

## GK PER'İN MORÖTESİ SPEKTRUMU\*

Hasan H. ESENOĞLU

İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi,  
Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü,  
34452 Üniversite-İstanbul

**Özet.** GK Per (Persei, HD 21629), yaşlı novalardan olup kataklizmik değişenler içerisinde uzun periyodlu iki sistemden bir tanesidir. Yüksek eksite emisyon çizgilerine rağmen morötesi kontinyum nadir olarak zayıf ve düzdür. Uzun dalgaboyu spektrumunda 2796-2802 Å'da MgII'nin kuvvetli rezonans çizgisi mevcuttur. Bu kromosferik çizgi diğer novalarda gözlenmemiştir. Ayrıca Ly $\alpha$ , HeII, CIV, NV ve NIV de belirgin emisyon çizgileridir. Baş yıldız beyaz cüce olup, bileşen yıldız KO spektrel tipinden bir alt dev'dir. Uzaklığı en iyi bilinen sistemdir. Bu makalede, GK Per'e ait SWP, LWP ve LWR'den toplam 26 spektrum üzerinde çalışılmıştır. Kataklizmik değişen çift yıldızlarda ortaya çıkan spektrel çizgilerin identifikasyonu yapıldıktan sonra akı-dalgaboyu ve faz-çizgi sayısı arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

### 1. Giriş

Kataklizmik değişen çift yıldızlar içerisinde cüce nova ve nova benzeri yıldızlardan sonra en kalabalık sınıfı klâsik novalar oluşturmaktadır. Bundan dolayı novalar üzerinde yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Novaların parlaklıkları 7<sup>m</sup> ile 16<sup>m</sup> arasında değişmekte olup, ışık eğrilerindeki farklılıklar gözönüne alınarak üç sınıf tanımlanmıştır (Hoffmeister, Richter, Wenzel, 1985); hızlı novalar (Na), yavaş novalar (Nb) ve çok yavaş novalar (Nc). GK Per hızlı novalar grubuna girer. Hızlı novaların ışık eğrilerine bakıldığında yükselme çok diktir ve bir yada çoğu zaman bir kaç gün sürer. İniş, en çok 110 günlük bir zamanda tamamlanır ve bu arada parlaklık 3<sup>m</sup> kadar azalır.

GK Per aynı zamanda yaşlı nova olup 1901 yılından beri bilinmektedir ve bu yıldızla ilgili günümüze kadar pek çok çalışma yapılmıştır. Rosino ve ark. (1982), GK Per'in morötesi bölgedeki SWP 6623 ve LWR 5685 numaralı spektrumlarını incelemişlerdir. HeII, MgII, CIV, NV ve yarı yasak NIV emisyon çizgisinin yarideğer ve eşdeğer

\* Bu çalışma Fen 335/041287 kod ve numaralı proje çerçevesinde İ.Ü Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

genişliği ile s¼rekli spektrumun şiddetini hesaplamışlardır. Diğer yaşlı novalarda g¼zlenmeyen MgII'nin geç tip bileşenin kromosferik aktivitesinden dolayı olabileceğini s¼ylemiřtir. Bianchini ve Sabbadin (1983), GK Per'in patlama periyodu ¼zerine çalışmışlardır. Patlamalar yarı periyodik olarak ~400 g¼nl¼k aralıklarla tekrarlar ve bir patlama 50<sup>d</sup>-100<sup>d</sup> devam eder. Parlaklık değişimi de 1<sup>m</sup>-3<sup>m</sup> dir. Crampton ve ark. (1986), GK Per'in y¼r¼nge periyodu ¼zerinde çalışmışlardır. Spektroskopik g¼zlemlerden y¼r¼nge periyodunu  $P=1.996803 \pm 0.000007$  olarak bulmuşlardır. Wu ve ark. (1989), GK Per'in 20 adet spektrumunu spektroskopik ve fotometrik olarak incelemişlerdir. GK Per'in bir toz b¼lgesini içermesi gerektiğini ve bundan dolayıda mor¼tesi akının s¼n¼kleřtiđini bildirmişlerdir. Bu alışmada, GK Per'in d¼ř¼k dispersiyonlu IUE spektrumları ele alınmıştır. Sistemin ¼zellikleri izelge I'de ¼zetlenmiřtir.

Çizelge I  
GK Per ile ilgili veriler.

Alternatif isim	N Per.1901	(1)
Koordinatlar: $\alpha$	3 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 47. <sup>s</sup> 2	(1)
(1950) $\delta$	43° 44' 04" 4 <sup>s</sup>	
Tipi	NA, DN, DQ, XS	(1)
Minimumda max.parlaklığı	10. <sup>m</sup> 2	(1)
Minimumda min.parlaklığı	14. <sup>m</sup> 0	(1)
Patlamada max.parlaklığı	0. <sup>m</sup> 2	(1)
Patlama periyodu	Yarı periyodik, 400 <sup>d</sup>	(2)
Patlama s¼resi	50 <sup>d</sup> -100 <sup>d</sup>	(2)
Y¼r¼nge periyodu: P	1.996803	(1)
Beyaz c¼cenin periyodu	351. <sup>s</sup> 34	(1)
Spektroskopik çiftin tipi	çift çizgili spek- troskopik sistem	(1)
Bileşenin spektrel tipi	KO IV	(1)
$M_1 / M_2$	3.6 $\pm$ 0.5	(1)
Sistemin eğimi: $i$	<73°	(1)
Baş yıldızın k¼tlesi	0.9 $\pm$ 0.2 $M_{\odot}$	(1)
Bileşen yıldızın k¼tlesi	0.25 $M_{\odot}$	(1)
Rengi: B-V	0. <sup>m</sup> 81	(3)
U-B	-0. <sup>m</sup> 50	(4)
Renk eksesi: E(B-V)	0. <sup>m</sup> 2	(4)
Uzaklığı: $d$	490 pc	(3)

NA: Hızlı nova	(1)	Ritter, (1987).
DN: C¼ce nova	(2)	Bianchini ve
DQ: DQ Her yıldızı		Sabbadin, (1983)
XS: X-ışınım kaynağı	(3)	Schaefer, (1988).
	(4)	Bruch, (1984).

