

## UX Ari'nin 1991-1994 Fotometrik Gözlemleri

Fehmi EKMEKÇİ<sup>1</sup>, Ferhat Fikri ÖZEREN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay, Bilimleri Bölümü, 06100, Ankara  
ekmekci@astro1.science.ankara.edu.tr

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, Kayseri  
ozeren@erciyes.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmada, RS CVn türü tayfsal çift olan UX Ari ( HD 21242 ) sisteminin Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde, 1991, 1992, 1993 ve 1994 yıllarında yapılan toplam 53 gecelik fotoelektrik fotometri gözlemleri değerlendirilmiştir. Elde edilen ışık eğrilerindeki evreye bağlı değişimin sistemin K0 IV bileşeni üzerindeki büyük ve soğuk lekelerin varlığından ileri geldiği dikkate alınarak Wilson-Devinney (WD) çözümü yapılmıştır. Bu WD çözümü , lekelerle ilişkin bir ilk yaklaşım olmakla birlikte bu sistem için daha önce böylesi bir WD çözümü yapılmamıştır. Lekelere ilişkin ilk ayrıntılı bilgiler "Doppler imaging" tekniği kullanılarak elde edilmiştir (Vogt ve Hatzes 1991). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Vogt ve Hatzes(1991)'in sonuçlarını desteklemektedir..

**Anahtar kelimeler:** : yıldızlar: etkinlik – yıldızlar: çift:tayfsal – yıldızlar: geç-tür – yıldızlar : özel: UX Ari

**Abstract:** We present the photometric light curves of chromospherically active binary system, UX Ari ( HD 21242 ), obtained during 1991-1994 in UBV filters at the Ankara University Observatory. The total number of nightly observations in 1991-1994 is 53. As a first approximation, Wilson-Devinney code (Wilson 1993) was used for the analysis of the light curves by assuming the large and cool spots located on primary (K0 IV) component responsible for the light curve variations. The first detail analysis of the spots of UX Ari system was carried out by Vogt and Hatzes(1991) by using "Doppler imaging" technique. The achievement results of this study are in agreement with those of Vogt and Hatzes(1991).

**Key words:** stars: activity – stars: binaries:spectroscopic – stars: late-type – stars : individual: UX Ari

### 1. Giriş

UX Ari ( H D21242 ) sistemi tutulma göstermeyen ( $i \sim 60^\circ$ ) çift çizgili tayfsal çift yıldız sistemi olup RS CVn türü çift yıldızların bir üyesidir. Carlos ve Popper (1971) , sistemin bileşenlerinin tayf türlerini K0 IV ve G5 V olarak belirlemişlerdir. Sistemin ilk fotometrik gözlemleri Hall vd (1975) tarafından yayınlanmıştır. Daha sonra fotometrik gözlemleri birçok araştırmacı tarafından yapılmış olan UX Ari sisteminin en son fotometrik çalışması Aarum ve Henry (2003) tarafından yayınlanmış 1987-2002 yılları arasındaki gözlemleri içermektedir. Sistemin dönemi Carlos ve Popper (1971)'in tayfsal çalışmasında 6.43791 gün olarak belirlenmiştir.

Sistemin parlaklığı azaldıkça B-V rengi maviye kaymaktadır. Yani sistemde leke etkinliği arttıkça sistem daha mavi olmaktadır (Aarum ve Henry, 2003). Bu konuda daha ayrıntılı bir tartışma Aarum ve Engvold (2003a) tarafından verilmekte ve kara

lekelerle eşlik eden parlak fakülaların varlığı üzerinde durulmaktadır.

UX Ari'nin en son radyal hız çalışması Duemmler ve Aarum (2001) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Carlos ve Popper (1971)'in sonuçlarından çok az farketmele birlikte elde edilen en önemli sonuç, sistemin  $\gamma$  kütle merkezi hızının zamanla değiştiği olmuştur. Bu sonuç, Vogt ve Hatzes (1991)'in sistemdeki üçüncü cisme ilişkin bir tayf çizgisi bileşenine ait kanıt destekler gibi görünse de üçüncü cisme ait böylesi bir kanıt Duemmler ve Aarum (2001)'in çalışmasında bulunamamıştır. Ancak daha sonra Aarum ve Engvold (2003b)'un yüksek ayırma güçlü tayfların analizi ile UX Ari sisteminin bir üyesi olmayan, Yer küre ile UX Ari sistemi arasında, Yer'den uzakta etkin sıcaklığı  $T_e = 4400 \pm 40$  °K olan bir bileşenin varlığı belirlenmiştir.

