekte daha büyük teleskoplarla yapılacak tayfsal gökyüzü tarama projeleri ile yüksek kırmızıya kaymaya sahip çok sayıda galaksinin yıldız oluşum hızlarını incelemek ve bunların kozmik zamanla nasıl değiştiğini araştırmak mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- Alis, S.: Evolutionary Effects on Brightest Cluster Galaxy (BCG) Detections in the CFHTLS-Deep Fields. Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd 86 (2009) 309.
- Aliş, S., Yelkenci, K., Benoist, C., Limboz, F.: CFHTLS'den Seçilmiş Galaksi Kümelerinin Merkezi Parlak Galaksileri. XVIII. Ulusal Astronomi Kongresi Bildiri Kitabı (2012) s. 345.
- Baldwin, J. A., Phillips, M. M., ve Terlevich, R.: Classification Parameters for The Emission-Line Spectra of Extragalactic Objects. Publications of the Astronomical Society of the Pacific (1981) 93, 5.
- Cluver, M. E., Jarrett, T. H., Hopkins, A. M., ve diğ.: Galaxy and Mass Assembly (GAMA): Mid-infrared Properties and Empirical Relations from WISE. The Astrophysical Journal (2014) 782 90.
- Cooke, K. C., O'Dea, C. P., Baum, S. A., ve diğ.: Star Formation in Intermediate Redshift $0.2 < z < 0.7$ Brightest Cluster Galaxies. The Astrophysical Journal (2016) 833 224.
- Edwards, L. O. V., Hudson, M. J., Balogh, M. L., ve Smith, R. J.: Line emission in the brightest cluster galaxies of the NOAO Fundamental Plane and Sloan Digital Sky Surveys. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (2007) 379 100.
- Fişek, S.: Galaksi Kümelerindeki Merkezi Parlak Galaksilerde Yıldız Oluşum Aktivitesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2018) Ulusal Tez Merkezi No:522540
- Fraser-McKelvie, A., Brown, M. J. I., ve Pimblett, K. A.: The Rarity of Star Formation in Brightest Cluster Galaxies as Measured by WISE. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society



Şekil 3. (a) Hesaplanan SFR değerlerinin dağılımı ($SFR < 10 M_{\odot}/\text{yıl}$ için). Düz çizgi $S/N > 3$ olan galaksileri, kesikli çizgi ise $S/N > 15$ olan galaksileri göstermektedir. **(b)** Akı hatası %50'den düşük ve $S/N > 3$ ile $S/N > 15$ olan galaksilerin SFR ortalamasının kırmızıya kayma ile değişimi. İçi boş üçgenler $S/N > 3$ olan galaksiler için, içi boş kareler ise $S/N > 15$ olan galaksiler için ortalama SFR değerini göstermektedir. İçi dolu semboller sırasıyla aynı büyüklüklerin 3σ dışında kalan galaksiler atıldıktan sonraki değerlerini göstermektedir.

(2014) 444 L63.

Hao, J., McKay, T. A., Koester, B. P., ve diğ.: A GMBCG Galaxy Cluster Catalog of 55,424 Rich Clusters from SDSS DR7. *The Astrophysical Journal Supplement Series* (2010) 191 254.

Hogg, D. W.: Distance Measures in Cosmology. (1999) arXiv:astro-ph/9905116.

Jones, C., ve Forman, W.: The structure of clusters of galaxies observed with Einstein. *The Astrophysical Journal* (1984) 276 38.

Kennicutt, R. C., Jr.: Star Formation in Galaxies Along the Hubble Sequence. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* (1988) 36 189.

Liu, F. S., Mao, S., ve Meng, X. M.: Star Formation Activities in early-type Brightest Cluster Galaxies. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (2012) 423 422.

Madau, P., ve Dickinson, M.: Cosmic Star-Formation History. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* (2014) 52 415.

O'Dea, C. P., Baum, S. A., Privon, G., ve diğ.: An Infrared Survey of Brightest Cluster Galaxies. II. Why are Some Brightest Cluster Galaxies Forming Stars?. *The Astrophysical Journal* (2008) 681 1035.

Olsen, L. F., Benoist, C., Cappi, A., ve diğ.: Galaxy Clusters in The CFHTLS. First Matched Filter Candidate Catalogue of The Deep Fields. *Astronomy & Astrophysics* (2007) 461 81.

Pipino, A., Kaviraj, S., Bildfell, C., ve diğ.: Evidence For Recent Star Formation in BCGs: a Correspondence Between Blue Cores and UV Excess. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (2009) 395 462.

Smith, G. P., Kneib, J.-P., Smail, I., ve diğ.: A Hubble Space Telescope lensing survey of X-ray luminous galaxy clusters - IV. Mass, structure and thermodynamics of cluster cores at $z=0.2$. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (2005) 359 417.

Wen, Z. L., Han, J. L., Liu, F. S.: Galaxy Clusters Identified from the SDSS DR6 and Their Properties. *The Astrophysical Journal*

Supplement Series (2009) 183 197.

Wright, E. L.: A Cosmology Calculator for the World Wide Web. *The Publications of the Astronomical Society of the Pacific* (2006) 118 1711.

Erişim:

044-1630: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Re-ionization Dönemi Galaksilerin Kozmolojik Simülasyonları

H. Aziz Kayihan^{1,2*}, Ferhat Fikri Özeren^{1,3}

¹Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri.

²Antalya Sınava Koleji

³TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

Özet

Bu bildiriye, evrenin ilk milyar yılındaki galaksilerin karanlık madde halolarında nasıl oluştuklarını ve kümelenme özelliklerini incelemek amacı ile oluşturduğumuz kozmolojik simülasyonu ele alıyoruz.

Anahtar Kelimeler: (cosmology:) early Universe, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Kozmolojik Simülasyonlar

Günümüzde galaksi oluşumu ve galaksi - karanlık madde halo bağlantılarını anlamak ve detaylandırabilmek için kozmolojik simülasyonlar kullanılmaktadır. Şu anki teknoloji çerçevesinde $z = 8$ civarı ve daha öte galaksileri çözümlenebilmek Hubble Uzay Teleskobu ile çok zor. Bu da görülmeye düşen galaksilerin, kümelenmiş olarak mı orada bulunduğunu, yoksa bakış doğrultumuza mı denk geldiğini açıklığa kavuşturamamaktadır. Belirli bir kozmoloji çerçevesinde tasarlanan bu simülasyonlar, yaptığımız gözlemleri anladırabilmek için faydalı olmaktadır.

Kozmolojik simülasyonlar son 4 sene içerisinde çok hızlı bir şekilde gelişti ve bu alanda çok fazla veri üretilmeye başlandı. Bu simülasyonlardan en büyük ve en kapsamlısı olan Alman Astrofizik Sanal Gözlemevi tarafından yürütülen Virgo-Millennium simülasyonlarıdır. Bu tez çalışması içerisinde olduğu gibi, daha küçük kapsamlı yapılan spesifik çalışmaları için en çok kullanılan veritabanı da bu simülasyonlardır. Python dili kullanarak bizim bu çalışma için hazırlanmış olduğumuz simülasyon kutusunun detayları takip eden bölümlerde sunulmuştur.

2 Millennium Run

Millennium Run olarak adlandırılan Millennium Simülasyonu, Lambda CDM kozmolojisi dahilinde şimdiye kadar yapılmış en geniş kapsamlı simülasyondur. Millennium simülasyonu $500 \text{ Mpc}/h^3$ lik bir alanda karanlık madde dağılımını oluşturabilmek için 10^{10} parçacık kullanılmaktadır. Simülasyon $5 \text{ kpc}/h$ çözünürlüğe sahiptir.

Garching'de bulunan Max Planck Society'nin süper bilgisayar merkezinde Virgo Konsorsiyumuna bağlı olarak 2004 yılında tamamlanan Millennium simülasyonunun kullandığı 10^{10} parçacık $8.6 \times 10^8 \text{ Msun}/h$ toplam kütleyle karşılık gelmektedir. $Z = 0$ 'dan $z = 127$ 'ya kadar oluşturulan simülasyon aşağıdaki kozmoloji değerlerini kullanmaktadır.

$$\Omega_m = 0.25, \Omega_b = 0.045, \Omega_\Lambda = 0.75, h = 0.73, n_s = 1, \sigma_8 = 0.9$$

Millennium simülasyonu halka açık olan GADGET-2 (Springel 2005) kodunun geliştirilmiş bir sürümü ile oluşturulmuştur.

* azizkayihan@gmail.com

2.1 Snapshot

Matematik ve Fizikte kullanılan simülasyonlarda verilerin saklandığı simülasyon aralıklarına snapshot adı verilir. Yani snapshot kavramı belirli bir t anında simülasyonun dondurulmuş hali denebilir. Bir simülasyon içerisinde, simülasyon çalıştırıldığı müddetçe, belli aralıklarla simülasyonun snapshotları alınır ve tüm simülasyon verisi saklanması yerine bu snapshotlar saklanır. Bunun belli amaçları mevcuttur. Bunlardan en önemlisi, herhangi bir t anında gerek duyulduğunda simülasyon, baştan başlatılmak yerine, söz konusu snapshottan başlayarak çalıştırılabilir. Bir diğeri, bir model çalışılmak istendiği zaman daha fazla çalışma alanına ve kesime hitap edebilmektedir. Kıstlı sonuçlara sahip bir simülasyon oluşturmak çok da mantıklı olmazdı, o yüzden kozmolojik simülasyonlar ele alındığında her bir snapshot, o veriyi çalışmak isteyenler için, istedikleri dönemi (istedikleri z değerini) çalışma alanına sunmaktadır. Bu bağlamda Millennium simülasyonunun, $z = 127$ 'den başlayıp $z = 0$ değerine kadar çalıştırılmış bir simülasyon olduğunu düşünürseniz, bu aralıkta, farklı z değerlerinde snapshot, yani dolayısı farklı z değerlerine sahip karanlık madde halo ve galaksi verisi sunabilmektedir. Millennium simülasyonu toplamda 64 adet snapshottan oluşmaktadır (0 ile 63 arasında).

3 Simülasyon Kutusu

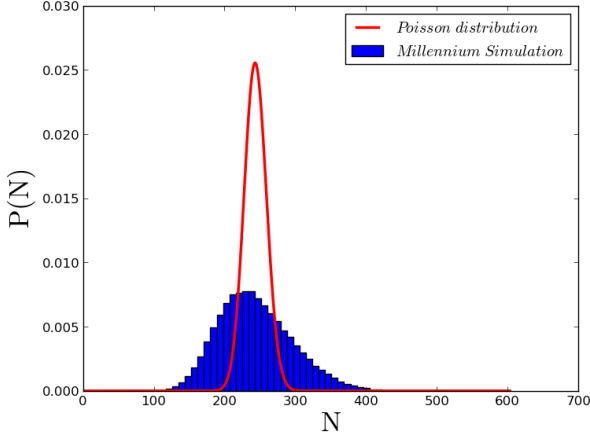
Bu çalışma kapsamında her bir boyutu 62.5 Mpc olan bir simülasyon kutusu kodlanmıştır. Bu simülasyon kutusunun detayları aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

3.1 Kod

Bu çalışma için oluşturduğumuz simülasyon kodu Python kullanılarak hazırlanmıştır. Kod genel olarak 3 parçaya bölünmüştür. Kodun bir bölümü Millennium veritabanından alınan veriyi hazırlanan kutu için daha anlamlı hale getirerek kutuya sunmaktadır. Bir diğeri bölüm kutu için periyodik sınır koşulunu belirtmektedir. Diğeri kod bölümü ise kutunun kendisini tanımlamaktadır.

3.2 Kutu Büyüklüğü

Bu çalışma için oluşturduğumuz simülasyon kutusunun her boyutu 62.5 Mpc büyüklüğündedir. Bu mesafe yaklaşık olarak 203.75 milyon ışık yılı genişliğinde bir kutuya denk gelmektedir. Benzer çalışmalar için oluşturulmuş simülasyonlarda kutu büyüklükleri daha fazla olabilmektedir. Virgo-Millennium simülasyonundaki tam kutu büyüklüğü 500 Mpc büyüklüğündedir.



Şekil 1. Pencil-beam üzerine denk gelen Samanyolu'ndan parlak galaksiler sayı dağılımları ve Poisson dağılımı.

Bu sınırla Virgo-Millennium projesi aynı zamanda şimdiye kadar yapılmış en büyük simülasyon olma özelliğini taşımaktadır.

Simülasyon kutusunun büyüklüğü ve küçüklüğü farklı faktörle değerlendirilmektedir. Örneğin, Millennium simülasyonu en büyük simülasyon olmasına karşın yüksek çözünürlüklü veya görsel sonuçlar elde etmeyi amaçlayan bir simülasyon değildir. Buna karşılık Vogelsberger ve arkadaşları (2014) tarafından hazırlanan simülasyon ise sadece 128 Mpc boyutunda olmasına karşın yapılmış en yüksek çözünürlüklü simülasyondur. Bizim simülasyon kutusu boyutu olarak 62.5 Mpc seçmemizin arkasındaki iki temel sebep, milli-Millennium simülasyon verisini kullandığımız için kutumuzu milli-Millennium boyutlarına uydurmak ve simülasyonu çalıştırmak için bir cluster'a ihtiyaç duyma gereksinimimizi azaltmaktır.

3.3 Periyodik Sınır Koşulu

Periyodik Sınır Koşulu (PBC) birim hücreleri veya küçük sistemleri kullanarak bunları daha geniş hatta sonsuz sistemlere yakınlaştırmak için uygulanan bir takım sınır koşullarıdır. PBC çoğunlukla bilgisayar simülasyonlarında ve matematiksel modellerde kullanılabilir. İki boyutta ele aldığımızda PBC, içeriğinde veri bulunan bir karenin sonsuza uyarlanması (yani bittiği noktada tekrar etmesi) olarak anlatılabilir.

Pratik olarak PBC, bir simülasyon kutusuna giren bir cismin (bizim çalışmamızda pencil beam) kutu bittiği noktada karşı tarafından kutuya tekrar girmesi demektir.

4 Sonuç

Çalışmanın ilk sonuçlarına göre üretilen galaksi sayı dağılımı normalize edilmiş olarak Şekil 1'de verilmiştir. Kutu içerisinde üretilen 100000 farklı noktadan başlayan 100000 farklı pencil-beam üzerinde bulunan Samanyolu'ndan daha parlak galaksiler kaydedilmiştir. Çalışılan bölgede $z=8$ ile $z=10$ aralığında Samanyolu'ndan daha parlak olması beklenen galaksilerin ortalama sayısı 243'dür. Kırmızı eğri, galaksi sayı dağılımı ile aynı ortalamaya sahip Poisson dağılımıdır. Galaksi dağılımının Poisson dağılımından daha geniş olması, bize galaksilerin o bölgede rasgele bir dağılım içerisinde olmadığını göstermektedir.

5 Kaynaklar

Kaynaklar

- Planck Collaboration Ade P. A. R., Aghanim N., et al. 2013
 Spergel D. N., et al., 2003, ApJS, 148, 175
 Springel V., et al. 2005, Nature, 435, 629
 Trenti M., et al. 2011, ApJ, 727, L39
 Trenti M., Perna R., Tacchella S., 2013, ApJ, 773, L22
 Taylor M.B. 2005, 2005ASPC..347...29T.
 Sheth Ravi K. et al. 2001, 2001MNRAS.323....1S.

Erişim:

O44-1650: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Multi-wavelength Analyses of Merging Binary Galaxy Clusters

Turgay Çağlar¹★,

¹*Leiden Observatory, Astronomy Department, Leiden*

Özet

Clusters of galaxies are the largest observed laboratories, which are formed around massive galaxies due to gravitational in-fall of other objects. Multi-wavelength investigations of galaxy clusters allow us to understand structure formation of the universe. One of the most interesting results of these investigations is the collisions between massive objects, such as cluster-cluster interactions, which are known as mergers. In this study, we aim to understand the dynamical structures of our samples and physical processes throughout mergers. We present a multi-wavelength analyses results of the following galaxy clusters: Abell 3653, Abell 141. X-ray luminosity and optical density maps confirm that both galaxy clusters are bimodal merging galaxy clusters. Furthermore, comparisons between optical and X-ray data reveals that while both galaxy cluster are in an early stage of merger.

Anahtar Kelimeler: galaxies: clusters: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O44-1655: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

İlkokulda STEM Eğitimi Yoluyla Astronomi ve Uzay Bilimleri Kariyer Farkındalığı Gezisi: Kayseri İli Örneği

Çelebi Kalkan¹★,

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kayseri

Özet

Bu çalışmanın amacı; STEM eğitimi anlayışının en somut uygulamalarından biri olan alan gezileriyle, erken çocukluk döneminden itibaren STEM alanlarını tanıtmak ve bu alanlar ile ilgili kariyer farkındalığı oluşturmaktır. 2017/2018 Eğitim-öğretim yılı 1. Döneminde ERÜ Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümüne, Kayseri’de bir ilkokulda 2. Sınıfa giden 24 öğrenci ile bir gezi düzenlenmiştir. Çalışmada, veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmış ve öğrencilerin gezi ile ilgili görüşleri alınmıştır. Gezi esnasında öğrencilerin çalışmalardan oldukça keyif aldıkları, dikkatlerinin uzun süre dağılmadığı ve gezi-gözlem yaptıkları bölüm ile ilgili kariyer farkındalığı oluştuğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak iyi planlanmış bir STEM kariyer gezisinin amaçlarına ulaşabilir olduğunu göstermiştir. Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi,Gezi,İlkokul

Anahtar Kelimeler: Education, Tarih, Eğitim, İdari

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018’te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O44-1700: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

TUG'da Gözlenen Am Yıldızları

Aslı Elmaslı Akçar¹★,

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

Özet

Bu çalışmada, A-tayf türünden π Dra, HR 7545 ve HR 7250 yıldızlarının atmosfer parametreleri ile kimyasal bollukları hesaplandı. Yıldızların 3900 ile 7900 Å dalgaboyu aralığını kapsayan yüksek çözünürlüklü tayfları TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde yer alan RTT150 teleskobuna bağlı Coude tayfçeki ile elde edildi. Yıldızların detaylı kimyasal bolluk analizi sonucunda her üçünde Am türü kimyasal tuhaf yıldız olduğu anlaşıldı. Ayrıca, evrim yolları yardımıyla yıldızların kütleleri ve yaş izokronları ile yaşları da belirlendi.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Am Yıldızları

Kimyasal tuhaf yıldızlar, tayflarında kimyasal bolluk anomalileri gösteren yıldızlara denir. Bunlar arasında, Sc ve/veya Ca kimyasal bolluğu değerleri Güneş'e nazaran fakir, demir grubu elementleri Güneş'e göre bol ve ağır metaller ise aşırı zengin olanlar "Am türü yıldızları" olarak isimlendirilmektedir.

2 Tayfsal Gözlem

π Dra, HR 7545 ve HR 7250 yıldızlarının yüksek çözünürlüklü ($R = 55.000$) tayfsal verileri 17-18 Aralık 2015 tarihlerinde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan ve RTT150 teleskobuna bağlı olan Coude tayfçeki ile elde edildi. Yıldızların tayfsal verileri 3900 ile 7900 Å aralığını kapsamaktadır.

3 Yıldızların Atmosfer Parametreleri

π Dra, HR 7545 ve HR 7250 yıldızlarının atmosfer parametreleri geleneksel yöntemler ile belirlendikten sonra detaylı kimyasal bolluk analizi gerçekleştirildi. Analiz esnasında atmosfer modellerini oluşturmak için ATLAS9 kodu (Kurucz 1993a; Sbordone et al. 2004; Kurucz 2005) kullanıldı. Tayflarında görülen tüm soğurma çizgilerinin eşdeğer genişlikleri ise WIDTH (Kurucz 2005; Sbordone et al. 2004) koduyla hesaplandı. Tüm yıldızların atmosfer parametreleri, metal bollukları ve dönme hızları Çizelge 1'de listelendi. Her üç yıldızın element bolluk dağılımı ise Şekil 1'de verilmektedir.

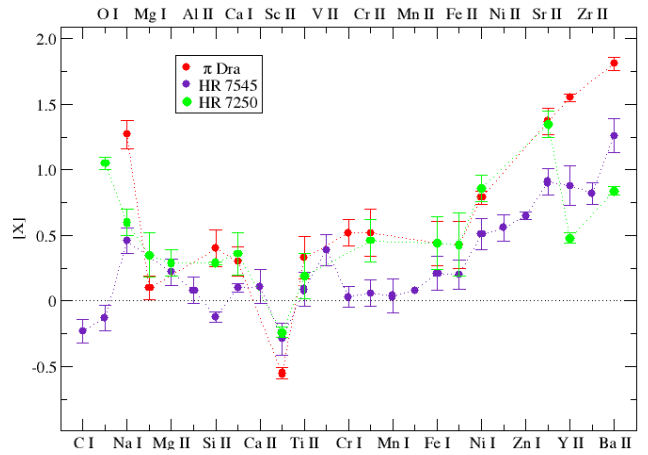
4 Sonuç

Bu çalışmada, π Dra, HR 7545 ve HR 7250 yıldızlarının TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nden alınan yüksek çözünürlüklü tayfsal verilerine uygulanan kimyasal bolluk analizinin sonuçları verilmektedir. Bu sonuçların yer aldığı Şekil 1'e bakınca her üç yıldızın skandiyum elementinin bolluğunun Güneş'e göre fakir, demir grubu elementlerin ise Güneş'e göre daha bol ve ağır metallerin ise oldukça zengin olduğu görülmektedir.

TUG tayfsal verisi olan normal A-tayf türü 28 Peg yıldızı (Elmaslı et al. 2016) ile bu çalışmadaki yıldızların kimyasal bollukları Şekil 2 üzerinde kıyaslanmaktadır. Bu şekilde 28 Peg yıldızının element bolluk değerlerinin Güneş bolluğu civarında olduğu görülmektedir. Yine aynı şekil üzerinde çalışma yıldızlarının bolluk dağılımlarının 28 Peg'inki ile karşılaştırıldığında

Çizelge 1. Yıldızların atmosfer parametreleri, metal bollukları ve dönme hızları.

Yıldızın Adı	T_e (K)	$\log g$	ξ	[X/H]	vsini (km/s)
π Dra	9200	3.9	3.1	0.44	25
HR 7545	8800	3.4	3.4	0.44	12
HR 7250	8500	3.4	3.4	0.41	42



Şekil 1. π Dra, HR 7545 ve HR 7250 yıldızlarının bolluk dağılımları

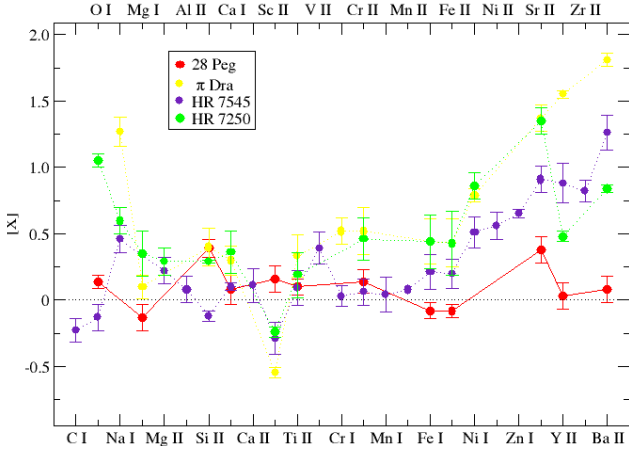
Çizelge 2. Yıldızların atmosfer parametreleri, metal bollukları ve dönme hızları.

Yıldızın Adı	Kütle M_{\odot}	Yaş (Milyon Yıl)
π Dra	2.64 ± 0.02	500 ± 20
HR 7545	2.60 ± 0.09	560 ± 40
HR 7250	3.25 ± 0.02	400 ± 70

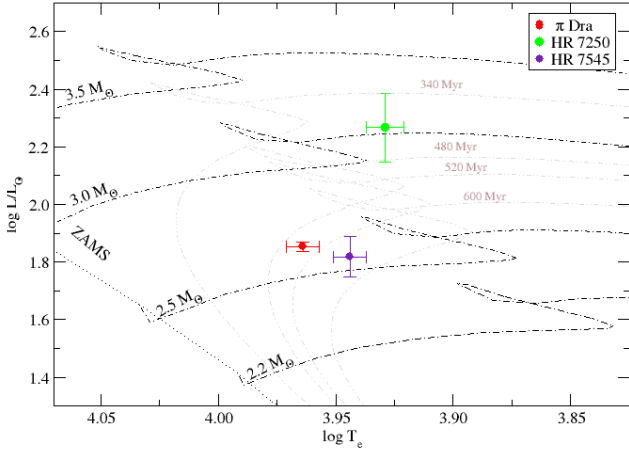
anormallikleri görülmektedir. A-tayf türü yıldızlarında görülebilen bu tarz bolluk örüntüsü Am türüne işaret etmektedir.

Ayrıca, Salasnich et al. (2000)'nin evrim yolları ile her üç yıldızın kütleleri ve Bressan (2012)'nin izokronlarıyla da yaşları belirlenerek Şekil 3'te gösterilmiştir. Yıldızların kütle ve yaş değerleri ise Çizelge 2'de yer almaktadır.

★ elmasli@ankara.edu.tr



Şekil 2. 28 Peg (normal A-tayf türü) yıldızının kimyasal bolluk dağılımının çalışmada yer alan Am yıldızları ile karşılaştırması.



Şekil 3. Her üç yıldızın evrim yolları ile yaş izokronları.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Proje numarası 14BRTT150-671 ile desteklendi.

Kaynaklar

- Bressan, A., Marigo, P., Girardi, L., Salasnich, B., Dal Cero, C., Rubele, S. & Nanni, A.: PARSEC: stellar tracks and isochrones with the PAdova and TRieste Stellar Evolution Code. *MNRAS*, **427** (2012) 127
- Elmaslı, A., Çalışkan, Ş., Kılıçoğlu, T., Ünal, K., Nasolo, Y., Albayrak, B.: Detailed photospheric abundances of 28 Peg and HD 202240. *NewA*, **42** (2016) 38
- Kurucz, R. L. 1993a, Kurucz CD-ROM, Cambridge, MA: Smithsonian Astrophysical Observatory, c1993, December 4, 1993
- Kurucz, R. L.: ATLAS12, SYNTHE, ATLAS9, WIDTH9, et cetera. *MSAIS*, **8** (2005), 14
- Salasnich, B., Girardi, L., Weiss, A. & Chiosi, C.: Evolutionary tracks and isochrones for alpha-enhanced stars. *A&A*, **361** (2000), 1023
- Sbordone, L., Bonifacio, P., Castelli, F. & Kurucz, R. L.: ATLAS and SYNTHE under Linux. *MSAIS*, **5** (2004), 93

Erişim:

O45-1730: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Oldukça Yüksek Dış Merkezli Çift Sistem: HD 10259

Mesut Yılmaz¹★, Selim O. Selam¹, Varol Keskin², İbrahim Özavcı¹, Didem D. İzci¹,
Onur Yörükoğlu¹

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

²Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova, İzmir

Özet

2007 yılından buyana TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde sürdürülen G-K türü dev yıldızların hassas Doppler araştırmaları kapsamında (Yılmaz et al. 2015), dikine hızları 1 ile 10 $km\,sn^{-1}$ arasında ve uzun dönemli (dönemleri 100 günden fazla) değişimler gösteren birkaç yıldız olduğu görüldü. Bu adaylardan biri de HD 10259 yıldızıdır ve dikine hızında 550 gün mertebesinde yaklaşık 5 $km\,sn^{-1}$ genlikli bir değişim sergilemektedir. Adayın hassas dikine hız ölçümleri TUG'da bulunan 1.5 m'lik RTT150 teleskobu ve ona bağlı iyot (I_2) soğurma hücresi yardımıyla elde edildi. HD 10259 yıldızının hassas dikine hız ölçümleri için yörünge analizi gerçekleştirildi ve sisteme ilişkin yörünge parametreleri tayin edildi. Yapılan en iyi Kepler yörünge fiti ile bilinen tek çizgili tayfsal çift yıldızlar içerisinde oldukça ($e \sim 0.65$) yüksek dış merkezliğe sahip bir çift sistem olduğu anlaşıldı. Bileşenin minimum kütle değeri ise $m_2\,sini \sim 0.21$ olarak elde edildi.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: spectroscopic, Yıldız Tayfı

Kaynaklar

Yılmaz M., et al., 2015, NewA, 34, 108

Erişim:

O45-1735: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

RV Tauri türü Post-AGB Yıldızların α -element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY205

Gizay Yolalan^{1*}, Timur Şahin¹, Melek Dülger¹, Ahmet Dervişoğlu^{2,3}

¹ Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Fen Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07058, Antalya

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

³ Fizik Bölümü, Fen Fakültesi, Zagreb Üniversitesi, 10000, Bijenika cesta 32, Hırvatistan

Özet

Bu çalışma kapsamında, *HR* diyagramında Cepheid kararsızlık kuşağı ve Mira türü değişenler arasında yer alan ve tayfsal analizlerinde bazı element (e.g. Fe, Mg, Al, Ca, Ti, Si) bolluklarında beklenmedik düşüşler sergileyen RV Tau türü yıldızlar için ATLAS9 / TLUSTY modelleri yardımı ile α -element (Mg, Ca, Ti, Si) bollukları hesaplanmış ve hesaplanan bu bollukların yararlanılan alternatif opasiteler (çizgi ve/veya süreklilik), atomik veri ve RTE' nin çözümü için benimsenen farklılıklardan kaynaklı olduğu düşünülen bir değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. McDonald gözlemevi 2.1 m lik Otto Struve teleskopu ve Sandiford tayfçeriyle alınan yüksek çözünürlüklü echelle tayflar üzerinde gerçekleştirilen analizlerde, TLUSTY modelleri yardımı ile hesaplanan bolluklar, ATLAS9 modelleri kullanılarak hesaplanan bolluklara göre -0.35 dex (CE Vir; 5528 Å MgI) ile +0.30 dex (HP Lyr; 5588 Å CaI) arasında değişen değerlere sahip bir farklılık göstermektedir. Böylelikle bolluk analizinde tercih edilen model atmosfer yapısının (fiziki), literatürde RV Tauri sistemleri için gözlenen bolluk anomalilerin izahı amacıyla listelenen gaz-toz ayrışımı ve FIP etkisi gibi süreçlerin değerlendirilmesi aşamasında etkin bir rol oynayacağı anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, özellikle Ca ve Mg element bolluklarında çizgi bazında en fazla değişimi gösterdiği tespit edilen iki RV Tau türü yıldız olan HP Lyr ve CE Vir yıldızlarının ön çalışma sonuçları paylaşılmıştır. Yine bu çalışma kapsamında literatürde ilk kez F, G ve K tayf türünden soğuk yıldızların tayfsal analizlerinde kullanılabilecek bir model grid oluşturulmuştur. Söz konusu grid, geniş bir sıcaklık ($T_{eff} = 4500^{\circ}\text{K} - 10\,000^{\circ}\text{K}$), çekim ivmesi ($\log g = 1.0 - 4.5 \text{ cm/sn}^2$) aralığında ve $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.0$ için hesaplanmış ve yerel termodinamik dengede (LTE) model atmosferleri içermektedir.

Anahtar Kelimeler: stars: AGB and post-AGB, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Post-AGB evrim aşamasındaki bir yıldızın atmosferi dinamik olarak oldukça kararsızdır. Bu evrede oldukları düşünülen RV Tau yıldızları, kararsızlık kuşağı ile Mira türü değişen yıldızlar arasında bulunur. Zonklama dönemleri 30 - 150 gün arasında değişen bu yıldızlar, fotometrik ve tayfsal farklılıklarından dolayı 2 farklı şekilde guruplandırılırlar. Söz konusu bu alt guruplarda görülen farklılık; fotometrik sınıflandırmada, ortalama parlaklığı değişmeyen RV Tau türü yıldızlar RVA olarak tanımlanırken, değişenler ise RVb olarak listelenirler (Kukarkin vd. 1958). Tayfsal sınıflandırmada, tayfsal bazı farklılıklar çerçevesinde ise RV Tau yıldızları RVA, RVB ve RVC gibi alt guruplara ayrılırlar (Preston vd. 1963).

Bu çalışma kapsamında kullandığımız TLUSTY205 kodu (Hubeny 1988), literatürde sıklıkla sıcak yıldız atmosferlerini modellemede kullanılan hem LTE hem de non-LTE rejimde model atmosfer hesaplama kabiliyetine sahip 1D bir yıldız atmosfer kodudur ve F, G, K türü soğuk yıldız atmosferi için test edilmiştir. F, G ve K tayf türü yıldızları için gerçekleştirilecek tayfsal analizlerde opasite hesaplamalarında etkili olan konveksiyonun varlığı göz ardı edilemez. Bu nedenle her 2 kod için konveksiyon-opasite bağımlılığı, seçilen program yıldızları için detaylı olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, literatürde soğuk yıldızlar için gerçekleştirilen tayfsal analizlerde sıklıkla tercih edilen ATLAS9 kodu yardımı ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

* gzy_07@hotmail.com

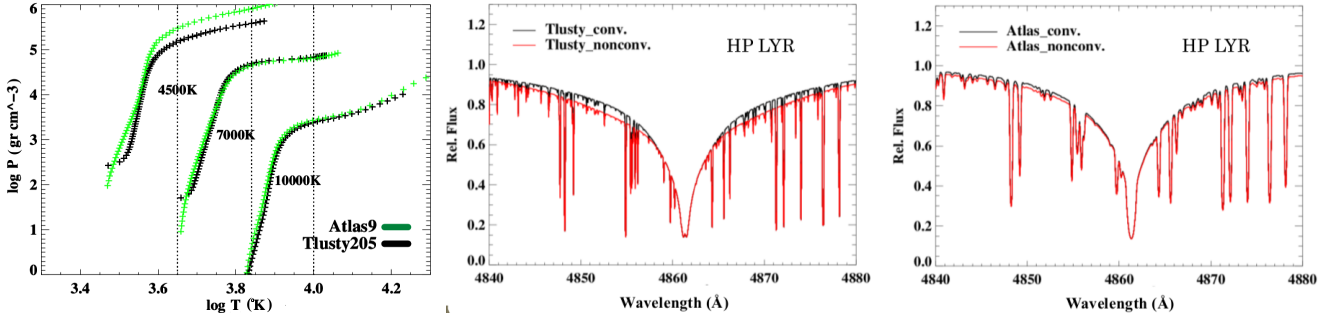
2 Gözlemler ve Model Atmosferler (ATLAS & TLUSTY)

Çalışma kapsamında 111T219 no' lu TUBITAK 1001 projesi kapsamında, McDonald gözlemevi' nde elde edilmiş yüksek çözünürlüklü ($R \approx 48\,000$; 4850-5600Å dalgaboyu arasında) tayflar kullanılmıştır. Seçilmiş RV Tau yıldızları HP Lyr ve CE Vir için model atmosfer parametreleri nötral ve iyonize Fe çizgileri için uyarılma ve iyonizasyon dengeleri gözönüne alınarak belirlenmiştir. Buna göre HP Lyr için model parametreleri (T_{eff} , $\log g$, $[\text{Fe}/\text{H}]$, V_{mic}) = (6650°K, 1.60 cgs, -0.7 dex, 4.80 kms^{-1}) olarak hesaplanırken aynı parametre seti CE Vir yıldızı için (4550°K, 1.20 cgs, -0.8 dex, 3.45 kms^{-1}) olarak hesaplanmıştır.

TLUSTY, LTE koşul altında RTE çözümü için Feautrier metodunu kullanır. ATLAS9 kodunda RTE çözümü için ALI iterasyon tekniği benimsenir. Gerek ATLAS9 gerekse TLUSTY de, 1D LTE veya NLTE model hesaplamak için 2 alternatif yol izlenebilir; ilki için yeni bir model atmosfer hesabı öngörülür. Diğer yöntemde ise yeni model, daha önce oluşturulmuş bir referans model esas alınarak hesaplanır.

3 Bulgular ve Tartışma

Belirlenen model atmosfer parametreleri çerçevesinde konveksiyonun model parametreleri üzerine etkisini göstermek üzere H/β çizgi kanatlarından yararlanılmıştır. Şekil 1' de HP Lyr yıldızı için TLUSTY ve ATLAS kodu yardımıyla konveksiyonun varlığına ve yokluğunda hesaplanmış sentetik normalize tayflar arasındaki, özellikle çizgi kanatlarındaki, farklılıklar açıkça görülmektedir. Çizgi kanatlarında gözlenen bu farklılıklar hidrojen



Şekil 1. TLUSTY ve ATLAS kodu için sıcaklık ve basınç değişimi (sol panel). HP Lyr yıldızı için TLUSTY ve ATLAS model atmosferleri yardımıyla hesaplanmış H β çizgi profilleri değişimi. (orta ve sağ panel).

çizgileri esas alınarak gerçekleştirilecek model parametre tespitinde özellikle T_{eff} ve $\log g$ parametrelerinde bazı farklılıklara yol açacaktır.

Gerek ATLAS9 (Kurucz 1970) gerekse TLUSTY model atmosferleri için sırasıyla MOOG-Synth (Snedden 1973) TLUSTY-Synplot arayüzleri yardımı ile MgI (5528 Å) ve CaI (5588 Å) için hesaplanan bolluklar ve çizgi bazında hesaplanan sentetik profiller Şekil 2' de sunulmaktadır.

Soğuk yıldız atmosferinde etkin olan konveksiyon, TLUSTY' de grid üretme aşamasında sıcaklık düzeltme problemi ile birlikte bir sorun teşkil eder. Bu sorun büyük ölçüde, optik derinlik ölçeğinin değiştirilmesiyle çözülmüştür. Gridin yerel termodinamik dengede (LTE) $[Fe/H] = -1.0$ için sıcaklık ($T_{eff} = 4500^{\circ}K - 10\ 000^{\circ}K$), çekim ivmesi ($\log g = 1.0-4.5$ cm/sn^2) aralığında hesaplanmış model atmosferlerinde $8\ 000 - 10\ 000^{\circ}K$ arasında değişen sıcaklıklara sahip model atmosferler için konveksiyon etkisinden çok, sıcaklık düzeltme probleminin baskın olduğu görülmüştür. Karşılaştığımız bu sorun yeni modelin referans bir model atmosfer kullanılarak hesaplanması yoluyla giderilmiştir. TLUSTY model atmosferinde her katman için (70 katman) hesaplanan parametre seti (m, τ, T, P, ρ, n_e), hesaplanan modellerin denetlenmesi amacı ile ATLAS kodu (72 katman) yardımı ile hesapladığımız parametre seti ile bir karşılaştırmaya tabi tutulmuştur. Şekil 1' de çalışma kapsamında oluşturulan model grid sınırlarında yer alan ve sırasıyla $4500^{\circ}K$, $7000^{\circ}K$ ve $10000^{\circ}K$ sıcaklıklı ve $\log g = 4.5$ çekim ivmesine sahip modeller için $\log T$ vs. $\log P$ grafikleri içerilmiştir. Buna göre $4500^{\circ}K$ sıcaklıklı model için ATLAS ve TLUSTY model hesaplamalarında bir farklılık görülsede $7000^{\circ}K$ ve $10000^{\circ}K$ sıcaklıklı, $\log g = 4.5$ çekim ivmeli modeller için model hesaplarının daha uygun olduğu görülmektedir. Bu durum ötegezegen çalışmaları için tercih edilecek model atmosfer kod seçiminin önemine vurgu yapar niteliktedir.

