

Klasik Nova GK Per'in H-beta Profilinde İlginç Bir Yapının Varlığı ve Çözüm Uğraşları

Hasan H. Esenoğlu^{1,2,*}, Antonio Bianchini³

¹ İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

² İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi

³ Padova University Department of Astronomy, Italy

Özet

GK Per'in 1975 ve 1983 yıllarındaki patlamalarından özellikle Asiago Gözlemevi'nde alınan iki optik tayfında bir ilginç davranış görülmüştür: bu iki tayf 4842 Å dalgaboyunda daha önce görülmedik bir emisyon profilinin varlığını gösterdi. Bu çizgi, FWHM olarak yaklaşık 14 Å genişliğinde ve yaklaşık H-beta'nın 0.3 katı akı şiddetine sahip bir görünümüdür. Bu ilginç yapı maksimum ışık sonrasında ve sakin evrede alınan tayfların hiç birinde asla gözlenmemiştir. Bu çalışmada söz konusu ilginç çizginin doğasının anlaşılması ve eğer böyle bir çizgi gerçekten mevcutsa da özellikle sistemin neresinden kaynaklandığının ortaya çıkartılması amacıyla bir tarama gözlemi gerçekleştirilmiştir. Bu bildiride, yeni gözlemlerle birlikte literatür verilerinden de yararlanılarak bu çizgiye ait belirtilerin olup olmadığına ilişkin sonuçlar verilmiştir.

Giriş

GK Per hem bir klasik nova ve hem cüce nova olması yanında, aynı zamanda bir X-ışın kaynağıdır ve dolayısıyla *intermediate polars* yıldızların özelliklerini de sergiler (örn. King ve ark. 1979 ve Watson ve ark. 1985). Cüce nova olma özelliğinden dolayı GK Per, diğer klasik novalarda görülmeyen birden fazla nova patlamaları göstermektedir. Yaşlı nova GK Per'in bu patlamalarından 1975 ve 1983 yıllarında gerçekleşenlerden özellikle Asiago Gözlemevi'nde alınan iki optik tayfta H-beta'nın mavi tarafında alıılmadık bir ilginç davranış görülmektedir. Benzer ilginç yapı H-alfa'da gözlenmediği için H-beta'nın yüksek dikine hızlı bir bileşenine ait gibi görünmüyor (Hack ve ark. 1993). Buyüzden, bu ilginç emisyonun tanısı da yapılamamıştır. İlginç yapı emisyonda görüldüğünden tanısına ait ilk adım olarak kaynaklanabileceği bir yer aranmalıdır. Bu konudaki bir bulgu şöyledir: Balmer çizgileri radyatif rekombinasyon yoluyla optikçe ince bir emisyon bölgesinde üretildiği halde, GK Per tayflarında tek pikli olarak görülen H-alfa hariç, H-beta ile birlikte diğer Balmer çizgileri gerçekte sistemde ilave bir emisyon bölgesinin belirteçleri olarak görülmüyorlar (Garlick ve ark. 1994).

Bu bildiride, GK Per'in H-beta profilindeki söz konusu ilginç yapının varlığına dikkat çekilmektedir.