## 2. Gözlem Materyali

Çalışmamızda kataklismik çift yıldızların 1979-1987 tarihleri arasında IUE uydusuna bağlı SWP (Short Wavelength Prime), LWP (Long Wavelength Prime) ve LWR (Long Wavelength Redundant) kameraları ile elde edilen morötesi (1200-3150 Å) spektrumlarını kullandık. Kısa ve uzun dalgalı boylarının uç kısımları gürültülü olduğundan dataların bu kısımları alınmamıştır. Spektrumlarda işaretli bölgeler emisyon veya absorpsiyon biçiminde bile olsa, başka nedenlerle oluşan hatalardır. Bu sebeple, spektrumlardaki bu bölgeler değerlendirme dışı bırakılmıştır. Çalıştığımız spektrumlarda dispersiyon  $2 \text{ Å/mm}$  'dir.

Spektrumlardan çizgi idantifikasyonu yapılırken yıldızın görünüm doğrultusu boyunca hareketinde göz önünde bulundurulması gereklidir. Bu harekette, Arz'ın yörünge hızı (30 km/s) ile uydunun dünya çevresindeki yörünge hızı (4 km/s) etkindir. Birincisi, spektrumda en fazla  $\pm 0.3 \text{ Å}$ 'lık bir Doppler kaymasına neden olur. İkinci etki  $0.04 \text{ Å}$  olup diğer hataların yanında küçük olmasından dolayı önemli bir rol oynamaz. Arz'ın yörünge hızı, sadece düşük dispersiyonlu spektrumlara göre daha duyarlı olan yüksek ayırma güçlü spektrumlarda gözönüne alınır (IUE-Image Processing Information Manual V.2, p.8-18, 1987). Çalıştığımız spektrumlar düşük ayırma güçlü olduğundan bu etki çizgi idantifikasyonunda dikkate alınmamıştır.

GK Per'in bu çalışması, kısa dalgalı boylarında SWP (1150-1975 Å) ile uzun dalgalı boylarında LWP ve LWR'den (1950-3150 Å) alınan toplam 26 spektrumdan oluşmuştur. Spektrumların alınış tarihleri, poz süreleri ve fazları farklıdır. Çizelge II'de spektrumların özellikleri verilmiştir. Faz hesabı gözlem sürelerinin ortasında,

JD Hel. 2444 912.966+1.996803 E

değerleri kullanılarak yapılmıştır (Crampton ve ark. 1986).

## 3. Spektrum

### 3.1. ÇİZGİ İDANTİFİKASYONU

GK Per'in morötesi bölgede (1200-3150 Å) tesbit edilebilir görünümdeki emisyon çizgilerinin idantifikasyonu yaptık. Bu işlem için C.E. Moore'un kataloğundan yararlandık. Kullandığımız datalar düşük dispersiyonlu olduğundan, poz süresince Arz'ın hareketinden doğan radyal hız değerleri gözönüne alınmamıştır. Doğrudan doğruya, datalarda mevcut olan dalgalı boylarından gözlemsel dalgalı boyu ( $\lambda_{\text{ölç}}$ ) değerleri elde edildi. yıldızların bilinen spektrumlarından farklı olarak, kataklismik çift yıldızların morötesi spektrumlarında çizgi sayısı oldukça azdır. Bu yıldıza ait SWP 13, LWP 9 ve LWR'den de 4 adet olmak üzere toplam 26 spektrum üzerinde çalışıldı. Çizelge III de idantifikasyonu yapılan çizgiler verilmiştir ve

bu çizgilerin 8 farklı elemente ait olduğu görülmektedir. Büyük çoğunluğu sırasıyla Ly $\alpha$ , CIV, NV, HeII, MgII ve SiIV'e ait olup Ly $\alpha$  oldukça kuvvetli emisyon çizgisidir.

GK Per'in spektrumlarında görülen çizgilerin literatürde bilinen çizgiler olması çizgi idantifikasyon işlemini kolaylaştırmıştır. Bununla beraber, LWP'lerin tamamında ve LWR 9911 spektrumunda gözlenen karışıklık idantifikasyonda zorluk çıkarmaktadır. Spektrumlarda işaretli kısımlar idantifikasyonda gözönüne alınmayan hatalı datalardır. Ayrıca, LWR spektrumlarında dikkati çeken 2200 Å'daki pik, yıldızlararası sönümlenme çizgisidir (Meyer ve Savage, 1981).

### 3.2. MONOKROMATİK AKI

GK Per'in 1200-3150 Å arasındaki spektral bölgeyi içeren spektrumları üzerinde ölçülebilir görünümdeki emisyon çizgilerinin idantifikasyonunu yaptıktan sonra, bu çizgilerdeki monokromatik akı,

$$F_{\lambda} = \frac{FN}{t} S_{\lambda}^{-1}$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır. Bu formül düşük dispersiyonlu spektrumlar için geçerlidir. Burada FN, IUE akı sayısı (Flux Number) olup, fon (background) ve dalgaboyu eşeli için düzeltilmiştir. t, saniye cinsinden poz süresidir (Böylece FN/t, saniyedeki akı sayısını verir).  $S_{\lambda}^{-1}$ , aygıtın düşük ayırma güçlü spektrumlarından çıkarılan duyarlılık fonksiyonudur.

$S_{\lambda}^{-1}$  fonksiyonu bazı standart yıldızların düşük ayırma güçlü IUE gözlemlerinden (ESA'nın IUE Image Processing Information Manual, Version 2.0, 1987) elde edilmiştir. 25 ve 50 Å aralıklarla hesaplanmış olan  $S_{\lambda}^{-1}$  değerleri SWP, LWP ve LWR için tablolar halinde verilmiştir. Ancak idantifikasyonunu yaptığımız spektral çizgilerin dalgaboyları genellikle tablodaki değerlerin arasına düştüğünden daha duyarlı sonuçlar elde etmek amacıyla lineer interpolasyon yapılmıştır.

