

## AR LACERTAE ÇİFT YILDIZININ UV ETKİNLİĞİ

Faruk Tokdemir, Ümit Kızıloğlu, Ethem Derman\*

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, ANKARA

\* Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, ANKARA

ÖZET : AR Lac RS CVn türü bir çift yıldızdır. 1150–3200 Å dalga boyları arasında IUE uydusu tarafından alınan verilerde K0 IV ve G2 IV–V bileşenlerinin atmosferleri morötesi (UV) etkinliği açısından incelenmiş ve "Kromosfer", "Geçiş Bölgesi (TR)" gibi yıldız atmosferi katmanlarına ilişkin fiziksel sonuçlar çıkarılmıştır. Bu incelemenin sonucunda sistemin UV etkinliğini içeren bir model yapılmıştır.

### 1. GİRİŞ

Kron (1947), AR Lac'tan tutulmalar dışında kuvvetli Ca II H ve K ( $\lambda\lambda$  3933, 3968) çizgilerini gözlemiş ve bu salmaların geç tür K bileşeninden veya erken tür G bileşeninden gelebileceğini söylemişti. Bu özellik tek yıldızlardan beklenenden daha kuvvetliydi. Neden olarakta yıldız parlaklığının yüzeye düzgün dağılmadığını ve bu düzgün dağılmayan parlaklığın dönerken zaman zaman görülmesi olarak ileri sürülüyordu. Sonraları bu tip özellik başka yıldızlarda da gözlemlendi. Popper (1970), 22 çift yıldız araştırmasında Ca II H ve K çizgilerinin genellikle K0 IV bileşeninden geldiğini söylemiş ve Hall (1975) aşağıda ortak özellikleri verilen 24 çift yıldızı RS CVn türü olarak derlemiştir.

Bu özellikler şunlardır :

1. Sıcak bileşen F–G5 ve soğuk bileşen K0 IV tayf türündendir.
2. Ayrık çift yıldızlardır.
3. Dönemleri 1–14 gündür. Daha uzun dönemlileride vardır.
4. Kütle oranları 1 dir.
5. Tutulma dışında kuvvetli Ca II H ve K çizgileri (Naftilan ve Drake 1977) vardır.
6. Işık eğrisi üzerinde bozulma dalgası vardır ve bu dalga geç etmektedir.
7. Birinci minimumun derinliği değişkendir, (Eaton ve Hall 1979; Hall 1981; Rodono 1981).
8. Radyo (Owen ve ark. 1978), IR (Berriman ve ark. 1980, 1983) X–ışınları (Walter ve ark. 1980, 1983), H (Huenemoer ve Ramsey 1984) dalgaboylarında ışıma yaparlar.
9. Kuvvetli UV ışımaları vardır (Kızıloğlu ve ark. 1983, 1984)

RS CVn türü çift yıldızların ışık eğrilerinde tutulma dışında gözlenen düzensizlikler Hall modeli (leke modeli) açıklanmaktadır (Hall 1981). Buna göre yıldızda Güneşte görülen ve yıldız lekeleri diye adlandırılan lekeler vardır. Bu lekelerin  $0^\circ - 40^\circ$  enlemlerindeki tercihli dağılımı ışık değişimlerine neden olmaktadır. Yıldız lekelerinin en az olduğu

evrelerdeki parlaklık fotometrik ışık eğrisinde maksimum, lekelerin çok olduğu evrelerdeki parlaklık ise minimum olarak gözlenmektedir. Güneşte lekelerin olduğu yerlerdeki atmosfer uzantılarının (Kromosferden Koronaya kadar) daha aktif olduğu ve buna karşıt olarak lekelerin az olduğu yerlerdeki atmosfer uzantılarının ise daha sakin olduğu gözlenmiştir. Şekil 1 de Güneşin atmosfer profili görülmektedir. Güneşin bize en yakın yıldız olması nedeniyle böylesine ayrıntılı bir profil ancak Güneş için çıkarılabilmektedir. Günümüzdeki teknoloji ile böyle ayrıntılı bir profilin diğer yıldızlar için çıkarılması olanak içinde değildir. Bu nedenle yıldız atmosfer modelleri Güneşe göre yapılmaktadır.

Şekil 1 de görüldüğü gibi Güneş atmosferi üç temel bölgeden oluşur : Kromosfer, Geçiş Bölgesi (TR) ve Korona. Atmosferde dışa doğru sıcaklık artarken, hidrojen yoğunluğu azalmaktadır. RS CVn türü çift yıldızların bileşenleri Güneş tipi olduğundan atmosferlerinde benzer yapı beklenmektedir.

1978 yılında uzaya fırlatılan ve halen veri almayı sürdüren IUE uydusu yıldız atmosfer katmanlarını incelemek için iyi bir olanaktır. IUE uydusunun özellikleri Boggess ve ark. (1978) ve Derman (bu dergide) tarafından anlatılmıştır.

Bu çalışmada IUE uydusu verileri kullanılarak RS Cvn türü AR Lac çift yıldızının atmosfer etkinliği araştırılmıştır. AR Lac'ın yörünge elemanları ve diğer özellikleri Kurutaç ve ark. (1981), Evren ve ark. (1983) ve Kızıloğlu ve ark. (1983) de verilmiştir.

