

**SX AURIGAE'NİN FOTOELEKTRİK
IŞIKÖLÇÜMÜ VE YÖRÜNGE ÖGELERİNİN
BULUNMASI**

Hüseyin ALKAN

**Doktora Tezi
Matematik Anabilim Dalı
Erzurum 1974
Her Hakkı Saklıdır.**

523.72
A44

Başlıq Tarihi: 28/11/1974
H. ALKAN başlıqdır.

SX AURIGAE'NİN FOTOELEKTRİK IŞIKÖLÇÜMÜ
VE YÖRÜNGE ÖĞELERİNİN BULUNMASI

(Doktora Tezi)

Hüseyin ALKAN
Matematik Bölümü

0009083

Atatürk Üniversitesi
Kütüphanesi
Kmb. No 37490

DİZİN

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	I
ÖZET	2
GİRİŞ	4
KULLANILAN GÖZLEM ARAÇLARI	4
ZENİT İNDİRGEMESİ	4
GÖZLEMLER	5
MİNİMUM ZAMANLARI VE DÖNEM	6
IŞIK EĞRİSİ	9
REKTİFİKASYON	9
ETKİLERİN TEK TEK GİDERİLMESİ	12
ÖĞELERİN BULUNMASI	14
KURAMSAL IŞIK EĞRİSİ	20
VARILAN SONUÇLAR	20
KAYNAKLAR	24
Çizelge.5	25

ÖNSÖZ

Bu araştırma, SX Aurigae örten değişen dizgesinin fotoelektrik ışıkölçümü ve yörünge öğelerinin bulunmasını amaçlamaktadır. İlk aşamada, ışık eğrisinin değişik gecelerde tüm evrelerini en az üç kez gözledik. Böylece, olası düzenli yanılıgaların varolup olmadığını araştırdık.

Böylesi çalışmalar, belli düzenekleri gerektirir. Ege Üniversitesi Gökbilimleri Bölümünün bana sağladığı bu olanağı şükranla anacağım.

SX Aur dizgesi üzerinde yapılan önceki çalışmalar, fotoğrafik düzeneğe dayandırılmıştır. Biz gözlemlerimizi, daha duyarlı olan fotoelektrik düzeneğe yaptık. Çözüm için ise Kitamura(1965) yöntemini kullandık. Elde ettiğimiz bulgular, öncekilerden farklı ancak daha güvenilir değerlerdir.

Bu çalışmayı bana öneren ve yönetimini yapan, Ege Üniversitesi Gökbilimleri Bölümü Yöneticisi Sayın Hocam Prof.Dr.Abdullah KIZILIRMAK'a, bilgisayar programlamasında emeği geçen Dr.C.İbanoğlu'na ve bütün Rasathane yetkililerine içtenlikle şükranlarımı sunarım.

Hüseyin Alkan

ÖZET

Bu araştırmada SX Aurigae örten değişen yıldız dizgesinin B ve V renklerinde fotoelektrik ışık eğrisi elde edilmiştir. Gözlemler, Aralık 1972-Mart 1974 aralığında onbeş gece süreyle yapılmış ve herbir renkte 436 gözlem noktası elde edilmiştir. Minimum zamanları kullanılarak dizgenin yeni ışık ögeleri hesaplanmıştır. Bu ışık ögeleri Oosterhoff'unkinden farklıdır ve bizim ışık eğrilerimizle iyi bir şekilde uyumaktadır. Böylece, minimumlardaki kayma ortadan kaldırılmıştır.

Dizge bileşenlerinin tayf türlerini, Batten (1968) tayfsal çalışmasında B3.5 + B3.5 şeklinde vermiştir. Fakat bizim renk eğrimiz minimumlarda az da olsa bir değişim göstermektedir. Bu nedenle bileşenlerin ayrı türden olmaları gerekir.

Işık eğrileri Binnendijk (1970) yöntemiyle rektifiye edilmiş, Kitamura (1965) yöntemiyle çözümlenmiştir. Baş minimum örtülmedir. Sonuç olarak dizgenin elde edilen geometrik ve ışıkölçüm ögeleri aşağıdaki gibi bulunmuştur,

$k = 0.771$	Görsel	Mavi
$a_g = .428$	$L_g = 0.5075$	0.4855
$b_g = .389$	$L_s = .4925$.5145
$a_s = .330$	$x = .35$.43
$b_s = .300$	$\frac{J}{s} = 1.633$	1.783
$i = 84.1$	$\frac{J}{g}$	
$z = .1806$		

Bu ögeler, Oosterhoff (1934) 'un fotoğrafik ışık eğrisinden elde ettiği ögelerden çok farklı, Wyse (1954)'nin ögeleriyle biraz uyumaktadır. Bulduğumuz bu ögeleri kullanarak elde edilen kuramsal ışık eğrisi gözlemlerle uyumaktadır. Bu da bulunan değerlerin güvenilir olduğunu kanıtlar.

SUMMARY

In this research, the photoelectric B and V light curves of the eclipsing binary system SX Aurigae are obtained. The observations were made during 15 nights in December 1972-March 1974 and 436 points obtained in each colour. Using the times of minima an improved ephemeris was calculated. This ephemeris is different than that of Oosterhoff. These light elements are in a good agreement with our light curves and therefore the displacements of minima were removed.

The spectral types of the components were given as B 3.5 + B3.5 by Batten (1968) in his spectroscopic studies. But, our colour curves are showed a little change in the minima; therefore the spectral types of the components should not be exactly same.

The light curves were rectified by the method of Binnendijk (1970) and analyzed by the method of Kitamura (1965). The smaller component is occulted at the primary minimum. The resultant geometric and photometric elements of the system were found as:

$k = 0.771$	Yellow	Blue
$a_g = .428$	$L_g = 0.5075$	0.4855
$b_g = .389$	$L_s = .4925$.5145
$a_s = .330$	$x = .35$.43
$b_s = .300$	$\frac{J_s}{J_g} = 1.633$	1.783
$i = 84.1$		
$z = .1806$		

These elements are very different than those of Oosterhoff (1934) which obtained from the photographic light curves, and in a little agreement with those of Wyse (1954). Theoretical light curves were obtained using the above geometric elements. These curves are in agreement with the observations. This agreement is showed the accuracy of the elements.

I. GİRİŞ

SX Aurigae dizgesinde ışık değişiminin varlığı, ilk kez Miss LEAVITT tarafından ortaya konmuştur. Değişimi ENEBO görsel, MARTIN ve PLUMMER fotoğrafik olarak gözlemişlerdir.

OOSTERHOFF (1934) fotoğrafik yöntemle, 1191 noktayı içeren bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında en olası ışık öğelerini,

$$JD \text{ Hel. Min I} = 2425745^{\text{E}}4588 + 1^{\text{E}}2100772 \text{ E} \\ \pm .0005 \quad \pm .0000004$$

olarak saptamıştır. Işık eğrisinin iki maksimumu arasında $0^{\text{m}}.015$ lik parlaklık farkı olduğunu bulmuştur. Oosterhoff, bu farkın düzenli plâk yanılıgılarından oluşabileceğini savunmuştur. Elde ettiği ortalama eğriden, toplam ağırlıklar için ortalama sapmayı $\pm 0^{\text{m}}.09$ bulmuştur. Işık eğrisinin ne maksimum ne de minimumda düz bir eğri vermediğini belirlemiştir ki, bu da onun β Lyr türü olduğunu gösterir.

ARTHUR (1954) daha çok önceki verilerden yararlanarak ışık eğrisinin çözümünü yapmıştır. Özellikle Oosterhoff'un gözlemlerini temel almıştır. Bulmuş olduğu yörünge öğeleriyle, kendi öğelerimizin karşılaştırılmasını ilerde yapacağız. BATTEN (1968) de tayfsal bir çalışma yapmıştır. Araştırmaları sonunda bileşenlerin tayf türlerini eşit ve B3.5 + B3.5 olarak bulmuştur. Çalışmamızda bu tayf türlerini kullandık. KUKARKIN (1969) onun β Lyr türünden örten bir değişen dizge olduğunu belirtmiştir.

Biz çalışmamızı fotoelektrik yöntemle yaptık. İlk çalışmalara kayıtsız kalmadık. Ancak, çözümü değişik yöntemle ve bağımsız yaptık.

II. KULLANILAN GÖZLEM ARAÇLARI

Gözlemler Ege Üniversitesi Rasathanesi'nin 48 cm lik Cassegrain teleskobu ve ona bağlı RCA 1P21 fotoelektrik ışıkölçerle yapılmıştır. Uluslararası UBV düzeneğine yakın B ve V renk süzgeçleri kullanılmıştır. Bu süzgeçlerin özellikleri Çizelge.1 de verilmiştir.

Çizelge.1

Kullanılan süzgeçlerin özellikleri

Süzgeç	λ_e (Å°)	Mak.geçirgenlik(%)	Yarı genişlik HW(Å°)	Kalınlık(mm)
B	4350	64	920	8
V	5550	53	860	7

III. ZENİT İNDİNGEMESİ

Kullanılan süzgeçler uluslararası ayarlanmış süzgeçlerle aynı dalga boyunda olmakla birlikte Tamamen özdeş olduğu söylenemez. Öte yandan gözlem ve-

rileri, kullanılan süzgeçlerin özellikleri, teleskop ve ona bağlı araçlar ve hava koşullarıyla ilişkilidir. Araçların oluşturduğu sapmalar bir yana bırakılırsa düzeltilmesi gerekli olan hava koşullarından oluşan sapmalar kalır. Her gecenin sönmükleştirme katsayısı belirli yöntemlerle (Hardie, 1959 ; Kızıllırmak, 1969) elde edilerek;

$$m_o = m - kM \quad (1)$$

bağıntısıyla atmosfer dışına indirgenmiş parlaklıklar saptanır. Burada,

m_o = Atmosfer etkilerinden arındırılmış parlaklık,

m = Ölçülen parlaklık,

k = Sönmükleştirme katsayısı,

M = Hava kütesidir.

Ege Üniversitesi Rasathanesi için M değerleri LABS(1969) tarafından verilmiştir.

IV. GÖZLEMLER

Gözlem öncesi, değişen yıldızla oldukça yakın, parlaklık ve renk bakımından uygunluk gösteren bir mukayese yıldızı seçilmiştir. Değişen ve mukayese yıldızlarına ilişkin bilgiler Çizelge.2 de sıralanmıştır.

