

Atmosferik Tutulma Gösteren Delta Sagittae Çift Yıldızı

Ayvur Akalın, S. Engin, O. Demircan, E. Derman

Ankara Üniversitesi Gözlemevi, Astronomi ve
Uzay Bilimleri Bölümü, 06100 Beşevler, Ankara.

Özet :

Bu çalışmada atmosferik tutulma gösteren çift yıldız δ Sge 'nın A.Ü. Gözlemevi'nde 26-Temmuz 1988'den 1989 sonuna kadar yapılan üç renk (U, B, V) fotoelektrik ışık ölçüm gözlemleri değerlendirilip sistemin ışık eğrisi incelenmiştir. Yörünge dolanma dönemi 3720 gün olan bu sistemin tutulma ortası 1990 yılının Mart ayında gerçekleşmiştir. Bu uzun gözlem programı sonucunda çift yıldız sisteminin tutulma öncesi ve tutulmaya giriş ışık eğrisi elde edilmiştir. 1990 yılı başından bu yana elde edilen gözlemler değerlendirme aşamasındadır. Aynı zamanda bir önceki tutulma ve tutulma dışı IUE moröte tayıflarından elde edilen sonuçlar verilmiştir. Fotometrik ışık eğrisinden, δ Sge sisteminin dev bileşeninin yaptığı pulsasyon ve pulsasyon dönemi tespit edilmiştir.

