

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

**ALGOL BENZERİ AKTİF KROMOSFERLİ ÇİFT YILDIZ
SİSTEMLERİNDEN IX PER VE BU CET'İN TAYFSAL VE FOTOMETRİK
İNCELENMESİ**

Proje No: FBD-09-676

TEZ PROJESİ, DOKTORA

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
İbrahim Küçük
Fen Fakültesi/Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Araştırmacı: Nurten Filiz Ak
Fen Fakültesi/Fizik Bölümü

Nisan 2012

KAYSERİ

ÖNSÖZ

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FBD-09-676

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
Tablo Listesi	v
Şekil Listesi	vi
Özet	vii
Abstract	viii
Giriş	1
Amaç ve Kapsam	3
Gereç ve Yöntem	3
Bulgular	3
Tartışma ve Sonuç	4
Kaynaklar	6

TABLULARIN LİSTESİ

- Tablo 1.** Proje yıldızları için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde ve Yeni Zelanda Mount John Gözlemevi'nde alınan verilerin bir özeti 1
- Tablo 2.** IX Per'in yörünge parametreleri4

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1. Gözlemsel tayf ile temizlenmiş KOREL sonucu4

Şekil 2. Gözlenen tayf ile model atmosfer fiti4

ÖZET

Aktif Kromosferli Çift Yıldızlar (CAB), tayf türü F ve daha geç türden güçlü kromosfer, geçiş bölgesi ve korona aktivitesi gösteren çift yıldız sistemleridir. Ca II H ve K salması kromosferik aktivitenin en önemli belirteçidir. Periyotları genelde 10 gün civarında olan bu sistemlerde, bileşenlerin karşılıklı çekim etkileri ve çekimsel kilitleme ve buna bağlı hızlı dönme, evrimleşmeye yüz tutmuş anakoldan çıkmak üzere veya anakoldan öteye evrimleşmiş bileşen veya bileşenlerin konvektif katmanının derinleşmesi, manyetik dinamoyu tetikleyen etkenlerdendir. Manyetik aktivite, fotosferde lekeler, geçiş bölgesinde moröte ve koronada X-ışın ile radyo aktivitesi olarak kendini gösterir. Bu yüzden bu sistemler hakkındaki çalışmalar gözlemsel ve kuramsal olarak astrofiziğin geniş bir yelpazesini ilgilendirmektedir.

ABSTRACT

Binary Stars with Active Chromosphere (CAB) are the systems having spectral type F and later type showing strong chromosphere, transition region and coronal activity. Ca II H and K emission are the most important indicators of chromosphere activity. Their periods are around 10 days and the effects of mutual gravitational attraction and thus crash speed of rotation cause fading to evolve the main-sequence or main-sequence to exit the component or components have evolved beyond the deepening of the convective layer are the factors of triggering the magnetic dynamo. Magnetic activity shows itself as spots on the photosphere, ultraviolet in the transition region and X-ray together with radio activity in the corona. Therefore, observational and theoretical studies on these systems are concerned a wide range of astrophysics.

1. GİRİŞ

Yıldız aktivitesi Güneş-yıldız ilişkisini tanımlamak için son yüzyılın ortalarında kullanılmaya başladı. Gözlem tekniklerinin gelişmesi ile yıldızlarda gözlenen değişimlerin Güneş aktivitesine benzer olduğu görüldü.