## 2. GÖZLEMLER

AR Lac'ın birçok gözlemci tarafından alınan ve IUE'nin altı ay kuralına göre getirilen veriler 3 bölümden oluşmaktadır :

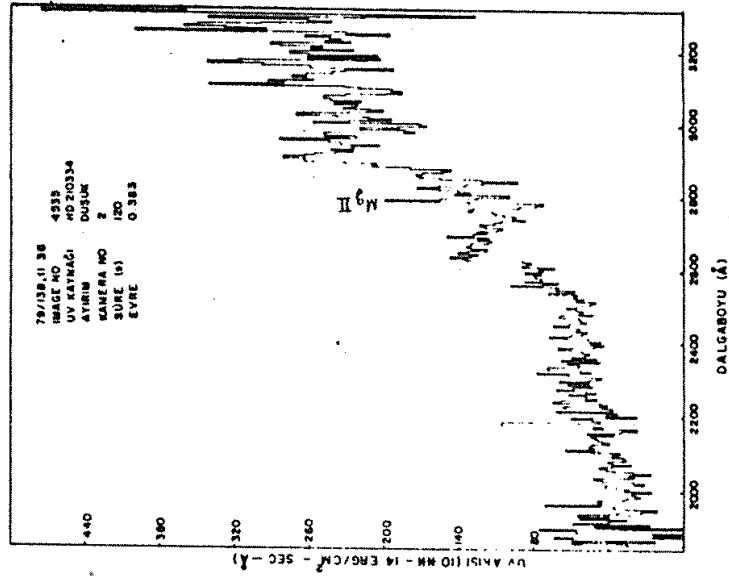
1. Kısa dalgaboyu (1150–1950 Å), düşük ayırım, değişik evrelerde 28 tayf; Çizelge I.
2. Uzun dalgaboyu (2000–3200 Å), düşük ayırım, değişik evrelerde 21 tayf; Çizelge II.
3. Uzun dalgaboyu (2000–3200 Å), yüksek ayırım (0.1 Å), değişik evrelerde 11 veridir, Çizelge III.

Verileri indirgeme yöntemleri Tokdemir (1984) de anlatılmıştır.

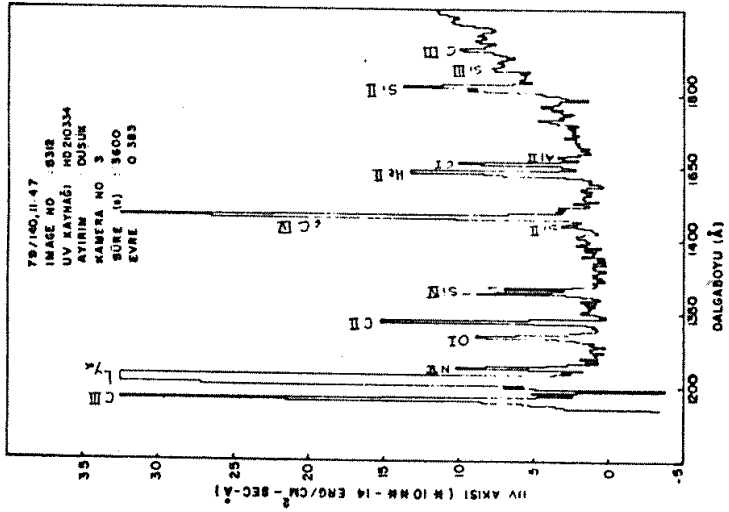
## 3. KISA DALGABOYU TAYFLARI

Çizelge I kısa dalgaboyu tayflarının bir listesini göstermektedir. Bu çizelgede, 1. kolon tayfin imaj numarasını, 2. kolon alındığı tarihi, 3. kolon alındığı saati, 4. kolon tayfin ne kadar süreyle alındığını, 5. kolon JD cinsinden tarihi, 6. kolon evre'yi ve 7. kolon tayfin kimin tarafından alındığını göstermektedir. Evre hesabında Kurutaç ve arkadaşlarının (1981) ışık elemanları kullanılmıştır.

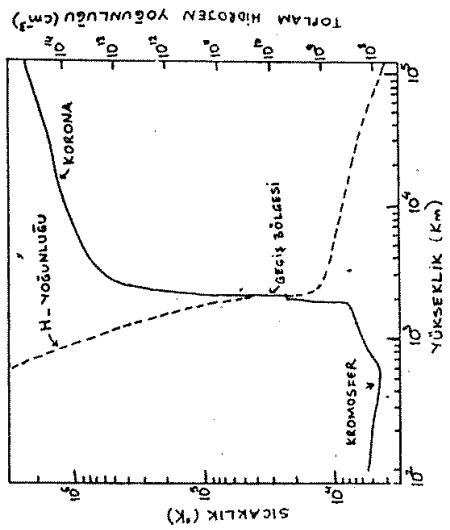
Şekil 2 0.389 evresindeki 5312 nolu imajın tayfını göstermektedir. Bu tayfın üzerinde, fon (zemin) üzerinde belirgin çizgilerin tanımlanmasında gösterilmiştir. Şekildeki akı



Şekil 3 : Uzun dalgaboyu düşük ayırım tayfi.



Şekil 2 : Kısa dalgaboyu düşük ayırım tayfi.



Şekil 1 : Güneşin atmosfer profili (Withbroe ve Noyes 1977).