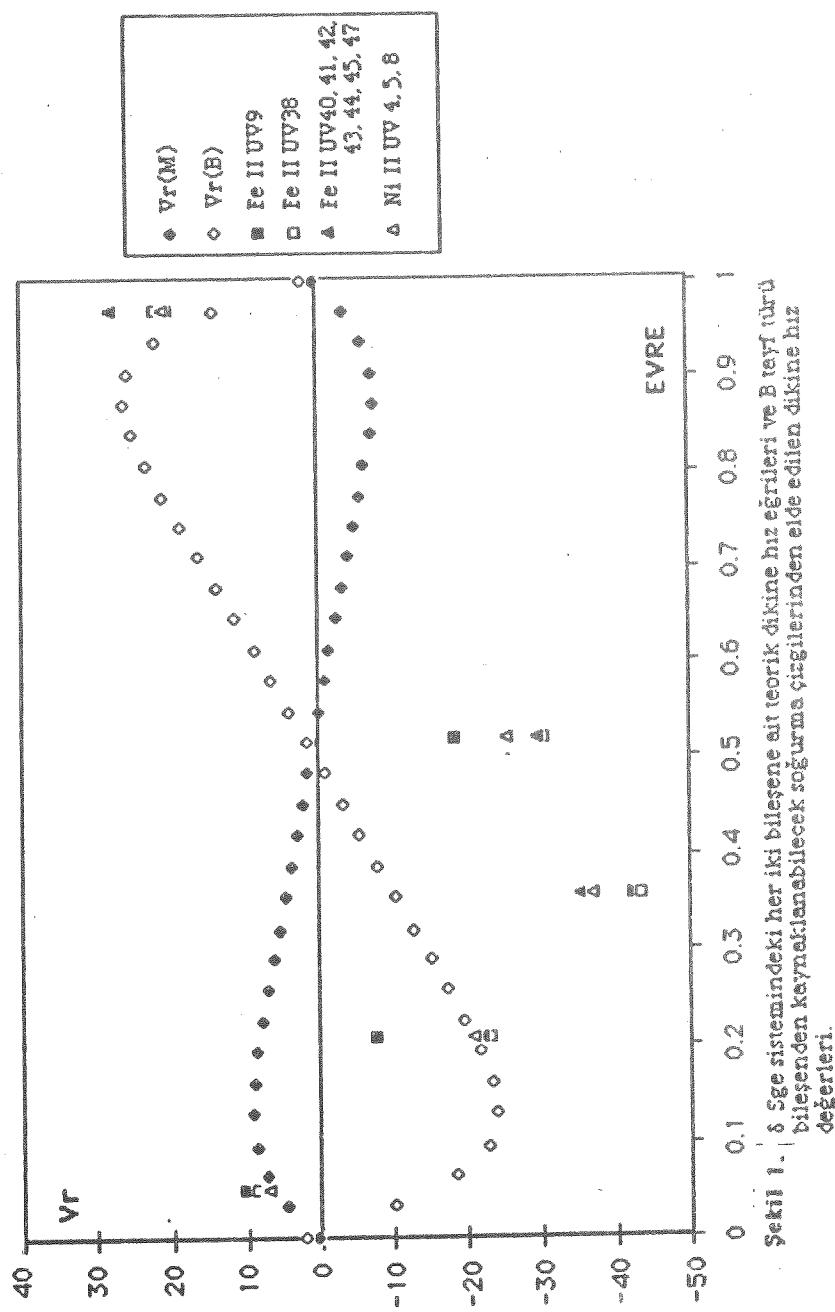
1. Giriş

Atmosferik tutulma gösleren çift yıldız δ Sge, M2 II ve geç B V tayıf türlerinden iki yıldızın birlikteliğinden oluşmuştur. Sıcak anakol bileşenin tayıf türünün A0 ile B6 arasında olabileceği Reimers ve Kudritzki (1981) tarafından belirtilmiştir. Yörünge eğiminin 70° den daha büyük olduğu ve dev bileşenin kütlesinin $8.5 M_\odot$, yoldaşın kütlesinin $2.8 M_\odot$ olduğu tahmin edilmektedir.

Batten (1986) tarafından iyileştirilen yörüngelerini ile her iki bileşene ait teorik dikine hız eğrileri elde edilmiştir (Şekil 1). Bu sistemin IUE uyduyu ile moröte bölgede elde edilmiş 12 tayfa P Cyg profili göstermeyen sadece soğurma halinde bulunan temiz çizgilerin dikine hızları ölçüldü ve Şekil 1'de işaretlendi. Şekilden görüldüğü gibi B yıldızının dikine hız değişiminden farklı bir değişim elde edildi. Bu çizgiler B yıldızının dikine hız eğrisinden 0.25P (~930 gün) kadar kaymış bir değişim göstermektedir ve genlik daha büyütür. δ Sge için rüzgar hızı 28 km/sn olarak verilmektedir (Reimers ve Schröder 1983). Gözlenen her evre için B yıldızının dikine hızı ile rüzgarın dikine hızının bileşkesi Şekil 1'de gözlenen bu değişimini vermektedir. Bu çizgilerin B yıldızı civarındaki rüzgarada oluşturduğu anlaşılmıştır. Burada rüzgar B yıldızının yörüngesel hareketiyle tedirgin edilmiştir.

2. Fotometrik Gözlemler ve Sonuçlar

Atmosferik tutulma gösteren çift yıldız δ Sagittae sisteminin Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde, EMI 9789 QB fotokatlanırıcısı ve 30 cm'lik Maksutov teleskopu kullanılarak, Temmuz 1988 tarihinden günümüze kadar fotometrik gözlemleri yapılmaktadır. Bu sistem U, B ve V filtrelerinde 1988 yılında 21 gece, 1989 yılında 85 gece gözlenmiştir. Gözlemlerde mukayese yıldızı olarak β Sge (G8 II), denet yıldızı olarak da α Sge (G0 II) kullanıldı. Denet yıldızının ışık eğrisinin gözlemler sırasında sabit olduğu ve ortalamalı değerleri ile standart sapmaları $\Delta V=0.00\pm0.01$, $\Delta B=-0.27\pm0.02$, $\Delta U=-0.73\pm0.04$ olarak bulunmuştur. δ Sge yıldızına ait diferansiyel parlaklıklar, standart sökümleme katsayıları kullanılarak diferansiyel sökümleme için düzeltilmiştir. 1988 ve 1989 yıllarında elde edilen gözlemler, güneşmerkezli Jülyen gününe karşı noktalanmıştır (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 1. 6 Sge sistemindeki her iki bileşenin teorik dikine hız eğrileri ve Breyf' nın bilgisinden kaynaklanabilecek tozumsa eğrilerinden elde edilen dikine hız değerleri.

