

Yakın Çift Yıldız Sistemi: HH Car

Doğan Tekay Köseoğlu^{1*}, Hicran Bakış¹, Volkan Bakış¹, Zeki Eker¹,
Christian Nitschelm²

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

²Unidad de Astronomía, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Antofagasta, 601 Avenida Angamos, Antofagasta, Chile

Özet

HH Car, Güney Yarımküre'de bulunan ön tayf türünden bileşenleri olan yakın bir çift yıldız sistemidir. Sistemin yüksek çözünürlüklü tayfları ($R=48000$) ve çok bant fotometrik verisinin analizi ile bileşenlerinin duyarlı mutlak parametreleri elde edilmiştir. Fotometrik ve tayfsal analizi sonucunda elde edilen uzaklık ve kütle merkezinin hızı kullanılarak yakın yıldız oluşum bölgeleriyle ilişkisi araştırılmıştır. HH Car'ın tayflarına bakıldığında H_{α} bölgesinde baskın şekilde salmalar göze çarpmaktadır. Bu nedenle, sistemin tayfsal verisine yapılan modellemeler ile literatürde bu sistem için daha önce araştırılması yapılmamış olan, disk, gaz akışı ve/veya sıcak lekenin fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: (stars:) binaries: eclipsing, Yıldız Tayfı

1 Giriş

HH Carinae (HH Car, HD 303503), O ve B tayf sınıfından iki yıldızdan oluşan ve görünür parlaklığı $11^m.49$ olan SB2 türü örten bir çift sistemdir. Güney yarımküreden gözlenebilen bu sistem O'Connell (1968) tarafından keşfedilmiştir. O'Connell, HH Car sisteminde çekimsel olarak birbirine bağlı iki yıldızın dışında, bir tanesi çifte yakın iki tanesi ise uzak olmak üzere, toplamda üç adet görsel bileşenin de olduğunu belirlemiştir. Sistemin ışık eğrisi analizinden, sistemin basık ($e=0.16$) bir yörüngeye sahip olduğunu bulmuştur. Soderhjelm (1975) HH Car sisteminin gözlemlerini UBV-bantlarında yapmıştır. Soderhjelm, çift sistemin yörüngesinin dairesel olduğunu ve ışık eğrisinde basık bir yörüngeye ait herhangi bir işaret bulunmadığını söylemiştir. Sistemin yörünge dönemi $3^g.23$, yörünge eğimini $81^{\circ}.5$ ve baş bileşen kütlelerinin, yoldaş bileşen kütlelerine oranı, $1/q$, değerini 1.1 olarak bulmuştur. Soderhjelm'e göre, sistem yarı-ayrıktır ve O-C analizi bileşenler arasında madde aktarımının gerçekleştiğine işaret etmektedir. Sistemin dikine hız eğrisi ilk kez Mandrini vd (1985) tarafından elde edilerek, tayfsal yörünge çözümü yapılmıştır. He I çizgilerinde gözlenen Doppler kaymalarını ölçen yazarlar HH Car'ın baş ve yoldaş bileşenlerinin dikine hız yarı genliklerini sırasıyla 202 ± 15 km/s ve 247 ± 8 km/s bulmuşlar ve sistemin tayfsal yörüngesinin basıklığını sıfır kabul etmişlerdir. Sistemde, baş bileşenin O8 tayf türünden bir anakol yıldızı olduğunu, yoldaş bileşenin ise B0 III tayf türünden bir dev yıldız olduğunu belirlemiştir.