Çizelge.2

Değişen ve mukayese yıldızlarına ilişkin veriler

Yıldız	BD No	HD	$\alpha(1973)$	$\delta(1973)$	m	Tayf türü
SX Aur	+41°1101	33357	05 ^h 09 ^m 47 ^s .5	42° 08!2	8 ^m .21	B3.5+B3.5
Mukayese	+42°1197	33411	05 10 06.7	42 22.1	8.06	- -

Yapılan gözlemlerde, renk ölçülerini eşzamanlı yapabilmek amacıyla şu sıra izlenmiştir:

V(s)-B(s)-V(c)-B(c)-V(v)-B(v)-B(v)-V(v)-B(c)-V(c)-B(s)-V(s)

Burada,

s = Gökyüzü,

c = Mukayese yıldızı,

v = Değişen yıldızı

belirlemektedir. Tüm gözlemlerde sözü edilen sıralamadan sapılmamıştır. Olanaklar oranında yükseltecin aynı logaritma basamağı kullanılmıştır. Değişik basamakta yapılan gözlemler ise ilkine indirgenmiştir. Gözlemlerin aynı diyaframda yapılmasına özen gösterilmiştir.

Değişik zamanlarda yapılan gözlemlerle iki renkte 872 gözlem noktası elde edilmiştir. Gözlem noktalarından yararlanarak,

$$m = m(c) - m(v) \quad (2)$$

ile tanımlanan görece parlaklıklar, atmosferin sönmükleştirmesinden arındırılmış-

tır. Bu oluşumu gerçeklemek için, mukayese yıldızının değişik zenit uzaklıklarına karşı gelen parlaklık değişiminden yararlanarak her gözlem gecesinin k değeri en küçük kareler yöntemiyle hesaplanmıştır. Parlaklık değişimi ile hava kütlesi arasında çizilen sönükleştirme eğrilerinden ikisi Şekil.1,2 de verilmiştir. Bulunan sönükleştirme katsayıları yanılıgılarıyla birlikte Çizelge.3 te toplanmıştır.

Çizelge.3
Sönükleştirme katsayıları

Tarih	k(B)	$\sigma(B)$	k(V)	$\sigma(V)$
1973 Ocak 8	0.449	± 0.065	0.273	± 0.056
1973 Ocak 9	.323	.004	.169	.003
1973 Ocak 10	.497	.047	.198	.034
1973 Şubat 22	.389	.019	.204	.016
1973 Mart 21	.373	.012	.235	.012
1973 Mart 26	.430	.008	.276	.006
1973 Mart 27	.505	.016	.331	.013
1973 Mart 29	.493	.007	.324	.007
1973 Nisan 2	.427	.008	.264	.006
1973 Ekim 1	.380	.005	.209	.004
1973 Ekim 3	.456	.007	.271	.003
1974 Şubat 11	.321	.036	.163	.038
1974 Mart 20	.295	.005	.144	.003
1974 Mart 25	.597	.008	.414	.007

Bundan sonra tüm gözlemler,

$$\Delta m_o = \Delta m - k (M_v - M_c) \dots \dots \dots (3)$$

bağıntısıyla atmosfer dışına indirgenmiştir. Tek bir gözlemin ortalama sapması

$$\sigma(\Delta m) = \pm \sqrt{(\Delta m - \Delta \bar{m})^2 / n - 1} \dots \dots \dots (4)$$

eşitliğiyle saptanmış,

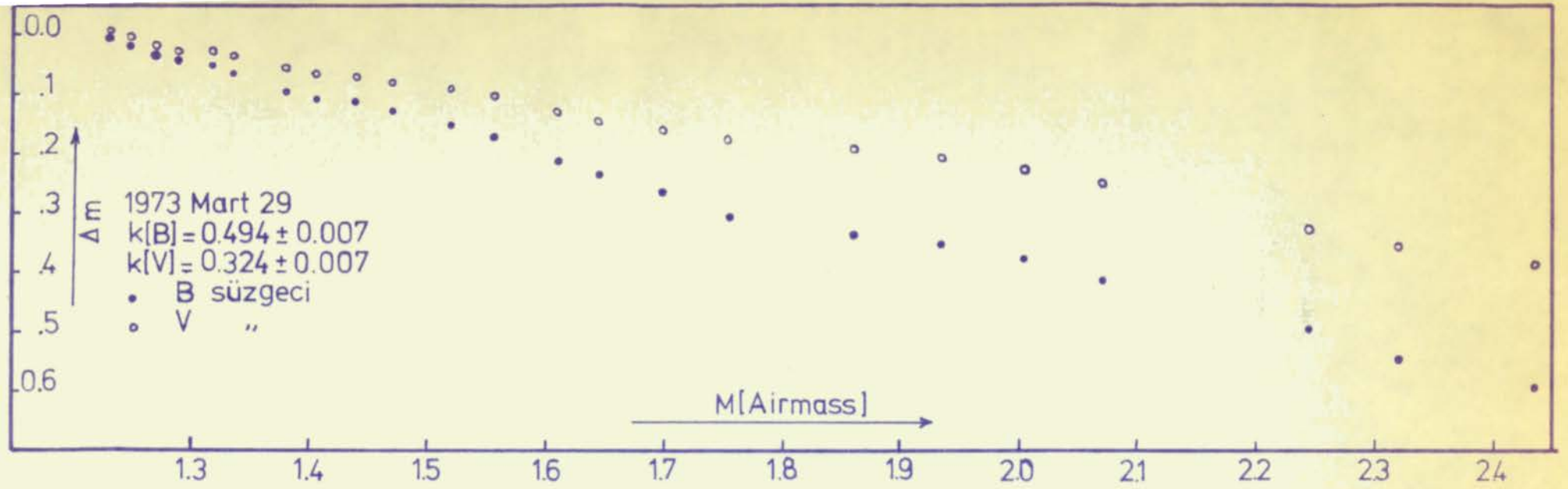
$$\sigma(\Delta m_B) = \pm 0.007 \qquad \sigma(\Delta m_V) = \pm 0.004$$

bulunmuştur.

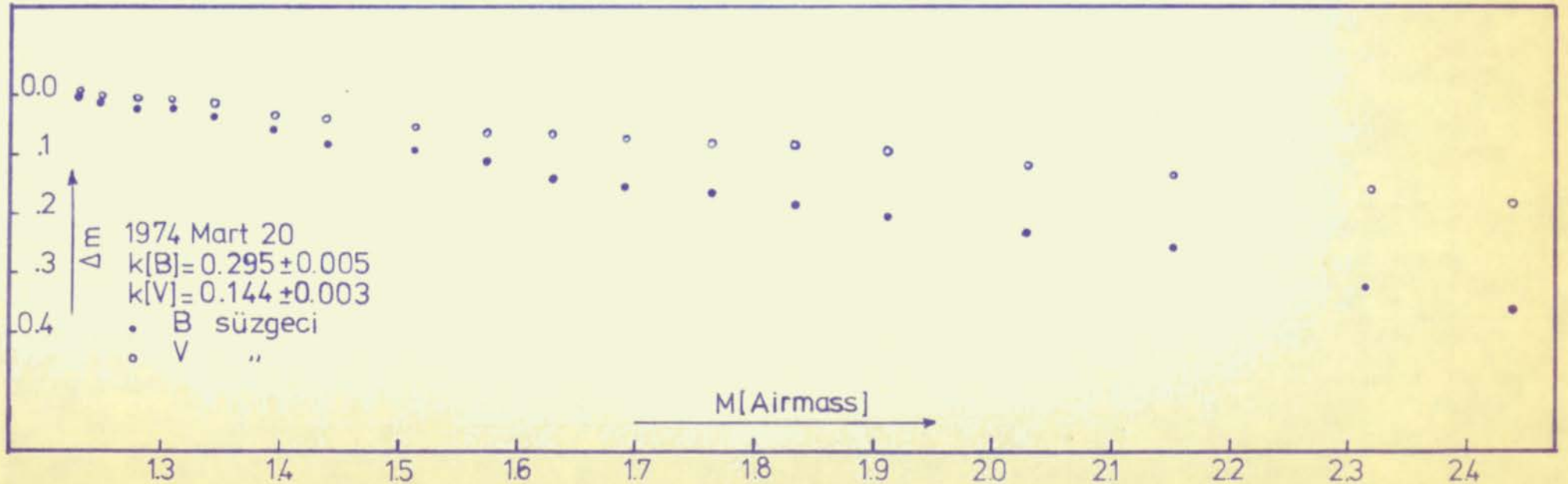
V. MİNİMUM ZAMANLARI VE DÖNEM

1973 ve 1974 yıllarında üç tane Min I, üç tane Min II elde edilmiştir. Gözlenen minimum zamanlarıyla hesaplanan minimum zamanları arasındaki O - C farkları hepsinde artı olmaktadır.

Oosterhoff (1934) fotoğrafik yöntemle dizgenin ışık öğelerini,



Şekil.1,2 Sönükleştirme eğrilerinden iki örnek.



$$\text{JD Hel. MinI} = 2425\ 745^{\text{E}}4588 + 1^{\text{E}}2100772\ \text{E} \\ \pm .0005 \quad \pm .0000004$$

bulmuştu. Bizim elde ettiğimiz sonuçları kullanarak, en küçük kareler yöntemiyle (Kızıllırmak, 1971) ışık öğelerini

$$\text{JD Hel. MinI} = 2425\ 745^{\text{E}}4600 + 1^{\text{E}}21007858\ \text{E} \\ \pm .0007 \quad \pm .00000002$$

olarak saptadık. Bulduğumuz dönem Oosterhoff'un verdiği dönemden biraz daha büyüktür. Yeni değerlerden yararlanarak evreler saptanmış ve ışık eğrilerindeki evre kaymalarının ortadan kalktığı görülmüştür. Gözlenen minimum zamanları ve O - C sapmaları Çizelge.4 te verilmiştir.

Çizelge.4

Minimum zamanları ve sapmalar

JD Hel.	Min	(O-C) _I	(O-C) _{II}
2440 191.381	I	0.021	0.003
289.396	I	.019	.002
491.478	I	.018	-.001
41 691.272	II	.021	.002
692.478	II	.017	.002
763.275	I	.024	.004
769.323	I	.022	.002
775.371	I	.020	-.002
957.488	II	.020	.000
42 132.345	I	.021	.001

(O-C)_I = Oosterhoff'un ışık öğelerinden,

(O-C)_{II} = Yeni öğelerden sapmalar.

Gözlem zamanlarınınin tümü,

$$dt = AX + BY \quad \dots \dots \dots (5)$$

bağıntısıyla düzeltilerek, güneş merkezine indirgenmiştir. Burada, A ve B yıldızın konsayılarına ilişkin sabitlerdir. 1972, 1973 ve 1974 yılları için

	1972	1973	1974
A	-0.00094	-0.00093	-0.00093
B	-0.00586	-0.00586	-0.00586

olarak bulunmuşlardır. X ve Y güneşin gözlem günündeki konsayılarını belirtmektedir. Evreler,

$$\text{Evre} = (t - t_0) / P \quad \dots \dots \dots (6)$$

bağıntısıyla hesaplanmıştır. Atmosfer dışına indirgenmiş parlaklıklar ve yeni ışık öğeleriyle hesaplanan evreler Çizelge.5 te verilmiştir.

