

V346 AQL, KR CYG VE FG HYA ÇIFT YILDIZLARININ
IŞIK VE DÖNEM DEĞİŞİMLERİ

Z. Müyesseroğlu, O. Demircan, E. Derman

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve
Uzay Bilimleri Bölümü, 06100 Beşevler-ANKARA

ÖZET:

V346 Aql (=BD+09°4425), KR Cyg (=BD+30°3915) ve FG Hya (=BD+03°1979) örten çift yıldızların 1988-1990 gözlem sezonu içinde UBV fotometrik gözlemleri yapıldı. Gözlemlerde A.O. Gözlemevi'nin 30 cm'lik Maksutov teleskopu ve ona bağlı EHI 9789QB fotokatlanırıcı tubü kullanıldı. Bulunan ışık eğrileri daha önceden elde edilen eğrilerle karşılaştırıldı. Farklı dalgalıboylarında, minimum derinliklerinde değişim olup olmadığını bakıldı. Gözlemler sırasında elde edilen minimum zamanları, literatürdeki minimum zamanları ile beraber küllanılarak yeni ışık öğeleri elde edildi. ışık eğrilerinin analizi çalışmaları devam etmektedir.

GİRİŞ:

V346 Aql (BD+09°4425, HD191515), ana bileşeni AO tayıf türünde anakol, yoldaşlığı geç F yada erken G tayıf türünde altdev olan bir çift yıldız sistemidir (Giuricin ve Mardirosian (1981)). Sistemin 3" yakınında ve sistemden 2".3 Kadir daha sonük görsel bir bileşeni vardır. Bu 3. ışık sistemin ışık eğrisini de etkilemektedir.

Cristaldi ve Walter (1963) fotoelektrik ışık eğrilerinden, sistemi Algol türü olarak

tanımladılar. Tutulum dışı asimetrinin görüldüğü bu ışık eğrisini Onlar Russell-Merrill (1952) yöntemi ile çözerek kütle oranını $q=0.34$ elde ettiler.

Giuricin ve Mardirrosian (1981) aynı ışık eğrisini Wood (1972) yöntemi ile çözdüklerinde, önceki çözümün sonuçlarına çok yakın değerler buldular. Ancak iki çözümün sonucunda 3. ışığın katkısı oldukça farklıdır (C&W de $L_3=0.08$, G&M de $L_3=0.012$). Wood çözümünde ikinci bileşenin Roche şısimini doldurduğu sonucunu bulan araştırmacılar, sistemin yarı-ayrık olabileceğini ileri sürmüştür. Soğuk olan ikinci bileşen normal Algol'lerin yoldaş bileşenleri gibi, kütle ve sıcaklıklarına göre daha parlak ve daha büyük boyutludur. Çözümlerde bulunan fiziksel ve geometrik parametreler Çizelge-1'de özetlenmiştir.

KR Cyg (BD+30°3915) sisteminin değişen olduğu ilk kez Schneller (1931) tarafından keşfedildi. Gaposchkin (1953), Cesevic (1954) ve Lassovszky (1963) tarafından görsel, Wachmann (1948) ve Nekrasova (1945) tarafından fotoğrafik ışık eğrileri yayınladı. Bu gözlemlere göre sistem, Algol türü ışık eğrisi vermektedir. Vettesnik (1963)'in iki renkte elde ettiği fotoelektrik ışık eğrileri ise sistemin B-Lyr türü olduğunu ortaya çıkarmıştır. Sistem, büyük olasılıkla, ikisi de anakol yıldızı olan, B9 ve F5 tayıf türü bileşenlerden oluşmaktadır. Vettesnik'in, Russell-Merrill (1952) yöntemi ile bulduğu kuramsal eğri, gözlenen ışık eğrisi ile pek uyuşmamaktır, ayrıca iki renk için bulunduğu eğimler arasında $1^{\circ}.5$ fark bulunmaktadır.

Horak (1966a), Vettesnik'in ışık eğrisini kendi yöntemi ile (Horak, 1966b) küresel elipsoid varsayımlı altında çözdüğünde sistemin yarı-ayrık değil degen olduğunu savundu. Ancak Wilson ve Rafert (1980) aynı ışık eğrisini diferansiyel düzeltme yöntemi ile çözdüklerinde ikinci bileşeni (Vettesnik'in sonucuna göre) daha büyük

boyutlu bulmuşlardır ve bu bileşen Roche şığiminden çok az küçüktür. Buna göre de sistem kısa dönemli Algol'dur.

Çizelge-1 V346 Aql'nın Fotometrik Çözümleri

	C&W 1963	G&M 1981	G.ve ark. 1983
Tayf türü	AO	AOV+F, G	AO+GB-G9
Yöntem	RM	W	WD
i	88° .3	87° .7	---
q	0.34	0.3	0.3
k	0.908	0.909	---
r ₁	0.314	0.300	---
r ₂	0.285	0.273	---
T ₁	---	9660	9400
T ₂	---	5510	5400
L _s	0.080	0.012	---

Çizelge-2 KR Cyg'nın Fotometrik Çözümleri

	Lassv. 1936	Vet. 1965	Horak 1966	W&R 1980	Naim. ark. 1985
Tayf türü	---	B9+F5	B9	B7	B9+F5
Yöntem	---	RM	H	WD	K
i (v)	85° .5	83° .8	86° .3	---	83° .6
(b)	---	85° .3	86° .5	---	84° .6
q	---	---	---	0.48	0.49
k (v)	---	0.61	0.74	0.70	0.79
(b)	---	0.60	0.77	0.69	0.76
r ₁ (v)	---	0.40	0.38	0.43	0.39
(b)	---	0.40	0.37	0.44	0.41
r ₂ (v)	---	0.25	0.28	0.30	0.31
(b)	---	0.24'	0.29	0.30	0.31
T ₁	---	12000	---	9000	6370
T ₂	---	6500	---	3985	9120

Not: Burada, RM: Russell & Merrill (1952) yöntemi, H: Horak (1966b) Kuresel elipsoid, W: Wood (1972) yöntemi, WD: Wilson & Devinney (1971) yöntemi, K: Kopal (1979) yöntemi

Al-Naimiy ve ark. (1985) yine aynı ışık eğrisini frequency-domainde Fourier teknigi ile analiz ettilerinde sistemi yarı-ayrık gözönüne aldılar ve daha önceki çözüm sonuçlarına çok yakın değerler elde ettiler. KR Cyg için tüm çözüm sonuçları Çizelge-2'dedir.

