

Erken Tür Yıldızlar ve Yarı-Ayrık Sistemlerde CII 4267 Å Çizgisinin Eşdeğer Genişlik Kalibrasyonu

Melek DÜLGER¹ Ahmet DERVİŞOĞLU¹

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

Özet: Erken tip yıldızlardan türetilen bolluklar, yıldızların ve galaksimizin kimyasal evrimine ilişkin önemli sınırlamalar sunar. Yıldızların merkezinde gerçekleşen nükleer tepkimeler, yıldızın kütlesine göre farklı etkinlikte gerçekleşmektedir. Orta ve büyük kütleli yıldızlarda baskın olarak Karbon-Azot-Oksijen (CNO) çevrimi görülür. Bu çevrim sırasında CNO elementleri katalizör olarak kullanılır. Ancak tek yıldızlarda CNO çevriminin gerçekleştiği katman çok derindedir ve gözlenmesi mümkün değildir. Çift yıldızlara baktığımızda ise, evrimleşen bileşen Roche Lob'unu dolduracak ve yoldaş bileşen üzerine kütle aktaracaktır. CII 4267Å çizgileri sıcak yıldızlarda tayfta kendini gösteren en şiddetli çizgilerdir. Ancak bu çizgiler Non-LTE etkilere çok duyarlıdır. Ve bilindiği gibi CII 4267Å çizgisinden elde edilen karbon bolluğu diğer karbon çizgilerinin bolluğunda uyumsuzluk göstermektedir. Yapılan birçok çalışmada bu çizgilerin tutarlı bolluklarını saptamakta başarısız olunmuştur. Bu çalışmada Karbon çizgilerinin bolluğunu belirlemede yetersiz kaldığı için, CII 4267Å çizgilerinin eşdeğer genişlikleri hesaplanıp tek yıldızlar için etkin sıcaklığa karşı karbon bolluğu kalibrasyonu yapılmıştır. Bunun için TLUSTY ve SYNSPEC paket programları yardımı ile elde edilmiş Non-LTE atmosfer modelleri ve sentetik tayflar kullanılacaktır.

Anahtar Kelimeler: model atmosfer, eşdeğer genişlik, kimyasal bolluk

Abstract: Abundances, have been derived for early type stars represent important limitations about the chemical evolution of stars and our galaxy. Nuclear reactions where have occurred in the central region of stars have different efficiencies, depend on the masses of stars. Carbon-nitrogen-oxygen (CNO) cycle is dominant hydrogen fusion reactions for the middle and massive masses main-sequence stars. The elements of CNO are used as catalyst for nuclear reactions in during this cycle. The layers that consist of the CNO cycle are not able to observed directly because of this layers can be found in very deep inside regions. However this circumstance can be quite different for some the binary stars systems, due to mass accretion process from the evolved component of the binary system that fill up The Roche Loop to on the secondary component of system. The lines of CII 4267 Å are the most intensive spectral lines for spectrum of a hot star. On the other hand this lines are considerably sensitive against to Non-LTE atmospheric effects. The derived carbon abundances from 4267 Å lines show some discrepancy according to abundance of the another carbon lines, owing to the triplet structure of this lines. Many studies done to determine consistent abundance of the 4267 Å lines are failed for this reason. In this study we calculated equivalent width of 4267 Å lines and generated a calibration between effective temperatures and carbon abundances for single stars, due to the determination limit of carbon abundance is not sufficient. To achieve this challenge we use the Non-LTE atmospheric models and the synthetic spectrums, derived from base on usage of TLUSTY and SYNSPEC programs.

