

DÖNMENİN YILDIZLARIN YÜZEY ŞARTLARINA ETKİLERİ

Rikkat Çelikel, Dilhan Eryurt—Ezer

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, ANKARA

ÖZET : Dönmenin yıldızların evrim hesaplarına etkileri ile ilgili çalışmalar son yıllarda oldukça yoğunlaşmıştır. Yıldız yapı denklemlerine göre dönmenin etkisi araştırmacılar tarafından değişik şekillerde formüle edilmiştir.

Biz çalışmalarımızda Endal ve Sofia (1976) nın methodunu esas alarak dönmenin evrim hesaplarına etkilerini incelemek istedik. Bu methodun anafikri potansiyel hesaplarından giderek eş potansiyel alanlarında ortalama etkin çekimi hesaplamak ve problemi ortalama etkin çekim ile formüleştirmektir.

Bu çalışmada ise yıldızlarda yapı denklemlerini çözebilmek için gerekli olan yüzey şartlarında dönmenin etkilerini inceledik. İlk sonuçlar olarak kütlesi 1,3,5,7,9 güneş kütlesi olan yıldızlarda, küresel çözümlerden elde edilen parlaklığı kullanarak, etkin yüzey sıcaklığı hesaplandı. Açısal hız olarak 10^{-5} ve 10^{-4} rad/sec alındı.

Yıldızların evrimleri ile ilgili çalışmaların oldukça eskiye dayanmasına ve küresel yıldız modellerinde son 30 yıldır büyük gelişmeler elde edilmesine rağmen dönmenin evrimdeki etkilerini konu alan çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır.

Dönmenin evrim hesaplarına etkilerini konu alan çalışmaları formülasyon bakımından üç grupta toplayabiliriz. Birinci gruba örnek olarak Roxburg, Griffith ve Suet 1965; Faulkner, Roxburg and Stritmaler 1968; Sackman ve Anad 1970, Jackson 1970 çalışmalarını verebiliriz. Bu methodda anafikir evrim denklemlerinde küresel yaklaşımın kaldırılması ile meydana gelecek düzeltmeleri iki ayrı bölgede incelemektir. Bu bölgeler, yavaş dönen (bozulmanın az olduğu) merkez ve küresel kabul edilen zarftır. Bu methodla sabit hız dönüm kabulleri için oldukça iyi sonuçlar alınmasına rağmen difransiyel dönme kabullerinde iyi sonuçlar alınamıyor. Diğer grupta problem etkin ortalama çekim ile formüleştiriliyor. Yıldız eş potansiyel alanlarına bölünüyor ve deneme potansiyelinden giderek bu yüzeylerde ortalama çekim hesaplanıyor. Bu grupta çalışanlara Kippenhan ve Thomas 1970, Shu, Lubow ve Anderson 1970, Papaloizou ve Whelan 1973, Endal ve Sofia 1976. Wa—Yuen Law 1981 verebiliriz. İlk çalışmalarda, potansiyel hesaplarında çekim potansiyelinin Küresel simetrik kısmı ve dönme potansiyeli dikkate alınmış, sonra değişik araştırmacılar tarafından potansiyel hesapları hassaslaştırılmıştır. Üçüncü grup olarak aynı problemi değişik geometride formüleştiren çalışmaları alınabilir. Örnek olarak 1981, Peter O. Vanderwoutun çalışmasını verilebilir. Bu çalışmada dönen eliptik kordinat sistemi kullanılmış ve polytrope modellerine uygulanmış.

Bizde çalışmalarımızda dönme kuvvetinin yıldız yapısına etkilerini Endal ve Sofia'nın (1976) formülasyonunu esas alarak incelemek istedik.

