

DELTA SCUTI YILDIZLARIN MODLARININ BELİRLENMESİ

Aslı ELMASLI¹, Berahitdin ALBAYRAK¹, Michel BREGER², Barbara CASTANHEIRA², Hideyuki IZUMIURA³, Selim O. SELAM¹, Paul BECK²

¹A.Ü.F. F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan 06100 Ankara

²Wien Universitat Institut fuer Astronomie, Tuerkenschanzstr. 17, A-1180 Wien, Austria

³Okayama Astrophysical Observatory, NAOJ, NINS, 3037-5 Honjo, Kamogata, Asakuchi, Okayama 719-0232, Japan

e-posta: asli@astro1.science.ankara.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, zonklama yapan δ Scuti yıldızların yüksek çözünürlüklü tayfsal gözlemleri analiz edildi. Bu tür yıldızların zonklama modlarını belirleyebilmek için aliasing etkisinin en aza indirgenmiş yüksek çözünürlüklü tayflara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, uluslararası ortak proje kapsamında McDonald, Okayama Astrophysical ve TÜBİTAK Ulusal gözlemevlerinde δ Scuti türü değişen yıldızların tayfları elde edildi. Yıldızların tayflarındaki profil değişiminden zonklama modlarını belirlemek için Fourier parametre fit yöntemi kullanıldı (Zima, 2006).

Anahtar Kelimeler: delta scuti yıldızları, profil değişimi, mod belirleme

Abstract

We have analysed time-series high resolution spectroscopic observations of δ Scuti stars. In order to study these stars astroseismologically we need to identify their pulsation modes precisely from high-resolution spectra with minimum aliasing effects. As an international collaboration project we obtained spectra at McDonald, Okayama Astrophysical and TÜBİTAK National observatories. The mode identification was carried out by analysing line profile variations by means of the Fourier parameter fit method (Zima, 2006).

Keywords: delta scuti stars, profile variation, mode identification

1. Giriş

Asteroseismoloji, yıldızların iç yapılarını araştırmak için en etkili yöntemdir. Zonklayan yıldızların zonklama modları, yıldızın farklı iç katmanlarında üretildiğinden, yıldızın iç yapısı hakkında değerli bilgiler taşımaktadır. δ Scuti yıldızları, merkezlerinde H yakan, H-R diyagramında klasik Cepheid kararsızlık kuşağı üzerinde bulunan, anakoldan dev koluna doğru hareket etmekte olan zonklayan yıldızlardır. Tayf türleri A2 ile F5 arasında (bu tayf türüne karşılık gelen yüzey sıcaklıkları 7000 K ile 8600 K arasında) ve ışınım sınıfları III ile V arasındadır. δ Scuti yıldızlarının çoğu tayflarında ve ışık eğrilerinde çoklu dönemli değişimler göstermektedir. Dönemleri 0.4 ile 8 saat arasında değişir ve genelde çapsal olmayan p modunda zonklamaktadırlar. δ Scuti yıldızları birkaç saatlik zonklama modlarına sahip olduklarından asteroseismoloji araştırmaları için çok uygun cisimlerdir.

Bu tür yıldızların tayflarındaki soğurma çizgi profili değişiminin yarattığı akı değişimi yıldızın zonklama geometrisi hakkında bilgi vermektedir. (l, m) zonklama modlarını eş-zamanlı olarak hesaplamak için kullanılan yöntem soğurma çizgisi profillerinin değişimine, Zima'nın (2006) geliştirdiği Fourier Parametre yaklaşımının uygulanmasıdır. Zima (2008) Fourier Parametre yaklaşımını FAMIAS isimli programına uyarlayarak zonklayan yıldızların modlarını belirlemek için kullanıcı dostu bir program oluşturmuştur. Zima'nın (2006) yönteminde, gözlemlerle elde edilmiş çizgi profilleri boyunca genlik ve evrelerinin değerleri, teorik modelden üretilen değerleri ile karşılaştırılır ve l , m zonklama modları ile dönme ekseninin eğimi istatistiksel teknik ile hesaplanmaktadır.

2. Gözlem ve İndirgeme Yöntemi

Gün ışığının ve kötü hava koşullarının oluşturduğu gözlem boşlukların veriler üzerinde yarattığı aliasing etkisi nedeniyle farklı kıtalardan hemen hemen eş zamanlı olarak gözlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle 2008 yılının başından itibaren uluslararası ortak proje kapsamında McDonald, Okayama Astrophysical ve TÜBİTAK Ulusal gözlemevlerinde EE Cam ve 28Aql Delta Scuti türü değişen yıldızlarının yüksek çözünürlük tayfları elde edildi. Gözlemevlerinde kullanılan teleskop ve tayfçekerlerin özellikleri Tablo1'de verilmektedir.

Tablo 1. Uluslararası proje kapsamında kullanılan teleskoplar ve özellikleri

Gözlemevi	Teleskop (m)	Çözünürlük	Gözlemciler
McDonald (Texas, ABD)	2.1	60,000	B. Castanheira, P. Beck
Okayama Astrophysical (Japonya)	1.88	60,000	H. Izumiura
TUG	1.5	40,000	A. Elmaslı

Her üç gözlemevinin verileri IRAF programı ile indirgenmiştir. Tüm verilere bias, flat ve saçılmış ışık düzeltilmesi uygulandı. Tayflardaki her order'ın dalgaboyu aralığını belirleyebilmek için ThAr mukayese tayfindan yararlanıldı.

İndirgenen tayflar incelenip analizde kullanmak için soğurma çizgileri belirlendi. Bu amaç için blend olmamış ve profilinde benzer bir davranış gösteren çizgiler seçildi. EE Cam ve 28 Aql yıldızları için sırasıyla FeII 4508.286 Å, FeI 4461.37 Å dalgaboylarındaki çizgiler kullanıldı.

