

KEDİ GÖZÜ NEBULA UZAKLIĞININ HESAPLANMASI

Selen HALİLAĞAOĞLU¹, Alican KUMBASAR¹, Yeşim TORA¹

Özet

Kedi Gözü Nebulası (NGC 6543) nın analizleri Nebula'nın farklı yıllardaki görüntüleri ile yapıldı. 18 Eylül 1994 – 17 Ağustos 1997 yıllarında Hubble Teleskobu ile ESA/ESO dan alınan Reed et al 1999 tarafından bilgisayar programı ile her iki tarihteki; gözle fark edilemeyecek görüntüleri birbirinden çıkararak kalan fark görüntüdeki E25 elipsi üzerinde ölçüme odaklanarak, BÜYÜTME ve RADYAL UYGUNLUK Metodu kullanarak Nebula'nın uzaklığını ve kinematik yaşını hesaplamak amaçlandı.

Nebulanın Kinematik Yaşı (T) $T=d/\omega$ bağıntısı kullanılarak her iki metod "büyütme" ve "radyal uygunluk" ile bulunan açısal hız ω değerlerine göre yıl birimi ile hesaplandı ve daha önce bulunan sayısal değerlerle karşılaştırıldı, hata farkları ve nedenleri belirlendi. Bulunan değerler:

Büyütme Yöntemi ile; $D=3.01 \times 10^{16}$ km = 977 pc, $T=114.106$ yıl

Radyal Uygunluk metodu ile; $D=922,85$ pc, $T=112.106$ yıl

Abstract

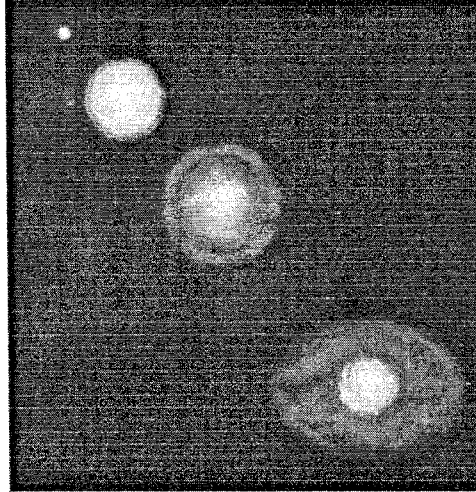
Distance to the CAT'S Eye Nebula

Nebula images are taken from Hubble Telescope- ESA/ESO by Reed et al 1999 between dates of 18 September 1994 – 17 August 1997. Calculations are done in two methods on minor axis of E25 one of them is the Magnification Method ;the image treatment subtracts one image from the other ,the resulting image is called the residual on a computer program and $V_t=16,4\text{km/s}$ $\omega=(F-1)d/t$ are used $D=V_t / \omega$ and as result of the calculations distance is found $D=977\text{pc}$ age is $T=114.106\text{year}$ and the other one is the Radial Fitting Method; the resulting ω 's from careful fitting of radial profiles along the lines in milli-arcseconds/year and distance is found $D=922,85$ pc age is $T=112.106$ year .

1. Giriş

Kedi Gözü Nebulası (NGC 6543) :

Düşük kütleli yıldızlar hayatının son dönemlerinde; yüzeyinde hızlı bir şekilde Hidrojen atomları Helyum atomlarına dönüşme sürecini yaşar. Dış katmanı sonunda uzaya küresel kabuklar şekilde patlar. Fakat sık sık simetrik olmayan şekillerde ölü yıldızın etrafında halkalar meydana gelir. (Şekil 1)



Şekil 1: Düşük kütleli yıldızın hayatının son devreleri

¹ Özel Kültür Fen Lisesi; İncirli Yolbaşı Sok. No: 1, 34147, Bakırköy, İSTANBUL, Telefon : (0212) 570 54 44
Fax : (0212) 583 86 19

Ultraviole ışınları ölü yıldızların merkezinden madde atılımı ile gelir, yüksek ışınlı olarak spektroskopik gezegenimsi nebula'nın yapısını teleskopla görürüz. Gezegenimsi Nebula'nın hayatları astronomik standartlara göre kısadır. Yaşı iyi bilinen gezegenimsi nebulalardan biri de; Kedi Gözü Nebula'sıdır .Sadece binlerce yıl civarındadır ve onlar genellikle 50 bin yıldan fazla değildirler. Bundan sonra , yıldızın iç katmanlarına doğru yavaşça yeni jenerasyon yıldızların oluşumu için ağır elementlerle zenginleşme reaksiyonları başlar..

