

KIC 7671081 YILDIZININ FREKANS ANALİZİ

Lale ÇELİK¹, Fehmi EKMEKÇİ¹, Hakan Volkan ŞENAVCI¹

¹ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, E Blok 06100 Tandoğan, Ankara
(lalecelik81@gmail.com, fekmekci@science.ankara.edu.tr, hvsenavci@science.ankara.edu.tr)

Özet: Bu çalışmada RR Lyrae türü (KIC 7671081, $K_p=16^m.653$, $\alpha=19^\circ 09' 36''.63$, $\delta=+43^\circ 21' 50''.0$) yıldızına ait 2009 – 2010 yıllarını kapsayan 7 sezonluk (Q1-Q7) *Kepler* verileri kullanılarak Period04 programı ile frekans analizi yapıldı. Analizde uzun poz süreli (long cadence) olan sezonlar (Quarter) kullanılarak elde edilen frekans sonuçları tartışıldı.

1. Giriş

RR Lyrae yıldızlarının doğasının anlaşılması astrofizik açısından önemlidir fakat bu yıldızların düşük parlaklıkta olmalarından dolayı gözlemleri zordur. Bu tür yıldızların doğasını anlayabilmek için kesintisiz ışık eğrilerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle bu tür yıldızların gözlemlerinde uydu teleskoplarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uydulardan bir tanesi de bu çalışmada verileri kullanılan *Kepler* teleskobudur. Kesintisiz gözlem verisine ihtiyaç duyulan RR Lyrae yıldızlarının asterosismolojiye katkı sağlaması bakımından *Kepler* verisi çok değerlidir.

Teleskobun fotometrik gözlemleri 3 ay devam etmekte ve daha sonra teleskop optik eksenini etrafında 90° döndürülmektedir. Böylece Güneş ışığının teleskoba girmesi önlenmekte ve enerji sağlayan güneş panellerinin en üst düzeyde aydınlatılmaktadır (Benko vd. 2010).

Kepler teleskobu başlangıçta yaşanılabilir gezegen aramak için tasarlanmış olsa da sadece gezegen aramak amaçlı kullanılmamaktadır. *Kepler* teleskobunun görüş alanında yer alan yaklaşık 40 adet RR Lyrae yıldızının ve bu tür yıldızların göstermiş olduğu Blazhko etkisi hakkında veri toplayabilmektedir. Bu bağlamda *Kepler* Asteroseismic Science Consortium (KASC) ile yürütülen ve uluslararası ortaklığa dayanan bu çalışmada, uzun dönemli Blazhko etkisi gösteren KIC 7671081 yıldızına ait frekans analizi yapılarak ön sonuçları tartışıldı.

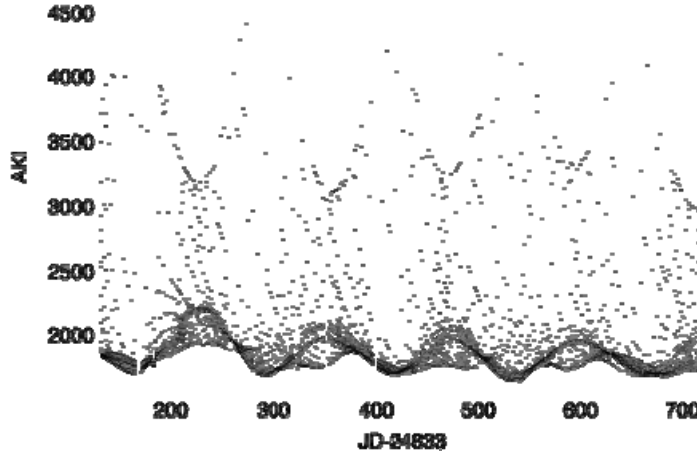
2. KIC7671081 Yıldızına İlişkin Literatür Bilgileri

Tipik bir RRab türü olan KIC7671081 ilk olarak Romano (1972) tarafından Asiago Astrofizik Gözlemevi'nde yeni keşfedilen 16 değişen yıldızdan biridir. Yıldızın dönemi 0.50457 gündür (Benko vd. 2010). V450 Lyr yıldızının Q1 sezonu ve Q2 sezonuna ait verilere dayanarak elde edilen frekans analizinde Period04 programı (Lenz ve Breger 2005) kullanılmıştır (Benko vd. 2010).

3. KIC7671081 Yıldızının Frekans Analizi

Bu çalışmada *Kepler* teleskobundan aldığımız her bir sezona ait verileri, (Q1-Q7) birleştirdiğimizde ışık eğrisinde (long cadence 29.4 dakika) bazı aksaklıklar ışık eğrisinin

yeniden ölçeklendirilmesini sağlayan C programlama dilinde yazılmış bir kod yardımıyla giderilerek Şekil-1'deki bu yıldızla ilişkin ışık eğrisi elde edildi (Çelik vd. 2011).