Ca II'nin kuvvetli H (λ 3968) ve K (λ 3934) salma çizgilerinin gözlenmesiyle kromosferler bulunmuştur. Bu çizgiler yıldız aktivitesi belirteçlerine ilişkin temel optik çizgilerdir. Diğer önemli optik çizgi, H α (λ 6563)'dır. Daha üst atmosferdeki çizgilerin çoğu moröte bölgede yer alır. (Mg II'nin H (λ 2802) ve K (λ 2796) çizgileri gibi). Aktif kromosferli çift sistemler (CAB) kuvvetli bir kromosfer, geçiş bölgesi ve koronal aktivite ile karakterize edilen F den daha geç spektral tiplere sahip ayrık çift sistemlerdir. Ca II H ve K çizgilerinin emisyon korları ve bazen de Balmer H α çizgi emisyonu kromosferik aktivitenin temel göstergesidir. Tamamlanmış olan, 104T508 numaralı TÜBİTAK Projesi kapsamında hazırlanan “Aktif Kromosferli Çift Yıldızlar (CAB) Kataloğu”, kromosferik aktivite gösteren 409 çift yıldızın en güncel bilgilerini içermektedir (Eker, Filiz Ak, Bilir ve ark. 2008). Bu katalogdaki yıldızların yeniden incelenmesi sonucunda Algol benzeri olan, kütle aktarımı yaptığı daha önceden belirlenmiş veya buna dair şüpheleri barındıran sistemler gözden geçirildi. Bunların arasında literatürde mevcut gözlem verilerinin eksik olduğunu belirlediğimiz sistemler yeniden ele alınmış ve bu sistemleri içeren bir liste hazırlanmıştır.

Tablo 1: Proje yıldızları için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) ile Yeni Zelanda Mount John Gözlemevi'nde alınan verilerin bir özeti

Sıra	Cisim	Tarih	JD	Gözlenen evre
1	IX Per	07/10/2007	2454381.4131	0.2456
2	IX Per	07/10/2007	2454381.4862	0.3007
3	IX Per	08/10/2007	2454381.5586	0.3553
4	IX Per	08/10/2007	2454381.5914	0.3800
5	IX Per	08/10/2007	2454381.6267	0.4066
6	IX Per	08/10/2007	2454382.3354	0.9410
7	IX Per	08/10/2007	2454382.3969	0.9872
8	IX Per	08/10/2007	2454382.4603	0.0351
9	IX Per	09/10/2007	2454382.5134	0.0752
10	IX Per	09/10/2007	2454382.5639	0.1132
11	IX Per	09/10/2007	2454382.6284	0.1619
12	IX Per	09/10/2007	2454383.3522	0.7076
13	IX Per	09/10/2007	2454383.4293	0.7657
14	IX Per	09/10/2007	2454383.4509	0.7820
15	IX Per	10/10/2007	2454383.5381	0.8477

Sıra	Cisim	Tarih	JD	Gözlenen evre
16	IX Per	10/10/2007	2454384.3744	0.4783
17	IX Per	10/10/2007	2454384.4548	0.5389
18	IX Per	11/10/2007	2454384.5097	0.5803
19	IX Per	11/10/2007	2454384.5759	0.6302
20	IX Per	11/10/2007	2454384.6347	0.6745
21	IX Per	11/10/2007	2454385.3485	0.2128
22	IX Per	11/10/2007	2454385.4318	0.2756
23	IX Per	12/10/2007	2454385.5084	0.3332
24	IX Per	12/10/2007	2454385.6343	0.4282
25	IX Per	12/07/2008	2454659.5665	0.9487
26	IX Per	12/07/2008	2454659.5740	0.9543
27	IX Per	14/07/2008	2454661.5715	0.4603
28	IX Per	14/07/2008	2454661.5789	0.4659
29	IX Per	14/07/2008	2454661.5864	0.4715
1	BU Cet	06/09/2006	2453985.1073	0.76173
2	BU Cet	06/09/2006	2453985.1319	0.77352
3	BU Cet	07/09/2006	2453985.9637	0.17305
4	BU Cet	07/09/2006	2453986.0588	0.21874
5	BU Cet	07/09/2006	2453986.0924	0.23488
6	BU Cet	07/09/2006	2453986.1282	0.25207
7	BU Cet	08/09/2006	2453986.9853	0.66376
8	BU Cet	08/09/2006	2453987.0549	0.69717
9	BU Cet	08/09/2006	2453987.0951	0.71650
10	BU Cet	09/09/2006	2453987.9814	0.14219
11	BU Cet	09/09/2006	2453988.1115	0.20467
12	BU Cet	09/09/2006	2453988.2099	0.25194
13	BU Cet	10/09/2006	2453988.9781	0.62094
14	BU Cet	10/09/2006	2453989.0441	0.65267
15	BU Cet	10/09/2006	2453989.1084	0.68353
16	BU Cet	11/09/2006	2453989.9294	0.07789
17	BU Cet	11/09/2006	2453989.9810	0.10264
18	BU Cet	11/09/2006	2453990.0161	0.11950
19	BU Cet	12/09/2006	2453990.9858	0.58529
20	BU Cet	13/09/2006	2453991.9305	0.03905
21	BU Cet	18/09/2006	2453997.0851	0.51489
22	BU Cet	18/09/2006	2453996.9462	0.44816

