

SRd Türü Yarı Düzenli Değişenlerin Post-AGB Karakteristiklerinin Tespiti: Çok Ulaklı Kırmızıöte Gözlemleri

Ömrüm Hilal¹★, 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 çarpmaktadır. Bu problemlerden ilki disk ve kabuk ayrımı 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

★ omrum.hilal95@gmail.com

V1123 Cen adlı yıldızın bilinen bir post-AGB olması sadece WISE 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 Hiperv (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.

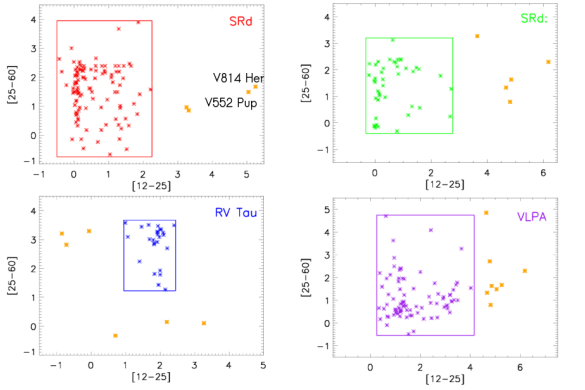
Kaynaklar

- ezer, 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
- iridhar, 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
- vans, T. L. : Circumstellar material and the light variations of RV Tauri stars. Mon. Not. R. Astron. Soc. **217** (1985) 493–506
- ura, M. : RV Tauri Stars as Post-Asymptotic Giant Objects. Astrophys. J. **309** (1986) 732–736
- lochkova, V.G., Panchuk, V.E., Tavolzhanskaya, N.S. : HD 331319: A post-AGB F supergiant with He I lines. Astron. Let. **28** (2002) 49–62
- ikutta, R., Hunt-Walker, N., Nenkova, M., Ivezic, Z., Elitzur, M. :

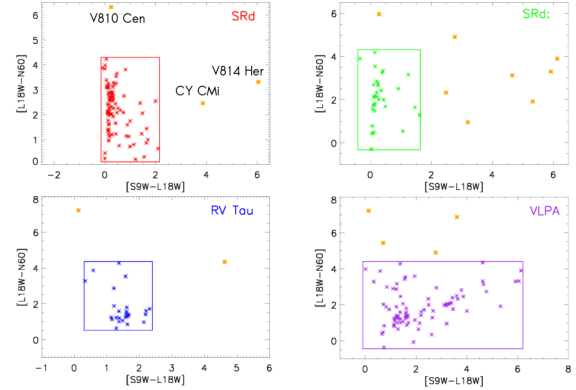
- The meaning of WISE colours ? I. The Galaxy and its satellites. Mon. Not. R. Astron. Soc. **442** (2014) 3361–3379
- ercy, J.R., Khatu, V.C. : Amplitude Variations in Pulsating Red Supergiants. J. Am. Assoc. Var. St. Obs. **42** (2014) 1–10
- ercy, J.R., Kolin, D.L. : Studies of Yellow Semiregular(SRd) Variables. J. Am. Assoc. Var. St. Obs. **28** (2000) 1–9
- ahin, 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:

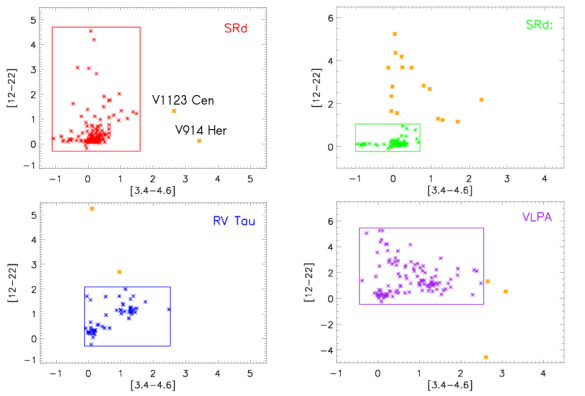
O53-1440: **UAK-2018 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A.**



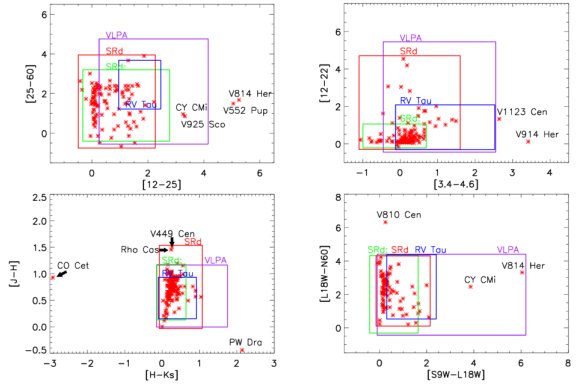
Şekil 1. IRAS renkleri için EM yardımı ile SRd, SRd:, RV Tau ve VLPA yıldızları için belirlenen RCC bölgelerini içerir renk-renk diyagramları.



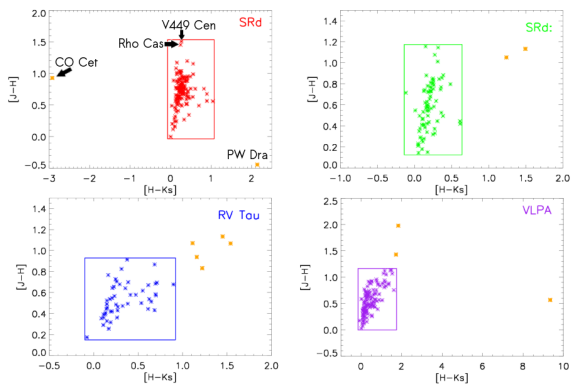
Şekil 4. AKARI renkleri için EM yardımı ile SRd, SRd:, RV Tau ve VLPA yıldızları için belirlenen RCC bölgelerini içerir renk-renk diyagramları.



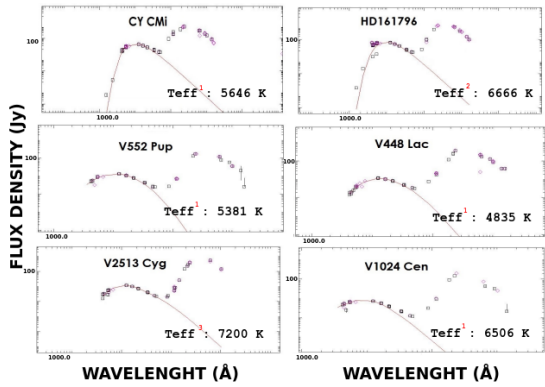
Şekil 2. WISE renkleri için EM yardımı ile SRd, SRd:, RV Tau ve VLPA yıldızları için belirlenen RCC bölgelerini içerir renk-renk diyagramları.



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.