Teşekkür

RV Tauri türü Post-AGB Yıldızların α -element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY205 başlıklı bu kısa bildiriye en iyi kısa bildiri ödülüne layık gören Türk Astronomi Derneğine (TAD) ve UAK2018 organizasyonunda emeği olan herkese teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Kukarkin, B. V., Parenago, P. P., Yu, N., and Kholopov, P. N.: General Catalogue of Variable Stars (2nd ed.; Moscow: Acad. Sci. USSR). (1958) 1
Preston, G. W., Krzeminski, W., Smak, J., and Williams, J. A.: A

Spectroscopic and Photoelectric Survey of the RV Tauri Stars. ApJ. **137** (1963) 401

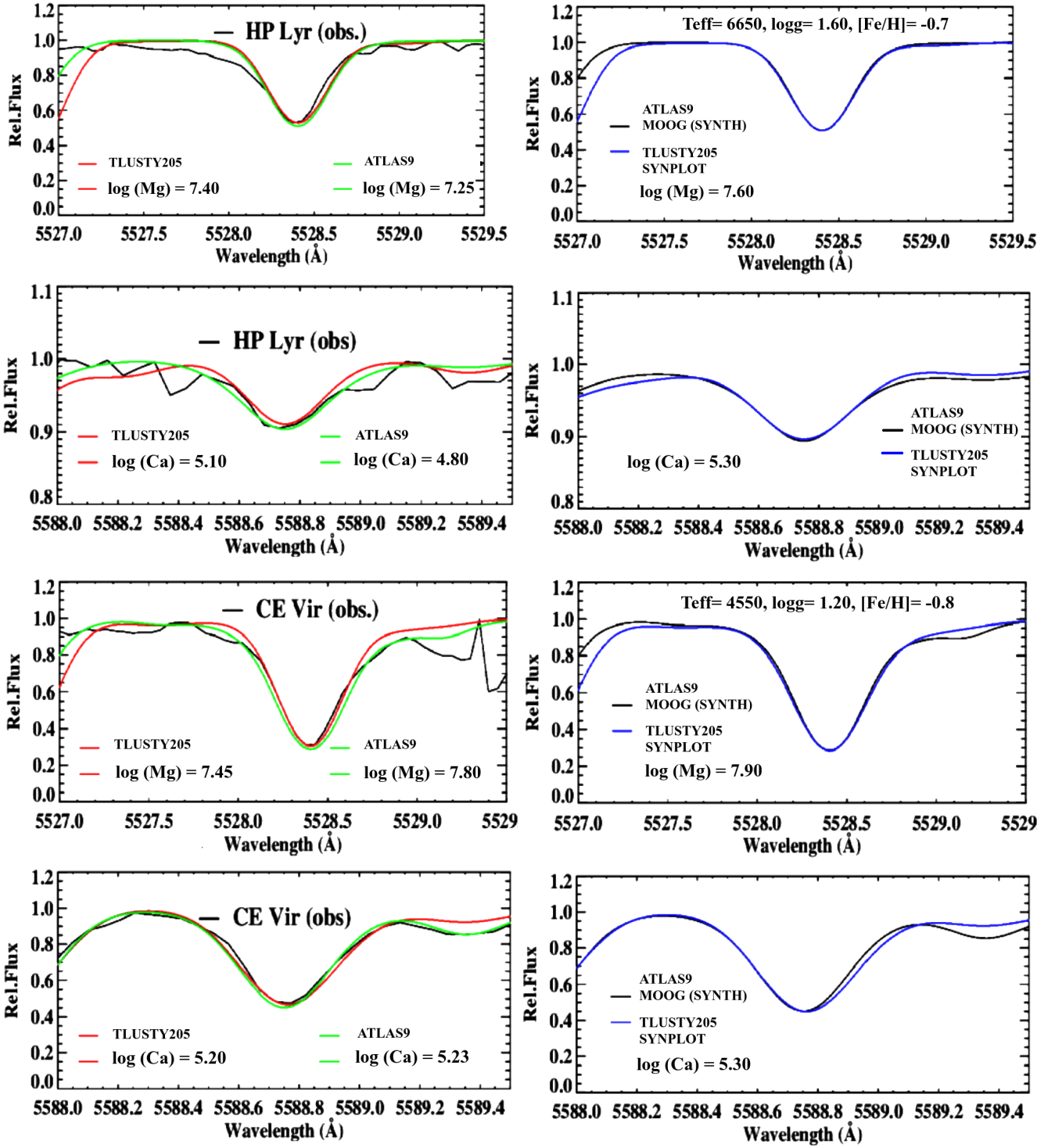
Snedden, C.: Ph.D. thesis, Univ. Texas, Austin (1973) 1

Hubeny, I.: A computer program for calculating non-LTE model stellar atmospheres. Computer Physics Communications. **52** (1988) 103–132

Kurucz, R. L.: ATLAS A Computer Program For Calculating Model Stellar Atmospheres. Research in Space Science SAO Special Report. **309** (1970) 1

Erişim:

O45-1740: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.



Şekil 2. Sol panel, program yıldızları HP Lyr ve CE Vir için aynı grafiklerde belirtilen bolluk değerleri için hesaplanan sentetik çizgi profillerini, sağ panel ise her iki yıldız için hesaplanan model atmosfer parametreleri çerçevesinde ATLAS9 model atmosferi ve MOOG-SYNTH arayüzü ile hesaplanmış sentetik çizgi profillerine TLUSTY-SYNPLOTTED arayüzü ile gerçekleştirilen fitleri göstermektedir.

Güney Yarımküre'den V4396 Sgr ve BK Ind Ayrık Çift Yıldızlarının Tayfsal Gözlemleri

Burcu Apak¹, Derya Sürgit^{2*}, Ahmet Erdem¹, Chris A. Engelbrecht³

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

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale

³Department of Physics, University of Johannesburg, South Africa

Özet

Bu çalışmada Güney Yarımküre gökyüzünden seçilen V4396 Sgr ve BK Ind ayrık çift yıldızlarının, Güney Afrika Astronomi Gözlemevi'nde elde edilen, ilk tayfsal gözlem verileri sunulmuştur. V4396 Sgr ve BK Ind ayrık çift yıldızlarının bileşenlerinin dikine hız eğrileri çapraz-eşleme (cross-correlation function) ve KOREL yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Seçilen ayrık çift yıldızların tayfsal kütle oranları sırasıyla 0.88 ± 0.03 ve 0.86 ± 0.05 olarak belirlenmiş ve yörünge parametreleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: techniques: radial velocities, Yıldız Tayfı

1 Literatür Özeti

V4396 Sgr (BV 786 = HD 170280 = TYC 7398-1869- 1 = 2MASS J18300207-3329431, $V=7.75$ mag), Strohmeier et al. (1966) tarafından, fotografik yöntemle, değişen yıldız olarak keşfedilmiş ve sistemin fotografik genliği 0.2 mag olarak belirlenmiştir. SIMBAD veri tabanına göre, B8V tayf türünden Algol türü örten bir çift sistem olarak kaydedilmiştir. Sistem, Kazarovets et al. (1999) tarafından Algol türü örten bir çift sistem olarak sınıflandırılmıştır. V4396 Sgr, Malkov et al. (2006)'nın örten çift sistemlere ilişkin kataloğunda kaydedilmiş, daha sonrasında McDonald et al. (2012) ve Avvakumova et al. (2013) tarafında hazırlanan temel parametrelerin belirlendiği katalog çalışmalarında yeniden ele alınmıştır. V4396 Sgr'nin ilk fotometrik ışık eğrisi Pojmanski (2002) tarafından yayınlanmış; sistemin yörünge dönemi 1.74502 gün olarak belirlenmiş ve ASAS kataloğunda (All Sky Automated Survey) değişen yıldız olarak listelenmiştir.

BK Ind (HD 194969 = TYC 8414-72- 1 = 2MASS J20303456-4951187, $V=10.27$ mag), sistemi ilk olarak Houk (1978), "Michigan catalogue of two-dimensional spectral types for HD stars" kataloğunda listelenmiştir. Sistem, Kazarovets et al. (1999) tarafından Algol türü örten bir çift sistem olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra sistem, Malkov et al. (2006)'nın örten çift sistemlere ilişkin kataloğunda da yer almaktadır. McDonald et al. (2012) ve Avvakumova et al. (2013) yapılan katalog çalışmaları ile sistem güncellenmiştir. İlk fotometrik ışık eğrisi Pojmanski (2002) tarafından yayınlanmış; sistemin yörünge dönemi 1.11249 gün olarak belirlenmiş ve ASAS kataloğunda (All Sky Automated Survey) değişen yıldız olarak listelenmiştir. Seçilen her iki sistem ihmal edilmiş ve literatürde herhangi bir fotometrik ve/veya tayfsal çalışmaları bulunmamaktadır.

2 Tayfsal Gözlemler ve Veri İndirilmesi

Bu çalışma kapsamında seçilen V4396 Sgr ve BK Ind sistemlerinin tayfları, 2012 ve 2017 yıllarında Güney Afrika Astromi Gözlemevi'nde (South Africa Astronomical Observatory, SAAO), 1.9 m Cassegrain teleskobu ve buna bağlı SİTe CCD kamera

ve 2015 yılından itibaren kullanılmaya başlanan SpUpNIC CCD camera ve slit (grating) tayf çekeri ile alınmıştır. 2012 yılında alınan gözlemlerde; her biri $15 \mu\text{m}$ boyutunda olan 266×1798 pikselden oluşan ve verimli dalgaboyu aralığı $0.35 \mu\text{m}$ ile $1 \mu\text{m}$ arasında değişen SİTe CCD kamera kullanılmıştır. Gözlemlerde grating 4 kullanılmıştır. Grating 4'ün gözlem duyarlılığı 410-510 nm dalgaboyu aralığında olup maksimum duyarlılığı 460 nm'dir; çözünürlüğü 0.1 nm ($R=4600$) ve slit genişliği 1.5 yaysaniyesidir. 2015 yılından itibaren 2048×512 pikselden oluşan (E2V CCD42-10) SpUpNIC CCD camera kullanılmaya başlanmıştır. Gözlemlerde, grating 4 (slit) tayf çeker kullanılmıştır. Dalgaboyu aralığı 4000 - 5250 Å (Range:1250 Å) olup slit genişliği 0.15-4.2 yay saniyesi aralığında değişmektedir. Seçilen ayrık çift sistemlerden, V4396 Sgr ve BK Ind sistemlerinin Güney Afrika Astronomi Gözlemevi'nde, 4-10 Temmuz 2012, 5-17 Ekim 2017 ve 9-22 Ağustos 2017 tarihleri arasında yapılan tayfsal gözlemlerinde sırasıyla 11 ve 42 adet tayfı elde edilmiştir. Tüm tayfsal gözlemler sırasında her bir yıldız için parlaklığına göre verilen poz süresi hava koşullarına bağlı olarak ortalama 800 - 1000 s arasında değişmektedir. Gözlemler sırasında her bir yıldız görüntüsünün öncesinde ve sonrasında Cu/Ar lambası, mukayese tayfı olarak alınırken; FLAT düzeltmesi için her gece ortalama 10 adet beyaz ışık görüntüsü ve 10 adet BIAS görüntüsü alınmıştır. Gözlemlerin indirgenmesinde ve veriye dönüştürülmesinde IRAF yazılımının (iraf.noao.edu/) içinde yer alan tasklar kullanılmıştır.

3 Tayfsal Veri Analizi ve Yörünge Çözümü

Dikine hızların ölçümü, dalga kalibrasyonu ve normalizasyonu yapılan tayflara çapraz eşleşme (cross-correlation) ve Fourier ayıklama (Fourier disentangling, KOREL, Hadrava (1995, 1997)) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak yapılmıştır. Seçilen sistemler IRAF paketi içinde yer alan FXCOR programı kullanılarak Çapraz Eşleme Yöntemi ile dikine hızları okunmuştur. Bu yöntem ile okunan dikine hız verilerinden sistemlerin yörünge parametreleri elde edilmiş ve KOREL programına girdi parametreleri olarak uygulanmıştır. KOREL programı, Hadrava (1995, 1997) tarafından Fortran dilinde yazılmış bir çizgi kesitindeki çift ya da maksimum beş yıldız bileşenlerinin akı katkılarının Fourier analiziyle ayrıştırılmasına dayanmaktadır. Ay-

* dsurgit@comu.edu.tr

Çizelge 1. V4396 Sgr ve BK Ind'in Yörünge Çözümleri

Parametre	V4396 Sgr	BK Ind
P_{orb} (days)	1.74502(sbt)	1.11249(sbt)
T_0 (HJD)	53994.6105±0.0050	51871.8714±0.0033
K_1 (km/s)	151.8±1.8	125.4±2.2
K_2 (km/s)	170.8±1.8	144.3±2.3
V_γ (km/s)	-18.23±1.18	-9.72±1.32
$q_{sp} = M_2/M_1$	0.88±0.03	0.86±0.05
$A_1 \sin i$ (AU)	0.0244±0.0003	0.0128±0.0002
$A_2 \sin i$ (AU)	0.0274±0.0003	0.0148±0.0003
$M_1 \sin^3 i$ (M_\odot)	3.21±0.08	1.21±0.04
$M_2 \sin^3 i$ (M_\odot)	2.86±0.07	1.05±0.04

ıştırılan her bileşen çizgisinin Doppler kayması, çiftin yörünge parametrelerinden belirlenen değerlere göre hesaplanmakta ve dikine hız bulunmaktadır. Böylece program aynı anda dikine hızları bulurken yörünge çözümü de yapmaktadır. İterasyonlar sırasında literatürden alınan güncel yörünge dönemi P_{orb} sabit alınmıştır. Bileşenlerin dikine hızlarının yarı genliği K_1 ve K_2 ve tutulma başlangıç zamanı T_0 serbest bırakılmıştır. KOREL, tutulma evrelerinden (0.0 evre ya da 0.5 evre) birinde en iyi belirlenen hız değerlerini dikkate alarak bileşenlerin dikine hız değerlerini hesaplar. Bu nedenle sistemin ortak kütle merkezi hızını hesaplamaz. Bu sebeple CCF yöntemi ile bulunan ortak kütle merkezi hızı, bileşenlerin KOREL yöntemi ile elde hızlarının üzerine eklenerek sistemin yörünge çözümü yapılmıştır. Bu çalışmada, V4396 Sgr ve BK Ind sistemlerinin KOREL yöntemi (Hadrava (1995, 1997)) ile elde edilen yörünge parametreleri Tablo 1'de sunulmuştur. Bileşenlerin dikine hız eğrilerinin elde edilmesinde ($H\beta$ 4861.33 Å) çizgisi kullanılmıştır. Sistemlerin KOREL yöntemi ile elde edilen fitleri ve bileşenlere ait ayrııştırılmış tayflar Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmektedir.

4 Sonuç ve Tartışma

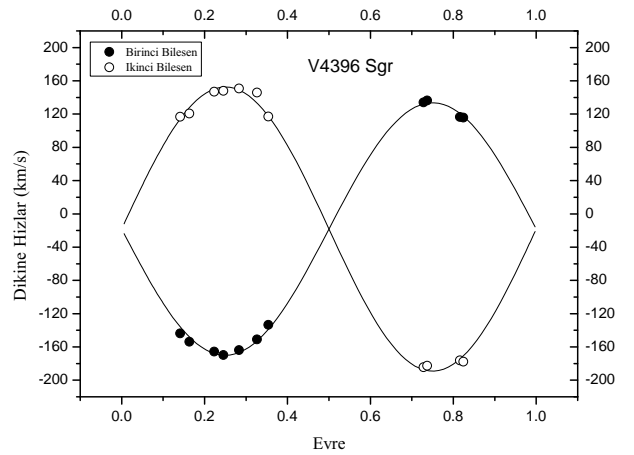
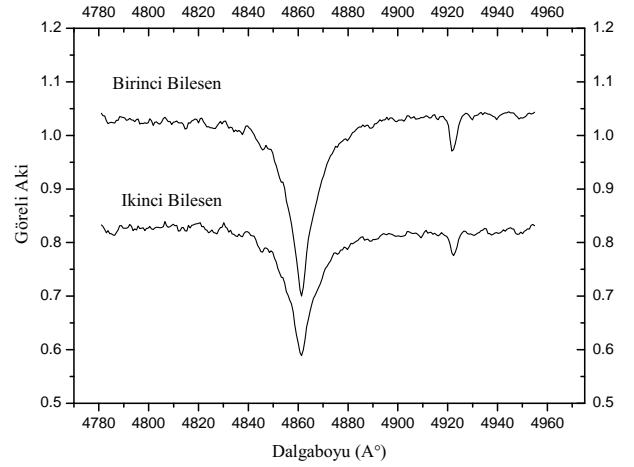
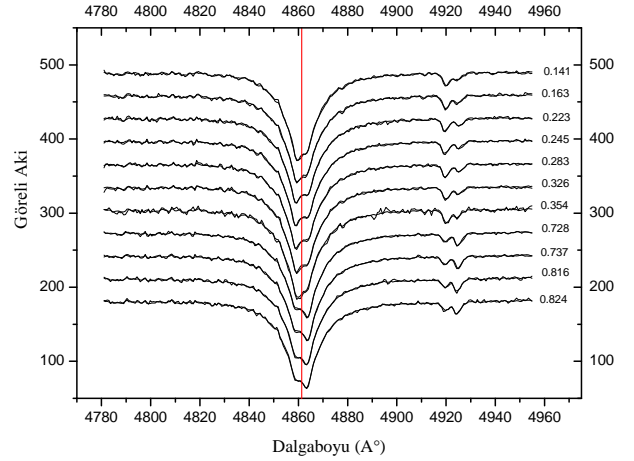
Güney yarımküre gökyüzünden seçilen V4396 Sgr ve BK Ind sistemlerinin çapraz eşleşme (cross-correlation) ve Fourier ayıklama (Fourier disentangling) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak bileşenlerin dikine hız eğrileri ilk kez elde edilmiştir. Bu çalışmada KOREL yöntemi ile elde edilen sonuçlar sunulmuştur. V4396 Sgr ve BK Ind sistemlerinin tayfsal kütle oranları sırası 0.88 ± 0.03 ve 0.86 ± 0.05 olarak belirlenmiş ve yörünge parametreleri hesaplanmıştır. Çalışmanın bir sonraki aşamasında literatürdeki ışık eğrileri ile birlikte çözülerek mutlak parametrelerinin belirlenmesi ve evrim durumlarının tartışılması planlanmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi FHD-2018-2600 Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) tarafından desteklenmiştir.

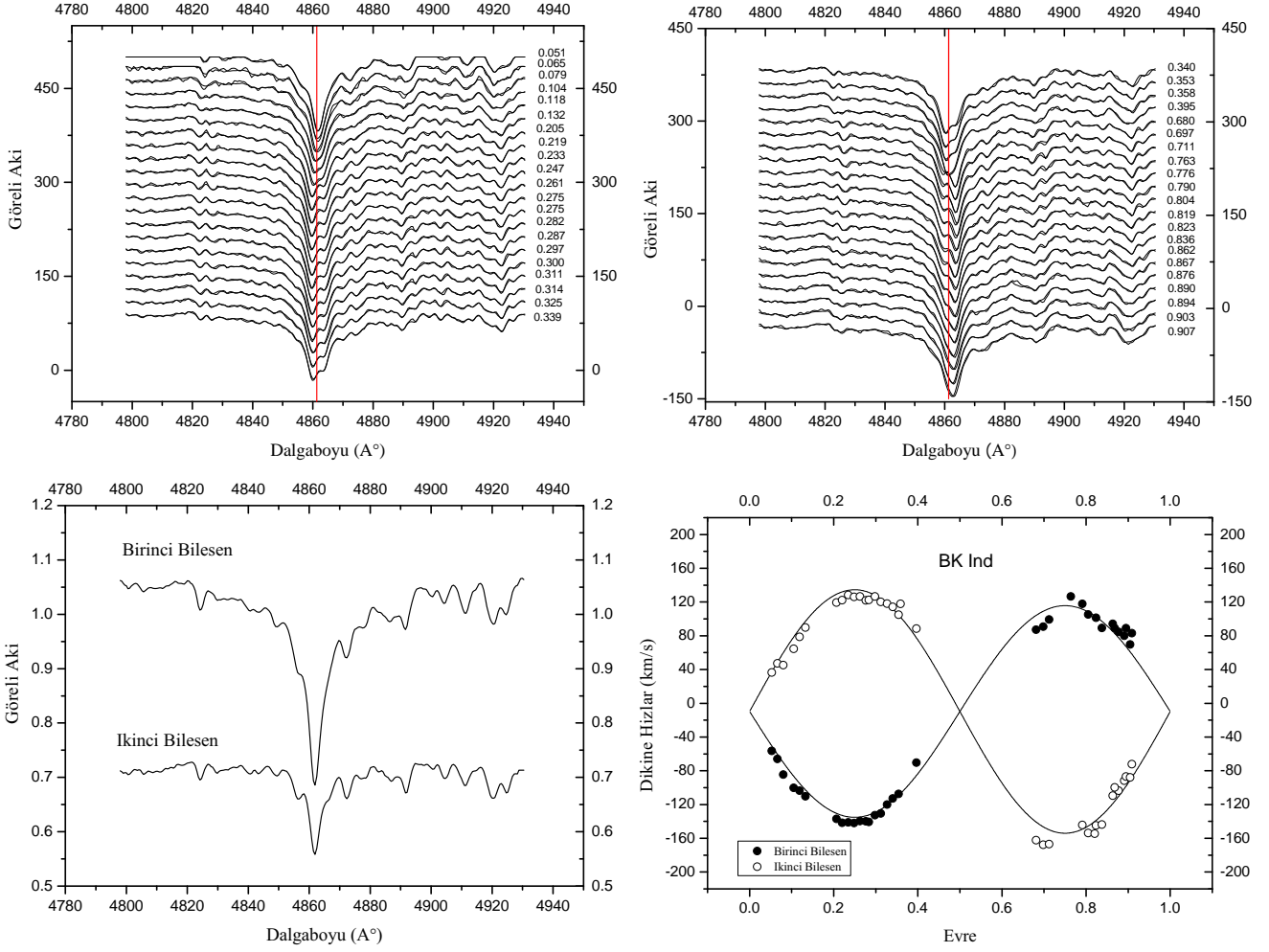
Kaynaklar

- Avvakumova, E. A., Malkov, O. Yu., Kniazev, A. Yu.: Eclipsing variables: Catalogue and classification. AN. **334** (2013) 860.
Hadrava, P.: Orbital elements of multiple spectroscopic stars. A&AS. **114** (1995) 393–396.
Hadrava, P.: Relative line photometry of eclipsing binaries. A&AS. **122** (1997) 581–584.
Houk, N.: Michigan catalogue of two-dimensional spectral types for the HD stars. Ann Arbor :Dept. of Astronomy, University of Michigan : distributed by University Microfilms International. (1978).



Şekil 1. V4396 Sgr'nin ($H\beta$ 4861.33 Å) gözlemsel tayflarına yapılan KOREL fitleri ve bileşenlere ilişkin ayrııştırılmış tayflar ve bileşenlere ait dikine hız eğrileri.

- Kazarovets, E.V., Samus, N.N., Durlevich, O.V., Frolov, M.S., Antipin, S.V., Kireeva, N.N., Pastukhova, E.N.: The 74th Special Name-list of Variable Stars. IBVS. (1999) 4659.
Malkov, O. Yu., Oblak, E., Snegireva, E. A., Torra, J.: A catalogue of eclipsing variables. A&A. **446** (2006) 785–789.
McDonald, I., Zijlstra, A. A., Boyer, M. L.: Fundamental parameters and infrared excesses of Hipparcos stars. MNRAS. **427** (2012)



Şekil 2. BK Ind'in ($H\beta$ 4861.33 Å) gözlemsel tayflarına yapılan KOREL fitleri ve bileşenlere ilişkin ayrıştırılmış tayflar ve bileşenlere ait dikine hız eğrileri.

343–357.

Pojmanski, G.: The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. I. 0 h - 6 h Quarter of the Southern Hemisphere. *AcA.* **52** (2002) 397–427.

Strohmeier, W. Fischer, H. & Ott, H.: Bright Southern BV-Stars. *IBVS.* (1966) 120.

Erişim:

O45-1745: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Tayfsal Çözümleme Yöntemi İle Delta Lib Yıldızının Bolluk Analizi

Melek Dülger¹★,
Ahmet Dervişoğlu

¹Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya

Özet

Çift sistemlerin evrimi ve evrimleri sırasında birbirlerini nasıl etkilediği astrofiziğin önemli konularındandır. Yakın çift yıldızlarda evrimleşen bileşen Roche Lob'unu dolduracak ve yoldaş bileşen üzerine kütle aktaracaktır. Artık yarı-ayrık hale gelmiş bu sistemlerde merkezi bölgelerin açığa çıkması, kütle aktaran bileşenlerin bu katmanlarının gözlemlenmesi mümkün hale gelecektir. Bu çalışmada böyle bir yapı sergileyen δ Lib yarı-ayrık Algol türü çift sistem üyesinin, CAHA (2.2m), TLS (2m) ve NARVAL (2m) teleskoplarından, geniş dalgaboyu aralığında alınmış 15 yüksek çözünürlüklü tayf, SPD yöntemi ile ayrılacaktır. Bu ayrılmış tayfların LTE model atmosferleri oluşturulacak bolluk analizi gerçekleştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, Yıldız Tayfı

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O45-1750: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

AL CoL Yıldızının Atmosfer Analizi

Nilüfer Felek¹★,

Taner Tanriverdi

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fizik Bölümü, Niğde

Özet

Alpha Cvn türü olan B9 tayf türü AL CoL(Hd46462) yıldızına ilişkin UVES (Ultra-Violet Visual Echelle Spectra) tayfları kullanılacak. Hbeta çizgisi kullanılarak, etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi , $T_{\text{eff}} = 10250$ K ve $\log g = 3.0$ dir. Literatürde, Bp yıldızı olarak tanımlanan AL CoL yıldızının elde edilen atmosfer parametreleri kullanılarak , kimyasal anomalisi incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O45-1755: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Nötron Yıldızı <RX J1856> Mayıs 2001 – Mayıs 2018 Araştırmaları

Neşever Gür¹★,

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

Özet

RX J1856 nötron yıldızının hareketinin optik ve X-ışını görünümünde incelenmesi: Doğuş yerinin araştırılması, modellere göre karşılaştırma ve pervanemi yoksa magnetar nötron yıldızını olduğuna dair magnetik akı hesaplamalarının yapılması.

RX J1856 nötron yıldızının uydu veri ışınımalarının karşılaştırılması. Kaynak nötron yıldızı nerede doğmuş olabilir? Eşi var mıdır? Varsa neden yanında değil? Bu kaynakla ilgili yazılan makale sonucu nasıl yorumlanabilir? (modeller ile) Kara cisimle olan akı farkı bize neyi ifade eder? Magnetar mı? Isınan pervane nötron yıldızı mı?.

Nötron yıldızının yeri; önyazı, Walter 2000) RX J185635-3754 Nötron Yıldızının kolaylıkla görülebilmesi(moving ESE), pulsar B1929+10 (moving ENE), z Oph (declination -10° moving NNE) ve Upper Sco çağrışımları (declination -24° moving SSW) zaman içerisinde izdüşümsel olarak zıt konum almaktadırlar. z Oph'a en yakın yaklaşımı gösteren RX J185635-3754 ve PSR B1929+10 için, radyal hızlarını -60 ve $+160$ km/s varsaydım. Mevcut pozisyonları küçük donuk noktalar olarak işaretlenmiştir; en yakın zamandaki B1929+10 z Oph ve RX J185635-3754'in pozisyonları büyük dolu dairelerle işaretlenmiştir. Geniş açık daire bir durumdur ve yaklaşık Üst SCO birliğinin en yakın yaklaşması zamanındaki boyutu kadardır. Durumlardaki belirsizlikleri, uygun hareketleri, ve radial hızları kullanarak değerlendirildi ve 0,1 milyon yıl ve 1,0 milyon yıl zaman arasında 10 puan boşluklu çizgisel üç yıldız için çizilmiştir.

Anahtar Kelimeler: stars: neutron, Yıldız Tayfı

Erişim:

O45-1800: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Metalce Fakir Halo Yıldızlarının α -element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY205

Gizay Yolalan^{1*}, Timur Şahin¹, Selçuk Bilir²

¹ Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Fen Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07058, Antalya

² Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, 34119, İstanbul

Özet

Metalce fakir ($-2.5 < [\text{Fe}/\text{H}] \text{ (dex)} < -1.0$) küce yıldızlar üzerine gerçekleştirilen tayfsal çalışmalar özellikle Galaksimizin kimyasal yapısı ve evriminin anlaşılmasında önemli bir yer tutar. Seçilen metalce fakir küce halo aday yıldızlarının kinematik özelliklerinin ve Galaktik yörüngelerinin hesaplanmasını hedefleyen, detaylı bolluk analizlerini içerecek şekilde gerçekleştirildiğimiz ve nispeten geniş kapsamlı çalışmanın bir parçası olan bu çalışma kapsamında, ATLAS9 ve TLUSTY model atmosferleri yardımı ile hesaplanan α -element bollukları üzerine her iki kodda benimsenen yapısal farklılıklar (konveksiyon, opasite, atomik veri) çerçevesinde gerçekleştirilen ön analiz sonuçları paylaşılmıştır. Çalışma sonuçları, metalce fakir yıldızlar için gerçekleştirilecek kimyasal bolluk analizlerinde tercih edilecek model atmosfer kod seçiminin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Yeni nesil gözlem araçları sayesinde Galaksimizdeki yıldızların, hem fotometrik hem de tayfsal güvenilir gözlemlerini elde etmek mümkün olsada Galaksimizin dinamik ve kimyasal evrimi üzerine hali hazırda çözüm bekleyen birçok problemler mevcuttur. Özellikle kimyasal bollukların hassas tayini, Galaksilerin yıldız oluşum senaryolarının ve dolayısıyla Galaktik kimyasal evrim modellerinin oluşturulması ve/veya sınanması aşamasında önemli bir yer tutar. Bu oluşum senaryoları içerisinde metalce fakir yıldızların rolü evrenin ilk oluştuğu döneme ait çekirdek sentez süreçleri ve ürünleriyle ilgili sağladığı bilgi nedeni ile yadsınmaz. Kimyasal kompozisyonlarında sergilemiş oldukları farklılıkların anlaşılması ilk kuşak yıldızlar olarak betimlenen popülasyon III yıldızlarının evrim ve oluşum senaryolarının anlaşılması açısından da önemlidir.

Bu çalışma kapsamında Galaksimizdeki metalce fakir 5 yıldız (HD 201891, HD 3567, HD 6755, HD 194598, HD 84937) için 1D LTE koşul altında ATLAS/TLUSTY model atmosferleri yardımı ile Mg ve Ca bollukları belirlenmiştir. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında hesaplanan bolluklar üzerinde, analizde tercih edilen model atmosfer kodu ve bu kodlarda benimsenen opasite davranışı temelinde tespit edilen değişimlerin söz konusu program yıldızlarının Galaktik bileşen üyelikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir.

2 Tayfsal Gözlemler ve Model Atmosfer Analizi

Program yıldızları için α -element bolluk tespitinde kullanılan tayflar, Haute Provence teleskobu, ELODIE¹ echelle tayfçekeiriyle elde edilmiş yüksek çözünürlüklü ($R \approx 42\,000$) tayflardır. Söz konusu tayflar 4000-6800 Å dalgaboyu aralığını kapsamaktadır (Prugniel ve Soubiran 2001). Tayflara ilişkin ön indirgeme işlemleri INTER-TACOS yazılımı kullanılarak, tayfsal dikine yaz

ölçümleri ise çapraz ilişkilendirme (cross-correlation) yöntemiyle teleskop başında gerçekleştirilmiştir. Seçilen program yıldızlarına ilişkin temel parametreler Çizelge 1' de verilmektedir. Şekil 1' de ise program yıldızlarına ilişkin örnek tayf görüntüsü gösterilmektedir.

Program yıldızları için model atmosfer parametrelerinin tayininde nötral ve iyonize Fe çizgileri için uyarılma ve iyonizasyon denge koşulları dikkate alınmıştır. Hesaplanan model parametreleri Çizelge 2' de sunulmaktadır. Model parametre tayini ve bolluk hesabı için yararlanılan atomik veri ters Güneş analizi yöntemi ile test edilmiştir. Hesaplanan referans Güneş Mg ve Ca bollukları Çizelge 3' te listelenmiştir.

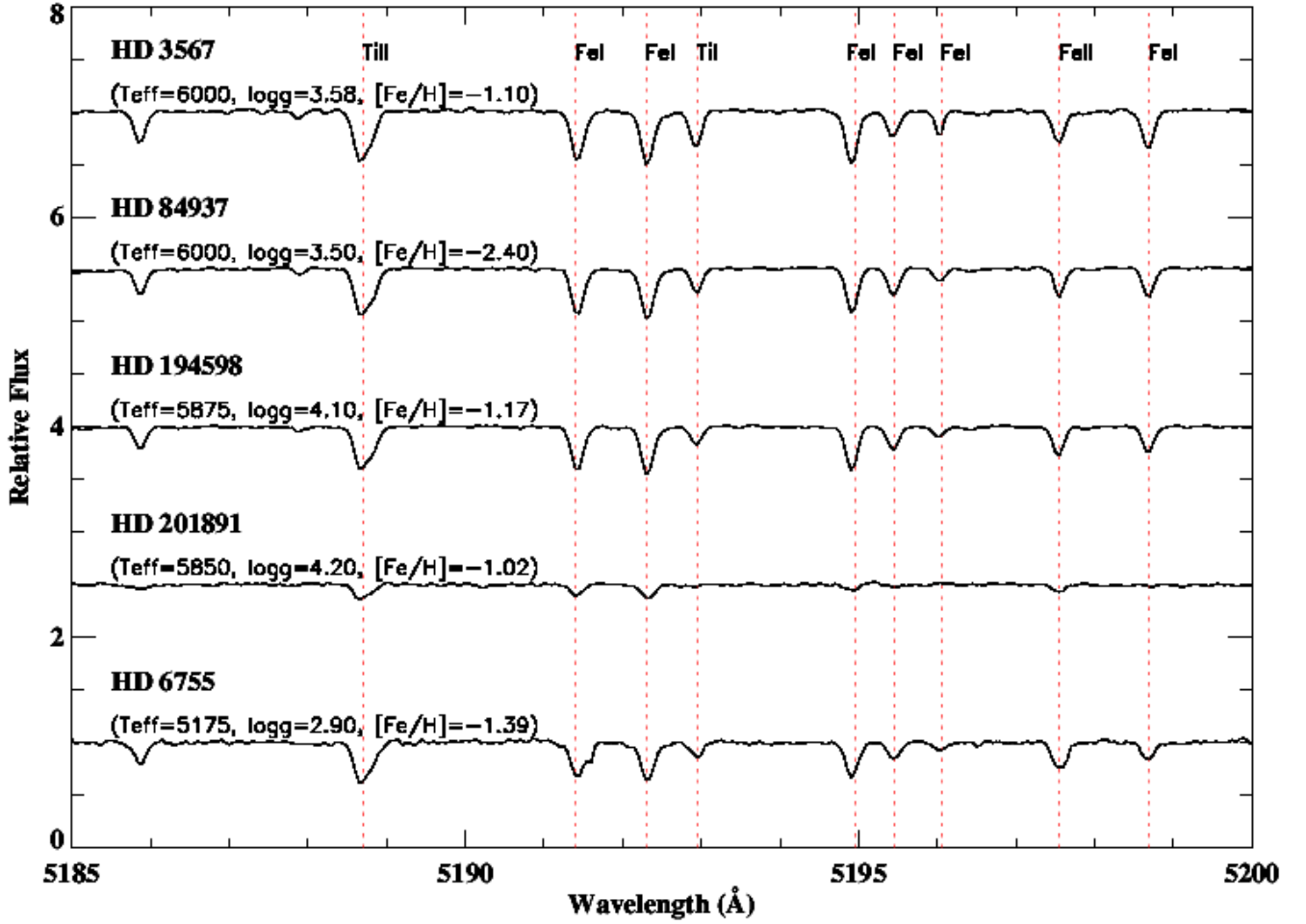
3 Bulgular ve Tartışma

Yıldızların TLUSTY (Hubeny 1988) ve ATLAS (Kurucz 1970) model atmosferleri Çizelge 2' de içerilen model atmosfer parametreleri esas alınarak hesaplanmış ve α -element bolluklarının hesaplanması aşamasında bu modellerden faydalanılmıştır. Sadece nötral Ca ve Mg elementleri için ön çalışma sonuçlarının paylaşıldığı bu çalışma kapsamında 4571.1, 4703.0, 5172.7, 5183.6 ve 5528 Å Mg I ve 4283.0, 4425.4, 4526.9, 6161.3, 5261.7, 5265.5 ve 5588 Å Ca I çizgileri üzerinden sırasıyla ATLAS ve TLUSTY model atmosferleri ve MOOG (synth sürücüsü) (Snedden 1973) ve TLUSTY (synplot arayüzü) yardımıyla hesaplanan mutlak bollukların ortalamaları Çizelge 3' te sunulmaktadır.

TLUSTY model atmosferleri yardımı ile hesaplanan bolluklar, ATLAS model atmosferleri yardımı ile hesaplanan ile kıyaslandıklarında α -elementçe zengin bir kompozisyona işaret etmektedir. Model atmosfer tabanlı olarak tespit edilen bolluk farklılıklarının 0.1-0.4 dex aralığında bir değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Değişim aralığının maksimumu literatürde gerek halo yıldızları ($[\alpha/\text{Fe}] = 0.4 \text{ dex}$; McWilliam (1997)) gerekse Galaksimizin kalın disk bileşen üyesi yıldızları için de rapor edilen α -element bolluk değeriyle karşılaştırılabilecek büyüklüktedir ($[\alpha/\text{Fe}] = 0.3 \text{ dex}$; Bensby ve ark. (2003)). Çalışmanın literatürde metalce fakir yıldızların α -element bolluk tayininde

* gzy_07@hotmail.com

¹ http://www.obs.u-bordeaux1.fr/m2a/soubiran/elodie_library.html



Şekil 1. Program yıldızlarına ilişkin örnek tayf görüntüsü ve teşhisi gerçekleştirilen nötr ve iyonize elementlere ait örnek atomik geçişler. Her bir program yıldızı için hesaplanan model atmosfer parametreleri de içerilmektedir.

Çizelge 1. ELODIE tayf kütüphanesinden seçilmiş metalce fakir yıldızlarının ekvatorial koordinatları, tayf türleri, poz süreleri ve sinyal/gürültü oranları gözlem tarihi ve Güneş merkezli dikine hızları.

Yıldız	α (hh:mm:ss)	δ (dd:mm:ss)	Tayf Türü	Poz (s)	S/N	MJD (2400000+)	V_{Helio} (km s^{-1})
HD 6755	01:09:43	61:32:50	F8V	902	89	50360.1	-312.17
HD 201891	21:11:59	17:43:39	F8V	2401	132	50358.8	-44.47
HD 194598	20:26:11	09:27:00	F7V	3000	139	50359.8	-247.15
HD 3567	00:38:31	-08:18:33	F5V	3600	74	50684.1	-47.62
HD 84937	09:48:56	13:44:39	sdF5	2700	95	50188.8	-15.17

Çizelge 2. 5 yıldız için hesaplanan model atmosfer parametreleri.

Yıldız	Teff K	log g cgs	[Fe/H] dex	ξ km s^{-1}
HD 84937	6000 \pm 140	3.50 \pm 0.18	-2.40 \pm 0.15	1.60
HD 3567	6000 \pm 175	3.58 \pm 0.27	-1.10 \pm 0.18	0.93
HD 194598	5875 \pm 165	4.10 \pm 0.33	-1.17 \pm 0.18	0.83
HD 201891	5850 \pm 160	4.20 \pm 0.33	-1.02 \pm 1.16	0.85
HD 6755	5175 \pm 140	2.90 \pm 0.33	-1.39 \pm 0.18	1.30

sıklıkla tercih edilen geçişleri içerecek şekilde daha kapsamlı bir çerçevede yürütülmesi planlanmaktadır.