2. AMAÇ VE KAPSAM

Bu sistemler hakkındaki soru işaretlerinin giderilebilmesi için radyal hız çözümlerinin yanı sıra, yörünge çözümü, çizgi profili ve atmosfer modeli çalışmaları da amaçlanmıştır. Elde edilen listeden kısa döneme sahip, yörünge evresi boyunca kısa sürede gözlemlenebilecek, parlaklık ve konum bakımından gözlenmeye uygun olanlar seçilerek, yüksek çözünürlüklü tayflarının incelenmesi sonucunda atmosfer yapıları, kütle aktarımının gözlemsel kanıtları araştırılmış ve sistemlerin yörünge ve fiziksel parametreleri hesaplanmıştır.

3. GEREÇ, YÖNTEM ve BULGULAR

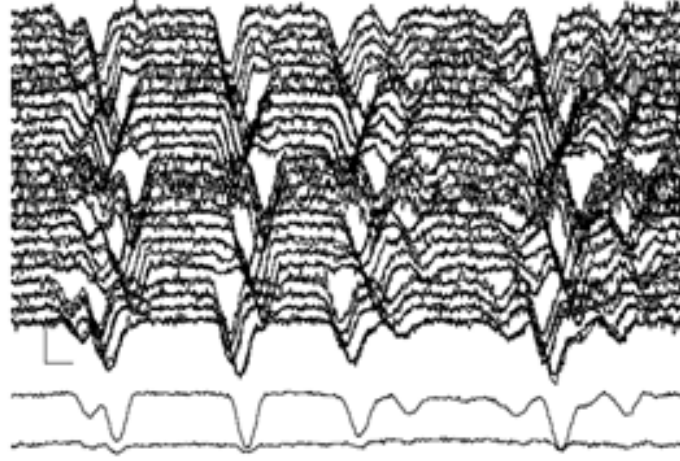
Katalogda yer almayan Algol türü tutulma eğrisi gözlenmiş olan BW Boo, HD 178619 gibi bazı sistemlerin de aktivite göstermesi mümkün görünmektedir. Proje çalışması döneminde, yeterli gözlem zamanı sağlandığı sürece bu sistemlerin tayf ve ışık eğrilerinin de incelenmesi planlanmıştır.

IX Per, BH CVn, V376 Cep gibi sistemler tez konusu kapsamında incelenmiştir. Örnek sistem olarak IX Per incelendiğinde listedeki yıldızlar arasında en az çalışılmış olanıdır. En son Northcot (1940) tarafından yapılan radyal hız çalışmasında system SB1 olarak gözlenmiş ve daha sonra Thomsen (1955)'in ışık eğrisi ile karşılaştırılması sonucunda ikinci minimumlarda tutarsızlık olduğu dile getirilmiştir. Dönemi 1.3 gün gibi kısa olan bu sistemin bu evre problemi eksen dönmesi ile açıklanamamaktadır. Daha sonraki çalışmalarda elipsoidal çift olarak nitelenen bu sistemde büyük ihtimalle kütle aktarımından kaynaklanan bozulmalar vardır. IX Per sistemi, gösterdiği x-ışın aktivitesi nedeniyle katalog çalışmasına alınsa da aktivite kesin belirteci olan Ca II rezonans çizgileri ve H alfa çizgileri hakkında bilgi bulunamamıştır.