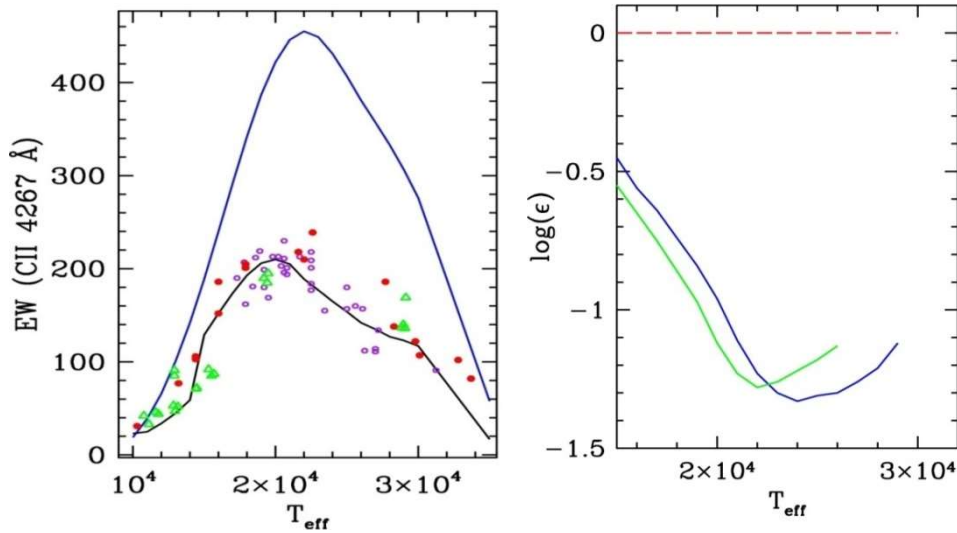
Key Words: model atmosphere, equivalent width, chemical abundance

1. Giriş

Erken tür yıldızlar, galaktik kimyasal evrim açısından kimyasal bolluğu elde etmek için kullanılan önemli astrofizik nesneleridir. Erken tür yıldızlardan elde edilen bolluklar, yıldızların ve galaksimizin kimyasal evrimine ilişkin önemli sınırlamalar sunar (Nieva & Przybilla 2006). Yıldızların merkezinde gerçekleşen nükleer tepkimeler, yıldızın kütlesine göre farklı etkinlikte gerçekleşmektedir. Orta ve büyük kütleli yıldızlarda baskın olarak CNO çevrimi görülür. Bu çevrim sırasında CNO elementleri katalizör olarak kullanılır. Tepkimenin gerçekleşebilmesi için öncelikle yıldız içerisinde CN dengesi sağlanmalıdır (Caughlan & Fowler 1962). Denge koşulları sağlanırken C miktarında azalma, N miktarında ise artma görülür. Oksijen miktarında ki değişim ise çok küçüktür (Tomkin ve ark., 1993). Yıldızlarda CNO çevriminin gerçekleştiği katman çok derindedir ve gözlemlenmesi mümkün değildir. Ancak Kütle aktarmış çift sistemlerde yıldız fotosferinin derin katmanları, nükleosentez süreçlerinin ve bileşenlerin geçmişi hakkında bilgiyi korur. Evrimleşen bileşen Roche Lobe' unu dolduracak ve yoldaş bileşen üzerine kütle aktaracaktır. Bu durum ise merkezi bölgelerin açığa çıkmasını sağlayıp, kütle aktaran bileşenin bu katmanlarının gözlemlenmesi mümkün hale getirmektedir (Kolbas ve ark., 2014). Her ne kadar tek ve parlak yıldızların tayflarında CNO elementlerinin çizgileri görülsede sönük yıldızlara doğru gidildikçe çalışılabilecek çok az sayıda çizgi bulunmaktadır. Örnek olarak CII 4267/6578/6582 Å çizgileri, tayfta kendini gösteren en baskın çizgilerdir. Ancak bu çizgiler elektronik geçişlerden dolayı, tayfta doublet (ikili) veya multipler (çoklu) çizgiler halinde görülürler (Nieva & Przybilla 2008; Eber & Butler 1988). Bu yüzden yapılan tayf analizlerinde sağlıklı sonuçlar alınamamaktadır. CII 4267Å çizgisi için elde edilen bolluklar diğer karbon çizgilerinden elde edilen bolluklarla uyusmamaktadır (C. İbanoğlu, A. Dervişoğlu 2012). Yapılan birçok çalışmada bu çizgilerin tutarlı bolluklarını saptamakta başarısız olunmuştur. Biz bu problemi göstermek için TLUSTY (Hubeny, Lanz 1995) paket programı ile Non-LTE çizgiler kullanarak model atmosfer ürettik. Daha sonra oluşturduğumuz model atmosferlerden SYNSPEC paket programı ile sentetik tayflar ürettik. Elimizde bulunan SYNSPEC tayflarıyla eşdeğer genişlik ölçümlerini UCLSYN (Simith & Dworetzky 1988; Simith 1992) programıyla yaptık.

