

Ψ PER'İN OPTİK VE MORÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ

L. DENİZMAN¹, Ç. BOLCAL¹, T. AK², T. KOKTAY², T. EKER³

Özet: Bu çalışmada, Be yıldızı Ψ Per'in optik ve morötesi spektrumları incelenmiştir. Optik çizgilerin shell bileşenleri şiddet, süreklilikteki tam genişlik ve eşdeğer genişlik değişimleri sergilerler. He I çizgilerinde shell bileşenleri yok iken, Fe II $\lambda 4923$ Å çizgisi bir P Cygni profiline sahiptir. Morötesi bölgedeki çizgiler, kütle kaybını işaret eden asimmetrik ve kısa dalgaboyuna kaymış profiller gösterirler.

1. Sunuş

Ψ Per kalıcı H α ... δ ve Fe II emisyonu gösteren, iyi çalışılmış Be yıldızlarından biridir. Bu yıldız Jaschek ve ark. (1980) sınıflamasında grup I yıldızı olarak sınıflanmıştır.

Grup I yıldızları Fe II emisyonu ile karakterize edilmişlerdir; emisyon çizgileri, bazen bu çizgilerin görülmediği üç yıldız hariç, 20 yıldan daha uzun süre için kalıcıdır. Bu yıldızlar Balmer çizgilerinde de yüksek üyelere kadar emisyon sergilerler. Fe II ve H emisyon çizgileri uzun-dönemli değişkenlik gösterirler. En erken tipte olanlar için bu grup yıldızlara bir ışına gücü sınıfı atamak, fill-in sebebiyle güçtür; ancak dört üye hariç genelde cüce yıldızlardır.

2. Gözlemler

Bu çalışmada kullanılan spektrogramlar Fransa Haute-Provence Gözlemevi'nin 152 cm'lik Coude spektrografi ile elde edilmişler, İtalya Trieste Astronomi Gözlemevi'nde Perkins Elmer PDS 1010A dijital mikrodensitometre ile dijitize edilmişler, ve ELSPEC yazılımı (Pasian ve ark., 1982) ile işlenmişlerdir. IUE spektrumları İspanya Villafranca VILSPA/TUE'den elde edilmişler ve ELSPEC yazılımı ile işlenmişlerdir.

Radyal hızlar için beklenen toplam hata optik bölgede ± 5 km/s ve morötesi bölgede ± 20 km/s dir.

3. Optik Spektrumlar

3.1 Hidrojen Çizgileri

Bu yıldızın H α profilleri, şiddeti değişken olan merkezi bir absorpsiyon bileşenine sahip çift-tepeli emisyon çizgileri sergilerler. -800 km/s ve +800 km/s arasında uzanımı bulunan emisyon kanatlarında asimetri gözlenmiştir ve kanatların uzanımı değişkendir (Şekil 1).

¹ İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, İstanbul.

² İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul.

³ 11. St. Antoiusweg, Kennelbach, Bregenz, Austria.

H_{β} çizgi profilleri H_{α} 'ya benzer görünüştedirler. Ana farklılık, H_{α} profilleri emisyonla tamamen doldurulmuş ve bundan dolayı yıldızın ait bileşenler ortada yok iken, H_{β} profilleri için yıldızın ait geniş bileşenlerin ayırt edilebilir olmasıdır.

H_{γ} profilleri -1200 km/s 'den $+1200 \text{ km/s}$ 'ye uzanan, yıldızın ait geniş bir bileşenden ve merkezi bir absorpsiyondan ibarettir. Bu dar merkezi absorpsiyon bileşeni siddet, süreklilikteki tam genişlik (FBWC) ve eşdeğer genişlik değişimleri sergiler. H_{γ} çizgisi sözkonusu dar bileşenin her iki kenarında zayıf emisyon bileşenleri de gösterir.

H_{δ} ve H_{ϵ} profilleri H_{γ} profillerine benzer, ancak H_{γ} 'nın kanatlarında bulunan emisyon bileşenleri bu profillerde yoktur. Her iki çizgide de dar merkezi bileşenler zamanla değişim gösterirler.