ÇİZELGE I  
Düşük ayırım kısa dalgaboyu tayfları

İmaj no	Tarih (yıl/gün)	Zaman (hh:mm:ss)	Süre (s)	JD (2440000+)	evre	Gözlemci
SWP5286	79/138	08 : 53: 35	1200	4011.5	.334	Brown
SWP5287	"	09 : 53: 12	3600	"	.361	Brown
SWP5288	"	11 : 33: 45	3600	"	.397	Brown
SWP5289	"	13 : 13: 13	3600	"	.431	Brown
SWP5290	"	14 : 55: 11	3600	"	.467	Brown
SWP5291	"	16 : 36: 37	3600	"	.503	Brown
SWP5292	"	18 : 06: 44	3600	"	.534	Brown
SWP5293	"	19 : 50: 34	3600	"	.571	Brown
SWP5294	"	21 : 34: 26	3600	"	.607	Brown
SWP5295	"	23 : 10: 26	2400	"	.637	Brown
SWP5311	79/140	09 : 05: 22	3600	4013.5	.353	Brown
SWP5312	"	10 : 46: 58	3600	"	.389	Brown
SWP5313	"	12 : 23: 05	3600	"	.422	Brown
SWP5314	"	14 : 02: 13	3600	"	.457	Brown
SWP5315	"	15 : 39: 17	3600	"	.491	Brown
SWP5316	"	17 : 17: 56	3600	"	.526	Brown
SWP5317	"	18 : 56: 30	3600	"	.560	Brown
SWP5318	"	20 : 38: 08	3600	"	.594	Brown
SWP5319	"	22 : 10: 34	4200	"	.630	Brown
SWP5777	79/193	22 : 50: 45	6000	4066.5	.374	Catalano
SWP5810	79/196	22 : 16: 27	6000	4069.5	.875	Catalano
SWP7650	80/014	10 : 06: 05	4500	4252.5	.892	Stickland
SWP9273	80/165	08 : 02: 38	5400	4403.5	.990	Basri
SWP9275	80/165	12 : 29: 48	3300	4403.5	.078	Basri
SWP10329	80/285	14 : 59: 05	6900	4523.5	.649	Rodono
SWP10352	80/286	19 : 15: 25	5820	4524.5	.240	Catalano
SWP15155	81/275	15 : 10: 18	6000	4879.5	.160	Andrews
SWP15159	81/275	23 : 57: 47	6000	4879.5	.344	Simon
SWP15168	81/276	23 : 53: 03	4800	4880.5	.844	Linsky

ÇİZELGE II  
Düşük ayırım uzun dalgaboyu tayfları

İmaj no	Tarih (yıl/gün)	Zaman (hh: mm: ss)	Süre (s)	JD (2440000+) evre	Gözlemci
LWR4534	79/138	09 :20: 42	360	4011.5	.341 Brown
LWR4535	"	11 :24: 39	120	"	.383 Brown
LWR4536	"	13 :06: 07	100	"	.419 Brown
LWR4537	"	14 :47: 54	100	"	.454 Brown
LWR4538	"	16 :24: 31	100	"	.488 Brown
LWR4539	"	18 :06: 44	100	"	.524 Brown
LWR4540	"	19 :43: 54	100	"	.558 Brown
LWR4541	"	21 :26: 45	100	"	.594 Brown
LWR4542	"	23 :03: 28	100	"	.628 Brown
LWR4549	79/140	08 :56: 39	100	4013.5	.340 Brown
LWR4550	"	10 :38: 29	100	"	.376 Brown
LWR4551	"	12 :16: 19	99	"	.410 Brown
LWR4552	"	13 :54: 48	100	"	.444 Brown
LWR4553	"	15 :32: 15	100	"	.478 Brown
LWR4554	"	17 :09: 46	100	"	.513 Brown
LWR4555	"	18 :49: 40	100	"	.548 Brown
LWR4556	"	20 :26: 30	100	"	.582 Brown
LWR4557	"	22 :03: 31	100	"	.615 Brown
LWR4558	"	23 :41: 01	100	"	.650 Brown
LWR8016	80/165	09 :39: 55	150	4403.5	.009 Basri
LWR8018	80/165	13 :30: 27	150	4403.5	.090 Basri

değerleri uyduda gözlenen akı değerleridir. "Reseau" diye işaretlenen nokta, salma veya soğurma biçiminde bile olsa, yıldızla ait olmayan başka nedenlerle oluşan noktalar. Bu nedenle, tayflardaki bu tür noktalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Ayrıca tüm tayflar 10" x 20" lik geniş açıklıkta alınmıştır.

Çizelge 4 deki akı değerleri fon üzerindeki belirgin çizgilerin entegre akı değerleridir. Bu çizelgede sıfır akıları görülmektedir. Ancak tayflardaki bu değerler gerçekte sıfır olmayıp fon'dan ayrıştırılamadığı için sıfır olarak gösterilmiştir.