Böylece IUE dataları (SWP, LWP ve LWR) için, spektrum üzerinde herhangi bir noktaya denk düşen monokromatik akıyı hesaplayan bilgisayar programını hazırlayarak spektrumların çizdirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca spektrumlara ait kontinyum eğrisi çizdirmek ve spektral çizgilerin fona denk düşen akılarını hesaplamak için de bir program hazırlanmıştır. Burada kontinyum eğrisi için "yürüyen ortalama" (Tokdemir ve ark., 1985) yöntemini kullandık.

GK Per'in spektrumlarında idantifikasyonunu yaptığımız spektral çizgi merkezlerine ait monokromatik akılarla ( $F_{\lambda}$ ), bu çizgi merkezlerine denk düşen sürekli fona ait akılar ( $F_c$ ) Çizelge III'de verilmiştir.

ÇİZELGE II  
GK Per'in Düşük Dispersiyonlu IUE Gözlemleri

Kamera	Tarih	Poz (dakika)	Hel. JD (2440000+)	Faz	Patlama Evresi	Gözlemci
SWP 6623	79/267	180	4141.2916	.45	sakin <sup>a</sup>	Rosino
SWP 7102	79/310	75	4183.8282	.15	-	Wu/Raymond
SWP 8074	80/59	30	4297.7323	.11	-	Szkody
SWP 11302	81/45	60	4649.5442	.93	çıkış <sup>b</sup>	Wu/Raymond
SWP 13318	81/47	120	4651.8391	.77	çıkış <sup>b</sup>	Schiffer
SWP 13661	81/95	45	4700.0091	.65	iniş <sup>b</sup>	Wu/Panek
SWP 13696	81/100	170	4705.0836	.11	iniş <sup>b</sup>	Wu
SWP 21326	83/296	270	5631.4587	.82	-	Wu
SWP 29791	86/336	30	6767.0775	.54	-	Cassatella
SWP 29871	86/347	25	6778.1792	.10	-	Cassatella
SWP 29920	86/353	30	6784.1528	.09	-	Cassatella
SWP 30031	87/6	70	6801.8596	.96	-	Cassatella
SWP 30139	87/22	120	6817.9963	.04	-	Selvelli
LWP 9612	86/334	30	6765.2444	.62	-	Cassatella
LWP 9617	86/336	30	6767.0882	.54	-	Cassatella
LWP 9618	86/336	12	6767.1410	.57	-	Cassatella
LWP 9705	86/347	8	6778.1956	.11	-	Cassatella
LWP 9731	86/353	5	6784.1736	.10	-	Cassatella
LWP 9732	86/353	3	6784.1992	.11	-	Cassatella
LWP 9869	87/6	20	6801.8472	.95	-	Cassatella
LWP 9943	87/16	20	6811.9915	.03	-	Talavera
LWP 9989	87/22	47	6818.0840	.08	-	Selvelli
LWR 9911	81/48	60	4649.5451	.92	çıkış <sup>b</sup>	Wu/Raymond
LWR 9926	81/48	120	4652.6207	.38	çıkış <sup>b</sup>	Schiffer
LWR 10143	81/74	39	4679.0564	.14	maksimum <sup>b</sup>	Wu
LWR 10332	81/100	65	4705.2271	.04	iniş <sup>b</sup>	Wu

(a) Patlama evresi Rosino ve ark. (1982)'den alınmıştır.

(b) Patlama evresi Wu ve ark. (1989)'dan alınmıştır.

ÇİZELGE III  
GK Per'in idantifikasyon ve akıları

$\lambda_{\text{lab}}(\text{\AA})$		$\lambda_{\text{ölç}}^*(\text{\AA})$	Akı ( $10^{-14} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ \AA}^{-1}$ )	
			$F_c$	$F_{\lambda}$
<b>SWP 6623</b>				
1215.674	HC(1)	1214.2	15.842 <sub>2</sub>	95.5635
1238.800	NVC(1)	1236.0	9.082 <sub>2</sub>	1.3679
1485-88 <sup>1</sup>	NIV	1488.8	0.615	1.2024
1548.195	CIV(1)	1546.8	0.780	1.9452
1640.332	HeII(12)	1639.4	0.641	1.9974
<b>SWP 7102</b>				
1215.674	HC(1)	1213.2	5.173 <sub>2</sub>	119.5844
1242.778	NVC(1)	1245.2	5.525 <sub>2</sub>	1.6269
1548.195	CIV(1)	1547.8	0.647	2.2204
<b>SWP 8074</b>				
1215.674	HC(1)	1213.2	5.204	112.8496
1YÇ		1316.4	0.618	2.4021
1485-88 <sup>1</sup>	NIV	1487.2	0.585	3.5147
1550.768	CIV(1)	1553.6	0.735	2.3749
1575 <sup>1</sup>	[NeV]	1577.4	0.642	2.8465
1YÇ		1633.2	0.542	2.4387
<b>SWP 11302</b>				
1215.674	HC(1)	1214.2	22.402 <sub>2</sub>	95.5545
1238.800	NVC(1)	1237.8	8.147 <sub>2</sub>	7.5065
1368 <sup>1</sup>	SiIII	1368.8	2.207	10.8651
1393.73	SiIV(1)	1393.6	2.047	3.8010
1548.195	CIV(1)	1548.0	2.807	8.0371
1640.332	HeII(12)	1639.0	3.411	9.3588
<b>SWP 13318</b>				
1215.674	HC(1)	1214.2	26.083	103.3009
1238.800	NVC(1)	1239.0	9.914 <sub>2</sub>	8.4043
1393.73	SiIV(1)	1395.8	3.957	5.3277
1548.195	CIV(1)	1549.2	5.654	9.9495
1640.332	HeII(12)	1640.0	7.273	16.3888
<b>SWP 13661</b>				
1215.674	HC(1)	1214.8	14.507 <sub>2</sub>	59.2137
1238.800	NVC(1)	1240.6	6.130 <sub>2</sub>	6.6638
1393.73	SiIV(1)	1394.0	4.057	5.5540
1YÇ		1508.6	5.834	23.2261
1550.768	CIV(1)	1549.8	5.699	9.7697
1640.490	HeII(12)	1640.6	6.000	10.0262
<b>SWP 13696</b>				
1215.674	HC(1)	1214.8	17.459	72.1734
1238.800	NVC(1)	1240.6	5.733 <sub>2</sub>	4.7385
1393.73	SiIV(1)	1394.0	2.084	3.0857
1550.768	CIV(1)	1549.8	2.667	5.6649
1640.490	HeII(12)	1641.8	3.030	6.2994

Çizelge III'ün devamı.

