

Yıldızlararası CO ve Gaz-Toz Ayrışımı Etkisi

Timur Şahin^{1,2*}, David L. Lambert², Gizay Yolalan¹

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

²W. J. McDonald Gözlemevi, Texas Üniversitesi, Austin, Texas, USA 78712

Özet: Nispeten derin konvektif zarfları nedeniyle kırmızı devler için yaygın bir varsayım, yüzey kompozisyonlarının iç kısımlardaki nükleer olarak işlenmiş içeriğin eklenmesi yolu ile değişikliğe uğramış olduğunu öngörür. Şayet bu varsayım geçerli ise, kırmızı bir dev yıldız için belirlenen kimyasal kompozisyon, yıldız özeğinde gerçekleşen nükleer süreçler ile ilgili önemli bir bilgi sağlayacaktır. Özellikle Asimptotik Dev Kolu (AGB) üzerindeki soğuk devler için optik ve kırmızı öte tayflar detaylı bir bolluk analizini tehlikeye düşürecek ve/veya güvenilirliğini etkileyecek düzeyde ağır bir şekilde moleküler bantlar tarafından kuşatılmış bir durumdadır. Bu çerçevede AGB sonrası evrim aşamasındaki yıldızlar için gerçekleştirilecek tayfsal çalışmalar büyük bir önem arz edecektir. Üstelik böylesi post-AGB yıldızlarının tayfi moleküler katkılardan da bağımsız olacaktır. Post-AGB yıldızları üzerine gerçekleştirilen çalışmalar bu yıldızların çoğu için kimyasal kompozisyonlarının AGB yıldızının evrimi süresince yüzey kompozisyonunu nasıl değiştirdiğini anlamamızı engelleyici niteliktedir ve literatürde toz-gaz ayrışımı (dust-gas winnowing) etkisi olarak bir sürece maruz kaldıklarını göstermektedir. Bu tür bir etkiye maruz kalmış bir yıldız, yoğunlaşma sıcaklıkları ile orantılı olacak şekilde bolluk yitkileri sergiler. Örneğin 6300 K lik bir yüzey sıcaklığına sahip HP Lyr yıldızı Al, Sc, Ti, ve Y için ($T_c \sim 1600$ K) ~ 3.0 dex lik bir yitkiler sergiler. HP Lyr yıldızı için Ca ($T_c = 1500$ K) elementi ilgili olarak hesaplanan bu yitkiler değeri ise ~ 2.0 dextir. Fakat S ve Zn için ($T_c \sim 700$ K) bu değer 0.2 dextir. Şu açıktır ki HP Lyr'in yüzeyi şimdilerde yüksek yoğunlaşma sıcaklıklı elementlerden oluşan soğuk bir toz alanda ayrılmış (winnowed) büyük miktarda bir gaz içermektedir. Söz konusu bu soğuk alanların CO vibrasyon-rotasyon first-overtone bant geçişlerinin tespiti ve analizi ile karakterize edilmesine yönelik çalışma önerimizin gözlemsel olarak teyidi amacıyla gerçekleştirilen bu ön çalışmada McDonald Gözlemevi 2.7m lik Harlan J. Smith teleskobu ve IGRINS kırmızı öte tayf çekerisi yardımıyla 1.5-2.5 mikron dalgaboyu aralığında elde edilen tayflar üzerinde gerçekleştirilen ön analizlere ilişkin ilk sonuçlar paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Post-AGB yıldızı, IR spektroskopisi, CO çizgileri

Abstract: Circumstellar CO first-overtone lines will be sought from post-AGB stars affected and unaffected by dust-gas winnowing in order to help locate the site from which gas winnowed of dust is accreted by the star. This winnowing is a fairly common but little understood property among post-AGB stars, both cool and warm. IGRINS offer a new diagnostic of the phenomenon.