Batten (1986) tarafından verilen yörüngə elementlerini kullanarak, aşağıda yapılan hesaplar ile değme evreleri saptanmaya çalışıldı.

$$R_M = 140 \text{ Re} = 140 \times 6.96 \times 10^5 \text{ km} = 9.74 \times 10^7 \text{ km} \quad (\text{Reimers vd 1983})$$

$$R_B = 2.7 \text{ Re} = 2.7 \times 6.96 \times 10^5 \text{ km} = 1.88 \times 10^6 \text{ km} \quad (\text{Schmidt-Kaler 1982})$$

$$i \geq 70^\circ$$

$$a_M \sin i = 3.9 \times 10^8 \text{ km}$$

$$\frac{M_H}{M_B} = 3 = \frac{a_B \sin i}{a_M \sin i} \quad \Rightarrow \quad a_B \sin i = a_M \sin i \times 3 = 11.7 \times 10^8 \text{ km}$$

$$a \sin i = a_M \sin i + a_B \sin i = 15.6 \times 10^8 \text{ km} \quad \Rightarrow \quad a = 16.6 \times 10^8 \text{ km}$$

$$r_M = \frac{R_M}{a} = \frac{9.74 \times 10^7}{16.6 \times 10^8} = 0.05867$$

$$r_B = \frac{R_B}{a} = \frac{1.88 \times 10^6}{16.6 \times 10^8} = 0.00113$$

Bu kesirsel yarıçaplarla tutulma başlangıç ve bitiş evrelerini aşağıdaki denklemlerle hesapladık.

