

SÜPERNOVA 1987A'NIN UZAKLIĞININ ÖLÇÜLMESİ

Sinan Emin MAĞUL¹, Barış PAPİN¹, Onur ÖZKUL¹

Özet

Bu projedeki amacımız, Hubble teleskopu, ESA (European Space Agency) – ESO (European Southern Observatory) ile 1994 Şubat ayında alınan SÜPERNOVA 1987A'nın görüntülerinden yararlanarak Supernova 'nın patlaması ile etrafına yayılan ışık halkasının görünen çapını, gök düzlemi ile yaptığı eğim açısını; ışık şiddeti eğrisinden periyodunu; milimetrik grafik kağıdı kullanarak gerekli matematik çevrimleri ile hesaplamak ve Dünya 'dan olan uzaklığını bulmaktır.

A) Halkanın Dış Tarafından Yapılan Ölçüm: $D = 57,63$ kpc

B) Halkanın İç Tarafından Yapılan Ölçüm: (Aynı yöntem uygulanarak yapılır) $D = 68,59$ kpc bulundu.

Bu iki değerin ortalaması alınarak Dünya 'ya olan uzaklığı $63,11$ kpc

Abstract

Views which are taken by Hubble telescop, ESA – ESO at Feb, 1994 for SN 1987A are used for calculating the distance(D) of SN1987A to Earth .Calculations are done for appear diameter ,inclination angle and period from the light curves on milimetric papers by using mathematical toolkit inversions.It's found outside of the ring $D = 57,63$ kpc inside of the ring $D = 68,59$ kpc, average of distances: $D= 63,11$ kpc

1. Giriş

Süpernova belli tip yıldızların ölüm sinyali veren patlama halidir.İki tip süpernova vardır;biz burada sadece oldukça kütleli ve hayatlarının sonuna gelmiş spektral görünümlü TipII Süpernova ile ilgineceğiz. SN1987A ise bunlardan biridir.Adının kodlanması ise 1987 yılı içinde ilk kez keşfedilen süpernova(SN) olduğu için "A" ilk harf verilmiştir.

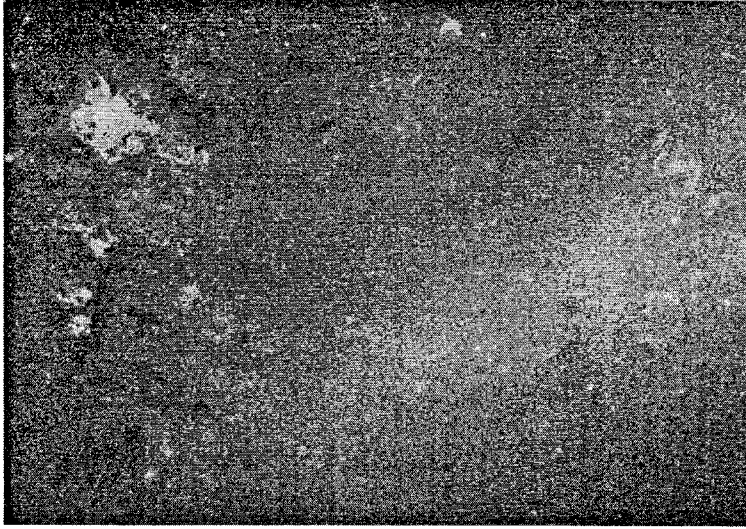
Beş Güneş kütesinden daha büyük kütleli yıldızların hayatlarının sonunda birkaç milyon yıl sonra patlama yaşarlar. Bu patlama sonunda uzaya madde atarlar.Bu maddelerin hızı 10 milyar m/s (ışık hızının %3 ü) ulaşır.

Kalıntının genişleyen kabuğu uzayda görünen süpernova olarak adlandırılan son kalıntı ki; yıldızın iç katmanının oluşmasından binlerce yıl öncesidir. Yıldızın iç kısmı sıkışma ile nötron yıldızına dönüşürken ,yıldızın etrafında nebula oluşur.

Tüm süpernovalar çok parlaktır,milyarlarca Güneş ışığına denk ışınım yayarlar. Bu özellik çok uzaklardan görünmelerini sağlar.Buna rağmen uzayda birkaç tane süpernova vardır sürekli spektral ölü yıldızları yoktur; her galakside, yüzyılda bir, sadece birkaç tane süpernova meydana gelme oranı olduğu tahmin edilmektedir.