Güneş düşük kütlede sıradan bir yıldızdır ve hayatının sonu spektroskopik gezegenimsi nebula'ya benzeyecek. Bu evreler oluştuğunda Dünya hayatı buna dayanamayacak fakat bu çevre problemi için daha 5000 milyon yılımız var.

Gezegenimsi nebula'nın uzaklığı: Bu araştırmada kedi gözü nebula'sına olan uzaklığı ölçeceğiz. boyut(çap v.s),kütle ,parlaklık ve yaş gibi fiziksel özellikleri gezegenimsi nebula'nın uzaklığını tam olarak bulmadan çalışmak ve hesaplamak imkansızdır ;gerçekte astronomide genellikle tüm ölçümler bilinen uzaklık hesaplamalarına bağlıdır.

Gezegenimsi nebula'nın uzaklığını ölçmek kolay değildir, buna rağmen bunlar düşük kütleli yıldızlar olarak adlandırılan yıldızlardan meydana gelirler,yıldız olmadan önceki dönemde iç kısımlardaki kütle en fazla on çarpanı kadar değişime uğrar,oluşum aşamasındaki gezegenimsi nebula'nın çok farklı özelliklerini verir.Gezenimsi nebula'lar aynı boyutlarda değildir ve bunlara benzer genellemeler yaparak uzaklıklarını tahmin etmek de mümkün değildir.Bütün bunlara rağmen gözlemler; gezegenimsi nebula'ya uzaklığını belirlemede Kedi Gözü Nebula'sı Uzaklık çalışmasında olduğu gibi olanak sağlıyor..

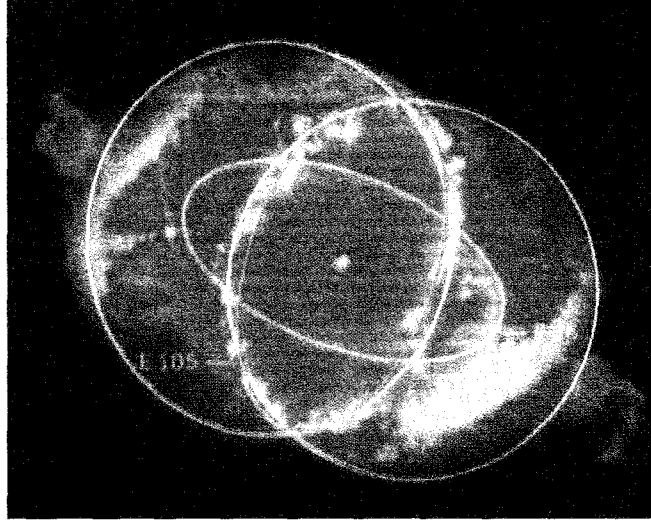
Kedi Gözü Nebula'sı, Gezegenimsi Nebula:

Kedi Gözü Nebula'sı (NGC 6543) yoğunlaşmış Draco'nun içinde bulunuyor ve şimdiye kadar görünen çok kompleks gezegenimsi nebula'dan olan sıkıştırılmış gaz kabuklu yapısı ile Hubble Teleskop'undan alınan verilerle muhteşem bir görüntü veriyor.Yüksek hızlı gazların fışkırmaları nedeniyle halkalar şeklinde bir görüntü elde edilir.Çift yıldız olduğu sanılmaktadır, iç yapı ve yörüngelerinin karmaşıklığı ; gerçekte çift yıldız olduğunu açıklamak için yeterlidir. Nebula'nın merkez bölümünden alınan görüntüler farklı yaşlardadır.