H Balmer çizgileri $n=17$ 'ye kadar görülmektedir. Dar bileşenler tüm çizgilerde mevcuttur.

Dachs (1989) tarafından tartışılmış olduğu gibi, H_{α} ve H_{β} profilleri üzerine binmiş olan dar bileşenler "shell bileşenleri" olarak adlandırılabilirler. Ψ Per, optik spektrumunda ikincil bir Balmer sıçraması oluşturarak "shell etkisi" sergilemiştir.

3.2 Diğer Çizgiler

He I çizgileri dar shell bileşenlerine sahip değildirler. He I $\lambda 4471 \text{ \AA}$ ve Mg II $\lambda 4481 \text{ \AA}$ çizgileri profil değişimleri sergilerler. He I $\lambda 5875 \text{ \AA}$ çizgisi de geniş ve değişkendir.

Ca II $\lambda 3933, 3968 \text{ \AA}$ ve Na I $\lambda 5889, 5895 \text{ \AA}$ çizgileri zayıftır.

Bu yıldızın ilginç bir özelliği, Fe II çizgilerinin merkezlerinde dar absorpsiyon bileşenleri bulunan çift-tepeli emisyon profilleri sergilemeleridir. Sadece Fe II $\lambda 4923 \text{ \AA}$ çizgisi bir P Cygni profili gösterir.

3.3 Radyal Hızlar, Merkezi Şiddetler ve Eşdeğer Genişlikler

Yıldızın çevreleyen kabuğun (shell) zamanla değişimini kontrol edebilmek için, merkezi şiddetler, sürekliliklerdeki tam genişlikler (FBWC), eşdeğer genişlikler ve dar bileşenlerin radyal hızları ölçülmüş, ve ölçülen çizgi parametreleri her çizgi veya çizgi grupları için $\log(EP+IP)$ 'ye karşılık çizdirilmiştir. Eksitasyon ve iyonizasyon potansiyelleri Moore (1945)'den alınmıştır.

Radyal hızlar, özellikle dar bileşeni bulunmayan He I çizgilerinde zamanla değişim gösterdi. J.D. = 2446451.4'deki He I çizgileri diğer iki spektruma göre daha pozitif hızlara sahiptiler. J.D. = 2446997.6'da ölçülmüş tüm radyal hızlar, He I hariç özellikle Fe II için, diğer iki geceden daha pozitifti. J.D. = 2446451.4'de, diğer çizgilerde önemli bir değişim gözlenmezken, H çizgilerinin dar bileşenlerinin relatif şiddetleri azaldı. Spektrumların kırmızı taraflarında sadece Na I çizgileri dikkate değer bir değişim sergilediler.

Eşdeğer genişliklerin değişimi relatif şiddetlerinkine benzerdi. J.D. = 2446451.4'de alınan spektrum, diğer çizgiler az veya çok aynı kalırken, H çizgileri eşdeğer genişlikleri için bir maksimum gösterdi.

Balmer progression'ı gözlenmedi.

H_{β} emisyon bileşenleri de eşdeğer genişlik ve merkezi derinlikte değişim sergilediler. Her ne kadar merkezi absorpsiyon önemli miktarda değişmediyse de, belirgin bir V/R değişimi gözlemlendi.

4. Morötesi Spektrumlar

Ψ Per'in morötesi spektrumlarının kısa bir tanımını verelim:

Si IV çizgileri asimetric ve kısa dalgaboyuna kaymıştır, ve her iki spektrum da çok açık profil değişimleri sergiler. İkinci spektrumda bu çizgi muhtemelen Fe III ile blend olan kısa dalgaboyuna kaymış (-171 km/s) bir bileşene sahiptir. C IV çizgisi Si IV çizgisine

benzer; profil değişimleri ve kısa dalgaboyuna kaymış (-138 km/s) ikincil bileşen gözlenmiştir (Şekil 2).