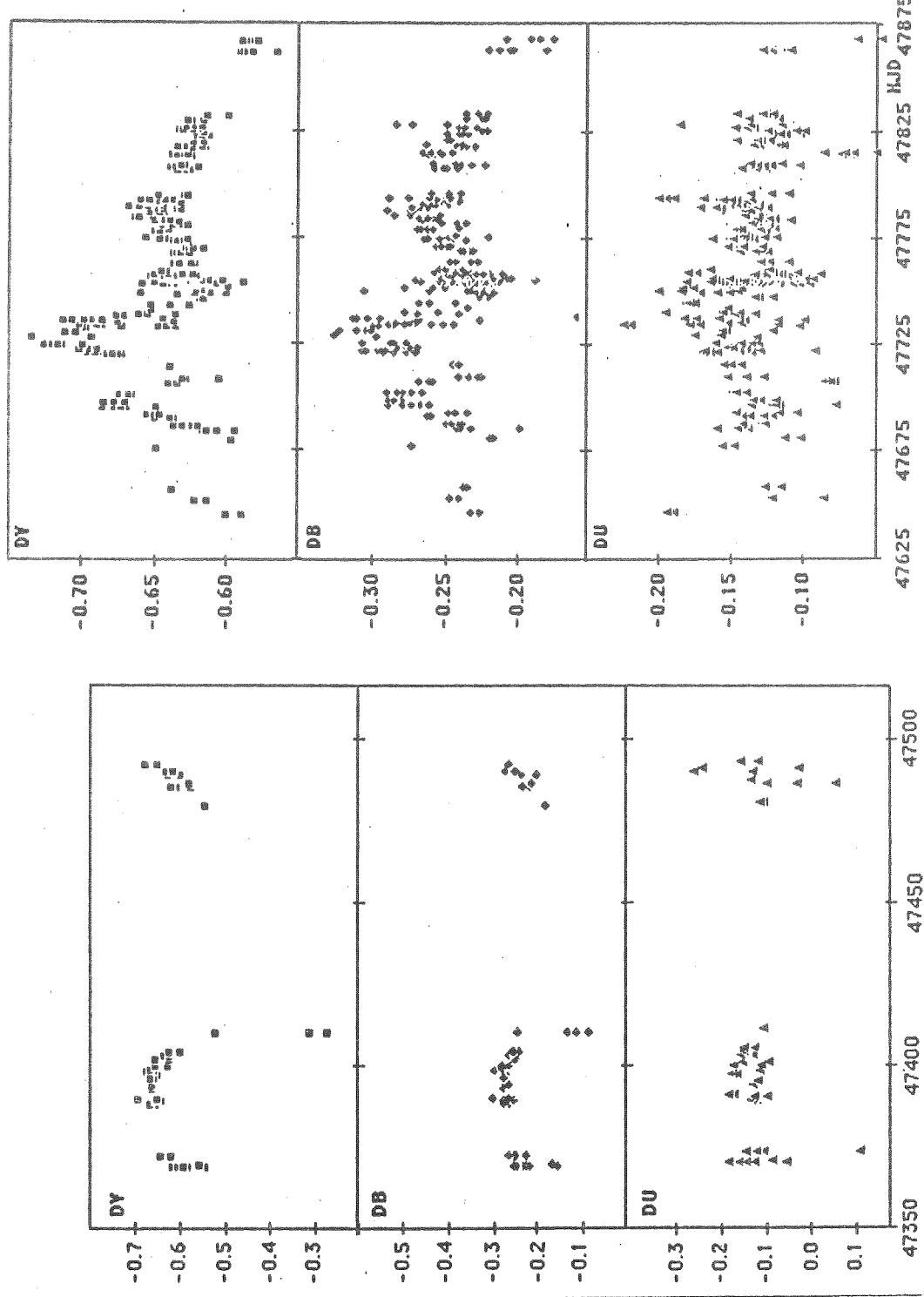
$$\sin^2 \theta_1 = \frac{(r_M + r_B)^2 - \cos^2 i}{\sin^2 i} = -0.12842$$

$$\sin^2 \theta_2 = \frac{(r_M - r_B)^2 - \cos^2 i}{\sin^2 i} = -0.12872$$

$\sin^2\theta_1$ ve $\sin^2\theta_2$ değerleri negatif bulunduğu için tutulma olmadığı anlaşılmıştır. Gözlemler sonucunda elde edilen ışık eğrisindeki parlaklık azalması, onde bulunan dev bileşenin çevresindeki atmosferin sıcak bileşeni örtmesi sonucunda oluşmuştur. Bu sisteme tutulma, atmosferik tutulmadır ve tutulmanın kısa dalgaboyu fotometrik gözlemlerde daha belirgin olması gereklidir. Fakat gözlemlerimizde kısa dalgaboylarına doğru bunun tersi görülmektedir.

1988 ve 1989 yıllarında elde edilen ışık eğrilerindeki parlaklık değişimleri oldukça dikkat çekicidir. Soğuk süperdev yıldızlarının atmosferlerindeki pulsasyonlara çok benzeyen bu değişimler, YY Cephei sisteminin hem fotometrik (Fredrick 1960) hem de tayfsal (Hutchings ve Wright 1971) gözlemlerinde tespit edilmiştir. 8 Sge 'nin 1988 yılı gözlemlerindeki parlaklık değişimine dönem analizi uygulandı ve 118 günlük dönem tespit edildi. ışık eğrisindeki bu parlaklık değişiminin genliği Mayıs 1989 'a kadar azaldı, daha sonra Temmuz sonuna kadar genlik yeniden arttı. Bu süre içerisinde değişimin dönemi ise yaklaşık 60 günden 28 güne düzgün olarak azaldı. Şekil 3 'de Y ve B bandındaki gözlemlerde, ışık değişiminin üç çevrimi açıkça görülmektedir. U bandında ise dönemli bir ışık değişimini görülmemektedir. Mayıs ile Ağustos 1989 arasında gözlenen bu üç çevrimde gözlenen dönemler gittikçe azalmıştır ve dönemler sırasıyla 37, 30 ve 28 gündür. Uzun dalgaboylarında çok daha iyi görülen bu ışık değişimlerinin nedeni dev bileşenin atmosferinin pulsasyon yapması veya sıcak bileşen çevresindeki diskin salınım yapması olabilir.

