

# POLİTROPİK YAKIN ÇİFT YILDIZ BİLEŞENLERİNDE AKUSTİK DALGA YAYILIMI

Burak ULAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 35100 Bornova, İzmir  
bulash@gmail.com

**Özet:** Bu çalışmada farklı geometrik yapılar sahip çift yıldız dizgelerinde dönme ve çekimsel etki ile bozulmuş bileşenlerin merkezine yakın bölgesinde oluşan bir akustik dalganın yüzeye doğru yayılımı incelenmiştir. Araştırma politropik yıldız modeli kullanılarak yapılmış, Chandrasekhar (1933) tarafından verilen politrop eşitlikleri farklı koşullar için düzenlenmiştir. Her konfigürasyon için yayılımı temsil edebilecek nicelikler farklı derinliklere göre haritalanmış ve yüzeydeki değişim gösterilmiştir. Kütle oranı, konum ve yarıçapın akustik dalga yayılımına etkisi irdelenmiş ve ilişkiler özetlenmiştir. Sonuçlar artan kütle oranı ve yarıçapın etkisi belirginleştirdiğini ortaya çıkarmıştır.

## 1. Giriş

Dönme ve çekimsel etkilerin yıldız parametrelerine etkisi önceden beri incelenmektedir. Yakın çift yıldız bileşenlerinde bu etkiler çeşitli gözlemsel sonuçlarla kendini gösterir. Çift yıldızlarda bu etkiler nedeniyle meydana gelen bozulmanın zonklama dönemine etkisi de çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmıştır (Mohan ve Singh 1982, Willems ve Aerts 2002, Harmanec ve Aerts 2004, Ulaş ve Demircan 2007, Ulaş ve Demircan 2008, Ulaş 2012). Politropik yıldız modellerinde dönme ve çekim etkileri ise ilk kez Chandrasekhar (1933) tarafından ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur. Chandrasekhar çift yıldız bileşenleri için yazılabilecek politrop denkleminin dönme ve çekim etkilerinin toplamı olduğunu ortaya koymuş ve bu denklemi boyutsuz parametreler cinsinden vermiştir.

Bu çalışmada yıldızın merkezine yakın bir bölgede yaratılan akustik bir dalganın yüzeye ulaşana kadar geçireceği değişim özetlenmiştir. Bir sonraki bölümde temel denklemlere değinilecek, son bölümde ise sonuçlar çizilen grafikler yardımıyla irdelenecektir.

## 2. Hesaplamalar

Bir çift yıldız bileşenin politropik modele göre yoğunluk dağılımını belirleyen fonksiyon Chandrasekhar (1933) tarafından verilmiştir:

$$\Theta = \vartheta + \nu \left[ \psi_0(\zeta) - \frac{5}{6} \frac{\zeta_1^2 P_2(\cos \theta) \psi_2(\zeta)}{3\psi_2(\zeta_1) + \zeta_1 \psi_2'(\zeta_1)} + \sum_{j=2}^4 \left( j + \frac{1}{2} \right) \frac{M'}{M + M'} \nu^{j-2} \frac{\zeta_1^2 P_j(\sin \theta \cos \phi) \psi_j(\zeta)}{(j+1)\psi_j(\zeta_1) + \zeta_1 \psi_j'(\zeta_1)} \right] \quad (1)$$

Buradaki önemli niceliklerden  $\Theta$ ,  $\vartheta$ ,  $\zeta$ ,  $\psi$  ve  $\nu$  sırasıyla gelgit ve dönme etkisiyle bozulmuş yıldız temsil eden politrop, bozulmamış bir yıldız için politrop, merkezden olan boyutsuz uzaklık, radyal fonksiyon ve bozulmamış yıldız için yarıçapın bileşenler arası uzaklığa oranıdır. Böylesi bir bileşende, merkeze yakın bir bölgede oluşturulacak

kuramsal bir akustik dalğanın hız dağılımını bulabiliriz. Hızı veren bağıntı aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$c^2 = \frac{\partial P}{\partial \rho} \quad (2)$$

Öte yandan,  $n$  politropik indeks,  $\gamma=1+1/n$  olmak üzere politropik gaz için basıncın yoğunluğa bağılılığı şu şekilde yazılabilir:

$$P = K\rho^\gamma. \quad (3)$$

Politropik model yaklaşımında yoğunluğun (1)'deki politropa bağılılığı şeklinde verilir. Bu bağıntı (2)'de yerine konulduğunda hız politrop cinsinden elde edilebilir ve böylece verilen herhangi bir model için her derinlik ve yüzey değerinde politrop bulunarak hızın değeri hesaplanabilir. Buna göre

$$c = \left( K\gamma\lambda^{\frac{1}{n}}\Theta \right)^{1/2}$$

Bu eşitlikte  $\Gamma = \frac{c}{\sqrt{K\gamma\lambda^{1/n}}}$  değişken değiştirmesi yaparak  $\Gamma = \Theta^{1/2}$  bağıntısını elde

ederiz ki bu da bize, verilen bir çift yıldız modeli ve politropik indeks için akustik dalğanın hızını merkez yoğunluğundan bağımsız olarak temsil edebilen  $\Gamma$  niceliğini, sadece politropu hesaplayarak elde etme imkanı sunar. Şekil 1'de farklı kütle oranlarına sahip dizgelerde bulunan farklı yarıçaplara sahip bozulmuş çift yıldız bileşenleri için  $\Gamma$ 'nın yüzeyde alacağı değerler görülmektedir.