VI. IŞIK EĞRİSİ

Değişik zamanlar ve değişik evrelerde bir renk için 436 gözlem noktası elde edilmiştir. Değişik tarihlerde yapılan gözlemlerin birbiriyle uyuşum gösterdiği saptanmıştır. Bu da gözlem tekniğinin sağlamlığını, yeterince dikkat gösterilmiş olduğunu göstermesi bakımından memnuniyet vericidir. Farklı zamanlarda yapılan gözlemler, farklı işaretlerle gösterilerek çizilen ışık eğrileri Şekil.3 te gösterilmiştir. Dizgenin parlaklığında yan etkilerden oluşan bir değişimin olmadığı buradan açıkça görülmektedir.

Her bir renk için elde edilen 436 gözlem noktasından yararlanarak en olası ortalama eğriyi bulmak gerekir. Bu nedenle 0.0120 evre aralığı seçilmiş, bu aralıktaki parlaklık ve evrelerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Böylelikle her iki renkte tüm eğriyi belirleyebilen 83 normal nokta elde edilmiştir. Ortalama ışık eğrileri ve dizgenin renk değişim eğrisi Şekil.4 te verilmiştir.

VII. REKTİFİKASYON

Örten değişen yıldız dizgelerinde, özellikle β Lyr türlerinde, üyeler biribirine oldukça yakındır. Yakınlık arttıkça üyelerin biribirine karşılıklı etkileri çoğalacaktır. Sözü edilen etkilerin en önemlileri, karşılıklı çekim, sürtünme, ışınım ve yansıma etkileriyle manyetik kuvvetlerdir (Plavec, 1968).

Karşılıklı çekim, dizge bileşenlerinin basıklaşmasına neden olur. Yapılan gözlemlerde her iki bileşenin ışınımına ek olarak, soğuk bileşenin sıcak bileşenden alıp yansıttığı ışınımı da alırız. Dolaylı olarak elde edilen ışık eğrisi, gerçek ışık eğrisinin bozulmuşu durumuna düşer. Bu etkilerin ortadan kaldırılması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Russell ve Merrill, 1952; Binnendijk, 1970). Araştırma yaptığımız dizge yakın bir çifttir, maksimumlar yuvarlaklaşmış durumdadır.

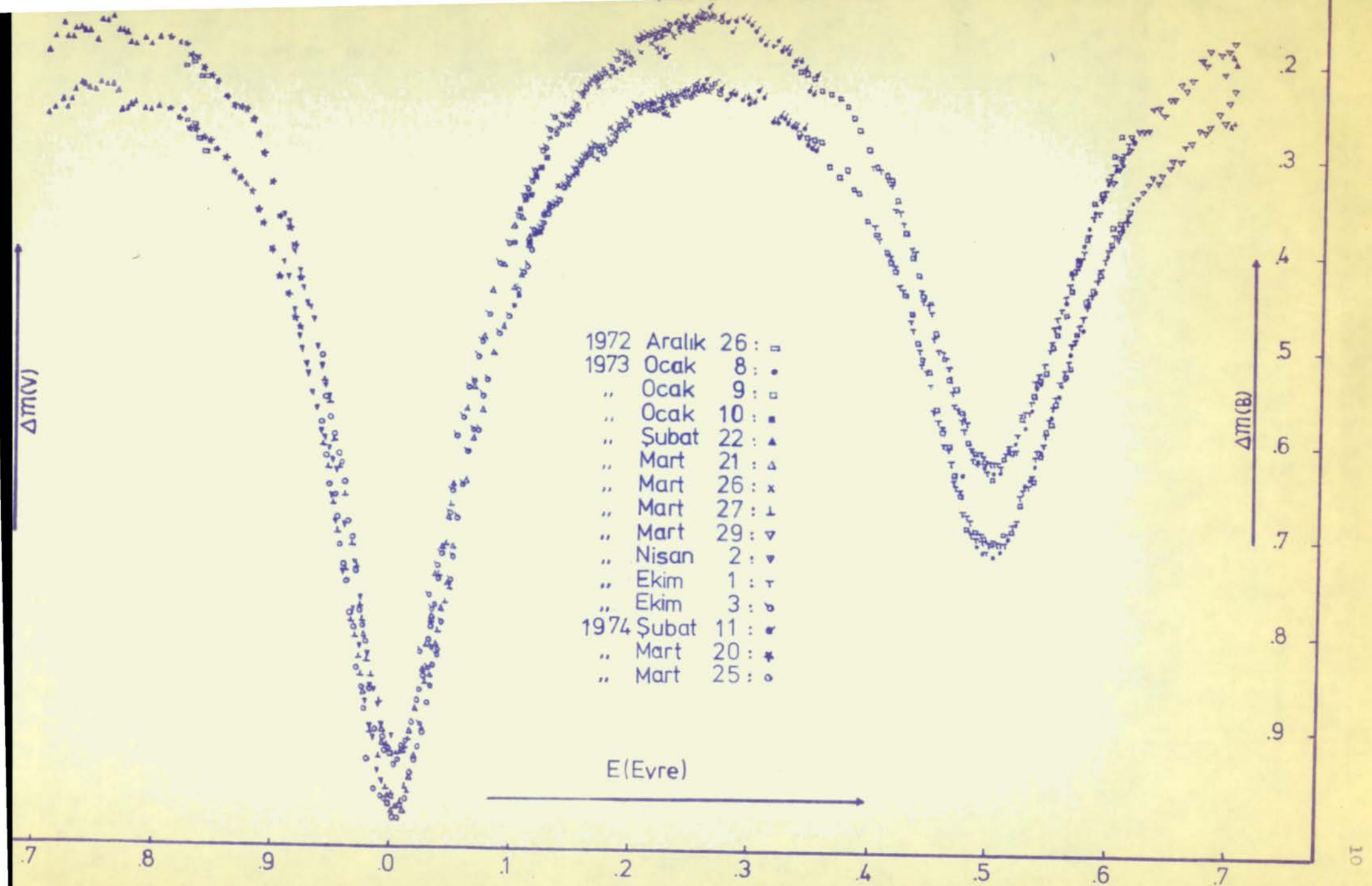
Rektifiye işleminde ağırlığı (Binnendijk, 1970) yöntemine verdik. Bu yöntemde tutulma başlangıcının ve sonunun elde edilmesi oldukça güçlük çıkarılmaktadır. Bu noktaların özenle belirlenmesi için, ışık eğrisinin rektifiyesi yapılır. En iyi yöntemin deneme olacağını varsayarak, işlemlerimizi üç kez tekrarladık. Böylece en güvenilir değeri saptadık.

Rektifikasyon işleminin temeli kuramlara dayanmaktadır. Burada yapılacak küçük bir boşlama sonucu etkiler. Daha ötesi, belki yanlışlara yolaçar.

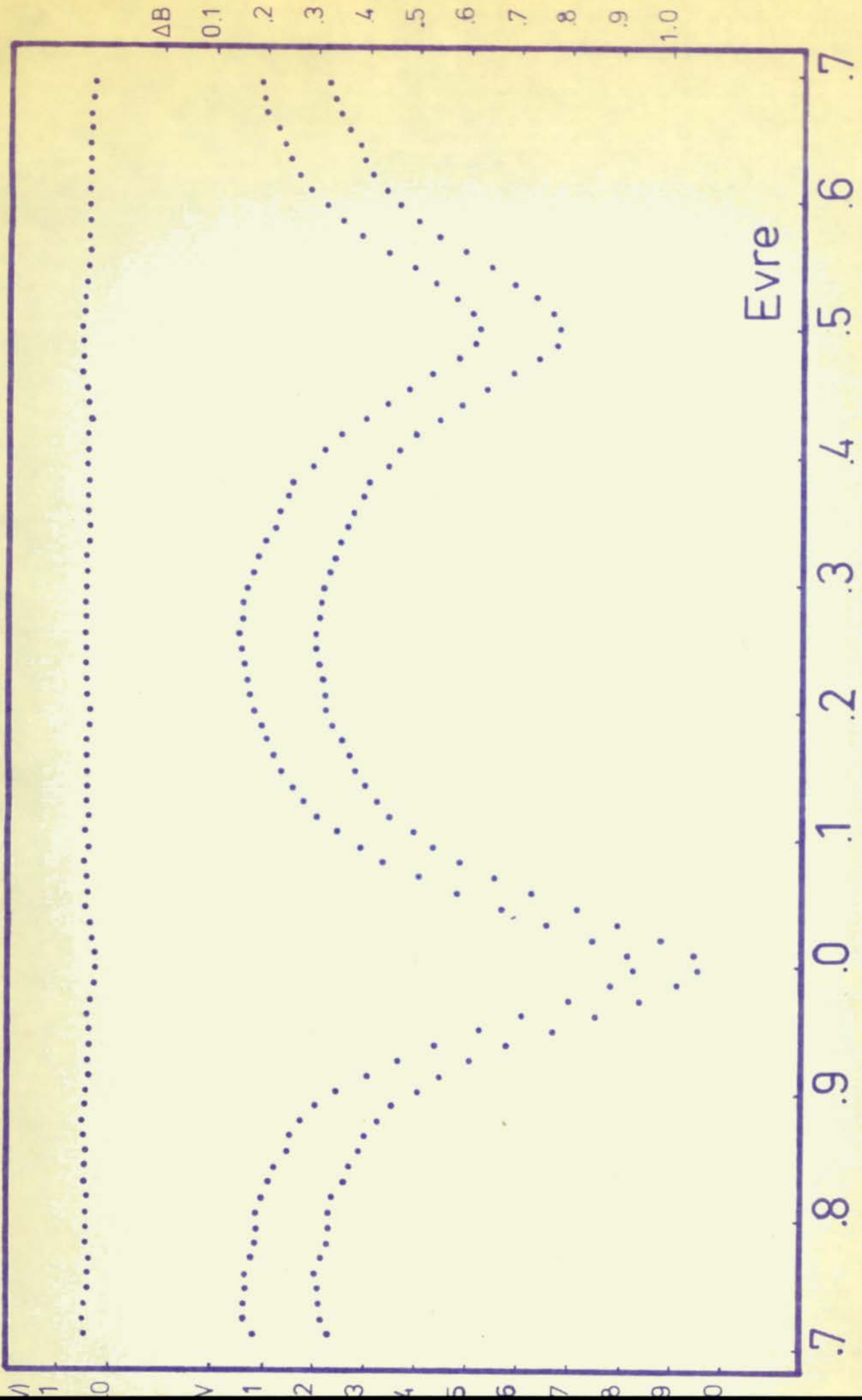
Örten çiftlerin maksimumlardaki ışık değişiminin basıklaşma nedeniyle bir kosinüs, yansıma nedeniyle de bir sinüs eğrisinin bileşimi şeklinde olacağı varsayılmaktadır. Bu iki eğrinin bileşimi de Fourier serisiyle,

$$I = 1/2 A_0 + A_1 \cos \theta + A_2 \cos 2\theta + B_1 \sin \theta + B_2 \sin 2\theta \dots (7)$$

şeklinde belirlenebilir. Burada A_1 katsayısı yansıma, A_2 katsayısı da basıklık



Şekil.3 Dizgenin B,V ışık eğrileri.