$\lambda_{\text{lab}}$	$\lambda_{\text{OI}}$	$\lambda_{\text{OI}}$	Ak <sub>1</sub> ( $10^{-14}$ erg cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> Å <sup>-1</sup> )	
			F <sub>c</sub>	F <sub>λ</sub>
SWP 21326				
1215.674*	H(1)	1214.8	-	-
1550.768	CIV(1)	1552.2	0.611	1.3573
SWP 29791				
1215.674	H(1)	1215.8	23.993	65.1297
1242.778	NV(1)	1244.2	20.919	32.8949
1355.605	OI(1)	1355.2	20.582	24.6731
1393.73	SiIV(1)	1395.2	22.829	26.4712
1526.70	SiII(2)	1526.2	28.149	32.6705
1550.768	CIV(1)	1553.4	31.901	48.2280
1593 <sup>1</sup>	[NeV]	1592.2	29.977	35.9578
1640.490	HeII(12)	1644.2	41.593	80.5969
SWP 29871				
1215.674	H(1)	1213.6	22.544	49.6906
1242.778	NV(1)	1244.2	34.135	60.5955
1550.768	CIV(1)	1553.4	56.366	78.0396
1640.490*	HeII(12)	1643.0	-	-
SWP 29920				
1215.674	H(1)	1214.8	20.262	49.2890
1242.778	NV(1)	1244.2	24.096	41.3106
1550.768	CIV(1)	1553.4	39.542	57.8232
1640.490	HeII(12)	1643.0	47.866	84.6971
SWP 30031				
1215.674	H(1)	1214.8	16.343	59.4558
1238.800	NV(1)	1238.4	9.877	13.8048
1402.73	SiIV(1)	1398.8	7.336	9.6608
1548.195	CIV(1)	1546.2	11.468	20.8763
1640.332	HeII(12)	1637.0	13.441	29.9009
SWP 30139				
1215.674	H(1)	1214.8	10.531	45.7420
1238.800	NV(1)	1239.4	3.390 <sup>2</sup>	3.7072
1550.768	CIV(1)	1551.0	2.175	5.5342
1640.332	HeII(12)	1639.4	2.423	5.6117
LWP 9612				
Hiç bir çizgi belirlenememiştir.				
LWP 9617				
Hiç bir çizgi belirlenememiştir.				
LWP 9618				
Hiç bir çizgi belirlenememiştir.				
LWP 9705				
Hiç bir çizgi belirlenememiştir.				
LWP 9731				
Hiç bir çizgi belirlenememiştir.				

Çizelge III'ün devamı.

$\lambda_{lab}(\text{\AA})$		$\lambda_{o}^*(\text{\AA})$	Akı ( $10^{-14} \text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{\AA}^{-1}$ )	
			$F_c$	$F_\lambda$
LWP 9732				
2797.989	MgII(3)	2796.8	41.306	51.7150
LWP 9869				
2733.34	OII(20)	2733.4	11.463	13.7212
2797.989	MgII(3)	2796.8	11.872	13.9032
LWP 9943				
2802.698	MgII(1)	2800.6	3.803	5.1924
LWP 9989				
2802.698	MgII(1)	2800.6	2.725	4.2040
LWR 9911				
2797.989	MgII(3)	2796.8	3.193	5.8372
LWR 9926				
2797.989	MgII(3)	2797.0	7.694	6.4546
LWR 10143				
2795.823*	MgII(1)	2795.4	-	-
LWR 10332				
2797.989	MgII(3)	2797.0	3.958	6.4546

- (\*) "Reseau" olarak isimlendirilen ve yıldıza ait olmayan hatalı çizgiler.  
 İYÇ İdentifikasyonu yapılamayan çizgi.  
 (1) Değerleri Rasino ve ark., (1982)'den alınmıştır.  
 (2) Değerleri "Yürüyen Ortalama" dan dolayı Ly $\alpha$ 'nın  $F_\lambda$  akısından etkilenmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmamızda kataklizmik çift yıldızlardan klâsik nova GK Per'in sakin durumda, maksimumda, patlamadan önce ve sonraki kollarına ait spektrel davranışları incelendi. Bunun için düşük ayırma güçlü, morötesi bölgesini (1200-3150 Å) içeren toplam 26 spektrum kullanıldı.

Yapılan literatür taramasında bu spektrumlardan, üzerinde çalışılmamış spektrumları da gözönüne alarak yaptığımız irdeleme sonunda bazı gözlemsel özellikler ortaya konabilir.

Şekil 1'de örnek olarak verildiği gibi GK Per'in tüm spektrumlarında spektrel çizgiler emisyon durumundadır. Yani, GK Per'in bir emisyon spektrumu olduğu görülmektedir.

GK Per'in her bir spektrumunda az sayıda spektrel çizgi olduğundan emisyon çizgilerine ait akı değerleri ile dalgaboyunun nasıl değiştiğini söylemek güçtür. Buna

rağmen  $F_{\lambda}$  akı değerlerinin GK Per'in tüm spektrumları gözönüne alındığında dalgaboyu ile değişmediği görülmektedir. Bu durumu daha iyi belirtmek için akı, dalgaboyunun fonksiyonu olarak Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekillerden bu yıldızın farklı tüm spektrumları için akıların dalgaboyuyla değişmediği görülmektedir.

Ayrıca, bu sisteme ait akının dalgaboyu ile olan ilişkisi tespit edilirken, GK Per'in evreleri bilinenlerin yanında hangi safhada olduğunu literatürde bulamadığımız farklı patlama aşamalarını içeren spektrumlar olması da gözönünde bulundurulmalıdır. Buna göre, farklı evreleri içermesinden dolayı GK Per'deki akı-dalgaboyu ilişkisinin, patlama safhalarına bağlı olmadığı söylenebilir.

