

AH Virginis Değen Çiftyıldızının Dönem Analizi

Osman Demircan, Ethem Derman, Ayvur Akalın

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

Özet :

AH Virginis degen çift yıldızının yayınlanmış minimum zamanları literatürden toplamp, sistemin yörüngे dönemindenki değişimler için analiz edilmiştir. Sistemin döneminde 1955 ve 1971 yıllarında iki ani dönem artımının gerçekleştiği ve dönemin özellikle son yıllarda küçük bir genlikle (~ 0.02 gün) dönenli salımlılar yaptığı saptanmıştır. 1955 ve 1971 yıllarında gerçekleşen $\Delta P/P = 8.7 \times 10^{-6}$ ve 1.4×10^{-5} kadarlık ani dönem artımları sistemden kütle kaybı olmadıysa küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene $3 \times 10^{-6} M_{\odot}$ ve $5 \times 10^{-6} M_{\odot}$ kütle aktarımıyla açıklanabilmektedir. Dönemin küçük genlikli salımlılar göstermesi (i) sistemde üçüncü bir cismin varlığı (ii) konvektif katmanda magnetik etkinlikle bozulmalar ve (iii) bileşen yıldızların radyatif çekirdeklerinde kütle hareketleri açısından tartışılmıştır. Sistemde öngörülen üçüncü cismin yörüngesi irdelemiş ve bunun ADS 8472B yıldızı olamayacağı görülmüştür.

Ayrıca, AH Virginis'in ışık eğrilerindeki asimetri ile dönem salımları arasında ilişki aranmış ve eldeki verilerle hiçbir ilişki bulunamamıştır. Bu durumda eğer asimetri, leke etkinliği ölçülu olarak alınırsa dönemin salımlarının magnetik etkinlikle ilişkili olabileceğini söylemek mümkün olmayacağı.

1. Giriş

AH Yir, ışık değişimi leke modeliyle açıklanan ilk W UMa sistemlerinden biridir (Binnendijk 1960). Fotoelektrik gözlemleri Binnendijk (1960); Huruhata ve Nakamura (1951); Kitamura, Tanabe ve Nakamura (1957), Kwee (1958), Bakos (1977), Hoffmann (1981), Niarchos (1983) ve Demircan (1987) tarafından yapılmıştır. Bu gözlemlere göre ışık eğrileri fazla değişim göstermektedir. Birinci minimum tari tutulma gösterdiği için sistem W-türü W UMa sistemidir. Minimum omuzlarındaki Algol-tür sistemlere özgü değişimler AH Yir de kütte aktarımının göstermektedir (Demircan 1987). Cheng (1948) tarafından $q=0.42$ olarak bulunan tayfsal kütte oranı, fotometrik kütte oranı $q=0.34$ (Kaluzny 1984), $q=0.26$ (Jabbar ve Kopal 1983) ve $q=0.32$ (Binnendijk 1984)'den biraz büyüktür. Sistemin 1948'den bu yana başka tayfsal analizi yapılmamıştır. Sistemin fotometrik analizi Lucy (1983), Hilditch (1981), Niarchos (1983), Kaluzny (1984), Jabbar ve Kopal (1983) ve Binnendijk (1984) tarafından yapılmıştır. Işık eğrilerinin fazla değişim göstermiş olması nedeniyle çözümler tutarlı değildir.

AH Yir'de AM Leo gibi bir görsel çiftin (ADS 8472) parlak bileşenidir. Binnendijk (1970)'e göre görsel bileşen AH Yir'den $1''.3$ uzakta ve 3 kadir daha sonuktur.

Sistemde ışık eğrisi değişimi, dönem değişimi, üçüncü cisimin özellikleri, kütte transferi ve magnetik etkinlik arasında ilişkiler olabileceği düşüncesiyle bu çalışmada sisteme ilişkin dönem ve ışık değişimi sistematik bir şekilde irdelenmiştir.