Bu tür tayflarda fon eğrisinin yeri akı hesapları açısından çok önemlidir. Diğer taraftan fon eğrisinin geçirilmesi için belirlenmiş genel bir yöntem yoktur. Çoğu zaman gözle bir eğri geçirilmektedir. Bu yöntem kişiye bağlı ve tayftan tayfa sistematik olmayan

**ÇİZELGE III**  
Yüksek ayırım uzun dalgaboyu tayfları

İmaj no	Tarih (yıl/gün)	Zaman (hh: mm: ss)	Süre (s)	JD (2440000+ ) evre	Gözlemci
LWR5023	79/194	00 : 35: 45	1800	4067.5	.398 Catalano
LWR5059	79/197	00 : 02: 21	3000	4070.5	.903 Catalano
LWR6661	80/014	10 : 02: 25	2700	4252.5	.884 Stickland
LWR8017	80/165	11 : 45: 15	2400	4403.5	.059 Basri
LWR8029	80/165	21 : 35: 49	1020	4403.5	.262 Basri
LWR9003	80/285	16 : 58: 42	3000	4523.5	.680 Catalano
LWR9010	80/286	20 : 59: 12	3000	4524.5	.268 Catalano
LWR11662	81/275	14 : 36: 35	1800	4879.5	.136 Andrews
LWR11666	81/275	23 : 14: 12	2400	4879.5	.312 Simon
LWR11672	81/276	15 : 13: 04	3600	4880.5	.658 Andrews
LWR11676	81/277	01 : 02: 20	3600	4881.5	.864 Simon, Linsky

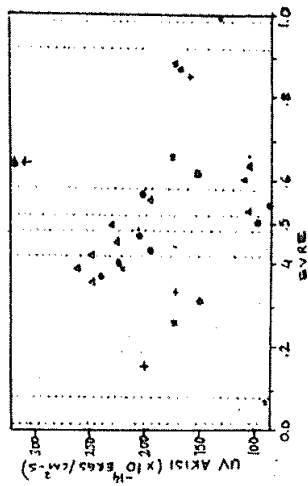
hatalar getirebilmektedir. Biz bu çalışmada, "yürüyen ortalama" yöntemini kullandık ve tüm kısa dalgaboyu tayfların fon eğrilerini bu yöntemle sistematik biçimde geçirdik. Çizelge 4 deki akı değerleri bu şekilde belirlenmiş fon üzerindeki değerlerdir.

Uygulanan "yürüyen ortalama" yöntemi şöyledir : Eğer bir tayfta N tane akı değeri varsa, k noktalı yürüyen ortalama

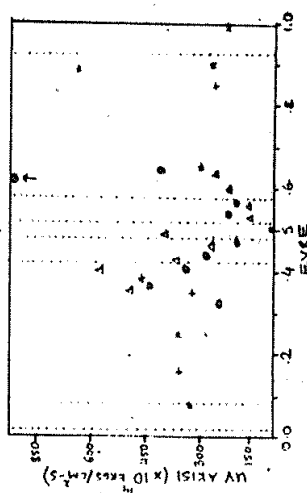
$$f'_{i+[k/2]} = \left( \sum_{j=i}^{i+k-1} f_j \right) / k \quad i = 1, 2, \dots, N-[k/2] \text{ ve } k \text{ tek tamsayıdır.}$$

ile tanımlanabilir. Burada  $f_j$ , i noktasından  $i+k-1$  noktaya kadar olan akı değerleridir.  $f'_{i+[k/2]}$ , k sayıdaki akı değerinin ortalamasıdır. Köşeli parantezler tam bölmeyi göstermektedir. Bu yöntemin geçerli olabilmesi için ilk ve son noktaların sıfır olmayan akı değerine sahip olması gereklidir. Örnek :  $k=5$  noktalı yürüyen ortalama düşünelim :  $i=1$  için  $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5$  akılarının ortalaması  $f'_3$  olacak;  $i=2$  için  $f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$  akılarının ortalaması  $f'_4$  olacaktır. Ortalama alma işlemi bu şekilde  $N-[k/2]$  noktaya kadar yürüyecektir. Sonunda elde edilen  $f'$  akıları, aynı tayfın bir sonraki yürüyen ortalaması için girdi olacak ve bu işlem düz bir tayf elde edinceye kadar sürdürülecektir. Bu yöntemle tayfa özgü tüm salma ve soğurma şekilleri yok edilmiş ve böylece düz bir fon tayfı elde edilmiş olacaktır.

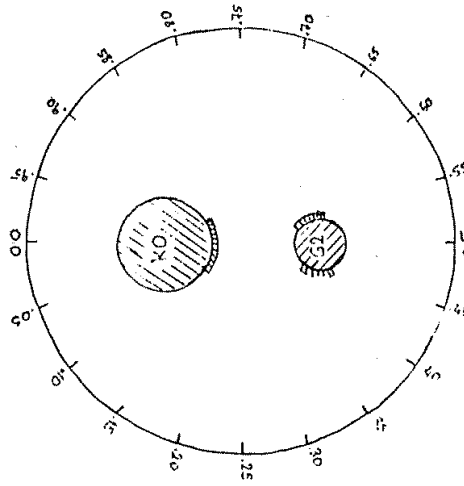
Bir salma çizgisine ait akı, yukarıda elde edilen fon eğrisini kestiği noktalar arası



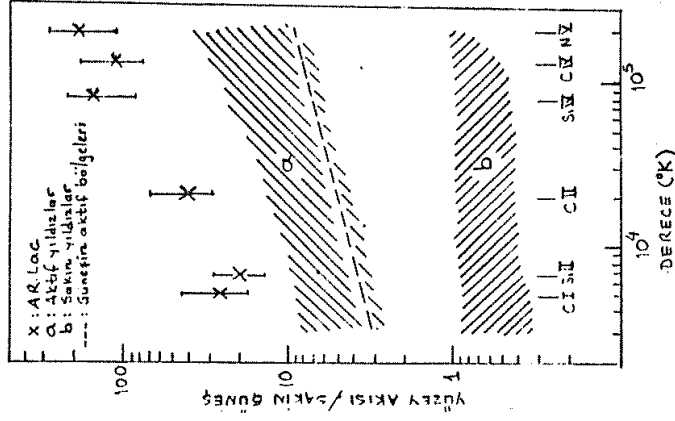
Şekil 4 : Kromosom çizgilerinin evreye göre değişimi.