FG Hya (BD+3° 1979)'in değişen olduğu Hoffmeister (1934) tarafından bulundu ve ilk görsel gözlemi Tsesevich (1949) tarafından yapıldı. Sistemin fotoelektrik gözlemmini yapan Smith (1955, 1963) onu W UMA türü olarak sınıflandırdı. Ana bileşen GO tayıf türünde bir anakol yıldızıdır. Bu ışık eğrisinde tam occultation olan ikinci minimumda ışığın sabit olduğu bir aralik, çok açık fark edilmektedir. Smith (1963)'in elde ettiği tayıflardan, az sayıdaki hidrojen çizgisine göre $y = -42 \text{ km/sn}$ ve $K_1 = 92 \text{ km/sn}$ değerlerini saptadı. Mahdy ve ark. (1985), sistemin iki renk fotoelektrik gözlemini yaptılar. Sistemin Binnendijk (1963) tarafından elde edilen tam ışık eğrisini Lucy (1967) modeli ile çözen Mochnacki ve Doughty (1972) q Kütle oranının çok küçük olduğunu belirlediler ($q=0.145$). Bundan başka Jabbar ve ark. (1986)'da frequency-domainde Fourier analizi ile, Maceroni ve ark. (1985) Wilson-Devinney (1971) yöntemi ile, Lafta ve Grainger (1986) Kopal yöntemi optimisation teknigi ile karşılaştırmalı olarak ve en son Al-Naimiy ve ark. (1989) frequency-domainde Fourier analizini kullanarak sistemin geometrik ve fiziksel öğelerini elde etmişlerdir. Bulunan sonuçlar Çizelge-3'de verilmiştir.

Bu üç çift yıldız sistemi 1988-1990 gözlem sezonu içinde, A.O.Fen Fakültesi Ahlatlıbel Gözlemevinde 30 cm'lik Maksotov teleskopuna bağlı EMI 9789QB fotokatlandırıcı tübü kullanılarak gözlenmiştir. V346 Aql'nın 1988'de 4 gece, 1989'da 10 gece (toplam 334 nokta), KR Cyg'nin 1988'de 1 gece, 1989'da 5 gece (toplam 164 nokta) ve FG Hya'nın 1989'da 8 gece, 1990'da 4 gece (toplam 231 nokta) yapılan gözlemleri ile

Johnson'un standart sistemine yakın U, B, V bandlarında fotoelektrik ışık eğrileri elde edilmiştir. Bunlar Şekil-1,2 ve 3 de verilmiştir.

Çizelge-3 FG Hya'nın Fotometrik Çözümleri

	M&D 1972	Hamme 1982	Mac.ark. 1985	Jab.ark. 1986	Naim.ark. 1989
Tayf türü	G0V	F3	--	G0	G0
Yöntem	Lucy	---	WD	Kopal	Kopal
i (v)	88°.0	---	85°.2	78°.1	---
(b)	---	---	---	73°.1	---
q	0.145	0.15	0.142	0.08	0.145
k (v)	---	---	0.417	0.30	0.30
(b)	---	---	---	0.29	---
r ₁ (v)	---	0.57	0.59	0.53	0.53
(b)	---	---	---	0.55	---
r ₂ (v)	---	0.26	0.25	0.16	0.16
(b)	---	---	---	0.16	---
T ₁	5900	---	5900	6030	5720
T ₂	---	---	5816	---	5680
f	0.50	0.55	0.78	---	---

	L&G 1986	
Yöntem	Optim.	Kopal
i	82°.7	86°.5
q	0.19	---
k	0.45	0.57
r ₁	0.53	0.49
r ₂	0.24	0.30

V346 AQL'NIN DÖNEM DEĞİŞİMİ

V346 Aql'nın dönem değişimini incelemek için gözlenen tüm minimum zamanları (31 tane görsel,

44 tane fotoğrafik ve 5 tane fotoelektrik) toplandırmıştır. Bunlar 1950-1990 yılları arasındaki 12964 yörünge çevrimini içermektedir. Minimum zamanlarının tahmini C değerleri;

$$\text{Min I HeI JD} = 24\ 37499.571 + 1.1066367 E$$

ışık elemanları (C&W, 1963) yardımıyla bulunmuştur. Şekil-4' den görüldüğü gibi O-C grafiği zamana göre azalan bir eğri vermektedir. Buradan yeni bulunan ışık elemanları;

$$\begin{aligned}\text{Min I HeI JD} &= 24\ 37499.5716 + 1.1063628131 E \\ &\quad \pm 38 \qquad \qquad \pm 1356\end{aligned}$$

olmuştur. Bu yeni elemanlara göre oluşturulan O-C grafiğinden (Şekil-5), dönemi bir değişimin varlığından söz edilebilir. Bu değişimin genliği 0.01 gün ve dönemi 5800 gün (≈ 16 yıl) olarak tahmin edilmektedir.

KR CYG'DE DÖNEM DEĞİŞİMİ

Bu sistem için bulunan 43 tane gözlemlenmiş minimum zamanına (1929-1989 arası 26045 yörünge çevriminde 9 görsel, 18 fotoğrafik, 16 fotoelektrik) karşılık - Veteşnik (1965)'de verilen;

$$\text{Min I HeI JD} = 24\ 29106.3901 + 0.8451538 E$$

ışık elemanları kullanılarak, hesaplanmış minimum zamanları elde edildi. Böylece minimum zamanları için O-C değerleri oluşturuldu ve bu değerler Şekil-6'da gösterildi. Şekilde 1964 yılından sonra dönemde bir azalma olduğu görülmektedir. Eğrinin 1964'den sonraki kısmı için yeni ışık elemanları;

$$\begin{aligned}\text{Min I HeI JD} &= 24\ 29106.4145 + 0.8451515 E \\ &\quad \pm 35 \qquad \qquad \pm 21\end{aligned}$$

olarak hesaplandı. İlgili dönem azalmasının sistemde Roche lobunu doldurduğu tahmin edilen büyük kütleli bileşenden ikinci bileşene kütle aktarımından kaynaklandığı sanılmaktadır. Sisteme ilişkin dönem değişimi ve ilgili kutle aktarımı hakkında daha güvenilir bilgi için minimum zamanlarının daha uzun süre düzenli gözletemesi gerekmektedir.