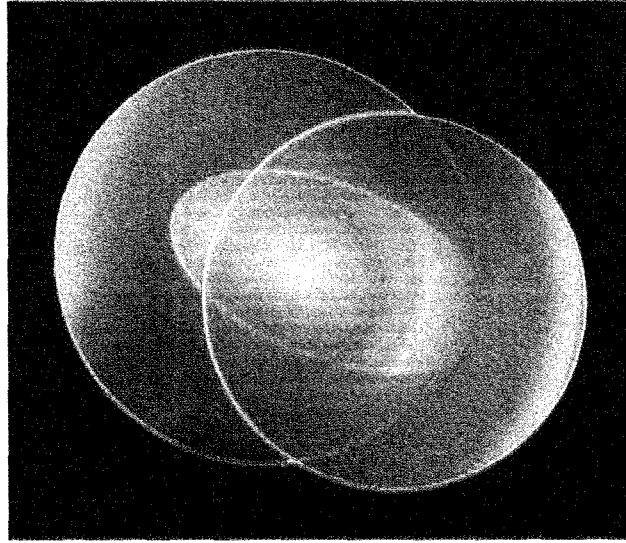
2. Amaç:

Kedi Gözü Nebula'sının analizleri Nebula'nın farklı yıllardaki görüntüleri ile yapıldı.

18 Eylül 1994 – 17 Ağustos 1997 yıllarında Hubble Teleskobu ile ESA/ESO dan alınan Reed et al 1999 tarafından bilgisayar programı ile her iki tarihdeki; gözle fark edilemeyecek görüntüleri birbirinden çıkararak kalan fark görüntüdeki E25 elipsi üzerinde ölçüme odaklanarak, BÜYÜTME ve RADYAL UYGUNLUK Metodu kullanarak Nebula'nın uzaklığını ve kinematik yaşını hesaplamayı hedefledik.. (Şekil 2-3)



Şekil 2: Kedi Gözü Nebulası. İyonize nitrogen (658.4 nm) kırmızı renkte görünür, çift iyonize oksijen (500.7 nm) yeşil görünür. Nötür oksijen (630.0 nm) mavi görünür.



Şekil 3: Sarı renkte işaretlenen içteki elips E25 olarak adlandırılır.

3. Yöntem:

1- Açısal yer değiştirmesini(d); Nebulanın E25 elipsinin yıldız olan en küçük eksen uzaklığını milimetrik grafik kağıdı üzerinde ölçerek ,çevirme faktörü ile arcsaniye birimi olarak alınır.

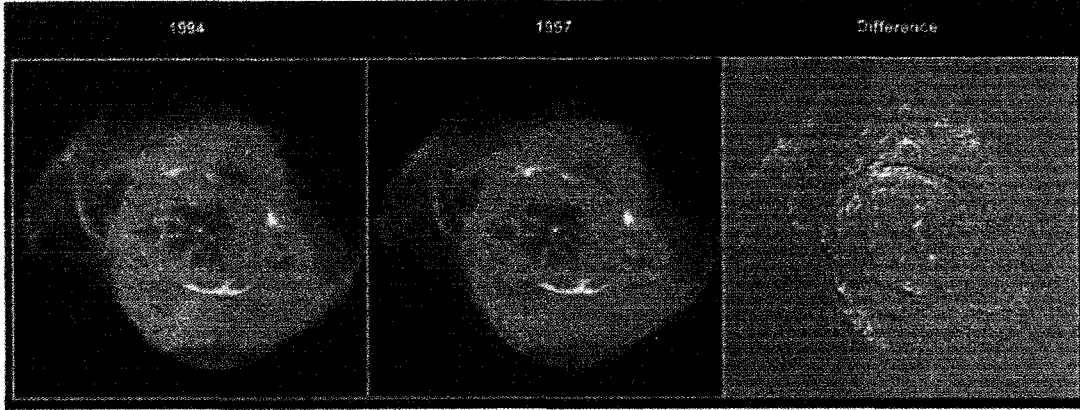
2- Zaman (periyot) t için;gözlem tarihleri 18 Eylül 1994 – 17 Ağustos 1997 geçen süre saniye olarak hesaplanır.