Kaynaklar

- Bensby, T., Feltzing, S. and Lundström, I.: Elemental abundance trends in the Galactic thin and thick disks as traced by nearby F and G dwarf stars. *A&A* **410** (2003) 527–551
- McWilliam, A.: Abundance Ratios and Galactic Chemical Evolution. *ARA&A* **35** (1997) 503
- Prugniel P. and Soubiran C.; A database of high and medium-resolution stellar spectra *A&A*, **369** (2001) 1048–1057
- Snedden, C.: Ph.D. thesis, Univ. Texas, Austin (1973) 1
- Hubeny, I.: A computer program for calculating non-LTE model stellar atmospheres. *Computer Physics Communications*. **52** (1988) 103–132

Çizelge 3. ELODIE program yıldızları için hesaplanan α -element bollukları.

Element	$\log_\varepsilon(X)$										
	HD 84937		HD 3567		HD 6755		HD 201891		HD 194598		Güneş
	Tlusty	Atlas	Tlusty	Atlas	Tlusty	Atlas	Tlusty	Atlas	Tlusty	Atlas	Atlas
Mg I	5.77	5.57	6.74	6.64	6.66	6.12	7.25	6.95	6.90	6.55	7.65
hata	± 0.10	± 0.07	± 0.06	± 0.09	± 0.15	± 0.10	± 0.14	± 0.07	± 0.10	± 0.07	± 0.04
n	4		5		3		2		3		3
Ca I	4.75	4.53	5.76	5.46	5.50	5.08	5.78	5.53	5.78	5.42	6.21
hata	± 0.07	± 0.16	± 0.31	± 0.18	± 0.25	± 0.16	± 0.29	± 0.19	± 0.28	± 0.17	± 0.16
n	4		6		4		3		4		14

Kurucz, R. L.: ATLAS A Computer Program For Calculating Model Stellar Atmospheres. Research in Space Science SAO Special Report. **309** (1970) 1

Erişim:

O45-1805: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

HD 90763 ve HD 92728 Yıldızlarının Atmosfer Analizi

Kübra Özge Ünal¹★,

Aslı Elmaslı Akçar

¹Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara

Özet

Ap yıldızları, güçlü manyetik alanları olan kimyasal tuhaf yıldızlardır. Bu yıldızlar normal A-tipi yıldızlara göre daha yavaş dönme hızına sahip olup, tayflarında silisyum, stronsiyum, neodinyum, europyum, prosediyum, krom gibi elementlere ait çizgiler anormal derecede güçlü yapılar sergilemektedir. Bu türden tuhafıkların varlığını tespit etmek için HD 90763 ve HD 92728 yıldızları seçildi. Her iki yıldızında tayfları TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nden elde edildi. Yıldızların atmosfer parametrelerinden etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi değerleri hem fotometrik kalibrasyonlarla hem de hidrojen beta profil çakıştırma yöntemi ile belirlendi. HD 90763 ve HD 92728 yıldızlarının tayfında gözlenen neodinyum ve stronsiyum çizgileri normal A-tipi yıldızlara göre daha güçlü görünmektedir. Bu çalışma sonucunda da seçilen yıldızların kimyasal tuhaf Ap yıldızı adayları olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O45-1810: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

DAG: Son Gelişmeler - 2018

Cahit Yeşilyaprak¹★,

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

DAG Projesi ve 2. aşaması olan Odak Düzlemi Aygıtları (ODA) Projesi'ndeki son gelişmelere yer verilecektir. Özellikle, yerleşke, altyapı, üst yapı, mekanik ve optiksel gelişmeler görsel bir sunumla gerçekleştirilecektir.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O51-0900: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

DAG Odak Düzlemi Aygıtları: Birinci Nesil Öngörülleri

Tenay Saguner Rambaldi^{1*}, Mehtap Özbey Arabacı², Sinan Aliş³, Sinan Kaan Yerli⁴, Cahit Yeşilyaprak^{1,2}

¹Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

³İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

⁴Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Teleskobu'nun hem Dünya'da bulunan diğer teleskoplar ile rekabet edebilecek, hem de Türk astronomi camiasının isteklerine cevap verebilecek özelliklere sahip Odak Düzlemi Aygıtlarının (ODA) belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmada, Dünya'daki diğer teleskoplarda kullanılan ODA'ların teknik özellikleri, bilimsel getirileri, bu ODA'lara ait gözlemsel veriler kullanılarak yayınlanan makale sayıları ve bu makalelerin konuları incelenmiş, Türkiye'de bilimsel çalışma yapılan konular, yayınlanan makaleler ve bu çalışmaların DAG ile yapılabilmesine ve geliştirilebilmesine olanak sağlayacak ODA'ların sahip olması gereken özellikleri tartışılmıştır. Gelişen teknoloji ve güncel bilimsel konular göz önünde bulundurularak geliştirilmekte olan yeni ODA'lar da dikkate alınarak, DAG için öngörülen bilimsel, teknik ve gözlemsel kriterlere uygun olabilecek potansiyel ODA'lar belirlenmiştir.

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

1 DAG Teleskobu Ve ODA'ların Seçim Kriterleri

DAG projesi, hem görsel, hem de Türkiye'de bir ilk olarak yakın kırmızı öte bölgede gözlem yapabilecek, 4 metre çaplı bir teleskobu barındıracak uluslararası bir gözlemevi kurma projesidir. 3170 metre yükseklikteki Erzurum-Karakaya Tepeleri'ne kurulmakta olan bu gözlemevinde bulunacak DAG Teleskobu, 4 metre çaplı, Ritchey-Chretien, alt-azimut kurguya sahip, ileri teknoloji adaptif optik (AO) ve aktif optik sistemlerinin kullanılacağı, iki adet nasmyth odak platformunda, birden fazla ODA barındırabilecek bir teleskop olacaktır (Yeşilyaprak ve Keskin (2018), Jolissaint ve ark. (2018), Jolissaint ve ark. (2016)).

Bilindiği gibi ODA'lar, belirli bir amaca uygun, kendine özgü optik, mekanik, elektronik özelliklere ve kontrol sistemlerine sahip olarak üretilen, teleskop ile uyum içinde çalışan, ışığın taşıdığı bilgileri farklı formatlara göre ayarlayan, toplayan ve kaydeden ekipmanlardır. Teknolojinin gelişmesi ile eş zamanlı olarak yenilenmekte veya değişen bilimsel ihtiyaçlara uygun şekilde geliştirilmekte olan ODA'lar sayesinde teleskopların daha yüksek performansta çalıştığı, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ve keşifler ile kanıtlanmıştır.

İlk ışığı alacağı 2020 yılında DAG'ın misyonuna uygun şekilde; uluslararası alanda rekabetçi, tercih edilen, uzay bilimlerine yön veren ve öncü bir gözlemevi olabilmesini sağlayabilecek potansiyel ODA adaylarının belirlenebilmesine yönelik yapılmış olan bu çalışmada öncelikle diğer büyük teleskoplarda (6-10 metre ve 4 metre sınıfı) kullanılmakta olan, yakın gelecekte ilk ışığını alması planlanan ve yakın zamanda kullanımdan kaldırılmış olan ODA'ların teknik özellikleri ve bilimsel getirileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Son yıllarda Türkiye'de ve Dünya'da astronomi ve astrofizik alanlarında ağırlıklı olarak çalışılmakta olan konular belirlenmiş ve bu konularda yapılacak gözlemsel çalışmalar için ODA'ların sahip olması gereken kritik özellikler

de değerlendirilerek DAG Teleskobu için potansiyel ODA adaylarının sahip olması gereken özellikler son bölümde özetlenmiştir.

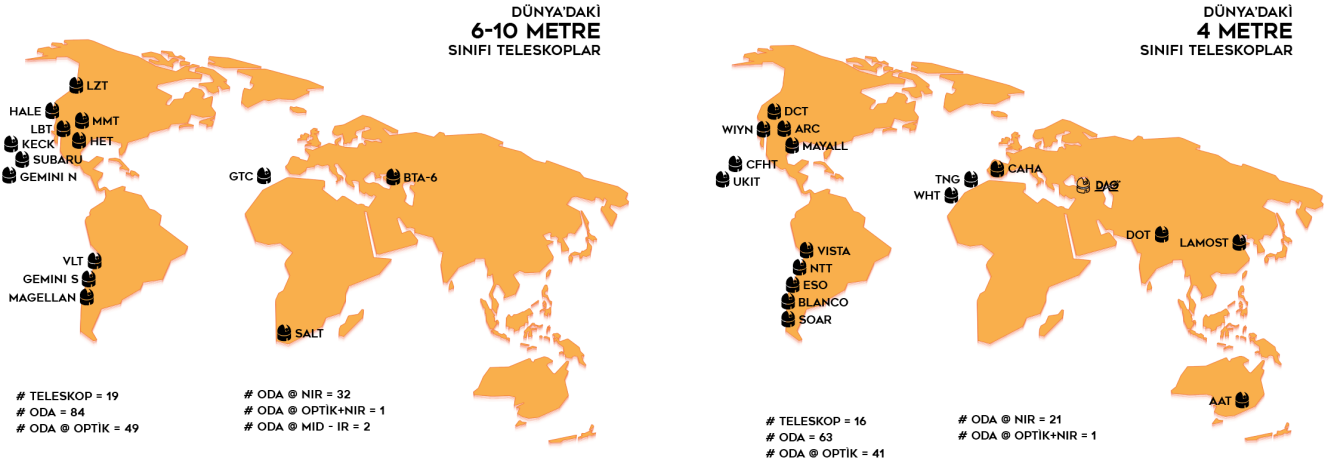
2 Dünya'daki Diğer Büyük Teleskoplarda Bulunan ODA'lar

Dünya'da aktif olarak kullanılan, 6-10 metre sınıfı teleskoba sahip 14, 4 metre sınıfı teleskoba sahip ise 13 adet gözlemevi bulunmaktadır. Bu gözlemevlerinde her bir teleskobun teknik özelliklerine ve bilimsel hedeflerine bağlı olarak birçok farklı ODA bulunmaktadır. Şekil 1'de bu teleskopların konumları ve aktif olarak kullanılan ODA'ların gözlemsel özelliklerinin dalgaboylarına göre dağılımları görülmektedir. AG'in bulunduğu konum nedeniyle, özellikle doğu - batı boylamlarında doldurabileceği gözlemsel boşluk, gözlemevi için büyük bir avantajdır. Bu avantajı, seçilecek stratejik ODA'lar ile en iyi şekilde değerlendirebilmesi, hedeflerini yerine getirebilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır.

4 metre sınıfı teleskoplarda bulunan ODA'lar incelendiğinde ilk göze çarpan, yakın kırmızı öte bölgede gözlem yapabilen yüksek çözünürlüklü (echelle) tayf ölçümü ve çoklu cisim (MOS) tayf ölçümü yapılan ODA'ların optik bölgede kullanılmakta olanlara oranla oldukça az sayıda olduğudur. Bunun yanı sıra 6-10 metre sınıfı teleskoplarda yakın kırmızı öte bölgede AO teknolojisi yaygın olarak kullanılırken, 4 metre sınıfı teleskoplarda aktif olarak AO sistemi ile birlikte kullanılmakta olan tek ODA, TNG Teleskobu'nda bulunan NICS'dir. NICS, yakın kırmızı öte bölgede (0.9 - 2.5 μm) çok amaçlı gözlem yapabilen (fotometri, tek-yarık düşük ($R = 50-500$) ve orta ($R = 2500$) çözünürlüklü tayf ölçümü, görüntüleme - tayfsal polarimetri ve AO sistemi ile birlikte kullanılarak görüntüleme) bir ODA'dır.

DAG Teleskobu'nun teknik özellikleri de göz önünde bulundurulduğunda, yakın kırmızı öte bölgede yüksek çözünürlüklü, echelle tayf ölçümü yapabilecek bir ODA, yine yakın kırmızı öte

* tenaysaguner@gmail.com



Şekil 1. Dünya'da aktif olarak kullanılan 6-10 metre ve 4 metre sınıfı teleskoplar ve bu teleskoplarda bulunan ODA'ların özellikleri.

bölgece çok amaçlı gözlem yapabilecek, daha yüksek çözünürlüklü ($R > 2500$), MOS özelliği de taşıyan ve AO ile birlikte kullanılabilir bir ODA, DAG Teleskobu'nun diğer 4 metre sınıfı teleskoplar arasında öne çıkabilmesini sağlayacaktır.

Dünya'daki Teleskoplar kullanılarak son beş yıl içerisinde yayınlanmış bilimsel makaleler ve bu makalelerde verisi en çok kullanılan ODA'lar incelendiğinde; 6-10 metre sınıfı teleskoplar arasında, VLT UT2 Teleskobu, 4 metre sınıfı teleskoplar arasında ise AAT Teleskobunun bulunduğu görülmektedir. Bu sayılara ODA'lar bazında bakıldığında, VLT UT2 teleskobunda bulunan UVES ve 3.6 metre ESO teleskobunda bulunan HARPS'in bulunduğu görülmektedir. Bu yayınlar incelendiğinde, optik bölgede, yüksek çözünürlüklü (UVES - $R = 47000$, HARPS - $R = 115000$) echelle tayf ölçümü yapan bu iki ODA'nın da öncelikli olarak ötegezegen çalışmaları için kullanıldıkları görülmüştür. UVES ayrıca, galaksi-ötesi, yıldız atmosferleri ve özellikle metalce fakir yıldızlar ile ilgili çalışmalarda da kullanılmaktadır. Dolayısı ile son beş yıl içerisinde en çok bilimsel yayının yüksek çözünürlüklü echelle tayf ölçen ODA'lar kullanılarak yapıldığı sonucu aşikardır.

3 DAG Teleskobu'nun Bilimsel Alanlarının Belirlenmesi

ODA'ların seçilebilmesi için gerekli ilk unsur, uygulama alanlarının belirlenmesi, dolayısı ile bilimsel hedeflerin öngörülebilmesidir. Öncelikli hedefleri arasında, Astronomi ve Astrofizik alanlarındaki en güncel konularda bilimsel çalışmaların yürütülebilmesi olan DAG Teleskobu, günümüzde diğer teleskoplar kullanılarak yapılan bilimsel çalışmaları yakından takip etmekte ve yakın gelecekte hangi güncel ve yeni bilimsel konularda çalışmalar yapılabileceğini öngörmeye çalışmaktadır. Buna bağlı olarak, görüş alanı (FOV), dalgaboyu aralığı, çözünürlük vb. gibi ODA'lar için kritik önem taşıyan parametrelerin günümüz teknolojisine uygun olarak nasıl geliştirilebileceğini de belirlemeye çalışmaktadır.

Dünya'da ve Türkiye'de son beş yıl içerisinde, astronomi ve astrofizik alanlarında yapılan çalışmalar incelendiğinde (Şekil 2), özellikle Dünya'da, en çok bilimsel yayına dönüşmüş çalışma alanının ötegezegenler olduğu görülmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların çok büyük bir kısmı, yüksek çözünürlüklü tayfsal verilere dayalı hassas dikine - hız ölçümleri kullanılarak yapılan

çalışmalardır. Dünya'da son yılların en popüler alanlardan bir tanesi olan ötegezegen çalışmaları, son iki yılda Türkiye'de de ivme kazanmış alanlardan bir tanesi olup, en çok bilimsel yayın yapılan konular arasında üçüncü sırada gelmektedir.

Dünya'daki diğer teleskopların gelecek nesil ODA'lar için yapmakta oldukları yatırımlardan (3.6 metre CFHT - SpiRou, 3.58 metre TNG - GIARPS, 6.5 metre MAGELLAN - PFS, 8.2 metre VLT - ESPRESSO v.b.) ve çok daha büyük bütçeli uzay teleskop projelerinden (ESA - CHEOPS ve PLATO, NASA - TESS ve WFIRST v.b.) anlaşıldığı üzere, ötegezegenler önümüzdeki yıllarda da popülerliğini koruyacak ve yeni keşiflere imza atacak bir çalışma alanı olmaya devam edecektir.

4 DAG Teleskobu Potansiyel ODA Adayları

DAG Teleskobu'nun sadece ulusal düzeyde değil, uluslararası platformlarda da rekabetçi ve tercih edilen bir teleskop olabilmesi için, bu çalışmada planlanan zamandaki teknolojik ve bilimsel gelişmeler öngörülme çalışılmış, var olan 6-10 metre ve 4 metre sınıfı büyük teleskoplarda bulunan ODA'ların teknik özellikleri ve bilimsel getirileri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Dünya'da ve Türkiye'de astronomi ve astrofizik alanlarında son yıllarda yapılan bilimsel çalışmaların alanları ve diğer teleskopların geleceğe yönelik ODA yatırımları, uydu teleskop projeleri de incelenerek, DAG'da yapılması planlanan bilimsel çalışmalar ve bu çalışmalar için gerekli gözlemsel kriterler de göz önünde bulundurularak, DAG Teleskobu'nun birinci nesil ODA adayları arasından öne çıkanlar:

- Yakın kırmızı öte bölgede (9000 - 30000 Angstrom); görüntüleme, $R > 5000$ çözünürlüklü tayf ölçümü, $N > 100$ cisim için MOS tayf ölçümü yapabilen, bu özellikler dışında polari metre ve koronografi gibi ek özellikleride barındırabilecek, AO sistemi ve AO olmadan çalışabilecek, çok amaçlı bir ODA.

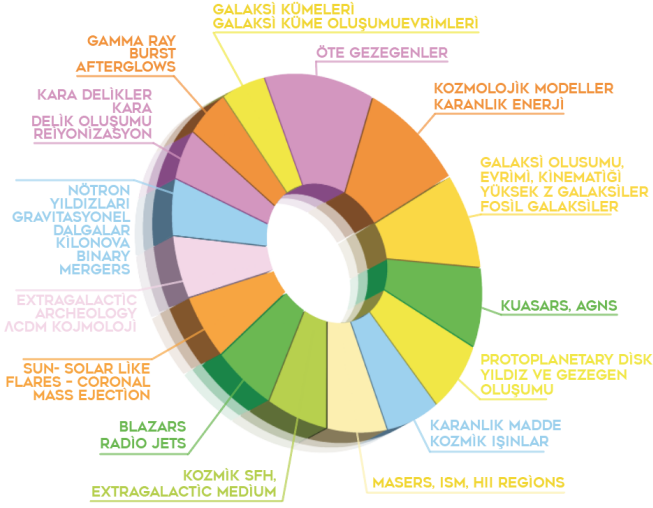
- Yakın kırmızı öte bölgede, 9000 - 30000 Angstrom dalgaboyu aralığının tümünü kapsayabilecek, yüksek çözünürlüklü ($R > 50000$) tayf ölçümü yapabilen bir ODA.

- Optik bölgede, 3500 - 9000 Angstrom dalgaboyu aralığında, yüksek zaman çözünürlüklü görün tüleme yapabilen bir ODA.

olmak üzere sıralanabilir. Özellikle yukarıda temel özellikleri belirtilen birinci ve ikinci ODA, 4 metre sınıfı teleskoplarda

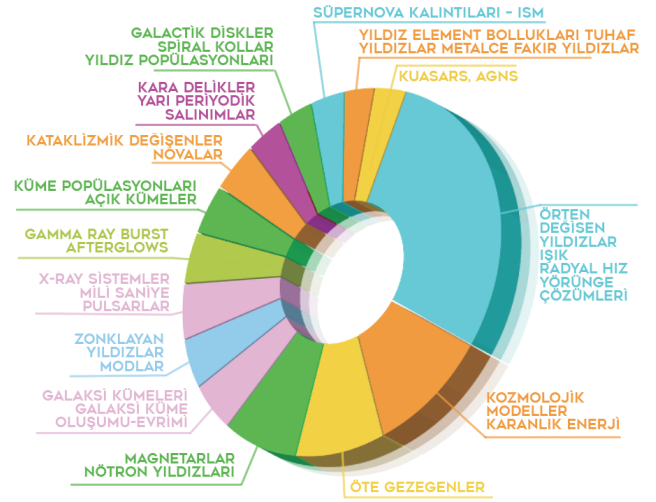
DÜNYA'DAKİ ÇALIŞMA ALANLARI

2013-2018

MAKALE 18138/92048
ELSEVIER-SCIVAL

TÜRKİYE'DEKİ ÇALIŞMA ALANLARI

2013-2018

MAKALE 419/833
ELSEVIER-SCIVAL

Şekil 2. Dünya'da ve Türkiye'de son beş yıl içerisinde astronomi ve astrofizik alanlarında en çok çalışma yapılan konular.

şu anda kullanılmakta olan ODA'lar arasında türünün tek örneği olacak ODA'lardır. Benzer ODA'ların DAG Teleskobu için üretilebilmesi halinde, DAG'ın hedeflerine uygun şekilde; uluslararası alanda rekabetçi, tercih edilen, uzay bilimlerine yön veren ve öncü bir gözlemevi olması sağlanabilecektir.

Kaynaklar

- Jolissaint, L., Keskin, O., Zago, L., Yerli, S.K., Yesilyaprak, C., Mudry, E. ve Lousberg, G.: The design of an adaptive optics telescope: the case of DAG. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series **9906** (2016) 99063J 13 pp
- Jolissaint, L., Bouxin, A., Gökay, U.S., Keskin, O., Rigaut, F. ve Yesilyaprak, C.: A flexible adaptive optics concept for general purpose high angular resolution science on the DAG 4m telescope. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series **10703** (2018) 1070366J 12 pp
- Yesilyaprak, C., Keskin, O.: Eastern Anatolia Observatory (DAG): recent developments 2017. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series **10700** (2018) 107002J 7 pp

Erişim:

051-0940: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

DAG 4m Teleskobunda Sistem Mühendisliği Süreçleri

Deniz Çoker^{1*}, Bülent Güçsav¹

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

Özet

Sistem mühendisliği (SM), kompleks ve bir çok alt sistemden oluşmuş olan sistemlerin bir bütün olarak ele alınmasını ve süreç boyunca disiplinler arası bir yaklaşım ile istek sahiplerinin ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlar. Bu bağlamda, kompleks bir sistem olan DAG 4m teleskobunun da dikkatlice oluşturulmuş bir sistem mimarisine ihtiyacı vardır ve bu da ancak sistem mühendisliği ile mümkündür. Bu çalışmada, DAG 4m teleskobu için şu ana kadar geçilmiş olan sistem mühendisliği süreçlerinden ve metodolojilerden bahsedilecektir.

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

1 Sistem Tanımı ve Sistem Mühendisliği

Sistem Mühendisliği'nin bakış açısı "sistemsel düşünmeyi (systems thinking)" baz almıştır. Sistemsel düşünme bakış açısı bize gerçekliğe, yani bütüne ve bu bütünün içindeki parçaların birbirleriyle arasında olan ilişkilere karşı olan farkındalığımızı güçlendirir. Sistem, farklı parçaların kendi başlarına elde edemeyeceği sonuçların birlikte davrandığında elde edilebildiği yapılardır. Bu farklı parçalar insan, donanım (hardware), yazılım (software), plan ve dökümanlar yani sistem seviyesinde sonuç elde etmek için gereken şeylerin hepsi olabilir (INCOSE 2015). Elde edilecek sonuçlar ise sistem seviyesindeki kalite değerleri, karakteristikler, fonksiyonlar, davranış ve performans olacaktır. Bu açıdan baktığımızda DAG oldukça fazla yazılımı olan, bir çok alt sistemden oluşmuş, heterojen ve dağıtık bir sistemdir.

Sistem Mühendisliği, karmaşık sistemlerin ya da bu sistemleri oluşturan alt sistemlerin tasarımını, üretimini ve bakımını, zaman ve maliyet kısıtlarını da göz önünde bulundurarak gerçekleştirme amacını taşır. Sistem Mühendisliği ilk başta sadece fiziksel parçalara uygulanmaktaydı. Ancak artık insanların dahi sistemin bir parçası olduğu, daha geniş bir alandan bahsedilmektedir. Kısacası sistem mühendisliği geniş, holistik (bütünsel) sistemler ve mühendislik süreçleri konseptini kavramaktadır.

Sistem Mühendisliği'nde iki farklı temel yaklaşım vardır; Top-Down ve Bottom-Up. En çok bilinen ve kullanılan *Top-Down* yaklaşımdır ve genelde yeni başlanan projenin başlangıcından itibaren uygulanır. Yüksek seviye soyutluktan, gerçekçi tasarım ve fiziksel uygulamalara geçilen süreçlerdir, ancak fiziksel gerçekliğinin bir garantisi yoktur. Bu yaklaşımda ilk başta istekler (requirements) ve sistem belirlenir, tasarım süreçlerinin her aşamasında bu isteklerin yerine geldiğinden emin olunur. *Bottom-Up* yaklaşım ise daha çok yenilenen sistemlere ait projelerde kullanılır. En alt seviyedeki parçalar ve nasıl birleştirilecekleri üzerine yoğunlaşarak belli performans değerlerinin elde edilip edilemediğine bakarak ve bunu tekrarlayarak kompleks sistem elde edilmeye doğru ilerlenir. Ancak fonksiyonel isteklerin ilk aşamada onaylanması neredeyse imkansızdır. En sonunda elde edilen istekler daha sonra tekrar top-down yaklaşımı ile analiz edilebilir ve olası tasarım değişikliklerinin var olup olmadığı irdelenebilir. Bunların dışında bir başka yaklaşım ise *Middle-Out* yaklaşım olarak bilinmektedir. Bu yaklaşım daha çok projenin ortasında var olan sistemin iyileştirilmesinde kullanılır. Bu yak-

laşımında ise genelde çeşitli operasyonel senaryolardan yararlanılır. Operasyonel senaryolar sayesinde yüksek seviyedeki istekler oluşturulur ve daha sonra sistem ve parçaların tanımlanması için detaylarına inilir.

DAG'a kurulacak olan teleskop için isteklerimiz üç temel maddeden oluşmaktadır: 4 metrelik bir teleskop, Adaptif Optik sistemi ve yakın kırmızıöte bölgede gözlemler yapılması. Bunların dışında başka bir çok yardımcı isteklerimiz de mevcut; Nasmyth platformda aynı anda çoklu aygıt kullanabilmek, olabilecek maksimum mertebede otonomi, hem "Diffraction Limited (DL)" hem de "Seeing Limited (SL)" gözlem yapabilmek olanağı, "testbench" özelliklerine sahip olma ve olmazsa olmaz isteklerimizden bir diğeri de uluslararası çalışan bir gözlemevi olmak.

DAG gibi kompleks sistemlerde operasyonel öngürelere bulunmak oldukça zor olmaktadır. Ancak senaryo çeşitliliğini oluşturmak için simülasyonların kullanımının bizi doğru yola götürmesi beklenmektedir. Bunun dışında alternatif tasarım değerlendirmelerini yapmamız da kolaylaşacaktır. Projenin şu anki konumu için en önemlisi ise Sistem Mühendisliği aşamalarının üretim ve/veya tasarımı devam eden sistemlere kesinlik ve bilinirlik kazandıracak olmasıdır. DAG projesi her ne kadar başlangıç seviyesinde olmasa da, şu aşamada bile bu sistematığın bize kazandıracığı çok şey bulunmaktadır. Bu teleskobun kurulumu büyük bir yatırım sonucunda var olmaktadır ve bu da bize teleskop zamanının oldukça verimli kullanılması gerektiğini göstermektedir. Bir başka şekilde ifade etmek istersek; teknik ve çevresel etkilerin dışında sorunsuz çalışmasını istediğimiz bir teleskop kurulmaktadır.

2 Sistem Mühendisliği Süreçleri

Sistem Mühendisliği'nin işleyiş sürecini adım adım ele alacak olursak:

- Girdi (Input): Sistem Mühendisliği süreci **müşteri** (stakeholder) ihtiyaçlarının ve çözülmesi gereken problemlerin belirlenmesi ile başlar. DAG projesinde müşteri; Proje sorumluları, Operatörler, Teknik Yetkililer ve Test Bench ile ilişkili aktörlerdir.
- Sistem Özellikleri ve Tasarımı: Bu aşamada
 - Müşterinin ihtiyacıları **belirlenir** ve **analiz** edilir. Yani;
 - sistemin desteklenmesi amaçlanan **hedefler** belirlenir ve

* denizcoker@gmail.com

2. sistemin bu hedefleri ne kadar iyi desteklediğini değerlendirmek ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için gerekli olan **verimlilik ölçütleri** belirlenir.
- ii. Hedefler ve verimlilik ölçütleri ile uyumlu sistem **fonksiyonelliği, arayüzleri (interfaces)**, fiziksel ve performans özellikleri ve diğer **kalite (quality)** özellikleri belirlenir.
- c. Bileşen Tasarımı Uygulama ve Test: Paydaşın bize "high level" olarak tanımladığı fonksiyonellikler bu aşamada "low level" fonksiyonelliklere taşınır.
 - i. Sistem tasarımını bileşenlere bölerek gereksinimlerini karşılayacak **alternatif** çözümler sentezlenir.
 - ii. Sistem gereksinimlerini karşılayan ve verimlilik ölçümlerini en üst düzeye çıkaracak bir sistem çözümünü değerlendirmek ve seçmek için **analizler** yapılır.
- d. Sistem İntegrasyonu ve Test: İsterlerin (requirements) ve müşterinin ihtiyaçlarını ele alındığından emin olmak için sistemin hedeflerinden, sistem ve sistem bileşenlerine ait isterlerin ve verifikasyon sonuçlarına **takibi** sağlanır.
 - i. Alternatifler varsa hangisinin seçileceği ve neden bunun seçildiğinin dökümantasyonlarının oluşturulması ve hangi verilere bağlı olduğu belirtilir.
 - ii. Hangi teknolojinin seçileceği ve spesifikasyon isterlerinden hangisinin ihtiyaçları karşılayacağı seçilir
 - iii. Yapılan her adımın ve kararların takibi sağlanır.

3 MBSE ve SysML

MBSE yani Model Based Systems Engineering bir Sistem Mühendisliği metodudur. Domain modeller oluşturulur ve kullanılır. Bu sayede projeye ait spesifikasyon bilgilerinin yakalanması, analizi, paylaşımı ve idaresi kolaylaşmaktadır. Döküman üzerinden çalışılarak yürütülen klasik SM yönteminde elde bir çok döküman, spesifikasyon ve interface kontrol dökümanları, rapor ve analizler gibi belgeler bulunmaktadır. Tüm bunların takibini yapmak ve dökümanlar arası senkronizasyonu sağlamak oldukça zordur ki bu da işin doğru, tam ve tutumlu bir şekilde ilerlemesine neden olabilmektedir.

SM çalışmalarına Eclipse IDE'sinin "modelling" eklentilerinden biri olan Papyrus kullanılarak başlandı. MBSE'nin en güzel özelliklerinden biri de çalıştırılabilir (executable) olması, simülasyonların yapılabilmesi ve bu şekilde operasyonel ve maintenance etkilerinin görülebilmesidir. Bu da sorunların var olduğu durumlarda tespit aşamasının çok daha kolay gerçekleşmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca iterasyonlar modele anında işlenebildiğinden dolayı modelle birlikte gelişim de sağlanabilmekte ve tasarım iyileştirilebilmektedir. Tüm bunların dışında mühendislik tasarımları ve yazılımlarıyla entegre olabilmektedir. Bu yaklaşım döküman gibi olmayıp görselliğin sağlanması neticesinde "görelî" olarak daha anlaşılırdır. Özellikle de uzak ve yüz yüze görüşme imkanının kısıtlı olduğu çalışma takımlarında bu özellik çok daha önem kazanmaktadır. İster (requirement) takibi ve sistem analizi/geçerliliği (system analysis/validation) tespitlerinin çok daha kolay yapılabilmesi de bir başka önemli özelliğidir.

SysML yani System Modeling Language ise SM çalışmalarında kullanılan grafiksel bir dildir. Model elemanları bakımından zengindir. Dokuz farklı çeşit diyagramı vardır. Bunlar: Block Definition Diyagramı, Internal Block Diyagramı, Package Diyagramı, Use Case Diyagramı, Requirement Diyagramı, Activity

Diyagramı, Sequence Diyagramı, State Machine Diyagramı ve Parametric Diyagramıdır. (Weilkiens 2007).

Ayrıca oluşturulan model için farklı görünüm (views) oluşturulabilir (Friedenthal vd. 2008). İsterseniz bir bakış açısı (viewpoint) için modelinizde ki bazı şeylerin görünmesi engellenerek müşteri (stakeholder) için bir view oluşturulabilmektedir. Bunun yapılması hiç bir şekilde veri kaybına neden olmamakta, sadece anlaşılır bir yazı veya görselliği sağlamaktadır. SysML bir OMG (Object Management Group) standırdına sahip bir UML (Unified Modeling Language) profilidir. Yani bir kütüphane değildir.

Dikkat çekilmesi gereken bir diğer konu ise SysML'in bir metod olmadığıdır. Farklı gruplar tarafından geliştirilmiş farklı metodolojiler bulunmaktadır. Bunlardan biri Object-Oriented (OO) bir metodoloji olan OOSEM yani INCOSE's Object-Oriented Systems Engineering Method'u olarak da bilinmektedir. Bu metod daha çok bir sistemin genel olarak nasıl çalıştığını gösterecek **use-caseleri** ve gerçek hayattaki rutin operasyonları veya arızalı işleyişlerini gösterecek **senaryoları** merkezine almaktadır. Bu sayede fonksiyonel parçaların ilişkilerine yoğunlaşılması sağlanmaktadır. Bunun dışında Object Constraint Language (OCL) ile çalıştırılabilir modelleme yapılabilir. End-model analizleri için ise standart (XML) çıktıları üretilebilmektedir.

Sonuç olarak SysML ve MBSE sayesinde:

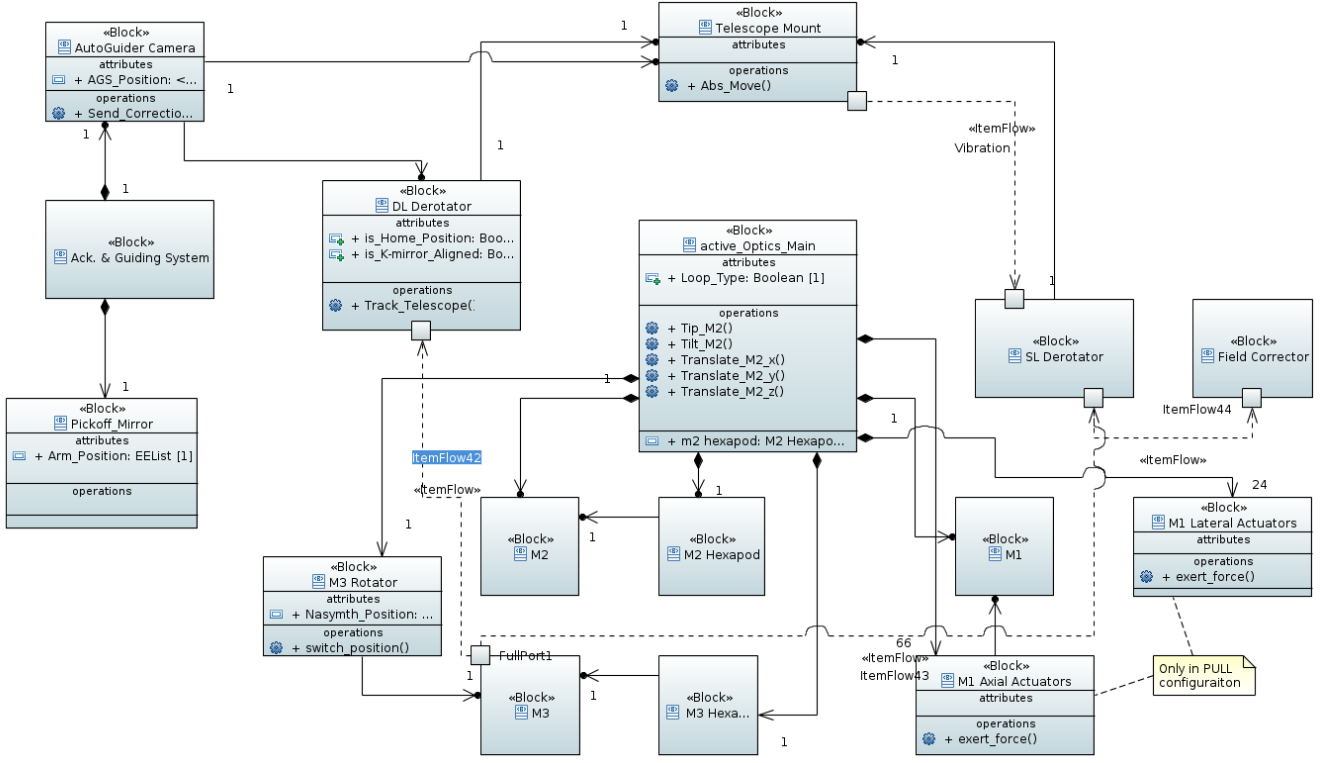
- a. Çalıştırılabilir bir model elde edebilmekte (ayrıca simülasyon imkanı da mevcut),
- b. Benzer sınıfta bir teleskop için bir profil ve kütüphaneler oluşturabilmekte (Karban vd. 2018),
- c. Verimli bir operasyonel Model elde etme imkanı sağlanmakta,
- d. Bitmiş ve tasarım aşamasındaki sistemler için prosedürlerin tanımlamalarını oluşturabilmekte,
- e. Resmi dökümantasyonlar otomatik olarak oluşmakta,
- f. Odak düzlemi aletleri ile entegrasyon ve denetleme kolaylığını sağlanmaktadır.

4 DAG Projesi Sistem Mühendisliği

4.1 Mevcut Durum

Bu çalışmaya, aktif optikli (aO) ince bir aynaya sahip teleskop (AMOS 2016), adaptif optik (AO) düşünülerek tasarlanmış (OPAM 2018), yakın kızılöte özelliği olan ve döner çatı'lı bir sistemin (EIE 2016), sistem seviyesi (high-level) spesifikasyonları ve bu spesifikasyonlara uygun hazırlanmış tasarımı ile başlanmıştır. Bahsedilen bu sistemlerin Interfaceleri, Interface Control Dokümanlarında tanımlanmıştır. Fonksiyonel Domainler ve fiziksel karşılıkları "Genel Amaçlı" bir 4 metre teleskop için zaten kabaca belli olmakla birlikte sistem içinde konumları, performans ve operasyonel gereksinimleri belirsizdir. Tasarım olarak, en azından bir Nasmyth platformu için AO merkezli olacağından, düşük görüş alanlı teorik bir Odak Düzlemi Aygıt'lı olacağını bilmekteyiz. Öncelikli olarak "Scope of Work" ve "Systems Engineering Process Plan" oluşturulmaya başlandı. Kullanmak istediğimiz dil, araç ve metodolojiyi seçildi, aktörlerimiz belirlendi (proje sorumluları, teknik yetkililer ve uluslararası bir gözlemevi/testbench olacağımızdan dolayı bu konuya ilişkin diğer kişiler).

Şu anda mevcut tasarımın gereksinimlerini (DAG 2014), akışlarını ve doğrulamalarını modele işlemeye başladık (Şekil 1). Ayrıca Activity, Use Case ve Senaryoların oluşumu üzer-



Şekil 1. DAG genel sistem mimarisine ait örnek kesit

ine çalışmalarımıza devam etmekteyiz ve bunları iterasyonlar ile geliştirmekteyiz. Şu ana kadar elimizde evrilmiş bir Operational Concept Dokümanı bulunmaktadır. Önemli noktalardan biri diğeri ise "item flow" olarak dört temel unsurumuz bulunmaktadır. Bunlar "wave", "vibration", "heat" ve "information" şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca teknik personel eğitim sürecimiz de devam etmektedir. Daha önce de belirttiği gibi alternatif tasarımlar ile ileriye dönük gelecek yenilikler (upgrades) de SM içinde ele alınmaktadır (örneğin Adaptif Optik sistemimizin GLAO'ya geçmesi gibi).