Şekil-1. KIC 7671081 yıldızın yeniden ölçeklendirilmiş ışık eğrisi

Gözlem verileri Lenz ve Breger (2005)'in Period04 adlı paket programı ile frekans analiz hesabında kullanıldı. Bu hesaplamada

$$Z + \sum A_i \sin(2\pi (\Omega_i t + \Phi_i)) \quad (1)$$

şeklinde tanımlanan Fourier serisi uygulandı. Formülde kullanılan A_i parametresi genliği, Ω_i frekansı ve Φ_i evreyi temsil etmektedir. Gözlemsel verilerin frekans analizi sonucu elde edilecek Blazhko değişimi için ışık elemanları denklem (2) ve (3) kullanılarak hesaplandı.

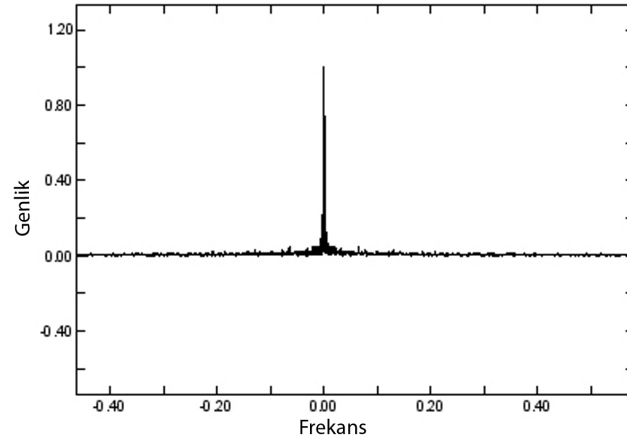
$$\text{HJD}(T_{\max}) = T_0 + P \times E_{\text{puls}} \quad (2)$$

$$\text{HJD}(T_{\text{Blmax}}) = T_0 + \text{Blazhko dönemi} \times E_{\text{Blazhko}} \quad (3)$$

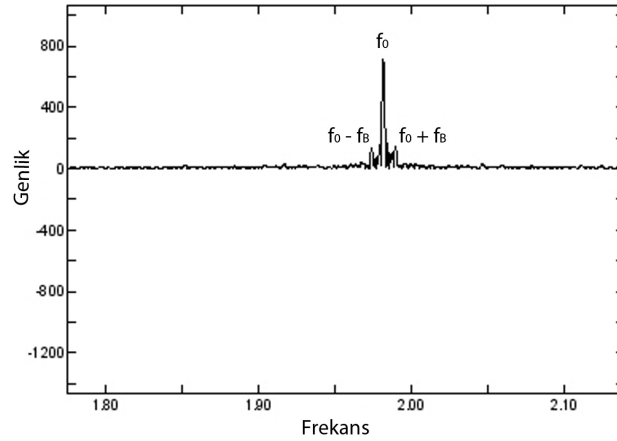
Analizlerde denetleme parametresi olarak sinyal/gürültü (S/N) değerleri dikkate alındı. Bu analiz sonucunda elde edilen frekanslar, tayfsal pencere, peryodogramlar kontrol edilerek teorik ışık eğrileri oluşturuldu. Yeniden ölçeklendirilmiş verilerin frekans analizinde Nyquist frekansını Period04'ün önerdiği 24.4 olarak ve orijinal veriler üzerinden yapıldı. Frekans analizi sonucunda elde edilen tayfsal pencere Şekil-2'de verilmektedir. Şekil-3 ve Şekil-4'te de sırasıyla temel frekans olan f_0 'ın sağ ve sol pikleri ve güç tayfı gösterilmektedir. Tablo 1'de verilen f_B (c/d), KIC 7671081 yıldızının frekans analizi sonucunda elde edilen Blazhko frekansını temsil ederken, $P_{B(1)}$ Blazhko dönemini temsil etmektedir. Ayrıca analizde bulunan f_{B2} (c/d) değerini $P_{B(2)}$ (üçüncü dönem) temsil etmektedir. Temel frekans etrafında kf_0 harmonikleri görülmektedir. Analiz sonucunda elde edilen gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri Şekil-5'te görülmektedir.