Gözlemler ve tartışma

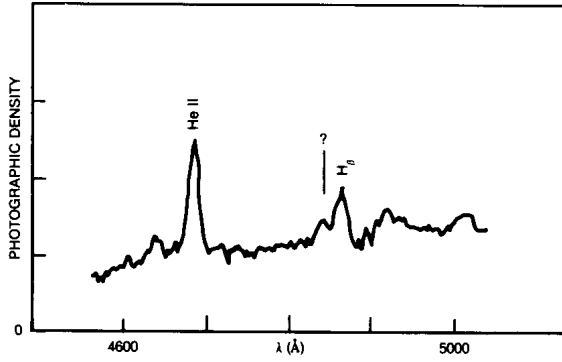
H-beta'nın mavi kanadındaki ilginç profilin yer aldığı iki tayftan birine ait ilgili bölgesi **Şekil 1**'de görülüyor: bu cam tayf, GK Per'in 12 Şubat 1975'deki yaklaşık 3 kadirlik parlaklık artışı sırasında Asiago Gözlemevi'nin 182-cm'lik teleskopu ve Boller&Chivens (B&C) tayfölçeri ile 6 Şubat 1975 tarihinde Bianchini tarafından alındı (Hack ve ark. 1993). Hack ve ark. bu ilginç çizgiyi, FWHM olarak yaklaşık 14 Å bir genişliğe ve yaklaşık H-beta'nın 0.3 katı da bir akı şiddetine sahip olarak veriyor. Öte yandan **Şekil 2**'de, Szkody ve ark. (1985) tarafından alınan maksimum ışıktaki GK Per'in indirgenmiş bir tayfında 4842 Å'daki bu çizginin belki H-beta ile blend olarak ortaya çıktığı tekrar gösteriliyor: bu tayf da, GK Per'in 14 Ağustos 1983'deki yaklaşık 3 kadirlik olarak gerçekleşen patlamasının maksimumu sırasında 15 Ağustos 1983 tarihinde Szkody tarafından alındı. Bu ilginç çizgi maksimum ışık sonrasında ve sakin evrede alınan tayfların hiç birinde asla gözlenmedi. Problemin çözümüne ilişkin ileri çalışmasında tam patlama zamanları beklenmelidir. Geçmişindeki patlamalar dikkate alındığında GK Per'in gelecek olası patlama etkinliği yaklaşık 2003'ün sonlarına doğru olabilecektir. Bu tarihteki patlama maksimumunu içine alacak tayf gözlem serisine bakılmalıdır. İlginç yapı halen gözlenemiyor ise olay yine de gelecek patlama gözlemlerine yani çözümü zamana bırakılmalıdır... İlginç yapının olmadığı 1991 yılındaki sakin evresine ait örnek bir tayf da **Şekil 3**'de karşılaştırma amacıyla verilmiştir. Şekil 3'deki tayfla birlikte aynı gece ve sonraki gece alınan mavi ve kırmızı bölge tayflarında H-alfa tek pikli olurken H-beta dahil diğer Balmer çizgileri çift piklidir. Balmer çizgilerinin sistemin farklı evrelerinde hep böyle çift pikli gözlemlerinden dolayı, bu çift pikli yapının yörünge evresiyle ilişkili olmaması gerekir. Çift piklilik buna karşılık patlama evresiyle ilişkili olabilir ki örneğin

* Misafir Astronom, Asiago ve Padova Gözlemevleri, İtalya Hükümeti Dışişleri Bakanlığı bursu altında

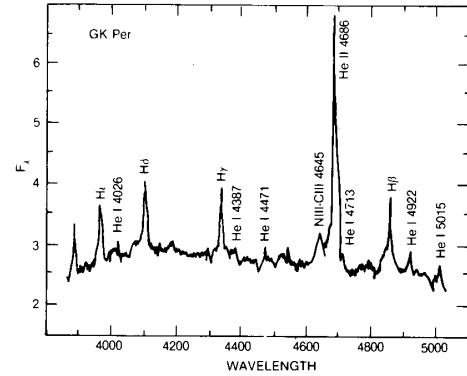
patlama dışında alınan tayflarda balmer çizgilerinin çoğunluğu çift pikli yapıda olmamaktadır (Garlick ve ark. 1994).

Morales-Rueda ve ark. (1999)'nın GK Per'in 1996 patlamasındaki çıkış evresine ait tayfsal bir çalışmada, çizgi profillerinin asimetric olduğu ve bunlar içerisindeki H-beta hariç diğer Balmer çizgilerindeki piklerin maviden kırmızıya ve sonra tekrar maviye doğru yer değiştirdikleri gösterilmiştir. Bu davranış, ya sıcak leke gibi sistemdeki sınırlı bir bölgeden kaynaklandığını ya da ikincil bileşen yıldız üzerinde ışınım veren bir bölgeyi hatırlatıyor. Fakat, sıcak lekeye ait değişimler 0.8 evresinde ve ikinci bileşen yüzeyindeki ışınım bölgesinin sebep olduğu değişimler de 0.5 evresinde gerçekleştiği bilindiği halde, H-beta profiline göre evresine göre değişmemesi bu iki yorum ile çelişmektedir.