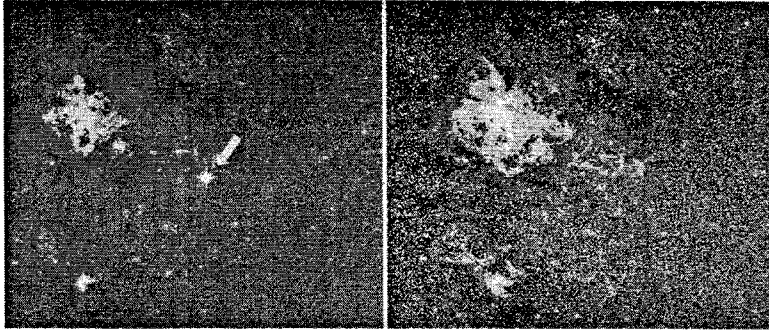
1987 A Supernova (SN 1987A)

23 Şubat 1987A Süpernovası Büyük Magellan Bulutsusunda(LMC) çıplak gözle görüldü. Büyük Magellan Bulutsusu Samanyolu galaksisinin yakınındaki bir galaksidir. (Şekil 1)



Şekil 1: Büyük Macellan Bulutsuzu (LMC)

SN 1987 A ilk defa 400 yıl önce gözle görülebilen supernovaydı. LMC galaksindeki bu süpernovanın gözlenmesi astronomi tarihinin en eğlenceli olaylarından biriydi. (Şekil 2)



Şekil 2: SN 1987A Tarantula Nebulasında Sol Görüntüde Belirmektedir.

LMC'ye Uzaklığı

Evrenin uzaklığına karar vermek astronominin en temel problemidir. LMC'deki bütün yıldızlar bizden hep aynı uzaklıktadır, eğer 1987 A 'nın bize uzaklığını bulabilirsek daha sonra bunları yaralanarak LMC'de bulunan diğer türdeki yıldızların uzaklığını bulabiliriz. LMC'de bulunan diğer tipteki nesneler ve daha uzak galaksilerin de uzaklıkları ölçülebilir. LMC'nin uzaklığını bulmak diğer galaksilerin uzaklığının bulunabilmesine de yardımcı olur.

SN 1987A ' ve Halkaları

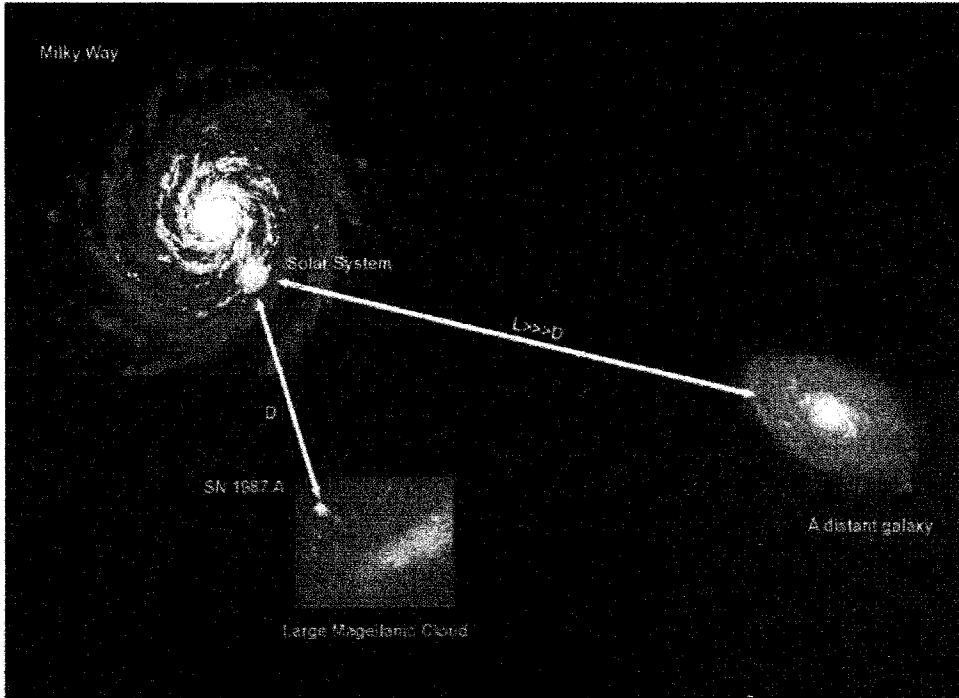
SN 1987 A'nın ilk fotoğrafları NASA-ESA Hubble uzay teleskobu tarafından kullanılan ESA Foint Objective Camera (FOC) patlamadan 1278 gün sonra çekilmiştir. Hubble Teleskobu 1990 'da fırlatıldı ve uzayda yörüngeye oturtuldu. Bu nedenle fotoğrafları önceden çekmek mümkün değildi. SN 1987 A'nın fotoğrafları süpernovanın 3 halka tarafından çevrelendiğini gösterdi. İçerde bir tane daha dışarda 2 tane. Bu çalışmada sadece içerdeki halkayı kullandık. Halka süpernovadan çok uzaktaydı. Bu nedenle patlamadaki materyalden değildi. Bu halka daha önceden meydana gelmiştir. Muhtemelen ölmek üzere olan yıldızın son bir kaç bin yıl önce taşıdığı rüzgarlar tarafından oluşturulmuştur. Şu anda