4.2 DAG Alt Sistemleri (Fiziksel Fonksiyonel Domainler)

- TCS (Telescope Control System):** Temel olarak Alt-Az mount özelliklerine sahip, Pointing ve Tracking'den sorumlu sistem (EIE 2016).
- aO (aktif Optik):** İnce ayna'nın low-order (22. order'a kadar) aberasyonları ve optik ayarlamalardan sorumlu sistem.
- Field Derotator(lar):** Alt-Az mount kaynaklı alan dönmesini giderecek olan sistem (OPAM 2018).
- Field Curvature Compensator/Corrector:** 14 yaddakıkası bilimsel bakış açısına sahip (unvignetted alan) SL platformunda kullanılacak sistem.
- Autoguider:** Blind Pointing ile 1 saat içinde 0.1 yaysaniyesi hassasiyette takibi sağlayacak sistem (yazılımsal).
- AO (Adaptif Optik):** Atmosfer kaynaklı türbülans giderimi için Single (Natural Guide Star) Conjugate Adaptive Optics sistemi.
- Acquisition and Guiding System(s):** Autoguider ve her iki platformda bulunacak olan aO WFS'lerine Guide Star aktarımını sağlayacak sistem.

- Enclosure Control System:** Yakın kızılöte gözlemlere uygun çalışma prensibi olan sistem.
- OCS (Observatory Control System):** High level kontrolü yani bir başka deyişle orkestrasyonu sağlayacak olan sistem.
- Harici Sistemler:** SLODAR Teleskobu, Meteoroloji Alt Sistemleri, Sismoloji Monitörleri.

4.3 Senaryo Örnekleri

Geldiğimiz aşamadan bir kaç senaryo örneği verecek olursak:

Örnek 4.1. Sistemimizin aO lateral actuatorlarından birinin arızalanması durumunda closed-loop olarak düzeltmeler yapılmaya devam edilebilir mi? Bunun için oluşan arızanın gözlem proje başvuru aşamasında verilen görüntü kalitesi değerleri ile uyumluluğunun test edilip gözleme devam edilip edilemeyeceğinin karar verilmesi gerekmektedir.

Örnek 4.2. DL Derotator'ının büyük açılarda oluşacak bükülme (flexure) sorunlarında arkasında bulunan odak düzlemleri ile ilişkisine bakılması ve ne yapılması gerektiğinin kararının verilmesi gerekmektedir.

5 Sonuçlar

Tüm bu çalışmada da anlatıldığı üzere, SM yaklaşımı, DAG ve benzeri projelerde fazlasıyla önem teşkil etmektedir. Sistemin bir bütün olarak bakılabilmesi, tüm alt sistemlerin ve parçalarının birbirleriyle olan ilişkilerin irdelenebilmesi, isterlerin sağlanıp sağlanmadığına dair denetlemelerinin gerçekleştirilebilmesi ve dokümantasyonların da bu yolda otomatik olarak oluşturabilecek olması büyük projelerde verimliliği ve kaliteyi arttırmaktadır.

Ancak tüm bunların dışında bazı dezavantajları da göz ardı etmememiz gerekir. MBSE ve SysML için öğrenme ve bir deneyim edinme sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bu öğrenme süreci, takım çalışmasını ve modelin güncel ilerlemesini de güçleştirmektedir. Pek tabii ki bir takım içinde herkesten UML/SysML öğrenmesini beklemek çok da gerçekçi değildir. Bu sorunun dışında MBSE'den maksimum fayda sağlamak için SM yaşam döngüsünün de iyi planlanması gerekmektedir. Tüm bunlara ek olarak evrimsel sistemi de her açıdan modellemeye çalışmak büyük bir hata olacaktır. Burada önemli olan sadece yeteri kadar modellemenin yapılmasıdır ki bu da istekleri (requirements) baz alarak yapılmasıyla olacaktır.

Kaynaklar

- Weilkiens, T.: Systems engineering with SysML/UML: modeling, analysis, design. Elsevier/Morgan Kaufmann (Amsterdam) (2007)
- Friedenthal, S., Moore, A., Steiner R.: A Practical Guide to SysML: The Systems Modeling Language Elsevier/Morgan Kaufmann (Amsterdam) (2008)
- DAG: Technical Specification - General Technical Requirements for Structures and Mechanisms Official DAG Documentation (2014)
- International Council of Systems Engineering: Systems Engineering Handbook: A Guide for System LifeCycle Processes and Activities, 4th Edition. INCOSE-TP-2003-002-04, Wiley (San Diego, CA, US) (2015)
- AMOS: DAG 4m Telescope - active Optics Control System Design Report. Official DAG Documentation (2016)
- EIE: DAG Project Rotating Enclosure - Control System Design Report Official DAG Documentation (2016)
- EIE: DAG 4m Telescope - Control System Design Report Official DAG Documentation (2016)
- Karban, R., Crawford, A.G., Trancho, G., Zamparelli, M., Herzig, S., Gomes, I., Piette, M., Brower, E.: The OpenSE Cookbook: a practical, recipe based collection of patterns, procedures, and best practices for executable systems engineering for the Thirty Meter Telescope. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series (2018)
- OPAM ve Heig-VD: Adaptive Optics System for the Eastern Anatolian Observatory (DAG) - Final Design Report Official DAG Documentation (2018)
- OPAM ve Heig-VD: Optical K-mirror derotator for the adaptive optics Nasmyth platforms of the Eastern Anatolian Observatory (DAG) - Final Design Report Official DAG Documentation (2018)

Erişim:

O51-1000: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

DAG-SLODAR (SLOpe Detection And Ranging) Teleskobu

Onur Şatır¹★,

Cahit Yeşilyaprak, Onur Keskin

¹ Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi, Erzurum

Özet

Atmosferin astronomik gözlemlere olan olumsuz etkilerini alt etmek üzere geliştirilmiş ve DAG teleskobunda da kullanılacak olan Adaptif Optik (AO) sistemleri, türbülansın ayrıntılı bir şekilde karakterize edilmesine ihtiyaç duyar. SLODAR, atmosferik optik türbülansın dikey profilini, iki yakın yıldızın Shack-Hartmann dalgacephesi algılayıcısı (SH-WFC) ile yapılan dalgacephesi eğimi ölçümlerinin çapraz korelasyonundan elde eden bir yöntemdir. SLODAR sistemi, küçük çaplı (~50cm) bir teleskobun odak düzlemine yerleştirilen, iki SH-WFC barındıran SLODAR aygıtından oluşur. Paranal, La Palma, Mauna Kea ve SAAO gözlemlerinde kurulan SLODAR teleskopları "yer katmanı (ground layer)" olarak adlandırılan ve yerleşkenin üzerindeki ilk kilometre içindeki türbülansı ölçmek amacıyla kullanılmışlardır. Bu sunumda DAG yerleşkesinde kurulmakta olan SLODAR sisteminden bahsedilecektir.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

051-1020: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

DAG-TGI: Türbülans Jeneratörü Kalibrasyonu

Cihan Tuğrul Tezcan¹★,

Ümit Bora Akbulak, Furkan Güvenir, Ömer Faruk Aydemir, Onur Keskin,

Cahit Yeşilyaprak

¹ Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Ankara

Özet

DAG (Doğu Anadolu Gözlemevi) 4-metre birincil ayna ile aktif (aO) ve adaptif (AO) optik sistemlerine sahiptir. DAG'ın odak düzlemi aletlerinin geliştirilmesi ve kurulması için, türbülans şartlarını canlandırabilen bir türbülans jeneratörü geliştirilmiştir. Bu çalışmada jeneratör kalibrasyonu ve karakterizasyonu sağlanmıştır. Türbülans jeneratörü temel olarak soğuk hava ile kontrol edilebilen sıcak havanın gene kontrol edilebilen rüzgar şartlarında karıştırılarak türbülans oluşturmasıdır. Bu çalışma ileride DAG'ın adaptif optik sisteminin simülasyonu olacaktır.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O51-1025: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

DAG Yerleşkesi ve Çevresinin Atmosferik Özellikleri

Funda Yüzlükoğlu¹★,
Cahit Yeşilyaprak

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

Türkiye'nin en büyük çaplı (4 m) optik ve kırmızı öte bölgede gözlem yapacak teleskobunun kurulacağı, DAG Yerleşkesi ve çevresinin astronomik gözlemler açısından atmosferik özellikleri incelenmiştir. Atmosferik özellikler, bütün gözlemlerinin geçmiş ve ileriye dönük atmosfer ve gözlem kalitesini belirlemek için kullanılan en önemli faktörlerden birisidir. Atmosferik çalışmalar, özellikle büyük çaplı teleskoba sahip gözlemlerinin hem gözlem planlaması yapabildiği ve adaptif optik sistemine sürekli veri sağlaması hem de gerektiğinde sistemin atmosferik etkilerden daha az etkilenmesi için önemli bir çalışmadır. Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) yerleşkesi olarak seçilen Konaklı - Karakaya Tepeleri ile benzer rakıma sahip Palandöken Dağı Ejder Tepesi atmosferik verileri incelenmiş ve bölgenin atmosferik özellikleri astronomik açıdan değerlendirilmiştir.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O51-1030: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

OPAM tarafından Üretilen Derotator Sistemi ve TROIA (TuRkish adaptive Optics system for Infrared Astronomy) Adaptif Optik Sistemi

Onur Keskin¹★,

¹FMV Işık Üniversitesi, Makine Mühendisliği, İstanbul

Özet

DAG teleskopu için FMV Işık Üniversitesi Optomekatronik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (OPAM) son tasarımı başarıyla bitirilerek, üretim aşamasına geçilen derotator ve adaptif optik (TROIA) sistemleri tanıtılacaktır.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1100: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Doğu Anadolu Gözlemevi Yerleşkesinde Farklı Ekipmanlar Yardımıyla Atmosferik Görüş Ölçümleri

Yavuz Güney¹★,

Cahit Yeşilyaprak

¹ Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü, Erzurum

Özet

Gözlemevinin kurulacağı alanın gözlem yapılabilirlik özellikleri büyük teleskopların verimlerini doğrudan etkileyecektir. Bu nedenle, teleskopların bulunacağı yerleşkenin ilgili karakteristik özellikleri sürekli olarak gözlem altında bulundurulmalıdır. Atmosferik Görüşü (Seeing) tespit etmek için, Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) tarafından yürütülen Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi kapsamında DAG Yerleşkesi'ne (Erzurum-Konaklı, Karakaya Tepeleri, 3170 m) kurulan Cyclope Seeing Monitor Sistem, SBIG Seeing Monitor ve manuel Diferansiyel Görüntü Hareket Monitorü (Diferential Image Motion Monitor , DIMM) sistemleri incelenmiştir.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

052-1120: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Robotik Teleskop Ağları

Murat Koçak¹★,
Cahit Yeşilyaprak

¹ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Antalya

Özet

Türkiye’de konuşlu teleskopların ortak bir ağ içinde birbirlerine bağlanması için gerekli olan yazılım ve donanımın tasarımı ve ilgili protokollerin geliştirilmesi.

Anahtar Kelimeler: virtual observatory tools, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018’te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1140: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Göktaşlarının Analizleri ve Doğru Bilinen Yanlışlar

Ozan Ünsalan¹★,

¹Ege Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

Bu çalışmada göktaşlarının incelenmesinde kullanılan spektroskopik, yapısal ve analitik teknikler ve bu konuda doğru bilinen yanlışlar konu edilecektir. Göktaşlarının analizleri hakkında bahsedilecek teknikler arasında Fourier Transform Kırmızıaltı Spektroskopisi, Raman Spektroskopisi, SEM&EDS spektroskopisi, EPMA (Electron Microprobe Analysis), X-Işınları Kırınımı (XRD) yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: meteorites, meteors, meteoroids, Uydu Sistemleri, Uzay Etkinliği, Uzay Politikası, Uzay Hukuku

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1200: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Asteroit Madenciliği ve Ülkemizde Bugüne Kadar Yapılanlar

Ozan Ünsalan¹★,

¹Ege Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

Özet

Bu çalışmada, Asteroit Madenciliği hakkında bugüne kadar ülkemizde yapılan çalışmalar ele alınacaktır. Çok kısaca Asteroit Madenciliği hakkında bilgi verilecek olup, Uzay Hukuku'na değinilecek ve bu konuda dünyada ve ülkemizdeki durum hakkında genel hatlarıyla bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: minor planets, asteroids, general, Uydu Sistemleri, Uzay Etkinliği, Uzay Politikası, Uzay Hukuku

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O52-1205: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Süpernova Kalıntısı CTB 109 ile Etkileşimdeki Genç Yıldızsal Nesnelere

Baha Dinçel^{1,2}*, M. Sasaki¹, Sinan Kaan Yerli³, Minja Mäkelä¹, Jonathan Knies¹

¹Dr. Karl Remeis-Sternwarte, Erlangen Centre for Astroparticle Physics,

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Sternwartstrasse 7, D-96049, Bamberg, Germany

²Institut für Astronomie und Astrophysik (IAAT), Universität Tübingen, Sand 1, 72076, Tübingen, Germany

³Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800 Ankara

Özet

CTB109 SNR'sinin ılık toz bulutundaki iki genç yıldızsal nesnenin (YSO), J230230.53+585807.9 (J1) ve J230229.64+585755.5 (J2), optik ve NIR fotometrik gözlemlerini paylaşıyoruz. İki YSO'nun SN şok dalgası aldığı düşünülüyordu. ALLWISE kataloğu MIR verileri, kaynakları 2.Sınıf YSO'ya koyuyor. Calar Alto Gözlemevi PANIC kamerasıyla yapılan NIR gözlemlerinden yıldızlararası sönmülme ve yıldızsal veriler alındı. Neredeyse bir anakol yıldızı olan J2'nin kütlesi, hala anakol öncesinde olan J1'den büyük. TUG TFOSC gözlemlerinde J1 gözlemlendi ve H_α salma çizgisi doğrulandı. TUG T-100'le alınan üç aylık BVR-H_α fotometrisi YSO'larda hiçbir akı değişimi olmadığını gösterdi. Her iki yıldızın madde aktarım oranı beklenenden daha küçük.

Anahtar Kelimeler: stars: formation, Kırmızıöte Astronomisi

1 Giriş

Yıldızlar moleküler bulutların çökmesiyle oluşur. Bulutların iç kısmında oluşan büyük kütleli yıldızlar birkaç milyon yılda evrimlerini tamamlayarak süpernova patlaması yaşarlar. Dolayısıyla süpernova patlamaları genellikle yıldız oluşum bölgeleri yakınlarında meydana gelir. Çünkü, atayıldızın bölgeden uzaklaşmak için yeterli zamanı olmaz. Böylece bazı anakol öncesi evrimi devam eden yıldızlar (genç yıldızsal nesnelere (YSO)) süpernovanın şok dalgasıyla etkileşime girerler.

YSO'ların gövdelerinde süpernovanın belirgin bir etki bırakması beklenmemekle birlikte onları çevreleyen öngezegensel disklerin çarpışmadan doğrudan etkilenmeleri beklenir. Öncelikle diskteki dinamik sıcaklık değişecektir, bu da gezegen oluşumunu etkiler. Süpernova diskin geometrik yapısını değiştirebilir hatta çarpışma açısına bağlı olarak büyük bir kütleli yıldızın kütleçekim alanından çıkarabilir. Bu da yıldızın artık diskten aktarım yapamaması anlamına gelir. Son olarak, süpernova diske önemli miktarda α-süreci elementleri taşır, büyük bir alana sahip olan disk bu elementleri yakalayıp metal yoğunluğunu arttırabilir. Tüm bu etkiler yıldız sisteminin evrimini önemli ölçüde etkileyebilir. Şu ana kadar böyle bir etkileşimin herhangi bir gözlemsel kanıtı sunulmamıştır. Bunun için SNR CTB 109 ve çevresi incelendi.

CTB 109 27' çapında kabuk türü bir SNR. Magnetara ev sahipliği yapan nadir SNR'lerden biridir. Bu SNR'in batıdaki bir dev moleküler bulutsuyla (GMC) etkileşime girdiği gösterilmiştir Şekil 1. GMC'nin sistematik hızı olan $-51 \pm 3 \text{ km s}^{-1}$ ve içerdiği yıldız oluşum bölgelerinin (Sh 2–152 ve Sh 2–153) tayfsal uzaklıkları $\sim 3.21 \pm 0.21$ dikkate alınarak mesafesi 3.2 ± 0.2 kpc olarak belirlenmiştir (Kothes & Foster 2012). X-ışını gözlemlerinden şok hızı $v_{\text{sh}} = 460 \pm 30 \text{ km s}^{-1}$ ve Sedov yaşı 14000 ± 2000 yr olarak bulunmuştur.

Merkezin doğu kısmında X-ışını parlak ve α-süreci elementleri bakımından zengin bir bölgenin SNR'in yoğun bir bu-

lutsuyla çarpışmasından ortaya çıktığı öne sürülmüştür (Sasaki et al. 2013). Bu bölgeyi çevreleyen bulutlardan biri orta kızılıtesinde (MIR) parlak bir IRAS kaynağıdır, Z 23004+5841. Bulutunun süpernova şok dalgaları tarafından gözlemciye doğru hızlandırıldığı ortaya atılmıştır (Sasaki et al. 2006).

Bulutsu iki MIR kaynağına ev sahipliği eder, J230230.52+585807.5 and J230229.64+585755.5 (bundan böyle, J1 and J2). Bu çalışmada bu iki kaynağın tabiatı, yıldızsal parametreleri ve aktarım özellikleri sunulmuştur.

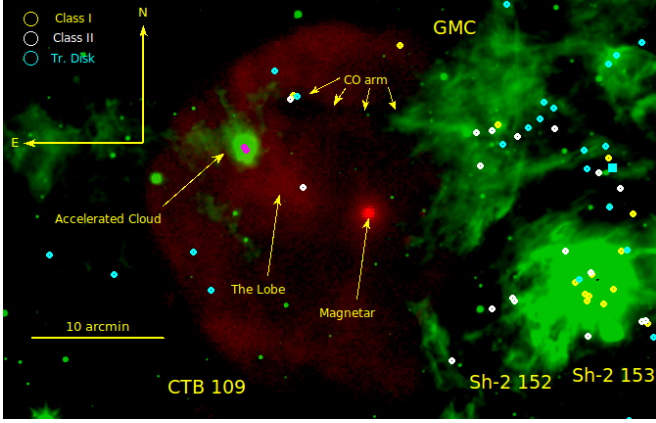
2 Gözlemsel Çalışma

Öncelikle kaynakların YSO olup olmadıklarını anlamak için bölgedeki kaynakların MIR renk-renk grafiğini çıkarttık. MIR değerleri Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE) (Cutri & et al. 2013) kataloğundan aldık ve 3.4, 4.6 ve 12 μm (W123 bantları) değerlerini kullandık. MIR renk-renk grafiğinden kaynakların YSO olduklarını belirledik.

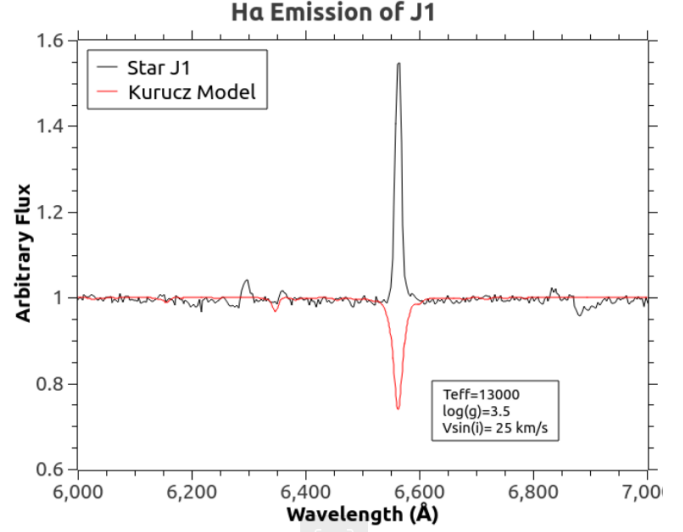
Sonrasında SNR CTB 109'u kapsayan optik ve yakın kızılıtes (NIR) fotometrik ve tayfsal gözlemler yapıldı. Öncelikle, salma çizgilerini belirlemek için J1'in tayfı alındı. Bu gözlem 2016 Eylül 14'de RTT-150 teleskobuna takılı TUG Faint Object Spectrograph and Camera (TFOSC) marifetiyle yapıldı. Yıldız önük olduğundan Grism 15, 120 μm yarıklı kullanıldı. Dalgaboyu aralığı 3230–9120Å, tayfsal çözünürlük $\Delta\lambda=12.4\text{Å}$ idi. 300 saniyelik hedef gözlemin yanı sıra on adet bias, beş adet halojen lamba tayfı (flat) ve beş adet He-Ne salma tayfı (arc) alındı. Tayfta sadece H_α salma çizgisi belirlendi (Şekil 1).

CTB 109'un CCD BVR-H_α gözlemleri 2018 Ekim 16, Kasım 15 and Aralık 14 tarihlerinde, TUG yerleşkesindeki T-100 1m Ritchey-Chretien teleskobuyla yapıldı. Gözlemlerde hedef imajların yanısıra sabahları her filtre için üçer adet gökyüzü flat ve onar bias alındı. Her hedef için 5, 240 ve 720 saniye poz verildi. JHK bandındaki fotometrik gözlemler 2016 Ağustos 11 tarihinde Calar Alto yerleşkesinde 2.2 metre teleskobuna takılı PANORAMIC Near-Infrared Camera (PANIC) kullanılarak gerçekleştirildi. 15' × 15'lık bir görüş açısı hedeflenen alanı gözlemek için yeterli oldu. Hedefler her filtrede 15s×2 ve 90s×2 şekli-

* bahadince@gmail.com



Şekil 1. Solda: SNR CTB109'un kompozit görüntüsü (X-ışını kırmızı, 12 μm yeşil) WISE MIR fotometrisinden bulduğumuz sınıf I,II ve geçiş diski nesnelere dairelerle gösteriliyor. J1 ve J2 pembe dairelerle ifade edildi. Yıldız oluşumu batıda GMC'nin içinde konsantre olmuş durumda. Doğuda iki bölge, hızlandırılmış bulutsu ve CO kolun ucundaki iyice sönmüş YSO'ların alanı dikkat çekiyor. Sağda: YSO J1'in TFOSC grism 15 tayfı. H_{α} salma çizgisi bulundu. Akı ölçümü için Kurucz modeli üzerine yerleştirildi ve salmayla soğurma çizgisi arasındaki alan hesaplandı. Burada H_{α} eşdeğer genişliği $EW=16 \text{ \AA}$ olarak ölçüldü. The model parametreleri şöyle; $T = 13000 \text{ K}$, $\log(g)=3.5 \text{ cm s}^{-2}$, $v_{\text{sin}(i)}=30 \text{ km s}^{-1}$ and $[M/Fe]=0.0$.



inde gözlemlendi. Yine onar bias ve her filtre için 3'er gökyüzü flat alındı.

Tüm data IRAF ortamında standard süreçler izlenerek indirildi. Fotometrik imajlar standard yıldız alanları (Landolt 2013) gözlenerek kalibre edildi. Hem optik hem de NIR gözlemlerde standard yıldızların akı belirsizliği çıkarım belirsizliğini domine etti. Tayfsal dataya farklı olarak dalgaboyu kalibrasyonu yapıldı ancak akı kalibrasyonu yapılmadı.

3 Sonuçlar

TFOSC tayfında salma çizgisinin toplam eşdeğer genişliğini bulmak için bir sentetik tayfı karşılaştırdık. Yıldızın sıcaklığı aşağıda belirtildiği gibi fotometriden hesaplandı. Belirlenen sıcaklık aralığında "Spectrum" (Gray & Corbally 1994) programıyla Kurucz LTE modelleri (Castelli & Kurucz 2004) kullanılarak sentetik tayflar üretildi. Bu tayflarla karşılaştırılarak J1'in H_{α} çizgisinin eşdeğer genişliği, $EW=16 \pm 2 \text{ \AA}$ olarak bulundu. 3 aylık optik fotometride yıldızların akısında kayda değer bir değişim bulunmamıştır.

BVRJHK fotometrisinden YSO'ların sönmüşlenme değeri ve yıldızsal parametreleri bulundu. Tüm bu değerler YSO'ların SNR'la aynı uzaklıkta oldukları ve Güneş'in metal bolluğuna sahip oldukları varsayımıyla yapıldı. PARSEC 1.2S yıldız evrimi kodları (Chen et al. 2015) ve Girardi et al. (2008) bolometrik düzeltmeler kullanılarak "CMD 3.0" (<http://stev.oapd.inaf.it/cmd>) websitesi yardımıyla izokronlar oluşturuldu. B-V, V-R, J-H and H-K renk farkları kullanılarak her bir renk farkından farklı sönmüşlenme katsayıları (R_V) için A_V değerleri hesaplandı. Tüm A_{λ}/A_V katsayıları Bessel filtreleri için (Bessel 1990) Cardelli et al. (1989)'daki gözlemsel katsayılar kullanılarak farklı R_V değerleri için hesaplandı. Bunun sonucunda R_V değeri 4.0 ± 0.05 olarak bulundu. Belirlenen A_V değerleri arasından en az standard sapmayı veren ($\sigma < 0.1$) sıcaklık aralığı YSO'nun etkin sıcaklığı olarak belirlendi. Evrim sürecinde hangi yüzey gravitasyonuna sahip olduğu, dolayısıyla yaşı (Güneş me-

tal bolluğu varsayımı sabit tutularak) SNR'ın uzaklığına göre kısımlandı; $3.2 \pm 0.2 \text{ kpc}$. Yıldızsal parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Her bir model için aktarım kütle oranı Gullbring et al. (1998) makalesinde tarif edildiği gibi aktarım parlaklığı (L_{acc}) bulunarak hesap edildi. Aktarım parlaklığı doğrudan H_{α} salma akısından Barentsen et al. (2011)'e göre hesap edildi. Bu akıyı sönmüşlenmeden arındırılmış H_{α} ölçümlerimizden model değerlerini çıkartarak bulduk. Fotometriden ölçtüğümüz toplam akı $\sim 75 \text{ \AA}$ değerine tekabül etmektedir. Bu, tayftan ölçtüğümüzden çok fazla bir değerdir. Ancak, bu durum, bir akı değişiminden daha çok tayfçekerin 12.4 \AA 'lük çözünürlüğünden kaynaklanmaktadır. Çünkü büyük ihtimalle salma çizgisinin FWHM değeri 12.4 'den daha düşüktür. Sinyal gürültü oranının da $S/N \sim 10$ olduğu düşünüldüğünde bu tayftan yola çıkılarak kütle aktarım oranı hesaplanamayacağı görüldü.

Optik ve NIR fotometrik gözlemlerin sonucunda J230230.52+585807.5 (J1) ve J230229.64+585755.5 (J2)'nin hala evrimde olan genç yıldızsal nesnelere (YSO'lar) olduğu ve ön gezegensel disklerinden kütle aktarım oranlarının beklenenden düşük olduğu bulundu.

YSO'lar oldukça genç $\tau=340 \pm 60 \text{ kyr}$. İki de orta kütleli yıldızlar; $M_{J1}=6.05 \pm 0.45$ and $M_{J2}=7.0 \pm 1.0 M_{\odot}$. Etkin sıcaklıkları sırayla $T_{\text{eff}}=15000 \pm 2000 \text{ K}$ and $T_{\text{eff}}=21500 \pm 3000 \text{ K}$. J2 daha yüksek bir yüzey gravitasyonu değerine sahip $\log(g)_{J2}=4.19 \pm 0.15 \text{ cm s}^{-2}$, $\log(g)_{J1}=3.66 \pm 0.14 \text{ cm s}^{-2}$. Her iki kaynaktan beklediği gibi yüksek bir sönmüşlenme değerine sahip, $A_V=6.9-7.6 \text{ mag}$. Böledeki beklenen sönmüşlenme değeri $A_V \sim 3.2 \text{ mag}$ (Neckel et al. 1980).

Dar bant fotometrisinden kütle aktarım oranları şöyle bulundu; $\dot{M}_{J1}=-6.75 \pm 0.15$ ve $\dot{M}_{J2}=-7.75 \pm 0.15 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$. Bu aktarım oranları, diğer orta ve büyük kütleli YSO'ların aktarım oranlarıyla (Fairlamb et al. 2015) karşılaştırıldı ve her iki YSO'nun da benzer kütleli YSO'ların ortalamasından bir kadir kadar daha az aktarımda olduğu bulundu.

Çizelge 1. J1 ve J2'nin yıldızsal parametreleri ve aktarım oranları. Her iki nesne de aynı yaşta olduğu düşünülmüştür. 1. kolonda yıldız ismi 2. kolonda yaşı 3. kolonda kütlesi 4. kolonda sıcaklığı 5. kolonda yüzey gravitasyonu 6. kolonda sönümlenme değeri 7. kolonda mesafe ve 8. kolonda aktarım oranı verilmiştir.

Star Name	Log(τ) (yr)	Mass (M_{\odot})	Log(T_{eff}) (K)	Log(g) (cm s^{-2})	A_V (mag)	$\dot{M}_{\text{acc}}(M_{\odot}\text{yr}^{-1})$
J1	5.45	6.52±0.07	4.20±0.04	3.72±0.08	7.00±0.1	-6.75±0.15
J2	5.45	7.69±0.22	4.35±0.04	4.25±0.09	7.60±0.1	-7.8±0.1
J1	5.50	6.22±0.09	4.18±0.04	3.69±0.09	7.00±0.1	-6.75±0.15
J2	5.50	7.20±0.52	4.32±0.04	4.22±0.11	7.50±0.1	-7.8±0.1
J1	5.55	5.92±0.09	4.16±0.04	3.64±0.10	7.00±0.1	-6.75±0.15
J2	5.55	6.79±0.42	4.31±0.03	4.21±0.11	7.50±0.1	-7.8±0.1
J1	5.60	5.61±0.11	4.12±0.06	3.62±0.10	6.95±0.1	-6.7±0.1
J2	5.60	6.27±0.22	4.28±0.01	4.15±0.09	7.45±0.1	-7.7±0.1

J2'nin evrimsel sürecinin sonlarına yaklaştığı ortadadır. Ancak, aktarım disklerinin aktifliği YSO'nun anakol yıldızı olduğunda da bir süre devam ettiği bilinmektedir. Ayrıca her iki yıldız da yoğun bir çevresel maddeye sahiptir. Sonuç olarak düşük aktarım oranları diskin süpernova çarpması sonucu kütle kaybı ya da geometri değişikliğine uğramasına bağlı olabilir.

Kaynaklar

Barentsen G., et al., 2011, *MNRAS*, 415, 103
 Bessell M. S., 1990, *PASP*, 102, 1181
 Cardelli J. A., Clayton G. C., Mathis J. S., 1989, *ApJ*, 345, 245
 Castelli F., Kurucz R. L., 2004, arXiv Astrophysics e-prints
 Chen Y., Bressan A., Girardi L., Marigo P., Kong X., Lanza A., 2015, *MNRAS*, 452, 1068
 Cutri R. M., et al. 2013, VizieR Online Data Catalog, 2328
 Fairlamb J. R., Oudmaijer R. D., Mendigutía I., Ilee J. D., van den Ancker M. E., 2015, *MNRAS*, 453, 976
 Girardi L., et al., 2008, *PASP*, 120, 583
 Gray R. O., Corbally C. J., 1994, *AJ*, 107, 742
 Gullbring E., Hartmann L., Briceño C., Calvet N., 1998, *ApJ*, 492, 323
 Kothes R., Foster T., 2012, *ApJ*, 746, L4
 Landolt A. U., 2013, *AJ*, 146, 131
 Neckel T., Klare G., Sarcander M., 1980, Bulletin d'Information du Centre de Données Stellaires, 19, 61
 Sasaki M., Kothes R., Plucinsky P. P., Gaetz T. J., Brunt C. M., 2006, *ApJ*, 642, L149
 Sasaki M., Plucinsky P. P., Gaetz T. J., Bocchino F., 2013, *A&A*, 552, A45

Erişim:

O53-1400: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Gökadamız Merkezi Doğrultusunda Yıldızlararası Karbonlu Tozların Dağılımı

Burcu Günay^{1*}, Melike Afşar¹

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

Özet

Yıldızlararası karbonlu tozun alifatik hidrokarbon bileşeni, elektromanyetik tayfın $3.4\mu\text{m}$ dalgaboyunda belirgin bir soğurmaya neden olmaktadır. Yıldızlararası toz içinde bulunan alifatik hidrokarbonların soğurma katsayısı bilindiğinde yıldızlararası tozun alifatik hidrokarbon bileşeninin kolon yoğunluğu hesaplanabilir. Bu çalışmada yıldızlararası / yıldız çevresi ortam koşulları laboratuvar ortamında oluşturularak toz benzeşikleri üretilmiş ve yıldızlararası toz benzeşiklerinin içerdiği alifatik hidrokarbonların soğurma katsayısı laboratuvar ortamında ölçülmüştür. Laboratuvar çalışmaları, literatürdeki gözlemsel çalışmalar ile birleştirilerek, Gökada merkezi bakış doğrultusundaki yıldızlararası karbonlu toz bünyesinde bulunan alifatik karbon ve toplam karbon miktarı hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: ISM: abundances, Kırmızıöte Astronomisi

1 Giriş

Yıldızlararası toz, yıldızlararası ortamın fiziksel ve kimyasal süreçlerinde yer alan temel bir bileşendir. Yıldızlararası ortamda ısınma, soğuma ve ışınma süreçlerine etki ettiği kadar kimyasal döngülerde de önemli rol oynamaktadır. Yıldızlararası madde döngüsü gökadalarda evrimi açısından çok önemlidir. Bu döngü içerisinde karbon elementi yüksek bağ yapma yeteneğinden dolayı evrenin kimyasal zenginliğinde temel rol oynamaktadır. Karbon, melez orbitaller (sp^3 , sp^2 , ve sp) ile üç farklı kovalent bağ yapısı (tekli, çiftli ve üçlü bağlar) kurarak çeşitli moleküller oluşturabilir. Bu moleküller, bağ yapılarına göre alifatikler (alkanlar), olefinikler (alkenler), aromatikler ve alkinler olmak üzere dört ana bileşik grubunda toplanır.

Karbonlu moleküllerin oluşumunda ilk aşama, evrimleşmiş bir yıldızın uzaya karbonca zengin madde savurmasıyla başlayan kimyasal süreçlerdir (Pascoli & Polleux 2000; Contreras & Salama 2013). Karbon, evrende en çok bulunan dördüncü elementtir. Yıldızlararası ortamda karbonun önemli bir kısmının katı halde yani yıldızlararası toz bünyesinde bulunduğu düşünülmektedir.

Karbonun yıldızlararası ortamdaki toplam bolluğu, gaz ve katı halde bulunan miktarlarının toplamı olarak ele alınır. Bu toplam karbon değerinin kozmik karbon bolluğu ile uyumlu olması beklenir. Yıldızlararası ortamda karbon bolluğu genellikle hidrojen bolluğuna göre normalize edilerek (C/H) ppm¹ cinsinden tanımlanır. Snow & Witt (1995) Gökada yıldızları üzerine yapılan araştırmalarda yıldızlararası ortam toplam karbon bolluğunun 225 ± 50 ppm olduğunu öne sürmüşlerdir. Evrimleşmemiş erken tip B tayf türü (anakol, altdev, dev) yıldızlardan (Sofia & Meyer 2001; Przybilla et al. 2008) elde edilen karbon bolluğu 240 ppm kadardır. Güneş bolluklarına bağlı olarak elde edilen kozmik karbon bolluğu (Grevesse & Sauval 1998) ile meteoritler / Güneş öncesi oluşmuş parçacıklardan elde edilen kozmik karbon bolluklarına (Lodders 2003) göre yıldızlararası ortamda en fazla 270 ppm karbon bulunmaktadır. Güncellenmiş Güneş bollukları (Asplund et al. 2009) ve F, G tayf türü (cüce) genç disk yıldızlarından elde edilen bolluklar yıldızlararası ortamda

en fazla 358 ± 82 ppm kadar karbon olduğunu göstermektedir (Sofia & Meyer 2001).

Yıldızlararası karbonun gözlemsel yollarla elde edilen gaz ve katı haldeki toplam bolluklarının kozmik karbon bolluğu ile örtüşmemesi karbon krizi olarak adlandırılan problemi ortaya çıkarmıştır. Yıldızlararası ortamdaki karbon bolluğu çalışmaları açısından katı haldeki karbon miktarının doğru olarak tespit edilebilmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak yıldızlararası ortamdaki toz parçacıklarının bünyesinde bulunan karbon miktarı, gözlemsel kısıtlamalar nedeniyle tartışmalıdır. Yıldızlararası sönükleştirme eğrileri yıldızlararası toz parçacıklarının boyutu hakkında bilgi verir (Cardelli et al. 1989; Fitzpatrick 1999). Ancak bunun yanı sıra yıldızlararası tozların yapısının tam olarak bilinmemesi nedeniyle, sönükleştirme eğrileri ile edilen karbon miktarında bir belirsizlik bulunmaktadır. Bu açıdan yıldızlararası tayfta görünen belirli salma ve soğurma çizgilerinden faydalanılarak saptamalar yapılabilir.

Kızılıöte (IR) bölgedeki tayf yapılarının şiddeti kaynaklandıkları kimyasal grupların sayısı ile orantılıdır. Yıldızlararası ortamdaki hidrokarbon bileşiklerine ilişkin tayf yapıları arasında alifatik karbonun C–H bağı gerilmesi kaynaklı $3.4\mu\text{m}$ soğurma bandı parlak ve belirgin bir profile sahip olduğu için ön plana çıkmaktadır (Pendleton et al. 1994). $3.4\mu\text{m}$ soğurma yapısı dağılmış yıldızlararası ortam tayfında yaygın olarak görülmektedir. Bu nedenle yıldızlararası toz kaynaklı $3.4\mu\text{m}$ soğurma yapısının optik derinliğinden ($\tau_{3.4}$), toplam soğurma katsayısından (A , cm atom^{-1}) ve soğurma yapısının yarı maksimum genişliğinden ($\Delta\nu$: FWHM) yararlanılarak yıldızlararası ortamdaki alifatik C–H sayısı, kolon yoğunluğu (N : cm^{-2}) cinsinden saptanabilir (d'Hendecourt & Allamandola 1986).

$$N = \frac{\tau \Delta \bar{\nu}}{A} \quad (1)$$

Bu çalışmada, yıldızlararası ortamdaki toz oluşumu koşulları laboratuvar ortamında oluşturulmaya çalışılarak yıldızlararası karbonlu toza benzer özelliklere sahip örnekler üretilmiştir. Örneklerin içerisindeki alifatik karbon atomlarının $3.4\mu\text{m}$ dalgaboyu bölgesindeki ışığı ne kadar güçlü bir şekilde soğurduğunu bel-

* Burcu GÜNAY

¹ ppm: parts per million

irlemek için kızılötesi tayföçüm (FTIR spectroscopy²) ile nükleer manyetik rezonans tayföçüm (NMR spectroscopy³) teknikleri bir arada kullanılmıştır. Bu yöntemle yıldızlararası toz için $3.4\mu\text{m}$ alifatik hidrokarbon toplam soğurma katsayısı hesaplanmıştır. Gökada merkezi (GC) parlak IR kaynakları doğrultusunda $3.4\mu\text{m}$ soğurması üzerine literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Chiar et al. 2002; Moultaqa et al. 2004). Laboratuvar çalışmaları ve gözlemsel çalışmaların birleştirilmesiyle, yıldızlararası tozların içerdiği alifatik hidrokarbonların dağılımı Gökada merkezi bölgesi için belirlenmeye çalışılmıştır.