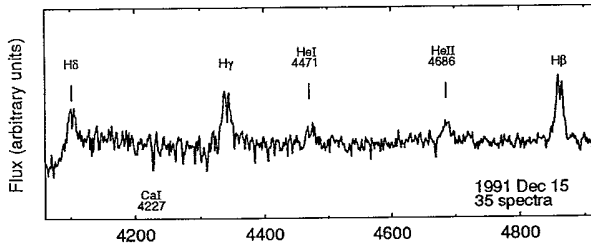
GK Per'in literatürdeki parlaklık değişimi 0.2 v – 13.0 V (13.9 B) olarak verilmektedir; bizim bu çalışmamızda söz konusu bu ilginç profilin doğasının anlaşılması ve eğer böyle bir çizgi gerçekten mevcutsa da özellikle sistemin neresinden kaynaklandığının ortaya çıkartılması amacıyla, GK Per'in hemen her gece kullanılan teleskopun yeterliliği altında (bu çalışma için yeterince gözlem zamanının mümkün olduğunca alınabildiği Asiago Gözlemevi'ndeki 122-cm'lik teleskop ve B&C tayfölçeri ile) hem CCD penceresindeki gözle tahmini parlaklığına bakma yoluyla ve hem de değişen yıldız gözlemci organizasyon sirkülerleri yoluyla (örnek. Taichi Kato: tkato@ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp) parlaklık 13 kadir iken haftada iki kez ve 13 kadirden parlak olduğunda da gecede en az 2, 3 veya daha fazla tayf alınmasına çalışılmıştır. 122-cm'lik teleskop ile yaptığımız gözlemlerde kullanılan CCD modeli TK512CB1-1 chip, 512x512 piksel ölçekli ve piksel boyutu da 24 µm olup ayırma gücü de H-gama'da 1.5 Å/pix'e ulaşır (Yudin ve ark. 1995). Bu yeni tarama gözlemlerinden ve literatürden elde edilenlerle birlikte, GK Per'in H-beta'yı içeren tüm tayflar ve ilgili bilgiler **Çizelge 1**'de verilmiştir. Çizelge 1'in son sütunda bu çalışma olarak belirtilen gözlediğimiz tayflardan bir örneği **Şekil 5**'de verilmiştir.



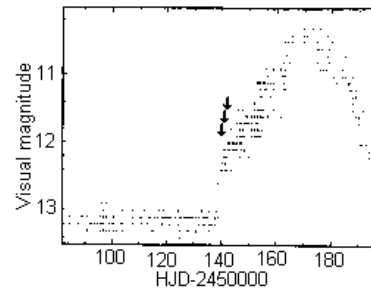
Şekil 1. H-beta'daki ilginç yapının ilk farkedildiği GK Per'in 1975 patlamasındaki görünümü.



Şekil 2. İlginç yapının ikinci kez belirginleştiği düşünülen 1983 patlamasındaki görünümü.



Şekil 3. İlginç yapının görülmediği GK Per'e ait bir tayf.



Şekil 4. 1996 patlaması sırasında GK Per'in görsel ışık eğrisi. Ok işaretleri Çizelge 1'deki 1996 tarihli tayfların zamanlarını gösteriyor.

Çizelge 1. GK Per'in H-beta çizgisini (λ 4843 Å) içeren alınabilmiş tüm tayfları.