2. Dönem Değişimi

AH Yir'in dönem değişimi Kwee (1958), Binnendijk (1960), Herczeg (1962), Wood ve Forbes (1963), Purgathofer ve Prochazka (1957), Bakos

(1977) ve Niarchos (1983) tarafından analiz edilmiştir. Dönemin 1955 ve 1971 de ani artışlar gösterdiği bulunmuş. Sistemin Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde yapılan gözlemlerinden 13 yeni minimum zamanını ve önceki analizlerde dikkate alınmamış çok sayıda minimum zamanını literatürden toplayarak verileri 1927'den 1989 ortasına kadar 55000 dönemlik zaman kapsayacak şekilde genişlettik ve yeniden analiz ettik. Analiz sonucunda;

- (i) birinci ve ikinci minimumların aynı O-C dağılımının gösterdiği saptandı,
- (ii) dönemde 1955 ve 1971 de ani artımlar olduğu kanıtlandı,
- (iii) 1955 öncesi, 1955-1971 arası ve 1971 sonrası dönemin aşağı yukarı sabit olduğu saptandı ve bu 3 döneminde ortalama yörünge dönemleri $P_1=0.40751839$ gün, $P_2=0.40752193$ gün ve $P_3=0.40752778$ gün bulundu,
- (iv) Buna göre 1955 ve 1971 deki ani dönem artımları $\Delta P/P=8.7 \times 10^{-6}$ ve 1.4×10^{-5} bulunmuştur,
- (v) dönem artımlarının, küçük kütleli ($M_2 \approx 0.6 M_\odot$) bileşenden büyük kütleli ($M_1 \approx 1.4 M_\odot$) bileşene kitle transferinden kaynaklandığı kabul edilerek

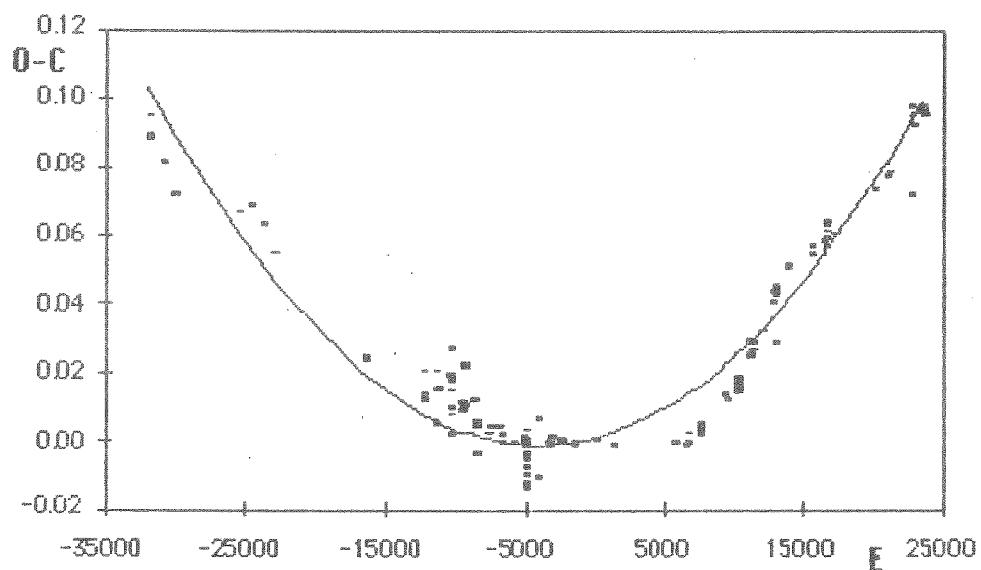
$$\frac{d \ln P}{dt} = 3 \left(\frac{M_2}{M_1} - 1 \right) \frac{d \ln M_2}{dt}$$

bağıntısından 1955 ve 1971'de sisteme $3 \times 10^{-6} M_\odot$ ve $5 \times 10^{-6} M_\odot$ madde aktarımı olduğu bulunmuştur.

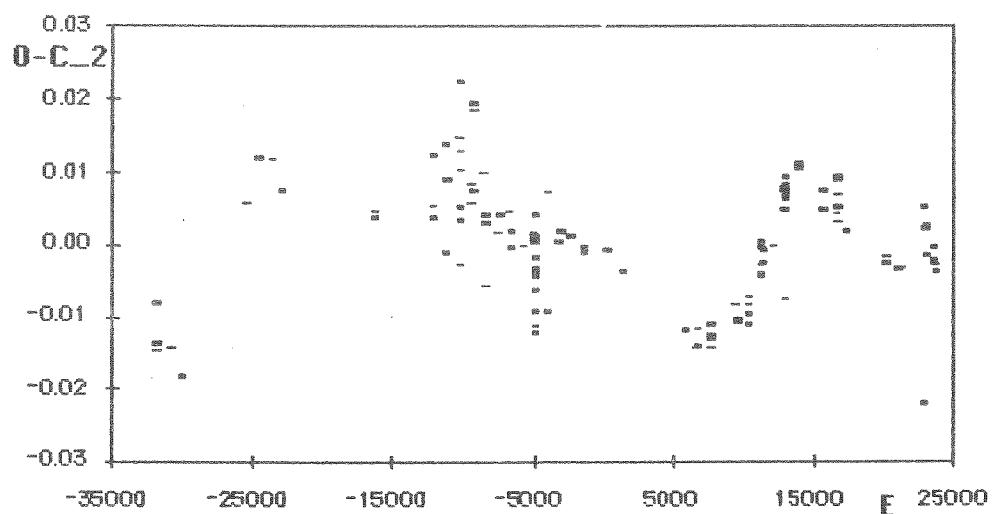
- (vi) O-C dağılımına ikinci derece polinom fit edilerek ;

