

Işınımsal Olarak Etkin Olmayan Toplanma Akışlarında Gyrovizkoz Manyetik Dönme Kararsızlığı

Melis Yardımcı^{1*}, Ebru Devlen¹

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100-Bornova, İZMİR

Özet

Bu çalışmada ışınımsal olarak etkin olmayan toplanma akışlarının kararsızlık özellikleri çalışılmıştır. MHD denklemlerinde stres tensörü içindeki viskozite katsayılarının basınç değişimleri dikkate alınarak lineer tedirginlik analizi yapılmıştır. Elde edilen imajiner katsayılı beşinci derece denklem olan dağılma bağıntısının çözümleri yapılmıştır. İki kararsız dalga modunun küçük tıns açılarında tüm dalgasayıları için kararsız olduğu bulunmuştur. Büyük tıns açılarında ise yine iki modun kararsız olduğu, ancak bu modların büyüme oranlarının oldukça büyük olmasına karşın küçük dalgasayılarında ortaya çıktığı bulunmuştur.

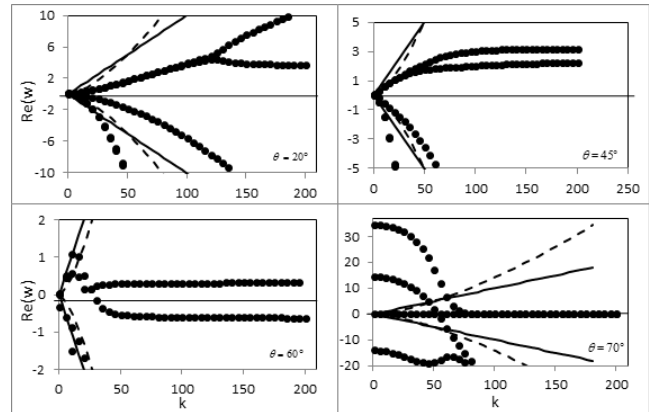
Anahtar Kelimeler: accretion, accretion discs, Sıkı Nesnelar

1 Giriş

Sıkı cisimlerden gözlenen yüksek ışıtmaların nedeni toplanan maddenin çekimsel bağlanma enerjisinin ışınımına dönüşümü olarak düşünülmektedir. Ancak bazı sistemlerden alınan ışıtmaların beklenenden daha düşük olduğu durumlar da söz konusudur. Bu tür kaynaklara örnek olarak düşük ışıtmalı etkin gökada çekirdekleri (Active Galactic Nuclei: AGN'ler), sakin durumda X-ışın çiftleri verilebilir. Bu, sözü edilen sistemlerin düşük ışınım etkinliğine ve/veya düşük toplanma oranlarına sahip olduğunu ve toplanan gazın bağlanma enerjisinin çoğunun ısı olarak tutulduğunu gösterir. Literatürde bu tür akışlara ışınımsal olarak etkin olmayan toplanma akışları (Radiatively Inefficient Accretion Flows: RIAFs) adı verilmektedir.

Karadelik toplanmalarına ilişkin gözlemlerden, gökadamızın merkezinde bulunan Sagittarius A*'nın gözlemleri RIAF'ları işaret etmektedir. Bu gözlemler alınan ışıtmaların beklenen Eddington ışıtmısından yaklaşık olarak 10^5 kat daha küçük olduğunu göstermiştir. Chandra gözlemleri de bu akışların kuvvetli olasılıkla çarpışmasız veya çok düşük çarpışmalı seyreltik plazma içerdiğini göstermiştir (Quataert 2003). Bilindiği gibi toplanma disklerinde kütle toplanmasının olabilmesi için maddenin açıl momentumunu kaybetmesi gerekmektedir. Bu nedenle disklerde açıl momentum dışarıya doğru taşınmalıdır. Ancak RIAF'lar söz konusu olduğunda taşınanın sadece açıl momentum olması yetmez bunun yanında ısı da dışarıya doğru taşınmalıdır. Bu ısı taşınımı, maddenin karadelik üzerine akış oranını azaltabilir. Bu taşınımın nedeni ise kararsızlıktır.

Bu tür akışlar için yapılan ADAF (Advection-Dominated Accretion Flow) ve Bondi modelleri gözlemlerle uyumadığından ötürü RIAF'lara ilişkin yeni modellere ihtiyaç duyulmaktadır (Yuan vd., 2003). Bu nedenle, Gyrovizkoz Manyetik Dönme Kararsızlığının (Gyrovizkoz Magnetorotational Instability: GvMRI) RIAF'lardaki toplanmayı tanımlayabileceğini düşünmekteyiz. Daha önceki çalışmalarda bu kararsızlığın, seyreltik plazma içeren sistemlerde diğer kararsızlıklara göre çok daha kuvvetli olduğu gösterilmiştir (Devlen 2011, Devlen ve Pekünlü 2010).