2 Laboratuvar Çalışmaları

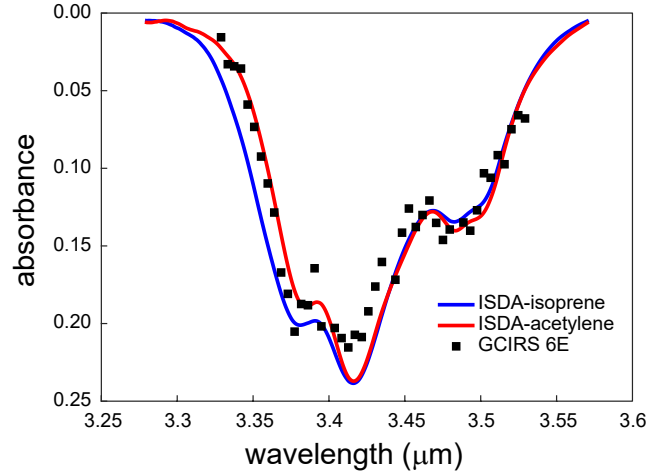
Yıldızlararası toz benzeşikleri New South Wales Üniversitesi, Kimya Bölümünde, Moleküler Fotonik Laboratuvarlarında üretilmiştir. Laboratuvarda yıldızlararası toz benzeşikleri üretmek için yıldızlararası karbonlu tozların oluştuğu, karbonca zengin evrimleşmiş yıldızların atmosferi ve ilişkili olduğu çevre koşulları canlandırılmıştır. Başlangıç maddesi olarak asetilen (acetylene) ve izopren (isoprene) kullanılmıştır. Deneysel düzenek başlıca bir vakum haznesi ve bir mekanik pompa ile desteklenmiş bir difüzyon pompasından oluşmaktadır. Vakum haznesi, öncü moleküller ile zenginleştirilmiş taşıyıcı gazı içeri taşıyan bir atımlı enjeksiyon ve elektrik boşaltım özelliği olan bir memeden oluşmaktadır. Yıldızlararası toz benzeşiği oluşturmak amacıyla, başlangıç molekülleri taşıyıcı gaz (argon) içerisinde seyreltilerek belirli frekanslar ile çok düşük dozlarda vakum haznesine enjekte edilerek basınç 10^{-4} Torr düzeyinde tutulmuştur. Meme atım süresi ve sıklığı değişken ($250 - 350 \mu\text{s}$ ve $10 - 50 \text{ Hz}$) olmak üzere her bir gaz atımına elektrik boşaltımı uygulanmıştır. Başlangıç molekülleri, enjeksiyon ile yaklaşık eş zamanlı olarak devreye giren bir elektrik boşaltımı (2000 V) kullanılarak alt türler parçalanmıştır. Bu şekilde yıldız çevresindeki benzer yoğunlukta ($n = 10^{10} - 10^{12}$ parçacık cm^{-3}) bir plazma oluşturulmuştur. Plazma içeriğindeki iyonlar, radikaller ve diğer kararsız alt türler birbirleri ile etkileşerek karmaşık kimyasal süreçler sonucunda yeni türleri oluşturmuşlardır. Oluşturulan plazma aynı zamanda boşluğa doğru ses hızını aşan (süpersonik) hızlarla genişlediğinden, ürünler parçacıklar halinde yoğunlaşarak vakum haznesinin dibinde yer alan toplama bölgesinde birikmişlerdir. Bu ürünler yıldızlararası toz benzeşiği (ISDA: Interstellar Dust Analogue) olarak, sırasıyla ISDA-asetilen (ISDA-acetylene) ve ISDA-izopren (ISDA-isoprene) olarak adlandırılmıştır.

2.1 IR Bölgede Tayf Analizi

Yıldızlararası toz benzeşiklerinin soğurma tayfları Bruker - VERTEX v70 FTIR tayföçer kullanılarak incelenmiştir. Yıldızlararası toz benzeşikleri için farklı miktarda örnek ile tekrarlanan FTIR ölçümleri sonucu elde edilen tayflar bir arada değerlendirilerek ortalama tayflar elde edilmiştir. Elde edilen ortalama tayflar $3.4\mu\text{m}$ bölgesinde normalize edilerek, benzeşiklerin $3.4\mu\text{m}$ alifatik soğurma yapıları elde edilmiştir. Sonuçlar Gökada merkezi kaynağı (GCIRS 6E) doğrultusunda Pendleton et al. (1994) tarafından elde edilmiş tayfla karşılaştırılmış ve uyumlu bulunmuştur (Şekil 1).

2.2 Katı Hal ^{13}C NMR Tayf Analizi

Yıldızlararası toz benzeşiklerinin ^{13}C NMR ölçümleri, Bruker Avance III 300 MHz Katı Hal NMR tayföçeri ile yapılmıştır.



Şekil 1. Yıldızlararası toz benzeşiklerinin FTIR ölçümleri sonucu $3.4\mu\text{m}$ bölgesinde elde edilen alifatik soğurma yapısının, Gökada Merkezi kaynağı (GCIRS 6E) doğrultusunda elde edilmiş (Pendleton et al. 1994) soğurma yapısı ile karşılaştırılması (Günay et al. 2018).

Yıldızlararası toz benzeşiklerinin içerdiği alifatik karbonun ağırlık oranı ölçümleri, referans madde olarak adamantan ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ISDA-izopren ve ISDA-asetilen için kütlece alifatik karbon (CH_2 ve CH_3) oranı sırasıyla % 29.50 ve % 14.50 olarak bulunmuştur.

2.3 Alifatik Hidrokarbon Toplam Soğurma Katsayıları

Yıldızlararası toz benzeşiklerinin toplam soğurma katsayısını ölçmek için FTIR ve ^{13}C NMR tayföçümü tekniklerinden yararlanılmıştır. Kütlece tanımlanmış miktarda yıldızlararası toz benzeşiği, IR geçirgen bir katı zeminde (KBr) seyreltilerek örnekler hazırlanmıştır. Her bir örneğin soğurması (A_{10}) FTIR tayföçer ile kaydedilmiştir. Alifatik hidrokarbonun toplam soğurmasını (A , cm^{-1}) elde etmek için $3.4\mu\text{m}$ alifatik soğurma yapılarının toplam alanları hesaplanmıştır. Yıldızlararası toz benzeşiklerinin bünyesinde bulunan alifatik karbon atomlarının kolon yoğunluğunu (N , cm^{-2}) bulmak için niceliksel ^{13}C NMR ölçümleri yapılmıştır. Yıldızlararası toz benzeşiklerinin toplam soğurma miktarının, alifatik karbon kolon yoğunluğuna göre değişimini gösteren grafikler (Şekil 2) elde edilmiştir. Grafiklerde, toplam soğurmanın kolon yoğunluğu ile doğrusal değiştiği görülmektedir. Toplam soğurma katsayıları (A), grafiklerdeki verilerin değişimini temsil eden doğruların eğimi kullanılarak ISDA-izopren için $4.76(8) \times 10^{-18} \text{ cm atom}^{-1}$ ve ISDA-asetilen için $4.69(1) \times 10^{-18} \text{ cm atom}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

3 Sonuç

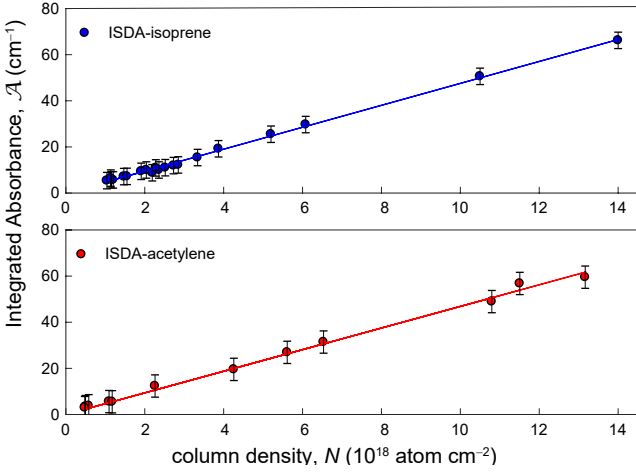
Yıldızlararası toz benzeşiklerinden elde edilen toplam soğurma katsayıları ve Chiar et al. (2002) tarafından elde edilmiş olan $\tau_{3.4}$ değerleri kullanılarak Gökada merkezi doğrultusundaki kaynaklar için alifatik karbon kolon yoğunlukları hesaplanmıştır (Çizelge 1). Bu amaçla, Gökada Merkezi kaynağı GCIRS 6E tarafından (Pendleton et al. 1994) yararlanılarak $3.4\mu\text{m}$ soğurma yapısı için FWHM değeri $\Delta\bar{\nu} = 108.515 \text{ cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Ayrıca, literatürden (Pendleton et al. 1994) alınan $3.4\mu\text{m}$ optik derinlik tayf verileri kullanılarak GCIRS 6E doğrultusu için hesaplamalar tekrarlanmıştır. Chiar et al. (2002) tarafından elde edilmiş olan $\tau_{3.4}$ değerleri kullanılarak, GCIRS 6E doğrultusu

² Fourier transform infrared spectroscopy

³ Nuclear magnetic resonance spectroscopy

Çizelge 1. Gökada merkezi kaynakları doğrultusundaki yıldızlararası ortam için alifatik karbon bollukları.

Kaynaklar	IRS 1W	IRS 3	IRS 6E	IRS 7	IRS 8	IRS 12N	IRS 19	Ortalama	
$\tau_{3.4 \mu m}$	0.179	0.310	0.259	0.147	0.258	0.357	0.247	0.220	
$\mathcal{A}/\text{cm}^{-1}$	19.424	33.640	28.105	15.952	27.997	38.740	23.873	26.819	
ISDA-i	$N/10^{18} \text{ cm}^{-2}$	4.05	7.01	5.86	3.32	5.83	8.07	4.97	5.59
	ppm	66	115	96	54	95	132	81	91
ISDA-a	$N/10^{18} \text{ cm}^{-2}$	4.13	7.16	5.98	3.39	5.96	8.24	5.08	5.71
	ppm	68	117	98	55	97	135	83	93

**Şekil 2.** Yıldızlararası toz benzeşiklerinin (ISDA) toplam soğurma miktarının \mathcal{A} (cm^{-1}), alifatik karbon kolon yoğunluğuna (N , cm^{-2}) göre değişimi (Günay et al. 2018).

için elde edilen alifatik karbon kolon yoğunlukları ISDA-izopren ve ISDA-asetilen verileri ile sırasıyla $5.86 \times 10^{18} \text{ atom cm}^{-2}$ ve $5.98 \times 10^{18} \text{ atom cm}^{-2}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 1). GC-IRS 6E optik derinlik tayfindan (Pendleton et al. 1994) elde edilen toplam soğurmaya göre alifatik karbon kolon yoğunlukları, ISDA-izopren ve ISDA-asetilen verileri kullanılarak sırasıyla $4.87 \times 10^{18} \text{ atom cm}^{-2}$ ve $4.97 \times 10^{18} \text{ atom cm}^{-2}$ olarak hesaplanmıştır. Her iki yöntemle elde edilen değerler, GCIRS 6E doğrultusu için literatürde bildirilen (Pendleton et al. 1994) alifatik karbon kolon yoğunluklarına göre (CH_3 için $3.1 \times 10^{17} \text{ atom cm}^{-2}$ ve CH_2 için $6.2 \times 10^{17} \text{ atom cm}^{-2}$) en az 5 kat daha yüksektir.

Elde edilen alifatik karbon kolon yoğunlukları hidrojen kolon yoğunluğuna göre normalize edilmiştir. Normalize alifatik karbon bollukları (C/H) (ppm), $A_V \sim 30 \text{ mag}$ (Sandford et al. 1991) ve $N(\text{H}) = 2.04 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2} \text{ mag}^{-1} \text{ H}$ (Zhu et al. 2017) kabul edilerek hesaplanmıştır. Gökada merkezi kaynakları doğrultuları için alifatik karbon için normalize edilmiş bolluklar elde edilmiştir (Çizelge 1). Gökada merkezi kaynakları doğrultusundaki yıldızlararası ortam için, minimum ve maksimum alifatik karbon bollukları ISDA-izopren ve ISDA-asetilen verilerine dayanarak sırasıyla 54 - 132 ppm ve 55 - 135 ppm olarak hesaplanmıştır. Toplam karbon bollukları ise ISDA-asetilen ve ISDA-izopren benzeşiklerinin alifatik karbon / toplam karbon oranına dayanarak sırasıyla, 95 - 231 ppm ve 146 - 354 ppm değerleri arasında bulunmuştur. Gökada merkezi kaynakları için Chiar et al. (2002) tarafından belirtilmiş $\tau_{3.4}$ değerlerinin or-

talaması alınarak, bölge için ortalama bir optik derinlik değeri hesaplanmıştır. Bu ortalama optik derinlik değeri ve benzeşikler için elde edilen katsayılar kullanılarak ortalama alifatik karbon bollukları hesaplanmıştır (Çizelge 1). Bu şekilde ISDA-izopren ve ISDA-asetilen verilerine dayanarak elde edilen ortalama toplam karbon bolluğu değerleri sırasıyla 160 ppm ve 245 ppm olup, kozmik karbon bolluğu değerleri ile uyumlu bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK Yurtdışı Araştırma Burs Programı 2214-A ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Asplund M., Grevesse N., Sauval A. J., Scott P., 2009, *ARA&A*, 47, 481
- Cardelli J. A., Clayton G. C., Mathis J. S., 1989, *ApJ*, 345, 245
- Chiar J. E., Adamson A. J., Pendleton Y. J., Whittett D. C. B., Caldwell D. A., Gibb E. L., 2002, *ApJ*, 570, 198
- Contreras C. S., Salama F., 2013, *ApJS*, 208, 6
- Fitzpatrick E. L., 1999, *PASP*, 111, 63
- Grevesse N., Sauval A., 1998, *Space Sci. Rev.*, 85, 161
- Günay B., Schmidt T. W., Burton M. G., Afşar M., Nauta K., Krechkivska O., Kable S. H., Rawal A., 2018, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 479, 4336
- Lodders K., 2003, *ApJ*, 591, 1220
- Moultaka J., Eckart A., Viehmann T., Mouawad N., Straubmeier C., Ott T., Schödel R., 2004, *A&A*, 425, 529
- Pascoli G., Polleux A., 2000, *A&A*, 359, 799
- Pendleton Y. J., Sandford S. A., Allamandola L. J., Tielens A. G. G. M., Sellgren K., 1994, *ApJ*, 437, 683
- Przybilla N., Nieva M.-F., Butler K., 2008, *ApJL*, 688, L103
- Sandford S. A., Allamandola L. J., Tielens A. G. G. M., Sellgren K., Tapia M., Pendleton Y., 1991, *ApJ*, 371, 607
- Snow T. P., Witt A. N., 1995, *Science*, 270, 1455
- Sofia U. J., Meyer D. M., 2001, *ApJ*, 554, L221
- Zhu H., Tian W., Li A., Zhang M., 2017, *MNRAS*, 471, 3494
- d'Hendecourt L. B., Allamandola L. J., 1986, *A&ASS*, 64, 453

Erişim:

O53-1420: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

SRd Türü Yarı Düzenli Değişenlerin Post-AGB Karakteristiklerinin Tespiti: Çok Ulaklı Kırmızıöte Gözlemleri

Ömrüm Hilal^{1*}, Timur Şahin¹

¹ Uzay Bilimleri Ve Teknolojileri Bölümü, Fen Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07058, ANTALYA

Özet

Çalışma kapsamında F, G ve K tayf türünden 258 adet SRd türü (161 SRd, 97 SRd karakteristikleri şüpheli) yarı düzenli değişen yıldız için çok ulaklı kırmızıöte uydu verileri yardımıyla post-AGB karakteristiklerinin tespiti amaçlanmıştır. Bu amaç için renk - renk diyagramları oluşturulmuş ve program yıldızlarının renk - renk diyagramları boyunca evrimlerinin değerlendirilmesi aşamasında post-AGB türü yıldızlardan (VLPA) ve RV Tau yıldızlarından oluşan bir karşılaştırma grubu belirlenmiştir. Her bir değişen yıldız grubu için "Expectation Maximization - EM" metodu yardımıyla oluşturulan renk- renk diyagramlarındaki kümelenmeler tespit edilmiş ve böylelikle matematiksel bir model dahilinde seçilen program yıldızlarının post-AGB karakteristikleri değerlendirilmiştir. SRd yıldızlarının %97' sinin post-AGB renk karakteristikleri gösterdikleri tespit edilmiştir. Buna göre SRd yıldızlarının teyyidi için bazı kaynakların Tayfsal Enerji Dağılımları (SED) incelenmiş ve ayrıca değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: infrared: stars, Kırmızıöte Astronomisi

1 Giriş

Yarı düzenli değişenler yıldızlar H-R diyagramında, Cepheid Kararsızlık Kuşağı ile uzun periyodlu Mira değişenleri arasında bir bölgede yer alır ve SRa, SRb, SRc ve SRd olmak üzere dört gruba ayrılırlar. SRa, SRb ve SRc yıldızları M, S ve C tayf türünden dev ve süperdev yıldızlardır. Bu çalışma kapsamında incelenen SRd yıldızları ise F, G ve K tayf türünden dev ve süperdev yıldızlardır. 30 ile 1100 gün arasında değişen dönemlere sahiptirler. Değişim genlikleri 0.1^m ile 4^m arasında değişir. SRd yıldızları benzer tayf türüne ve ısıtma sınıfına sahip oldukları için genellikle RV Tau türü değişenler ile karıştırılırlar. RV Tau türü değişen yıldızları SRd'lerden ayıran temel özellik ışık eğrilerinde görülen derinliği değişen minimumlardır. RV Tau'ların büyük bir kısmı geniş gaz ve toz kabuklarla çevrili oldukları için post-AGB olarak sınıflandırılmış olma olasılıkları yüksektir.

Bu çalışmanın esin kaynağı, Gezer ve ark.(2015)'nin seçilmiş RV Tau türü post-AGB yıldızların WISE renkleri üzerine gerçekleştirmiş oldukları çalışmadır. Çalışmada iki önemli problem göze çarp- maktadır. Bu problemlerden ilki disk ve kabuk ayırımı yapılan bölgenin keyfi şekilde tanımlanmış olmasıdır. İkincisi ise, referans olarak belirledikleri ve seçilmiş post-AGB yıldızlarını içermiş oldukları listede post-AGB karakteristiği göstermeyen yıldızların da yer alıyor olmasıdır(e.g. HD179821).

2 Program Yıldızları Ve Renk Analizleri

Çalışma kapsamında GCVS kataloğundan 258 adet SRd ve SRd: yıldızı incelenmiştir. Bu örnek TORUN kataloğundan seçilmiş F, G ve K tayf türünden 119 adet VLPA(Very Likely Post AGB) yıldızı ve 55 adet RV Tau yıldızı ile genişletilmiştir. Çalışma grubu yıldızları olarak adlandırılan SRd ve SRd: (SRd karakteristikleri şüpheli) yıldızları ile karşılaştırma grubu yıldızları olarak adlandırılan RV Tau ve VLPA(Very Likely Post AGB) yıldızları için 2MASS, WISE, IRAS ve AKARI kırmızı-öte renkleri NASA/IPAC Kırmızı-öte Arşivi(Infrared Science Archive-IRSA)'den derlenmiştir. Derlenen bu renkler çerçevesinde IRAS

renkleri için [12-25] vs [25-60], WISE renkleri için [3.4-4.6] vs [12-22], 2MASS renkleri için [H-Ks] vs [J-H] ve AKARI renkleri için [S9W-L18W] vs [L18W-N60] renk kombinasyonları tercih edilmiş ve bu çerçevede incelemede yararlanılacak şekilde renk- renk diyagramları oluşturulmuştur. Her bir grup için Maksimum Beklenti (Expectation Maximization-EM) metodu ile kümelenmeler tespit edilmiş ve sonuçta renk- renk bölgeleri (RCC) adı verilen bölgeler tanımlanmıştır. EM metodu ile belirlenen RCC bölgelerini içerir renk- renk diyagramları Şekil 1. , Şekil 2. , Şekil 3. ve Şekil 4.'te verilmektedir. SRd yıldızları için oluşturulan RCC bölgesi kırmızı, SRd: yıldızları için oluşturulan RCC bölgesi yeşil, VLPA yıldızları için oluşturulan RCC bölgesi mor ve RV Tau yıldızları için oluşturulan RCC bölgesi mavi ile gösterilmiştir. Turuncu ile renklendirilen RCC bölgeleri dışında kalan noktalar EM metodu ile küme dışında bırakılan noktaları ifade etmektedir.

Her bir uydu verisini kendi içerisinde karşılaştırarak SRd'ler için oluşturulan RCC bölgelerinin, VLPA yıldızları için oluşturulan RCC bölgesinin neresine düşeceğini tespit etmek için Teşhis diyagramları adı verilen yardımcı diyagramlar oluşturulmuştur(Şekil 5).

3 Bulgular Ve Sonuç

IRAS renkleri tabanında oluşturulan teşhis diyagramında SRd'ler için oluşturulan RCC bölgesinin büyük bir kısmı VLPA'lar için oluşturulan RCC bölgesi içinde kalsa da verilerin büyük çoğunluğunun VLPA RCC bölgesi dışında kaldığı gözlenmiştir(Şekil 1). Ayrıca bütün RCC bölgeleri dışında kalan V814 Her ve V552 Pup'un iyi bilinen iki post-AGB yıldızı olması sadece IRAS renkleri tabanında söz konusu bu yıldızların post-AGB karakteristikleri hakkında bir çıkarım yapılamayacağını göstermektedir.

WISE renkleri tabanında oluşturulan teşhis diyagramında SRd'ler için oluşturulan RCC bölgesinin büyük bir kısmının VLPA'lar için oluşturulan RCC bölgesinin içinde kaldığı gözlenmiştir(Şekil 2). Bütün RCC bölgeleri dışında yer alan V1123 Cen adlı yıldızın bilinen bir post-AGB olması sadece WISE

* omrum.hilal95@gmail.com

renkleri tabanında post-AGB karakteristiği hakkında bir çıkarım yapmanın da doğru olma- yacağını göstermektedir.

2MASS renkleri tabanında oluşturulan teşhis diyagramında SRd'ler için oluşturulan RCC bölgesinin büyük kısmının VLPA'lar için oluşturulan RCC bölgesinin içinde kaldığı görülmüştür(Şekil 3). Bütün RCC bölgeleri dışında kalan CO Cet, PW Dra ve SRd RCC bölgesi içinde kalan V449 Cen isimli yıldızların literatürde daha önce çalışılmayan yıldızlar oldukları belirlenmiştir. SRd RCC bölgesi içinde yer alan ve HD179821 ile benzer özellikler sergileyen ρ Cas yıldızının ise Sarı bir Hiperdev (Yellow Hypergiant) olduğu bilinmektedir(Şahin ve ark. 2016). Dolayısıyla bu yıldızın (ρ Cas) VLPA RCC bölgesi dışında kalması anlaşılabilir bir durumdur.

AKARI renkleri tabanında oluşturulan teşhis diyagramında SRd'ler için oluşturulan RCC bölgesinin tamamının VLPA yıldızları için oluşturulan RCC bölgesinin içinde kaldığı görülmüştür(Şekil 4). V810 Cen adlı yıldızın Sarı bir Süperdev(Yellow Supergiant) olması nedeniyle bütün RCC bölgeleri dışında yer aldığı düşünülmektedir. VLPA RCC bölgesinin içinde kalan CY CMi ve V814 Her yıldızlarının gerçek anlamda post-AGB karakteristikleri gösterip göstermediklerinin anlaşılması için Tayfsal Enerji Dağılımları incelenmiş ve söz konusu yıldızların tipik post-AGB'ler gibi çift tepeli bir yapı sergiledikleri görülmüştür.

Sadece IRAS ve WISE renkleri tabanında post-AGB karakteristikleri hakkında yorum yapılamasa da 2MASS ve AKARI renkleri, şüpheli örneklerin post-AGB karakteristiklerinin belirlenmesi aşamasında güzel bir yöntem sunar.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen incelemeler sonucu SRd yıldızlarının %97'sinin VLPA RCC bölgesi içinde kaldıkları gözlenmiştir. Bu metod SRd'lerin post-AGB karakteristiği gösteren yarı düzenli değişenler olduklarına işaret etmektedir. Bu sonucu doğrulamak amacı ile seçilen bir kaç yıldız için Vizier'den derlenen renkler kullanılarak Tayfsal Enerji Dağılımları(SED) incelenmiş(Şekil 6) ve tipik post-AGB'ler gibi çift tepeli bir yapı sergiledikleri görülmüştür. Bu grubun post-AGB karakteristiğinin belirlenebilmesi için yıldızların kimyasal bolluk analizlerinin gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

Teşekkür

"SRd Türü Yarı Düzenli Değişenlerin Post-AGB Karakteristiklerinin Tespiti: Çok Ulaklı Kırmızıöte Gözlemleri" adlı bildiriye IR Astronomi ödülünü layık gördükleri için Doğu Anadolu Gözlemevine (DAG) ve Ulusal Astronomi Kongresi (UAK2018) organizasyonunda emeği olan herkese teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Gezer, I., Van Winckel, H., Bozkurt, Z., De Smedt, K., Kamath, D., Hillen, M. : The WISE view of RV Tauri stars. Mon. Not. R. Astron. Soc. **453** (2015) 133–146
- Giridhar, S., Lambert, D.L., Gonzalez, G. : The Chemical Compositions of the SRd Variable Stars. III. KK Aquilae, AG Aurigae, Z Aurigae, W Leo Minoris, and WW Tauri. Publ. Astron. Soc. Pac. **112** (2000) 1559–1566
- Evans, T. L. : Circumstellar material and the light variations of RV Tauri stars. Mon. Not. R. Astron. Soc. **217** (1985) 493–506
- Jura, M. : RV Tauri Stars as Post-Asymptotic Giant Objects. Astrophys. J. **309** (1986) 732–736
- Klochkova, V.G., Panchuk, V.E., Tavalzhanskaya, N.S. : HD 331319: A post-AGB F supergiant with He I lines. Astron. Let. **28** (2002) 49–62
- Nikutta, R., Hunt-Walker, N., Nenkova, M., Ivezić, Z., Elitzur, M. : The meaning of WISE colours ? I. The Galaxy and its satellites. Mon. Not. R. Astron. Soc. **442** (2014) 3361–3379

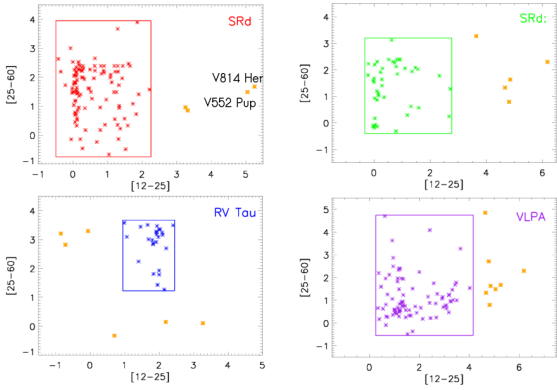
Percy, J.R., Khatu, V.C. : Amplitude Variations in Pulsating Red Supergiants. J. Am. Assoc. Var. St. Obs. **42** (2014) 1–10

Percy, J.R., Kolin, D.L. : Studies of Yellow Semiregular(SRd) Variables. J. Am. Assoc. Var. St. Obs. **28** (2000) 1–9

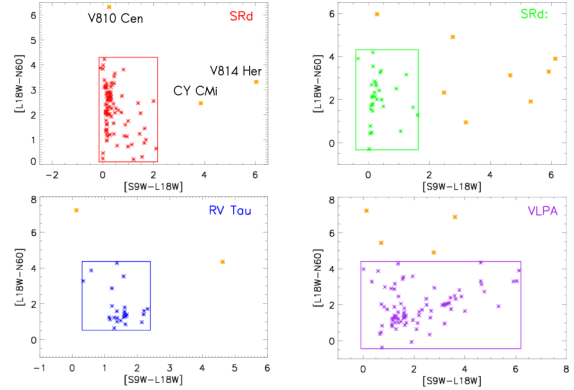
Sahin, T., Lambert, D.L., Klochkova, V.G., Panchuk, V.E. : HD 179821 (V1427 Aql, IRAS 19114+0002) - a massive post-red supergiant star? Mon. Not. R. Astron. Soc. **461** (2016) 4071–4087

Erişim:

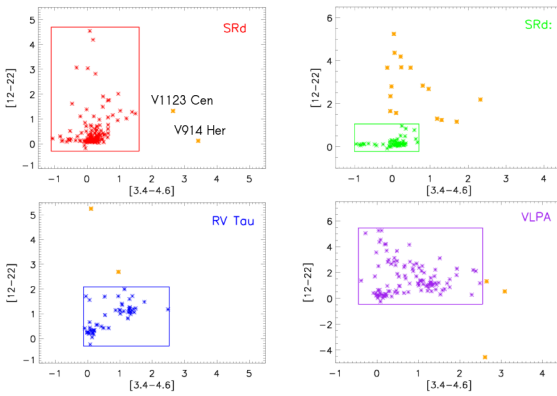
O53-1440: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)



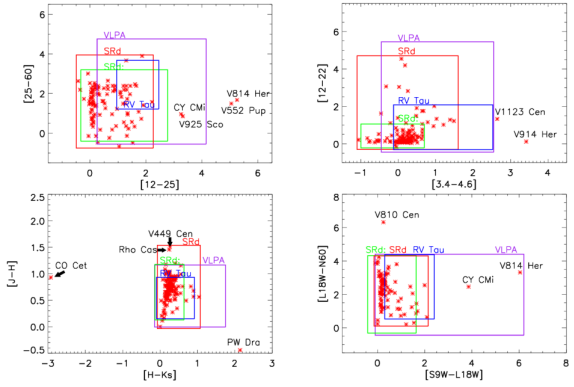
Şekil 1. IRAS renkleri için EM yardımı ile SRd, SRd:, RV Tau ve VLPA yıldızları için belirlenen RCC bölgelerini içerir renk-renk diyagramları.



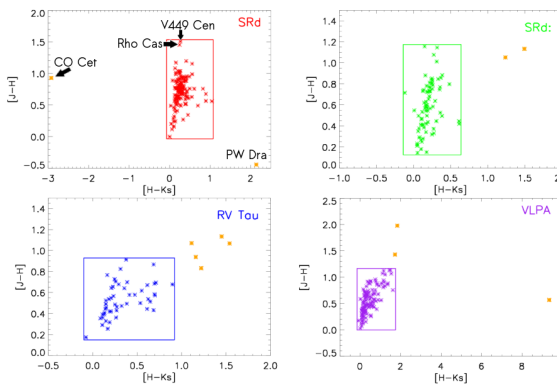
Şekil 4. AKARI renkleri için EM yardımı ile SRd, SRd:, RV Tau ve VLPA yıldızları için belirlenen RCC bölgelerini içerir renk-renk diyagramları.



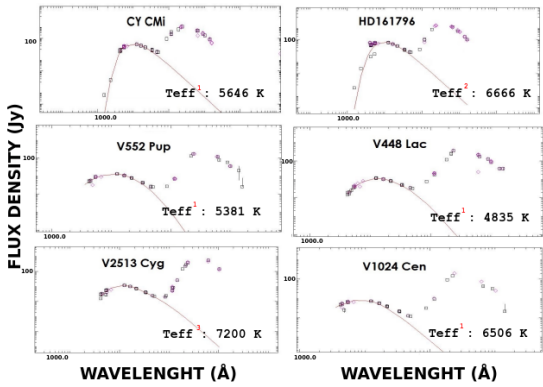
Şekil 2. WISE renkleri için EM yardımı ile SRd, SRd:, RV Tau ve VLPA yıldızları için belirlenen RCC bölgelerini içerir renk-renk diyagramları.



Şekil 5. IRAS, WISE, 2MASS ve AKARI renkleri için oluşturulan teşhis diyagramları.



Şekil 3. 2MASS renkleri için EM yardımı ile SRd, SRd:, RV Tau ve VLPA yıldızları için belirlenen RCC bölgelerini içerir renk-renk diyagramları.



Şekil 6. Tüm RCC bölgeleri içerisinde yer alan program yıldızları için IRIS (<http://cxc.cfa.harvard.edu/iris/latest/>) kodu ile elde edilen Tayfsal Enerji Dağılımları.(1) Gaia Collaboration(2018), (2) Molina(2012), (3) Klochova ve ark.(2002)'dan derlenen sıcaklıkları ifade etmektedir.

SPIRE Haritalarında Bilinmeyen Galaksileri Bulma

Şuheda Açıköz¹★,

¹University of Sussex, Department of Astronomy, Brighton

Özet

Bu çalışmada Herschel Multi-tiered Extragalactic Survey (HerMES) projesi kapsamındaki XMM-LSS SWIRE alanı için Herschel Uzay Teleskobu'dan alınan veriler SPIRE (Spectral and Photometric Imaging Receiver) dedektörü ile kaydedilmiştir. SPIRE dedektörü uzak kızılöte ile milimetre arasında duyarlıdır. Çalışmada Bayes teoremine dayanan XID+ kodu kullanılmıştır ve yüksek olasılıkla var olan galaksileri bulmak hedeflenmiştir. XID+ ile her galaksi için olası haritalar oluşturulmuştur. Bu galaksiler kataloglarda taranmış, haritalarda incelenmiştir. Galaksilerin SED, PDF-z grafikleri çizilmiş ve Eazy kodu kullanılarak log FIR, SFR ve ortalama z değerleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: galaxies: high-redshift, Kırmızıöte Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

053-1500: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonların Tayfsal Özellikleri

Tayfun Karabacak¹★,

Zeynep Bozkurt

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova

Özet

Yıldızlararası ortam, evrimleşmiş yıldızları çevreleyen madde, gezegenimsi bulutsular, gezegen atmosferleri gibi astrofiziksel ortam ya da cisimlerin kızılöte tayflarında çok halkalı aromatik hidrokarbonlardan (PAH) kaynaklandığı düşünülen bandlar gözlenmektedir. Bu çalışmada yeryüzünde yaşamın ortaya çıkışında da kritik rolleri olduğu düşünülen PAH molekülleri ve onların tayfsal özellikleri irdelenmiştir. NASA'nın geliştirmiş olduğu "The Nasa Ames PAH IR Spectroscopic Database" isimli veri tabanından belirlenen farklı boyut, şekil ve yükteki PAH'ların farklı kızılöte tayf aralıklarında beklenen tayf profilleri elde edilmiştir. Bu şekilde bu moleküllerin vermesi beklenen tayfların molekül boyutu, biçimi ve yükü ile ilişkisi anlaşmaya çalışılmıştır. Elde edilen tayf profillerinin gözlenen tayflarla karşılaştırması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: infrared: ISM, Kırmızıöte Astronomisi

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O53-1505: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Dünyada Astronomik Yer Seçimi Çalışması

Nazım Aksaker^{1*}, Kazım Kaba², Zühal Kurt³, Ravide Kezban Seyhan²,
Mehmet Akif Erdoğan¹, Sinan Kaan Yerli⁴, Cahit Yeşilyaprak⁵, İbrahim Küçük⁶,
Süha Berberoğlu⁷, Mustafa Atılan⁸

¹ Çukurova Üniversitesi Adana Organize Sanayi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu

² Çukurova Üniversitesi Fizik Bölümü.

³ Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ABD.

⁴ Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü

⁵ Atatürk Üniversitesi Astronomi ve Astrofizik Bölümü

⁶ Kayseri Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Astrofizik Bölümü

⁷ Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

⁸ Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Özet

Teknolojinin gelişmesi, astronomik alanda büyük teleskopların üretimini hızlandırmıştır. Üretilen teleskoplardan maksimum verimin alınabilmesi için yerleşkenin en uygun koşullara sahip olması gerekmektedir. Dünya üzerinde astronomik açıdan uygun yerlerin belirlenebilmesi için etkin faktörlerin (yükseklik, bulutluluk, ışık kirliliği, su buharı miktarı, Atmosferde bulunan Aerosol miktarı vb.) niceliksel ve konumsal olarak analizi ile uzun dönemli meteorolojik yer verileri gerekmektedir. Bu faktörleri temsil eden sayısal verilerin temin edilmesi, düzenlenmesi, standardizasyonu, entegrasyonu ve analizlerinin ise geleneksel yöntemlerden ziyade Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla çok daha hızlı, ekonomik ve etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. **Aksaker ve ark. (2015)** tarafından Türkiye için gerçekleştirilen ve etkin çıktılar üreterek tecrübe kazanımı sağlanan böyle bir yaklaşımın, bu çalışma ile global ölçeği hedeflenmiştir. Bu çalışmada; Dünya üzerinde Optik/Kızılöte bölgede çalışabilecek teleskoplar için en uygun yerler belirlenmesi, var olan gözlemevlerinin durumu karşılaştırmalı olarak ortaya çıkarılması ve yeni bir gözlemevi kurmak isteyen ülkeler, araştırma merkezleri ve üniversiteler için güncel veriler CBS-ÇKKA (Coğrafi Bilgi Sistemi-Çok Kriterli Karar Analizi) ile yapılmıştır. Sonuçta düşük çözünürlük ve 1 yıllık arşiv verileri kullanılarak Dünyada gözlemevleri için uygun yerler belirlenmiştir. Buna göre Antarktika, Amerikanın batı kıyıları, Grönland, Afrikanın doğusunda bir kaç bölge ve Hindistan-Çin arasındaki dağlık bölgeler uygun yerlerdir.

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

1 Giriş

Astronomik yer seçimi geçmişten bu güne astronomide ilerlemenin önemli bir parçasıdır. Kullanılan teleskop ve enstrümantasyonun hem mekanik hem de optik sonuçlarındaki başarısı adına yer seçim çalışmaları, özel teleskoplar ve gözlemevleri bina maliyetleri açısından da ön çalışması yapılması gereken bir konudur. Bu nedenle, iyi bir astronomik gözlemevinin yeri gözlemevinin finanse edilmesi kadar önemlidir.

Uzaktan algılama, hedef olarak kabul edilen ve ölçümü yapan algılayıcıdan uzakta bulunan bir obje tarafından yansıtılan veya yayılan elektromanyetik enerjinin ölçülmesi ve yorumlanmasıdır (**White. (1977);Mather. (1999)**). Ayrıca, mekanik bir temas olmaksızın bir cisimden yayılan ışınının nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesi **Lintz ve ark. (1979)** şeklinde de tanımlanmaktadır. Uzaktan algılama çalışmaları için gereken veriler, elektromanyetik alana, mekâna ve zamana bağlı farklılıkların ölçülmesi şeklinde de özetlenebilir **Sensoren. (1999)**. Uzaktan algılama biliminin bu özelliği; hızlı, doğru ve geleneksel ölçme yöntemlerine göre daha ekonomik ve ayrıntılı bir araştırma olanağı sağlamaktadır. Bu özellikleri ile uzaktan algılama,

özellikle gözlemevleri gibi belli bir konuya özelleşmiş tesislerin yer seçiminde yeryüzüne dair özelliklerin tespiti ve envanteri çok daha etkin bir şekilde yapılabilmesinde karar destek aracı olarak ortaya çıkmaktadır.