$$\text{Min I} = \text{HJD } 2438026.9935 + 0.40752295.E + 1.33 \times 10^{-10}.E^2$$

bulundu (bkz. Şekil 1). Burada kareli terim dönemin zamanla değişim ölçüsünü göstermektedir. Minimum zamanlarının bu ışık elemanlarından sapmaları Şekil 2 de gösterilmiştir. Bu şekele göre dönemin özellikle üçüncü aralıkta (1971'den sonra) küçük genlikli bir salınım yaptığı görülmektedir.

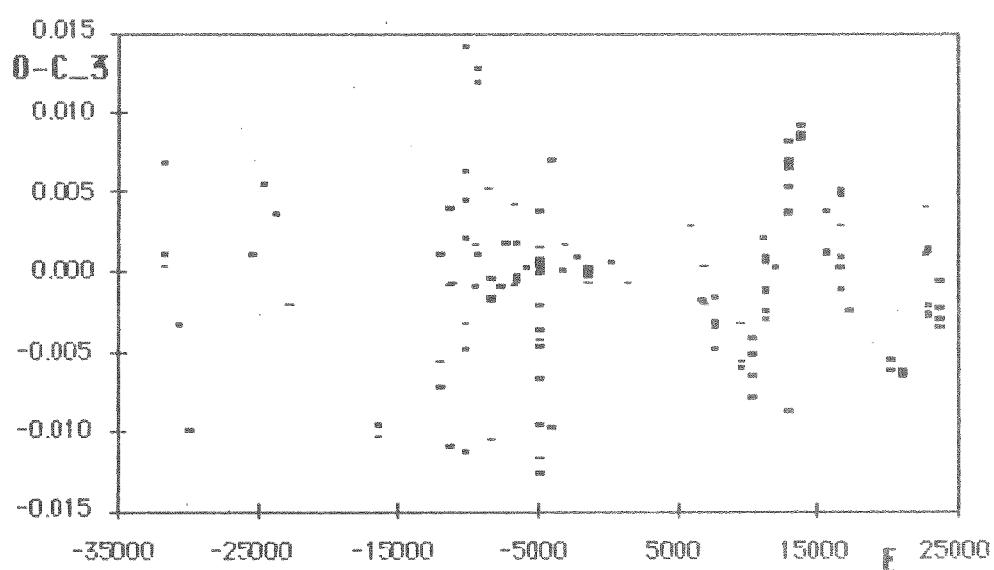


Şekil 1. AH Yir'in (O-C) dağılımına ikinci derece polinom fit edilmesi.



Şekil 2. Minimum zamanlarının, ikinci derece polinom fit edilmesi sonucunda bulunan ışık elemanlarından sapmaları.

(vii) Üç ayrı zaman aralığına (1955 öncesi, 1955-1971 arası ve 1971 sonrası) doğrusal fitler yapılarak gözlemlerin bu fitlerden sapmaları bulunmuş ve bu sapmaların zamanla değişimini Şekil 3'te gösterilmiştir. Bu şekilde de dönemin özellikle 1971 sonrası dönemli salımlılar yaptığı görülmektedir. Salımlıların genliği ~ 0.016 gün ve dönemi ~ 11 yıldır. 1971 öncesi O-C dağılımı kütle aktarımından etkilendiği için salımlı göstermemiştir olabilir.



Şekil 3. Üç ayrı zaman aralığına yapılan doğrusal fitlerin gözlemlere göre sapmaları.