FG HYA'NIN DÖNEM VE İŞIK DEĞİŞİMİ

FG Hya için 1944-1990 yılları arasında 18 tane I.minimum 10 tane de II.minimum olmak üzere 1'i gorsel 27'si fotoelektrik minimum zamanları literatürden toplanmıştır. Buntara Karşılık,

$$\text{Min I HeI JD} = 24\ 36968.7067 + 0.32783433 E$$

(Smith, 1963) ışık elementleri yardımıyla minimum zamanları hesaplandı ve O-C grafiği Şekil-7'de gösterildi. Bu şekilde noktalar, fotoelektrik gözlemlerden bulunduğu halde, rastgele saçılımış gibi görülmektedir.

FG Hya soğuk bileşenlere sahip aktif bir sistem olduğu için ışık eğrileri zamana değişim göstermektedir. Bu sistemde ışık değişimlerinin dönem değişimine yansıtıp yansımadığını anlamak için FG Hya'nın tüm ışık eğrilerini toplayıp, her eğri için ortalaması minimum ve maksimum seviyelerini belirledikten sonra

$$\Delta_{\text{min}} = \text{mag}(\text{min}_1) - \text{mag}(\text{min}_1)$$

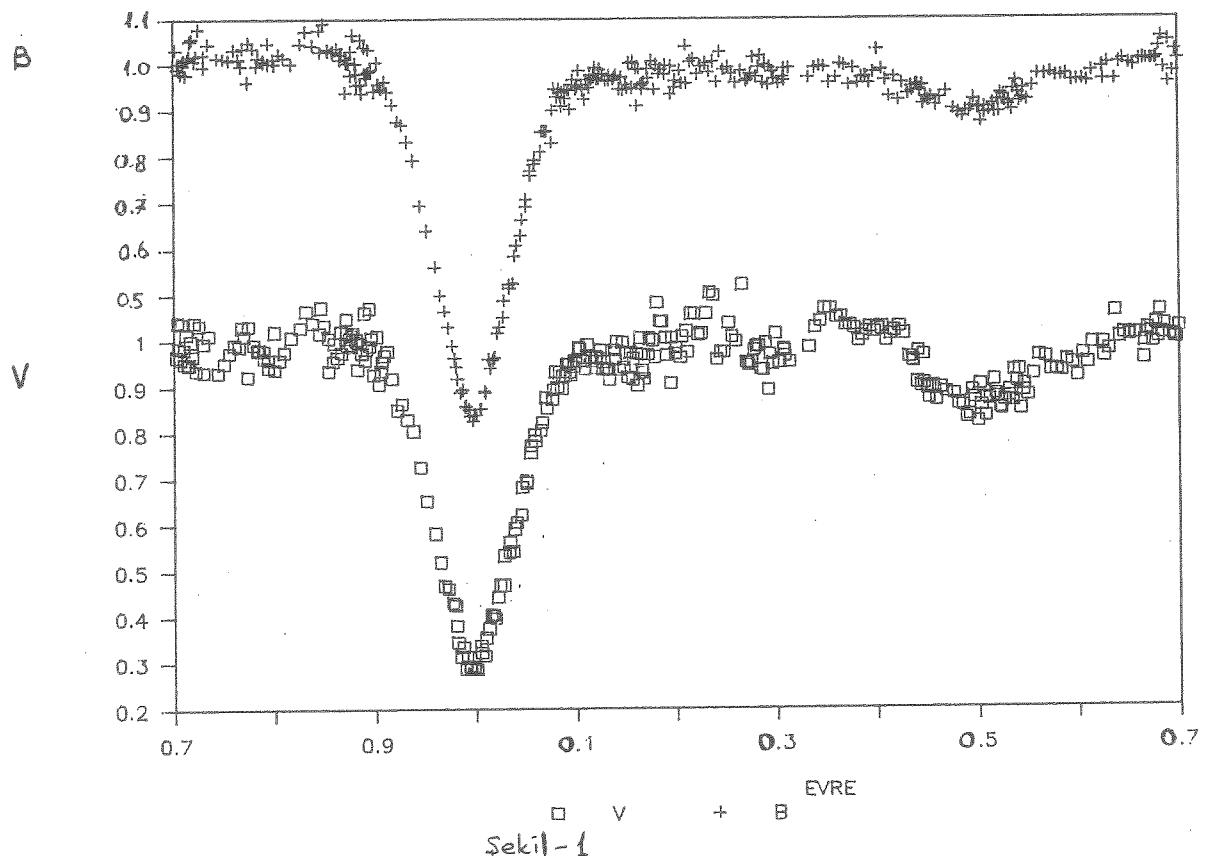
$$\Delta_{\text{max}} = \text{mag}(\text{max}_1) - \text{mag}(\text{max}_1)$$