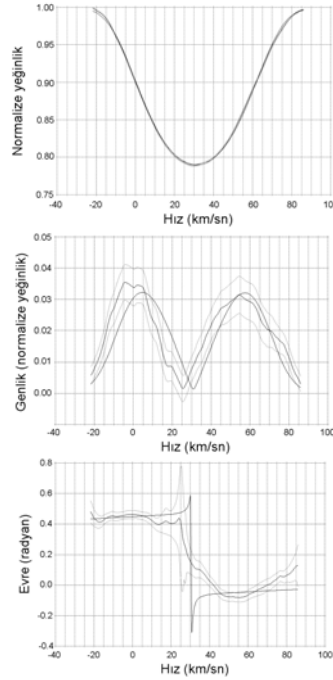
3. Yıldızlar ve Analizler

EE Cam yıldızı çok az çalışılmış Delta Scuti yıldızlarından biridir. Çok yüksek genlik ile düşük genliğe sahip yıldızların arasında bulunmaktadır. Çok az sayıdaki fotometrik gözlemleri ile 15 tane frekansının olduğu belirlenmiş ve orta çözünürlüklü tayfi ile $v \sin i$ değeri 40 km/sn olarak hesaplanmıştır (Breger ve diğ. 2007).

EE Cam yıldızı 2008 yılının Ocak – Mart ayları içinde McDonald gözlemevinde gözlemlendi. Toplam 222 tayf elde edildi. FAMIAS programı ile elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmektedir. Bu yıldızının $v \sin i$ değeri programdan 39 km/sn olarak hesaplanmıştır. Breger ve diğ. (2007)'nin yaptığı çalışmada görülen 2 frekansı (F1 ve F2) tayfsal verilerde de görüldü. F1 4.934 frekansının analizi sonucunda çapsal modda zonkladığı belirlendi. F2 ve F3 frekansları ise çapsal olmayan modda zonklamaktadır.

Tablo 2. EE Cam yıldızının Fourier Parametre yaklaşımı ile belirlenen zonklama modları

	l	m	X^2
F1 4.934	0	0	1.85
F2 6.215	1	1	1.19
	2	1	1.33
F3 4.04316	1	0	2.32

**Şekil 2.** EE Cam yıldızının çizgi profiline Fourier parametre yaklaşımının uyarlanması görülmektedir. En üst şekil sıfır-nokta profili, orta şekil genliği ve en alt şekil ise evre değişimini göstermektedir.

Breger (1969) tarafından keşfedilen 28 Aql, F0 III tayf türünden, 51 km/sn hız ile dönen düşük genlik değişimi gösteren bir Delta Scuti türü değişen yıldızdır. Reed ve Welch (1988) ve Wehlau ve Wehlau (1995) gözlenen fotometrik ışık eğrilerinin analizinden 28 Aql'nın çoklu frekansa sahip olduğunu belirlemişlerdir. Dall, T.H., Frandsen S. (2002) bir gecelik (8 saatlik) tayfsal verilerinden Wehlau ve Wehlau (1995)'in belirlediği 2 frekansını kullanarak 2 mod ile zonkladığını belirlemiş ve bu sayının daha yüksek olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

28 Aql yıldızı eş zamanlı olarak McDonald ve Okayama gözleminde 14 ve 15 Mayıs gecelerinde ve TUG'ta ise 17-18 Temmuz tarihlerinde gözlemlendi. 4461.37 Å Fe çizgisi programda kullanıldı. Bu verilerin analizi sonucunda ilk yaklaşımda 3 frekans belirlendi. İlk olarak belirlenen frekansın zonklama modu Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. 28 Aql yıldızının tayflarından belirlenen frekansları

	l	m	X^2
F1 6.6756	1	1	9.56
	1	0	11.30
F2 4.1556			
F3 9.1257			

4. Sonuç

EE Cam ve 28 Aql yıldızları için 3 farklı gözlemevinden gözlenen yüksek çözünürlüklü tayfsal verileri ile mod belirlemesi gerçekleştirildi. Bu yıldızların tayflarındaki en uygun çizgiler belirlenip Fourier Parametre yaklaşımının kullanıldığı FAMIAS programı ile ilk analizi gerçekleştirildi.

Kaynaklar

Breger, M. 1969, “*Short-period variability of B, A, and F stars. II. Photometry of new Delta Scuti stars*” ApJS, 19, 79

Breger, M., Rucinski, S. M., Reegen, P, 2007, “*The Pulsation of EE Camelopardalis*” AJ, 134, 1994

Dall, T.H., Frandsen S., 2002, “*Mode characterisation in δ Scuti stars. I. rho Pup, GN And, V1208 Aql and AV Cet.*” AveA, 386, 964

Nishimura, S., 1969, “*Variability of the Metallic-Line Star 28 Andromedae*” ApveSS, 3, 77

Reed, L. G., Welch, Gary A., 1988, “*Search for multiple periods in three Delta Scuti stars*” AJ, 95,1510

Rodriguez, E., Rolland, A., Lopez de Coca, P., Garrido, R., Mendoza, E. E., 1993, “*Simultaneous UVBY Photometry of 28-ANDROMEDAE*” AveAS, 101, 421

Wehlau, W., Wehlau, A., 1995, “*Light Variability of 28 AQL*”, ASPC, 83, 323

Zima, W., 2006 “*A new method for the spectroscopic identification of stellar non-radial pulsation modes. I. The method and numerical tests*” AveA, 455, 227

Zima, W., 2008, Communication in Asteroseismology, 155 (basımda)