Söz konusu salımlıların sisteme 3. bir cisimin varlığından kaynaklandığı varsayılrsa 3. cisimin kütle fonksiyonu $0.02 M_{\odot}$ bulunur. Sistemin toplam kütlesinin $\sim 2 M_{\odot}$ alınması halinde 3. cisimin kütlesi bu cisme ait dairesel kabul edilen yörüngenin eğimine bağlı olarak $i=90^\circ$, 60° ve 30° için $M_3=0.5$, 0.6 ve $1.2 M_{\odot}$ bulunur. 3. cisimin ADS 8472B olduğu kabul edilirse ADS 8472B'nin salt parlaklışı AH Yir'den ~ 3 kadir daha sönüklüğüne göre $(M_{bol})_3 \approx 7$ kadir olmalı.

3. cismin bir anakol yıldızı olması halinde kütlesi $M_3 \approx 0.6 M_{\odot}$ bulunur. Bu değer ise $i \approx 60^\circ$ ve $a = 2.4 \times 10^8$ km olmasını gerektirir. AH Yıldızının uzaklık modülü $\gamma - M_V = 4.5$ (Eggen 1967) kullanılarak 3. cismin AH Yıldızından $0''.02$ uzakta görülmesi gerektiği bulunan bu değer Binnendijk'in ADS 8472B için verdiği $1''.3$ değerinden çok farklıdır. Bu durumda öngörülen 3. cisim ADS 8472B olamaz. 3. cismin gerçekten var olup olmadığı astrometrik gözlemlerle gösterilebilir.

Diğer taraftan alternatif bir görüş olarak çift yıldız bileşenlerinden birinin magnetik etkinlik çevrimiyle yörüngede döneninde küçük salınımalar olabileceği Applegate (1989) tarafından irdelenmiştir. Bu görüşe göre, bir çift yıldızın bileşenlerinden birinin konvektif katmanında üretilen magnetik alan eşpotansiyelli yüzeyleri etkiler ve bu etki magnetik çevrim nedeniyle dönemli olarak değişir. Bileşen yıldız çekimsel olarak yörüngeye kilitli olduğu için yörüngede açısal momentumunda da dönemli değişimler olur ve sonuca yörüngede dönemi magnetik etkinlik dönemiyle küçük genlikli salınımalar yapar. Eğer AH Yıldızının döneminde gözlenen küçük genlikli salınımalar bu nedenden kaynaklanırsa, dönem değişimlerinin ışık eğrilerinde gözlenen magnetik etkinlik belirteçleriyle beraber aynı dönemde uyum içinde salınım göstermesi beklenir.

3. Işık Eğrisinde Şekil Değişimleri

AH Yıldızının ışık eğrilerinde geceden geceye değişimler ilk kez Binnendijk (1960) tarafından not edilmiştir. Daha sonra yapılan gözlemlerde de minimum derinliklerinin ve maksimum seviyelerinin sürekli değişim göstermesi nedeniyle bu değişimlerin niteliğini anlayabilmek için AH Yıldızı, Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde 1988 de gözlem programına alınmıştır. 1988 den itibaren UBY renklerinde her gözlem mevsimi birer ışık eğrisi elde edilmektedir. Işık eğrilerinde mevsimlik değişimleri sistematik olarak inceleyebilmek için, Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen 1988 ve 1989 ışık eğrilerini daha önce elde

edilmiş bu sisteme ait tüm ışık eğrileriyle beraber birinci maksimumlara normalize edilmiş olarak aynı ölçekte grafiklere aktardık. Her ışık eğrisinden minimum ve maksimum seviyelerini okuduktan sonra,

$$\begin{aligned}\Delta_{\min} &= \text{mag}(\min_I) - \text{mag}(\min_{II}) \\ \Delta_{\max} &= \text{mag}(\max_I) - \text{mag}(\max_{II}) \\ D_{1,2} &= \text{mag}(\min_{I,II}) - \text{mag}(\max_{I,II})\end{aligned}$$