GK Per'in spektrumlarından, gözönüne alınan aralık-taki sürekli fona ait  $F_c$  akılarını hesapladık (Çizelge III). Bu akıdan en küçük kareler yöntemi ile elde ettiğimiz doğruları Şekil 2 üzerine taşıdık.

Şekil 2, spektrel çizgi akılarının dalgaboyu ile bu sistemin sürekli ışınımına benzer bir değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Gözönüne aldığımız spektrel bölgede akı değerlerini hesapladığımız bu çizgiler daha çok iyonlaşmış elementlere (NV, [NeV], SiIV, CIV, NIV), SiIII, HeII, OII, MgII) ve az sayıda da nötral elementlere (Ly $\alpha$ , OI) ait çizgilerdir. En fazla sayıdaki spektrel çizgi, sırasıyla CIV, Ly $\alpha$ , NV, HeII, MgII ve SiIV olarak görülmektedir ki, bu çizgiler daha önce yapılan çalışmalarla uyum içersindedir (Rosino ve ark., 1982; Wu ve ark. 1989). GK Per'in aktif evresi (çıkış, maksimum ve iniş) ile sakin evre spektrumlarında her bir elemente ait toplam ve ortalama akı değerleri arasındaki farkları görebilmek için bunları hesaplayarak sonuçları Çizelge IV'de gösterdik. Burada n, her bir elemente ait çizgi sayısını göstermektedir.

Çizelge IV'den her bir elemente denk düşen gerek toplam ( $\sum F_{\lambda}$ ) gerekse ortalama ( $\bar{F}_{\lambda}$ ) akı değerlerinin, aktif evrenin sakin evreye göre büyük olduğu açıkça görülmektedir. Ly $\alpha$  çizgisi bir jeokoronal emisyon olduğu için değerlendirilmedi.

GK Per'in spektrumlarında idantifikasyonu yapılan çizgi sayısı faz ile karşılaştırıldığında, sistemin eğimine de bağlı olarak ( $i < 73^\circ$ ; Ritter, 1987) çizgi sayısının beyaz cüceyi gören  $\sim 0.5$  civarında arttığı görülmektedir (Şekil 3).

GK Per'in toplam 26 spektrumundan 9 tanesi çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Çalışılan bu spektrumların patlama evreleri sakin, çıkış, maksimum ve inişi içermektedir. 17 spektrumun üzerinde ise her hangi bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. GK Per'e ait fotometrik veriler elimizde olmadığından bu spektrumların evrelerini belirlemek güçtür. Bununla birlikte, evreleri bilinen spektrumların kontinyum akısı ile alınış tarihleri gözönüne alınarak bir tahmin yapılabilir. Buna göre, patlama evresi bilinmeyen 17 spektrumdan SWP 7102, 8074, ve 21326 sakin evrede, diğerleri ise sakin evrede olmayıp

aktif durumda (iniş, çıkış veya maksimum) olabileceği söylenebilir.

Daha önce yapılan çalışmaları gözönüne alarak yukarıdaki tartışmadan bu sisteme ilişkin sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- 1-GK Per bir emisyon spektrumu gösterir.
- 2-GK Per'in tüm spektrumları ele alındığında genel olarak monokromatik akıların dalgaboyu ile değişmediği görülmektedir.
- 3-GK Per'in spektrumlarında ortaya çıkan çizgi sayısı beyaz cüceyi gören  $\sim 0.5$  fazında artmaktadır.
- 4-Çalışmamızda GK Per'in 26 spektrumundan 4'ü sakin durumda, 4 tanesi patlamadan önceki çıkış kolu 1'i maksimumda ve 3 tanesi de patlama sonrası iniş kolu- na ait olduğu ve geriye kalan 14 spektrumunun da en azından sakin duruma karşılık gelmediği belirlendi.
- 5-GK Per'de ortalama akı, aktif evrede sakin evreye göre daha büyük olmaktadır.

#### Çizelge IV

GK Per'in aktif ve sakin evredeki toplam ve ortalama akılarının karşılaştırılması.

Element	AKTİF			SAKİN		
	n	$\sum F_{\lambda} \times 10^{-14}$	$\bar{F}_{\lambda} \times 10^{-14}$	n	$\sum F_{\lambda} \times 10^{-14}$	$\bar{F}_{\lambda} \times 10^{-14}$
CIV	9	243.9225	27.1025	4	7.8978	1.9744
NV	9	179.6261	19.9585	2	2.9948	1.4974
HeII	8	242.8798	30.3600	1	1.9974	1.9974

#### Kaynaklar

- BIANCHINI, A., SABBADIN, F., HAMZAOĞLU, E. *Astron. Astrophys.* 106, 178-178, (1982).
- BIANCHINI, A., SABBADIN, F., *Astron. Astrophys.* 125, 112-116, (1983).
- BIANCHINI, A., SABBADIN, F., FAVERO, G.C., and DALMERI, I. *Astron. Astrophys.* 160, 367-373, (1986).
- BRUCH, A., *Astron. Astrophys.* 56, 441-448 (1984).
- CRAMPTON, D., COWLEY, A.P., and FISHER, W.A., *Astrophys. J.* 300, 788-793, (1986).
- ESENOĞLU, HASAN H., *İst. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi* (1990).
- HOFFMEISTER, C., RICHTER, G., and WENZEL, W., "Variable Star" Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (1985).
- MEYER, D.M and SAVAGE, B.D., *Astrophys. J.* 248, 545, (1981).