Şekil 1. Dalga modları frekanslarının reel kısımlarının dalgasayıyla değişimi.

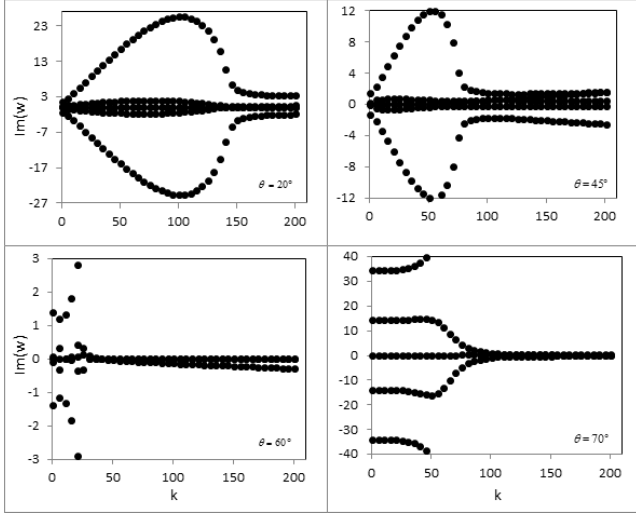
2 Yöntem ve Sonuç

Bu çalışmada kararsızlığı tanımladığımız MHD denklemlerinde, stres tensörü içindeki viskozite katsayılarının basınç değişimleri dikkate alınmıştır. Devlen (2011) çalışmasında ise stres tensöründeki bu viskozite katsayıları sabit alınmıştır. Silindirik koordinat sisteminde diferansiyel bir disk varsayımı altında uzay-zaman değişimi $exp(ikz + wt)$ olarak seçilmiştir. Tedirginlik analizi uygulanarak dalgaların dağılma bağıntısı elde edilmiştir. Dağılma bağıntısı bir önceki çalışmadan farklı olarak imajiner katsayılı beşinci dereceden bir denklem şeklinde bulunmuştur. Bu nedenle yeni bir Fortran kodu yazılarak dağılma bağıntısının çözümleri elde edilmiştir.

Çözümlerin sonucunda ortaya çıkan dalga modlarının frekansa karşı dalgasayıları grafikleri aşağıda verilmiştir:

Şekil 1'deki düz çizgiler kayma (drift) dalgasını, kesikli çizgiler Alfvén dalgasını ve noktalar ise bu çalışmada elde edilmiş olan dalga modlarını göstermektedir. Grafikler farklı θ değerleri verilerek çizilmiştir. Buradaki θ değeri, manyetik alan vektörü ile ϕ eksenindeki açıyı temsil eder ($\theta = \tan^{-1}(B_z/B_\phi)$). Seçilen uzaya göre frekansın pozitif değerleri, kararsızlığın büyüme oranını vermektedir. Grafiklerde de görüldüğü gibi kararsız olan iki mod vardır. İlk üç grafikte (θ değeri 20° , 45°

* melisyardimci@gmail.com



Şekil 2. Dalga modları frekanslarının imajiner kısımlarının dalga-sayısıyla değişimi.

ve 60° olanlar) tüm dalgasayılarında kararsızlığın bulunduğu görülmektedir. Ayrıca yine bu grafiklerde açı arttıkça büyüme oranlarının azaldığı görülmektedir. Ancak $\theta = 70^\circ$ için, büyüme oranının arttığını ve kararsızlığın ise daha çok küçük dalgasayılarına sıkıştığı görülmektedir. Büyük açılarda görülen bu değişimin fiziksel nedeni nedir sorusu araştırılmalıdır.

Frekansların imajiner kısımlarına karşın dalgasayıları grafikleri Şekil 2'de verilmiştir. Reel dalga modlarında olduğu gibi, imajiner genliklerde de benzer durumlar söz konusudur.

Bu grafikler belli Mach sayıları için (disklerde beklenen değerler için) çizilmiştir. Özellikle ışınımsal olarak etkin olmayan toplanma akışlarının gözlemsel sonuçlarından gelen değerler kullanılarak Mach sayılarının hesabının yeniden yapılması gereklidir. Bu hesaplar yapılarak yeni çözümler ve yorumlar elde etmeye devam edilecektir.

Kaynaklar

- Devlen, E.: 2011, The Astrophysical Journal, **731**, 104
 Devlen, E. and Pekünlü E. R. 2010, Monthly Notices of Royal Astronomical Society, **404**, 830
 Quataert, E.: 2003, Astron. Nachr., **324**, 435
 Yuan, F., Quataert, E., Narayan, R.: 2003, The Astrophysical Journal, **598**, 301

Erişim:

043-1540: [UAK-2015 Program](#) --- [UAK Bildiri](#) --- [Turkish J.A&A](#).