Şekil 5 : TR çizgilerinin evreye göre değişimi.



Şekil 6 : AR Lac'in leke modeli.



Şekil 7 : AR Lac etkinliğinin diğer yıldızlara göre durumu.

entegre ederek bulunur. Bu yolla elde edilmiş kısa dalgaboyundaki belirgin çizgilerin akıları Çizelge IV de verilmiştir.

Kızıloğlu ve ark. (1983), Mg II h ve k ( $\lambda\lambda$  2795.5, 2802.7) çizgilerini kullanarak G2 IV–V başyıldızının ve K0 IV yoldaşın eşit oranda etkin olduğunu göstermiştir. Ögle ise uyduda elde edilen akı değerleri

$$f_* = (d^2 / R_G^2 + R_K^2) f_{\oplus}$$

eşitliğini kullanarak yıldızdan birim alandan saniyede ne kadar enerji geldiği hesaplanabilir. Bu yolla elde edilen yıldızdaki akı değerleri,  $f_*$ , Çizelge V de verilmiştir. Bu eşitlikte  $d=40$  pc,  $R_G=1.8 R_{\odot}$ , ve  $R_K=2.81 R_{\odot}$  olarak alınmıştır (Kızıloğlu ve ark. 1984). Bu çizelgede verilen değerler  $10^4$  ergs/cm<sup>2</sup> s cinsindedir.

#### 4. UZUN DALGABOYU TAYFLARI

2000–3200 Å arası uzundalgaboyu IUE verileri düşük ayırım (6Å) ve yüksek ayırım (0.1 Å) olmak üzere iki bölümden oluşur. Yüksek ayırım tayfında belirgin çizgi Mg II h ve k rezonans çizgileridir. Kızıloğlu ve ark. (1983, 1984) bu çizgileri ayrıntılı çalışmış ve AR Lac bileşenlerinin birim alanda eşit etkinliğe sahip olduğunu bulmuştur. Buna ek olarak Mg II akı değerlerinin evreye göre değiştiğini göstermiştir.

Şekil 3, uzun dalgaboyu düşük ayırım tayfını göstermektedir. Bu tayfın imaj numarası 4535 olup 0.387 evresinde 120 saniye süreyle alınmıştır. Bu tayftaki akı değerleri uyduda ölçülen akı değerleridir ve  $10^{-14}$  ergs/cm<sup>2</sup> s Å cinsindedir. Bu bölgedeki düşük ayırım tayflarında en belirgin çizgi Mg II çizgisidir. Düşük ayırım nedeniyle h ve k bileşenleri ayrılmamıştır. Diğer görüntüler blend ve gürültü olduğundan tek tek çizgileri ayırmak ve tanımlamak oldukça güçtür.

#### 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

C I ( $\lambda$  1657), Si II ( $\lambda\lambda$  1528, 1810), O I ( $\lambda\lambda$  1305, 1356) kromosfer sıcaklığında oluşan çizgiler olarak bilinmektedir. Bu çizgileri için hesaplanan akı değerleri Çizelge 4–5 de verilmiştir. Bu çizgilerin evreye göre değişimi AR Lac bileşenlerine ait Kromosfer etkinliğinin iyi bir göstergesidir. Bu nedenle C I, Si II, O I akılarının toplamı Şekil 4 de evreye göre çizilmiştir. Şekil üzerinde 1. tutulma (0.0 evresinde K0 IV bileşeni önde) ve 2. tutulma (0.5 evresinde G2 bileşeni önde) durumlarında bileşenlerin birbirlerine değme evreleri dikey nokta–nokta çizgilerle belirtilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi kromosfer çizgi akıları evreye göre değişim gösteriyorlar. 0.35–0.45 evreleri arası akı değerleri yüksekken 0.5 evresinde en az değerine ulaşmaktadır. 2. tutulmadan sonra 0.6 evresine doğru akı değerleri en yüksek değerine ulaşmaktadır. Diğer evrelerde veri azdır. Ancak görünen eğilime göre akı değerleri bu evrelerde ortalama değerde seyrediyor ve 0.0 evresinde yine



Çizelge 4 : UV Akıları ( x 10<sup>-14</sup> Erg/cm<sup>2</sup>-s)