$$D_{1,2} = \text{mag}(\text{min}_1, 1) - \text{mag}(\text{max}_1, 1)$$

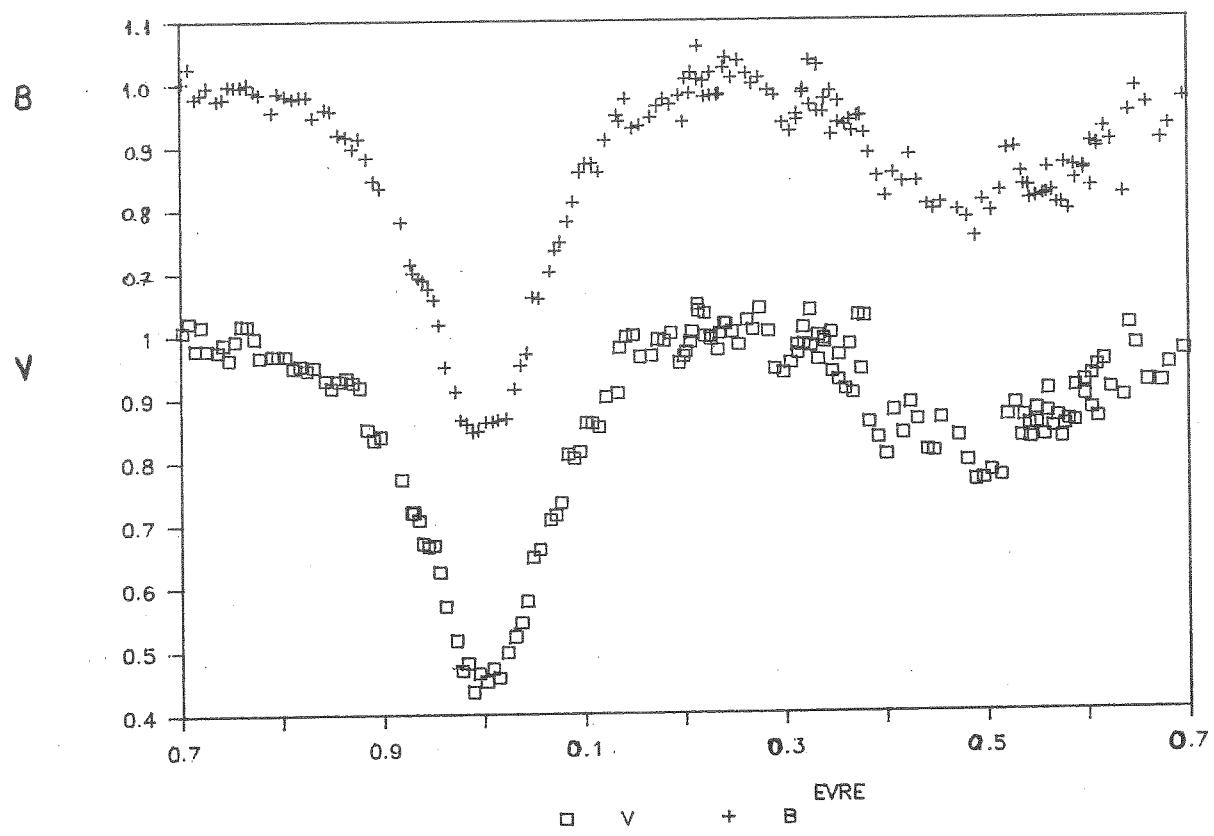
büyüklikleri oluşturuldu. Bu değerler, B ve V renklerinde ayrı ayrı Şekil-8 ve 9'da zamana karşı noktalanmıştır (Şekilde Δ_{min} , Δ_{max} , D_1 ve D_2 sırasıyla DN, DX, D1 ve D2 sembollerini ile gösterilmiştir). Magnetik etkinlik belirteci sayılan bu dört büyüğünün zamana değişimi, genelde iki ayrı renk için uyum içindedir.

Minimum derinliği D_1 'in daha çok minimum seviyeleri arasındaki farkla (Δm_{in}) belirtendiği, değişim eğrilerinin benzerliğinden anlaşılımaktadır. O'Connell etkisinin, bu sistemde küçük olduğu ve özellikle V gözlemlerinde Δm_{in} değişimini etkilediği görülmektedir. D_1 ve D_2 derinlikleri B'de beraber artıp eksiltirken V renginde böyle bir Korelasyon görülememektedir. Ayrıca bu dört büyülüğün değişiminde bir dönemlilik de görülememiştir. Asıl önemlisi bu değişimler magnetik etkinlik sonucu oluşuyorsa magnetik çevrimin dönem değişimine yansıması ve değişimlerin Korelasyon içinde olması beklenir. Ancak eldeki verilere göre söz konusu değişimler arasında bir Korelasyon bulunamamıştır. Ayrıca ne dört magnetik etkinlik betirteci değişiminde ne de dönem değişiminde bir dönemlilik görülememektedir. Dönem değişiminin magnetik etkinlik sonucu oluşup oluşmadığını anlamak için sistemin daha uzun yıllar düzenli gözlenmesi gerekmektedir.