2 Tayfsal Gözlemler

HH Car sisteminin her biri 1200 sn poz süresi ile elde edilmiş toplam 22 adet tayfı, 2011 yılının Mart ayında Avrupa Güney Gözlemevi'nin (ESO) La Silla / Şili'deki 2.2-m çaplı MPG/ESO teleskobu ve ona takılı yüksek çözünürlüklü ($R=48000$) FEROS tayfçeki ile yapılmıştır (Bakış vd (2015)). Elektromanyetik tayfın yaklaşık 350 nm ile 920 nm dalgaboyları arasındaki bölgesini 39 échelle dizisi boyunca elde etmektedir. Gözlemlerin indirgenmesi için, FEROS'a ait bir veri indirgeme yazılımı kullanılmıştır. HH Car'a ait tayflar, S/G belirlemek amacıyla belirli

bölgelere ayrılmıştır. Buna göre 4000 Å, 5000 Å, 6000 Å, 7000 Å ve 8000 Å bölgelerinde, ortalama S/G oranları sırasıyla, 46, 94, 114, 113 ve 94 şeklinde belirlenmiştir.

3 Tayftaki Baskın Çizgiler

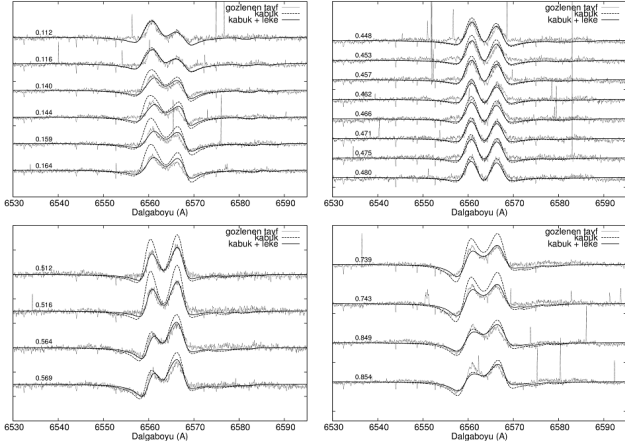
HH Car sisteminin tayfında baskın bir biçimde görülebilen çizgilerin incelenmesi için, dalgaboyu aralığı 50 ila 150 Å arasında değişen tayf bölgeleri oluşturulmuştur. Bu tayf bölgelerinin süreklilik düzeltmesi IRAF yazılımı ile yapılarak tayflar normalize edilmiş ve baskın tayf çizgileri belirlenmiştir. Genel olarak bu çizgilerin, He II, He I, H I, O II, Mg II, N III, C III, Si III, Si IV gibi farklı elementlere ait çizgiler oldukları belirlenmiştir (Köseoğlu (2015)). Özellikle, sistemin tayflarında He II çizgilerinin de bulunması, sistemin bileşenlerinin B0 ve daha erken tayf türünden olduklarının kanıtıdır.

4 Çevresel Maddenin Modellenmesi

HH Car sisteminin bileşenlerini saran çevresel maddeye ilişkin tayfsal kanıt da, sistemin tayfında özellikle H_{α} çizgi kesitlerinden açıkça görülebilmektedir. HH Car'ın tayflarındaki H_{α} çizgileri çift tepeli salma yapıları şeklinde görünmektedir. HH Car sisteminin H_{α} çizgilerinde görünen çift uçlu salmanın, bileşen yıldızlardan birinin ya da her ikisinin etrafını saran geniş bir disk veya kabuk yapısına işaret etmektedir. HH Car sisteminde yoldaş bileşenden baş bileşene doğru madde aktarılmaktadır (Soderhjelm (1975)). Bu tür madde aktarımı gerçekleşen sistemler için aktarılan maddenin baş bileşen etrafında nasıl bir toplanma yapısı oluşturabileceği, sistemin r_1 -q diyagramındaki (Lubow ve Shu (1975)) konumundan görülebilir. HH Car sistemi bu diyagramda, disk yapısının görülmediği ve gaz akımının doğrudan baş bileşene çarptığı bölgede bulunmaktadır. Bu sebeple çevresel maddenin modellenmesinde disk yapısı değil bir kabuk yapısı varsayımı yapılmıştır. Sistemin tayflarındaki H_{α} çizgilerinde görülen çift tepeli salma yapılarında, tepe uçlarına ait merkezi dalgaboylarının evreye göre yer değiştirmemesi bu salmayı oluşturan yapının, bileşenlerden herhangi biriyle hareket etmediğini işaret etmektedir. Dolayısıyla bu kabuk yapısı herhangi bir yıldızın çevresinde değil, çift sistemin çevresinde olmalıdır.