Huenemoerder vd (1989)'nin tayfsal çalışmasında sistemin K0 IV bileşeninin 1. Roche lobunu doldurmaya yakın olduğu ( $R_{K0IV} = 6.2 \pm 1.2 R_\odot$  ;  $R_{roche} = 7.0 R_\odot$ ) sonucu elde edilmiş ama Duemmler ve Aarum (2001)'in değerlendirmesine

Poster tam metni için : Fehmi EKMEKÇİ  
e-mektup: ekmekci@astro1.science.ankara.edu.tr

göre 1.Roche lobunu doldurmaya biraz daha uzak olduğu (  $R_{K0IV} = 5.78 \pm 0.13 R_{\odot}$  ) sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada, sistemin Vogt ve Hatzes (1991)'in tayfsal çalışmasından elde edilen fiziksel parametreleri kullanılarak, 1991-1994 fotometrik UBV gözlemlerine Wilson-Devinney çözüm yöntemi ( Wilson, 1993 ) leke modellemesi için uygulanmıştır.

## 2. Gözlemler

UX Ari sistemini 1991-1994 fotometrik gözlemleri Ankara Üniversitesi Ahlatlıbel Gözlemevi'ndeki 30 cm lik Maksutov teleskoba bağlı SSP-5A fotometresi (R1414 Hamamatsu fotokatlandırıcısına sahip) kullanılarak yapılmıştır. 1991 yılı döneminde 10 gecelik, 1992 yılı döneminde 16 gecelik, 1993 yılı döneminde 13 gecelik ve 1994 yılı döneminde de 14 gecelik olmak üzere toplam 53 gecelik UBV renklerindeki fotoelektrik fotometri gözlemleri değerlendirilmiştir. Gözlemlerde mukayese yıldızı olarak 62 Ari alınmıştır. Gözlemlerin standard indirgeme işlemleri Ferhat Fikri Özeren'in Excel Makro indirgeme programı ile yapıldı. Elde edilen ışık eğrileri Şekil 1 - 4 ' te verilmektedir. Işık eğrilerindeki veriler gecelik ortalama değerlerdir. Gecelik ortalama kadir değerlerinin maksimum ve minimum hataları yıllara ve renklere göre Çizelge 1' de verilmektedir.

**Çizelge 1.** UX Ari gözlemlerinin gecelik kadir hataları.

Gözlem Yılı	Gecelik kadir hataları
1991	$0.034 < \sigma(\Delta U) < 0.005$ $0.016 < \sigma(\Delta B) < 0.004$ $0.011 < \sigma(\Delta V) < 0.006$
1992	$0.052 < \sigma(\Delta U) < 0.002$ $0.038 < \sigma(\Delta B) < 0.002$ $0.032 < \sigma(\Delta V) < 0.002$
1993	$0.050 < \sigma(\Delta U) < 0.009$ $0.032 < \sigma(\Delta B) < 0.004$ $0.042 < \sigma(\Delta V) < 0.004$
1994	$0.027 < \sigma(\Delta B) < 0.004$ $0.103 < \sigma(\Delta V) < 0.004$

## 3. Wilson-Devinney Çözümü

Wilson-Devinney programı kullanılarak yapılan çözümlerde ışık eğrilerinin evreye bağlı değişimi için sistemin K0 IV bileşeni üzerindeki büyük ve soğuk lekelerden kaynaklandığı dikkate alındı. Bu çözüm için sistemin her renkteki evreye bağlı ışık değişimi maksimum parlaklık ve evreye göre normalize edilmiştir. Çözümde ışınım için karacisim yaklaşımı dikkate alındı. Sisteme ilişkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi ve yörünge eğim açısı Vogt ve Hatzes(1991)'in tayfsal çalışmasında verilen değerlerden yararlanarak çözümden elde edildi. Kenar kararım katsayıları Van Hamme(1993) tarafından verilen çizelgelerden elde edildi. Kütle oranı için  $q = 0.87$  ortalama değeri Duemmler ve Aarum (2001)'in çalışmasından yararlanarak kullanıldı. En iyi çözüm sonucu, sistemin K0 IV bileşeni üzerinde, 1991, 1992 ve 1993 yılları için 5 adet lekenin modellenmesiyle 1994 yılı için ise 1 adet lekenin modellenmesiyle elde edilebildi. Sonuçlar Çizelge 2 ve 3'de özetlenmektedir. Işık eğrileri, Wilson-Devinney çözümünden elde edilen lekeli kuramsal ışık eğrileri ile birlikte Şekil 1, 2, 3 ve 4'te gösterilmektedir.

