

## Eksen Basıklığının Gezegen Göçüne Etkisi

Melis Yardımcı<sup>1\*</sup>, Ebru Devlen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir, Türkiye.

**Özet:** Sıcak Jüpiterler olarak adlandırılan kısa dönemli dev gezegenler aracılığıyla gezegen oluşumunun ve küçük yörüngelere doğru olan göçün eş zamanlı olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Gezegen ve onu çevreleyen gaz-disk etkileşiminden ötürü, gezegenler üzerine uygulanan torklar gezegenin içe doğru hareket etmesine, yani göçe neden olmaktadır. Bununla birlikte, manyetik alanın varlığında ortaya çıkan torklar gezegenin içe göçünü engelleyebilirler. Bu çalışmada, manyetik alan varlığında eliptik yörüngeye sahip gezegenler üzerine uygulanan Lindblad ve manyetik torklar hesaplanarak, bu torkların gezegen göçü üzerindeki etkisinin incelenmesi hedeflenmektedir.

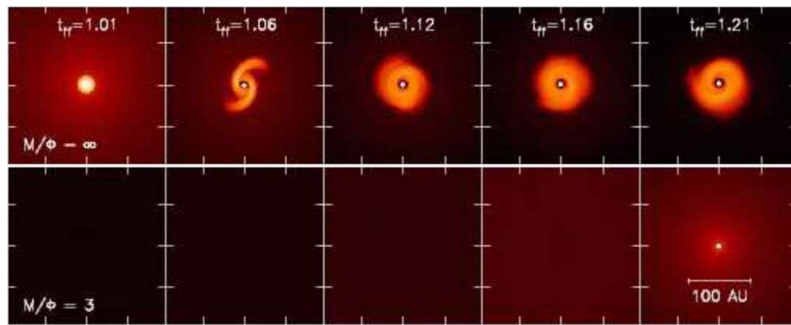
**Anahtar Kelimeler:** gezegen göçü, Lindblad ve manyetik torklar, sıcak Jüpiterler

**Abstract:** It is believed that planets migration to small orbits and their formation occur simultaneously via giant planets with short period known as hot Jupiters. Because the planets and their surrounded gas-disc interaction, torques applied on the planets cause that the planets move towards inner part of the formation disk, i.e. occur migration. On the other hands, the torques arose by the magnetic field can resist their migration to inner part of the disc. In this study, whereas it is calculated Lindblad and magnetic torques applied on the planets with elliptical orbits in the magnetic field and it is aimed understand how do these torques interact their migration.

**Key Words:** planet migration, Lindblad and magnetical torques, hot Jupiters

### 1. Giriş

Disk içindeki bir gezegen Lindblad ve eşdönme rezonansına sahip yoğunluk dalgaları oluşturur ve ortaya çıkan dalgaların etkileşimi ile gezegene bir tork uygulanır. Gezegen yörüngesi içinde yer alan Lindblad torkları negatif tork uygularken, dıştakiler pozitif tork uygular. Sonuç olarak net tork gezegenin radial yönde göçüne neden olacaktır. Korycansky & Pollack (1993) tarafından gezegene uygulanan net torkun çoğu gezegen oluşum diskinde negatif olduğu bulunmuştur. Manyetik alan varlığında ise gezegenin iç yörüngelere olan göç hareketi durabilir hatta tersine dönebilir. Böylece manyetik rezonanslar da Lindblad rezonansları gibi torka katkıda bulunurlar. Terquem (2003) tarafından yapılan çalışmada manyetik rezonansların gezegene daha yakın bölgede yer aldığı ve manyetik alan yeterli ise diğer rezonanslara baskın geldiği gösterilmiştir. İlkel gezegenler ve gezegenimsi yapıların yörünge basıklığı ( $e$ ) ve eğikliği ( $i$ ), disk-gezegen etkileşiminde önemli rol oynamaktadır. Bu parametreler gezegenler arasındaki çekim etkisi nedeniyle artabildikleri gibi, Mars benzeri ve daha büyük kütleli ilkel gezegenlerde gaz sürüklenmesi ile sönmülenebilir. Bununla birlikte Bitsch & Kley (2011), izotermal disk yaklaşımında küçük kütleli gezegenlerde basıklığın içe göçü yavaşlattığını ifade etmektedir.



Şekil 1. Manyetik alan yokluğunda (üstteki) ve varlığında (alttaki) gezegen disk oluşumu (Price & Bate, 2007).

\*Sorumlu Yazar E-Posta: melisyardimci@gmail.com



## 2. Yöntem

Çözümlerde silindirik koordinat sistemi dikkate alınmıştır. Merkezi cisim etrafında dönen eksen simetrik bir disk ve manyetik alanın sadece toroidal bileşeni  $(0, B(r, z), 0)$  düşünülmüştür. Kullanılan MHD denklemleri aşağıda verilmektedir:

$$\rho \left[ \frac{d\mathbf{v}}{dt} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} \right] = -\nabla P + \mathbf{F} - \rho \nabla \psi$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$$

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \nabla \times (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

$$\text{ve } F = \frac{1}{\mu_0} (\nabla \times \mathbf{B}) \times \mathbf{B}.$$

Hareket denklemindeki çekim potansiyeli,

$$\psi = -\frac{GM_p}{(r^2 + \varepsilon^2)^{1/2}}$$

olarak yazılırken denklem içindeki  $\varepsilon$ , basıklık terimini içermektedir. MHD denklemlerine tedirginlik analizi uygulayarak çözümler elde edilecektir.

## 3. Tartışma ve Sonuç

-Giriş bölümünde de gördüğümüz gibi manyetik alan ve basıklık etkisinin olmadığı durumda gezegen hızla içe göç etmektedir. Bu çalışmadan beklenen sonuç ise, bu iki terim göz önüne alındığında içe göçü yavaşlatacak net torkun artmasıdır.

## 4. Kaynaklar

- Bitsch, B. and Kley, W., 2011, A&A, 530, A41p.  
Korycansky, D. G. and Pollack, J. B., 1993, Icarus, 201,150p.  
Terquem, C., 2003, MNRAS, 341, 1157p.  
Price, D. J. and Bate, M. R., 2007, arXiv, 0705.1096v2.