

Yıldızlararası CO ve Gaz-Toz Ayrışımı Etkisi

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

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

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

E-Mail: timursahin@akdeniz.edu.tr

Özet ve Giriş

Nispeten derin konvektif zarfları nedeniyle kırmızı devler için yaygın bir varsayım yüzey kompozisyonlarının içkısımlardaki 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 (IR) tayflar detaylı bir bolluk analizini tehlikeye düşürecek ve/veya güvenilirliğini etkileyecek düzeyde ağır bir şekilde moleküler bantlar tarafından kuşatılmış bir durumdur. Bu çerçevede AGB sonrası evrim aşamasındaki yıldızlar (post-AGB) için gerçekleştirilecek tayfsal çalışmalar büyük bir önem arz etmektedir. Üstelik böylesi post-AGB yıldızlarının tayfı 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 nitelikte ve literatürde toz-gaz ayrışımı (dust-gas winnowing) etkisi olarak bilinen bir süreç maruz kaldıklarını göstermektedir. Böylesi bir etkiye maruz kalmış bir yıldız, yoğunlaşma sıcaklıkları (condensation temperature) ile orantılı olacak şekilde bolluk yitkileri (depletion) sergiler. Söz konusu bu yitkilerin sergilendiği ve nispeten soğuk bu alanların CO vibrasyon-rotasyon first-overtone bant geçişlerinin tespiti ve analizi ile karakterize edilmesine yönelik önerimizin gözlemsel olarak teyit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada McDONALD Gözlemevi 2.7m-lik Harlan J. Smith teleskobu ve IGRINS kırmızı öte tayf çekiiri yardımıyla 1.5-2.5 μ dalgaboyu aralığında elde edilen tayflar üzerinde gerçekleştirilen analizlere ait ön bulgular sunulmaktadır.

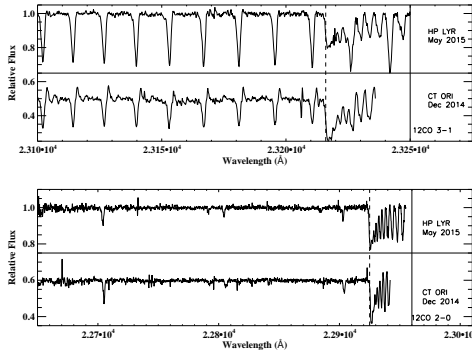


Figure 1. Gaz-Toz ayrışımının etkili olduğu iki RV Tau türü değişen için IGRINS tayfı. HP Lyr tayfı CO soğurma çizgilerini içermekte fakat fotosferik C çizgileri için sıcaklığı yüksek bir değişen. P Cygni türü CO çizgileri sergileyen CT Ori için de benzeri bir durum söz konusudur. Üst panelde $^{12}C^{16}O$ 3-1 bantı ve 2-0 R-branch çizgileri gösterilmekte. Alt panelde $^{12}C^{16}O$ 2-0 bandhead ve CO-bağımsız süreklilik gösterilmekte.

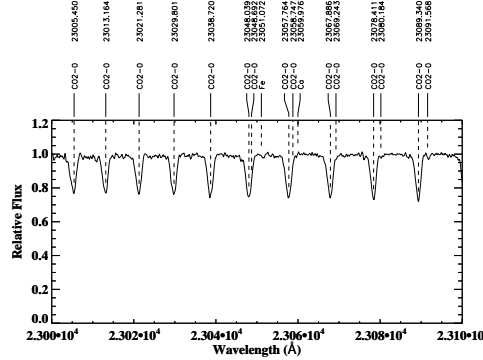


Figure 2. RV Tau türü değişen HP Lyr'in 23000 - 23100 Å dalgaboyu aralığındaki $^{12}C^{16}O$ 2-0 band-head çizgilerini içeren tayfı.

Tayfsal Gözlemler

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 tamıyla içeren (1.48 - 2.48 μ ; 14800 - 24800 Å) ve 2Kx2K IR bir algaç ile desteklenmiş IGRINS tayfçekiiri ile Aralık 2014 ve Mayıs 2015 tarihlerinde elde edilmiştir. 1" X 14" bir slit boyutuna sahip IGRINS tayf çekiiri 2.7m-lik Harlan J. Smith Teleskobu Cassegrain odağına monte bir konumda $R = 45000$ çözünürlükte (resolving power) tayf alınmasına olanak sağlamaktadır (Yük ve ark. 2010, Park ve ark. 2014). HP Lyr ve CT Ori yıldızları IR tayflarının 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 da alınmıştır.

Tayfsal Analiz

IGRINS tayfçekiiri ile elde edilmiş ham verinin echelle formatında ve basamaklarına ayrılmış bir formata dönüştürülmesi için IGRINS indirgeme yazılım pakedi PLP3 ten faydalanılmıştır. PLP3 kapsamında düz alan görüntülerinin hedef görüntülerden ayıklanmasından dalgaboyu kalibrasyonu 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 CO₂ çizgilerinin uzaklaştırılması amacıyla yakın hava kütellerinde elde edilen tellurik standart yıldız tayfından yararlanılmıştır. 2D tayf, ham hedef tayfta mevcut OH salma çizgilerinin fit edilmesi yardımıyla ikincil ve nihayi 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.

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 yüksektir. Benzer şekilde CT Ori için de yıldızın IR tayfında CO çizgilerinin P Cygni türü profiller sergilediği görülmektedir. Çalışma, incelenen iki RV Tau türü değişen için beklenen sonuçların elde edilmiş olması nedeniyle örnek sayısı artırılmak suretiyle devam ettirilecektir.

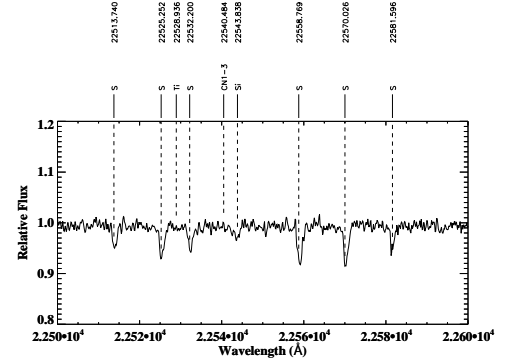


Figure 3. RV Tau türü değişen HP Lyr'in 22500 - 22600 Å dalgaboyu aralığındaki atomik soğurma çizgilerini (S) içeren tayfı.

Bu çalışma kısmen TÜBİTAK-BİDEP Uluslararası Doktora sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında sağlanan finansal destek ile gerçekleştirilmiştir. (Project No: 1059B191500382).

Kaynaklar

- Şahin, T., 2012, XVIII. National Astronomy and Space Sciences Meeting, Oral Contr., "Radial Velocity Analysis Software-RadVELAS, İnönü Üniv., Malatya, İnönü University Publications
- Yük, I.-S., Jaffe, D. T., Barnes, S., et al. 2010, in Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 7735, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 1
- Park, C., Jaffe, D. T., Yük, I.-S., et al. 2014, in Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 9147, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 1