3- Açısal hız(ω) ;açısal yerdeğiştirmenin(d) zamana oranı olarak belirlenir.

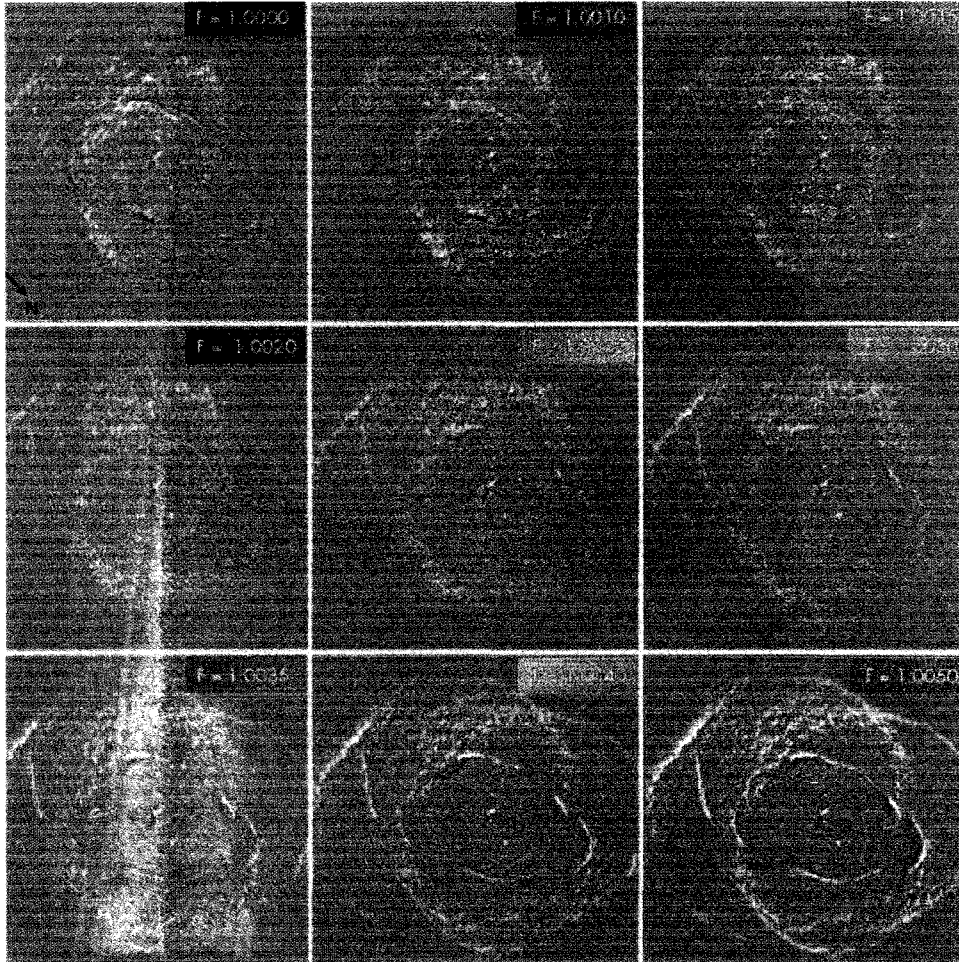
4- Uzaklık için çizgisel hızın(doppler kaçış hızı $V_t=16,4\text{km/s}$ olarak alınır),açısal hıza oranı veren bağıntıyı elde edilir. $D=V_t / \omega$

5- Büyütme Metodu ile;Reed et al.,1999 tarafından 1994 ve 1997 yıllarında alınan nebula görüntülerinin 10000 ile 10050 kadar büyütülmüş dokuz görüntüsünden yararlanarak

E25 elipsin görünmez olduğu iki görüntü arasındaki büyütme faktörünün ortalaması(F) alınır ve buradan $\omega=(F-1)d/t$ açısal hızı hesaplanır. (Şekil 4-5)