TABLO

Dönmenin Degişik Kütlelerdeki Yıldız Etkin Sıcaklığına Etkileri

W(1/sn) (Ağırsal frekans)	1 M _☉	3 M _☉	5 M _☉	7 M _☉	9 M _☉
0	L = 1 L _☉ Te = 5648.8510K S = 0.48227x10 ²³ cm ²	L = 2.002 L _☉ Te = 4847.1702K S = 0.177785x10 ²⁴ cm ²	L = 2.8065 L _☉ Te = 4569.6338K S = 0.316062x10 ²⁴ cm ²	L = 3.3068 L _☉ Te = 4347.5333K S = 0.454537x10 ²⁴ cm ²	L = 3.6977 L _☉ Te = 4169.2284K S = 0.600955x10 ²⁴ cm ²
10 ⁻⁵	Te = 5648.7640K Δ Te = 0.0870K S = 0.482302x10 ²³ cm ² Δ S = .32x10 ¹⁹ cm ²	Te = 4847.9942K Δ Te = 0.1761K S = 0.177811x10 ²⁴ cm ² Δ S = .26x10 ²⁰ cm ²	Te = 4569.3978K Δ Te = 0.2361K S = 0.316127x10 ²⁴ cm ² Δ S = .65x10 ²⁰ cm ²	Te = 4347.2623K Δ Te = 0.2709K S = 0.454650x10 ²⁴ cm ² Δ S = 1.13x10 ²⁰ cm ²	Te = 4168.9147K Δ Te = 0.3137K S = 0.601136x10 ²⁴ cm ² Δ S = 1.81x10 ²⁰ cm ²
10 ⁻⁴	Te = 5640.2006K Δ Te = 8.6504K S = 0.485238x10 ²³ cm ² Δ S = 2.968x10 ²⁰ cm ²	Te = 4830.7830 Δ Te = 17.3872K S = 0.180358x10 ²⁴ cm ² Δ S = 25.73x10 ²⁰ cm ²	Te = 4546.4532 Δ Te = 23.1807K S = 0.322557x10 ²⁴ cm ² Δ S = 64.95x10 ²⁰ cm ²	Te = 4320.4822 Δ Te = 27.0511K S = 0.466028x10 ²⁴ cm ² Δ S = 114.91x10 ²⁰ cm ²	Te = 4138.6826K Δ Te = 30.5458K S = 0.618894x10 ²⁴ cm ² Δ S = 179.39x10 ²⁰ cm ²

$$L_{\odot} = 2.7843 \times 10^{33} \text{ erg/s}, \quad M_{\odot} = 1.985 \times 10^{33} \text{ gr}$$

Te: etkin sıcaklığı

ΔTe: sabit hızla dönen küresel olmayan yıldızlarla küresel alınan yıldızlarda etkin sıcaklık farkını

S: yüzey alanı

ΔS: iki geometride yüzey alan farkını göstermektedir.

Buna göre yapı denklemlerimiz

$$\partial r_{\psi} / \partial M_{\psi} = 1 / 4 \pi r_{\psi}^2 p$$

$$\partial p / \partial M_{\psi} = - G M_{\psi} / 4 \pi r_{\psi}^4 f_p$$

$$\partial L_{\psi} / \partial M_{\psi} = E - \partial E / \partial t - p \partial (1/p) / \partial t$$

$$\partial \cos T / \partial \cos p = 3 \chi / 16 \pi a c G p L_{\psi} / T^4 M_{\psi} f_T / f_p$$

Burada f_T , f_p dönmeden dolayı gelen terimlerdir ve ortalama çekimin fonksiyonudur. Eğer potansiyelimiz ψ ile gösterilir ve $\psi =$ küresel simetrik çekim potansiyeli, küresel çekim potansiyelinde dönmenin etkisi ile bozulma ve dönme potansiyelinin toplamı ise çekim $g = \partial \psi / \partial n$ şeklinde verilebilir. Burada n iki farklı eşpotansiyel yüzey (ψ ve $\psi + d\psi$) arasındaki mesafedir.

Bu çalışmada evrim hesaplarında, dönme problemini inceleyebilmemiz, dört yapı denklemini çözebilmemiz için gerekli olan yüzey şartlarında dönmenin etkilerini inceledik. İlk sonuçlar olarak, küresel modellerden elde edilen parlaklığı kullanarak kütlesi 1,3,5,7,9 güneş kütlesi olan yıldızlarda dönme hızını $10^{-5} - 10^{-4} \text{ sn}^{-1}$ olarak etkin yüzey sıcaklıklarını hesapladık.

KAYNAKLAR

- Endal ve Sofia, 1976, Apj 210, 184–198
Wai–Yuen Law, 1981, Doktora Tezi Yale Üniversitesi.