**Çizelge 2.** WD çözümünde kullanılan UX Ari sisteminin fiziksel parametreleri.

	Bileşen	
	Sıcak	Soğuk
$P(\text{yörünge dönemi}) = 6.43791$ gün		
$q(m_2/m_1) = 0.87$		
$i = 60^\circ$		
$e = 0$ (yörünge dışmerkezliği)		
$T_{ph} (^{\circ}K)$	5700	4750
Albedo	0.50	0.50
$g(\text{çek.kar.})$	0.32	0.32
$X_U(\text{ken. kar})$	0.831	1.053
$X_B(\text{ken. kar})$	0.743	0.911
$X_V(\text{ken. kar})$	0.606	0.763
$\Omega$	18.00	8.40
$r(\text{pole})$	0.059	0.154
$r(\text{point})$	0.059	0.155
$r(\text{side})$	0.059	0.154
$r(\text{back})$	0.059	0.155

**Çizelge 3.** UX Ari sisteminin 1991-1994 gözlemlerine uygulanan WD çözümü leke modellemesinin sonuçları. Lekeler sistemin sadece K0 IV bileşeni üzerinde yerleştirilmiştir.

Yıl	1991			1992			1993			1994		
	U	B	V	U	B	V	U	B	V	U	B	V
B1 (°)	10	10	10	10	10	10	20	20	20	-	13	14
B2 (°)	25	25	25	25	25	25	30	30	30	-	-	-
B3 (°)	30	30	30	30	30	30	35	33	33	-	-	-
B4 (°)	30	30	30	30	30	30	35	40	40	-	-	-
B5 (°)	30	30	30	30	30	30	35	35	35	-	-	-
L1 (°)	295	295	295	20	20	20	350	350	350	-	15	13
L2 (°)	305	305	305	60	60	60	180	180	180	-	-	-
L3 (°)	130	130	130	275	275	275	50	45	45	-	-	-
L4 (°)	285	285	285	10	10	10	335	335	335	-	-	-
L5 (°)	360	360	360	85	85	85	50	40	40	-	-	-
r1 (°)	33	33	33	25	25	25	30	30	30	-	45	45
r2 (°)	25	25	25	30	30	30	25	25	25	-	-	-
r3 (°)	20	20	20	36	38	40	30	30	30	-	-	-
r4 (°)	22	22	22	15	15	25	20	20	20	-	-	-
r5 (°)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-	-	-
f(t)-1	0.87	0.87	0.87	0.80	0.80	0.80	0.70	0.65	0.70	-	0.75	0.75
f(t)-2	0.88	0.89	0.89	0.80	0.80	0.80	0.70	0.65	0.78	-	-	-
f(t)-3	0.87	0.87	0.87	0.80	0.80	0.80	0.70	0.65	0.78	-	-	-
f(t)-4	0.88	0.89	0.89	0.85	0.85	0.85	0.80	0.75	0.80	-	-	-
f(t)-5	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.85	0.80	0.85	-	-	-

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Aarum ve Henry (2003), sistemin 1987-2002 yılları arasındaki mevcut BV fotometrik gözlemlerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmalarında leke modellemesi yapılmamakla beraber sistemin leke evrimi hakkında bir irdeleme yapılmıştır. Onlar 25 yıllık bir etkinlik çevriminin varlığı yanısıra lekelerin dağılımındaki değişim ile ilgili, yani diferensiyel dönme ile ilgili 12 yıllık bir dönemliliğin var olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Bu çalışmada Wilson-Devinney analizi, bisenlerin karacisim gibi ışınım yaptıkları dikkate alınarak yapıldı. Çizelge 3'den görüleceği gibi sistemin ışık eğrilerinin 1991, 1992 ve 1993 yıllarında beş soğuk ve büyük lekenin K0 IV bileşeni üzerinde yerleştirilmesi ile daha iyi temsil edilebileceği görüldü. Konumları incelendiğinde bu lekelerin birbiri üstüne binen beş leke olduğu anlaşılır. Gerçekte bu lekeler, simetrik ve dairesel olmayan toplam üç lekeden oluşmaktadır. Wilson-Devinney programında lekeler dairesel ve simetrik kabul edilerek hesap yapılabildiği için bu lekelerin sayısı bireysel beş leke olarak ortaya çıkmış oldu. 1994 yılı gözlemlerinde ise kutba yakın 45° yarıçaplı büyük ve  $T = 3563 \text{ }^\circ\text{K}$  (fotosferden  $\sim 1200 \text{ }^\circ\text{K}$  daha soğuk) sıcaklığındaki bir lekenin yerleştirilmesi ile uygun bir çözümün elde edildiği görülmektedir.