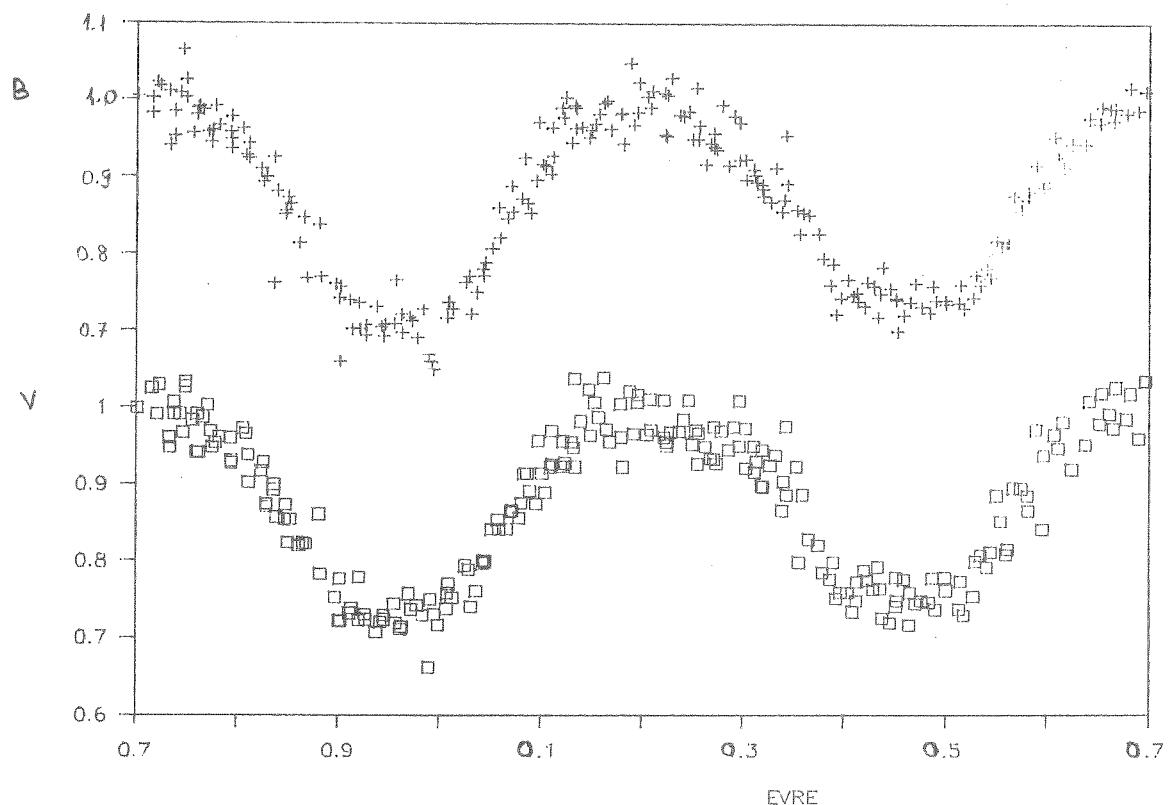
V346 AQL ISIK EGRISI



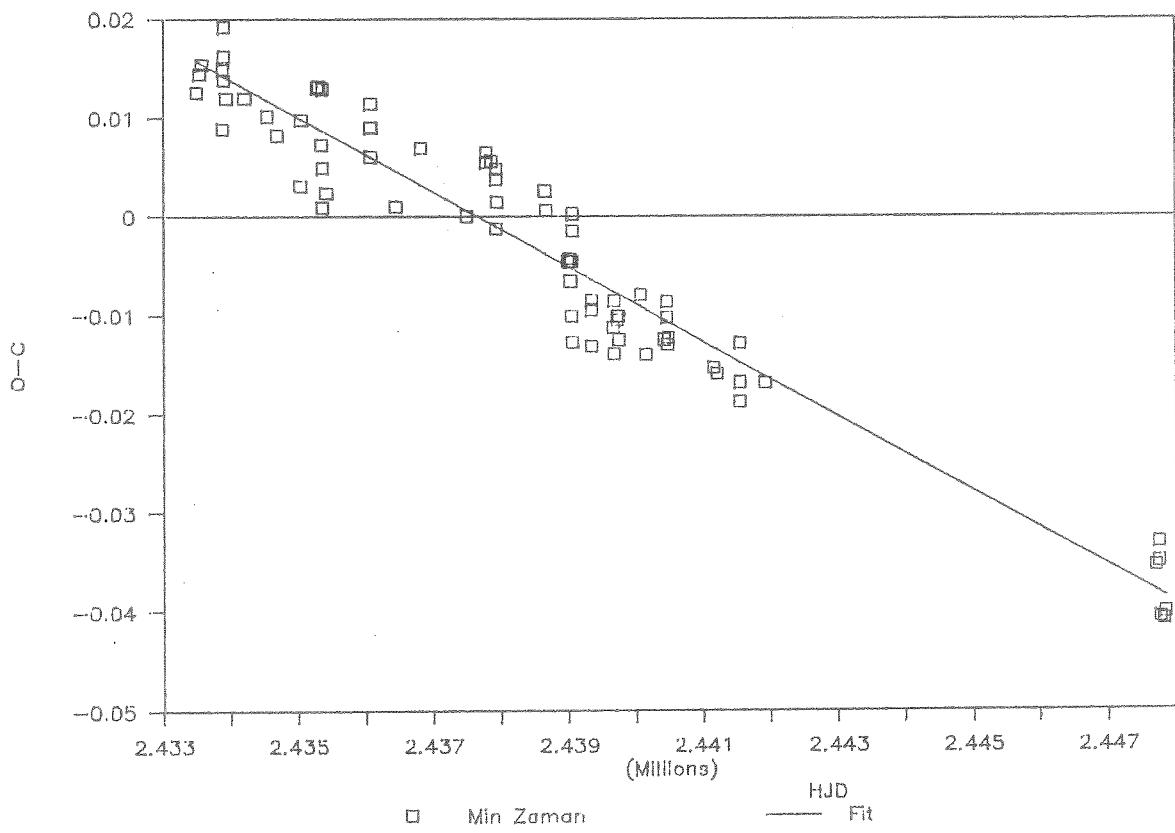
KR CYG ISIK EGRISI



FG HYA ISIK EGRISI

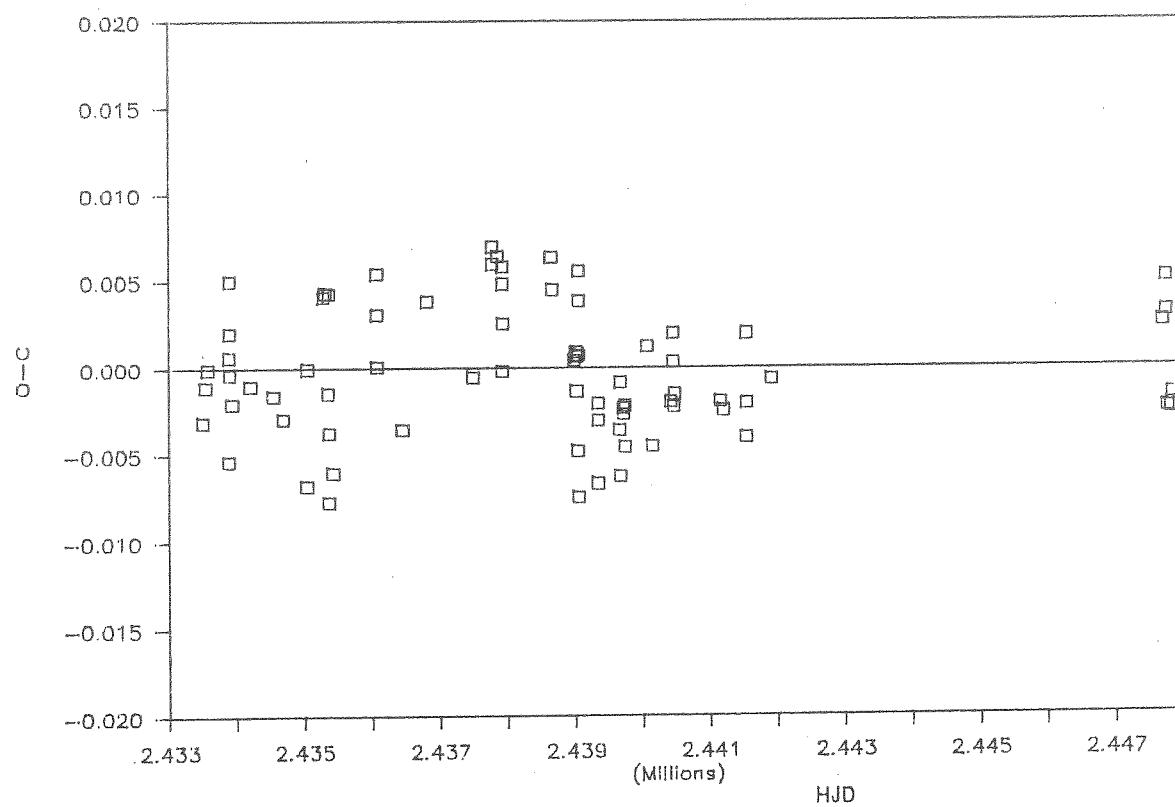