Al III ve Fe III (UV34) çizgileri her iki spektrumda da kuvvetli, kısa dalgaboyuna kaymış ve asimettiktir. Mg II çizgileri çift-tepeli emisyon ve kuvvetli bir kaymamış absorpsiyon bileşeni gösterirler. Emisyon bileşenlerinde V/R değişimleri gözlenir.

Si II (UV2,3) çizgileri kuvvetlidirler ve yıldıza ait simetrik bileşen üzerine binmiş yıldız-çevresine ait keskin bir bileşenden ibarettirler. Kısa dalgaboyuna kaymış keskin bileşenler muhtemelen yıldız çevreleyen bir zarfta (CSE) yaklaşık -30 km/s'lik bir radyal hızla ortaya çıkarlar.

Çeşitli simetrik ve kaymamış, muhtemelen CSE orijinli temel seviye düşük iyonizasyon çizgileri gözlenmiştir. C II (UV1), Al II (UV1), O I (UV2), C I (UV2) ve Si II (UV1).

Uzun dalgaboyu bölgesinde yıldızlararası ortamda oluşan Fe II (Mult. 1, 2, 3) ve Mg I λ 2852.1 Å çizgileri mevcut olup profilleri dar ve kaymamıştır.

5. Sonuç

Çalışmada dikkati çeken noktaları şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Hidrojen çizgileri, merkezi bir absorpsiyon bileşeni bulunan çift-tepeli, asimettik ve uzanımı değişken kanatlara sahip emisyon sergilerler. Dar merkezi absorpsiyon bileşeni (shell bileşeni) şiddet, süreklilikteki tam genişlik ve eşdeğer genişlik değişimleri gösterir. H γ da sözkonusu dar bileşenin her iki kenarında zayıf emisyon bileşenleri vardır. H β profillerinde belirgin bir V/R değişimi gözlenmiştir. H Balmer çizgileri n=17'ye kadar görülmektedir. Optik spektrumda "shell etkisi" belirgindir.

- He I çizgilerinde shell bileşenleri yoktur. He I λ 4471 Å, Mg II λ 4481 Å ve He I λ 5875 Å çizgileri profil değişimleri gösterirler. Ca II λ 3933, 3968 Å ve Na I λ 5889, 5895 Å çizgileri zayıftır.

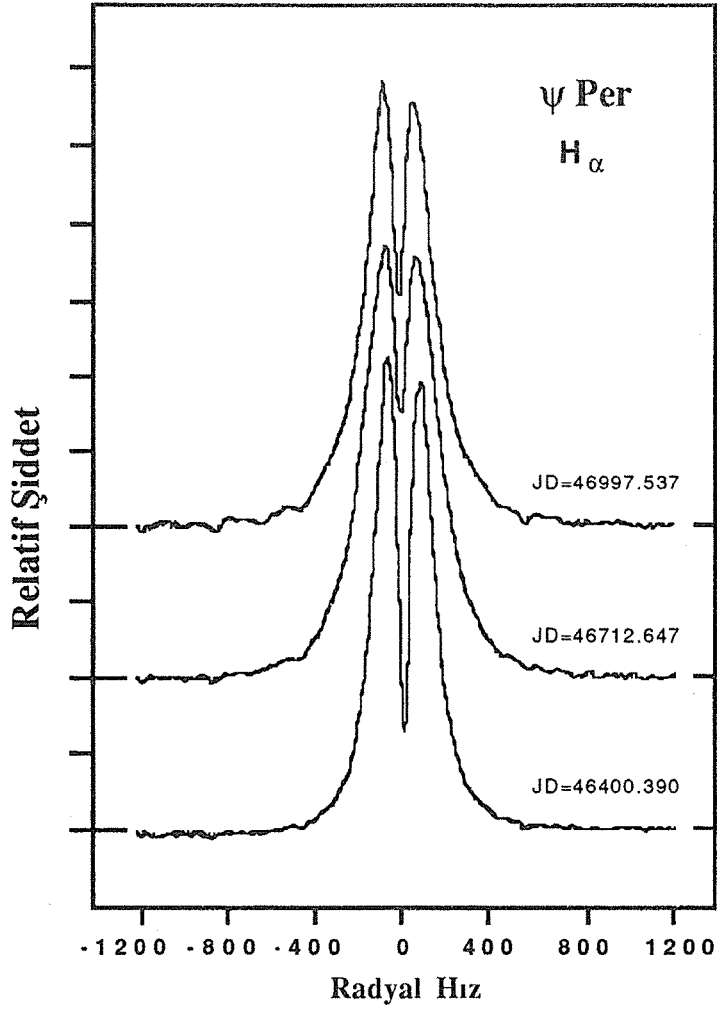
- Fe II çizgileri, merkezlerinde dar absorpsiyon bileşenleri bulunan çift-tepeli emisyon profilleri sergilerler. Fe II λ 4923 Å çizgisi bir P Cygni profiline sahiptir.