3.1 Yörünge çözümleri ve analizi

IX Per tayfı KOREL Fourier dönüşüm yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Buradan doğrudan yörünge parametreleri bulunur. KOREL kodu ile aynı zamanda yörünge çözümleri de yapılabildiğinden IX Per tayfına da (P , T_0 , K_1) uygulanmıştır. Yörünge dışmerkezliği başlangıçta (0, 0) olarak alınmış olup kütle oranı q KOREL ile tayftan belirlenmiştir. KOREL çözümü ikinci bileşenin varlığını kesinlikle ortaya koyar ve bu da gözlenen tayfta %10 oranındadır. e ve w hariç tüm yörünge parametrele tek bir

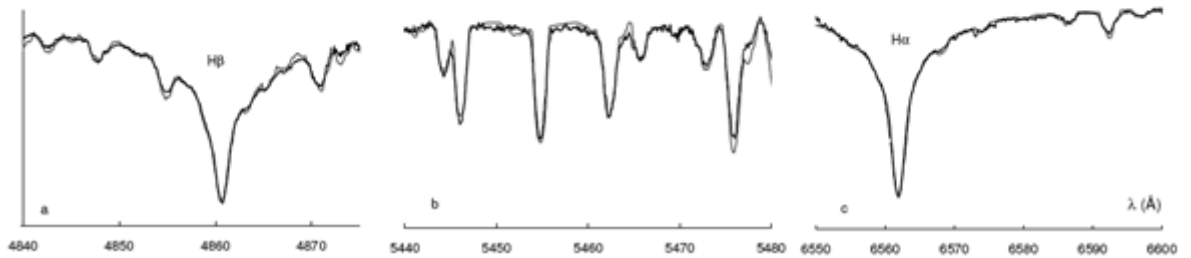
çözüm için iterasyona tabi tutulmuşlardır. Şekil 1’de gözlemsel tayf ile temizlenmiş KOREL sonucu verilmiştir. KOREL sistemik hızı tayin etmez ama bileşenlerin kaymasını tayin eder. Fit işlemi sırasında 5439-5484 Å Echelle 33 tayf çizgileri kullanıldı. Sistemik hız *DECH* kod’u için cross correlation ile hesaplandı.



Şekil 1. Gözlemsel tayf ile temizlenmiş KOREL sonucu

Tablo 2. IX Per’in yörünge parametreleri

Parameteres	Circular Orbit	Elliptic Orbit	Northcot(1940)
T_0	54382.4178	54382.4178	29146.81
P (days)	1.326488	1.326488	1.32639
e	0.0	0.0104	0.024
K_1	68.8	70.88	63.67
K_2	107.5	99.78	-
q	0.64	0.69	-
V_γ	-40.9	-40.9	-4.9
rms error for primary	3	1.29	
rms error for secondary	1.28	1.41	



Şekil 2. Gözlenen tayf ile model atmosfer fiti

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Proje bağlamında, proje öncesini de kapsayan dönemde, belirtilen yıldızlar için TUG’da yüksek çözünürlüklü tayflar alınmıştır. Alınan bu tayflardan IX per sistemi için yapılan ön analizlerden elde edilen farklı çalışmalar, “15th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun Meeting” konferansında poster olarak sunulmuştur (N. Filiz Ak, Z. Eker, H. Ak, and İ. Küçük, 2009). Proje döneminde çalışılan 6 geç tip aktif CAB ile ilgili olarak, konunun uzmanlarından R. F. Griffin ile ortak makale yayınlanmıştır (Griffin and Filiz Ak, 2010). Bu çalışma proje yıldızlarının seçilmesinde de esin kaynağı olan 3. CAB kataloğundan alınmış, ve benzer sorunlara sahip yıldızları içermektedir. Söz konusu makalenin gözlem verileri R. F. Griffin tarafından Cambridge Gözlemevi’nde yapılan gözlemlerdir. Ayrıca yurtdışındaki bazı gözlemevlerinden de (Mount John Observatory, New Zeland) gözlem verileri elde edilmiştir. Tablo-1’de proje yıldızları için TUG’da ve Yeni Zelanda Mount John Gözlemevi’nden alınan verilerin bir özeti verilmiştir.