V346 AQL



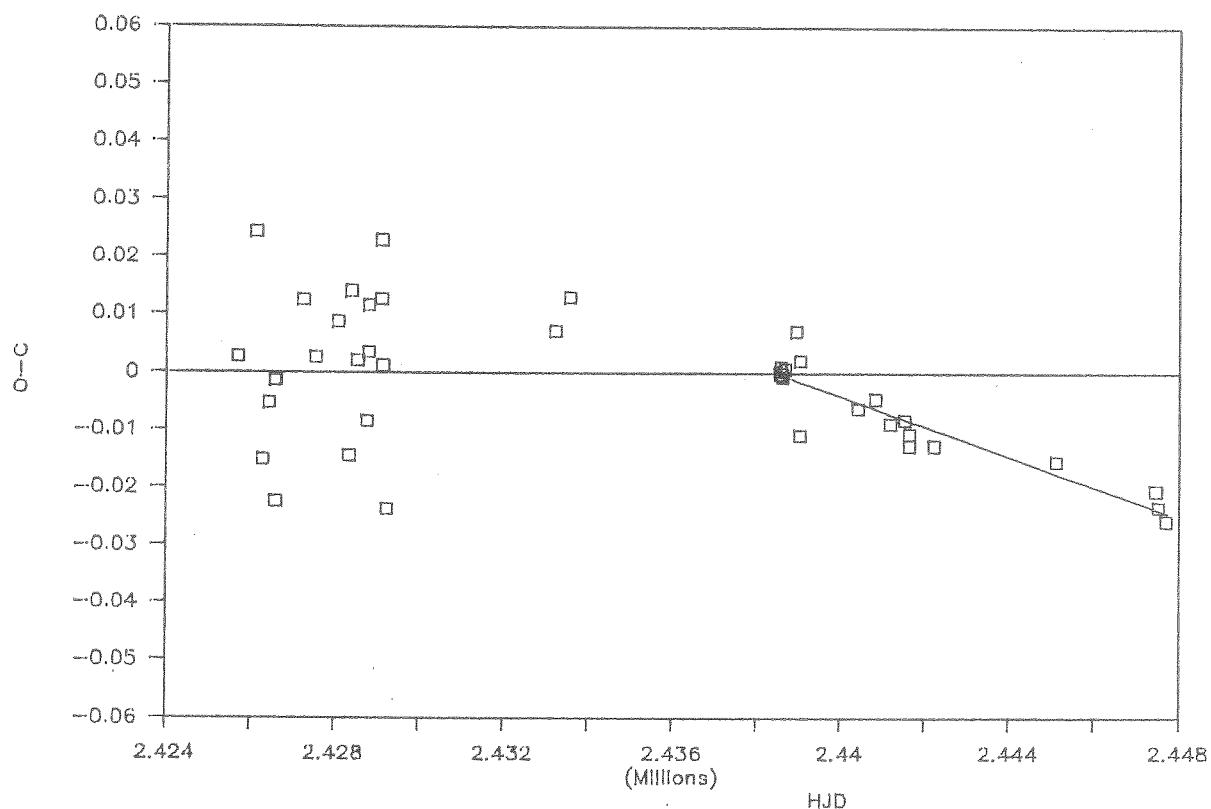
Şekil-4

V346 AQL



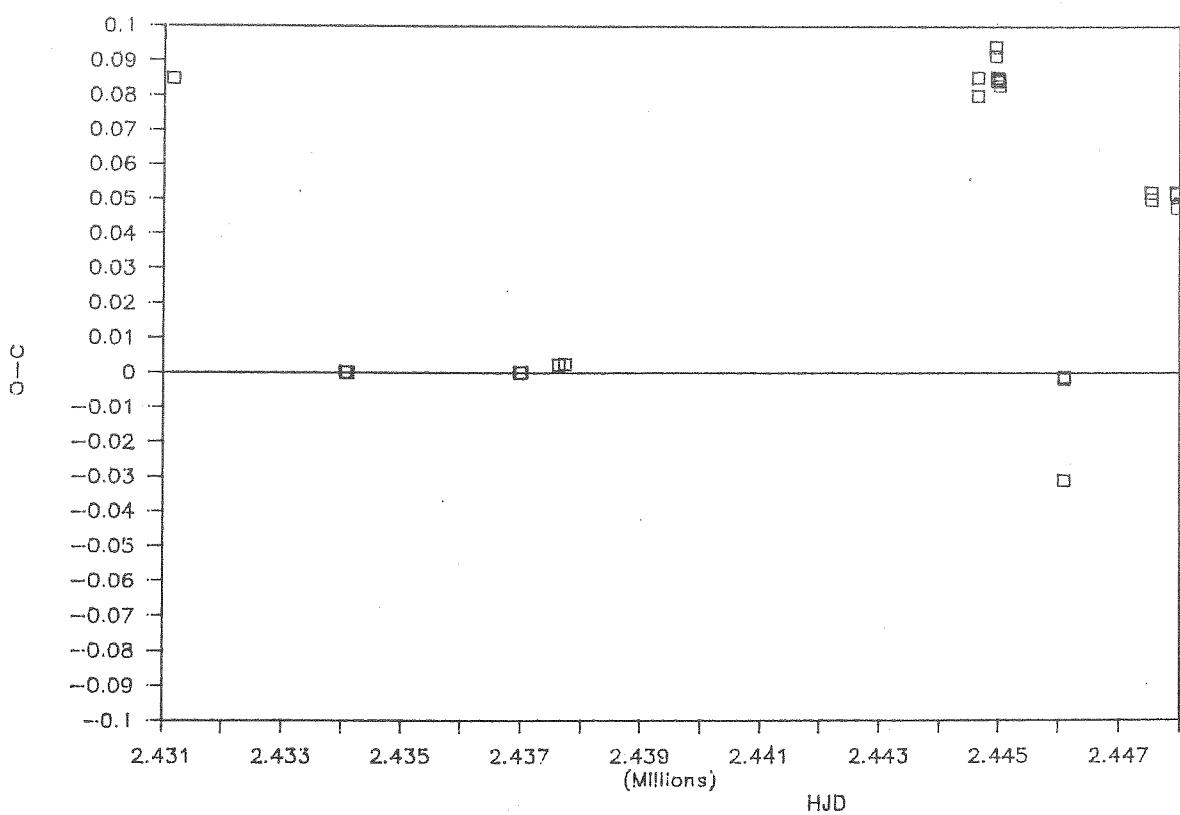
Şekil-5

KR CYG



Şekil-6