bu halkanın o maddeden nasıl bu kadar güzel şekilde oluştuğu açık değildir, SN 1987 A'nın yaydığı mor ötesi ışıklar çarpınca, halkadaki madde hızla ışımaya başlamış olabilir. (Şekil 3)

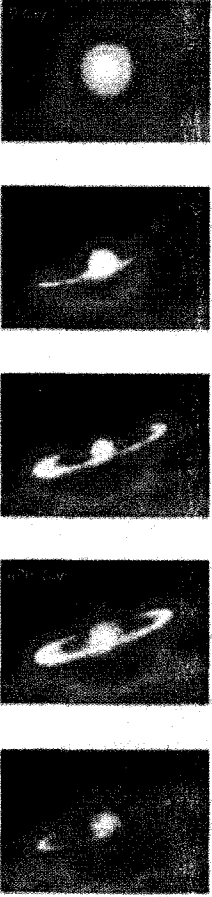


Şekil 3: SN 1987A Süper Nova

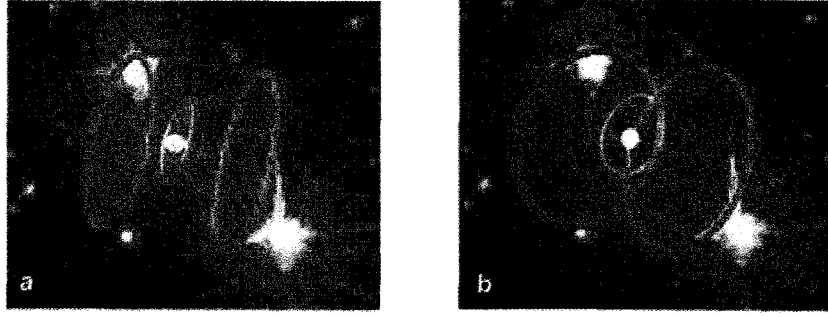
Bu halka için; yıldızın , süpernova şeklinde patlamasından önce mi oluştuğunu anlamak çok önemlidir. Halkanın mükemmel bir daire olduğunu kabul ediceğiz fakat eğim açısına uzanan doğru Dünya'yla birleşir. Bu yüzden süpernovayı biz elips şeklinde görmekteyiz. Eğer halka gözlemciye dönükse bütün kısımlarını görebiliyoruz ve halkanın her kısmından düzenli gelen ışınlar bize ulaşabiliyor. Bunlara rağmen halka eğimlidir ve yakın kısmındaki ışık önce bize gelir (bu da ışık hızının sonlu olmasındandır) . Işık halkanın etrafında dönüyormuş gibi görünür ve halkanın geride kalan kısmından ışık en son gelir. Şuna dikkat etmeliyiz ki üç halkada aynı anda belirmiştir. Fakat Dünya'dan sadece en yakın halkayı ışıma yapmış gibi görürüz. (Şekil 4-5-6)



Şekil 4: Galaksiler arasındaki mesafe ölçümü



Şekil 5: SN 1987A
Halkalarından ışığın
alınması



Şekil 6: SN 1987A Halkaları (STScI/NASA tarafından)