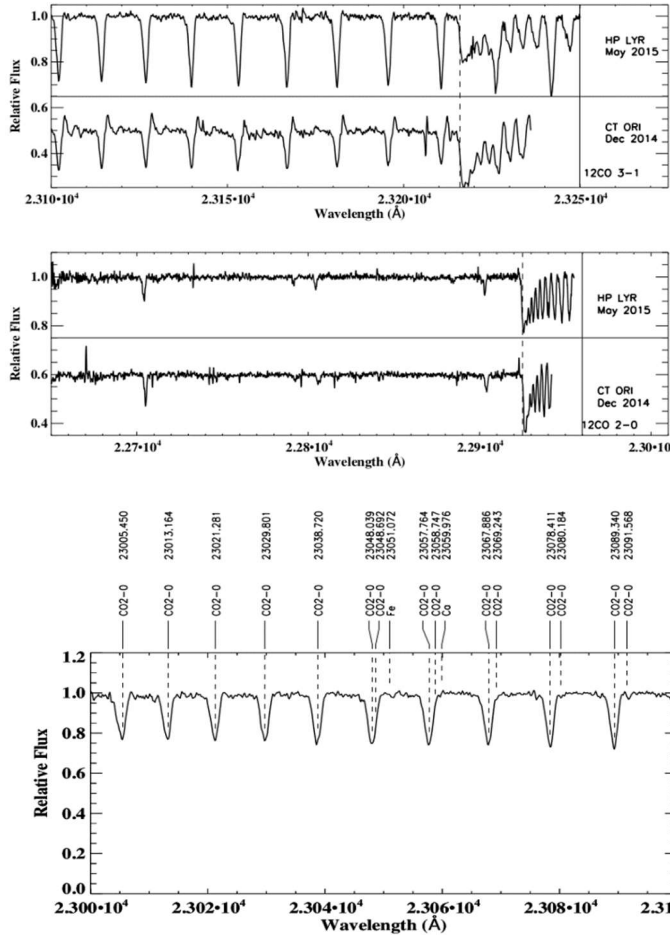
Key Words: Post-AGB star, infra-red spectroscopy, CO lines

1. Tayfsal Gözlemler ve Analiz

Bu çalışma kapsamında incelenen HP Lyr (poz süresi: 180 sn.) ve CT Ori (poz süresi: 300 sn) yıldızlarına ilişkin yüksek çözünürlük ve yüksek S/N oranlı (S/N) tayflar IR bölgede faaliyet gösteren ve tek bir pozda H ve K bantlarını tamamıyla içeren (1.48 - 2.48 μ ; 14 800 - 24 800 Å) ve 2Kx2K IR bir algaç ile desteklenmiş IGRINS tayfçekerisi ile Aralık 2014 ve Mayıs 2015 tarihlerinde elde edilmiştir. 1" X 14" bir slit boyutuna sahip IGRINS tayf çekerisi 2.7m-lik Harlan J. Smith Teleskobu Cassegrain odağına monte bir konumda $R = 45\,000$ çözünürlükte (resolving power) tayf alınmasına olanak sağlamaktadır (Yuk ve ark. 2010, Park ve ark. 2014). HP Lyr ve CT Ori yıldızları için IR tayfların elde edilmesi aşamasında standart IR gözlem teknikleri kullanılmıştır. Bu amaçla hedef ve tellurik standart yıldızla ilişkin olarak gökyüzü ve teleskop ard alanlarının hedef görüntülerden başarılı bir şekilde temizlenmesi amacıyla ABBA sıralamasında 4 görüntü elde edilmiştir. Hedef yıldızlar için alınan tayflara ek olarak aynı gece içerisinde düz alan (flat field), Th-Ar ve gökyüzü (sky) tayfları alınmıştır.