Çevresel madde modellenmesinin yapılması için öncelikli olarak sistemin bileşenlerinin mutlak parametrelerinin belirlenmesi

* tekaygandy@gmail.com



Şekil 1. HH Car'ın H_{α} çizgi profillerine yapılan kabuk ve kabuk + sıcak bölge(leke) modellenmesi. Sol kısımda tayfların üzerinde, ilgili tayfa karşılık gelen evreler gösterilmiştir.

gerekmektedir. Bu amaçla, sistemin elde edilen tayflarından bileşenlerin dikine hız eğrileri elde edilmiştir. Literatürde **Soderhjelm (1975)** tarafından verilen UVB çok bant ışık eğrileri bu dikine hız eğrileri ile eş zamanlı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, tayfların bileşenlerine ayrıştırılması yöntemi (**Hadrava (1995)**) kullanılarak, sistemin bileşenlerinin ayrı ayrı tayfları elde edilmiştir. Ayıklanmış tayflara NLTE model atmosfer fitleri ile bileşenlerin etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmeleri elde edilmiştir. Sonuç olarak, baş ve yoldaş bileşen için etkin sıcaklık, T_{eff} , yüzey çekim ivmesi, $\log g$, ve izdüşüm dönme hızları sırasıyla, 33500 ve 27500 K, 4.30 ve 3.51 cgs, 220 ± 30 ve 150 ± 5 km/s olarak bulunmuştur. Yapılan analizler sonucu HH Car'ın yörünge parametreleri ve ışık eğrisinden elde edilen sonuçlar bileşen yıldızların merkezleri arasındaki uzaklığı $27.7 R_{\odot}$, bileşenlerin kütlelerini sırasıyla $17 M_{\odot}$ ve $10 M_{\odot}$ olarak vermektedir. Yıldızların yarıçapları ise baş ve yoldaş bileşen için sırasıyla, $4.85 R_{\odot}$ ve $9.34 R_{\odot}$ olarak bulunmuştur.

Çevresel maddenin SHELLSPEC (**Budaj ve Richards (2004)**) koduyla yapılan modellemelerinde, kabuk yapısına ait hız ve yoğunluk değerlerinin yıldız yüzeyinden olan uzaklığa bağlı olarak değiştiği kabulü yapılmıştır. Kabuk modeli, bileşenlerden yıldız rüzgârı ile madde atılması ve bunun zamanla sistem etrafında bir kabuk meydana getirmesi şeklinde oluşturulmuştur. Fakat bu kabuğun farklı mekanizmalarla meydana gelmiş olması, örneğin yıldızların doğduğu bölgedeki gaz ve toz kalıntısı olma ihtimali de söz konusudur. Ayrıca, bileşenler arasındaki bölgenin, yıldız rüzgârları ve yoldaş bileşenin L_1 noktasından aktardığı maddenin etkileşmesi nedeniyle oldukça aktif olması beklenmektedir. Bu etkileşimin, bu alanda yüksek sıcaklıklı (~ 100000 K) bir bölge oluşturduğu varsayımı modellere eklenmiştir ve bu bölge sıcak leke parametreleriyle modellenmiştir. Şekil 1'de HH Car'ın H_{α} çizgi profillerine yapılan kabuk ve kabuk + sıcak bölge (leke) modellerine ait sentetik tayflar evreye göre gösterilmektedir. Şekilde, sıcak bölgenin de dahil edildiği kabuk modellerinin daha iyi uyum gösterdiği görülmektedir.