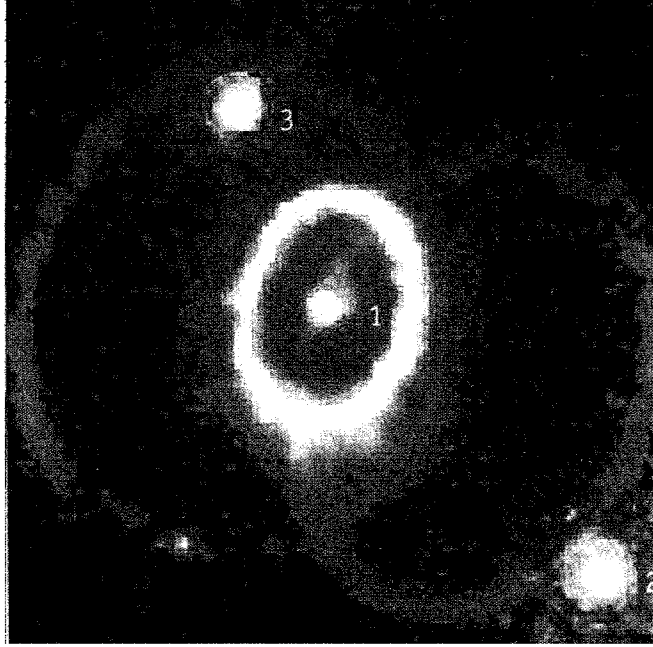
Yıldızda yüksek sıcaklıkta gaz ışımaya devam ettiği süreçte ışık patlamaları geçtikten sonra gaz yavaşça uzaklaşır ve solmaya başlar. Maksimum ışık emildiği zaman halka kabaca ortaya çıkar. Bu olay SN 1987 A'nın mesafesini hesaplamada kullanılabilir.

2. Amaç:

Hubble teleskopu, ESA (European Space Agency) – ESO (European Southern Observatory) 'nın 1994 Şubat ayında alınan SÜPERNOVA 1987A'NIN görüntülerinden yararlanarak Supernova 'nın patlaması ile etrafına yayılan ışık halkasının görünen çapını, gök düzlemi ile yaptığı eğim açısını; ışık şiddeti eğrisinden periyodunu hesaplayarak gerekli matematik çevrimlerini kullanarak; Dünya 'dan olan uzaklığını bulmak.

3. Yöntem:

3.1. Halkanın DIŞ TARAFINDAN Yapılan Ölçüm (Şekil 7)



Şekil 7: SN 1987A Halkaları ve etrafındaki yıldızlar (Kırmızı ışık hidrojen gazından Balmer emisyon çizgileri)

Adım 1:

Oran	Uzaklık (mm)	Uzaklık (arcs)	Oran (arcs/mm)	Ort. (arcs/mm)
2. yıldızın 1. yıldıza göre	89	3,0	0,03371	
3. yıldızın 1. yıldıza göre	50	1,4	0,02800	0,03111
3. yıldızın 2. yıldıza göre	136	4,3	0,003162	

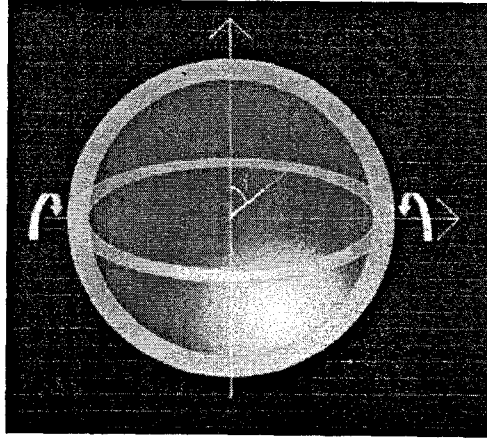
Adım 2:

Halkanın görünen çapı = 51 mm

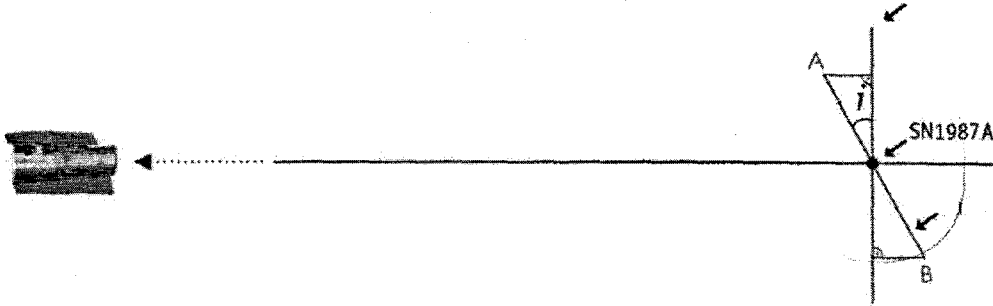
$$a = (51 \text{ mm}) \cdot (0,03111 \text{ arcs / mm}) \cdot (4,848 \cdot 10^{-6} \text{ rad / arcs})$$

$$a = 4,848 \cdot 10^{-6} \text{ rad / arcs}, \quad \mathbf{a = 7,6915 \cdot 10^{-6} \text{ rad}}$$