IGRINS tayfçekerisi ile elde edilmiş ham verinin echelle formatında ve basamaklarına ayrılmış bir formata dönüştürülmesi için IGRINS indirgeme yazılım paketi PLP3 ten faydalanılmıştır. PLP3 kapsamında düz alan görüntülerinin hedef görüntülerden ayıklanmasından dalgaboyu kalibrasyonuna kadar birçok aşama gerçekleştirilebilmektedir. Hedef görüntülerdeki gökyüzü OH salma çizgileri AB sıralamasındaki çift görüntüler yardımıyla temizlenmiştir. Hedef görüntülerden gökyüzü katkısının uzaklaştırılmasının ardından Th-Ar görüntüler birincil dalgaboyu kalibrasyonu için kullanılmıştır. H ve K bantlarında alınan tayf görüntülerinde hakim tellurik su buharı ve CO 2 çizgilerinin uzaklaştırılması amacıyla yakın hava kütlelerinde elde edilen tellurik standart yıldız tayfindan yararlanılmıştır. 2D tayf, ham hedef tayfta mevcut OH salma çizgilerinin fit edilmesi yardımıyla ikincil ve nihai dalgaboyu kalibrasyon süreci tamamlanmasının ardından IDL tabanlı RadVELAS (detaylar için bkz. Şahin 2012) paketi yardımıyla işlenmiştir. RadVELAS kullanılarak sürekliliğe normalize edilmiş ve basamak birleştirilmiş (merging) tayf elde edilmekte ve girdi olarak kullanılan tayf için cross-correlation metodu kullanılarak dikine hız ölçümü gerçekleştirilmektedir.

*Sorumlu Yazar E-Posta: timursahin@akdeniz.edu.tr



Şekil 1: Gaz-Toz ayrışımının etkili olduğu iki RV Tau türü değişen için IGRINS tayfı. HP Lyr tayfı CO soğurma çizgileri içermekte fakat yıldız sıcaklığı C çizgilerinin fotosferik bir orijine sahip olması için çok yüksek. CT Ori yıldızına ilişkin tayf P Cygni türü CO çizgileri sergilemekte. Üst panel $C^{12}-O^{16}$ 3-1 bandı ve 2-0 R-branch çizgileri içermektedir. Alt panelde ise $C^{12}-O^{16}$ 2-0 bandhead ve CO bağımsız bir süreklilik görülmekte.

Şekil 2: RV Tau türü değişen HP Lyr'in 23 000-23 100 Å dalgalı boyu aralığındaki $C^{12}-O^{16}$ 2-0 bandhead çizgilerini içerir tayfı.

2. Ön Sonuçlar

-RV Tau türü değişen yıldızlar HP Lyr ve CT Ori için elektromanyetik tayfın H ve K band bölgelerinde gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında HP Lyr yıldızı IR tayfında soğurmada gözlenen CO çizgilerinin fotosferik bir orijine sahip olmadığı tespit edilmiştir. HP Lyr için belirlenen yıldız sıcaklığı CO çizgilerinin fotosferik bir orijine sahip olması için gereken değerden yüksek değerdedir. Benzer şekilde CT Ori için de yıldızın IR tayfında CO çizgilerinin P Cygni türü profiller sergilediği görülmektedir. Ön sonuçları paylaşılan bu çalışma, incelenen iki RV Tau türü değişen için beklenen sonuçların elde edilmiş olması nedeniyle örnek sayısı artırılmak suretiyle devam ettirilmesi planlanmaktadır.

-Bu çalışma kısmen TÜBİTAK-BİDEP Uluslararası Doktora sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında sağlanan finansal destek ile gerçekleştirilmiştir. (ProjectNo: 1059B191500382).

3. Kaynaklar

Şahin, T., 2012, XVIII. National Astronomy and Space Sciences Meeting, İnönü Univ., Malatya, Inonu University Publications
Yuk, I.-S., Jaffe, D. T., Barnes, S., et al. 2010, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers Conference Series, Vol. 7735

Park, C., Jaffe, D. T., Yuk, I.-S., et al. 2014, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers Conference Series, Vol. 9147