- MEYER, F., MEYER-HOFMEISTER, E., *Astron. Astrophys.*, 104, L.10, (1981).
- MOORE, C.E., *An Ultraviolet Multiplet Table, Section 3,4,5*, (1962).
- PATTERSON, J., *Astrophys. J. Supp.*, 54, 443-493, (1984).
- RITTER, H., *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 70, 335-367, (1987).
- ROSINO, L., BIANCHINI, A., and RAFANELLI, P. *Astron. Astrophys.* 108, 243-248, (1982).
- SCHAEFER, B.E., *Astrophys. J.* 327, 347-349, (1988)
- TOKDEMİR, F., KIZILOĞLU, Ü., DERMAN, E., *Ulusal Astronomi Toplantısı Tebliğleri, Boğaziçi Univ. Kandilli Rasathanesi Yayını*, (1985).
- WADE, R.A., and WARD, M.J., *Interacting Binary Stars* J.E. Pringle and R.A. WADE Cambridge University Press. 130-176, (1985).
- WU, C.C., PANEK, R.J., HOLM, A.V., RAYMOND, J.C., HARTMAN and SWANK, J.H., *Astrophys. J.* 339, 443-454, (1989).

C. AYDIN: Bir patlama öncesinden söz ediliyor. Patlamaları nasıl tespit ettiniz, yani ne gördünüz de patlama olduğuna karar verdiniz.

H. ESENOĞLU: Patlama aşamasında, madde aktarımından dolayı emisyon çizgileri absorpsiyon oluyor. Öncelikle onun varlığına baktık, öyle bir şey yoktu. İkinci olarak da mesela bir makalede bulduğum spektrumlardan bir tanesi de sakın evredeydi, onun akısına baktım, acaba aynı akıya sahip başka bir spektrum var mı? Buradaki akı değerleri küçük değerdeydi dolayısıyla bunlar sakın evrede olamaz. Bir de bunu belirlerken spektrumun alınış tarihine baktım.

C. AYDIN: 26 spektrumda 96 çizgi gibi bir rakam verdiniz. Bu ne demek?

H. ESENOĞLU: Bunlar 11 farklı element'e ait çizgilerdir.

C. AYDIN: Bir spektrumda kaç tane çizgi var?

H. ESENOĞLU: En fazla 4-5 tane.

C. AYDIN: Hangi katalogu kullandınız?

H. ESENOĞLU: Moore'un katalogunu kullandım.

E. DERMAN: Her çizgi her tayfta gözüküyor dediniz, mesela 1450-1500 Å'daki diyelim C IV çizgisi bir gün alınan tayfta var ertesi gün alınan tayfta yok. Bu evreye bir bağımlılık mı yoksa kameraya bağlılık mı? Tablolar da bu görülüyor. SWP kamerasıyla alınan tayfta 1 tane var. Başka bir kamerayla alınan bir tayfta 28 tane var.

H. ESENOĞLU: Hayır, öyle bir şey söylemedim.

C. AYDIN: Eğer emisyonundan absorpsiyona geçiş varsa bu olabilir.

H. ESENOĞLU: Geçiş yok, dolayısıyla çalıştığımız spektrumlar tam patlama aşamasındaki evreye karşılık gelmiyor. Ya patlamaya yakın ya da sakın evre.

C. AYDIN: İster sakın ister aktif olsun çizgiler aynı görüntüde değil mi?

H. ESENOĞLU: Değil. Akı ve şiddet farkı var. Yani aktif aşamada, mesela C IV çizgisinin akısı daha büyük oysa sakin evrede akı o kadar büyük değil. Fark var.

C. AYDIN: Peki bu durumda patlamaya nasıl karar veriyorsunuz? Şu kadar şiddetin üstünde olursa patlama var mı diyorsunuz?

H. ESENOĞLU: Evet. Akıya baktım. Söylediğim gibi bir tane spektrum vardı, 6623 literatürde sakin evre olarak geçiyor, oysa 10 mertebesinden küçüktü. Diğerlerinde ise çok çok büyük, 60-70 çarpanı kadar fark vardı.

E. DERMAN: Ama sakinliğin de bir kriteri olur. Patlama da sakin olabilir.

H. ESENOĞLU: Ben kesin bir sınırlama koymadım. Sakin'e yakın ve patlamaya yakın olarak ayırdım. Kesin bir sınır koymadım. Neye göre yapacağım öyle bir kriter yok.

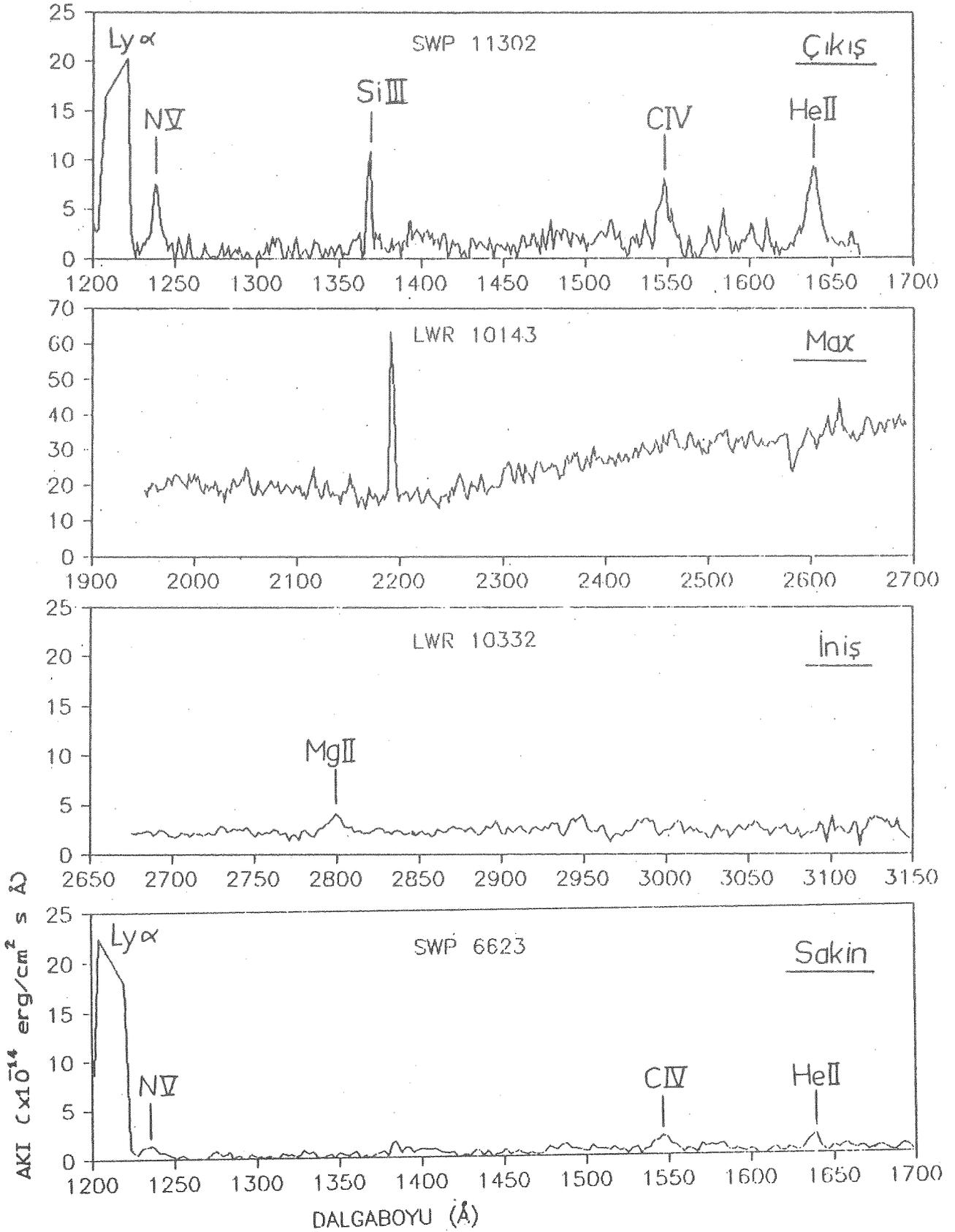
E. DERMAN: Çizgi şiddetlerini hesapladım dediniz. Bir  $F_c$  vardı, bir de  $F_\lambda$  vardı. Herhalde biri sürekli spektruma karşılık geliyor.