Gözlemevlerinin başarısı bulunduğu konum ve bu konuma bağlı fiziksel koşulların durumuna bağlı olduğundan yeni bir gözlem evi için yer seçiminde etkin olacak faktörlerin modeller dahilinde temsili, arasındaki ilişkileri değerlendirilmesi, analizi ve yorumlanması için mutlak suretle organize edilmiş bir düzene diğer bir deyişle bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada CBS bu ihtiyacı karşılayacak bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. CBS coğrafi konuma ait grafik ve grafik olmayan verilerin kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde çeşitli kaynaklardan toplanması, depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi, yönetilmesi ve sunulması fonksiyonlarını bütünlük olarak yerine getiren coğrafi veri, donanım, yazılım ve personel bileşenlerinden oluşan bir organizasyondur. Sahip olduğu bu kabiliyet ve yapısıyla gözlemevleri gibi doğru yer seçiminin kritik bir yer tuttuğu planlama çalışmalarında anahtar görevi görebilmektedir. CBS-ÇKKA yöntemleri kullanılarak yapılan yer seçimlerinin verimli, düşük maliyetli ve hızlı olduğu belirlenmiştir (**Figureira ve ark. (2005);Longley ve ark. (2015)**). Bu yöntem ile havaalanından güneş enerji santrallerinin yerlerine kadar birçok alanda yer seçimi yapılabilmektedir. Ayrıca bir gözlemevi için yer seçimi

* naksaker@cu.edu.tr

çalışmaları birçok kez başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Graham ve ark. (2008); Sarazin ve ark. (2006); Hotan ve ark. (2013); Aksaker ve ark. (2015)). Astronomik gözlemleri için yer seçimi çalışmaları dünya ölçeğinde ELT (Extremely Large Telescope) ve TMT (Thirty Meter Telescope) projeleri ile daha önce yapılmıştır (Graham ve ark. (2008); Sarazin ve ark. (2006)). Bu çalışmalarda CBS mantığı ile web üzerinde çalışan java tabanlı bir yazılım geliştirilmiş, atmosferik (100 km) ile topoğrafik (1 km) veriler kullanılarak büyük teleskoplar için uygun yer seçimi çalışması yapılmıştır. Global ölçekte ve ilk defa CBS mantığının kullanılması nedeniyle bu çalışmalar önemlidir. Ancak kullanılan verilerin düşük çözünürlükte ve güncel olmaması çalışmanın zayıf tarafıdır. Atmosferik veriler için son döneme ait veriler çok daha güvenilirlerdir.

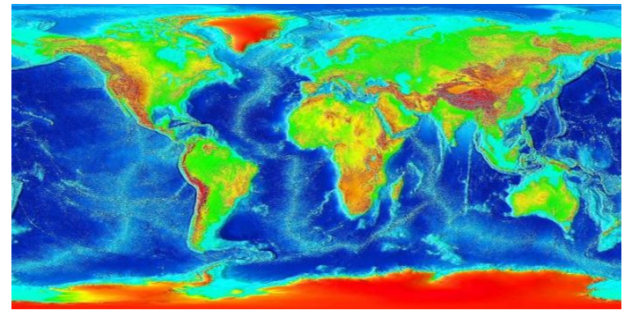
Yer seçimi farklı dalga boylarında çalışacak teleskoplar içinde yapılabilmektedir. Radyoastronomi çalışmalarının yapılabildiği bir gözlemevi için yer seçimi çalışması için uzun dalga ışınımının ve yağışabilir (yağışa dönüşebilen) su buharı miktarı gibi özel gereksinimler bulunmaktadır. The Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ALMA) projesi çerçevesinde yukarıda bahsedilen kriterler FriOWL yazılımında değerlendirilerek Chajnantor, Chile seçilmiştir (Sarazin ve ark. (2006)). FriOWL sisteminin bir diğer zayıf yönü ise katmanlar eşit ağırlık ile değerlendirilmekte yani katmanlara farklı ağırlık verilememektedir (Graham ve ark. (2008)). Radyo teleskop yer seçiminde yukarıda bahsedilen kriterlerin ağırlıklarının daha fazla olması gerekmektedir. Benzer bir çalışma Türkiye ölçeğinde yapılmış, kurulması planlanan radyo teleskop için yer seçimi yapılmıştır (Kucuk ve ark. (2012)). Topoğrafya ve bulutluluk katmanları CBS ortamında değerlendirilerek Avustralya için uygun yerler belirlenmiş ve var olan gözlemlerinin durumları karşılaştırılmalı olarak ortaya çıkarılmıştır (Hotan ve ark. (2013)). Tarihsel olarak ise Türkiye’de uzun dönem meteorolojik kayıtlar, yerinde gözlem ve METEOSAT ve NOAA-7 uydularının görsel olarak incelenmesi ile yer seçimi çalışmaları yapılmış ve Antalya Bakırlitepe seçilmiştir (Aslan ve ark. (1989)). Yakın zamanda Antalya ve çevresi için CBS ve ÇKKA analizleri ile güncel veriler kullanarak yer seçimi yapılmıştır (Koc-San ve ark. (2013)). Son olarak da Türkiye genelinde yine CBS ve ÇKKA analizleri kullanılarak yer seçimi çalışması yapılmış ve uygun 13 bölge belirlenmiştir (Aksaker ve ark. (2015)). Şu anda Ortadoğu/Afrika bölgesi (Guessoum ve ark. (2014)) ve Çin (China Astronomical Site Survey, 2016) gibi birçok bölgede devam etmekte olan astronomik gözlemleri için yer seçimi çalışmalarına referans oluşturacaktır. Dünyada teknolojinin gelişmesi, yeni bilimsel soruların ortaya çıkması ile yeni gözlemleri ihtiyacını artırmakta ancak insan popülasyonunun artması ile şehir ışıklarının artması uygun gözlemleri için var olan yerleri azaltmaktadır. Bu ortamda astronomik gözlemlerinin en uygun yerlere kurulması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

2 Veri

Çalışmanın kapsamının küresel olması nedeniyle mümkün olduğunca küresel ve erişime açık veriler tercih edilmiştir. En önemli veri kaynağı uzaktan algılama tekniği ile elde edilen veriler kullanılmıştır. Çok farklı veri yapısı ve farklı çözünürlüklüklere sahip bu veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri analizleri ile bir sonuca varılabilmektedir. Aşağıda CBS ortamında kullanılan farklı veri katmanları listelenmiştir.



Şekil 1. 2018 Yılı Dünya Geneli Ortalama Bulutluluk Haritası



Şekil 2. Dünya Geneli Ortalama Yükseklik Haritası

2.1 Bulutluluk

Bu çalışmada kutupsal yörüngeli AQUA ve TERRA uydularında bulunan MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) enstrümanı MOD35-L2 ürünü 1kmX1km çözünürlükte olup 2018 yılı için ortalama alınarak üretilmiştir. Şekil 1

2.2 Yükseklik

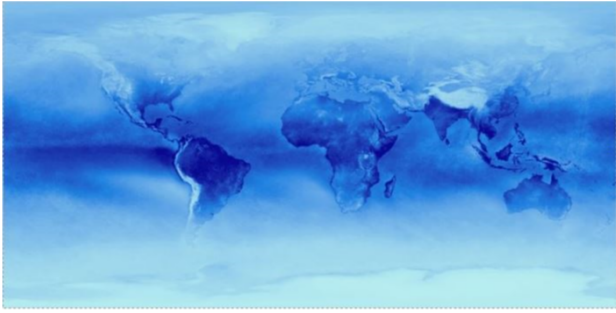
Atmosferik kalınlığın, atmosferik su buharı miktarının ve troposferik aktivitenin yükseklik ile azalması nedeniyle yükseklik en önemli ikinci katmandır. İdeal olarak gözlemleri mümkün olduğunca yükseğe kurulmalıdır. Bu çalışmada yükseklik verisi ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) GDEM (Global DEM) uydusundan alınmıştır. ASTER GDEM verisi tüm dünya yüzeyi için 30 m hassasiyet ile bulunmakta ve ilgili web sitesinden indirilebilmektedir (Şekil 2).

2.3 Gökyüzü Parlaklığı

Işık kirliliği gökyüzü parlaklığını artırmakta dolayısıyla gözlemlenebilen kaynak sayısını azaltmaktadır. Bu nedenle astronomik gözlemlerinin mümkün olduğunca karanlık ve gelecekte de karanlık kalabilecek bölgelere kurulması gerekmektedir. Gökyüzü parlaklığı için insan kaynaklı ışıkların (yıldırımlar ve orman yangınları gibi olaylar çıkarılmıştır.) gece VIIRS DNB sensor on the Suomi National Polar orbiting Partnership (NPP) satellite tarafından görüntülenmesi ile oluşturulan güncel veriler kullanılmıştır. Gece ışıklılığı aydınlık ve karanlık olarak yer almaktadır ve veri setinde kaçak ışık değerleri temizlenmiştir. Verilerin



Şekil 3. Dünya Geneli 2018 Yılı Ortalama Işık Kirliliği Haritası



Şekil 4. Dünya Geneli 2018 Yılı Ortalama PWV Haritası

yersel çözünürlükleri 750M olup bu çalışmada 2018 Aralık ayı ortalama ışık kirliliği haritası elde edilmiştir (Şekil 3).

2.4 Yağışabilir Su Buharı Miktarı

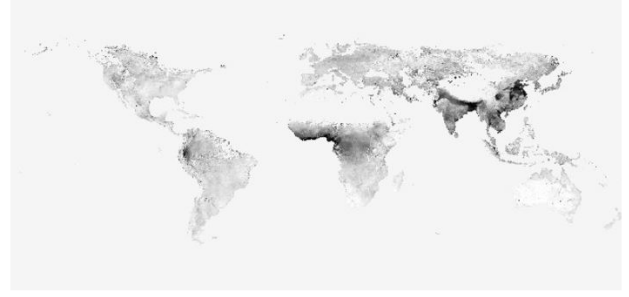
Yağışa dönüşebilir su buharı miktarı başucu doğrultusunda bulunan belirli bir sütun yoğunluğunda bulunan su buharı miktarı olarak tanımlanmaktadır Ferrare ve ark. (2002). Atmosferik su buharı miktarı atmosferin kızıllötesi bölgedeki geçirgenliği etkileyen en önemli faktördür. Kızıllötesi astronomisi çalışmak için bu etkinin mümkün olduğunca az olması gerekmektedir. 4m+ teleskoplar artık kızıllötesi bölgesinde çalışabilecek şekilde tasarlandıklarından yer seçimi çalışmasında bu katman daha önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada TERRA ve AQUA uydularının MODIS enstrümanının bir ürünü olan mod05-L2 su buharı verileri 1kmX1km çözünürlükte kullanılarak 2018 yılına ait küresel ortalama su buharı miktarı haritası üretilmiştir (Şekil 4).

2.5 Aerosol Miktarı

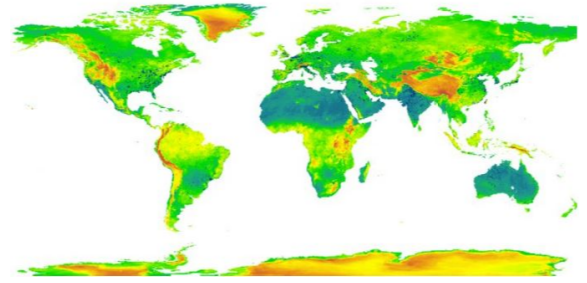
Atmosferdeki Aerosol miktarı atmosferik geçirgenliğin değişim seviyesi olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada MODIS aerosol optik derinlik verisi olan MOD04-L2 veri seti 3kmX3km yersel çözünürlükte kullanılarak 2018 yılına ait ortalama aerosol haritası üretilmiştir (Şekil 5).

3 Analiz

Yukarıda bulunan bilimsel kriterler ışığında farklı kaynaklardan elde edilmiş farklı tür veriler ile çalışılmıştır. MODIS aletinden alınan veriler ile bulutluluk, yağışabilir su buharı miktarı, aerosol miktarı verileri elde edilmiştir. MODIS aleti ile üretilen veriler Hierarchical Data Format (HDF) türünde tutulmaktadır.



Şekil 5. 2018 Yılı Dünya Geneli Ortalama Aerosol Haritası



Şekil 6. Senaryo (CC=1.0,DEM=1.0,CL=1.0)

dir. Alınacak tüm veriler CBS ortamında kullanılabilmesi için Geo-TIFF formatına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem için Python yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca günlük olarak 288 tane indirilen veriler tif formatına dönüştürüldükten sonra birleştirilerek ortalamaları alınmıştır. Sayısal yükseklik verileri için 121 adet ASTER GDEM verileri mozaik haline getirilerek geotiff formatına dönüştürülmüştür. Gökyüzü parlaklığı için bulutsuz gecelerde alınmış VIIRS verisi 750m çözünürlükte, -180 ile 180 derece boylam ve -65 ve 75 derece enlem aralığında bulunmaktadır. Bu veri koordinatlandırılacak ve Geo-TIFF formatına dönüştürülmüştür. Yukarıda bahsedilen veriler CBS ortamında ÇKK(Kriterli Karar Analizi) yöntemi ile ağırlıklandırılıp ortak coğrafik koordinat sistemi (WCS84) ile koordinatlandırılmıştır.

4 Sonuçlar

CBS-ÇKKA ile ağırlıklar eşit olarak(CC(Cloud Coverage):1.0, DEM(Digital Elevation Model):1.0, CL(City Light):1.0) seçilerek uygun yerler belirlenmiştir. Sonuç harita Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre kahverengi renk gözlemeleri için uygun yerleri göstermektedir. Sonuçta düşük çözünürlük ve 1 yıllık arşiv verileri kullanılarak Dünyada gözlemeleri için uygun yerler belirlenmiştir. Buna göre Antarktika, Amerikanın batı kıyıları, Grönland, Afrikanın doğusunda bir kaç bölge ve Hindistan-Çin arasındaki dağlık bölgeler uygun yerlerdir. Devam eden bu çalışmada, hem yersel hem zamansal çözünürlük değerleri arttırmak hedeflenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışıma 117F309 no'lu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Aksaker, N., Yerli, S.K., Erdogan, M. A., Erdi, E., Kaba, K., Ak, T., Aslan, Z., Bakis, V., Demircan, O., Evren, S., Keskin, V., Küçük, İ., Özdemir, T., Özışık, T., Selam, S.O. *Astronomical site selection for Turkey using GIS techniques.*, Exp. Astron. **39(3)** (2015) 547–566
- Aslan, Z., Aydın, C., Tunca, Z., Demircan, O., Derman, E., Golbası, O., Marsoglu, A. *Site testing for an optical observatory in Turkey.*, Astron. Astrophys. **(208)** (1989) 385–391
- Ferrare, R., Brasseur, L., Clayton, M., Turner, D., Remer, L., Gao, B.C. *Evaluation of TERRA aerosol and water vapor measurements using ARM SGP data.*, American Meteorological Society 11th Conference on Atmospheric Radiation.
- Figueira, J., Greco, S. ve Ehrgott, M. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer Science and Business Media
- Guessoum, N., Alsaeed, N., Abdelhafez, N. *Preliminary search for astronomical observatory sites in the MENA region, The Observatory.* (2014)
- Graham, E., Sarazin, M., Beniston, M., Collet, C., Hayoz, M., Neun, M., Casals, P. *Climate-based site selection for a very large telescope using GIS techniques.*, Meteorol. Appl. **(12)** (2005) 77–81
- Graham, E., Sarazin, M., Kurlandczyk, H., Neun, M., Matzler, C. *Site selection for extremely large telescopes using the FriOWL software and global re-analysis climate data. Ground-based and Airborne Telescopes II.*, SPIE. **(7012)** (2008) 7012
- Hotan, C.E., Tingay, S.J., Glazebrook, K. *Testing potential new sites for optical telescopes in Australia.*, Publ. Astron. Soc. Aust. **30(002)** (2013) 11
- Koc-San, D., San, B.T., Bakis, V., Helvacı, M., Eker, Z. *Multi-Criteria Decision Analysis integrated with GIS and remote sensing for astronomical observatory site selection in Antalya province, Turkey.*, Adv. Space Res. **(52)** (2013) 39–51
- Kucuk, I., Üler, I., Öz, Ş., Onay, S., Özdemir, A.R., Gülşen, M., Sarıkaya, M., Dağtekin, N.D., Özeren, F.F. *Site selection for a radio astronomy observatory in Turkey: atmospheric, meteorological, and radio frequency analyses.*, Exp. Astron. **(33)** (2012) 1–26
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maquire D.J., Rhind D.W. *Geographical Information Systems.*, Exp. Astron. Copyright by John Wiley and Sons
- Lintz, J. and Simonett, D. S., editors, *Remote sensing of environment.*, Exp. Astron. **3(4)** (1979) 609–611
- Mather, P., Koch, M. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction.* Fourth Edition (1999)
- Sarazin, M., Graham, E., Kurlandczyk, H.L. *FriOWL: A site selection tool for the European Extremely Large Telescope (E-ELT) Project.*, The Messenger **125** (2006)
- Sensören, A. *Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar.*
- White, K. D. *Salivation: A Review and Experimental Investigation of Major Techniques*

Erişim:

054-1525: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

GÖKSİS: Gökyüzü Kalitesi Ölçüm Sistemi

Sinan Kaan Yerli^{1*}, Nazım Aksaker², Recep Balbay³, Volkan Bakış⁴, Tuncay Özışık⁵, Tansel Ak⁶, Serdar Evren⁷, İbrahim Küçük³, Tuncay Özdemir⁸, Korhan Yelkenci⁶, Zeki Aslan (Emekli)⁹, Mustafa Atılan¹⁰

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800 Ankara.

² Çukurova Üniversitesi Adana Organize Sanayi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu.

³ Kayseri Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Kayseri.

⁴ Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya.

⁵ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya

⁶ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul.

⁷ Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir.

⁸ İnönü Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Malatya.

⁹ Akdeniz Üniversitesi, Fizik Bölümü, Antalya.

¹⁰ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara

Özet

Bu çalışmada gözlemevi yerleşkelerinde gökyüzü kalitesini ölçmek için üretilen prototip ölçerin bir özeti sunulmuştur. GÖKSİS olarak adlandırılan bu prototip beş farklı sistemden oluşmaktadır: Meteoroloji sistemi, tüm gökyüzü kamerası, astronomik görüş izleme, bulutluluk ölçümü ve gökyüzü parlaklığı ölçümü. Tüm sistem LabView ortamında otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Sistem test amaçlı olarak 14 Haziran 2017'de TÜBİTAK Ulusal Gözlemevine (TUG) kurulmuş ve ölçümlere başlamıştır. Şu anda TUG meteorolojik ölçüm sistemine entegre edilerek sitede sürekli görüş (seeing) ölçümleri elde edilir hale getirilmiştir. TUG'da kurulan bu prototip, aldığı veri ve gösterdiği sonuçlar nedeniyle başarıyla veri topluyor olsa da prototip mekanik açıdan güncellemeye ihtiyaç duymaktadır.

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

1 Giriş ve Tarihçe

Astronomi gözlemevlerinin, çok yüksek maliyetleri düşünüldüğünde, performans açısından çok verimli çalışacak uygun yerlere kurulması gerekmektedir. Astronomi gözlemevleri için yer seçimi derinlemesine ve uzun yıllar sürecektir. Bu tür karmaşık problemler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımıyla düşük maliyetli, hızlı ve verimli bir şekilde çözülebilmektedir (Aksaker v.ark. 2015; Koc-San v.ark. 2013). Bu amaçla çok kriterli karar analizi CBS içerisinde kullanılarak Türkiye'de kurulabilecek gözlemevleri için yer adayları astronomik kriterler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir (Aksaker v.ark. 2015). Bu çalışmaya göre Antalya'dan Kars'a çizilecek bir hattın doğusu astronomi gözlemevleri için uygun bölgelere sahiptir. Çalışma sonucunda bu bölgedeki uygun yerler (13 adet) belirlenmiştir. Bu yerlerin uygunluğunun kesinleştirilmesi, ancak yerinde gözlemlerle sağlanabileceği de vurgulanmıştır (Aksaker v.ark. 2015).

Bu bağlamda, CBS ile belirlenen aday yerlerin yerinde site testleri için gerekli ölçerler bir araya getirilerek bütünlük bir sistemle gözlenmesi gereksinimi doğmuştur. Bu amaçla kurulacak sistem, belirlenen 13 aday yere kurularak ölçümler yapacak ve sonucunda adaylar arasında karşılaştırma yapılarak büyük teleskoplar için en uygunu olup olmadığı kesinleştirilecektir. Böyle

bir prototipin yapımı için ulusal çapta temsilcilerden oluşan bir ekiple TÜBİTAK 1001 projesi hazırlanmış ve kabul edilen proje çerçevesinde (2014-2017) çalışmalar yapılmıştır. Projede üretilen prototip Gökyüzü Kalitesi Ölçüm Sistemi (GÖKSİS) adını almıştır. GÖKSİS prototip olarak çalıştırıldıktan sonra ilk veriler Aksaker v.ark. (2017) tarafından sunulmuştur.

2 GÖKSİS

GÖKSİS beş farklı ölçerden oluşmaktadır. Bu ölçer parkının ayrıntıları ve ölçerlerin çalışmasını sağlayan altyapı aşağıda açıklanmıştır.

2.1 Ölçerler

2.1.1 Astronomik Görüş (Seeing Monitor - SM)

Gözlemevi sitelerinde hava kalitesi, fotonların izlediği yolun modellenmesi açısından en önemli öğelerin başında yer alır. Bu nedenle farklı hava katmanlarındaki türbülans hareketleri ölçümlenmeli ve atmosferik durgunluk düzeyi belirlenmelidir (atmosfer ne kadar durağansa astronomik görüş o kadar küçük olur). Astronomik görüşün gece ölçümleri için birçok teknik bulunmaktadır (bkz. DIMM, yıldız izi takibi vb.). Ancak prototipin platformu küçük bir alan olduğundan çok duyarlı ölçümlerde gerekecek büyük ayna çaplı teleskoplar yerine piyasadan alınabilirliği ve ölçüm değerlerinin duyarlılığının yüksek olması nedeniyle var olan SM seçilmiştir. Çalışma ilkesi şöyle özetlenebilir: Kutup yıldızına yönlendirilmiş 3 derece karelik görüş alanına sahip

* yerli@metu.edu.tr

(tüm yıllık hareket aynı çerçevede kalacak kadar geniş), algılayıcıyla gece boyunca çerçeve içinde kalan yıldız konumu bulunup FWHM değerleri çok hızlı ölçülerek anlık görüş değişimleri hesaplanabilmektedir. Ayrıca SM'nin diğer tekniklerle de yapılan çalışmalara uyumlu sonuçlar verdiği bilinmektedir (Alcor firması gizlilik anlaşmasıyla edinilen hesaplamalar ve gözlem sonuçları ve ayrıca bkz. Cyclope Kılavuzu). SM, her ne kadar görüntü analizi yapsa da görüş ölçüm değerlerini TXT formatında saklamaktadır. Gecelik 100 KB veri üretilmektedir.

2.1.2 Tüm Gökyüzü Kamerası (All Sky Camera - ASC)

Temel olarak balıkgözü mercek ve CCD algılayıcı yardımıyla tüm gökyüzünü bir kerede görüntülemek amacıyla kullanılan bir kamera sistemidir. Bu türden gözlemlerle alınan görüntüler, diğer ölçerlerle belirlenen değişimlerle (bulutluluk, aydınlanmalar vb.) görsel olarak kaydedilip eşleştirilebilmektedir. Ayrıca bu görüntülerden görüş ve bulutluluk ölçümleri de yapılabilmektedir (GÖKSİS'e bu yeteneği ekleme gereği henüz duyulmadı). Üretilen görüntüler JPG formatında saklanmaktadır. Dolayısıyla gecelik 10 GB'a yakın veri üretilebilmektedir.

2.1.3 Bulutluluk Ölçeri (Boltwood - BW)

Gözlemleri için en belirleyici atmosferik olay bulutluluktur. Çünkü gözlemevi sitesi ne kadar yüksek irtifada olursa olsun veya bütçeniz ne kadar yüksek olursa olsun bulutlu bir gecede gözlem yapamazsınız. Bu nedenle bulutluluk sürekli izlenmelidir. Bu hedef için meteorolojik uyduların geniş alan kapsayanlarının verilerinden yararlanılabilir. Ancak astronomik gözlemler için gerçek zamanlı bulutluluk bilgisi gereklidir (hem o anki durumu hem de bulutlanma eğilimi için). Hava durumunun bulutlulukla eş zamanlı ve anlık izlemesi için Boltwood bulut algılayıcısı kullanılmıştır. İndirgenmiş veriler gecelik birkaç KB tutmaktadır.

2.1.4 Gökyüzü Parlaklığı Ölçümü (Sky Quality Meter - SQM)

Gözlemleri kurulduktan sonra ilk ışıkla birlikte sitenin inebileceği nesne sönüklük sınırı önemli bir konudur. Dolayısıyla gökyüzü parlaklığının sürekli ölçülmesi gerekmektedir. Bu amaçla "Sky Quality Meter" (SQM) aygıtı kullanılmakta ve gece boyunca birkaç MB veri üretmektedir. SQM, gökyüzünde birim açı saniye alandaki parlaklığı kadar cinsinden ölçüm hesaplamaktadır. SQM'in özellikleri ve ölçümün nasıl yapıldığı bilgisi için ulusal oluşumumuz "Türkiye'de Işık Kirliliğini Engelleme Çalışmaları" sitesinde verilmektedir. Atmosfer parçacık yoğunluğu yüksekse (toz, polen v.b) yıldız ışığı atmosferi geçerken daha çok saçıldığından ölçülen değerler kararlılığını bozabilmektedir. Bu bağlamda uzun dönemli gözlem önem kazanmaktadır. SQM verisi KB düzeyinde TXT formatında saklanmaktadır.

2.1.5 Meteoroloji İstasyonu (METEO)

Meteoroloji istasyonu ile sıcaklık, nem, basınç vb. gibi klasik meteorolojik öğeler ölçülmekte ve kaydedilmektedir. Sitenin rüzgar profili (hakim yön, şiddet vb.) kurulacak bina yapısını etkilemesi nedeniyle önemli bir öğedir. Şiddetli rüzgar nedeniyle gözlemlerin durdurulduğu bilinmektedir. Ayrıca, gözlemevinin sürdürülebilirliği için nem oranı düşük bölgeler seçilmektedir. Bunun yanında en düşük ve en yüksek sıcaklık bina tasarımını önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıkta cihazların arızalanma riski artmakta ve görüntüleme cihazlarında ise görüntü seviyesini artırmaktadır. Tüm bu değerler zamana karşı



Şekil 1. GÖKSİS sisteminin temel ölçerleri; 1-ASC: Tüm Gökyüzü Kamerası, 2- SQM, 3-SM, 4-BW: Bulutluluk Ölçeri ve 5-Meteoroloji İstasyonu.

değer olarak TXT formatında tutulmakta dolayısıyla gecelik birkaç KB veri üretmektedir. Meteoroloji istasyonu seçilirken özellikle zor kış şartlarına dayanması açısından hareketli ölçer parçasının olmaması sağlanmıştır.

2.2 GÖKSİS Altyapısı

2.2.1 Platform

GÖKSİS ölçerlerinin yerleştirildiği platform ve direk, ticari bir çizim programıyla hazırlanmıştır. Zeminin astronomik görüşe ve yüzeydeki rüzgarın ölçümlere etkisini azaltmak adına direğin boyu 4 metre olarak düşünülmüştür. Direğin zemine montajı için 200x140 cm beton dolgu kullanılmıştır. Platform, sert ve hafif olması nedeniyle alüminyum olarak üretilmiştir. Tasarım aşamasında, rüzgar ölçümlerinin platform yapısından etkilenmemesi için meteoroloji ölçeri platformdan 50 cm dışarıda tutulmuştur. ASC diğer ölçerlerden yüksekçe konumlandırılarak ufuk çizgisi açık tutulmuştur (yalnızca BW'nun üst koruma telleri görülmektedir; bkz. Resim 1). SM platformdaki en ağır ölçer olduğu için mümkün olduğunca kütle merkezine yakın tutulmuştur. Alandan kazanmak amacıyla BW ve SQM ölçerleri SM'nin yan metal levhasına konmuştur. Böylece sıkı, sağlam ve dar bir fiziksel yapı sağlanmıştır. Üretilen platform, direğe 4 farklı noktadan tutturulmuştur.

2.2.2 Güç

GÖKSİS'de 250 watt'lık iki Güneş paneli ve 50 A'lık iki aküyle fotovoltaik bir sistem kurulmuştur. Sistem sıradan konumda (ölçer ısıtıcıları çalışmadığında) 0.36 A akım çekmektedir. Dolayısıyla tam dolu akü grubu, ışık kaynağı olmadan sistemi 2 gün besleyebilmektedir. Ancak prototip saha testlerinin sağlıklı, yürütülebilmesi adına, inverter'a şebeke bağlantısı da yedek güç kaynağı olarak eklenmiştir. Sistemin enerji kontrolü ağıdan yönetilebilen grup prizlerle internet erişimi olan herhangi bir yerden yapılabilmektedir.

2.2.3 Ağ

GÖKSİS'e uzaktan erişebilmek için sistem internet içinde çalışmalıdır. Sistemin çevrimiçi olması için önce uydu bağlantısı/GSM ağı düşünülmüş ancak prototip ilk ışığı TUG sitesinde olacağından, ağ bağlantısı TUG'unkine uyarlanmıştır. Prototipten üretim aşamasına geçildiğinde veri protokolü korunarak

ağ türü değiştirilecektir. Sisteme uzak masaüstü protokolleriyle (VNC, FTP vb.) ulaşılabilmektedir.

3 Veri ve Yöntem

3.1 Veri Aktarımı

GÖKSİS'le üretilen prototip insan yerleşiminden uzak noktalara kurulacağından kendi elektriğini üretebilmesi ve veri transferini uydu ya da GSM ağ yapısı üzerinden yapması düşünülmüştür. Bu temel hedefe geçilmeden önce prototipin saha testlerinin tamamlanabilmesi için Haziran 2017'den başlayarak 1 yıl süreyle kalacağı TÜBİTAK Ulusal Gözlemevine konumlandırılmıştır. Buradaki testlerinin ardından, prototip, yer seçimi çalışmasında belirlenen diğer bölge ya da bölgelerde kurularak çalışmasını sürdürecektir. Dolayısıyla, veri aktarım yöntemi de kurulacak konuma göre yeniden düzenleneceğinden aktarım yöntemi ve donanımı bu çalışmada belirlenmemiştir.

3.2 Yazılım

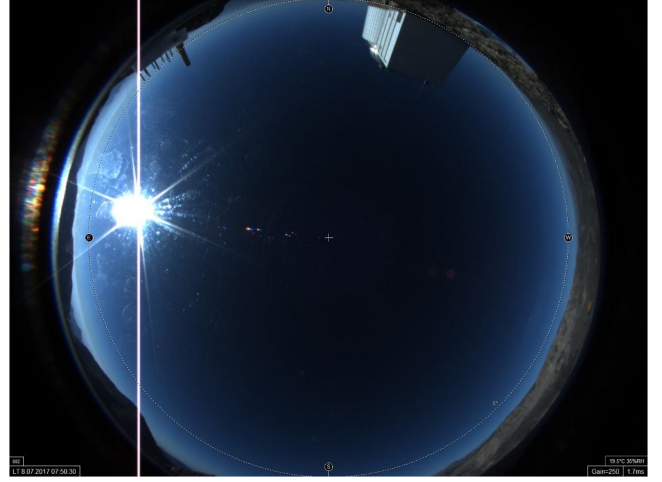
GÖKSİS yazılımı ve görsel arayüz LabVIEW platformunda geliştirilmiştir. GÖKSİS Yazılımı, 5 farklı ana modül (ölçer adlarıyla eşleşen) ve 6 farklı alt modülden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla meteoroloji (METEO), Bulut Sensörü (BW), SQM, ASC ve SM'dir. METEO ve SQM modülleri, meteoroloji aygıtına seri port üzerinden sorgu komutları göndermekte ve ölçüm değerlerini okumaktadır. BW ölçeri, Clarity yazılımıyla döngüsel biçimde gözlem verisi (veri kütükleri) oluşturmaktadır. BW modülü de bu kütüklerden uygun olanları toplamaktadır. ASC modülü SkyWatch yazılımının ürettiği dakikalık gökyüzü görüntülerini kaydetmektedir. Benzer biçimde SM modülü Cyclope yazılımının gece boyunca düzenli aralıklarla hesapladığı görüş değerini okumaktadır.

GÖKSİS yazılımında kullanılan diğer alt modüller ise sırasıyla: Astronomik zaman hesaplarını yapmak için kullanılan ASCOM kütüphanesi (3. parti), NI VISA modülü (seri port haberleşmesi için gerekli modül), ICLmaging kütüphanesi (ASC ve SM de kullanılan görüntülerin alınması için gerekli modül), Datalog modülü (ölçüm verilerin döngüsel biçimde cihazlardan alınmasını ve kaydedilmesini sağlayan modül), Syslog modülü (yazılım çalışırken oluşan tüm istekleri kaydeden [kütükleme] modül) ve FTP transfer modülü (ölçüm verilerinin TUG yerleşimindeki sunucuya yüklenmesini sağlayan modül).

Modüllerle toplanan tüm veri bir FTP sunucuya 1 dk zaman aralığı ile yüklenmektedir. GÖKSİS Windows 10 işletim sisteminde çalıştırılmaktadır. Ancak tüm arayüz, tüm sürücüler ve ölçer sorgulamaları Linux işletim sistemine uyarlanacaktır. Tüm ölçerler USB 3.0 ile intel@NUC mini bilgisayar ile kontrol edilmektedir.

3.3 İlk Işık

Tüm sistem çalışırken ilk ışığımız 8 Temmuz 2017 saat 07:50' de alınmıştır. ASC ile alınan ilk görüntü Şekil 2'de verilmiştir. Görüntünün alındığı zaman (sol altta) ve meteo bilgisi (sağ altta) verilmiştir. Yönelim için yönler ayrıca görüntü üzerinde bulunmaktadır. Kuzey doğuda bulut sensörü ve kuzeyde RTT150 teleskop binası görülmektedir. Ayrıca ASC'nin cam yüzeyinde bulunan lekeler güneş parlamasının olduğu bölgede fark edilmektedir. Görüntünün ortasında bulunan + simgesi ASC'nin başucu doğrultusunu göstermektedir. Bu simge ve o anda başucundaki yıldız kullanılarak ASC'nin denge ayarları yapılabilir. ASC'nin optiğine bağlı olarak güney ufkunda birkaç derecelik



Şekil 2. ASC ile 08.07.2017-07:50:30'da alınan ilk ışık.

bir bölgeyi gözleyememekteyiz. ASC optiğinden dolayı ufka yaklaşılması ile çözünürlük üstel oranda düşse de büyük bir kayıp olarak düşünülmemelidir.

4 Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada astronomik gözlemleri için gökyüzü kalitesini farklı yöntemlerle ölçüp kaydedebilecek bir prototip özetlenmiştir. GÖKSİS olarak tanımlanan prototip üzerinde meteoroloji sistemi, tüm gökyüzü kamerası, astronomik görüş, bulutluluk ölçeri ve gökyüzü parlaklığı ölçüm aygıtı bulunmaktadır. Aygıtların eş zamanlı ölçüm yapabilmesi amacıyla bir platform tasarlanmış ve üretilmiştir. Sistemin performansının belirlenmesi ve saha testleri için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevine 1 yıllığına kurulmuş ve prototipin ilk sonuçları [Aksaker v.ark. \(2017\)](#) tarafından sunulmuştur.

Sistem şu anda prototip olarak TUG'un ağ ve şebekesinden beslenecek biçimde çalıştırılmaktadır. Şu anda GÖKSİS'in tüm ölçerleri etkin biçimde veri üretmekte ve TUG sunucularında arşivlenmektedir.

Prototip için üretilen platformun geliştirilmesi gerekmektedir. Buradaki temel hedef, kurulum aşamalarının basitleştirilip kolaylaştırılması ve SM'in kutup yıldızına yönlendirilmesinin duyarlı hale getirilmesidir.

TUG'da konuşlandırılmasından elde edilecek sonuçlarla GÖKSİS, geliştirilip seri üretilbilir ve sonrasında da yer seçimi çalışmasında ([Aksaker v.ark. 2015](#)) belirlenen aday konumlara yerleştirilerek, ileride kurulabilecek olası büyük teleskoplar için en uygun yerin seçimi doğru biçiminde yapılabilir. Prototipin çalıştırıldığını gösterdiğimiz bu çalışma ile gelecekte öngördüğümüz üretim sürecinin de yapılabileceği gösterilmiştir. Bunun yanında, GÖKSİS Antarktika'daki "Kutup Bilimsel Araştırmalar Merkezine" konuşlandırılırsa bölgenin astronomik kalitesi de çıkarılabilir ve olası kutup astronomik gözlemevi için referans oluşturabilir.

Prototipin maliyetini aşağıdaki kalemlerle özetleyebiliriz (2017 değerlerine uyarlanmıştır): 1) Ölçer Parkı: yaklaşık 85 bin TL; 2) Mekanik altyapı (platform, direk, kabin, beton ve sarf): yaklaşık 10 bin TL; 3) Donanım altyapısı (bilgisayar, ağ, güneş paneli ve güç yönetimi): yaklaşık 15 bin TL. Toplamda yaklaşık 110 bin TL'ye üretilmiştir. Bu hesaplama girmeyen

harcamalar (tasarım, taşıma, kurulum hizmeti v.b) yerel kaynaklardan (çoğunlukla TUG) sağlanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma "Meteoroloji Destekli Astronomik Görüş Ölçümü için Otomatik İstasyon Tasarımı ve Prototip Yapımı" başlıklı, 113F266 nolu, TÜBİTAK 1001 projesince desteklenmiştir. Projenin ve prototip kurulumunun her aşamasında verdikleri sınırsız destekten dolayı TUG Müdürlüğüne ve TUG personeline teşekkür ediyoruz.

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., (2015), *Astronomical site selection for Turkey using GIS techniques*, *Experimental Astronomy*, **39**, 547-566.
- Aksaker, N.; Yerli, S.K.; Balbay, R.; Bakış, V.; Özışık, T.; Ak, T.; Evren, S.; Küçük, İ.; Özdemir, T.; Yelkenci, K.; Aslan, Z.; Atılan, M., (2017), *Astronomik Gözlemleri için "Gökyüzü Kalitesi Ölçüm Sistemi" (GÖKSİS)*, 2nd International Mediterranean Science and Engineering Congress, 1799-1806.
- Koç-San, D., San, B.T., Bakış, V., Helvacı, M., Eker, Z., (2013), *Multi-Criteria Decision Analysis integrated with GIS and remote sensing for astronomical observatory site selection in Antalya province, Turkey*. *Adv. Space Res.* **52**, 39-51.

Erişim:

O54-1545: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

GAIA DR2 Verileri ile DAG Aktif Optik Gök Kapsamı

Cihan Tuğrul Tezcan^{1*}, Jordan Voirin², Laurent Jolissaint³

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

²Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Physics, Lausanne, Switzerland

³University of Applied Sciences Western Switzerland, Industrial Technologies, Switzerland

Özet

Aktif ve adaptif optik sistemler günümüzde büyük teleskoplar için bir gereksinimdir. Atmosferik türbülansın, dalga-önü üzerinde yarattığı bozulmayı büyük oranda ve yüksek bir hızla düzeltebilmektedirler. 4m birinci ayna çapına sahip DAG teleskopunda, birinci aynada aktif optik sistemi, Nasmyth odaklarının birinde ise adaptif optik sistemi bulunacaktır. Bu sistemlerin verimli çalışabilmesi için bir çok parametrenin sağlanmış olması da gerekmektedir. Gök kapsamı, aktif yada adaptif optik sisteminin yüksek performans gösterebileceği, gökyüzündeki alanların oransal gösterimidir. Bu çalışmada bu sistemlerin verimli çalışabilmesi için görüş alanına düşmesi gereken doğal takip yıldızının galaktik enlem ve boylam boyunca olasılık dağılımları gök kapsamı olarak verilmiştir. Analiz yapılırken, $m_G = 21$ kadir'e kadar kadar 1.3 milyar yıldız içeren GAIA Data Release 2 kullanılmıştır.

