



M31 (Andromeda) Galaksisinde Dönme Eğrisi Analiziyle Karanlık Madde Varlığının İncelenmesi

Yakup Han Özer

Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü



Giriş

Spiral galaksilerde yıldızların ve gazın dönme hızlarının galaksi merkezinden uzaklaştıkça Newton mekaniğine göre azalması beklenmektedir. Ancak yapılan gözlemler, dönme hızlarının büyük yarıçaplarda beklenenin aksine yaklaşık sabit kaldığını göstermektedir. Bu durum, galaksilerde gözlemlenemeyen ek bir kütle bileşeninin varlığına işaret etmekte ve **karanlık madde** kavramının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

M31 (Andromeda) Galaksisi, Dünya'ya en yakın büyük sarmal galaksi olması ve ayrıntılı gözlemsel verilerinin bulunması nedeniyle karanlık madde çalışmalarında en sık incelenen gökadalardan biridir. Bu çalışmada M31'in baryonik kütle dağılımı kullanılarak teorik dönme eğrisi hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar gözlemsel dönme eğrisiyle karşılaştırılarak karanlık madde varlığı değerlendirilmiştir.

Amaç

Bu çalışma, baryonik maddenin galaksi dinamiklerini açıklamadaki yeterliliğini değerlendirmeyi ve gözlenen dönme eğrisiyle teorik model arasındaki farkı ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bulge (şişkinlik) Bölgesi

Yaklaşık 5 kpc yarıçapına kadar baskın olan merkezi yıldız bileşenidir.

Disk Bölgesi

Yaklaşık 40–50 kpc'ye kadar uzanan disk bileşeni.



Şekil 1. Çalışmada incelenen M31 (Andromeda) Galaksisi.

Kaynak: NASA, ESA ve Hubble Heritage Team.

Yöntem

Fotometrik Veriler

Geehan et al. (2006) çalışmasından M31'in bulge ve disk yüzey parlaklığı profilleri kullanıldı.

Kütle Hesabı

$$M = L \times \left(\frac{M}{L} \right)$$

$$\left(\frac{M}{L} \right)_{\text{bulge}} = 4.5$$

$$\left(\frac{M}{L} \right)_{\text{disk}} = 3$$

Bulge ve disk ışınlam profillerinden luminosity değerleri elde edilmiş, literatürden alınan M/L oranları kullanarak bileşenlerin kütleleri hesaplanmıştır.

Gaz Kütle Katkısı

Gaz kütlesi, H I gözlemlerinden elde edilen nötr hidrojen kütlesine helyum ve ağır element katkısını hesaba katmak amacıyla 1.4 faktörü uygulanarak hesaplanmıştır.

$$M_{\text{gaz}} = 1.4 \times M_{\text{HI}}$$

Toplam Baryonik Kütle

$$M_{\text{baryon}} = M_{\text{bulge}} + M_{\text{disk}} + M_{\text{gaz}}$$

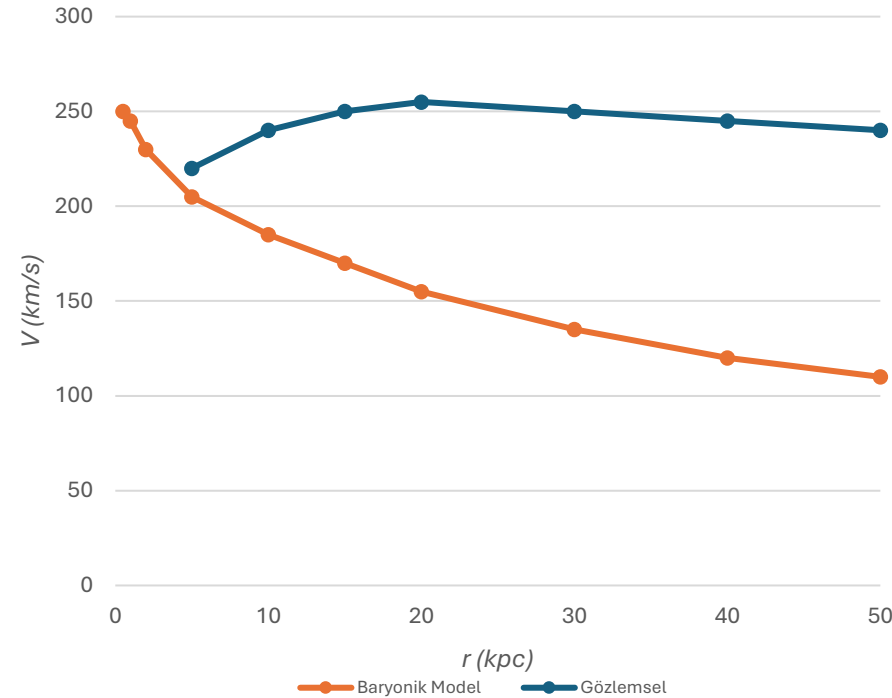
Newton Mekaniği ile Dönme Eğrisi Hesabı

Elde edilen toplam baryonik kütle dağılımı kullanılarak, Newton kütleçekim modeli ile teorik dönme hızları hesaplanmıştır.

$$v = \sqrt{\frac{GM(r)}{r}}$$

Sonuç

M31 Dönme Eğrisi



Şekil 2. Baryonik Model ve Gözlemsel Verilerin Karşılaştırılması

Baryonik madde dağılımı kullanılarak hesaplanan teorik dönme eğrisi, özellikle galaksinin dış bölgelerinde gözlenen dönme hızlarını açıklamakta **yetersiz kalmaktadır**. Buna karşılık gözlemsel dönme hızları büyük yarıçaplarda yaklaşık sabit kalmaya devam etmektedir.

Baryonik model ile gözlemsel veriler arasındaki bu fark, M31 çevresinde yalnızca gözlemlenebilen madde bileşenleriyle açıklanamayan ek bir kütle bileşeninin varlığına işaret etmektedir. Elde edilen sonuçlar, galaksilerin büyük ölçekli dinamiklerini açıklamada kullanılan **Λ CDM** modelindeki **karanlık madde halo bileşeniyle uyumludur**.

Kaynaklar: Geehan et al. (2006), Corbelli et al. (2010), NASA, ESA, Hubble Heritage Team.