**Sorumlu Yazar E-Posta: melek.dulgermelek@gmail.com*

UCLSYN, eşdeğer genişliklerin ölçümü ve bolluk belirlemesi için ideal bir programdır. Bolluk belirlemesini büyüme eğrisi tekniğini kullanarak yapar. Elde edilen dağılım şekil 1a' da görüldüğü üzere, C II 4267 Å çizgisi Non-LTE etkilerle çok duyarlıdır. Bunu ise gerçekte ölçülmüş yıldızlardan alınan tayfsal sonuçlarla karşılaştırarak anlıyoruz. Ölçümlerimiz İbanoğlu ve ark. (2012) , gözlemsel tayflarla hesapladıkları eşdeğer genişlik ölçümleriyle, Hunter ve ark.'nin (2011) uygun Gauss profilleriyle ölçmüş olduğu gözlemsel ~ 50 Galaktik B tipi yıldız eşdeğer genişlikleriyle ve ELODIE arşivinden indirdiğimiz sıcaklık aralığı 10,000-30,000 K olan kendi ölçtüğümüz eşdeğer genişliklerle karşılaştırılmıştır. Görülmüştür ki Non-LTE etkileri katılarak oluşturulan model atmosfer ve tayflar eşdeğer genişlik ölçümleriyle daha iyi uyumaktadır.



Şekil 1: Etkin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak eşdeğer genişlik (EW) değişimi (sol panel). Mavi çizgi UCLSYN/Kurucz modelleriyle elde edilen LTE eşdeğer genişlik, siyah çizgi TLUSTY/Non-LTE modellerle elde edilen eşdeğer genişlik değişimlerini göstermektedir. Kırmızı daireler İbanoğlu ve ark. (2012), mor çemberler Hunter ve ark. (2011), yeşil üçgenler ise ELODIE arşivinden indirilen tayflarla ölçtüğümüz log(g) 3.5 - log(g) 4.0 aralığında eşdeğer genişlik dağılımlarını göstermektedir. Verilen bir sıcaklık için LTE ve Non-LTE model arasındaki bolluk farkları (sağ panel). Yeşil olan çizgi log(g)=3.5, mavi olan çizgi ise log(g)=4.0 olan ölçüm değerlerini göstermektedir. Görüldüğü üzere sıcak yıldızların LTE model atmosferi ile elde edilen bollukları -1.3 dex' e kadar hatalı olabilmektedir.

2. Sonuçlar

-Sonuç olarak gözlemlenmiş ve ölçülmüş değerlere bakılarak söylenebilir ki; CII 4267Å çizgisinin şiddeti ve eşdeğer genişliği büyük ölçüde sıcaklığa bağlıdır. Şekil 1 sol panel' de 15000 K' den itibaren non-LTE etkiler katılarak hesaplanan modellerin gerçekte ölçülen eşdeğer genişliklerle daha uyumlu olduğu görülüyor. İlk defa bu çalışmada ortaya koyulan bu grafik ile TLUSTY non-LTE model atmosfer programının CII 4267Å çizgisini iyi bir şekilde modelleyebildiğini ve bu programın güvenilirliğini göstermiş olduk (Dülger M., Sıcak yıldız tayflarından elde edilmiş CNO bolluklarının kütle aktarmış çift sistemlerle karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2017).

-Bu çalışma TÜBİTAK-MFAG tarafından TÜBİTAK-113F067 kodlu proje ile desteklenmiştir.

3. Kaynaklar

- Caughlan, G. R., & Fowler, W. A., 1962, ApJ, 136, 453
İbanoğlu, C., Dervişoğlu, A., Çakırlı, Ö., Sipahi, E., Yüce, K., 2012, MNRAS, 419, 1472
Nieva, M. F., & Przybilla, N. 2008, A&A, 481, 199
Eber, F., & Butler, K. 1988, A&A, 202, 153
Nieva, M. F., & Przybilla, N. 2006, ApJ, 639, L39
Tomkin J., Lambert D. L., Lemke M., 1993, MNRAS, 265, 581
Hubeny, I., & Lanz, T. 1992, A&A, 262,50
Kolbas V., Dervişoğlu A., Pavloski K., Southworth J., 2014, MNRAS, 444
Smith K.C., 1992, PhD thesis, University of Londo
Dworetzsky, M.M Jomaron C.M, Smith C.A., 1998, A&A,
Hunter, D.A., Elmegren, B. G., Oh, S-H. et. al. 2011 A&A
Dülger M., Dervişoğlu A., Sıcak yıldız tayflarından elde edilmiş CNO bolluklarının kütle aktarmış çift sistemlerle karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2017.