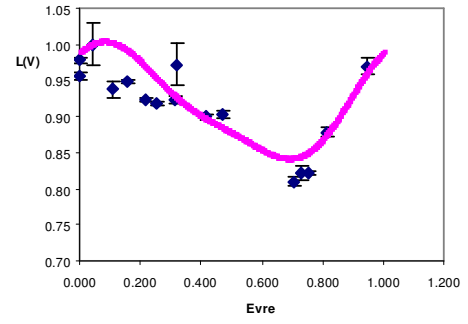
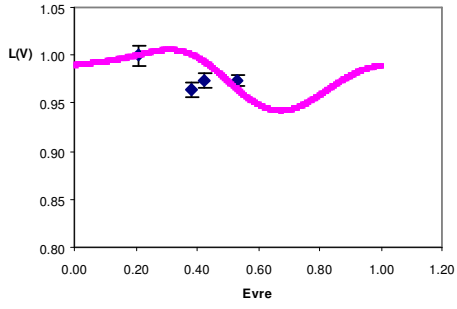
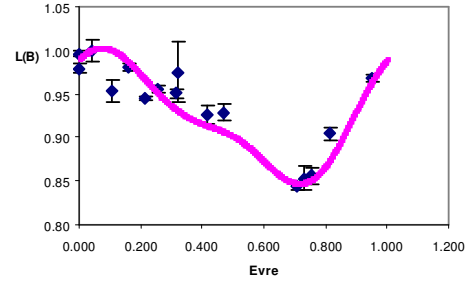
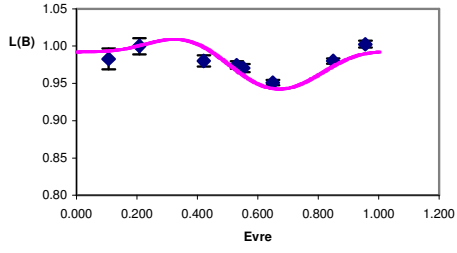
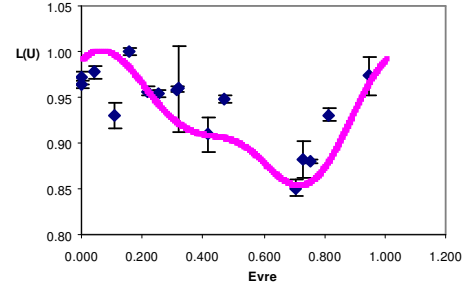
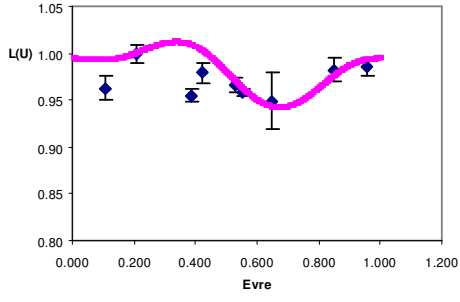
Elde edilen bu sonuçlar, Vogt ve Hatzes (1991)'in Ağustos 1986'dan Ocak 1987'e kadar olan beş

aylık zaman aralığında UX Ari'nin üç Doppler görüntüsünün analizi ile elde ettikleri sonuçlarla uyumaktadır. K0 IV bileşeninin kutbunda büyük bir leke ve ekvator yöresinde üç lekenin varlığını Ca I 6439 Å çizgisinin incelenmesi ile bulmuşlardır. Onlar analizlerinde leke sıcaklığını  $3550 \text{ }^\circ\text{K}$  olarak almışlardır. Bu çalışmada elde edilen leke sıcaklıklarına ilişkin ortalama değerler  $\sim 3200 \text{ }^\circ\text{K}$  ile  $\sim 4300 \text{ }^\circ\text{K}$  arasında olmuştur.

Ancak bu Wilson-Devinney analizini, bileşenlerin atmosfer modeli yaklaşımını dikkate alarak da yapmakta yarar vardır. Bu sonuçların atmosfer modeli yaklaşımı kullanılarak desteklenmesi gerekir. Bu çalışmanın bir sonraki aşaması bu doğrultuda olacaktır.