- Balmer progression'u gözlenmedi.

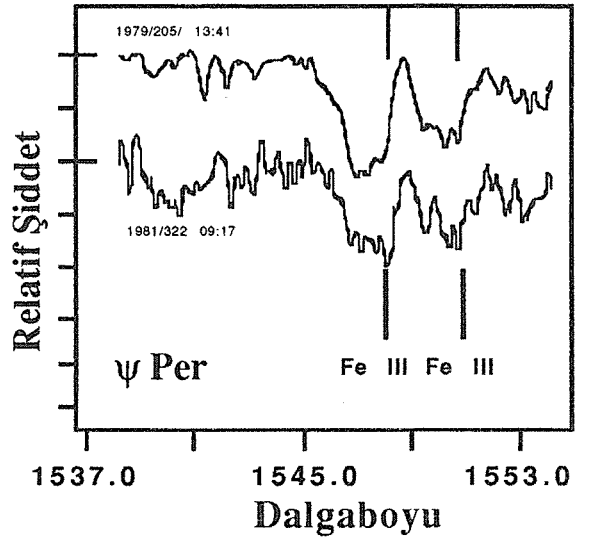
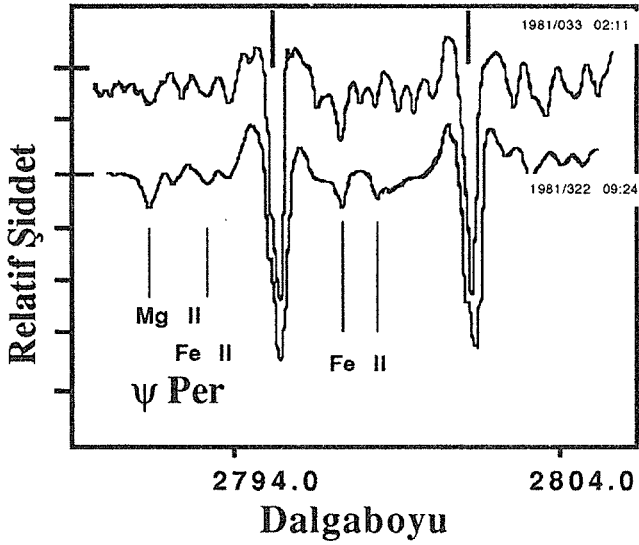
- Morötesi spektrumlarda çizgi profilleri asimettik ve kısa dalgaboyuna kaymıştır. Mg II çizgileri çift-tepeli emisyon ve kuvvetli bir kaymamış absorpsiyon bileşeni gösterirler. Emisyon bileşenlerinde V/R değişimleri gözlenir.

Kaynaklar

- Dachs J.: 1987, "Physics of Be Stars", eds. A. Slettebak, T. P. Snow, Cambridge Uni. Press, Cambridge
- Jaschek M., Hubert-Delplace A. M., Hubert H., Jaschek C.: 1980, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 42, 103
- Moore C. E.: 1945, Contr. Princeton Univ. Obs., No.20
- Pasian F., Rusconi L., Sedmak G., 1982, Pub. O.A.T., No.806 ve 807



ŞEKİL 1



ŞEKİL 2