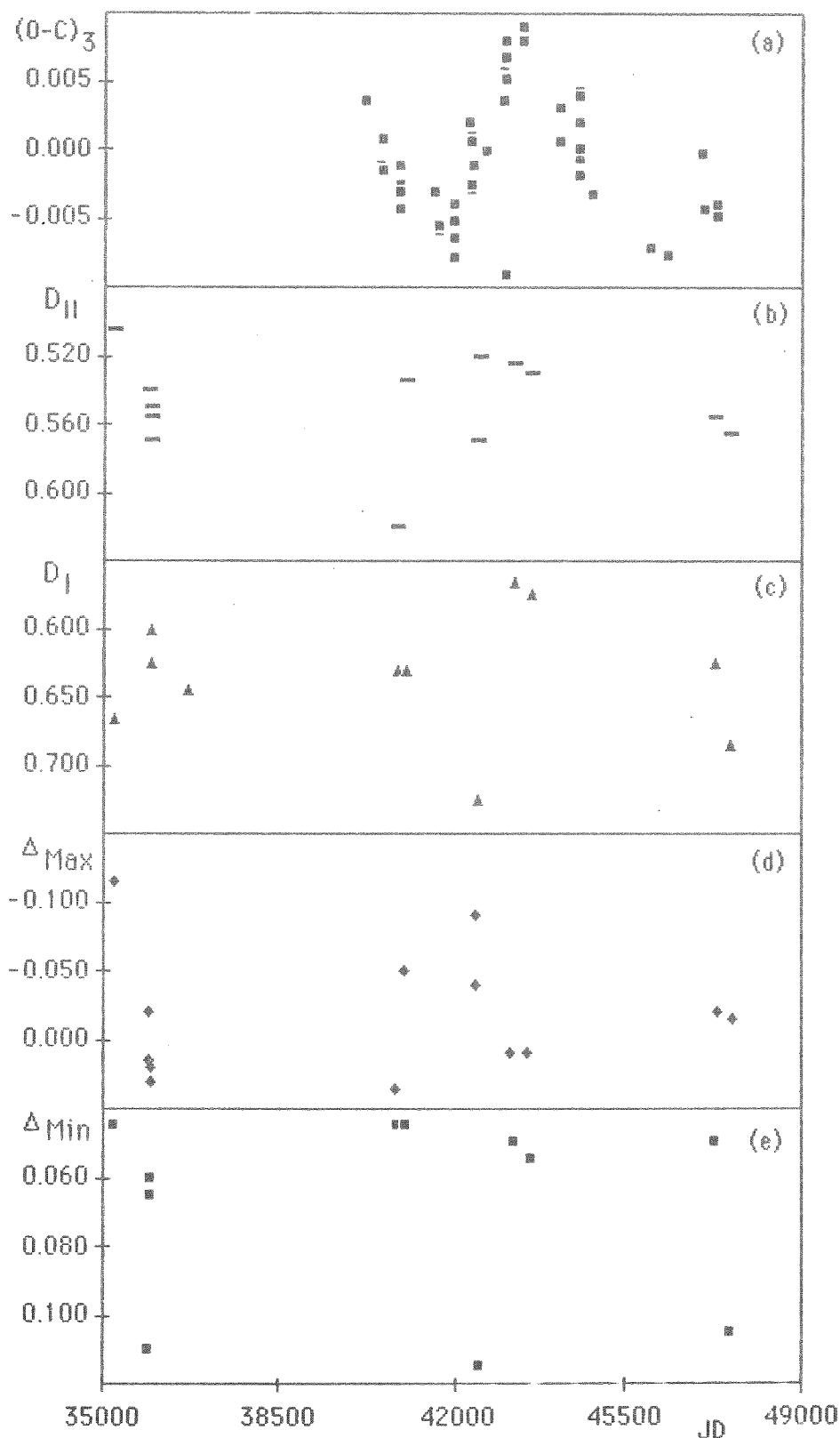
büyükükleri oluşturuldu ve bunların zamanla değişimi, dönem değişimiyle beraber Şekil 4 'te gösterildi. Az sayıda nokta olması ve bu noktaların fazla saçılması nedeniyle bu şekildeki hiçbir kesin yargıya varmak mümkün değildir. İlk bakışta Δ_{\min} değişiminin Δ_{\max} ve D_1 değişiminden bağımsız olduğu, D_1 değişiminin Δ_{\max} değişimine bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca hiçbir asimetri değişiminin dönem değişimiyle korelasyon içinde olduğunu söylemek mümkün olmamaktadır. Ancak bu konuda kesin karar için gözlemlerin daha uzun yıllar düzenli sürdürülmesi gerekmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada AH Vir'in dönem değişimi iştelenmiş, 1955 ve 1971 de iki ayrı dönemde artımının varlığı kanıtlanmış ve bu artımların küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene 3×10^{-6} M \odot ve 5×10^{-6} M \odot lik madde aktarımı ile açıklanabileceğinin gösterilmiştir. 1971 den sonra geçerli olmak üzere sistemin ışık elemanları;

$$\text{Min I} = \text{HJD } 2447569.6254 + 0.4075278.E$$

olarak bulunmuştur. 1971'den sonra dönemin 11 yıllık dönem ve 0.016 günlük genlikle salınımlar yaptığı saptanmış ve bu salınımların sisteme 3. bir cisim



Şekil 4. a) $(O-C)_3$ dağılımının, b) D_{11} ; ikinci minimum derinliklerinin, c) D_1 ; birinci minimum derinliklerinin, d) Δ_{Max} ; iki maksimum arasındaki farkın, e) Δ_{Min} ; iki minimum arasındaki farkın zamana göre değişimi.

varlığından kaynaklanmış olması halinde bu cismin özellikleri iрdelenmiş ve bunun görsel çiftin sönük bileşeni olamayacağı gösterilmiştir.