5 Sonuçlar ve Tartışma

Bileşenlerin her ikisinin de tayflarında He II çizgisi görülmektedir. He II çizgisinin varlığı, bu bileşenlerin B0 tayf türünden veya O tayf sınıfından olmaları gerektiğini göstermektedir (**Gray**

ve **Corbally (2009)**). HH Car'ın baş ve yoldaş bileşenlerinin sıcaklıklarından bulunan tayf türleri sırasıyla O9 V ve B0 IV/III olarak belirlenmiştir (**Straizys ve Kuriliene (1981)**).

HH Car sisteminde bileşenler arası kütle aktarımının yanı sıra bileşenlerin sahip oldukları yıldız rüzgârları ile madde kaybı da söz konusudur. Bileşenler etrafındaki bu madde nedeniyle sistemin tayfında güçlü salmalar göze çarpmaktadır. Sistemdeki toplanma yapılarını, gaz akışını ve olası sıcak bölgenin parametrelerini belirlemek amacıyla sistemin bileşke tayfları (baş bileşen, yoldaş bileşen, akan madde, kabuk ve sıcak leke) modellendi. Sonuç olarak, HH Car sistemi için, yoldaş bileşenden baş bileşene doğru, düşük yoğunluklu bir gaz akımı ve iki bileşen arasında yıldız rüzgârlarının çarpışmasıyla oluşmuş sıcak bir bölge ve sistemi çevreleyen fakat homojen yapıda olmayan bir kabuk modellenmesi yapılmıştır.

HH Car sistemi için fotometrik uzaklık, baş ve yoldaş bileşenin ışıtmaları, L_1 , L_2 ve uzaklık modülü kullanılarak 3060 ± 325 pc olarak belirlenmiştir. Bu uzaklığın, sistemin kütle merkezi ($V_{\gamma} = -16$ km/s) hızı ile beraber Car OB1 oymağının literatürde bu parametreleri için verilen değerleri ile hata sınırları çerçevesinde uyumlu olduğu görülmektedir. Fakat oymak üyeliğinin kesin bir şekilde belirlenmesi için, sistemin yaş ve kimyasal bolluk analizinin de yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma 112T928 no'lu TÜBİTAK Kariyer projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Bakış, V., Hensberge, H., Demircan, O., Zejda, M., Bilir, S., Nitschelm, C.: Study of eclipsing binary and multiple systems in OB associations III: A Review (baskı aşamasında)
- Budaj, J., Richards, M.T.: A description of the Shellspec code. *CoSka* **34** (2004) 167--196
- Gray, R.O., Corbally, C.J.: *Stellar Spectral Classification*. Princeton University Press (2009) 616 p
- Hadrava, P.: Orbital Elements of multiple spectroscopic stars. *A&AS* **114** (1995) 393--396
- Köseoğlu, D.T.: Güney yarımkürede bulunan HH Car sisteminin yüksek çözünürlüklü tayflarındaki salma ve/veya soğurma yapılarının modellenmesi. Akdeniz Üniversitesi (2015) 71
- Lubow, S.H., Shu, F.H.: Gas dynamics of semidetached binaries. *ApJ* **198** (1975) 393--405
- Mandrini, C.H., Mendez, R.H., Ferrer, O.E., Niemela, V.S.: The spectrographic orbit of the eclipsing binary HH-Carinae. *RMxAA* **11** (1985) 99
- O'Connell, D.J.K.: Orbital elements and apsidal motion of the eclipsing binary HH Carinae. *RA* **7** (1968) 399
- Soderhjelm, S.: Observations of six southern eclipsing binaries for apsidal motion. *A&AS* **22** (1975) 263--283
- Straizys, V., Kuriliene, G.: Fundamental stellar parameters derived from the evolutionary tracks. *Astrophys. & Space Sci.* **80** (1981) 353

Erişim:

034-1725: **UAK-2015 Program** --- **UAK Bildiri** --- **Turkish J.A&A.**