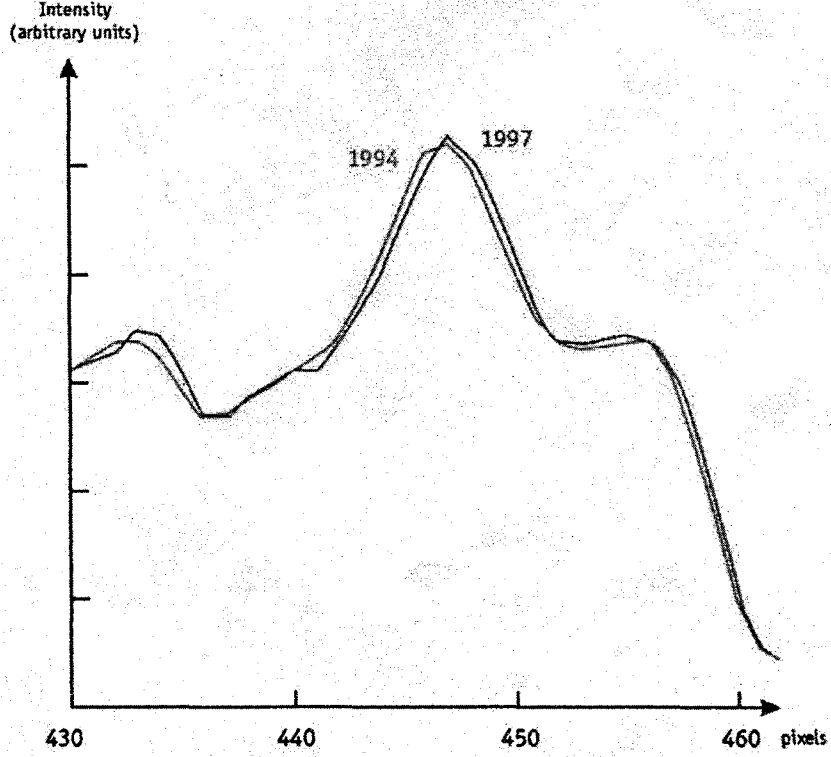


Şekil 4: 1994 ve 1997 özel görüntüleri arasındaki fark ancak kartal - gözü gözlemcisi tarafından elde edilebilir.

