

ÖZET

DÖNEN KARADELİKLER ETRAFINDAKİ YIĞILMA DİSKLERİNİN VE OLUŞAN ŞOK KONİLERİNİN MODELLENMESİ

YILDIRAN, Deniz Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Refik KAYALI

Bu çalışmada dönen ve dönmeyen karadelikler etrafındaki rölativistik disklerin sayısal modellemesi Genel Rölativistik Hidrodinamik Denklemleri Kerr-Schild koordinatlarda çözümlenmiştir. Karadeliğe yakın bölgelerde karadelik disk etkileşmesinin sonucu olarak yüksek enerjili X ışınları üretildiğinden bu tür etkileşmeler rölativistik bölgede modellenmiştir.

İki farklı başlangıç durumu için dönen karadelikler etrafındaki disklerin durumları ele alınmıştır. İlk olarak hesaplama bölgesi sabit disk parametreleri kullanılarak tanımlanmış ve gazın bu bölgeye akması engellenmiştir. İkinci olarak hesaplama bölgesi madde ile doldurulurken aynı zamanda maddenin dış sınırdan içeri akması sağlanmıştır. Bu durumda akan maddenin karadelikten uzak noktalarda durgun olduğu kabul edilmiştir. Her iki durumda, karadeliğin açısal momentumu, adyabatik indeks Mach sayısı ve gazın asimptotik hızı gibi değişkenler göz önüne alınarak geniş bir parametre aralığında modelleme yapılmıştır. Tanımlanan modelin ve onun başlangıç şartlarının diskin tipini, oluşan şok dalgasını ve disk üzerinde oluşan olayları belirlemede önemli rol oynadığı bulunmuştur. Dış sınırdan sürekli gönderilen gazın diskin kararlı duruma ulaşmasına ve kuyruk şoklarının oluşmasına neden olmuştur. Oluşan şokun açılma açısının karadeliğin spini büyük olduğu zaman büyük olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda daha az sıkıştırılabilir gazın (büyük adyabatik indeks) kullanılması durumunda, daha büyük açılma açısı, küresel şok dalgası ve daha az gazın hesaplama bölgesinde birikmesine neden olur. Font (1999)'daki sonuçlar dönen karadelikler etrafında bükülmüş şok dalgaları gösterirken, bizim çalışmamız hem bükülmüş şok dalgalarının oluştuğunu hem de küresel ve eliptik şok dalgalarının oluştuğunu göstermiştir. Dönmeyen karadeliklerin tersine azda olsa dönen karadelikler etrafındaki şok dalgası bükülmüştür. Maddenin dışarıdan hesaplama alanına gönderilmeksizin hesaplama bölgesinin doldurulduğu durumdaki disk, belli aralıklarla kararlı duruma ulaşmış olsa da kararsız bir yapı oluşturduğu görülmüştür. Belli aralıklarla oluşan kararlı durumlar quasi periyodik salınımlara neden olabilir. Fakat bu süreç boyunca diskin sürekli kütle kaybettiği görülmüştür. Bu tür zamanla değişen kütle birikimleri Sgr A* karadeliği etrafındaki quasi periyodik salınımların nedenlerini açıklayabilir.

Anahtar sözcükler: Yığılma diski – Kerr karadeliği – rölativistik hidrodinamik– sayısal hesaplama – şok dalgası.

ABSTRACT

MODELING OF ACCRETION DISK AND SHOCK CONES AROUND THE ROTATING BLACK HOLE

YILDIRAN, Deniz Niğde University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Physics

Supervisor: Prof. Dr. Refik KAYALI

In this study, we have performed the numerical simulation of a relativistic thin accretion disk around the non-rotating and rapidly rotating black holes using the General Relativistic Hydrodynamic Code with Kerr in Kerr-Schild coordinate. Since the high energy X – rays are produced close to the event horizon resulting in the black hole-disk interaction, this interaction should be modeled in the relativistic region.

We have set up two different initial conditions depending on the values of disk variables around the black hole. In the first setup, the computational domain is filled with constant parameters without injecting gas from the outer boundary. The second one is that the computational domain is filled with the matter and then the matter is injected from the outer boundary. The matter is assumed to be at rest far from the black hole. Both cases are modeled over a wide range of initial parameters such as the black hole angular momentum, adiabatic index, Mach number and asymptotic velocity of the fluid. It has been found that initial values and setups play an important role in determining the types of the shock waves and in designating the events on the accretion disk. The continuing injection from the outer boundary presents the steady state accretion disk with a tail shock. The shock opening angle grows as long as the rotation parameter becomes larger. A more compressible fluid (bigger adiabatic index) also presents a bigger opening angle, spherical shock around the rotating black hole, and less accumulated gas in the computational domain. While results from Font (1999) indicate that the tail shock is warped around the rotating hole, our study shows not only warped tail shock but also spherical and elliptical

shocks around the rotating black hole. Contrary to the non-rotating black hole, the tail shock is warped around the rotating black hole. The filled computational domain without any injection leads to an unstable accretion disk however much it reaches to a steady state for a short period of time and makes Quasi-Periodic Oscillation(QPO). Furthermore, the disk tends to loose mass during the whole dynamical evolution. The time variability of these types of accretion flow close to the black hole may clarify the light curves in SgrA*.

Key words: Accretion disk – Kerr black hole – relativistic hydrodynamics – numerical simulation – shock wave .