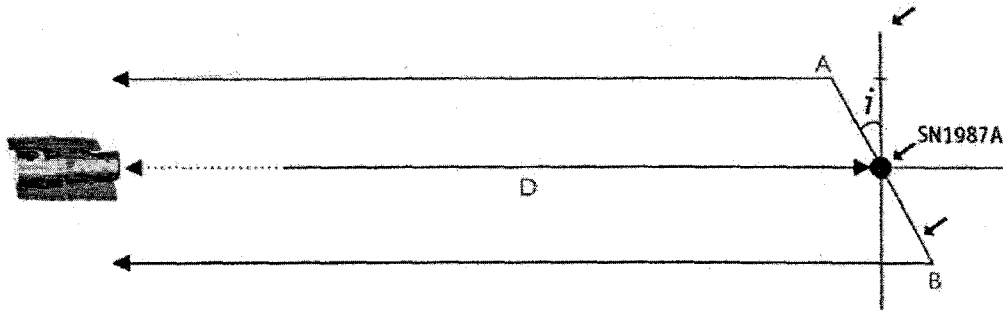
Adım 3: (Şekil 8-9-10)



Şekil 8: Eğim açısı i

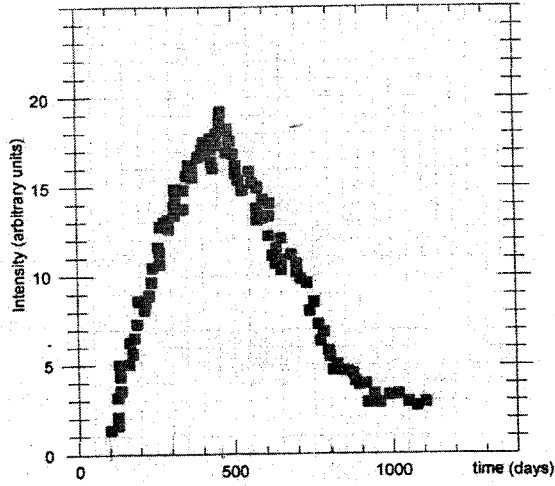


Şekil 9: Eğim açısının belirlenmesi



Şekil 10: A yakındadır. B uzaktadır. SN 1987 A'nın tüm halkasında aynı zamanda ışık alınır.

$\cos i = \text{komşu kenar} / \text{hipotenüs}$ olduğundan ; $\cos i = \text{küçük eksen} / \text{büyük eksen}$
 $\cos i = 37 \text{ mm} / 51 \text{ mm} = 0,7591 \text{ rad} = 43,49 \text{ derece}$

Adım 4: (Şekil 11)**Şekil 11: Halkanın ışık eğrisi**

İlk ışık şiddetinin alındığı gün : $85,36=t_1$ Max. ışık şiddeti alındığı gün : $451,21=t_2$
 $t_2 - t_1 = t$ $t_1 = 85,36$ gün $t_2 = 451,21$ gün
 $t = 451,21 - 85,36$ $t = 365,85$ gün

Adım 5:

$$c = \text{ışık hızı} (2,977 \cdot 10^8 \text{ m/s}) \quad t = \text{gün} (365,85 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) = 31609440 \text{ saniye}$$

$$\sin i = dp / d \Rightarrow d = dp / (\sin i) \quad dp = c \cdot t$$

$$d = dp / (\sin i) = (c \cdot t) / (\sin i)$$

$$d = (2,977 \cdot 10^8) \cdot (365,85 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) / \sin(43,49)$$

$$d = (2977 \cdot 10^5) \cdot (31609440) / (\sin 42,63)$$

$$d = 9,41013028815 / 0,68822 \cdot 10^{-1} \Rightarrow d = 13,673143 \cdot 10^{16} \text{ metre}$$

Adım 6:

$$D = d / a$$

$$D = 13,673143 \cdot 10^{16} / 7,6915 \cdot 10^{-6}$$

$$D = 1,7776 \cdot 10^{22} \text{ m} = 1,7776 \cdot 10^{19} \text{ km}$$

$$D = 1,7776 \cdot 10^{19} / 3,084 \cdot 10^{13}$$

$$D = 57,63 \text{ kpc}$$

3.2. Halkanın İÇ TARAFINDAN Yapılan Ölçüm (Şekil 7)**Adım 1:**

	Uzaklık (mm)	Uzaklık (arcs)	Oran (arcs/mm)	Ort. Oran (arcs/mm)
2. yıldızın 1. yıldızına göre	83	3,0	0,0361	
3. yıldızın 1. yıldızına göre	47	1,4	0,0297	0,0331
3. yıldızın 2. yıldızına göre	128	4,3	0,0335	