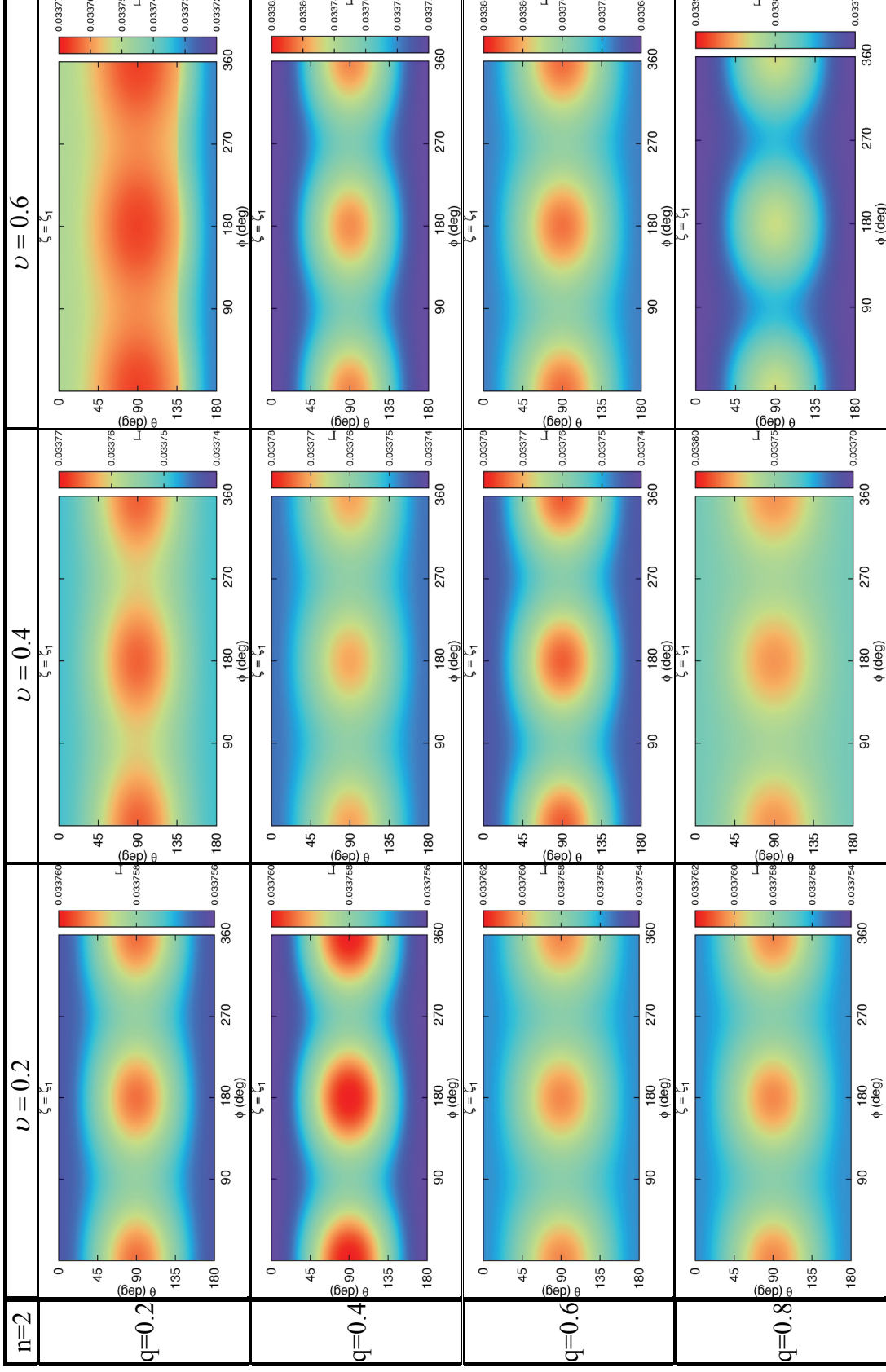
### 3. Sonuçlar

Çalışmada politropik modelle temsil edilen, gelgit ve dönme etkisiyle bozulmuş çift yıldız bileşenlerinde bozulmanın yarıçap ve yüzey boyunca akustik dalga hızına etkisi incelenmiştir. Hesaplamalar merkezden yüzeye gidildikçe artan kütle oranı ve yarıçap ile birlikte etkinin daha belirgin olduğunu göstermiştir. Sözü geçen etki, astrofizikte, akustik dalga ile temsil edilebilen yıldız zonklamalarına uygulanması açısından önem taşımaktadır.

Bu posterin detaylı bir kopyasına <https://sites.google.com/site/bulash/uak12p> adresinden ulaşılabilir.

### 4. Kaynaklar

- Chandrasekhar, S., 1933, MNRAS, 93, 462  
Harmanec, P., Aerts, C., 2004, ASPC, 318, 325  
Mohan, C., Singh, V. P., 1982, Ap&SS, 85, 83  
Ulaş, B., Demircan, O., 2007, IAUS, 240, 459  
Ulaş, B., Demircan, O., 2008, RoAJ, 18, 87  
Ulaş, B., 2012, AN, baskıda...  
Willems, B., Aerts, C., 2002, A&A, 384, 441



Şekil 1. Akustik dalga hızını temsil eden  $\Gamma$  parametresinin bozulmuş bir yıldızın yüzeyi boyunca polotropik indis  $n=2$  için değişimi.  $\zeta$  boyutsuz uzaklığı,  $\theta$  ve  $\Phi$  ise kutupsal koordinat sisteminin iki kon sayısını temsil etmektedir. Renk ölçeklendirmesi her bir grafiğin sağ yanında verilmiştir.