Doktora Tez Projesi araştırmacısı Araş. Gör. Nurten FİLİZ AK Doktora Tezi ve Proje çalışmaları nedeniyle YÖK Bursu ile Amerika Birleşik Devletleri’ne gönderilmiş olup öğrencinin yurtdışında olduğu süre içerisinde proje ile ilgili çalışmalar tarafından sürdürülmüş ve radyal hızların belirlenmesi ile ilgili çalışmalar başlatılmıştır. Radyal Hızların belirlenmesi için yapılan çalışma şu şekildedir: Kütle merkezinin radyal hızı ve belirsizliği literatürden toplandı. CAB’lar çok popüler sistemler olduklarından literatürde bunların yörünge parametrelerine ulaşabilmektedir. Ele alınan örnekler içerisinde çift oldukları bilinen fakat yörünge elemanları olmayan bazı sistemlerin radyal hız ölçümlerinin matematiksel ortalaması kütle merkezinin radyal hızı olarak kabul edilebilir. Ortalamadan standart sapma ise hata olarak alınır. Birbirinden bağımsız olarak tespit edilen yörünge parametrelerine sahip sistemlerin radyal hız ve belirsizliği için ağırlıklı ortalama alınır. Bunlar ile ilgili yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Bölüm 3.1’de Tablo 2, Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.

Ancak doktora öğrencisi Kasım 2011 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri Pensilvanya Devlet Üniversitesi’nde (PSU) Doktora Programı’na başlamış ve Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Ana Bilim Dalı’ndaki kaydını

15.11.2011 tarihi itibarı ile sildirmiştir. Bu nedenle bir doktora çalışması olan tez projesinin bu şekli ile sürdürülmesi etik olarak mümkün olmamaktadır.

Projenin 12,500.00TL olan bütçesinin 6,946.79TL kısmı kullanılmış ve geriye 5,553.21TL kalmıştır. Yukarıda bahsi geçen bu özel durum nedeniyle daha önce verdiğimiz FBD-09-676 No'lu Doktora Tez Projesinin kalan bütçesi, başlığı ve ekibi ile birlikte Normal Araştırma Projesi (NAP)'ne dönüştürülmesi teklifimiz komisyonca kabul edilmemiş olup sadece 4 ay ek süre verilmiştir. Proje bu süreninde bitmiş olması nedenleriyle ve 5,259.22TL bakiye ile kapatılmaktadır.

4.1 Proje kapsamında yapılan yayınlar

1. **N. Filiz Ak**, Z. Eker, H. Ak, and **İ. Küçük**, “High Resolution Coude Echelle Spectroscopy of IX Per”, 15th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun Meeting, **2009**, St. Andrews, Fife, Scotland, Poster in AIP Conf. Proceedings 1094, pp 632-635.

4. Griffin, R. F., **Filiz Ak, N.**, “Orbits of six late-type active-chromosphere binaries”, Ap&SS, Vol 330, No 1, page 47-60, **2010** (DOI: 10.1007/s10509-010-0381-3)

5. KAYNAKLAR

1. Bilir, S., Ak, T., Soydugan, E., Soydugan, F., Yaz, E., **Filiz Ak, N.**, Eker, Z., Demircan, O., Helvacı, M., "New absolute magnitude calibrations for detached binaries", AN, 329, 835, 2008.
2. Eker, Z., **Filiz Ak, N.**, Bilir, S., Dogru, D., Tuysuz, M., Soydugan, E., Bakis, H., Ugras, B., Soydugan, F., Erdem, A., Demircan, O., "A catalogue of chromospherically active binary stars (third edition)", MNRAS, 389, 1722, 2008.
3. Griffin, R. F., **Filiz Ak, N.**, "Orbits of six late-type active-chromosphere binaries", AP&SS, 330, 47, 2010
4. Galazutdinov, H.A. 1992, Preprint of SAORAS, No :92
5. Hadrava,P. 1995, A&AS, 114,393
6. Hadrava, P. 2004, PAICz, 92, 15
7. IRAF project, National Optical Astronomy Observatories (<http://iraf.noao.edu>)
8. Kurucz, R. L., 1993, CD-ROM 13, 18 (<http://kurucz.harvard.edu>)
9. Northcot, R. J.,1940, PDDO, 1, 197
10. Thomsen, I. L., Abt, H. A., Kron G. E., 1955, PASP, 67, 412
11. **N. Filiz Ak**, Z. Eker, H. Ak, and **İ. Küçük**, "High Resolution Coude Echelle Spectroscopy of IX Per", 15th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun Meeting, **2009**, St. Andrews, Fife, Scotland, Poster in AIP Conf. Proceedings 1094, pp 632-635.