Şekil.4 Dizgenin ortalama ışık ve renk eğrileri.

etkisinin fonksiyonlarıdır. B_1 ve B_2 katsayıları ise minimum kollarıyla iki maksimum arasındaki bakışsızlık etkisinin birer fonksiyonudurlar. Kuramsal düşünceler, A_1 ve A_2 katsayılarının negatif olmasını gerektirmektedir. Bizim bulduğumuz değerler, kuramsal verilere uygun düşmektedir. Dizgenin en küçük kareler yöntemiyle hesaplanan Fourier katsayıları ve ortalama yanılırları Çizelge.6 de verilmiştir. Hesaplamalar Ege Üniversitesi bilgisayarlarıyla yapılmıştır

Çizelge.6

Fourier katsayıları ve ortalama yanılırları

Renk	A_0	A_1	A_2	B_1	B_2
Görsel	0.85405 ±.00193	-0.01597 ±.00127	-0.09889 ±.00146	0.00129 ±.00080	-0.00264 ±.00090
Mavi	0.84311 ±.00207	-0.01613 ±.00136	-0.09682 ±.00156	0.00267 ±.00086	-0.00273 ±.00097

Özellikle yakın çiftlerde, minimumlar bakışsız olmakta ve maksimumlar arasında parlaklık farkı bulunmaktadır. Bu nedenle, B_1 ve B_2 katsayılarının oluşturacağı etkiyi boşlama olanağı yoktur.

Yansıma etkisini belirleyen A_1 katsayısı her iki renkte de aynı işaretli olup A_2 ye oranla oldukça küçüktür. Bu oluşum bizi, maksimumlarda ışık değişiminin yansımadan çok basıklaşmadan ileri geldiği sonucuna vardırır. B_1 ve B_2 katsayılarının bulunan değerleri ise, çok büyük olmamakla birlikte boşlanamaz durumdadırlar. Bu da minimum ve maksimumlarda düzeltilmesi gerekli bir bakışsızlığın varlığını belirler.

VIII. ETKİLERİN TEK TEK GİDERİLMESİ

a) Bakışsızlık etkisinin giderilmesi: Gözlenen yeğnliklerden $B_1 \sin \theta + B_2 \sin 2\theta$ terimleri çıkarılır. Böylece istenen yeğnlik

$$\ell' = \ell_{\text{obs}} - B_1 \sin \theta - B_2 \sin 2\theta = 1/2 A_0 + A_1 \cos \theta + A_2 \cos 2\theta \quad ..(8)$$

eşitliğiyle belirlenir. Kolaylık sağlama için yalnızca kosinüs terimleri kullanılmak isteniyorsa, yukarıdaki eşitlik,

$$A'_0 = (1/2 A_0 - A_2) \quad , \quad A'_2 = 2 A_2$$

olmak üzere,

$$\ell' = A'_0 + A_1 \cos \theta + A'_2 \cos^2 \theta$$

şekline dönüştürülür.

b) Yansıma etkisi: İkinci adım, yansıma etkisinin ortadan kaldırılmasıdır. Bunun için de bileşenlerin yüzey parlaklıkları oranı bilinmelidir. İki

bileşenin yansıtıkları ışınım oranı, herbir bileşenin yüzey parlaklıklarının oranlarının tersine denktir (Binnendijk, 1970). Buna göre,

S_c = Soğuk bileşenin yansıttığı ışınım miktarı,

S_h = Sıcak bileşenin yansıttığı ışınım miktarı,

J_c = Soğuk bileşenin yüzey parlaklığı,

J_h = Sıcak bileşenin yüzey parlaklığı,

olmak üzere,

$$S_c / S_h = J_h / J_c \quad \dots \dots \dots (10)$$

yazılabilir. J_h ve J_c bilinmediği için, bunların oranına denk olan minimum derinlikleri alınabilir. Böylece eşitlik,

$$S_c / S_h = \text{Min I derinliği} / \text{Min II derinliği} = \underline{a} \quad \dots \dots \dots (11)$$

şekline dönüştürülmüş olur.

Diğer taraftan, ön verilerden yararlanarak,

$$S_c - S_h = -A_1 / \sin i \quad \dots \dots \dots (12)$$

eşitliğini yazabiliriz. İki eşitlikten bileşenlerin yansıttığı ışınım miktarını,

$$S_h = -A_1 / (\underline{a} - 1) \sin i \quad \dots \dots \dots (13)$$

$$S_c = -A_1 \underline{a} / (\underline{a} - 1) \sin i$$

bağıntılarıyla belirleyebiliriz. Yeni bir gösterim şekli olarak,

$$D_0 = 1/2 (S_c + S_h)$$

$$D_1 = A_1 = - (S_c - S_h) \sin i$$

$$D_2 = 1/2 (S_c + S_h) \sin^2 i$$

alınabilir. Görülüyor ki, D_0 , D_1 ve D_2 değerleri yalnız yansıtma katsayısı A_1 'in fonksiyonudurlar. Bunlara yansıtma katsayıları da denir. Böylece arındırılmış yeğinlik,

$$e = L' + D_0 + D_1 \cos \theta + D_2 \cos^2 \theta \quad \dots \dots \dots (14)$$

eşitliğiyle ortaya çıkar. Bağıntıda verilen L' değeri, x = kenar kararım katsayısı ve y = çekim kararım katsayısına bağlı olarak

$$L' = L \left[1 - \frac{15 + x}{15 - 5x} (1 + y) \epsilon \sin^2 i \cos^2 \theta \right]$$

ile belirlidir (Merrill ve Russell, 1952).

c) Basıklığın giderilmesi için de,

$$e = \frac{e' + D_0 - D_1 \cos \theta + D_2 \cos^2 \theta}{(A'_0 + D_0) + (A'_2 + D_2) \cos^2 \theta} \quad \dots \dots \dots (15)$$

eşitliği kullanılır.

Tüm yan etkenlerin birlikte ortadan kaldırılması daha kolaylık sağlar. Böylece, rektifiye yeğinlik,

$$\ell_r = \frac{\ell_{00} - B_1 \sin \theta - B_2 \sin 2\theta + D_0 - A_1 \cos \theta + D_2 \cos^2 \theta}{(A_1' + D_0) + (A_2' + D_2) \cos^2 \theta} \quad \dots (16)$$

eşitliği ile saptanmış olur.

Rektifiye edilmiş evreler de,

$$\sin \theta_r = \sin \theta / (1 - z \cos^2 \theta)^{1/2} \quad \dots (17)$$

eşitliği ile bulunur (Binnendijk 1970). Burada, $z = 2b / N$ olup basıklaşma katsayısını belirler.

Bulduğumuz katsayıları yukarıdaki iki bağıntıda kullanarak parlaklıklar ve evreler rektifiye edilmiştir. Rektifiye edilmiş ışık eğrileri Şekil.5 ve 6 da gösterilmiştir.

IX. ÖĞELERİN BULUNMASI

Örten çiftlerin ışık değişim eğrilerinden yararlanarak, yıldızların geometrik ve fiziksel öğelerinin hesaplanabileceği ilk kez Russell (1912) tarafından ortaya konmuştu. Çözüm için kendi adıyla anılan "Russell yöntemi"ni geliştirmiştir. Daha sonra bu alanda çalışan araştırmacılar yeni bazı yöntemler ortaya koymuşlardır. Bu yöntemlerin hepsinde, gözlemlerden elde edilen tüm noktalar kullanılmamakta, eğriyi belirleyebilen az sayıda normal noktalarla çözüme gidilmektedir. Az sayıda noktanın alınması hesaplamada kolaylık sağlamakta buna karşılık, verileri daha az güvenilir olmaktadır.

Bilgisayarların Gökbilimi'nde kullanılmaya başlaması, hesap güçlüklerini ortadan kaldırmıştır. Bundan sonra araştırmacılar, daha çok noktayı içeren Kitamura (1965) yöntemini kullanmaya başlamışlardır. Bu yöntemde tüm gözlem noktaları kullanılmaktadır. Yöntemin öz belirlenmesini yaparak, bulduğumuz sonuçları vereceğiz.