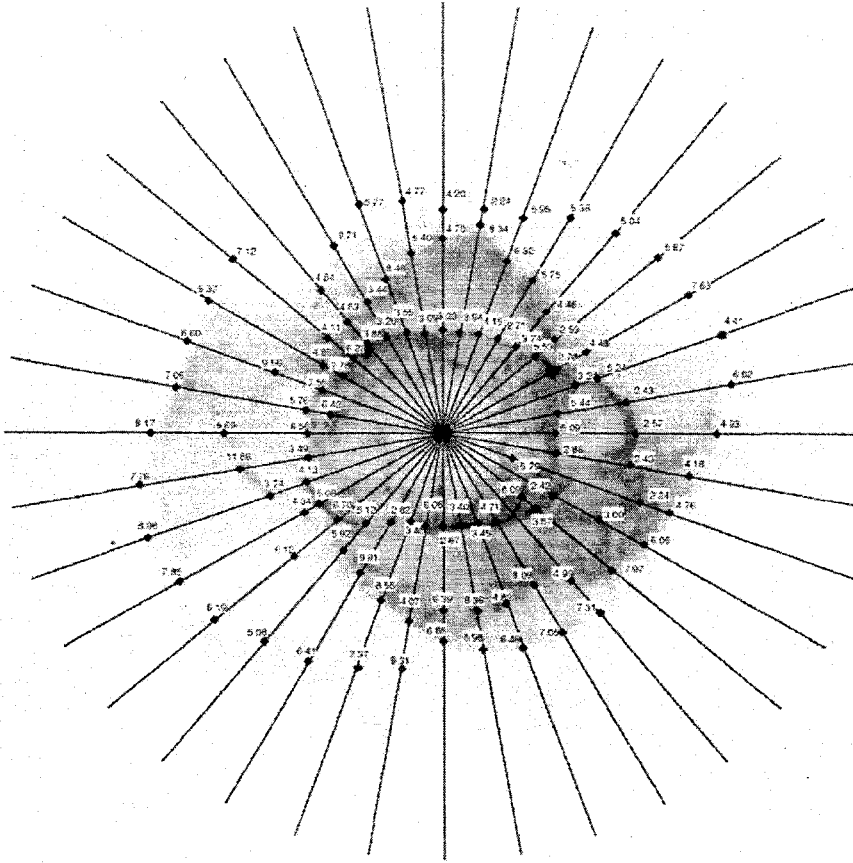


Şekil 5: Reed vd, (1999) tarafından büyütme faktörü F, her görüntü için belirtilmek üzere 1994 ve 1997'de alınanlar için dokuz ayrı görüntü elde edildi [1].

6- Radyan Uygunluk Metodu ile ;Reed et al.,1999 tarafından nebula'nın merkezinden geçen radyal çizgilerinin E25 elipsini üst ve alttan kesen noktalar, açısal hız ω değerlerini miliarcsaniye/yıl olarak alınır sonra gerekli çevirme faktörleri kullanarak radyan /saniye 'ye çevirilir; böylece NEBULA 'nın uzaklığı $D=Vt / \omega$ yine çevirme faktörleri ile parsek birimi ile hesaplanır. (Şekil 6-7)



Şekil 6: 1994 ve 1997'de alınan ışık şiddeti eğrilerinin bir – 12 saatlik çizgileri görülmektedir.



Şekil 7: Reed vd, (1999) tarafından ve radyal uygunluk profili [1].

7- Nebulanın Kinematik Yaşı (T) $T=d/\omega$ bağıntısı kullanılarak her iki metod “büyütme” ve “radyal uygunluk” ile bulunan açısal hız ω değerlerine göre yıl birimi ile hesaplanır ve daha önce bulunan sayısal değerlerle karşılaştırılır, hata farkları ve nedenleri belirlenir..

4. Uygulanan Bağıntılar:

I.Adım:Açısal yer değiştirme (d), açısal hız (ω) ve periyot(t) arasında bir bağıntı bulduk
Açısal hız = açı / zaman (radyan olarak ölçtük) $\omega=d/. t$ Uzaklık = hız x zaman $D=V.t$

II. Adım:Çizgisel yer değiştirme = I ; Zaman = t;

Çizgisel hız(doppler hızı-kaçış hızı) = Vt $Vt = 16.4$ km / s olarak aldık $I = Vt . t$

III.Adım: Küçük açı yaklaşımı ile: Uzaklık = D Çizgisel yer değiştirme = I Açısal yer değiştirme = d E-25 elipsi üzerindeki yıldızdan en küçük eksen uzaklığını(d) milimetrik grafik kağıdında saydık ve milimetre bulunan değeri çevirme faktörü kullanarak arcsaniye olarak hesapladık. $D = I / d$ $I=Vt . t$ $d=\omega.t$ değerleri yerleştirilince; $D =Vt.t / \omega.t$

$D= Vt / \omega$ olur ve buradan uzaklık D ‘yi Dünya ‘ya olan uzaklığı olarak hesapladık..

5. Sonuç ve Tartışma:**5.1. Nebula'nın Uzaklığının (D) Hesaplanması****1)Büyütme Metodu İle**

Açısal hız $\omega = (F-1)d/t$

$F \Rightarrow$ büyüme faktörü

$d \Rightarrow$ E25 elipsinin en küçük eksen uzaklığı (açısal yerdeğiştirme)
mm grafik kağıdındaki alınan ölçümlerle;

1 arcsecond = 44 mm ise; 3.98 arcsecond $d=?$ mm

1 arcsecond = 4.868.1010 radian

açısal yerdeğiştirme (d); $d=17,5\text{mm} \Rightarrow d=1.937464.1010$ radian

periyot (t) hesaplanması; 18 Eylül 1994 ve 17 Ağustos 1997 tarihleri arasındaki süre

$t = 3 \text{ yıl} + 1 \text{ gün} - 31 \text{ gün} \Rightarrow t = 9.72.107$ saniye