Tablo 1. Frekans Analizi sonucunda elde edilen ön bulgular

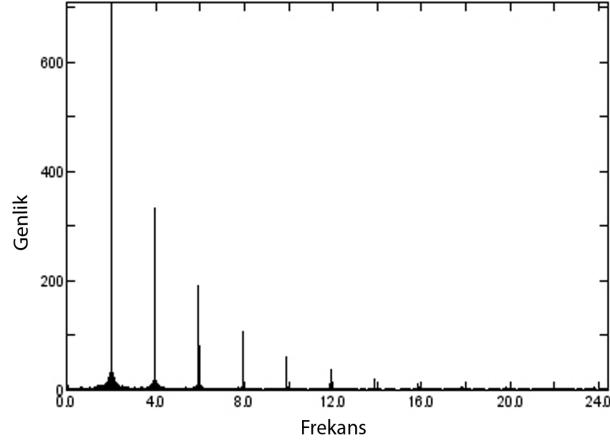
$f[c/d]^{-1}$	Frekans Değeri	S/N	$f[c/d]^{-1}$	Frekans Değeri	S/N
f_0	1.981737	196.8153	$5f_0+f_B$	9.917002	85.0619
$2f_0$	3.963468	680.9809	$2f_0-f_B$	3.956604	68.90595
$3f_0$	5.94519	415.0762	$6f_0$	11.89051	81.94652
f_0+f_B	1.990042	8823.997	$3f_0-f_B$	5.93905	129.1543
$4f_0$	7.926956	243.9475	$6f_0+f_B$	11.89871	57.31111
f_0-f_B	1.973849	202.0961	f_{B2}	0.003115	47.57002
$2f_0+f_B$	3.971609	170.273	$4f_0-f_B$	7.919834	32647.78
$3f_0+f_B$	5.953561	153.666	$7f_0$	13.87229	44.11076
$5f_0$	9.90872	135.1919	f_B	0.008087	30.30244
$4f_0+f_B$	7.935302	120.0149	$5f_0-f_B$	9.901556	2365.125



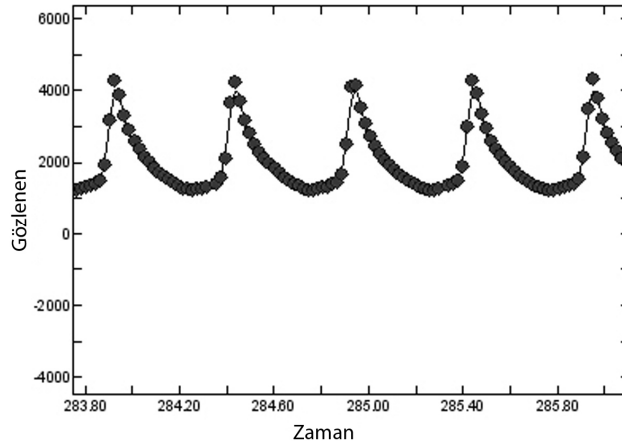
Şekil-2. Frekans analizi sonucunda elde edilen tayfsal pencere



Şekil-3. Frekans analizi sonucunda elde edilen f_0 frekansının sağ ve sol pikleri



Şekil-4. Frekans analizi sonucunda elde edilen güç tayfi



Şekil-5. KIC 7671081 yıldızının belirli bir aralıktaki gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri

4. Frekans Analizi Sonuçları

Q1-Q7 sezonları birleştirilen KIC 7671081 yıldızının frekans analizinde 45 frekansa kadar gidildi. Bu frekanslar arasından 20 tanesi anlamlı sonuç vermektedir. Analiz sonucunda elde edilen ön bulgulara göre hem f_0 temel frekansı ve temel frekansın sağ ve sol pikleri hem de temel frekans etrafında kf_0 harmonikleri bulunmuştur. Buna bağlı olarak ikincil dönem yani Blazhko dönemi $P_{B(1)}=125$ gün ve $P_{B(2)} = 321.02$ gün olarak bulundu. Elde edilen bu ilk sonuçlar, daha sonra takip eden sezon verileri kullanılarak daha sağlıklı değerlere dönüştürülecektir.

5. Kaynaklar

Çelik, L., Ekmekçi, F., Nemeç, J., Kolenberg, K., Benkő, J.M., Szabó, R., Kurtz, D.W., Kinemuchi, K., Şenavcı, H.V., “ How to Correctly Stitch Together Kepler Data of a Blazhko Star”, 2012, arXiv1202.3607C.

Benkő, J.M., Kolenberg, K., Szabó, R., Kurtz, D.W. et al. 2010, “Flavours of variability: 29 RR Lyrae stars observed with *Kepler*”. MNRAS, Volume 409, Issue 4, pp. 1585-1593.

Lenz, P. and Breger, M., 2005, Comm. in Asteroseismology, Vol. 146.

Romano, G., 1972, “New Variable Stars in Lyra”. IBVS, Number 645.