Tutulmanın herhangi bir evresinde dizgenin parlaklığı,

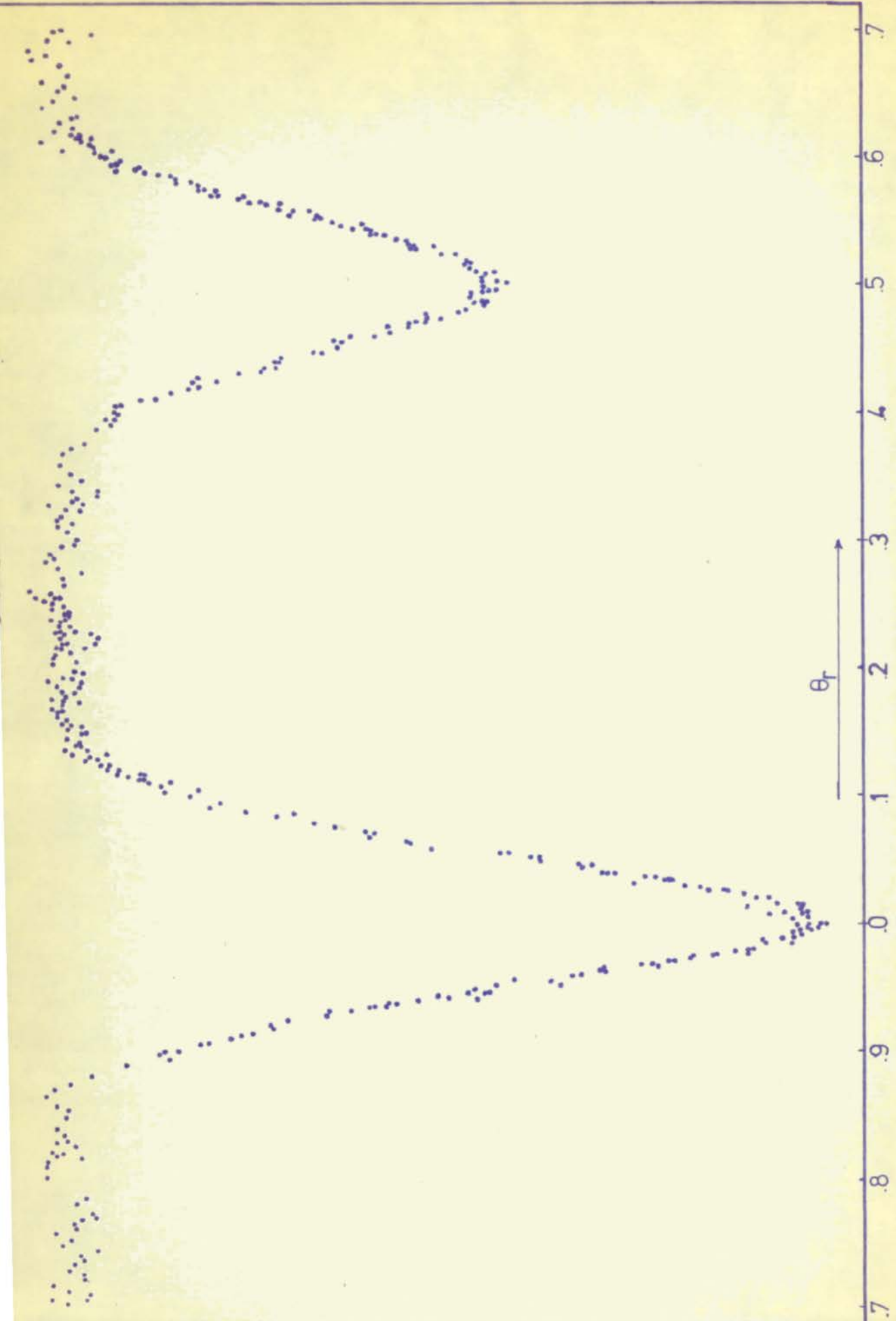
$$\ell(\theta) = 1 - L_1 f(\theta) \quad \dots (18)$$

olacaktır. L_1 küçük yıldızın, dizgenin toplam parlaklığına katkısıdır. $f(\theta)$ ise ışık kaybını belirlemektedir. Maksimum evrelerde $L_1 + L_2 = 1$ dir. $\ell(\theta)$ ışık değişiminin iki tür integral dönüşümü düşünülebilir.

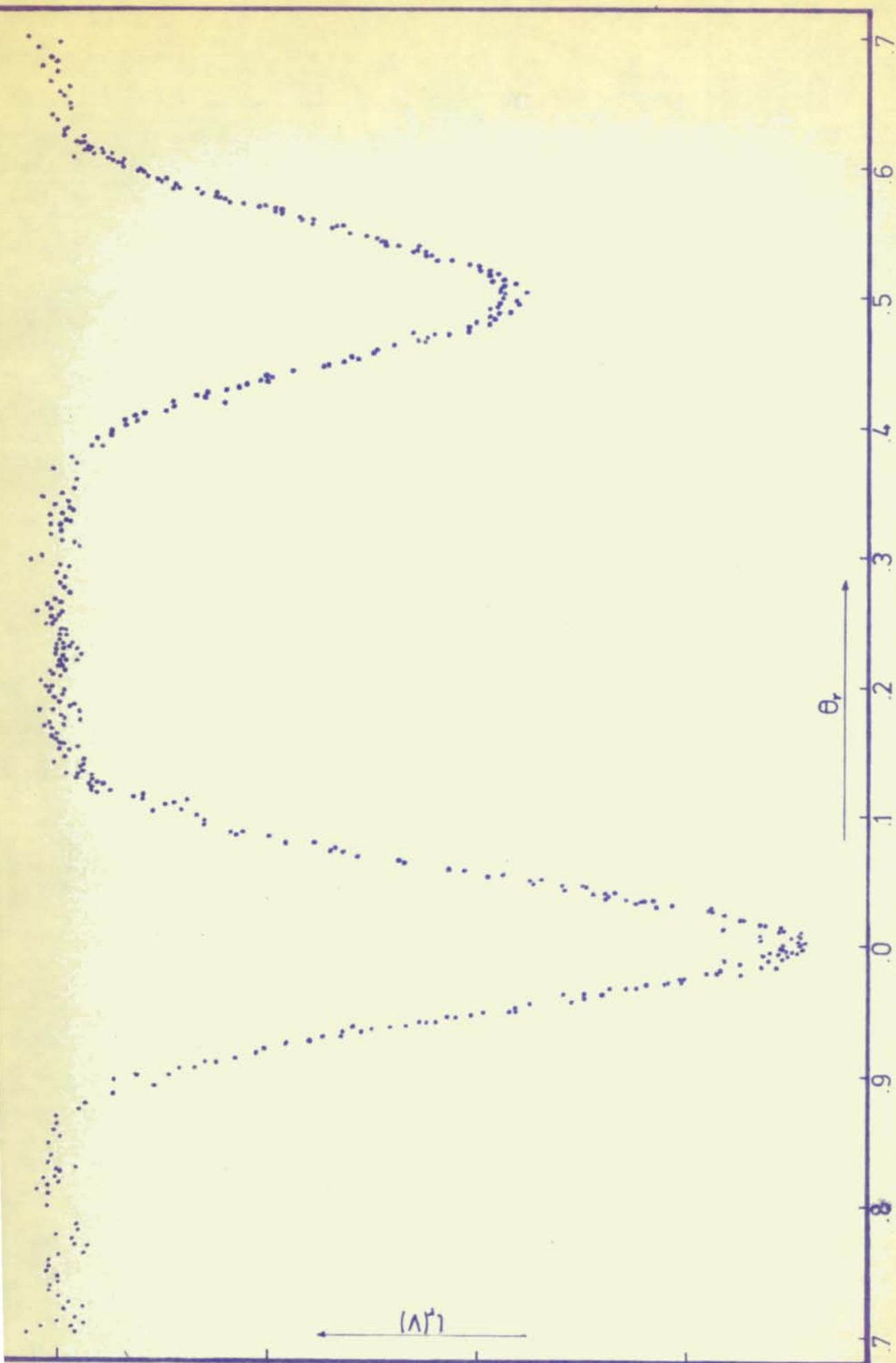
$$S_n = \int_0^\theta \ell(\theta) \sin n\theta \, d\theta$$

$$C_n = \int_0^\theta \ell(\theta) \cos n\theta \, d\theta \quad \dots (19)$$

Burada θ , tutulmalar dışında herhangi bir evre açısıdır, $n = 0, 1, 2 \dots$ değerlerini alır. Tanımlanan bu iki integral dönüşümüne "tam olmayan Fourier transformları" denir. Işık kaybını belirleyen $f(\theta)$ için de aynı integral dönüşümleri dü-



Şekil.5 Rektifiye edilmiş B renginde ışık eğrisi.



Şekil.6 Rektifiye edilmiş V renginde ışık eğrisi.

şünülebilir.

$$\begin{aligned} s_n &= \int_0^{\theta_0} f(\theta) \sin n\theta \, d\theta \\ c_n &= \int_0^{\theta_0} f(\theta) \cos n\theta \, d\theta \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (20)$$

Burada, θ_0 dıştan teğet açısını göstermektedir. Son bağıntıları, yukarıda verilen tam olmayan Fourier dönüşümleriyle birleştirerek,

$$\begin{aligned} L_1 s_n &= \frac{1 - \cos n\theta_0}{n} - S_n, \quad n = 1, 2 \\ &= 0, \quad n = 0 \quad \dots \dots \dots (21) \\ L_1 c_n &= \frac{\sin n\theta_0}{n} - C_n, \quad n = 1, 2 \\ &= \theta_0 - C_0, \quad n = 0 \end{aligned}$$

elde ederiz. Bu eşitliklerden $L_1 s_n$ ve $L_1 c_n$ kolayca hesaplanabilir.

$$F_n = \frac{L_1 s_n}{L_1 c_n} = \frac{s_n}{c_n} \quad \dots \dots \dots (22)$$

bağıntısıyla da F_1 ve F_2 değerleri bulunur. Bu değerler, tamamen eğrinin biçimine bağlı karakteristik fonksiyonlardır. Derinliğe bağlı üçüncü bir karakteristik fonksiyon olan E de,

$$E = \frac{L_1 c_0}{1 - \lambda} \quad \dots \dots \dots (23)$$

eşitliği ile belirlidir. Burada λ minimumdaki yenginliği göstermektedir. Biçim bağıntılarıyla derinlik bağıntısının kesim noktası bize, bileşen yıldızların yarıçaplarıyla yörüngenin eğikliğini verecektir.

SX Aur'nın iki minimumunun iniş ve çıkış kolları için ayrı ayrı hesaplanan karakteristik fonksiyonları, ortalama yanılğılarıyla birlikte Çizelge.7 de verilmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi birinci minimumda bulunan karakteristik fonksiyonlar daha büyüktür. Bu demektir ki, birinci minimum örtülme (occultation), ikinci minimum örtme (transit) dir.

Her iki minimumda bulunan biçim ve derinlik fonksiyonları kullanılarak, Kitamura (1967) tarafından hazırlanmış çizelgelerden dizgeye ilişkin bir dizi geometrik öge elde edilmiştir. Bu ögelerin değişim aralıkları $83^\circ < i_r < 84^\circ$, $0.32 < r_s < 0.34$ ve $0.41 < r_g < 0.43$ şeklindedir. Bu ögeler içerisinde gözlemlerle en iyi uyuşanı,

$$i_r = 83.5 \quad r_s = 0.330 \quad r_g = 0.428$$

olmuştur. Yıldızların ortalama basıklığını,

$$N = \frac{15 + x}{15 + 5x} (1 + y) \quad \text{ve} \quad \underline{b} = \frac{D_2' - A_2'}{A_0' - D_0'}$$

olmak üzere,

$$z = \frac{2\underline{b}}{N} \dots \dots \dots (24)$$

den yararlanarak, ortalama basıklık katsayısını,

$$z = 0.1806$$

bulduk.