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

1 GAIA DR2

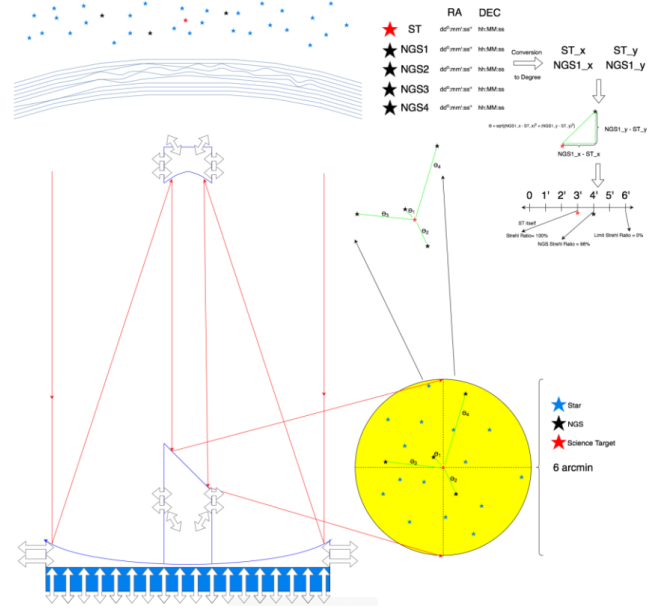
GAIA DR2 (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics Data Release 2), 25 Nisan 2018 tarihinden itibaren yayınlanmış, bir veri tabanı ile on-line olarak ulaşılabilen, 1,692,919,135 adet yıldızın, hassas olarak koordinat ve parlaklık bilgilerini içeren bir katalogtur. Gözlemler, GAIA uydusunda bulunan G filtresinde 3 ile 21 kadir ve 300nm ile 1100nm dalgaboyu aralığını kapsayan aralıkta yapılmıştır. R filtresi ise 600nm ile 1100nm aralığını kapsamaktadır. DAG teleskopu yakın kırmızı-öte dalgaboyu bölgesinde gözlem yapacağından, Doğal Rehber Yıldızı (Natural Guide Star - bundan sonra; NGS) seçim kriterinde G ve R bantları kullanılmıştır.

Bu çalışmada, DAG teleskopunun gökyüzündeki herhangi bir gökyüzü pozisyonunda, tanımlanan bir görüş alanı (FoV) içerisinde, kriterleri sağlayan NGS olasılığı hesaplanması hedeflenmiştir.

2 Gök Kapsamı - Sky Coverage

Gök kapsamı, belirli bir alan içerisinde, istenilen performansa ulaşmak için gereken parlak yıldızların bulunma olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Wang et al. (2012)). Bu tanıma göre bir kaç parametre aynı anda çalışarak hesaplamalarda limitleyici rol oynamaktadırlar. Bu minvalde limitlerimizi belirlemekle işe başlamanız gerekiyor.

- **NGS Parlaklığı:** Gök kapsamı hesaplamasında hedeflenen NGS parlaklığı anahtar rol oynamaktadır. NGS, satüre olmayacak kadar fakat olabildiğince parlak olmalı. Bu çalışmada parlaklık limitleri 5 ile 16 kadir olarak belirlenmiştir.
- **NGS Uzaklığı:** Bilimsel hedef ile NGS arasındaki uzaklık, kaliteyi belirten bir faktördür. İlgilenilen görüş alanında, uygulanacak aktif veya adaptif optik düzeltmesinin aynı atmosferik koşullardan geçip, daha hassas bir düzeltme yapılmasını sağlamaktadır. Eğer NGS, bilimsel hedefe çok yakın ise kalite %100'e yakındır. Eğer olabilecek en uzak noktadaysa kalite %0'a yakındır.



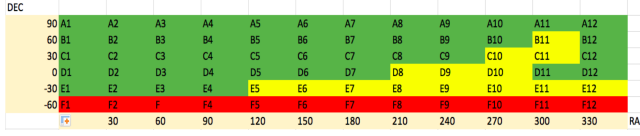
Şekil 1. Gök kapsamı hesaplama algoritma şeması

- **Görüş Alanı:** DAG teleskopu, 30 yay-dakikası vinyetli, 14 yay-dakikası vinyetsiz bilimsel görüş alanına sahiptir. De-rotator sisteminden sonra aktif optik düzeltmesinin yapılması planlanan alan ise 7 yay-dakikası görüş alanına sahiptir. Biz bu çalışmada gök kapsamı hesaplamalarını 6 yay-dakikası için gerçekleştirdik. Bu alanı hesaplama içerisinde;

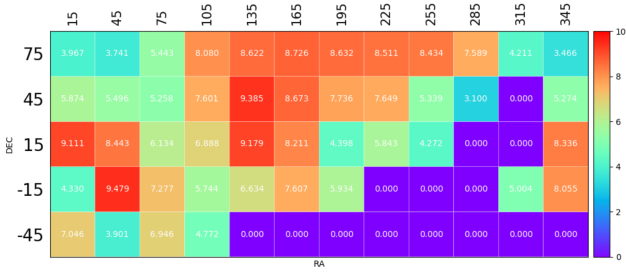
- Bilimsel hedefin RA koordinatı + 3
- Bilimsel hedefin RA koordinatı - 3
- Bilimsel hedefin DEC koordinatı + 3
- Bilimsel hedefin DEC koordinatı - 3

şeklinde tanımlanmıştır. Görüş alanı içerisinde kalan yıldızlardan parlaklık limiti içinde kalanların, bilimsel hedefe olan uzaklıkları hesaplanarak kalitesi belirlenir.

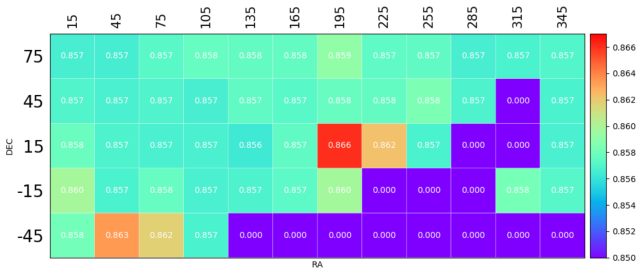
* c.tugrultezezan@gmail.com



Şekil 2. $30^\circ \times 30^\circ$ ’lik alt-alanlara bölünmüş tüm gökyüzü. Yeşil renkli olanlar analizi yapılmış, sarı kısımlar analizi tamamlanmamış kısımlar, kırmızı alanlar ise DAG teleskopu tarafından gözlemi yapılmayacak alanlardır.



Şekil 3. Şartları sağlayan yıldız sayılarının koordinatlara göre dağılımı



Şekil 4. Kalite dağılımı

- Gök Dilimlerinde Yürüme Sayısı: Algoritmanın daha hızlı çalışabilmesi tüm gökyüzünü içeren veritabanı yerine $30^\circ \times 30^\circ$ ’lik alt-alanlar kullanılmıştır. Bu alanlar içerisinde 10,000 rastgele koordinat belirlenerek analiz sağlanmıştır. DAG Teleskopu 39.780862 Kuzey, 41.226506 Doğu koordinatlarında olduğundan $-60 <$ deklinasyon koordinatlarını gözlemleyebilmektedir.

3 Sonuçlar

60 bölgenin 46’sında algoritmayı çalıştırdık. Bu alanlar içerisinde 379,828,898 yıldız araştırıldı. 10,000 adım kullanarak 71,165,433 adet bilimsel hedef, görüş alanı içerisinde incelendi. 3,715,324 adet yıldız uzaklık ($>80\%$ kalite) ve parlaklık limitlerini sağlamıştır.

Kaynaklar

Wang L., Andersen D., Ellerbroek B., 2012, *Appl. Opt.*, 51, 3692

Erişim:

O54-1605: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Odak Düzlemi Aygıtı Test ve Karakterizasyon Laboratuvarı

Sinan Aliş^{1,2,*}, Tolga Güver^{1,2}, Ayşe Erol³, Ergün Ege², Burak Kay²,
Korhan Yelkenci^{1,2}, Cahit Yeşilyaprak⁴, Onur Keskin⁵, Sinan Kaan Yerli⁶,
Fahrettin Sarcan³, Süleyman Fişek^{1,2}

¹ İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul

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

³ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, İstanbul

⁴ Atatürk Üniversitesi, Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM), Erzurum

⁵ FMV Işık Üniversitesi, Optomekatronik Uygulama ve Araştırma Merkezi (OPAM), İstanbul

⁶ ODTÜ Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Doğu Anadolu Gözlemevi Odak Düzlemi Aygıtları ve Adaptif Optik Sistemi başlıklı, 2016K121370 numaralı T.C. Kalkınma Bakanlığı projesi ve İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü desteğinde yürüyen çalışmalar kapsamında İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nde teleskop odak düzlemi aygıtı test ve karakterizasyon laboratuvarı kurulum çalışmaları başlatılmıştır. Başta DAG Teleskobu olmak üzere ülkemizdeki tüm gözlemevlere hizmet verebilecek şekilde tasarlanan laboratuvar, CCD kamera, filtre ve odak düzlemi aygıtları için bir test masasına sahip olacaktır. Bu sunumda, laboratuvarın kurulumu ve alımlarında gelinen son noktanın yanı sıra, İstanbul Üniversitesi Fizik Bölümü Nano-Optoelektronik Araştırma Laboratuvarları ile birlikte yapılması planlanan çalışmalar sunulacaktır.

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

1 Doğu Anadolu Gözlemevi Projesi

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından 2011 yılında 2011K120230 proje numarasıyla "etüd proje" olarak kabul edilmiş ve 2012 yılında da resmen başlamıştır. DAG Projesi 4 metrelik bir optik ve kırmızıötesi teleskop ile gözlemevi binası ve kubbesini içermektedir. DAG Projesi hakkında ayrıntılı bilgiler proje websitesinden¹ ve Yeşilyaprak ve ark. (2016), Aliş ve ark. (2016) ve Yeşilyaprak (2018) çalışmalarından edinilebilir.

Tüm ihale süreçleri sonrasında, altyapı çalışmaları hızla başlamış ve teleskop binasının ve kubbesinin inşaatı yerleşkede sürmektedir. Teleskobun ilk ışığını 2020 yılının sonuna doğru alması beklenmektedir.

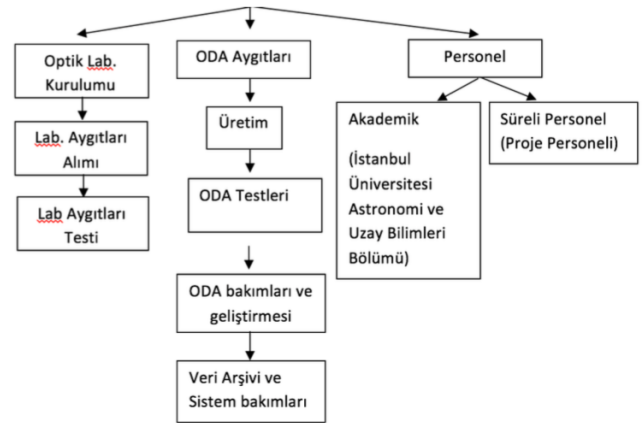
2 DAG-ODA Projesi

"Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Odak Düzlemi Aygıtları ve Adaptif Optik Sistemi" başlıklı DAG-ODA projesi 2016 yılında T.C. Kalkınma Bakanlığı desteğiyle başlamıştır. Proje dört üniversitenin ortak girişimi ile başlatılmış ve devam etmektedir: Atatürk Üniversitesi, FMV Işık Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Keskin ve ark. 2016; Yerli ve ark. 2018; Yeşilyaprak 2018).

2.1 DAG-ODA/İÜ Laboratuvarı

İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde ve Prof. Dr. Tolga Güver yürütücülüğünde

DAG-ODA/İÜ Görevleri 2016K121370



Şekil 1. DAG-ODA/İÜ projesinin görevleri.

devam eden DAG-ODA/İÜ projesinde (2016K121370), DAG teleskobu için alınacak odak düzlemi aygıtları için bir test ve karakterizasyon laboratuvarı kurulmaktadır. Ayrıca DAG ODA'larından birinin sorumluluğu bu laboratuvarında olacaktır ve bu ODA'nın veriyolu, analiz ve arşiv süreçleri İstanbul Üniversitesi ekibi tarafından yönetilecektir.

DAG-ODA projesi kapsamında yapılacak yüksek maliyetli harcamalar ve alınacak üst düzey optik aletler ve benzeri parçalar için öncelikli olarak T.C. Ekonomi Bakanlığında "Yatırım

* salis@istanbul.edu.tr

¹ <http://dag.atauni.edu.tr>



Şekil 2. DAG-ODA/IÜ laboratuvarının optik kısmının tasarımı (FMV Işık Üniversitesi/OPAM).



Şekil 3. DAG-ODA/IÜ laboratuvarının şimdiki hali. Biri büyük biri küçük iki adet Newport optik masa görülmektedir.

Teşvik Belgesi" alındı. Bu sayede, KDV ve gümrük vergisi muafiyeti kazanılmış oldu ve projenin harcamaları açısından önemli bir kaynak bütçede kullanılabilirdi.

DAG-ODA/IÜ projesi kapsamında test ve karakterizasyon laboratuvarının kurulum çalışmaları, İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü binası içerisinde ayrılan 90 m² büyüklüğünde bir alanda 2017'de başladı. İlk olarak laboratuvarın boya badana gibi temel işleri yapıldı. Sonrasında laboratuvarın zemini anti-statik malzeme ile kaplandı ve bakır baralar ile topraklanması yapıldı. Bu süreçte laboratuvarında gereken atölye, elektronik ölçümler, optik aksesuarlar gibi temel malzemelerin temini tamamlandı.

Laboratuvarın optik kısmı için iki adet optik masa siparişi verildi. FMV Işık Üniversitesi Optomekatronik Uygulama ve Araştırma Merkezi ile imzalanan bir protokol çerçevesinde laboratuvarın optik kısmı için pozitif basınçlı bir bölümün tasarımı ve uygulaması gerçekleştirildi. Böylece DAG-ODA/IÜ laboratuvarı mekanik-elektronik ve optik olarak iki kısma ayrılmıştır.



Şekil 4. DAG-ODA/IÜ laboratuvarının mekanik atölyesinin genel görünümü.



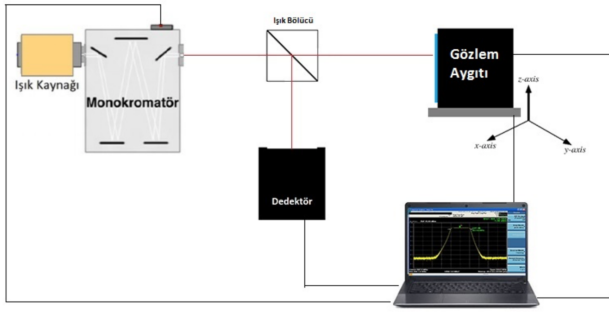
Şekil 5. DAG-ODA/IÜ laboratuvarının elektronik atölyesinin genel görünümü.

DAG-ODA/IÜ Test ve Karakterizasyon Laboratuvarında temel olarak iki tür sistem öngörülmektedir. Bunlar; detektör ölçüm düzeneği ve geçirgenlik ölçüm düzeneği.

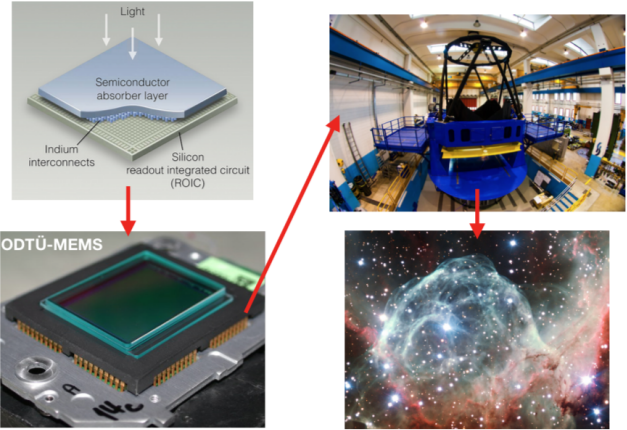
Detektör ölçüm düzeneğinde herhangi bir astronomik detektörün duyarlılık eğrisi (e.g. kuantum etkinliği, QE) üretilebilecektir. DAG için elde edilen detektörler bu laboratuvarında test edilebilecektir.

Geçirgenlik ölçüm düzeneğinde ise başta optik filtreler olmak üzere herhangi bir optik parçanın tüm yüzeyindeki geçirgenlik ölçülebilecektir. Bu ölçümler özellikle zaman içinde yıpranan ve geçirgenlikleri değişen optik bileşenlerin test ve karakterizasyonu için önemli olmaktadır. Bu düzener ile yalnızca DAG teleskobu ve ona bağlı ODA'lara değil, ayrıca Türkiye'deki tüm diğer teleskoplarda kullanılan fotometrik filtreler başta olmak üzere benzer optik bileşenlerin ölçümlerinin yapılması hedeflenmektedir.

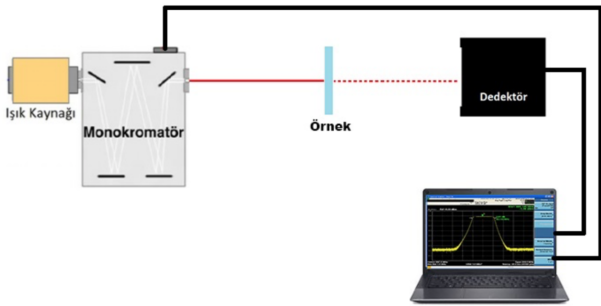
Bu ölçüm sistemleri laboratuvarın optik kısmında yerleştirilmiş olan 3m x 1.5m ve 90cm x 90cm'lik iki ayrı optik masaya kurulacaktır. Gerekli ışık kaynakları, detektörler, fotometreler, spektrometreler ve tüm gerekli aksesuar ve optik bileşenlerin alımı bir ihale çerçevesinde gerçekleşmek üzere. Bunun dışında,



Şekil 6. DAG-ODA/İÜ laboratuvarında kurulacak dedektör ölçüm sisteminin şematik gösterimi.



Şekil 8. DAG-ODA/İÜ, İÜ Nano-Optoelektronik Araştırma Laboratuvarları ve ODTÜ-MEMS işbirliği ile tasarlanması düşünülen J bandı kırmızıöte alıcının konsepti.



Şekil 7. DAG-ODA/İÜ laboratuvarında kurulacak geçirgenlik ölçüm sisteminin şematik gösterimi.

laboratuvarda bir üç boyutlu yazıcı da bulunmaktadır ve gereken mekanik parçaların üretiminde kullanılacaktır.

DAG teleskobunun odak düzlemi aygıtlarından birinin veri yolu, analiz ve arşiv süreçleri için 48 çekirdekli, 45 TB kapasiteli ve 2 Tesla GPU performansa sahip bir sunucu bilgisayarın temini ayrıca planlanmaktadır.

2.2 Yerli Kırmızıöte Detektör Üretim Çalışmaları

DAG-ODA/İÜ laboratuvarı ile İstanbul Üniversitesi Nano-Optoelektronik Araştırma Laboratuvarları işbirliği ile kırmızıöte J bandına duyarlı bir alıcı üretilmesi konusunda çalışmalar yürütülmektedir. İÜ Fizik Bölümünden Prof. Dr. Ayşe Erol liderliğinde üretimi yapılabilen alıcının büyütülerek, ODTÜ-MEMS işbirliğinde elektronik devre ile tamamlanması ve bir odak düzlemi aygıtına dönüşmesi konusunda denemeler ve orta vadeli planlarımız bulunmaktadır.

Bunların haricinde, DAG-ODA/İÜ laboratuvarı yeni nesil bir odak düzlemi aygıtı için de araştırma ve geliştirme çalışmalarını sürdürmektedir (Güver ve ark. 2016).

Kaynaklar

- Aliş, S., Yeşilyaprak, C. ve Yerli, S. K.: DAG Telescope: A New Potential for MOS Observations. *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 507 (2016), 439
- Güver, T. ve ark.: A microwave kinetic inductance detector for the DAG telescope, *Proceedings of the SPIE*, Volume 9915 (2016), id. 99152P

Keskin, O. ve ark.: Status of Focal Plane Instrumentation (FPI) project of the 4m DAG telescope, *Proceedings of the SPIE*, Volume 9908 (2016), id. 990851

Yerli, S. K. ve ark.: DAG Odak Düzlemi Aygıtları: Türk Gözlemsel Astronomisinde Yeni Dönem, 20. Ulusal Astronomi Kongresi Bildiri Kitabı (2018), 20-23

Yeşilyaprak, C. ve ark.: DAG: a new observatory and a prospective observing site for other potential telescopes, *Proceedings of the SPIE*, Volume 9910 (2016), id. 99102U

Yeşilyaprak, C.: Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG): Son Gelişmeler, 20. Ulusal Astronomi Kongresi Bildiri Kitabı (2018), 17-19

Erişim:

054-1625: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

İstanbul Üniversitesi Teleskoplarının Otomasyonu

Sinan Aliş^{1,2,*}, Tolga Güver^{1,2}, Ergün Ege², Mehmet Tüysüz³, Çağlar Püsküllü⁴, Süleyman Fişek², Korhan Yelkenci^{1,2}, Tansel Ak^{1,2}, Selçuk Bilir^{1,2}, A. Talât Saygıç^{1,2}, Olcaytuğ Özgüllü², Çağdaş Koç², Beste Begiçarslan², Meryem Çördük², Murat Tekkeşinoğlu², Mirkan Yusuf Kalkan², Uğurcan Çelik²

¹ İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul

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

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

Özet

Bu çalışmada, İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'nin biri Beyazıt'ta, diğeri Ulupınar Astrofizik Gözlemevi'nde bulunan 40 ve 60 cm'lik iki teleskobu ile ilgili son gelişmeler sunulmaktadır. İST40 teleskobu, odak yüzeyine takılan yeni CCD kamerası, filtre tekeri ve uzaktan kontrollü kubbesi ve teleskop sistemi ile modern bir hale gelmiştir. Duyarlı CCD'si ve optik ekipmanları sayesinde İST40 teleskobu ile İstanbul gibi ışık kirliliğinin çok fazla olduğu bir şehrin merkezinden yapılabilen astronomik gözlem sonuçları verilmektedir. 2011 yılından itibaren hizmet vermekte olan İST60 teleskobu ise 2017 yılında yapılan çalışmalar sayesinde uzaktan yönetilebilir hale gelmiştir. Bu bildiride her iki teleskop ile yapılan son bilimsel gözlemler ışığında elde edilmiş limit parlaklıklar ve benzeri gözlemsel sonuçlar paylaşılarak, İST60 teleskobunun tamamen robotik hale gelmesi için yapılan çalışmalar sunulmaktadır.

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

1 Kısa Tarihçe

Cumhuriyet döneminin ilk gözlemevi olan İstanbul Üniversitesi Gözlemevi 1935 yılında Beyazıt'taki üniversite yerleşkesi içerisinde kurulmuştur. Gözlemevinin sahip olduğu astrograf günümüzde kullanılmamakla birlikte, Güneş'in fotosfer ve kromosfer tabakalarının gözlemlendiği dürbünleri taşıyan bir sistem olarak çalışmaya devam etmektedir. Gözlemevinden yürütülen Güneş gözlemleri 1947 yılından bu yana kesintisiz olarak devam etmektedir. Bununla birlikte gözlemevinde, yıldız astrofiziği ve benzeri türde gece gözlemleri için gözlem imkanları 2011 yılına kadar bulunmamaktaydı. 2009 yılında Prof. Dr. A. Talat Saygıç'ın yürütücülüğünde İÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (BAP) verilen bir GÜdümlü Proje ile bir tane 60 cm'lik Ritchey-Chrétien (İST60) ve bir tane de 40 cm'lik Schmidt-Cassegrain (İST40) optik tasarıma sahip teleskop satın alınmıştır. Bu teleskoplardan İST60, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ile hayata geçirilen bir işbirliği protokolü çerçevesinde Ulupınar Astrofizik Gözlemevi'ne (<http://caam.comu.edu.tr/>) kuruldu ve ilk ışığını 21 Haziran 2011 tarihinde almıştır. Başlangıçta Ulupınar Astrofizik Gözlemevi'ne kurulması düşünülen İST40 teleskobu ise daha sonra İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölüm binalarının yenilenmesi sonucu inşa edilen öğrenci gözlemevine yerleştirilmek üzere İstanbul'a geri getirilmiş, 2013 yılında da Beyazıt Kampusu'ndaki yeni gözlemevine yerleştirilmiştir.

2 Sorunlar ve Yeni Gelişmeler

2011 yılında çalışmaya başlayan İST60 ile gözlem yapmak isteyen İÜ araştırmacılarının Çanakkale'ye gidiş gelişleri için buna

kaynak bulunması güçleşmeye; ayrıca Apogee Alta U42 model CCD kameranın muhtemelen yüksek nem koşullarında çalışmasından kaynaklanan sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Andor firması ile yapılan karşılıklı görüşmelerde gözlemevindeki tüm Apogee kameraların kontrollerinin ve bakımının söz konusu firma tarafından üstlenilmesi, bu arada İÜ yüksek lisans öğrencilerinden Ergün Ege'nin yoğun çabaları ile İST60 teleskobunun ve kubbesinin uzaktan kontrol edilebilmesi sağlanmıştır. Tamamen kısıtlı imkanlarla ve dışarıdan destek alınmadan ulaşılan bu gelişme yeniden bir hareketlenmeyi getirirse de, CCD kameraların sorunlarının giderilmesini beklemek için gözlemlere ara verilmiştir.

Bu dönemde hem İST60'ın hem de İST40'ın eksiklerinin giderilmesi ve gözlemlerin tamamen otomatik hale getirilebilmesi için Prof. Dr. Tolga Güver tarafından 2017 yılında yeni bir GÜdümlü Proje teklifi verilmiş, bu projeden alınan destek ile İST40 teleskobunun kubbesi bakıma alınmış ve uzaktan kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Ayrıca teleskopla öğrencilerin bilimsel gözlemler yapabilmesi için gerekli CCD kamera ve fotometrik filtreler temin edilmiştir. Aynı proje ile İST60 kubbesinde de önemli bakımlar gerçekleştirilmiş olup, 2019 yılı ortalarında teleskobun otomasyonunun tamamlanması beklenmektedir. İST60'da daha önce kullanılan CCD kameralar Andor tarafından bakımları yapılarak geri gönderildiyse de, bu süreçte yüksek hız ve kararlı bir performans sergileyen üst model bir CCD kameranın temini gerçekleştirilmiştir. Yeni satın alınan Andor iXon Ultra 888 model kameranın bağlantı parçaları hazırlanmış ve 2018 yılı yaz aylarında gözlemlerde kullanılmaya başlanmıştır.

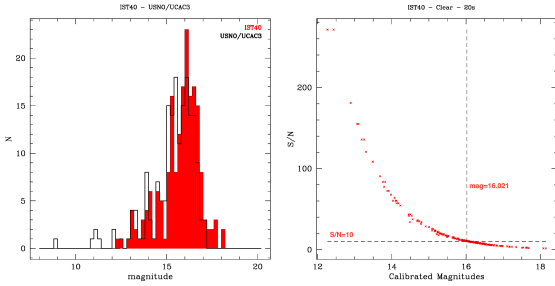
2.1 İST40 ile Yapılan İlk Gözlemler

Ağustos 2017'de gerçekleşen kubbe bakım ve otomasyon çalışmalarının ardından, 12 Aralık 2017 gecesi İST40 teleskobu ve

* salis@istanbul.edu.tr



Şekil 1. İST40 (solda) ve İST60 (sağda) teleskopları.



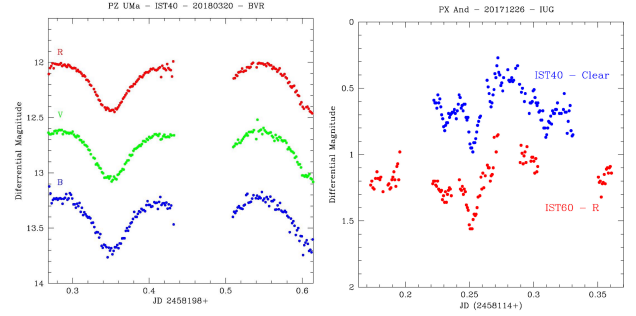
Şekil 2. (a) HIP 26315 yıldızı civarında parlaklığı ölçülebilir yıldızların USNO kataloğu ile karşılaştırılması. (b) Beyaz ışıkta ölçülen parlaklıkların USNO kataloğu ile kalibre edilmesinden sonra elde edilen sinyal/gürültü eğrisi. S/N=10 olduğu nokta İST40 ile 20 saniyelik görüntüde ulaşılan limit parlaklığı göstermektedir.

CCD kamerası ile "ilk ışık" gözlemi yapılmıştır. İlk ışık gözleminde Capella takımıyıldızında bulunan HIP 26315 adlı yıldızın bulunduğu bölge görüntülenmiştir. Bu gözlemin indirgenmesi ve analizi sonucunda İstanbul'un ışık kirliliğine rağmen 20 saniyelik poz ile yaklaşık 16 kadir limit parlaklığa ulaşılmıştır (Şekil 2).

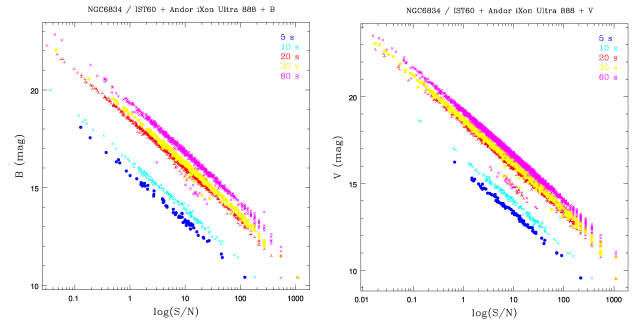
İlk ışık gözleminin olumlu geçmesinin üzerine, lisans öğrencilerimiz ile birlikte açık gecelerde bir dizi değişen yıldız gözlenmeye başlanmıştır. Bunlardan PZ UMa örten çift yıldız B, V ve R filtreleri ile gözlenmiştir (Şekil 3; sol). İST40 teleskobu ve CCD kamerası ile elde edilen olumlu sonuçları ve fotometrik kaliteyi test edebilmek için PX And kataklismik değişen yıldız eş zamanlı olarak İST60 ve İST40 ile birlikte gözlenmiştir. Tüm gözlem İÜ Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümündeki uzaktan gözlem odasından gerçekleştirilmiştir (Şekil 3; sağ).

2.2 İST60 Teleskobu ve Kubbesinin Otomasyonu

İST60 teleskobunun uzaktan gözlem yapılabilir hale gelmesinin ardından (<http://gozlemevi.istanbul.edu.tr/?p=7365>) esas amaç olan tam otomasyon için gerekli hazırlıklar yapılmaya başlanmıştır. Güdümlü Proje çerçevesinde otomasyon işinin ihalesi gerçekleşmiş, ancak bürokratik süreçler nedeniyle çalışmaların başlaması 2019 İlkbaharı'na kalmıştır. Başlangıç tasarımı olarak tam otomasyona çok uygun olmayan teleskop, bir dizi yazılım ve donanım ile birlikte programlanabilir hale



Şekil 3. Sol: PZ UMa'nın İST40 teleskobu ile elde edilen çok renk ışık eğrisi. B, V ve R eğrileri çakışma olmaması için rastgele kaydırılmıştır. Sağ: PX And'ın eş zamanlı olarak İST60 ve İST40 ile elde edilen ışık eğrisi. Sistem İST60'da R filtresi ile İST40'da ise filtersiz olarak gözlenmiştir.



Şekil 4. İST60 teleskobu ve Andor iXon CCD ile NGC 6834 açık yıldız kümesinin gözleminden elde edilen parlaklık sinyal gürültü grafikleri.

getirilmeye çalışılmaktadır. 2019 Yaz aylarından itibaren teleskobun robotik olarak çalışması beklenmektedir.

Bu dönemde İST60'a takılan Andor iXon Ultra 888 model CCD ile bazı açık yıldız kümelerinin fotometrik gözlemleri yapılmıştır. NGC 6834 kümesi için farklı poz sürelerinde elde edilen B ve V filtrelerindeki parlaklık - S/N grafikleri Şekil 4'te sunulmaktadır.

Kaynaklar

- Saygıç, A. T. ve ark.: İstanbul Üniversitesi Otomatik Astrofizik Gözlemevi. 2009 Yılında Türkiye'deki Astronomi Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi Sempozyumu, (2010) 154-162.
Saygıç, A. T.: İstanbul Üniversitesi Robotik Astrofizik Gözlemevi: İstanbul-Çanakkale Projesi. Türkiye'deki Teleskoplarla Bilim Sempozyumu, (2013) 14-16.

Erişim:

054-1645: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

TUG Teleskoplarının ve Gözlem Projelerinin Etkinliklerine İlişkin Değerlendirmeler

M. Türker Özkan¹★, Tuncay Özışık², Murat Dindar², Yücel Kılıç², Oğuzhan Okuyan², Murat Koçak², İrek Hamitoğlu², Süleyman Kaynar², Orhan Erece², Sıla E. Kılıç², Kadir Uluç², Doğan Tekay Köseoğlu², Ekrem Kandemir², Cevdet Bayar², Saniye Dindar², Gizem K. Okuyan², Ferhat F. Özeren², Sacit Özdemir²

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

²TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya

Özet

Bu çalışmada TUG teleskoplarına verilen gözlem projelerinin gecelik kullanılabilir gözlem sürelerine göre bir değerlendirme yapılmaktadır. Çalışmanın iki amacı vardır. Birincisi, 2010-2016 yılları için yapılan değerlendirmeleri 2016-2018 dönemini de içine alacak şekilde yenilemek ve genişletmektir. İkincisi, TUG teleskoplarının gecelik gözlem verilerinden itibaren projelere ayrılan sürelerde gerçekleşen kullanılabilir gözlem zamanlarının çıkartılması ve bu zamanın hangi oranda gerçekleştiğini araştırmaktır. TUG teleskoplarında 2003-2018 yılları arasında herbiri özgün bir isme ve içeriğe sahip toplam 413 gözlem projesinin gözlemleri yürütülmüş ve bu projelerin gözlemlerini yapmak üzere toplam 1495 proje gözlem başvurusu desteklenmiştir. Teleskopların açık gece sayılarına göre yıllık ortalama gözlem oranları RTT150 için %54.22, T100 için %62.05 ve T60 için de %38.33 olmuştur.

Anahtar Kelimeler: astronomical data bases: miscellaneous, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 Giriş

Bilindiği üzere 1995 yılında Kuruluş ve İşletme Yönetmeliği yayınlanarak 1997 yılında resmi açılışını yapan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin (TUG) ilk yıllarında T40 teleskobu ile hizmet verilmiş, daha sonra 2001 yılında RTT150, 2004 yılında ROTSE III-d, 2008'de T60 ve 2009 yılında da T100 teleskoplarının devreye girmesiyle Türk araştırmacılarının gözlemsel gereksinimlerinin önemli bir bölümü karşılanmıştır. TUG bünyesindeki 4 aktif teleskop için (RTT150, T100, T60 ve ROTSE III-d) yılın farklı zamanlarında 11 kez gözlem proje çağrısına çıkmaktadır. RTT150 teleskopunda Rus araştırmacılar (Moskova Bilimler Akademisi - İKI ve Kazan Federal Üniversitesi - KFU) ile paylaşımlı gözlemler yapılmakta, T100 ve T60 ile 2012 yılından sonra da ROTSEIII-d tamamı ile kendi araştırmacılarımıza tahsis edilmiştir. Bu çalışma, 2010-2016 yılları için [Esenoğlu ve ark. \(2016\)](#) tarafından yapılmış bir çalışmanın devamı niteliğinde olup 2018 yılı sonuna kadar TUG teleskoplarının performansı ile ilgili bazı istatistik bilgilere dayanmaktadır.

2 Teleskop İstatistikleri

TUG teleskoplarında 2003-2018 yılları arasında herbiri özgün bir isme, araştırmacı kadrosuna ve içeriğine sahip toplam 413 proje desteklenmiştir. Bu projelerin gözlemleri için her teleskobun gözlem başvuru dönemlerinde de toplam 1495 proje gözlem başvurusu yapılmıştır (Çizelge 1).

Şekil 1'de RTT150 teleskobunda yıllara göre açık gün sayıları (mavi) ve bu günlerde (veya yıllarda) gerçekleşen gözlem sürelerinin gün cinsinden yüzdeleri (kırmızı) gösterilmiştir.

Benzer grafik Şekil 2'de T100 için verilmiştir. Bu grafikte

Çizelge 1. TUG teleskoplarına verilen proje gözlem başvurularının istatistiği.

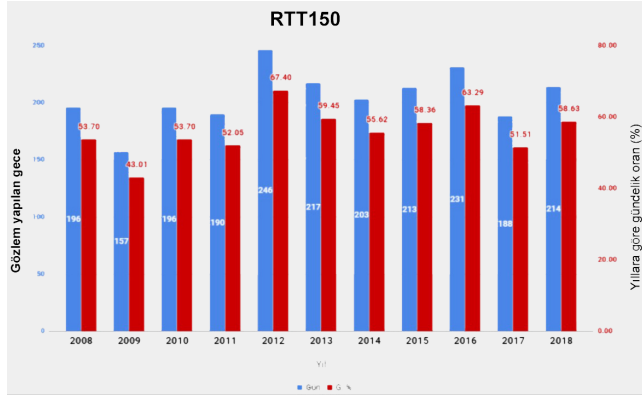
YIL	RTT150	T100	T60	ROTSE
2003	25			
2004	23			
2005	34			
2006	61			
2007	48			
2008	47			26
2009	25			18
2010	51	11	10	21
2011	43	31	34	8
2012	44	44	34	9
2013	51	55	33	
2014	32	50	43	
2015	40	55	57	
2016	48	53	51	
2017	56	53	40	
2018	40	51	36	4

2012-2018 arası açık gece sayıları ile bu gecelerde yapılan gözlem sürelerinin güne çevrilmiş sayıları görülmektedir.

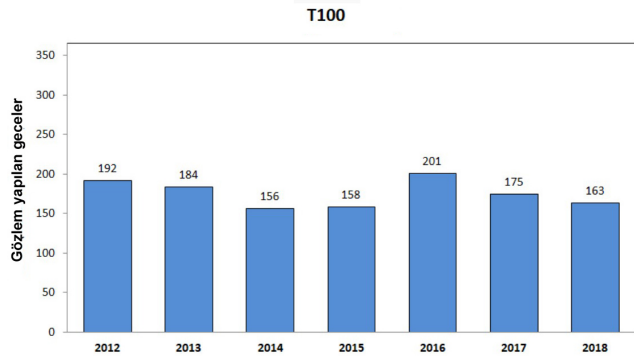
T60 için çıkarılan istatistikte (Şekil 3) sütunlar, yapılan yıllık gözlem sürelerinin (mavi) ve teleskobun kapalı olduğu sürelerinin (gri) yüzde değerlerini gösterirken, koyu yazılmış sayılar ve üzerinden geçen çizgi grafiği de yıllara ait açık gece sayılarının gün cinsinden ifade etmektedir.

T60'da 28.08.2010-31.07.2018 tarihleri arasında toplam 528404 gözlem noktası (RA ve Dec) ile çizilmiş gözlem haritası (Aitoff Projection) Şekil 4'te gösterilmiştir. Şimdiye kadar TUG teleskoplarına verilen projelerden çıkan SCI yayınlarının dağılımı da Şekil 5'te verilmiştir.