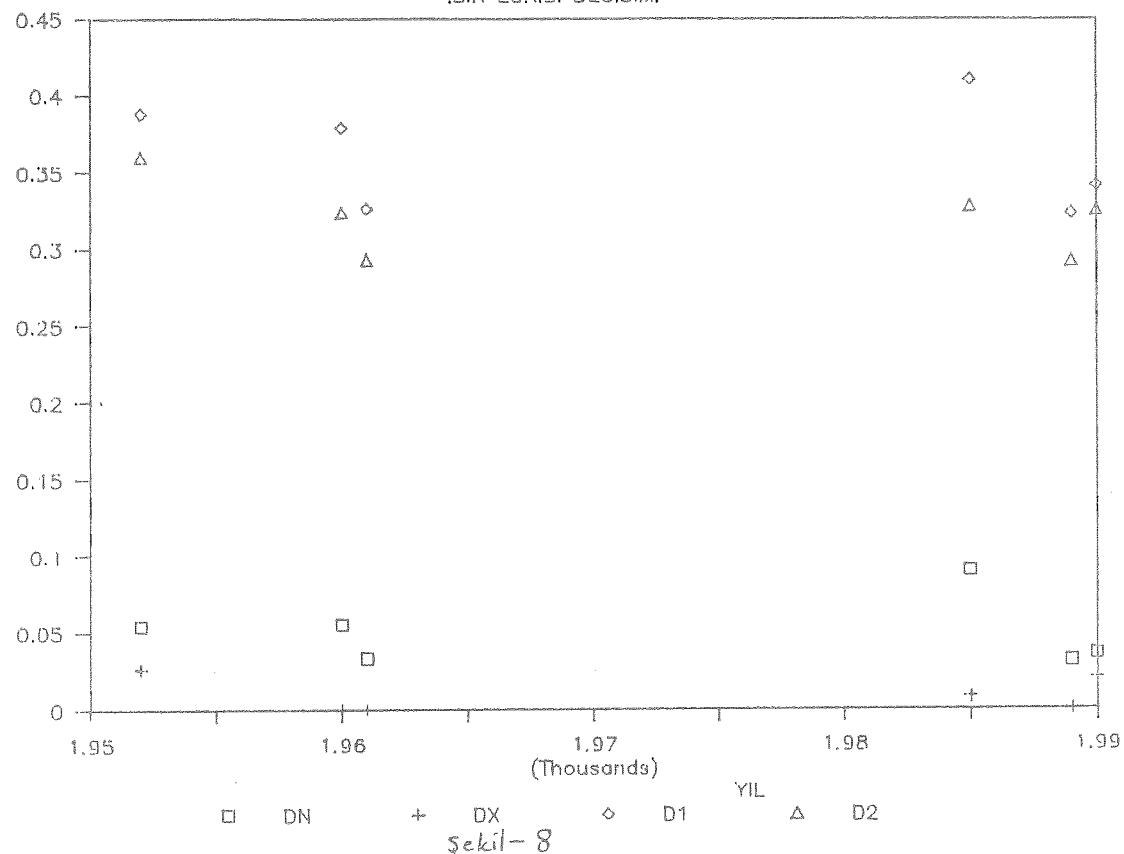
FG HYA



Şekil-7

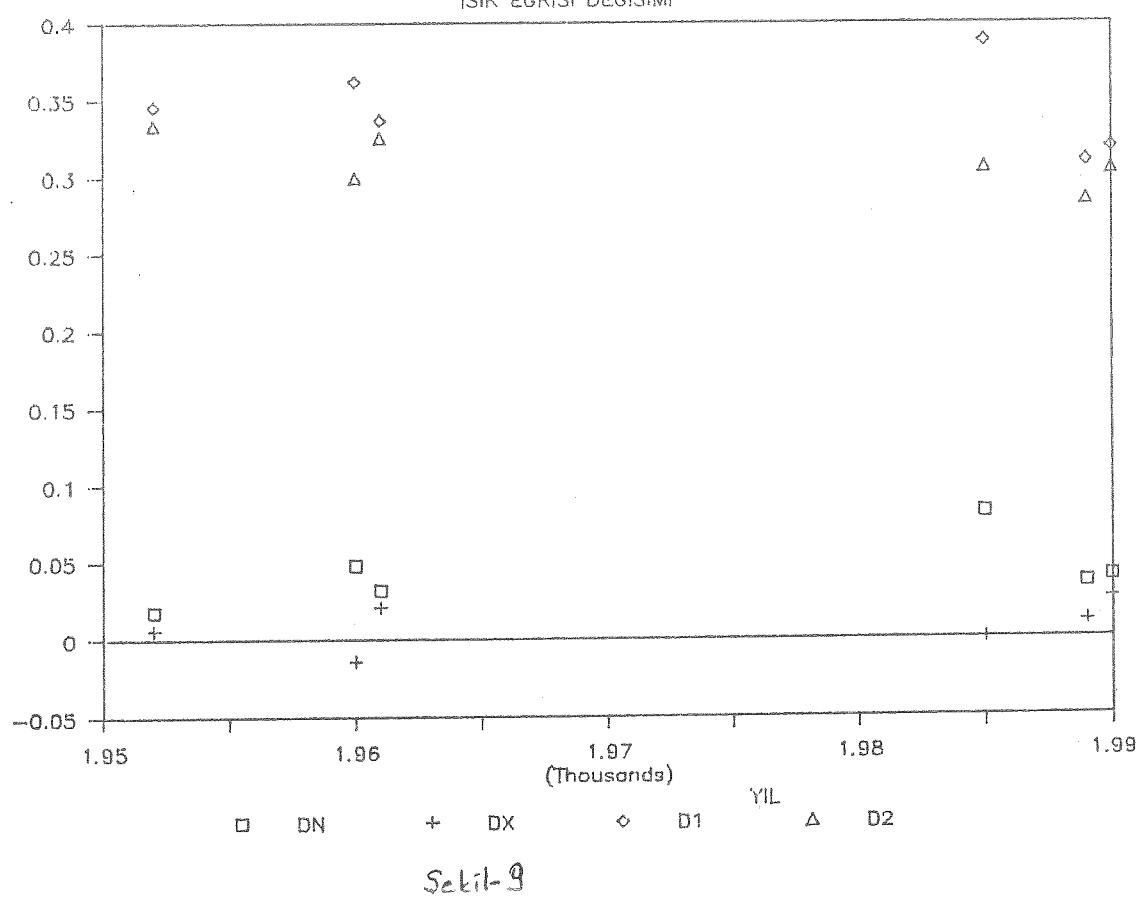
FG HYA B RENGI

ISIK EGRISI DEGISIMI



FG HYA V RENGI

ISIK EGRISI DEGISIMI



REFERANSLAR:

- Al-Naimiy, H.M.K., Al-Mahdi, H.A., Al-Sikab, A.O., Mutter, A.A., 1985. *Astroph. and Space Sci.*, 117, 351
- Al-Naimiy, H.M.K., Jabbar, S.R., Fleyeh, H.A., Al-Razzaz, J.M., 1989. *Astroph. and Space Sci.*, 153, 143
- Binnendijk, L., 1963. *Astron. J.*, 68, 30
- Cesovic, V.P., 1954. *Odessa Izv.*, 4, 263
- Cristaldi, S., Walter, K., 1963. *Astron. Nachr.*, 287, 207
- Gaposchkin, S., 1953. *H.A.*, 113, 104
- Giuricin, G., Mardirossian, F., 1981. *Astron. Astroph. Suppl. Ser.*, 45, 85
- Giuricin, G., Mardirossian, F., Mezzetti, M., 1983. *Astroph. Suppl. Ser.*, 52, 35
- Hoffmeister, C., 1934. *Astron. Nachr.*, 253, 199
- Horak, T., 1966a. *BAC*, 17, 272
- Horak, T., 1966b. *BAC*, 16, 195
- Jabbar, S.R., Fleyeh, H.A., Al-Razzaz, J.M., 1986. *Astroph. and Space Sci.*, 123, 325
- Lafta, S.J., Grainger, J.F., 1986. *Astroph. and Space Sci.*, 127, 153
- Lassovszky, K., 1936. *Astron. Nachr.*, 258, 94
- Lucy, L.B., 1967. *Z. Astrophys.*, 65, 89
- Maceroni, G., Milano, L., Rusco, G., 1985. *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, 217, 843
- Mahdy, H., Hamdy, M., Soliman, N., 1985. *Inf. Bull. Var. Stars* No:2811
- Mochnocki, S.W., Doughty, N.A., 1972. *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, 156, 243
- Nekrasova, C., 1945. *Pulk. Bull.*, 134, 27
- Rucinsky, S.M., Kaluzny, J., 1981. *Acta Astronomica*, 31, 409
- Russell, H.N., Merrill, J.E., 1952. *Contrib. Princeton Univ. Obs.*, No:26
- Schneller, H., 1931. *Astron. Nachr.*, 242, 180, 243, 337, 245, 43
- Smith, H.J., 1955. *Astron. J.*, 60, 179
- Smith, H.J., 1963. *Astron. J.*, 68, 39
- Tsesevic, V.P., 1949. *Peremennye Zvezdy.*, 7, 8
- Vetesnik, M., 1965. *BAC*, 16, 326

- Wachmann, A.A., 1984. Astr. Abh. Erg. AN., 11 NO:5
 Wilson, R.E., Devinney, E.J., 1971. Astrophys. J.,
 166, 606
 Wilson, R.E., Rafert, J.B., 1980. Astron. Astroph.
 Suppl. Ser., 42, 195
 Wood, D.B., 1972. A Computer Program For Modeling
 Non-Spherical Eclipsing Binary Systems,
 Goddard Space Flight Center, Greenbelt,
 Maryland, USA

S. EVREN: 348 Aql ve FG Hya eğrisini tekrar gösterebilirmisiniz. Oradaki sinus eğrisi bana zorla yapılmış gibi geliyor. Bilmiyorum ama siz o kırmızı noktaları oraya çizmeseydiniz ben oradan sinus eğrisinin geçebileceğini düşünemeydim. Bir doğru üzerinde saçılmalara görüluyor. Oradaki noktaların ağırlıklarını ne kadar verdiniz bilmiyorum ama her biri aynı ağırlıktaysa oradaki noktalardan sinus eğrisinin geçeceğini sanmıyorum. Bence daha fazla gözleme ihtiyaç var.

Z. MUYESSEROĞLU: Evet, biz de sinus eğrisini emin bir şekilde geçirmedik.

S. EVREN: El ile mi çizdiniz yoksa hesaplayarak mı çıkardınız?

Z. MUYESSEROĞLU: El ile çizdik.

F. EKMEKÇİ: Minimum derinlikler ile manyetik etkinliği nasıl bağladınız?

O. DEMİRCAN: Yakın çift yıldızların fotometrik gözlemlerinde O'Connor etkisi dediğimiz bir etki var. Bu etki, maksimum seviyelerin farklı olması. Bunun birkaç nedeninden bir tanesi olarak manyetik etkinlik ileri sürüluyor. Manyetik etkinlik nedeniyle maksimumlardan biri daha yüksek, biri daha düşük seviyede oluyor ve bu zamanla dönemli olarak yer değiştirebiliyor. Manyetik etkinliğin çevrimine bağlı olarak. Eğer gerçekten durum buysa, bu bir şekilde döneme yansıyor, dönem küçük genlikle salınımlar yapabiliyor. Onun detayını yarınkı konuşmamda anlatacağım.

S. EVREN: 346 Aql ve FG Hyα eğrisini tekrar gösterebilirmissiniz. Oradaki sinus eğrisi bana zorla yapılmış gibi geliyor. Bilmiyorum ama siz o kırmızı noktaları oraya çizmeseydiniz ben oradan sinus eğrisinin geçebileceğini düşünemeydim. Bir doğru üzerinde saçılmalara görüluyor. Oradaki noktaların ağırlıklarını ne kadar verdiniz bilmiyorum ama herbirini aynı ağırlıktaysa oradaki noktalardan sinus eğrisinin geçeceğini sanmıyorum. Bence daha fazla gözleme ihtiyaç var.

Z. MUYESSEROĞLU: Evet, biz de sinus eğrisini emin bir şekilde geçirmedik.

S. EVREN: El ile mi çizdiniz yoksa hesaplayarak mı çıkardınız?

Z. MUYESSEROĞLU: El ile çizdik.

F. EKMEKÇİ: Minimum derinlikler ile manyetik etkinliği nasıl bağladınız?

O. DEMİRCAN: Yakın çift yıldızların fotometrik gözlemlerinde O'Connor etkisi dediğimiz bir etki var. Bu etki, maksimum seviyelerin farklı olması. Bunun birkaç nedeninden bir tanesi olarak manyetik etkinlik ileri sürüluyor. Manyetik etkinlik nedeniyle maksimumlardan biri daha yüksek, biri daha düşük seviyede oluyor ve bu zamanla döneme bağlı olarak yer değiştirebiliyor. Manyetik etkinliğin çevrimine bağlı olarak. Eğer gerçekten durum buyسا, bu bir şekilde döneme yansıyor, dönem küçük genlikle salınımlar yapabiliyor. Onun detayını yarınkı konuşmamda anlatacağım.