İMGE	EYRE	CI(1) λ1175	NI(1) λ1240	CI(2) λ1302	CI(1) λ1335	SI-IV(1) λ1400	SI-II(2) λ1528	CI(1) λ1549	HEII(12) λ1640	CI(2) λ1657	ALII(2) λ1669	SI-II(1) λ1810	SI-III(1) λ1892	CI(1) λ1909
SUP 5286	0.334	29.7	0.0	40.8	93.3	0.0	0.0	184.4	46.9	48.0	0.0	61.6	25.2	0.0
SUP 5287	0.361	143.3	31.5	58.2	89.7	6.1	11.1	212.7	56.1	59.3	13.0	102.2	20.8	0.0
SUP 5288	0.397	97.0	57.9	56.6	83.5	0.0	5.4	178.9	62.3	74.4	4.6	85.6	29.5	0.0
SUP 5289	0.431	79.4	44.3	47.7	70.4	0.0	5.9	180.4	61.5	69.5	7.2	73.6	14.0	0.0
SUP 5290	0.467	53.7	0.0	49.3	78.6	4.5	15.4	168.7	50.2	52.5	9.0	85.9	0.0	0.0
SUP 5291	0.503	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.3	110.8	27.5	42.1	12.2	30.3	10.3	0.0
SUP 5292	0.534	160.4	27.0	25.3	26.8	0.0	0.0	119.1	28.5	12.5	0.0	49.2	17.1	0.0
SUP 5293	0.571	52.2	25.6	41.9	73.4	0.0	8.4	156.8	43.1	22.3	23.6	130.8	17.9	0.0
SUP 5294	0.607	421.4	96.7	42.9	82.4	0.0	0.0	496.6	103.9	90.0	50.8	24.5	0.0	0.0
SUP 5295	0.637	85.4	55.0	62.9	105.0	8.7	51.5	267.5	69.0	85.1	16.1	131.1	56.7	0.0
SUP 5311	0.353	174.9	40.0	65.2	99.7	0.0	17.0	240.0	76.6	68.7	9.2	95.5	33.1	0.0
SUP 5312	0.389	172.1	75.4	75.5	100.0	0.0	22.2	258.7	110.6	67.0	15.2	101.0	26.8	0.0
SUP 5313	0.422	132.6	46.8	55.4	82.3	10.8	11.4	191.0	84.8	65.5	13.6	103.7	26.7	0.0
SUP 5314	0.457	111.1	32.7	33.7	66.7	5.1	16.4	144.0	67.1	67.9	6.2	104.6	13.2	0.0
SUP 5315	0.491	126.1	31.1	58.6	72.1	0.0	8.4	213.7	87.2	75.1	0.0	89.9	15.9	0.0
SUP 5316	0.526	21.4	42.5	15.7	56.6	10.2	24.6	125.8	41.0	22.9	0.0	40.0	12.1	0.0
SUP 5317	0.560	0.0	23.7	25.1	57.7	4.1	58.0	140.1	49.1	44.2	24.8	65.9	11.4	0.0
SUP 5318	0.596	59.4	10.1	25.9	55.5	0.0	27.7	146.7	40.2	23.6	11.3	41.8	11.1	0.0
SUP 5319	0.630	85.9	18.0	48.5	60.7	4.2	0.0	155.8	41.9	18.0	9.0	42.0	17.5	0.0
SUP 5777	0.374	165.5	31.2	62.2	75.2	11.0	22.4	227.5	76.7	61.0	10.3	63.9	9.8	0.0
SUP 5810	0.875	275.4	53.5	31.3	83.9	14.0	12.6	285.0	80.0	61.9	12.4	54.7	18.3	0.0
SUP 7650	0.892	93.8	39.2	32.7	68.9	7.0	39.0	155.5	65.9	47.6	10.3	50.1	9.2	0.0
SUP 9273	0.989	119.7	31.8	35.2	43.0	10.2	10.8	112.5	38.5	34.9	8.0	44.6	13.3	0.0
SUP 10329	0.649	140.0	40.9	40.1	55.0	0.0	49.7	140.5	43.2	61.0	19.0	45.0	32.0	0.0
SUP 10352	0.240	171.1	39.7	42.0	75.2	9.5	14.0	154.4	46.3	49.1	6.9	65.0	14.0	0.0
SUP 15155	0.158	134.4	30.0	49.4	89.9	0.0	21.0	172.8	62.0	53.7	0.0	55.3	9.2	0.0
SUP 15159	0.344	100.7	23.1	43.0	81.3	7.0	0.0	150.3	56.3	47.6	12.9	71.5	11.3	0.0
SUP 15168	0.842	70.5	33.4	41.3	67.0	0.0	0.1	141.4	45.2	46.0	9.6	69.0	16.4	0.0
SUPAVERA	~	133.3	45.7	48.9	65.7	3.2	23.0	190.8	55.9	47.8	10.4	62.9	17.6	0.0

Çizelge 5 : UV Yüzev akılları ( x 10<sup>4</sup> Erg/cm<sup>2</sup>-s)