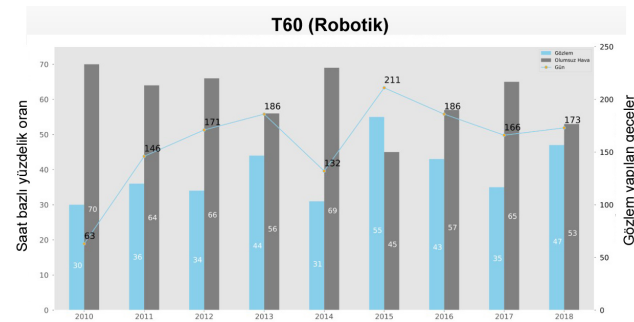
★ ozkant@istanbul.edu.tr



Şekil 1. RTT150 teleskobunda 3 saat ve üstü gözlem yapılan açık gece sayıları (mavi) ve gerçekleşen gözlemlerin yıllık bazda oranları (kırmızı).



Şekil 2. T100 teleskobunda yıllara göre gecelik 3 saat ve üstü gözlem yapılan gece sayıları.



Şekil 3. Robotik T60 teleskobunda 3 saat ve üstü gözlem gerçekleşen gece sayıları ve saat bazlı yüzdelik oranlar.

3 Değerlendirmeler

- Çizelge 1'den gözlem projesi verme potansiyelinin teleskop büyüdükçe arttığı görülmektedir. RTT150 teleskobunda diğer teleskoplardan farklı olarak düşük ve orta çözünürlükte tayf alınabilmekte, I2 Hücresi, DEFPOS, Hızlı Fotometre ve Polarimetre gibi farklı gözlemsel cihazın kullanılabilmesi talebi arttırmaktadır. Çizelge 1'de sadece Türk tarafına ait projeler

vardır. Rus tarafına ait projeler de düşünüldüğünde toplam sayı daha da artar.

- RTT150 gözlem istatistiklerinden (Şekil 1) 2008-2018 arasında 246 açık gece ile 2012'de bir maksimum vardır. Buna bağlı olarak %67.40 oranında gözlem yapılabildiği görülmüştür. Bunu sırasıyla 2016, 2013, 2015 ve 2014 yılları takip etmektedir.
- T100 için (Şekil 2) gözlem sonu raporlarından yararlanılarak 2012-2018 aralığı için değerlendirme yapılabildiği görülmüştür. 201 açık gece ve %63 gözlem oranı ile 2016 yılı verimli geçmiştir.
- T60 robotik teleskobu için 2010-2018 arasında açık gece sayısı ve yapılabilen gözlem oranının en yüksek olduğu yıl 2015'tir. Burada 211 açık gece yakalanırken %55 oranında bir süre ile bu teleskop gök cisimlerini gözlemiştir. Bunu 2013 ve 2016 yılları takip etmektedir. Söz konusu yıllarda açık gece sayısı 190'a yaklaşmış, aynı oranda saat bazlı gözlem süreleri oranları da yüksek olmuştur.
- Şekil 4'teki haritada T60 teleskobunun nesne tabanlı gözlem yapması dolayısıyla kuzey yarıkürede geniş bir koordinat aralığında gözlemsel bir arşive sahip olduğu anlaşılmaktadır.
- Şekil 5'te verilen yayın sayıları grafiğinden TUG'un kuruluşundan başlayarak yayın sayılarının yavaş yavaş arttığı gözlenmektedir. 2018 yılı sonuna kadar yürütülmüş veya yürütülmekte olan toplam 413 projeden ulaşabildiğimiz kadarıyla kaydedilebilen 342 tane SCI yayınının çıkmış olması memnuniyet vericidir.

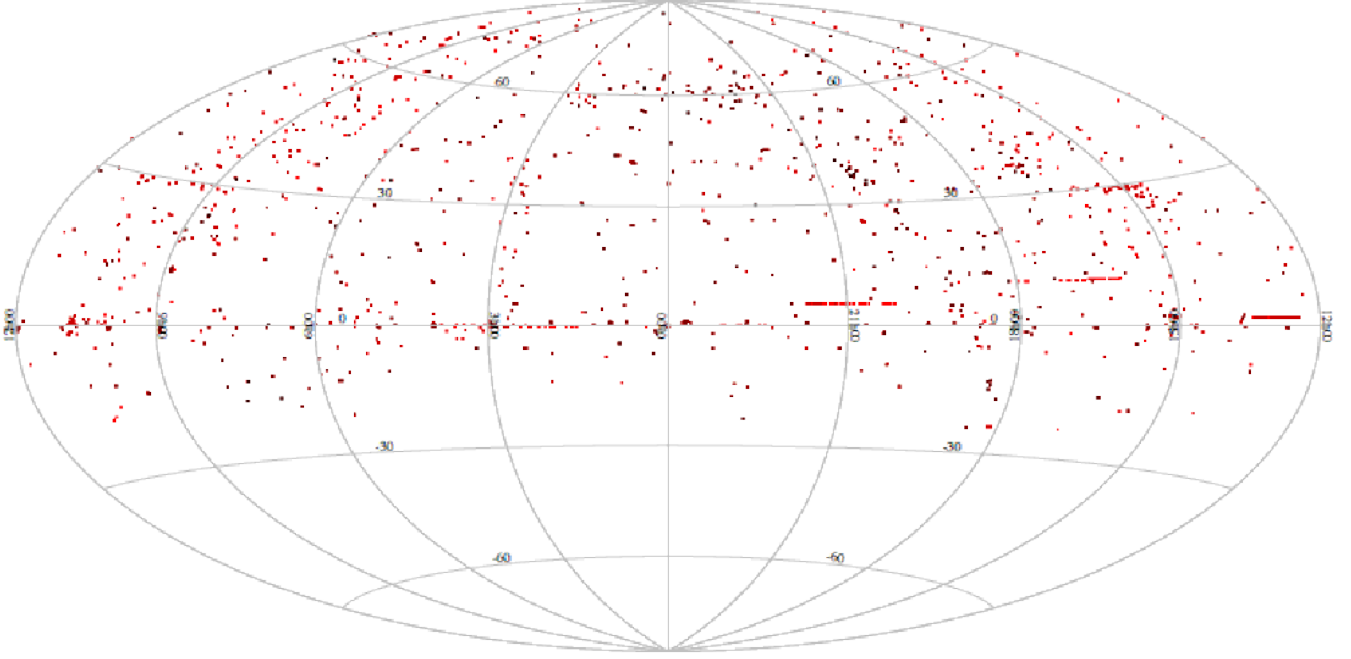
Kaynaklar

Esenoğlu ve ark. 2016, 20. Ulusal Astronomi Kongresi, 9. Ulusal Astronomi Öğrenci Kongresi Bildiri Kitabı, 1, 146

Erişim:

O54-1650: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

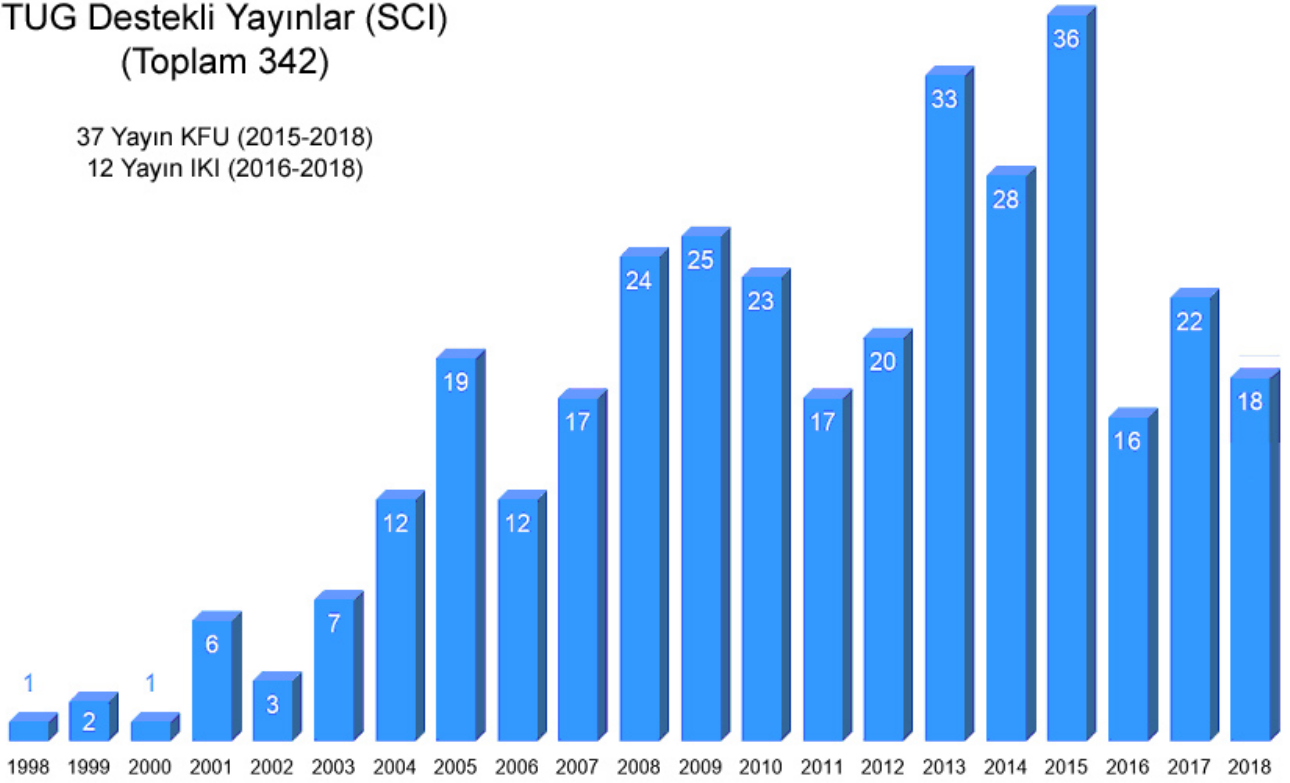
Robotik T60 Teleskobu Gözlem Haritası



Şekil 4. T60 teleskobunda yürütülen gözlem projelerindeki cisimlerin koordinatlarına göre çizilen gözlem haritası.

TUG Destekli Yayınlar (SCI)
(Toplam 342)

37 Yayın KFU (2015-2018)
12 Yayın İKİ (2016-2018)



Şekil 5. TUG'a verilen gözlem projelerine dayanan SCI yayınlarının yıllara göre dağılımı.

Katalog Verisi Kullanılarak Çoklu Işıkolçüm

Mohammad Shameoni Niaei¹★,

Cahit Yeşilyaprak

¹Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

Özet

Bu çalışmada aynı CCD verisinde bulunan birden fazla kaynağın fark ışıkölçümü yapılmaksızın ışık eğrilerinin elde edilmesi hedeflenmiştir. Bunun için herhangi bir katalog ve istatistiki yöntemler kullanılarak parlaklık değerleri düzeltilir. Bu düzeltme sonucunda parlaklık değerleri, gözlemine ait sönmüleme katsayıları bilinmeksizin katalog parlaklığına taşınır ve fark ışık ölçümü yapılmadan (Mukayese ve denet kaynakları kullanılmadan) dış etkelerden arındırılır. Bu yöntem Atatürk Üniversitesi ATA50 teleskobu verileri üzerinde sınanarak doğruluğu tespit edilmiştir.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O54-1655: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Başucu Noktası ve Kutup Yıldızı Gözlemleriyle Atmosferik Görüş Ölçümü

Erdem Aytekin¹★,

¹Astromed, Merkez, İstanbul

Özet

Atmosferik görüş ölçümü, gözlemin kalitesi hakkında bilgi vererek gözlemsel verinin bilimsel çalışmalarda kullanılabilme yeterliliğini göstermektedir. Bu çalışma kapsamında küçük teleskoplar ve düşük maliyetli CCD kameralar kullanılarak atmosferik görüntü kalitesinin ölçülebilmesi amaçlanmıştır. Kullanılan teleskobun günlük hareketi takip etmediği, başucu (zenit) noktasından ve Kutup Yıldızı gözlenerek yapılacak ölçümlere dayanan iki method ile yapılan atmosferik görüş gözlemi, atmosferik görüş ölçüm cihazları verileriyle kıyaslanacaktır.

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

Editör Notu:

Bu bildiri UAK-2018'te sunulmuştur. Bildiri sahibi tam metin göndermediği için başvuru sırasındaki özet basılmıştır.

Erişim:

O54-1700: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Türkiye Genelinde PWV Analizi

Zühal Kurt^{1*}, Nazım Aksaker², Ravide Kezban Seyhan³, Mehmet Akif Erdoğan²

¹ Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri

² Çukurova Üniversitesi Adana Organize Sanayi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu

³ Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Fizik Bölümü

Özet

Yoğuşabilir su buharı (PWV), küresel iklim değişikliği, küresel su döngüsü, yağış miktarı ve sıcaklık artışı gibi birçok atmosferik ve iklimsel parametreyle ilişkili olduğu gibi astronomik gözlem kalitesi açısından da oldukça önemlidir. Bu çalışmada, uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak dünya genelinde yoğuşabilir su buharı (PWV) analizi yapılmıştır. Çalışmanın amacı dünya genelinde en düşük ve en yüksek su buharına sahip yerleri belirlemektir. Çalışmada mekansal çözünürlüğü ve geniş veri arşivi ile avantaj sağlayan Terra uydusunun MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) enstrümanı kullanılmıştır. Bu çalışmada yerel çözünürlük değerleri ile MODIS'in 2018 yılına ait PWV arşivi incelenmiştir. Bu güncel çalışma sonucunda güncel verilerden oluşan dünya geneli ve Türkiye geneli ortalama PWV durumu analiz edilmiştir.

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

1 Giriş

Zemin seviyesinden stratosfere kadar uzanan birim kesit alanın dikey kolonundaki toplam atmosferik su buharı PWV(Precipitable Water Vapor) olarak tanımlanarak milimetre veya inç olarak ölçülür [Bo-Cai ve ark. \(2004\)](#). PWV varyasyonları, küresel enerji dengesinde ve iklim sistemleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gibi kızılötesi spektral aralığında çalışan teleskoplarla yapılan gözlemlerin kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Atmosferdeki PWV, astronomik görmede bulanıklık yaratır. Kızılöte teleskoplarla gözlenen astronomik kaynakların spektrumlarında emilme bantları oluşturur ve kızılötesi spektral aralıktaki astronomik çalışmaların sonuçlarına manuple eder. Bunun yanı sıra ekipman ve enstrümantasyonlara da zarar verir [Varela ve ark. \(2012\)](#). Atmosferdeki tüm sıvıların yağmur gibi çökeldiği bilinirken, yeni nesil ELT teleskoplarının ve kızılöte teleskopların arttığı çağımızda, astronomik gözlem kalitesinin maksimum olduğu yerleri belirlemek zaman ve maliyet açısından oldukça mühim olmakla birlikte bir gereklilik halini almıştır [Perez ve ark. \(2018\)](#). Bu yüzden yapılan astronomik yer seçimi çalışmalarında beklenen PWV değerinin minimum seviyelerde olmasıdır [Aksaker ve ark. \(2015\)](#).

1.1 PWV Ölçümleri Ve Uzaktan Algılama Verileri

PWV tahmini için GPS, GNSS, radyosonda, meteorolojik sinoptik gözlemler ve uzaktan algılama teknikleri gibi uzay ve yer tabanlı birçok ölçüm yöntemi mevcuttur [Bijan ve Zhizhao \(2016\)](#). PWV tahmininde uzaktan algılama teknikleri ve uydü görüntüleri kullanımı hem zaman hem maliyet açısından üstünlüklü olduğu gibi; geniş veri arşivi, yüksek mekansal mekansal ve zamansal çözünürlükteki esneklik, uydü tabanlı uzaktan algılama verilerini oldukça avantajlı kılmaktadır.

2 Yöntem

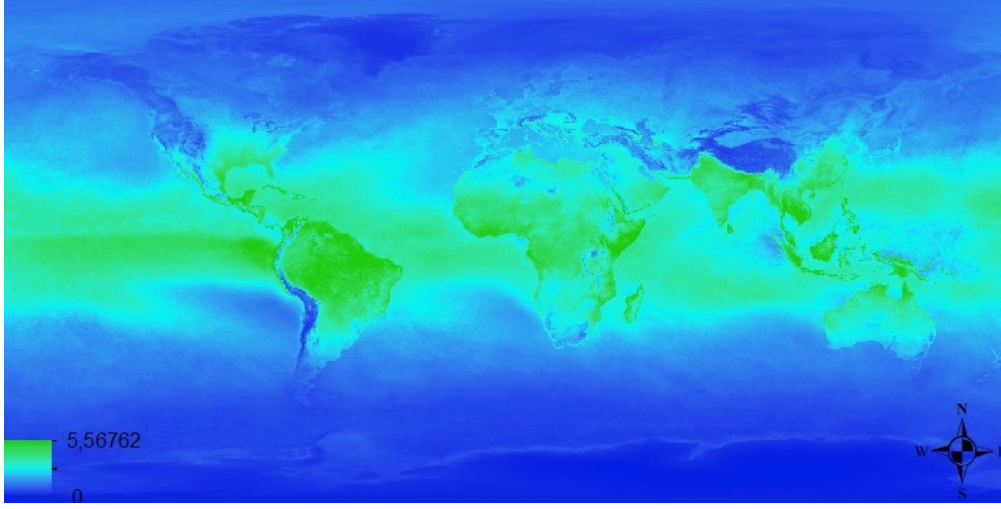
Bu çalışmada 2018 yılına ait güncel veri seti incelenip, Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi (Moderate Reso-

lution Imaging Spectroradiometer) (MODIS) verileri kullanılmıştır. MODIS, küresel ve bölgesel ölçekli uygulamalar için en gelişmiş cihazlardan biridir. Geometrik çözünürlüğü; 250m(2 bant), 500m(5 bant) ve 1000m(29 bant) spektral çözünürlüğü; 0,415 μ m ve 14,235 μ m arasında 36 bant ve zamansal çözünürlüğü 16 gün olan MODIS 1–2 günde tüm dünyayı kaplayacak şekilde küresel geçiş sağlayabilmektedir. Bu çalışmada TERRA polar yörüngeli uydusu üzerinde yer alan ve günlük hdf formatında 288 görüntü üreten MODIS PWV ürünü olan, 250m çözünürlüğe sahip, MOD05–L2(61) veri seti kullanılmış olup atmosferik su buharı ölçümü yapan kanallar 890–965nm dalgaboyu aralığındaki kanallardır. Kızılötesi astronomide yakın ve orta kızılötesi gözlem yapan teleskopların kanalları 1.1–25 μ m aralığında olduğu düşünülürse MOD05–L2 ürünü, su buharının kızılötesi teleskoplar üzerindeki etkisi için bize doğru veriyi sunmaktadır. Küresel kapsama alanında 5 dakika için granül boyutu 2030X1354 piksel olan MODIS verilerine ait, toplamda yaklaşık olarak 105.000 hdf dosyasına ait olmak üzere 1.5 TB veri işlenmiştir. MODIS verilerine <http://https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/> adresinden erişilebilir.

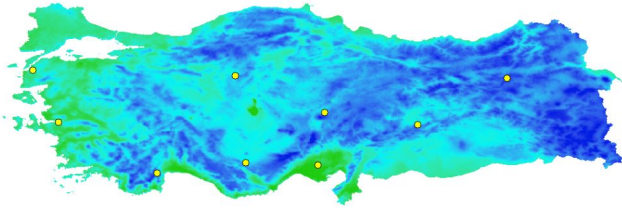
3 Analiz

Görüntü işleme aşamasından önce veriler indirilip Java tabanlı olan HDFView programı kullanılarak HDF formatında olan veri seti açılıp okunarak katmanlar arasından analiz edilecek olan Precipitable Water Vapor katmanı incelenmiştir. İncelenen veriler açık kaynak kodlu bir yazılım olan Python ve içerisindeki Gdal, Numpy, Matplotlib kütüphaneleri kullanılarak analiz aşamasına başlanmıştır. HDF formatındaki görüntüler tif formatına dönüştürülmüş, günlük görüntüler elde edilecek şekilde birleştirilmiş ve yıllık ortalama alınmıştır. Görüntü işlemenin son aşamasında ARCGIS/ESRI yazılımı kullanılarak verilerin görüntü konumları yer konumlarına iz düşümlendirilerek geometrik düzeltmesi yapılmıştır, alansal olarak standartlaştırılmış, veri aralığı renk kodlarıyla ölçeklendirilerek görüntü formatına (JPEG) aktarılmıştır. Yapılan analiz sonucu dünya geneli 2018 yılı yıllık

* zuhal.kurt1990@gmail.com



Şekil 1. Dünya Geneli 2018 Yılı Ortalama Atmosferik Su Buharı (PWV) Haritası



Şekil 2. Türkiye Geneli 2018 Yılı Ortalama Atmosferik Su Buharı (PWV) Haritası

ortalama PWV haritasının yanı sıra Türkiye geneli gözlemlerinin 2018 yılı yıllık ortalama PWV haritası da elde edilmiştir.

4 Sonuç

Yapılan bu çalışmada MODIS MOD05-L2 verileri kullanılarak PWV analizi yapılmıştır. Şekil 1'de Dünya Geneli 2018 Yılı Ortalama Atmosferik Su Buharı (PWV) Haritası üretilmiştir. Bu haritaya göre 2018 yılı için, Kuzey ve Güney Kutuplarından orta kuşağa kadar olan bölgelerde ekvator bölgelerine nispeten daha düşük PWV gözlenmiştir. Bunun yanı sıra Şili, Güney Afrika, Batı Amerika, Kanada, Alaska, Güney Avustralya, Rusya, Doğu Meksika, Ortadoğu Ve Orta Avrupadaki bazı bölgelerinin PWV seviyelerinin düşük (3'den küçük) olduğu gözlenmektedir. Küresel bulut hareketleri de ayrıca PWV haritasında gözlenmektedir. Bu çalışma 20 yıllık veri arşivi kullanılarak tekrarlanacaktır. Ayrıca bir yan ürün olarak Türkiye Geneli 2018 yılına ait ortalama Atmosferik Su Buharı (PWV) haritası Şekil 2'de verilmiştir. Sarı renkle işaretlenen noktalar Türkiye'deki başlıca gözlemlerinin konumlarını göstermektedir. Türkiye genelinde ise kıyı kesimlerinde ortalama PWV seviyesi artış gösterirken İç ve Doğu Anadolu Bölgesinde ortalama PWV daha düşüktür.

Teşekkür

Bu çalışma sırasında bilgisini ve desteğini esirgemeyen Dr. Kazım Kaba'ya teşekkürü borç bilirim. Yapılan bu çalışma 117F309 no'lu proje tarafından desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Aksaker, N., Yerli, S.K., Erdogan, M. A., Erdi, E., Kaba, K., Ak, T., Aslan, Z., Bakis, V., Demircan, O., Evren, S., Keskin, V., Küçük, İ., Özdemir, T., Özışık, T., Selam, S.O. *Astronomical site selection for Turkey using GIS techniques.*, Exp. Astron. **39**(3) (2015) 547–566
- Biyani, C., Zhizhao, L. *Global water vapor variability and trend from the latest 36 year (1979 to 2014) data of ECMWF and NCEP re-analyses, radiosonde, GPS, and microwave satellite.*, J. Geophys. Res. Atmos **121** (2016) 11,442–11,462
- Bo-Cai, G., Pui K .C., Rong-Rong, L. *A global water vapor data set obtained by merging the SSMI and MODIS data.*, Geophys. Res. Let. **31** (2004) L18103
- Gürbüz, G., Jin, S.G. *Long-time variations of precipitable water vapour estimated from GPS, MODIS and radiosonde observations in Turkey* Int. J. Climatol. **37** (2017) 5170–5180
- Perez Jordan, WG., Castro Almaz, J.A., Munoz Tunon, C. *Precipitable water vapour forecasting: a tool for optimizing IR observations at Roque de los Muchachos Observatory.* MNRAS **78** (2018) 5477–5485
- Varela, A.M., Munoz, T., Garcia Lorenzo, B., Fuensalida, j.j., Castro Almanzan, j. *One The Use Of Remotely Sensed Data For Astronomical Site Characterization.*

Erişim:

O54-1705: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)

Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Dünya Genelinde Işık Kirliliği Analizi

Ravide Kezban Seyhan^{1*}, Nazım Aksaker², Zuhâl Kurt³, Mehmet Akif Erdoğan²

¹ Çukurova Üniversitesi Fizik Bölümü.

² Çukurova Üniversitesi Adana Organize Sanayi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu

³ Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ABD.

Özet

Gelişmiş ülkelerde giderek artan bir sorun haline geldiği uydu görüntüler gözlenmektedir. Gözlemlere göre gelişmiş ülkelerin yüzde 95'i ışık kirliliğine maruz kalıyor. Bu çalışmada, 2012-2018 yıllarına ait Dünya geneli ışık kirliliği analizi yapılmaktadır. VIIRS uydusu zamansal ve mekansal çözünürlüğü açısından bu çalışmada tercih sebebi olmuştur. Kullanılan VIIRS verileri geotif formatında olup yaklaşık 500Mb a sahip olup 1Tb veri incelenmiş ve işlenmiştir. ARCGIS ESRI yazılımı ile 6 paftada indirilen veriler mozaikleme yöntemi ile birleştirilip daha sonra JPEG formatına aktarılmıştır. Yapılan bu çalışmada ışık kirliliği en fazla olan ülkeler Singapur, Kuveyt ve Katar'dır.

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

1 Giriş

Işık kirliliği(Light Pollution),ışığın enerji savurganlığına neden olacak, yanlış yerde, yanlış miktarda, yanlış yönde ve yanlış zamanda ışık kullanılmasıdır. Işık kirliliğinin başlıca sorumlusu gelişen teknoloji, artan nüfusu ve nüfusun yerleşim tercihlerinin artık çoğunlukla kentler olmasıdır. Işık kirliliği geceleri gökyüzünde bir parlaklık oluşturur. Işık kirliliği olmasa bile göğün kendine ait bir parlaklığı vardır. Işık kirliliği bu doğal parlaklığı artırarak gökyüzünün gözlenmesine olumsuz etki yapar. Bu durum her geçen yıl ışık kirliliğinin artışı göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, uzaktan algılama görüntülerini kullanarak ışık kirliliğini ölçmek ve değişimini izlemektir [Bhaduri ve ark. \(2009\)](#).

Işık kirliliğine ait uydu sistemlerinin üç işletim sistemi vardır. Birincil gece sensörü ABD Hava Kuvvetleri Savunma Meteoroloji Uydusu Programı (DMSP) na ait uydulara monte edilen Operasyonel Hatlar Sistemi (OLS)dir. şu anda, görüntüleme NOAA ait meteorolojik uydusu Suomi Ulusal Kutupsal Yörünge Ortaklığı (Suomi-NPP) tarafından da gerçekleştirilmektedir. Suomi-NPP'nin yeni bir Görünür Kızılötesi Görüntüleme Radyometre Düzenegi (VIIRS) uydusu var. VIIRS uydusu, geçmişte kullanılan DMSP uyduları üzerindeki gece ışığı tespit aygıtlarına kıyasla büyük ölçüde iyileştirilmiş bir çözünürlük ve hassasiyet sunmaktadır [Hamamura ve ark. \(2000\)](#). Bu yüzden çalışmada en uygun VIIRS uydusunun daha uygun olduğu düşünülmüştür.

2 Veri

Görünür Kızılötesi Görüntüleme Radyometre Düzenegi (VIIRS),28 Ekim 2011'de başarıyla fırlatılan Suomi Ulusal Kutupsal Yörünge Ortaklığı (Suomi NPP) uzay aracının en önemli araçlarından biridir. VIIRS uydusu bölgesel ve küresel ölçeklerdeki arazi yüzeyini karakterize etmek ve izlemek için oldukça uygundur. Bu araç, günde iki kez tüm Dünya'nın orta çözünürlüklü, radyometrik olarak doğru görüntülerini sağlamak için

tasarlanmış olup farklı bant genişliklerine karşılık gelen çeşitli verileri toplar.

VIIRS, 4120 nm ile 12010 nm arasındaki spektrumu kapsayan 22 spektral bant içerir. Görünür Kızılötesi Görüntüleme Radyometre Düzenegi (VIIRS), 28 Ekim 2011'de, gündüz / gece bantlarında (DNB), 500 ve 900 nm arasında 750 m'lik bir mekansal çözünürlükte yüksek kaliteli gece görüntülerini toplar [Hamamura ve ark. \(2000\)](#). NOAA/NCEI'deki Dünya Gözlemleri Grubu (EOG), VIIRS DNB'den gece vakti verileri kullanılarak ortalama ışımaları üretip bizlere sunmaktadır. Ortalamalar yıllık ve aylık bazda yayınlanmaktadır. Bu çalışmada aylık görüntüler kullanılmıştır.

2.1 Uygulama

Yayınlanan veriler ESRI tarafından geliştirilen ölçeklendirilebilen entegre bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan ArcGIS yazılımı ile düzenlenmiştir. Kullandığımız adreste tüm dünyanın ışık kirliliğinin ortalaması aylık ve yıllık bazında 6 paftaya bölünmüş şekilde yayınlanmıştır. Kullanılan VIIRS verileri geotif formatında olup yaklaşık 500Mb a sahip olup 1Tb veri incelenmiş ve işlenmiştir.ARCGIS (ESRI) yazılımı ile 6 paftada indirilen veriler mozaikleme yöntemi ile birleştirilip daha sonra JPEG formatına aktarılmıştır.

Görüntüleme işleminden sonra her yılın ışık kirliliği ortalama değerleri belirlenmiştir. Elde edilen değerler ile MapInfo ArcGIS 10.04 yazılımı kullanarak her yıl bu değerlerde artış olduğu belirlenmiştir. Değerler 200 ülkenin ışık kirliliğini içermektedir. 200 ülke de en yüksek değere sahip olan ülke Singapur, 2. ülke Kuveyt, 3. ülke Katar'dır. 2012-2018 yılları arasındaki ışık kirliliğinin artış nedenlerinin en önemli faktörü gelişen ülkelerdeki nüfus artışıdır.

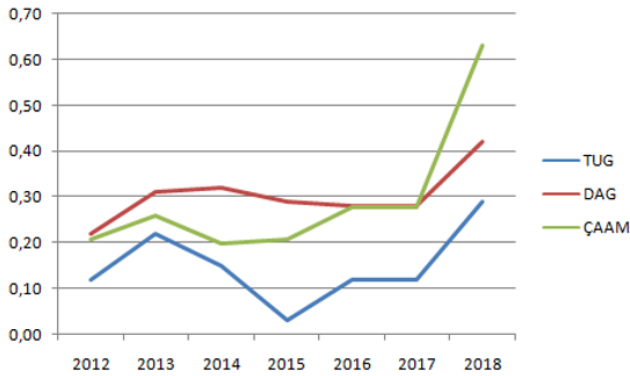
3 Işık Kirliliği Astronomi İlişkisi

Işık kirliliğinin fazla olması, özellikle astronomi çalışmalarını olumsuz etkileyen bir durumdur [Cinzano \(2001\)](#). Gökyüzüne doğru yayılan yapay ışık, atmosferdeki toz ve moleküller tarafından her yöne saçılır ve gece gökyüzünün doğal arka plan parlaklığını artırır. Bu yapay gök parlaklığı astronomik gözlemleri olumsuz etkiler. Işık kirlenmesinin neden olduğu yapay

* rvdshn@gmail.com



Şekil 1. Dünya Geneli 2018 Yılı Ortalama Işık Kirliliği Haritası



Şekil 2. Türkiye'de ki Gözlemlerinin 2012-2018 Yıllarına Ait Ortalama Işık Kirliliği Grafiği

gök parlaklığı, her gözlemevini olumsuz etkilemektedir. Astronomik gözlemler şehirlerden çok uzaklara kurulmuş olsalar dahi ışık kirliliğinden etkilenmektedirler. Türkiye'deki gözlemlerinin ışık kirliliğinin 2012-2018 yıllarına ait değerleri ArcMap te görüntülenmiştir ve bulunduğu yerin ışık kirliliği değeri belirlenmiştir.

Türkiye'de ki gözlemlerinin ışık kirliliğinin 2012-2018 yıllarına ait ışık kirliliği değerinin oranları grafikte gösterilmiştir.

4 Sonuç

Bu çalışmamızda VIIRS uydusu verileri kullanılarak son altı yılın ışık kirliliği analizi yapılmıştır. Işık kirliliği analizi son altı yılda nüfusu hızla artan 200 ülke ve Türkiye de bulunan gözlemlerini dikkate alınarak yapılmıştır.

Işık kirliliği değerlerindeki artış miktarı gelişen ülkelerde nü-

fus artışına bağlı olduğu görülmektedir. Nüfus artışına bağlı ışık kirliliği değerinin artış gösterdiği ülkeler sırasıyla Singapur, Kuveyt ve Katar dır.

Işık kirliliği artışının 2012-2018 yılları arasında en çok artış gösteren gözlemlerinin bulunduğu iller sırasıyla Kayseri (Erciyes Üniversitesi Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi) ve Ankara (Kreiken Gözlemevi) dir. Işık kirliliği değeri Kayseri de yüzde 1.5 iken Ankara'daki değer yüzde 0.7 artış görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 117F309 nolu projesi tarafından desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Bhaduri, Christopher D. Elvidge, Paul C. Sutton, Tilottama Ghosh, Benjamin T. Tuttle, Kimberly E. Baugh, Budhendra Bhaduri, Edward Bright . *A global poverty map derived from satellite data*, Computers Geosciences (35) (2009) 1652-1660
- Cinzano, P., Falchi, F., Elvidge, C. D *The first world atlas of the artificial night sky brightness*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (328) (2001)) 689-707
- Isobe S., Hamamura, S. *Light Pollution And Its Energy Loss*, Astrophysics And Space Science (273) (2000) 289-294

Erişim:

054-1710: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

Kongre Kapanış Değerlendirmesi

21. Ulusal Astronomi Kongresi ve 10. Ulusal Astronomi Öğrenci Kongresi'nin değerli katılımcıları,

Öncelikle kapanış konuşmasını yapmamı isteyerek beni onurlandıran Yerel Düzenleme Komitesi'ne teşekkür ederim.

Toplantı boyunca 6 çağrılı bildiri, 50 bildiri ve 71 kısa bildiri sunumunu takip ettik. Dinleyici olarak katılanlar da vardı. Bildirilerin hepsini dinledim, meslektaşlarımın bildiriler ve toplantının gidişatı ile ilgili izlenimlerini dinledim.

Çok başarılı şekilde organize edilmiş ve mümkün en yüksek verimle yürütülen bir kongreydi. Bizleri ağırlayarak çalışmalarımızı meslektaşlarımıza sunma ve onlarla tartışma fırsatını yarattıkları için, öncelikle Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölüm Başkanı Prof. Dr. İbrahim KÜÇÜK'e, Yerel Düzenleme Komitesi üyelerine, organizasyona yardımcı olan her seviyeden öğrencilere ve destek olan tüm kurum ve kuruluşlara, emeği geçen herkese teşekkür ederiz.

Toplantının sonunda Türk Astronomi Derneği için yeni bir yönetim kurulu ve denetim kurulu seçildi. Bu kurullarda görev alan meslektaşlarımıza başarı diliyoruz.

Güneş Sistemi'nden galaksi kümelerine, yıldızlar ve yıldızlararası ortamdaki ötegezegenlere kadar çok çeşitli konularda, hem farklı gözlem tekniklerini içeren gözlemsel çalışmalara, hem kuramsal çalışmalara, hem de bunları birleştiren araştırmalara şahit olduk. Bunların çoğunun gerek yurt içinden gerekse yurt dışından araştırmacılarla ortak çalışmalar olduklarını gördük. Camiamız küçük olmasına rağmen araştırmaların kalitesi dikkat çekicidir. Bilimsel araştırmaların sayı ve kalitesinin gittikçe arttığını görüyoruz ve Ülkemiz astronomisi adına umutlanıyoruz.

Bize umut veren bir diğer husus, genç meslektaşlarımızın, hatta lisans seviyesindeki öğrencilerin bile araştırma projelerine katkıda bulunmaları, asıl önemlisi burada bildiri sunacak özgüvene sahip olmalarıydı. Genç meslektaşlarımızı alkışlıyoruz. Keşke toplantıya daha çok öğretim üyesi katılsaydı da öğrencilerini izleyip gurur duysalardı.

Birkaç hususu, naçizane, eleştirmek istiyorum.

Bazı bildiriler seminer gibiydi, hatta birkaç bildiride uzun literatür özetleri dinledik. Halbuki bildiriler, bilimsel problemin sunumu, amaç, yöntem ve varsa gözlemler ile sonuçların ağırlıklı görsel sunumlardan ibaret özetleri olmalıdır.

Büyük altyapı projeleri bir kenara bırakılırsa, bildirilerde proje tanıtımı yapılmamalı, projelerdeki araştırmaların sonuçlarından bahsedilmelidir.

Tycho Brahe'nin bilim dünyasına en önemli katkılarından biri ölçümlerde hata değeri verme alışkanlığını başlatmasıdır. Bizler de ölçümlerimizde dikkatle hata hesabı yapmalı, ölçüm hatalarını belirtmeli ve sayısal sonuçları verirken anlamlı sayılar kullanmaya dikkat etmeliyiz.

Posterleri kısa bildiri adı ile beş dakikalık sunumlara çevirmek isabetli bir uygulamaydı ve bilhassa öğrencilerin sunum deneyimi kazanmasına çok katkısı oldu. Ama gene de çay aralarında gözlerimiz posterleri ve poster başında tartışacak araştırmacıları aradı. Bundan sonraki toplantılarda posterlerden vazgeçmemeliyiz; tabii yanısıra kısa sunumlar da olmalı.

Toplantıya katılımın daha çok olmamasının başlıca sebebinin, bildirilerin hakemli bir yaygın organında basılmaması olduğunu düşünüyoruz. Bundan sonraki kongrelerde bildirilerin böyle bir dergide basılmasını sağlamaya çalışmalıyız.

Son sözüm gene genç meslektaşlarımıza.

Bilimsel çalışmaların sonuçları ilk kez 1661 yılında yayına başlayan "Philosophical Transactions" da yayımlanmaya başlamış ve o zamandan bu yana başka dergilerin yayın hayatına atılması ile devam etmiştir. Bu dergiler sayesinde araştırmacılar bulguları ve fikirlerini meslektaşlarıyla hızlıca paylaşır, onların görüşüne ve tartışmasına açar. Bilimsel gelişmenin en verimli yolu budur. Bilimsel araştırma yaparak sonuçlarını yayımlayan kişilere tüm Dünya'da bilim insanı denir. Bilim insanının -tabiri caizsekalibresi yaptığı araştırmaların sayı ve kalitesi ile ölçülür. Bu yüzden, çalışmalarınızı muhakkak uluslararası hakemli dergilerde yayımlayın. Cesaretli olun ve ilk seferinde başaramazsanız daha çok çalışıp tekrar tekrar denemekten vazgeçmeyin. Kimsenin sizi yavaşlatmasına razı olmayın, deneyim kazanmanın ve daha iyi olmanın tek yolu her seferinde daha çok çalışarak tekrar denemektir. Sizlerle gurur duyuyor ve başarılı olmanızı bekliyoruz.

Değerli meslektaşlarım, bir sonraki ulusal kongremizde görüşmek dileğiyle sizleri selamlıyor, katılımınız için tekrar teşekkür ediyor ve iyi yolculuklar, sağlık ve başarı diliyorum.

Prof.Dr. Tansel AK
Bilim Kurulu Başkanı

Kongre Destekçileri



Erciyes Üniversitesi



UZAYBİMER



Astromed



Doğu Anadolu Gözlemevi




TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi




Astroia



Türk Astronomi Derneği



UAK



2018