$F = 1,00275$ (büyüme faktörü E-25 elipsi üzerinde kütleli görünüm alınmadığı iki
büyütülmüş görüntü değerinin ortalaması)

$\omega = (1,00275-1).(1.937464.1010) / 9,72.107$, $1\text{pc}=3,084.1013 \text{ km}$

$\omega = 5.7623.10^{-6} \text{ rad/s}$

$D = Vt / \omega$ $D = 16,4 \text{ km/s} / 5,7623.10^{-6} = 2,8461.1016 \text{ km}$

$D = 922,85 \text{ pc}$ %2,54 fark ile

2)Radyal Uygunluk Metodu İle

Üst	3.55	3.85	3.89	6.23	7.78	7.55	5.76	3.09	3.23
Alt	2.82	5.12	6.70	5.92	5.08	4.13	3.49	3.45	6.06
Üst	3.55	3.85	3.89	6.23	7.78	7.55	5.76	3.09	3.23
Alt	2.82	5.12	6.70	5.92	5.08	4.13	3.49	3.45	6.06

Seçilen 12 Ölçüm noktasının ortalaması (elipsin üst ve altında) aşağıdadır. Kütleli
değişimdeki birbirine yakın ölçümler alındı.

Üst	3.94	4.15	2.71	3.74	2.78	3.2	5.41
Alt	2.67	3.40	3.45	4.71	8.09	3.57	2.42

W_{ortalama} (kütle / yıl) : 3.54

W_{ortalama} (rad / s) : 5.44×10^{-16}

D (km) : 3.01×10^{16}

D (pc) : 977

ω_{ortalama} (kütle / yıl) = $4.868.10^{-10}$ radian (3.54 kütle / yıl) / 31536000 saniye
veya

$\omega = 3.54 / 180.3600 / 365.24.3600.10^{-3}$

ω_{ortalama} (rad/s) = $(5,44.1016) \text{ rad/s}$

$D = Vt / \omega$

$D = (16.4 \text{ km / s}) / (5.45 \times 10^{-16}) \text{ rad/s}$ $1\text{pc} = 3,084.1013 \text{ km}$

$D = 3.01 \times 1016 \text{ km}$

$D = 3.01 \times 1016 \text{ km} = 977 \text{ pc}$ %2.4 fark ile

5.2. Nebula'nın Kinematik yaşı (T) nın Hesaplanması

1) Büyütme Metodu ile:

$$\begin{aligned} T &= d / W \quad 1 \text{ yıl} = 31536000 \text{ s} \\ &= 1.937464 \cdot 10^{10} / (5.7623 \cdot 10^{-6}) \text{ rad/s} \quad , \quad t \text{ yıl} = 1.0345 \cdot 10^6 \text{ s} \\ &= 0,36 \cdot 10^{16} \text{ saniye} \end{aligned}$$

$$T = 114 \cdot 10^6 \text{ yıl}$$

2) Radyal Uygunluk Metodu ile:

$$\begin{aligned} T &= d / W \\ &= 1.937464 \cdot 10^{10} / 5,45 \cdot 10^{-16} \\ &= 0,355 \cdot 10^{16} \text{ saniye} \end{aligned}$$

$$T = 112 \cdot 10^6 \text{ yıl}$$

Kaynaklar:

- [1] Reed, Darren S.; Balick, Bruce; Hajian, Arsen R.; Klayton, Tracy L.; Giovanardi, Stefano; Casertano, Stefano; Panagia, Nino; Terzian, Yervant, (1999), "Hubble Space Telescope Measurements of the Expansion of NGC 6543: Parallax Distance and Nebular Evolution", *Astronomical Journal*, 118, 2430.
- [2] Miranda, L. F.; Solf, J., (1992), "Long-slit spectroscopy of the planetary nebula NGC 6543 - Collimated bipolar ejections from a precessing central source", *Astronomy and Astrophysics*, 260, 397.
- [3] BALTACI ,N;Özel Kültür Fen Lisesi –Astronomi-Proje Danışman Öğretmeni