IMAGE	EVRE	CI11(4) $\lambda$ 1175	NI(1) $\lambda$ 1240	CI(2) $\lambda$ 1302	CI(4) $\lambda$ 1335	CI(1) $\lambda$ 1356	SI-IV(1) $\lambda$ 1400	SI-II(2) $\lambda$ 1528	CI(V) $\lambda$ 1549	HEII(12) $\lambda$ 1640	ALII(2) $\lambda$ 1657	SI II(1) $\lambda$ 1810	SI III(1) $\lambda$ 1892	CIII(1) $\lambda$ 1909
SUP 5286	0.334	9.0	0.0	12.3	28.1	0.0	16.7	0.0	55.6	14.1	14.7	0.0	18.6	0.0
SUP 5287	0.361	43.2	9.5	17.6	27.1	1.8	21.1	3.3	64.2	16.9	17.9	4.2	30.8	0.0
SUP 5288	0.397	29.3	17.5	17.1	25.2	0.0	16.3	1.6	54.0	18.8	22.4	1.4	25.8	0.0
SUP 5289	0.431	24.0	13.4	14.4	21.2	0.0	17.7	1.8	54.4	18.6	21.0	2.2	22.2	0.0
SUP 5290	0.467	16.2	0.0	14.9	23.7	1.4	17.5	4.6	50.9	15.1	15.8	2.7	25.9	0.0
SUP 5291	0.503	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	7.9	33.4	8.3	12.7	3.7	9.1	0.0
SUP 5292	0.534	48.4	8.1	7.6	8.1	0.0	8.6	0.0	35.9	8.6	3.8	0.0	14.8	0.0
SUP 5293	0.571	15.7	7.7	12.6	22.1	0.0	4.1	2.5	47.3	13.0	6.7	7.1	5.2	0.0
SUP 5294	0.607	127.1	29.2	12.9	24.9	0.0	48.2	0.0	149.8	31.3	27.1	15.3	7.4	0.0
SUP 5295	0.637	25.8	16.6	19.0	31.7	2.6	23.0	15.5	80.7	20.8	25.7	4.9	39.5	0.0
SUP 5311	0.353	52.8	12.1	19.7	30.1	0.0	20.0	5.1	72.4	23.1	20.7	2.8	28.8	0.0
SUP 5312	0.389	51.9	22.7	22.8	30.2	0.0	24.8	6.7	78.0	33.4	20.2	4.6	30.5	0.0
SUP 5313	0.422	40.0	14.1	16.7	24.8	3.3	17.0	3.4	57.6	25.6	19.8	4.1	31.3	0.0
SUP 5314	0.457	33.5	9.9	10.2	20.1	1.5	18.1	4.9	43.4	20.2	20.5	1.9	31.6	0.0
SUP 5315	0.491	38.0	9.4	17.7	21.7	0.0	22.0	2.5	64.5	26.3	22.7	0.0	27.1	0.0
SUP 5316	0.526	6.5	12.8	4.7	17.1	3.1	5.2	7.4	37.9	12.4	6.9	0.0	12.1	0.0
SUP 5317	0.560	0.0	7.1	7.6	17.4	1.2	11.2	17.5	42.3	14.8	13.3	7.5	19.9	0.0
SUP 5318	0.596	17.9	3.0	7.8	16.7	0.0	12.1	8.4	44.3	12.1	7.1	3.4	12.6	0.0
SUP 5319	0.630	25.9	5.4	14.6	18.3	1.3	7.8	0.0	47.0	12.6	5.4	2.7	12.7	0.0
SUP 5777	0.374	49.9	9.4	18.8	22.7	3.3	17.6	6.8	68.6	23.1	18.4	3.1	19.3	0.0
SUP 5810	0.875	83.1	16.1	9.4	25.3	4.2	22.7	3.8	86.2	24.1	18.7	3.7	16.5	0.0
SUP 7650	0.892	28.3	11.8	9.9	20.8	2.1	14.7	11.8	46.9	19.9	14.4	3.1	15.1	0.0
SUP 9273	0.989	36.1	9.6	10.6	13.8	3.1	9.5	3.3	33.9	11.6	10.5	2.4	13.5	0.0
SUP 9275	0.877	42.2	12.3	12.1	16.6	0.0	15.4	15.0	42.4	13.0	18.4	5.7	13.9	0.0
SUP 10329	0.649	23.5	10.8	13.2	27.1	1.8	15.9	4.2	58.8	14.0	14.8	2.1	19.6	0.0
SUP 10352	0.240	51.6	12.0	12.9	22.7	2.9	11.7	4.0	46.6	15.2	16.8	7.5	16.7	0.0
SUP 15155	0.158	40.5	9.0	14.9	27.1	0.0	17.2	6.3	52.1	18.7	16.2	0.0	22.2	0.0
SUP 15159	0.344	50.4	7.9	13.2	24.9	1.1	13.9	0.0	45.3	17.0	14.4	3.9	21.6	0.0
SUP 15168	0.842	21.3	10.1	12.5	20.9	0.0	13.3	2.4	42.7	15.6	14.9	2.9	20.8	0.0
SUPAVERA		40.2	13.8	14.8	19.8	1.0	14.8	6.9	57.6	16.9	14.4	3.1	19.0	0.0



en az değerine ulaşmaktadır.

Diğer taraftan, akı değerleri alındığı zamana göre incelenirse çevrimden çevrime değişiklik gösterdiği görülür. Bu amaçla 1979 yılının 138. gününde alınan noktalar aynı çevrime ait olup  $\oplus$  işaretiyle, 1979 yılının 140. gününe ait veriler  $\Delta$ , 1981 yılının 275–276 günlerine ait veriler  $+$  ve diğerleri  $*$  işaretleriyle gösterilmiştir. 1979 yılının 138. günündeki çevrimde kromosfer etkinliğinin iki gün sonraki çevrime göre daha az olduğu açık olarak izlenmektedir. O halde AR Lac çift yıldız sisteminde bileşenlerin kromosfer etkinliğinin çevrimden çevrime değişiklik gösterdiği söylenebilir.