Alternatif olarak, döner salımlılarının bileşenlerden birinin magnetik etkinlik çevriminden kaynaklanmış olabileceği düşüncesi üzerinde durulmuştur. Bu amaçla ışık eгrilerinde magnetik etkinlik belirteчleri olarak bilinen asimetri deгişimleri incelenmiş. Bu asimetri deгişimleriyle döner deгiimi arasında bir ilişki görülmemiшtir. Bu konuda kesin yargı için uzun yillardı kapsayan düzenli gözlemlere gereksinme olduğu vurgulanmıştır.

Kaynaklar

- Applegate, J. H. (1989). *Astrophys. J.*, **337**, 865.
 Bakos, G. A. (1977). *Bull. Astron. Inst. Czech.*, **28**, 157.
 Binnendijk, L. (1960). *Astron. J.*, **65**, 358.
 Binnendijk, L. (1970). *Vistas Astron.*, **12**, 217.
 Binnendijk, L. (1984). *Publ. Astron. Soc. Pacific.*, **96**, 646.
 Chang, Y. C. (1948). *Astrophys. J.*, **107**, 96.
 Demircan, O. (1987). *Astrophys. and Sp. Sci.*, **135**, 169.
 Eggen, O. J. (1967). *Mem. R. Astr. Soc.*, **70**, 111.
 Herczeg, T. (1962). *Veroff. Univ. Sternw. Bonn*, No. 63.
 Hilditch, R.W. (1981). *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, **196**, 305.
 Hoffmann, M. (1981). *Inf. Bull. Var. Stars*, No. 1933.
 Huruhata, M., and Nakamura, T. (1951). *Tokyo Astron. Obs. Bull.*, **33**, 233.
 Jabbar, S.R., and Kopal, Z. (1983). *Ap. Sp. Sci.*, **92**, 99.
 Kaluzny, J. (1984). *Acta Astron.*, **34**, 217.
 Kitamura, M., Tanabe, H., Nakamura, T. (1957). *Publ. Astron. Soc. Japan*, **9**, 119.
 Kwee, K. K. (1958). *Bull. Astron. Inst. Neth.*, **14**, 131.
 Lucy, L. B. (1973). *Astrophys. Space Sci.*, **22**, 381.
 Niarchos, P.G. (1983). *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **53**, 13.
 Purgathofer, A., Prochazka, F. (1967). *Mitt. Univ.-Sternwarte Wien*, **13**, 151.
 Wood, D. B., Forbes, J. E. (1963). *Astron. J.*, **68**, 257.

C.İBANOĞLU: Bu konuda gerçekten çok değişik yorumlar var. Özellikle RS CVn'ler konusunda. O konu Üzerine biz de eğildik. Mesela elimizde bir örnek var, 471'in 1973 yılından bu yana sürekli yapılmış gözlemleri. Mesela sizin kullandığınız ışık eğrisi, kısa zaman aralıklarında gözlem yapılrsa görülecek ki ışık eğrisindeki değişimeler uzun ölçekli değil. Çok kısa zaman içerisinde ışık eğrileri çok hızlı değişe gösteren yıldızlar bunlar, dolayısıyla sizin kullandığınız o veriler belki bir yıl içerisinde elde edilmiş bir ışık eğrisidir.

O.DEMİRCAN: Hall'un bir diyagramı tayf türüne karşılık dönem değişimini gösteriyor. Dönem değişimini azalanları koymuş, tayf türüne göre. Dönem değişimini artanları koymuş. Dönem değişimini hem artan hem eksilenleri de koymuş. Sadece birer işarettir. Dönem değişimini hem artıp hem eksilenlerle dönem değişimini tek yönlü olan sistemler arasında keskin bir çizgi var. Mesela, dönem değişimini hem artıp hem eksilen sistemler bu tarafta ve şurası F4-F5 konvektif güneş benzeri yıldızlar, o taraf sıcak yıldızlar. Konvektif yıldızlarda dönem manyetik etkinlik nedeniyle değişiyor çünkü şu taraftaki yıldızlar manyetik alan üretiyor.