Tarih (yyyyaagg.ggg)	Evre ^a	Par. ^b (m _v)	Ayırma gücü (Å/pix)	Aktivite evresi ^c	İlginç yapının durumu	Hβ'nın yapısı	Tayf için kaynak
19750206.822	0.29	10.6	?	max	belirgin	tek pikli	literatür ¹
19801229	?		?	sakin	görülüyor	tek pikli	
19830815.	?	10.4	?	max	blend (?)	tek pikli	literatür ²
19830904	0.5	12.4	?	iniş	görülüyor	çift pikli	literatüre ^a
1984	0.8	13.1	?	sakin	görülüyor	çift pikli	literatür ^a
1984	0.3	13.0	?	sakin	görülüyor	çift pikli	literatür ^a
19881116.799	0.73	12.9	orta	sakin	görülüyor	tek pikli	literatür ³
19881117.782	0.22	12.9	orta	sakin	görülüyor	tek pikli	literatür ³
19881118.925	0.79	12.9	orta	sakin	görülüyor	çift pikli	literatür ³
19881119.896	0.28	13.0	orta	sakin	görülüyor	çift pikli	literatür ³
19881120.847	0.75	13.0	orta	sakin	görülüyor	çift pikli	literatür ³
19891125	?	13.2	düşük (5.5)	sakin	görülüyor	tek pikli	literatür ⁴
19900221	?	13.2	düşük (5.5)	sakin	görülüyor	tek pikli	literatür ⁴
19911215	?	13.2	orta (1.4)	sakin	görülüyor	çift pikli	literatür ⁵
19950104.009	0.12	13.0	düşük (1.5)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
19950104.078	0.16	13.0	düşük (1.5)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
19950105.752	0.99	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
19950202.847	0.06	13.0	düşük (1.5)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
19951011.928	0.03	13.2	orta	sakin	görülüyor	çift pikli	literatüre ⁶
19960226.836	0.87	12.1	orta	çıkış	görülüyor	çift pikli	literatür ⁷
19960227.835	0.37	12.2	orta	çıkış	görülüyor	çift pikli	literatür ⁷
19960228.836	0.87	12.1	orta	çıkış	görülüyor	çift pikli	literatür ⁷
20001129.826	0.26	13.2	düşük (2.0)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20001216.035	0.37	13.2	düşük (2.0)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20001217.040	0.88	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20001217.107	0.91	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010115.993	0.40	13.0	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010121.892	0.83	13.1	düşük (2.0)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010126.784	0.28	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010126.818	0.30	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010128.794	0.29	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010128.815	0.30	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010128.858	0.32	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010128.959	0.37	12.9	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010129.021	0.40	12.9	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010201.803	0.30	12.8	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010201.849	0.32	12.8	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010201.892	0.34	12.8	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010201.970	0.38	12.8	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010213.948	0.38	12.7	düşük (2.0)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010215.910	0.36	13.0	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010222.859	0.84	13.0	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010222.910	0.87	13.0	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma

20010301.897	0.37	13.1	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010314.923	0.89	13.0	orta (1.1)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma
20010409.825	0.86	13.2	düşük (2.0)	sakin	görülüyor	çift pikli	bu çalışma

^a Bu çalışmadaki tayfların evre hesabı $P=1.996803$ ve $T_0=2444912.966$ 'dan hesaplandı (Crampton ve ark. 1986). JD hesabı için kullanılan internet adresi: <http://pdc.ro.nu/mjd.cgi>

^b Tayfın alındığı andaki görsel parlaklık <http://vsnet.kuastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/index.html> adresinden alındı.

^c Yıldız aktivitede iken alınan tayflar için patlama genliği şu adresten yaklaşık olarak belirlendi: <http://vsnet.kuastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/VOLJ/1975/index/PERGK.html>

¹ Asiago arşivinden izinli olarak alındı.

² Szkody ve ark. 1985.

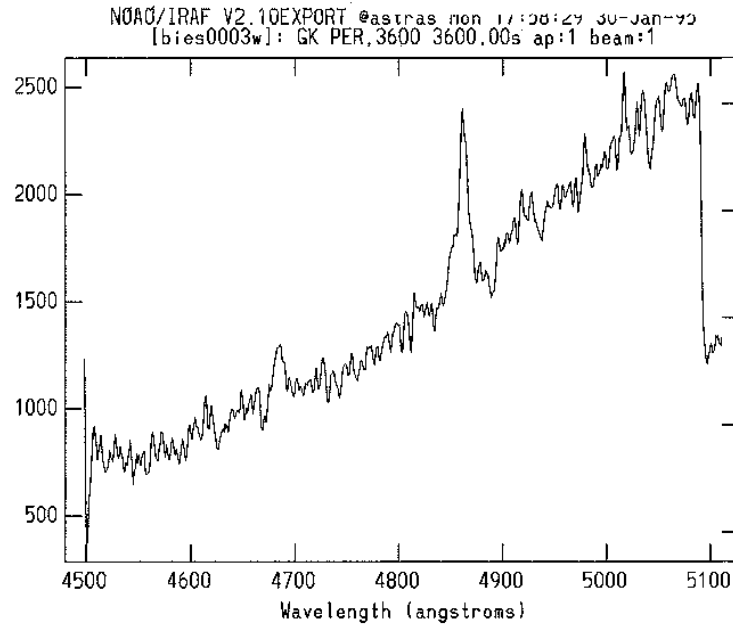
³ Reinsch 1994.

⁴ Anupama ve Prabhu 1993.