H. ESENOĞLU:  $F_c$  kontinyum'a karşılık gelen akı. Diğeri de pik'in maksimumundaki akıya karşılık geliyor.

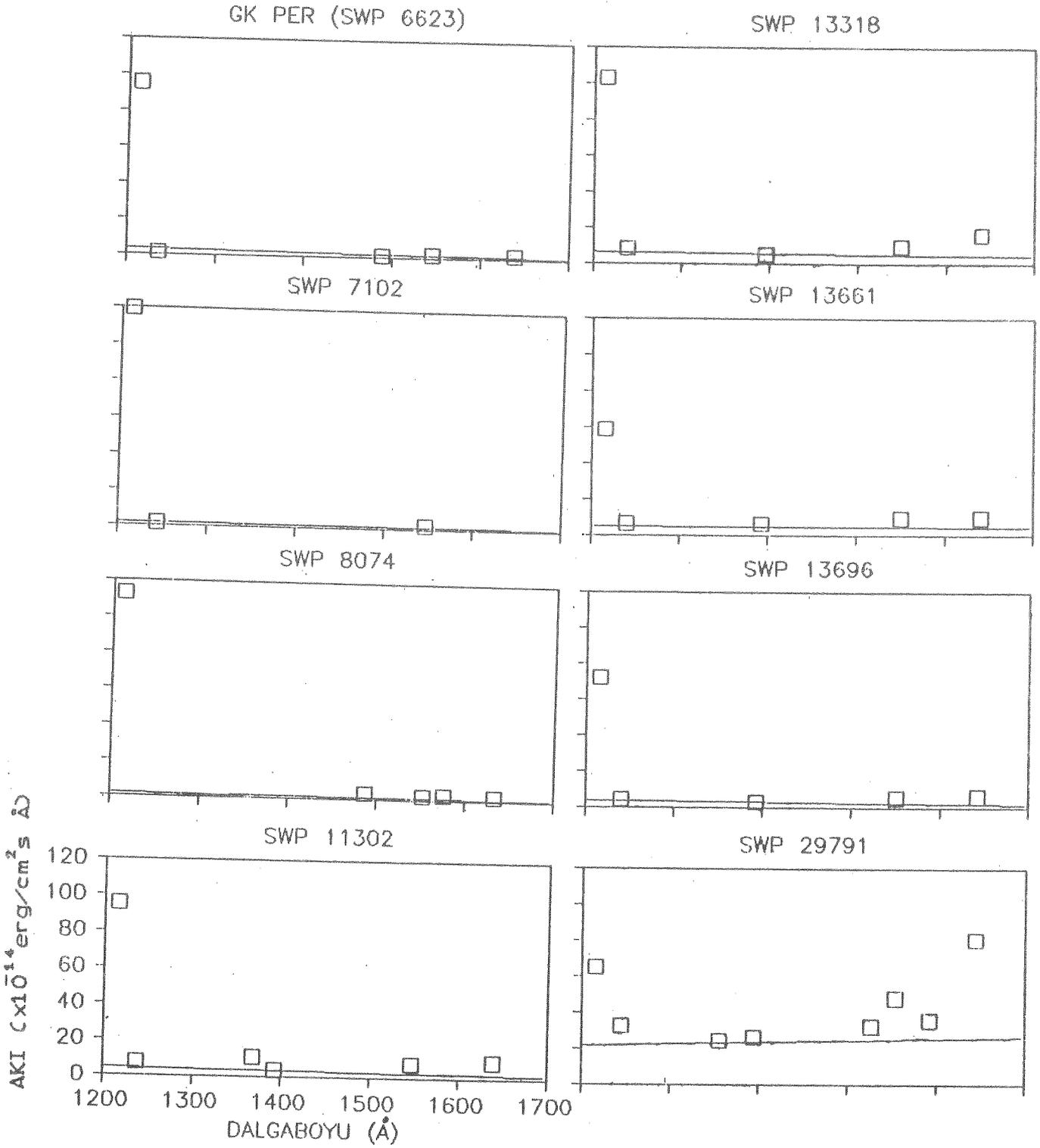
E. DERMAN: Yani çizgi içindeki akıyı hesaplamadınız.