Geçiş Bölgesi (TR), kromosfer ve korona arasında sıcak ve ince bir tabakadır (Şekil 1). Bu katman F–K tür yıldızlarda gözlenmektedir. Bu katmana ilişkin bilgileri bu katman sıcaklığında oluşan C III ( $\lambda$  1175), Si IV ( $\lambda$  1400), C IV ( $\lambda$  1549), ve N V ( $\lambda$  1240) çizgilerinden elde etmek mümkündür. Bu çizgilerin akı değerleri Çizelge IV–V de verilmiş ve evreye göre değişimleri Şekil 5 de çizilmiştir.

Bu grafikte TR çizgi akılarının evreye göre değiştiği açık biçimde görülmektedir. Yukarıda kromosfer çizgileri için yapılan tartışma bu şekilde gösterilen TR çizgi akıları için de geçerlidir. Ancak kromosfer çizgilerine göre TR çizgilerinin etkinliği 3–4 kez daha fazladır.

Bu eğilim kısa dalga bölgesindeki toplam UV akısında da görülmüştür.

AR Lac çift yıldızında UV etkinliğin 0.35–0.40 ve 0.60–0.65 evreleri arası en çok olduğu, buna karşın tutulmalarda en az olduğu görülmektedir. Bu durum etkinliğin belirtilen evrelerde yoğunlaştığı sonucunu vermektedir. Hall (1981) atmosfer etkinliğinin kaynağının yıldız yüzüğünde oluşan lekelerin olduğunu söylemektedir. O halde, AR Lac ta görülen etkinliği bu modelle açıklamak gerekirse, yıldız lekelerini ölçekli olarak çizilmiş Şekil 7 deki gibi yerleştirmek ve etkinliğin bileşenlerin birbirlerine baktığı yüzlerde yoğunlaştığını söylemek olanak içindedir.

AR Lac'm yüzey çizgi akılarının sakin Güneş'teki aynı çizgi akılarına oranı Çizelge VI da verilmiştir. Listenin sonunda Kızıloğlu ve ark. (1983) de anlatılan yöntemle elde edilmiş ortalama değerlerin oranında verilmiştir. AR Lac için bu oranlar C I, Si II ( $T \cong 10^4$  K) C II ( $T \cong 10^4$  K); N V ( $T \cong 10^5$  K) ve C IV ( $T \cong 10^5$ ) çizgileri için Şekil 7 çizilmiştir. Ortalama değerler (X) işaretiyle gösterilmiştir. Ayrıca bu şekilde, sakin yıldızların (Linsky ve ark. 1982), Güneşin aktif bölgelerinin (Dupree ve ark. 1982) durumlarında gösterilmektedir.

Çizgilerin oluşma sıcaklıkları arttıkça yüzey akıları daha çok kuvvetlenmektedir. AR Lac sakin yıldızlardan 30–200 kez daha etkin, etkin yıldızlar ve Güneşin etkin bölgelerinden 10–20 kez daha etkin olduğu, diğer bir deyişle birim alandan saniyede daha çok enerji çıktığı gözlenmektedir.

AR Lac'ın UV de diğer yıldızlara göre daha etkin olmasının nedeni; Yüzeylerinin hemen altında oluşan, magnetik buoyancy (Parker 1977) ile yüzeye çıkan ve koronaya kadar uzanan magnetik alanların kuvvetli olmasından ileri gelmektedir. AR Lac'ı etkin yapan diğer önemli nedende, bileşenlerinin eşzamanlı dönüşleri ve birbirlerine oldukça yakın olan bileşenlerinin birbirleriyle olan etkileşimleridir.

## KAYNAKLAR

- Berriman, W. M. ve ark. : 1983, MNRAS, 205, 859.  
Boggess, A. ve ark. : 1978, Nature, 275, 372.  
Dupree, A. K. ve ark. : 1973, Astrophys. J. 183, 321.  
Eaton, J. A. ve Hall, D. S. : 1979, Astrophys. J., 227, 907.  
Evren, S. ve ark. : 1983, Astrophys. Space Sci. 95, 401.  
Hall, D. S. : 1981, Solar Phenomena in Stars and Stellar Systems, s. 431, D. Reidel pub.co.  
—————: 1975, I.A.U. Colloquium no. 29, p. 287  
Hartman, L. ve ark. : 1982, Astrophys. J. 252, 314.  
Huenemoerder, D. P. ve Ramsey, L. W. : 1984, Astron. J. 89, 549.  
Kızıloğlu, Ü. ve ark. : 1983, Astron. Astrophys. 123, 17.  
—————: 1984, Astron. Astrophys. ya sunuldu.  
Kron, G. E. : 1947, Pub. Astron. Soc. Pas. 59, 261.  
Kurutaç, M. ve ark. : 1981, Astrophys. Space Sci. 77, 325.  
Linsky, J. L. ve ark. : 1980, Astrophys. J. Let. 236, L137.  
Naftilan, S. A. ve Drake, S. A. : 1977, Astrophys. J. 216, 508.  
Parker, E. N. : 1977, Ann. Rev. Astron. Astrophys. 15, 45.  
Rodono, M. : 1981, Photoelectric and Spectroscopic Binary Systems, s. 285, D. Reidel  
Pub. Co.  
Popper, D. M. : 1970, I.A.U. Colloquium no. 6, s. 13.  
Walter, F. M. ve ark. : 1980, Astrophys. J. Let. 236, L137.  
—————: 1983, Astrophys. J. 267, 665.  
Tokdemir, F. : 1984, Doktora tezi  
Withbroe, G. L. ve Noyes, R. W. : 1977, Ann. Rev. Astron. Astrophys. 15, 363.