⁵ Garlick ve ark. 1994.

⁶ Morales-Rueda ve ark. 2002.

⁷ Morales-Rueda ve ark. 1999.



Şekil 5. Bu çalışmada alınmış bir sakın evre tayf örneği.

Çizelge 1'de 5. sütunda verilen spektroskopik gözlem tarihindeki aktivite evresi, değişen yıldız internet ağından (<http://www.kuastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/>) belirlenmiştir. **Şekil 4'**de 1996 yılında alınmış üç tayfsal gözlemin ışık eğrisindeki yeri bu işleme bir örnek olarak verilmiştir (Morales-Rueda ve ark. 1999). Çizelge 1'de ilginç yapının bir kanıtını ortaya çıkarma amaçlı 2000–2001 gözlemleri, GK Per'in yaklaşık altı ay süren bir gözlem mevsimini kapsamaktadır.

Kataklişik değişenlerin tayf çalışmalarında tanısı yapılan spektral çizgilerin çeşitli parametreleri, temiz ve blend olmayışı gibi nedenlerden dolayı H-beta'ya göre verilegelmektedir. Oysa şimdi GK Per'in iki tayfında H-beta'nın bu bilinen net profil görünümü bozulmuş bulunmaktadır; bu da ilginç bir durumun tespiti görünümündedir tıpkı değişmeyen zannedilen standart bir yıldızın sonradan değişen olarak çıkması gibi...

Özet

Bu çalışmada, GK Per'in söz konusu dikkate değer emisyon profilininin varlığını ikiden fazla sayıda kanıtlandırabilmek için novanın yeni bir tarama gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında elde edilen verilerin değerlendirilmesi özetle aşağıdadır:

- 1- GK Per'in H-beta profilindeki bu ilginç yapının varlığına tekrar dikkat çekilmiştir; disk çalışan teorisyenlerin ilgisine sunulmuştur... GK Per bir intermediate polar olması ilginç emisyon yapının belki bir cyclotron tayfında gösterilmesi olası olabilir...
- 2- Mevcut tayflar içerisinde yukarıda sözü edilen 1975 ve 1983'deki iki kanıt dışında bu ilginç yapıya ait bir belirtiye rastlanılmamıştır,
- 3- Problemin çözümüne ilişkin ileri çalışmasında tam patlama zamanları beklenmelidir. Geçmişindeki patlamalar dikkate alındığında GK Per'in gelecek olası patlama etkinliği yaklaşık 2003'ün sonlarına doğru olabilecektir. Bu tarihteki patlama maksimumunu içine alacak tayf gözlem serisine bakılmalıdır.

Teşekkür

(HHE) Gözlemlerin yapıldığı 8 ay süresince konuk ettikleri için Padova ve Asiago Gözlemevlerine teşekkür ederim. Ayrıca, kısmen fotometri verisini sağlayan AAVSO'ya teşekkür ederiz. Bu çalışma İ.Ü. Araştırma Fonu'nca desteklenmiştir. Proje No: 1506/28072002.

Kaynakça

- Anupama, G.C., Prabhu, T.P., 1993, MNRAS, 263, 335
Crampton, D., Cowley, A.P., Fisher, W.A., 1986, AJ, 300, 788
Garlick, M.A., Mittaz, J.P.D., Rosen, S.R., Mason, K.O., 1994, MNRAS, 269, 517
Hack, M., Selvelli, P.L., Bianchini, A., Duerbeck, H., 1993, Cataclysmic Variables and Related Objects, eds. M.Hack & C.La Dous, sayfa 454-455
King, A.R., Ricketts, M.J., Warwick, R.S., 1979, MNRAS, 187, 77
Morales-Rueda, L., Still, M.D., Roche, P., 1999, MNRAS, 306, 753
Morales-Rueda, L., Still, M.D., Roche, P., Wood, J.H., Lockley, J.J., 2002, MNRAS, 329, 597
Reinsch, K., 1994, A&A, 108, 1994
Szkody, P., Mattei, J.A., Mateo, M., 1985, PASP, 97, 264
Watson, M.G., King, A.R., Osborne, J., 1985, MNRAS, 212, 917
Yudin, B.F., Munari, U., Zwitter, Tomaz, May 1995, Spectral Atlas 1.22 m telescope – prism spectrograph Camera VI + CCD