H. ESENOĞLU: Hayır hesaplamadım. Sadece merkezi derinliğine baktım.

E. DERMAN: Bu görsel bölgede rahat yapılacak bir teknik ama morötesi tayflarda, özellikle böyle patladı patlayacak olan yıldızlarda yapmak biraz tehlikeli. Çünkü bazen bir yıldızlararası çizgi gayet keskin ve dik olabilir, yıldıza ait bir çizgi geniş olabilir. Dolayısıyla oradan şiddete gitmek biraz zor. Bunun için çizgi içindeki akının değerini hesaplırsanız çok daha iyi sonuç alırsınız.

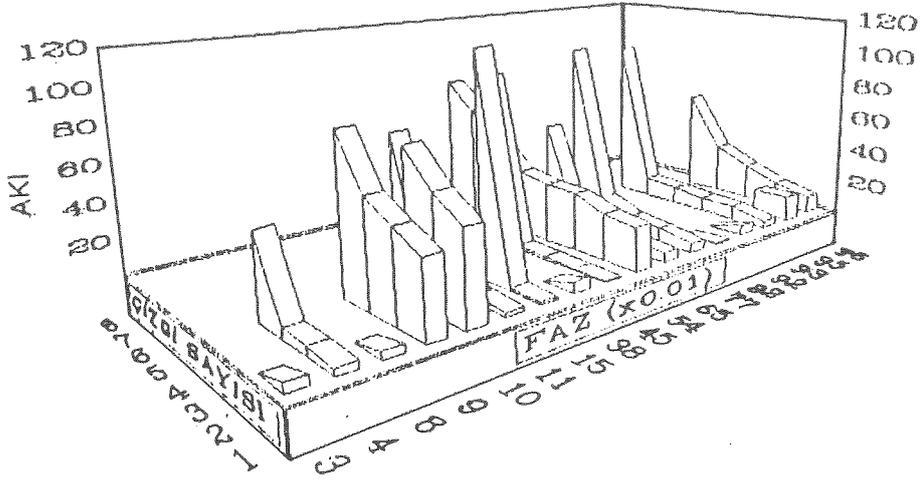
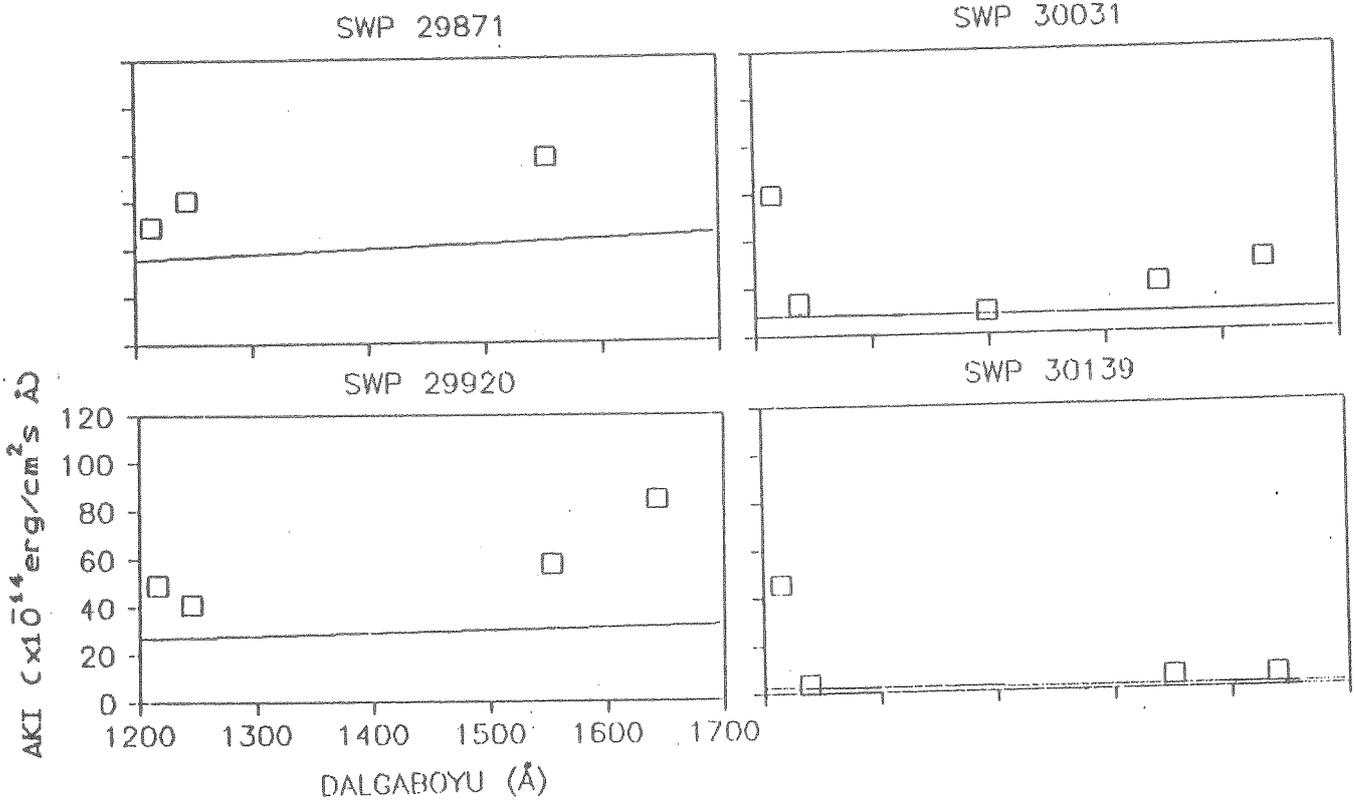


Şekil 1. GK Per'in IUE spektrumlarından 4 örneği görülmektedir.



Şekil 2. GK Per için belirlediğimiz emisyon çizgi akılarının, kontinyum akısı ve dalgaboyu ilişkisi.

Şekil 2'nin devamı.



Şekil 3. GK Per'in spektrumlarında belirlenen emisyon çizgi sayılarının faz ile olan ilişkisi.