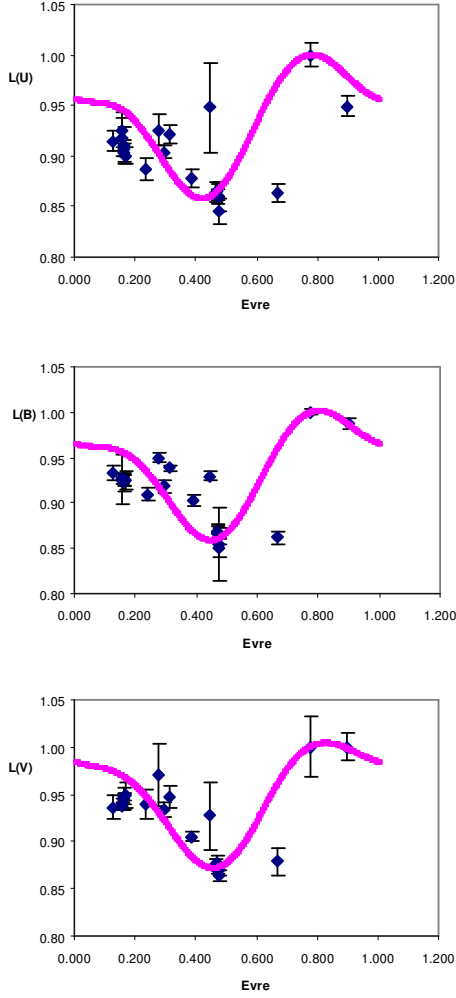
Bu çalışmada değerlendirilen gözlem verilerinin elde edildiği 1991-1994 gözlem geceleri boyunca, UX Ari'nin gözlemini yapmada katkıları ve yardımları olan Ankara Üniversitesi Gözlemevi'ndeki tüm gözlem ekiplerinin elemanlarına teşekkür ederiz.

F. Ekmekçi vd. : UX Ari'nin 1991-1994 Fotometrik Gözlemleri

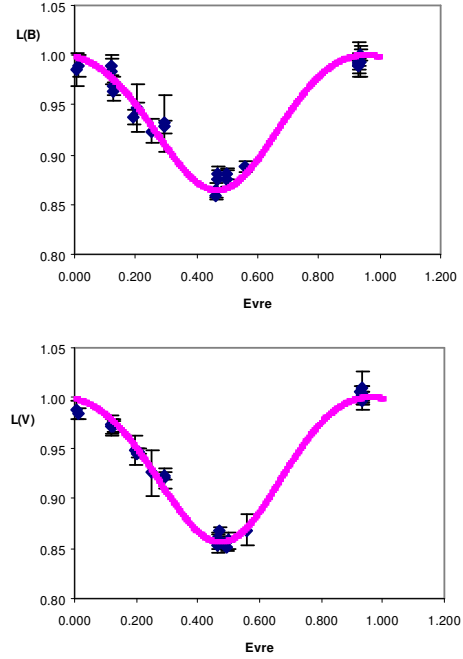


Şekil 1. UX Ari'nin 1991 yılı U,B ve V bandlarında, lekeli model çözümü ile birlikte ışık eğrileri.

Şekil 2. UX Ari'nin 1992 yılı U,B ve V bandlarında, lekeli model çözümü ile birlikte ışık eğrileri.



Şekil 3. UX Ari'nin 1993 yılı U,B ve V bandlarında, lekeli model çözümü ile birlikte ışık eğrileri.



Şekil 4. UX Ari'nin 1994 yılı B ve V bandlarında, lekeli model çözümü ile birlikte ışık eğrileri.

## 5. Kaynaklar

- Aarum, Ulvås,V. ve Engvold, O. 2003a, A&A, 399, L11.  
 Aarum, Ulvås,V. ve Engvold, O. 2003b, A&A, 402, 1043  
 Aarum, Ulvås,V. ve Henry, G.W. 2003, A&A, 402, 1033.  
 Carlos, R.C. ve Popper, D.M. 1971, PASP, 83, 504.  
 Duemmler, R. ve Aarum, V. 2001, A&A, 370, 974.  
 Hall,D.S., Montle, R.E. ve Atkins, H.L. 1975, Acta Astron., 25, 125.  
 Huenemoerder, D.P., Buzasi, D.L. ve Ramsey, L.W. 1989, AJ, 98,1398.  
 Van Hamme, W. 1993, AJ,106,2096.  
 Vogt, S.S. ve Hatzes, A.P. 1991, "The Sun and Cool Stars:activity,magnetism,dynamo",IAU Colloq. No.130,sayfa 297-308.  
 Wilson, R.E. 1993, "New Frontiers in Binary Star Research", ASP Conference Series, 38, 91.