Çizelge.7

Mavi bölgede karakteristik fonksiyonlar ve minimum derinlikleri

	$L_1 c_0$	F_1	F_2	F_1/F_2	E	$1 - \lambda$
Min I İniş:	0.1452	0.2575	0.5449	0.4725	0.3946	0.368
Çıkış:	.1410	.2491	.5274	.4724	.3832	"
Ort.:	.1431	.2533	.5362	.4724	.3889	"
Sapma:	±.0021	.0042	.0088	.0001	.0057	
Min II İniş :	.0812	.2488	.5268	.4723	.3924	.207
Çıkış:	.0793	.2379	.5009	.4750	.3832	"
Ort.:	.0803	.2434	.5139	.4737	.3878	"
Sapma:	±.0010	.0054	.0130	.0013	.0046	

Görsel bölgede karakteristik fonksiyonlar ve minimum derinlikleri

Min I İniş:	.1428	.2625	.5567	.4716	.4057	.352
Çıkış:	.1371	.2527	.5350	.4723	.3894	"
Ort.:	.1400	.2576	.5459	.4720	.3976	"
Sapma:	±.0028	.0049	.0109	.0003	.0082	
MinII İniş:	.0853	.2537	.5370	.4725	.3985	.214
Çıkış:	.0862	.2503	.5297	.4724	.4028	"
Ort.:	.0858	.2520	.5334	.4725	.4007	"
Sapma:	±.0005	.0017	.0037	.0001	.0021	

$$b/a = 1 - (z/2) \dots \dots \dots (25)$$

bağıntısını kullanarak her iki bileşenin yarı küçük eksen uzunluklarını,

$$b_s = 0.300 \quad , \quad b_g = 0.389$$

olarak saptadık.

Gözlenen yörünge eğikliği de,

$$\cos i = (1 - z) \cos^2 i_r \dots \dots \dots (26)$$

bağıntısıyla,

$$i = 84.1$$

bulunmuştur.

Bileşenlerin dizgenin toplam parlaklığına katkıları,

$$L_g = \frac{(L_1 c_o)_p}{E f Q} \dots \dots \dots (27)$$

$$L_s = \frac{(L_1 c_o)_s}{E f}$$

bağıntılarıyla (Kitamura,1965) her iki renk için ayrı ayrı hesaplanmış,

	Görsel	Mavi
L_s	0.4925	0.5145
L_g	0.5075	0.4846

değerleri elde edilmiştir. Görüldüğü gibi bileşenlerin, dizgenin toplam parlaklığına katkıları arasında büyük fark yoktur. Yüzey parlaklıkları oranı,

$$J_s / J_g = L_s / k^2 L_g \dots \dots \dots (28)$$

bağıntısıyla hesaplanmıştır. Burada k bileşenlerin yarıçapları oranını göstermektedir. Bulunan sonuçlar,

	Görsel	Mavi
J_s / J_g	1.633	1.783

olup, küçük bileşenin yüzey parlaklığı büyük bileşenin yüzey parlaklığından daha fazladır.

Dizgeye ilişkin geometrik ve fiziksel parametreler, daha önce bulunanlarla birlikte Çizelge.8 de verilmiştir.

Çizelge.8
Yörünge öğeleri

Geometrik elementler			
	Alkan	Oosterhoff	Wyse
k	0.771	0.88	0.741
a_g	.428	.529	.497
b_g	.389	-	.438
a_s	.330	.466	.368
b_s	.300	-	.324
i	84.1	90°	83.5
z	0.1806	-	-

Çizelge.8 (Devam)

Fotometrik elementler				
	Görse1	Mavi	Oosterhoff	Wyse
L_g	0.5075	0.4855	0.652	0.255
L_s	.4925	.5145	.345	.745
x	.35	.43	-	-
J_s/J_g	1.633	1.783	.69	1.60

X. KURAMSAL IŞIK EĞRİSİ

Bulunan öğelerin, gözlenen ışık eğrisine uygunluğu denetlenmelidir.

Bunun için dizgenin kuramsal ışık eğrisini elde ettik. Gözlenen parlaklıklar,

$$\rho = 1 - (1 - \lambda) \alpha(x, k, p)$$

bağıntısıyla belirlenebilir (Kopal, 1959). Burada, $\alpha(x, k, p)$ tutulmalar sırasında tutulan bileşenin örtülen alanını, $(1 - \lambda)$ ise o tutulmadaki minimum derinliğini göstermektedir. Minimum derinliği rektifiye edilmiş ışık eğrisinden bulunabilir. Örtülen alanın hesaplanması ise oldukça güçtür. p geometrik derinliği göstermek üzere, $+1 \leq p \leq -1$ aralığında Fliegel ve Wilson (1968) ve $p < -1$ için de Minti (1970) nin polinom yaklaşımları yöntemini kullandık. Sözü edilen yöntem uzun matematiksel bağıntıları kapsamakta, ancak bilgisayara kolay uygulanmaktadır. Hesaplanan kuramsal ışık eğrileri, gözlem noktalarıyla birlikte Şekil.7,8 de gösterilmektedir. Gözlemsel eğrilerle kuramsal eğrilerin uyuşma göstermesi, bulunan öğelerin güvenilir olduğunu kanıtlamaktadır.

XI. VARILAN SONUÇLAR

1. Değişik zamanlara ilişkin 15 gecelik gözlemlerin uyuşumu gözlemlerimizin güvenilirliğini ortaya koymuştur. Gerçekten çeşitli gecelere ilişkin noktalardan oluşan ışık eğrilerindeki dağılım çok azdır ve noktalar birbirine binmiş bir durum göstermektedir.

2. Oosterhoff'un verdiği dönemin yetersiz olduğu saptanmıştır. Elde edilen minimum zamanlarından yararlanarak, yeni ışık öğeleri bulunmuştur. Bulduğumuz ışık öğeleriyle, minimum zamanlarındaki kaymalar giderilmiş ve O-C artıkları en küçük değere indirilmiştir.

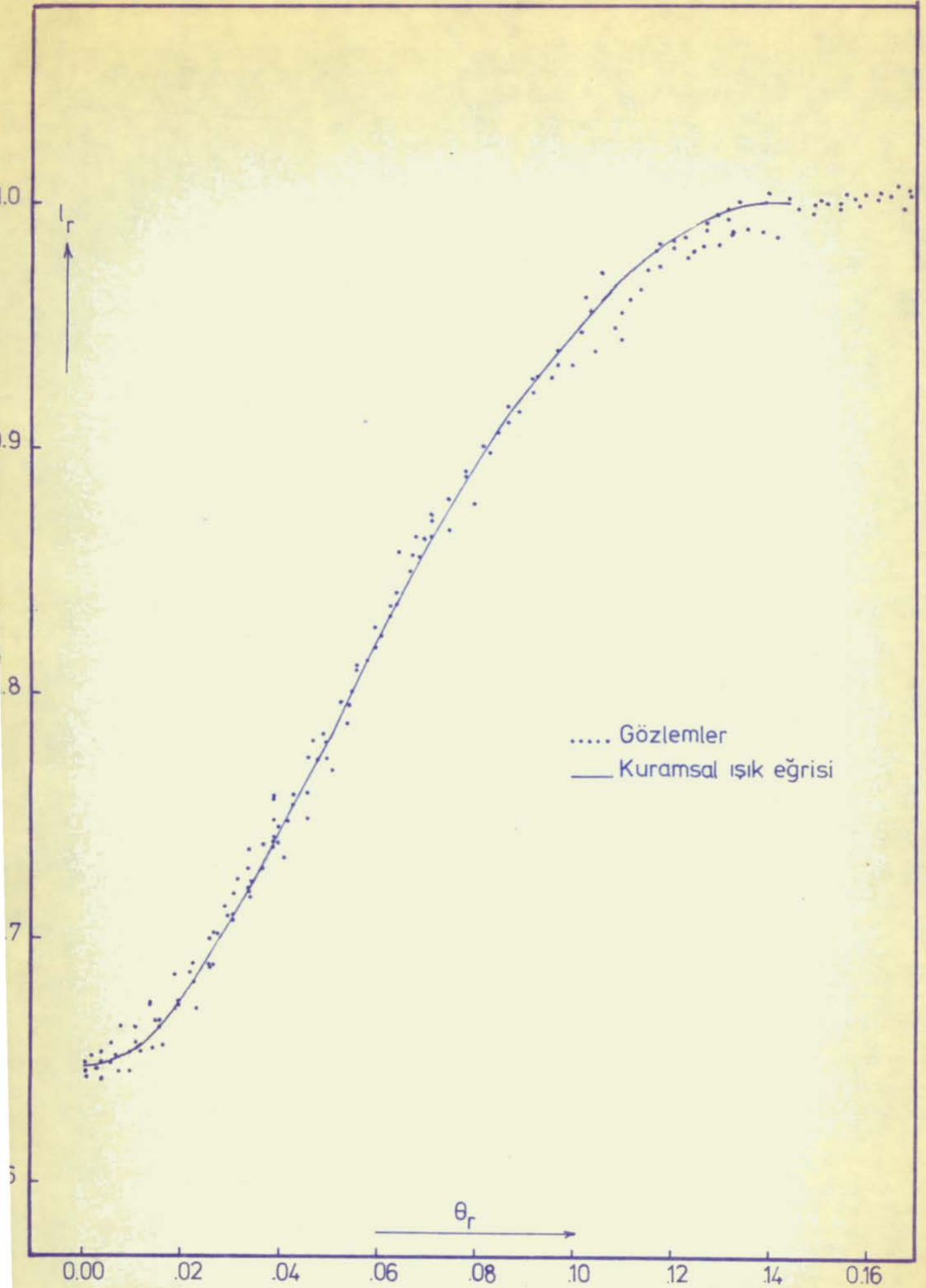
3. Her gözlem gecesinin sönlükleştirme katsayıları bulunmuş, bunların parlaklık üzerinde oluşturacağı etkiler giderilmiştir. Böylece, olası küçük yanlışlar ortadan kaldırılmıştır.

4. Rektifikasyon işlemi üç kez yapılarak, en güvenilir tutulma başlangıcı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Fourier katsayıları da üç kez araştırılarak çözüm için ilk aşamaya varılmıştır.