Adım 2:

Halkanın görünen çapı(a) = 42 mm

$$a = (42 \text{ mm}) \cdot (0,0331 \text{ arcs / mm}) \cdot (4,848 \cdot 10^{-6} \text{ rad / arcs})$$

$$a = 6,7396 \cdot 10^{-6}$$

Adım 3: (Şekil 8-9-10)

$\cos i$ = komşu kenar / hipotenüs olduğundan $\cos i$ = küçük eksen / büyük eksen

$$\cos i = 31 \text{ mm} / 43 \text{ mm} = 0,0809 \text{ rad} = 41,30 \text{ derece}$$

Adım 4: (Resim 11)

İlk ışık şiddeti alındığı gün : 85,36 Max. ışık şiddeti alındığı gün : 451,21

$$t = t_2 - t_1 \quad t_1 = 85,36 \text{ gün} \quad t_2 = 451,21 \text{ gün} \quad t = 451,21 - 85,36$$

$$t = 365,85 \text{ gün}$$

Adım 5: (Resim 12)

$$c = \text{ışık hızı} (2,977 \cdot 10^8 \text{ m/s})$$

$$t = \text{gün} (365,85 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) = 31609440 \text{ saniye}$$

$$\sin i = dp / d \Rightarrow d = dp / (\sin i) \quad dp = c \cdot t$$

$$d = dp / (\sin i) = (c \cdot t) / (\sin i)$$

$$= (2,977 \cdot 10^8) \cdot (365,85 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) / \sin (41,30)$$

$$= (2977 \cdot 10^5) \cdot (31609440) / (\sin 41,30)$$

$$= 9,41013028815 / 0,660001$$

$$= 14,25775756 \cdot 10^{17} \text{ m}$$

Adım 6:

$$D = d / a$$

$$D = 14,25775756 \cdot 10^{17} / 6,7396 \cdot 10^{-6}$$

$$D = 21,1551 \cdot 10^{24} \text{ m} = 21,1551 \cdot 10^{21} \text{ km}$$

$$D = 21,1551 \cdot 10^{21} / 3,084 \cdot 10^{13}$$

$$D = 68,59 \text{ kpc}$$

4. Sonuç ve Tartışma

Supernova 1987A'nın Dünya'ya olan uzaklığı 68,59kpc ve 57,63 kpc olarak hesapladık.

Bu iki değerin ortalaması alınarak UZAKLIK=63,11 kpc olarak belirledik.

Panagia et al. tarafından orjinal verilerle hesaplanan uzaklık $D=51.2 \pm 3.1 \text{ kpc}$ olunca bizim hata paylarımızda bu civardadır.

Kaynaklar:

- [1] Fransson, C.; Cassatella, A.; Gilmozzi, R.; Kirshner, R. P.; Panagia, N.; Sonneborn, G.; Wamsteker, W.; (1989), "Narrow ultraviolet emission lines from SN 1987A - Evidence for CNO processing in the progenitor", *Ap.J.*, 336, 429
- [2] Gould, A., (1994), "The ring around supernova 1987A revisited. 1: Ellipticity of the ring", *Ap.J.*, 425, 51
- [3] Panagia, N., Gilmozzi, R., Macchetto, F., Adorf, H.M., Kirshner, R.P. (1991), "Properties of the SN 1987A circumstellar ring and the distance to the Large Magellanic Cloud", *Ap.J.*, 380, L23
- [4] Jakobsen, P., Albrecht, R., Barbieri, C., Blades, J. C., Boksenberg, A., Crane, P., Deharveng, J. M., Disney, M. J., Kamperman, T. M., King, I. R., Macchetto, F., Mackay, C. D., Paresce, F., Weigelt, G., Baxter, D., Greenfield, P., Jedrzejewski, R., Nota, A., Sparks, W. B., Kirshner, R. P., Panagia, N., (1991), "First results from the Faint Object Camera - SN 1987A", *ApJ*, 369, L63
- [5] BALTACI, N.; Özel Kültür Fen Lisesi ,Astronomi Proje Danışman Öğretmeni