Ayrıca Mayıs ile Ağustos 1989 tarihleri arasında sistemin toplam ışığında artış olmuş ve hemen sonra parlaklıktta keskin bir düşüş görülmüştür. Bu ışık azalması atmosferik tutulma nedeniyle meydana gelmiş ise tutulma süresi 18 aydan daha fazla sürmelidir. Çünkü tutulma ortası için Mayıs 1990 tarihi tahmin edilmektedir. Bu durumda yörüngenin eğimi veya dev bileşenin boyutları tahmin edilenden daha büyük olmalıdır. Reimers ve Schröder (1983) tarafından önerilen sistem parametrelerine göre tutulmanın olmaması gerekmektedir. Sistemin dönemi de Batten (1986) tarafından verilen 3720 günden daha kısa olabilir.



Şekil 2. Delta Sagittae'nin 1988 yılı UBV gözlemleri

Şekil 3. Delta Sagittae'nin 1989 yılı UBV gözlemleri.

3. Sonuç

1990 yılında elde edilen ve değerlendirme aşamasındaki fotometrik gözlemlerin de Şekil 3'de noktalanması ile, atmosferik tutulmadan çıkışı saptayabileceğiz. Tutulmaya giriş ve çıkış zamanlarına uygun olacak r_M değeri elde edildiğinde, M2 II türü bir yıldızın sahip olamayacağı kadar büyük bir değer bulunacaktır. Bu değer ile r_M arasındaki fark, dev bileşenin atmosferinin boyutu hakkında bilgi verecektir.

Şekil 3'den sıcak bileşenin, Ağustos 1989 tarihinde soğuk bileşenin genişlemiş atmosferi ile örtülmeye başladığı söylenebilir. Tutulma dışında var olan önemli salınımların tutulma içinde de görülmesi, bu değişimlerin soğuk bileşenin pulsasyonundan ileri geldiği hipotezini doğrular.

δ Sge'nin sistem parametreleri, fotometrik gözlemler sonucunda daha da iyileştirilecektir. Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde bu yıldızın fotometrik gözlemleri devam etmektedir.

Kaynaklar

- Batten, A., 1986, Highlights of Astronomy, ed.J.-P. Swings, Reidel, Dordrecht, 207.
 Fredrick, L. W., 1960, Astron. Journal, Vol. 65, 10, 628.
 Hutchings, J. B., Wright, K. O., 1971, M.N.R.A.S., 155, 203.
 Reimers, D., Kudritzki, R. P., 1981, Proc. 2nd IUE Conf. (ESA SP-157), 229.
 Reimers, D., Schröder, K.-P., 1983, Astronomy and Astrophysics, 124, 241.
 Schmidt-Kaler, T., 1982, Landolt-Börnstein, Group IV, Vol. 2b, p. 15f., 18, 30ff., 453ff.

- H. MENTEŞE:** IUE spektrumlarının dalgalı boyu aralığı nedir?
A. AKALIN: Beş tanesi kısa dalga boyu, 1000-2000 Å arasında, yedi tanesi de 2000-3000 Å arasında.
H. MENTEŞE: Rüzgar hızından bahsettiniz. Nasıl buldunuz?
A. AKALIN: 28 km/sn'yi ben tesbit etmedim. Reimers tarafından yapılan bir çalışmadan aldım. Fakat ben gözlemsel eğriden geriye giderek 28-30 km/sn arasında hız elde edebiliyorum.