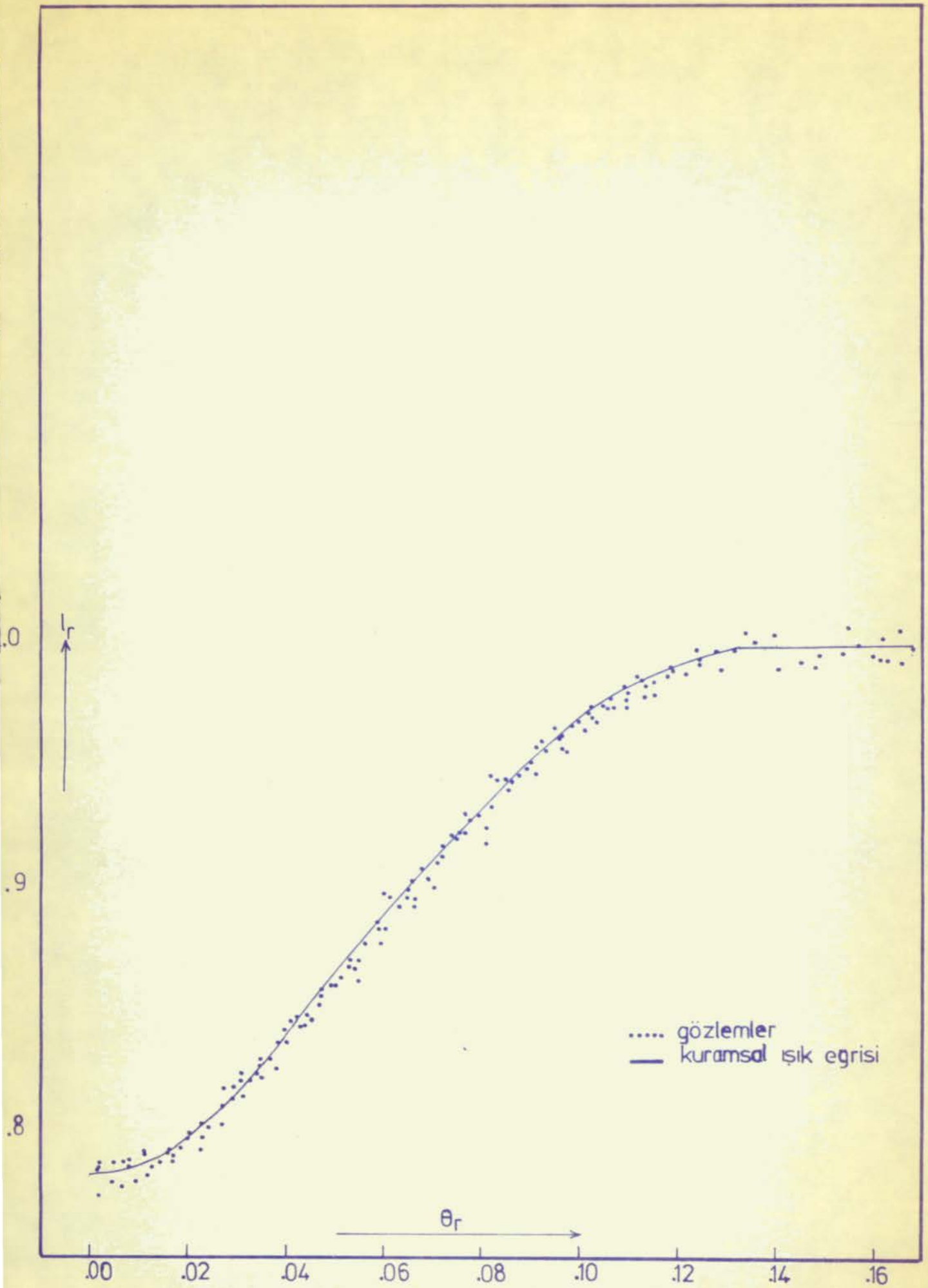
5. Yaptığımız çözümün denetimine gidilmiş,gözlemsel ışık eğrisi ile kuramsal ışık eğrisinin uyuşma gösterdiği saptanmıştır. Yapılan çözümün tüm gözlem noktalarını içermesi,bulunan değerlerin sağlıklı olmasını sağlamıştır.

6. Bileşen yıldızların basıklaşmış olduğu,bu tür (β Lyr türü) dizgelerin belirgin özelliklerine bağlanmıştır.

7. Bulduğumuz yörünge öğeleri,Oosterhoff'un bulgularından çok farklı olmakla birlikte,Wyse'nin bulmuş olduğu daha yeni öğelerle uyuşmaktadır. Fotoelektrik çalışmaların daha duyarlı olduğu bilinmektedir. Onun için bizim bulduğumuz öğeler gerçeğe daha yakın olmalıdır.



Şekil.7 V renginde Min I gözlemleri ve kuramsal ışık eğrisi.



Sekil.8 V renginde Min II gözlemleri ve kuramsal ışık eğrisi.

KAYNAKLAR

- ARTHUR, B.W. 1954, *Astron. Soc. Pacific.*, No.20, p. 126.
- BATTEN, A.H. 1968, *A.J.*, 73, 551.
- BİNNENDİJK, L. 1970, *Vistas in Astronomy*, Ed. A. Beer, Pergamon Press, New York, Vol.12, p. 217.
- FLIEGEL, H.F., WILSON, R.E. 1968, *A.J.*, 73, 42.
- HARDIE, R.H. 1959, *Astroph. J.*, 130, p.663.
- KITAMURA, M. 1967, *Tables of the Characteristic Functions of the Eclipse and the Related Delta Functions*, University of Tokyo
- KITAMURA, M. 1965, *Adv. Ast. Astrophys.* 3 . 27
- KIZILIRMAK, A. 1969, *Fotoelektrik Gözlem Tekniği*, *Astronomi* No.8
- KIZILIRMAK, A. 1971, *Analysis of Periods of Some Eclipsing Variables*, *Astronomi* No.12.
- KOPAL, Z. 1959, *Close Binary System*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- KUKARKIN, B.V. 1969, *General Catalogue of Variable Stars*, Moscow.
- LABS, D. 1969, *Table of Relative Airmasses for Ege Univ. Obs.*
- MINTI, H. 1970, *St. Cerc. Astron. and Astrophys.*, Vol. 6, p.201.
- OOSTERHOFF, P.Th. 1934, *Bull. Astron. Inst. Netherl.*, 7, 250.
- PLAVEC, M. 1968, *Adv. in Astron. and Astrophys.*, Vol.6, p.201.
- RUSSELL, H.N. and MERRILL, J.E. 1952, *Contr. Princeton Obs.*, No.26.

Gözlemler

JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$	JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$
678.3455	.8189	-.210	-.242	.2863	.3395	-.211	-.252
.3530	.8251	.205	.245	.2940	.3458	.214	.254
.3587	.8298	.220	.260	.3027	.3530	.228	.256
.3641	.8343	.220	.275	.3115	.3603	.230	.283
691.2411	.4757	.571	.604	.3204	.3676	.234	.293
.2561	.4881	.616	.678	.3288	.3746	.243	.284
.2634	.4941	.621	.687	.3348	.3795	.255	.307
.2728	.5019	.627	.692	.3406	.3843	.268	.310
.2806	.5084	.625	.685	.3515	.3933	.288	.338
.2885	.5149	.602	.671	.3608	.4010	.307	.353
.2955	.5207	.596	.656	.3681	.4071	.315	.370
.3036	.5274	.579	.616	.3742	.4121	.321	.382
.3081	.5311	.560	.607	.3797	.4166	.342	.390
.3144	.5363	.537	.594	.3898	.4250	.377	.414
.3193	.5403	.531	.580	.3960	.4301	.400	.436
.3292	.5485	.492	.546	.4021	.4352	.419	.467
.3350	.5535	.472	.521	.4088	.4407	.440	.483
.3426	.5596	.447	.502	.4148	.4457	.450	.494
.3488	.5649	.414	.475	.4230	.4524	.482	.536
.3554	.5693	.402	.455	.4293	.4576	.505	.559
.3607	.5736	.385	.450	.4358	.4630	.528	.576
.3664	.5784	.368	.422	.4431	.4690	.539	.606
.3725	.5834	.350	.412	.4490	.4739	.563	.627
.3793	.5890	.335	.394	.4562	.4798	.594	.660
.3859	.5945	.320	.372	.4636	.4860	.606	.663
.3943	.6014	.305	.358	.4735	.4941	.614	.672
.3993	.6055	.300	.343	.4822	.5014	.635	.677
.4066	.6099	.285	.333	.4926	.5100	.612	.666
.4132	.6154	.277	.315	.5007	.5167	.607	.663
692.2792	.3336	.208	.248	.5098	.5242	.568	.636

Çizelge.5 (Devam)

JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$	JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$
.5221	.5343	-.544	-.610	.3257	.7333	-.176	-.205
.5280	.5392	.531	.583	.3303	.7371	.174	.211
.5345	.5446	.522	.558	.3363	.7421	.184	.210
.5401	.5492	.491	.552	.3409	.7459	.162	.202
.5453	.5535	.482	.529	.3472	.7511	.168	.204
.5523	.5593	.461	.499	.3536	.7564	.158	.204
.5575	.5636	.433	.490	.3592	.7610	.172	.210
.5644	.5693	.405	.455	.3625	.7638	.172	.233
.5720	.5756	.381	.422	.3670	.7675	.176	.231
.5800	.5822	.341	.408	.3703	.7702	.185	.225
.5876	.5885	.331	.393	.3749	.7740	.185	.222
.5991	.5980	.292	.342	.3850	.7824	.180	.230
.6071	.6046	.270	.342	.3912	.7875	.188	.232
693.2021	.0963	.390	.432	763.2584	.9904	.902	.892
.2082	.1014	.355	.420	.2661	.9967	.931	.948
.2128	.1051	.346	.390	.2709	.0008	.932	.963
.2171	.1087	.340	.365	.2810	.0090	.925	.963
.2212	.1121	.322	.357	.2876	.0145	.905	.928
.2258	.1159	.312	.355	.2920	.0181	.880	.907
.2301	.1194	.300	.337	.2992	.0241	.842	.876
.2345	.1231	.300	.330	.3074	.0309	.784	.820
736.2803	.6958	.185	.235	.3122	.0348	.742	.788
.2851	.6998	.195	.232	.3174	.0390	.712	.751
.2886	.7027	.195	.237	.3228	.0436	.679	.724
.2945	.7076	.178	.230	.3286	.0484	.647	.686
.3027	.7143	.165	.220	.3404	.0581	.566	.617
.3071	.7180	.181	.230	.3472	.0637	.542	.572
.3116	.7217	.180	.220	.3570	.0728	.490	.543
.3160	.7253	.170	.212	.3666	.0798	.441	.482
.3203	.7289	.171	.204	.3761	.0876	.414	.456

Çizelge.5 (Devam)

JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$	JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$
.3855	.0953	-.372	-.413	.2601	.9500	-.630	-.672
.3941	.1024	.367	.426	.2691	.9575	.658	.710
.4024	.1093	.340	.361	.2749	.9622	.711	.765
768.2596	.1232	.280	.325	.2791	.9656	.733	.782
.2694	.1313	.269	.306	.2839	.9696	.774	.804
.2804	.1404	.265	.304	.2873	.9724	.789	.822
.2840	.1434	.249	.295	.2925	.9767	.830	.856
.2880	.1467	.252	.293	.2965	.9800	.847	.882
.2947	.1522	.237	.278	.3059	.9878	.873	.908
.3010	.1574	.222	.272	.3140	.9945	.920	.940
.3050	.1607	.216	.274	.3183	.9980	.929	.947
.3096	.1645	.227	.278	.3236	.0025	.932	.961
.3152	.1692	.206	.263	.3275	.0057	.929	.955
.3216	.1745	.214	.244	.3327	.0100	.923	.940
.3268	.1788	.211	.258	.3365	.0132	.915	.943
.3313	.1825	.208	.244	.3522	.0261	.814	.833
.3356	.1860	.199	.245	.3576	.0306	.790	.819
.3402	.1898	.201	.242	.3639	.0358	.741	.775
.3435	.1926	.199	.232	.3709	.0416	.708	.747
.3539	.2012	.188	.228	.3766	.0463	.667	.730
.3626	.2083	.179	.227	771.2498	.5943	.318	.372
.3664	.2115	.184	.219	.2542	.5979	.321	.360
.3710	.2153	.188	.226	.2587	.6017	.306	.353
.3744	.2181	.187	.218	.2629	.6051	.295	.349
.3805	.2231	.165	.230	.2689	.6101	.286	.332
.3845	.2264	.172	.216	.2726	.6131	.269	.329
.3898	.2303	.167	.217	.2803	.6195	.264	.310
769.2454	.9379	.539	.581	.2844	.6229	.267	.306
.2502	.9418	.559	.606	.2894	.6270	.265	.296
.2553	.9460	.600	.642	.2945	.6312	.239	.289

Çizelge.5 (Devam)

JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$	JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$
.3012	.6369	-.240	-.294	.3341	.9695	-.763	-.790
.3055	.6403	.249	.288	.3387	.9733	.805	.838
.3119	.6456	.232	.279	.3419	.9760	.828	.851
.3158	.6488	.232	.272	.3466	.9799	.858	.875
.3214	.6535	.214	.273	.3504	.9830	.860	.885
.3267	.6578	.224	.255	.3542	.9862	.874	.920
.3360	.6654	.210	.252	.3583	.9895	.893	.931
.3416	.6702	.189	.239	.3620	.9926	.901	.926
.3467	.6744	.195	.242	.3653	.9953	.910	.933
.3510	.6779	.180	.236	.3693	.9986	.905	.945
.3614	.6865	.184	.222	.3724	.0012	.904	.946
.3655	.6899	.205	.230	.3762	.0043	.894	.927
.3710	.6945	.179	.211	.3798	.0073	.881	.922
.3773	.6997	.173	.194	.3830	.0100	.859	.893
775.2532	.9027	.363	.388	957.3646	.3982	.306	.343
.2570	.9058	.371	.404	.3699	.4026	.302	.355
.2636	.9113	.403	.438	.3742	.4061	.315	.360
.2688	.9156	.421	.465	.3780	.4093	.318	.372
.2725	.9186	.441	.480	.3824	.4129	.326	.375
.2768	.9222	.456	.496	.3857	.4156	.349	.385
.2801	.9249	.459	.505	.3901	.4193	.352	.407
.2846	.9286	.473	.524	.3937	.4223	.365	.412
.2880	.9315	.503	.542	.3983	.4261	.392	.449
.2929	.9355	.522	.567	.4020	.4291	.392	.440
.2967	.9386	.541	.571	.4063	.4327	.392	.452
.3007	.9419	.554	.582	.4128	.4380	.435	.473
.3044	.9450	.620	.634	.4164	.4410	.447	.488
.3093	.9491	.633	.659	.4209	.4447	.451	.495
.3169	.9553	.689	.710	.4244	.4476	.458	.510
.3296	.9658	.729	.752	.4284	.4509	.485	.535

Çizelge.5 (Devam)

JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$	JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$
.4324	.4542	.498	.547	.5385	.5419	.510	.570
.4369	.4580	.503	.556	.5419	.5447	.503	.557
.4398	.4604	.500	.572	.5455	.5477	.490	.545
.4434	.4633	.515	.575	.5491	.5507	.472	.530
.4461	.4656	.540	.590	.5534	.5542	.463	.520
.4495	.4684	.555	.612	.5568	.5570	.453	.505
.4525	.4708	.557	.615	.5601	.5598	.440	.498
.4561	.4738	.570	.620	.5637	.5627	.430	.485
.4583	.4756	.580	.642	.5669	.5654	.417	.467
.4630	.4795	.572	.645	.5703	.5682	.412	.460
.4662	.4822	.600	.652	.5747	.5718	.400	.445
.4694	.4848	.613	.665	.5783	.5748	.393	.437
.4723	.4872	.615	.670	.5828	.5785	.377	.423
.4755	.4899	.605	.665	.5869	.5819	.357	.410
.4795	.4931	.608	.670	.5912	.5855	.350	.398
.4829	.4960	.625	.685	.5943	.5880	.335	.390
.4863	.4988	.616	.675	.5987	.5917	.333	.377
.4899	.5018	.615	.673	.6042	.5962	.312	.365
.4932	.5045	.615	.673	.6094	.6005	.306	.350
.4966	.5073	.618	.675	.6133	.6037	.295	.341
.5013	.5112	.607	.675	.6169	.6067	.291	.340
.5053	.5145	.602	.665	.6209	.6100	.281	.328
.5098	.5182	.604	.657	959.3312	.0234	.822	.877
.5136	.5213	.585	.650	.3379	.0289	.761	.813
.5175	.5246	.565	.626	.3429	.0331	.776	.788
.5209	.5274	.563	.620	.3473	.0367	.732	.793
.5246	.5304	.560	.615	.3527	.0412	.717	.764
.6275	.5328	.552	.605	.3580	.0455	.675	.721
.5314	.5361	.533	.587	.3619	.0488	.650	.696
.5348	.5389	.520	.583	.3666	.0526	.593	.655

Çizelge.5 (Devam)

JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$	JD Hel. 2441 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$
.3717	.0569	-.574	-.619	.5153	.1755	-.205	-.260
.3770	.0612	.541	.584	.5199	.1793	.196	.250
.3811	.0646	.535	.562	.5249	.1835	.188	.242
.3855	.0683	.510	.563	.5302	.1878	.192	.234
.3897	.0717	.492	.527	.5357	.1924	.194	.227
.3945	.0757	.465	.511	.5229	.1983	.175	.218
.3991	.0795	.470	.490	.5489	.2033	.172	.222
.4054	.0847	.412	.460	.5531	.2068	.172	.218
.4146	.0923	.390	.444	.5592	.2118	.169	.220
.4240	.1001	.363	.415	.5645	.2162	.168	.217
.4283	.1036	.345	.397	.5700	.2207	.165	.212
.4322	.1069	.333	.392	.5749	.2248	.159	.210
.4354	.1095	.325	.371	.5799	.2289	.162	.209
.4393	.1127	.314	.355	.5860	.2340	.158	.208
.4424	.1153	.307	.360	.5913	.2383	.160	.210
.4463	.1185	.293	.349	.5951	.2415	.163	.210
.4495	.1212	.293	.345	.6010	.2464	.157	.201
.4533	.1243	.272	.334	.6067	.2511	.147	.202
.4567	.1271	.283	.329	.6115	.2550	.153	.204
.4611	.1307	.274	.325	.6174	.2599	.149	.199
.4647	.1337	.268	.323	.6248	.2660	.155	.205
.4688	.1371	.257	.306	42 090.2473	.2115	.171	.220
.4750	.1422	.258	.295	.2524	.2157	.172	.221
.4804	.1467	.245	.290	.2573	.2198	.197	.229
.4845	.1501	.234	.282	.2646	.2258	.162	.215
.4900	.1546	.225	.277	.2700	.2302	.160	.212
.4956	.1593	.222	.265	.2773	.2363	.152	.207
.4997	.1626	.219	.264	.2811	.2394	.163	.207
.5043	.1664	.214	.267	.2848	.2425	.162	.209
.5096	.1708	.211	.270	.2887	.2457	.151	.196

Çizelge.5 (Devam)

JD Hel. 2442 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$	JD Hel. 2442 000+	Evre	$\Delta_m(B)$	$\Delta_m(V)$
.2922	.2486	-.150	-.202	.2929	.8257	-.201	-.252
.2963	.2520	.151	.200	.3002	.8317	.210	.259
.3015	.2570	.140	.191	.3086	.8386	.222	.263
.3082	.2617	.127	.197	.3161	.8448	.225	.272
.3144	.2669	.156	.203	.3265	.8526	.240	.282
.3209	.2722	.157	.216	.3340	.8588	.251	.296
.3269	.2772	.169	.209	.3404	.8641	.251	.299
.3319	.2813	.156	.208	.3468	.8694	.253	.308
.3373	.2858	.152	.213	.3535	.8749	.264	.315
.3417	.2894	.157	.210	.3600	.8803	.281	.337
.3457	.2927	.158	.218	.3661	.8854	.300	.348
.3517	.2977	.167	.215	.3747	.8925	.330	.374
.3560	.3012	.176	.203	.3823	.8988	.364	.403
.3600	.3045	.180	.210	.3912	.9061	.378	.423
.3693	.3122	.180	.237	.3975	.9113	.396	.446
.3730	.3153	.177	.237	.4034	.9161	.431	.458
.3758	.3176	.186	.231	132.2665	.9358	.508	.556
.3818	.3226	.183	.230	.2710	.9396	.552	.591
.3847	.3250	.188	.238	.2752	.9430	.576	.620
.3889	.3284	.202	.239	.2792	.9463	.592	.631
.3907	.3299	.195	.237	.2827	.9492	.613	.655
.3957	.3340	.190	.250	.2868	.9526	.624	.683
.4001	.3377	.206	.241	.2905	.9557	.641	.704
.4050	.3417	.228	.261	.2940	.9586	.685	.722
.4091	.3451	.231	.263	.2977	.9616	.705	.754
.4131	.3484	.219	.265	.3027	.9658	.730	.769
127.2673	.8045	.178	.226	.3066	.9690	.775	.811
.2758	.8116	.184	.235	.3108	.9725	.790	.836
.2800	.8150	.186	.231	.3143	.9753	.807	.851
.2874	.8212	.198	.251	.3186	.9789	.858	.908

Çizelge.5 (Devam)

JD Hel. 2442 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$	JD Hel. 2442 000+	Evre	$\Delta m(B)$	$\Delta m(V)$
.3261	.9851	-.899	-.939	.3612	.0141	-.888	-.921
.3332	.9910	.910	.946	.3655	.0177	.865	.908
.3361	.9934	.921	.949	.3690	.0206	.854	.891
.3397	.9963	.915	.955	.3729	.0238	.837	.876
.3431	.9991	.937	.966	.3781	.0281	.803	.843
.3486	.0037	.931	.969	.3816	.0310	.786	.826
.3523	.0068	.915	.963	.3843	.0332	.766	.804
.3572	.0108	.907	.946	.3877	.0360	.730	.786