

## SW LAC'IN TUG - TFOSC TAYFLARI

Hakan V. ŞENAVCI<sup>1</sup>, Berahitdin ALBAYRAK<sup>1</sup>, Selim O. SELAM<sup>1</sup>, Cemal AYDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100 Tandoğan-Ankara

### Özet

Bu çalışmada, W UMa türü bir örten çift yıldız olan SW Lac'ın 11 – 12 Eylül 2007 ve 06 Ekim 2007 tarihlerinde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin (TUG) RTT150 teleskobuna bağlı TFOSC tayfçekerisi ile 9 + 11 numaralı grismeler kullanılarak elde edilen Echelle tayflarının indirgeme sonuçları verildi. Bununla birlikte yıldızın farklı yörünge evrelerinde elde edilmiş tayflarındaki H $\alpha$  çizgi profilleri Montes (1995) tarafından geliştirilen STARMOD programı kullanılarak modellendi ve sistemin aktivite düzeyi ile ilgili ön sonuçlar tartışıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Örten çift yıldızlar, tayfsal analiz, yıldız aktivitesi, SW Lac

### Abstract

In this study the reduction results of Echelle spectra of the W UMa type eclipsing binary SW Lac obtained during the nights of 11 – 12 September and 06 October 2007 at TÜBİTAK National Observatory (TUG) by using 9 + 11 grisms with TFOSC spectrograph attached to RTT150 telescope were given. Moreover, H $\alpha$  line profiles of spectra obtained for different orbital phases were modelled by using the STARMOD software developed by Montes (1995) and the preliminary results about the activity level of the system is discussed.

**Keywords:** Eclipsing binary stars, spectral analysis, stellar activity, SW Lac

### 1. Giriş

Yıldızlarda, zaman içerisinde düzenli veya düzensiz değişim gösteren ışınım özellikleri farklı birçok olgu ile açıklanabilir. Geç tayf türünden yakın çift yıldızlarda görülen ışık değişimi, örtme-örtülme, yörünge parametreleri ve şekil bozulması gibi geometrik olgular dışında manyetik aktivitenin varlığına da atfedilmektedir. Bu duruma ilişkin nedenleri araştırmada kullanılan en önemli belirteçler, dönem değişimi karakteristiği, ışık eğrisi genliğinin değişimi ve tayfsal aktivite belirteci çizgilerdir.

Bu çalışmada sezonluk ışık değişimi gösteren ve literatürce birçok araştırmacı tarafından (Brownlee (1957), Bookmyer (1965), Muthsam & Rakos (1974), Leung ve diğ. (1984), Niarchos (1987), Lafta ve Grainger (1985), Pena vd. (1993), Jeong ve diğ. (1994), Pribulla ve diğ. (1999), Albayrak ve diğ. (2004)) bu davranışı doğrulanan kısa dönemli ( $P \sim 0^{\text{gün}}.32$ ) W UMa türü bir çift sistem SW Lac ( $V_{\text{max}} = 8^{\text{m}}.91$ , HD 216598, BD+37 4717, HIP 113052) yıldızının tayfsal analizler yardımıyla uzun dönemli ışık değişim doğası ve bileşen yıldızların yüzey parlaklık dağılımındaki değişimi incelendi.

## 2. Tayfsal Gözlemler

SW Lac'ın tayfsal gözlemleri TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan RTT-150 teleskobuna bağlı TFOSC (TUG Faint Object Spectrograph and Camera) tayfçeki ile 11-12 Eylül ve 6 Ekim 2007 tarihlerinde yapıldı. Ancak 6 Ekim 2007 tarihinde hava koşullarının kötü olması nedeniyle tayflar analizde kullanılmadı. İlgili tayfçekin özellikleri doğrultusunda 9 + 11 numaralı grismeler kullanılarak 3000 – 9000 Å dalgaboyu aralığında, çözünürlüğü  $R \sim 5000$  olan ve 13 adet eşel tayf elde edildi. Analiz esnasında kullanılacak HD 3651 (K0 V) ve HD 188512 (G9.5 IV) referans yıldızlarının tayfsal gözlemi de yine aynı tarihlerde aynı optik düzenek kullanılarak yapıldı. İndirgemedede kullanılacak Halojen Flat ve Bias tayflarının yanısıra dalgaboyu kalibrasyonu için kullanılacak lambda tayfı olarak da FeAr lambasının tayfları alındı. SW Lac ve referans yıldızlarının tayfları IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programı kullanılarak indirgendi. İndirgeme esnasında başlıklara (header) gerekli bilgilerin girilmesi, masterbias görüntüsünün oluşturulması, OTZ (overscan, trimsection ve bias) düzeltilmesi, masterflat görüntüsünün oluşturulması, normalize flat görüntüsünün oluşturulması, tayfların çıkarılması, dalgaboyu kalibrasyonu, HJD düzeltilmesi, Doppler düzeltilmesi ve tayfların normalizasyonu adımları izlendi. SW Lac'a ait yapılan tayfsal gözlemlere ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verildi.

**Çizelge 1:** SW Lac'ın tayfsal gözlemlerine ilişkin bilgiler

Dosya Adı	Başlangıç – Bitiş Zamanı	Evre Aralığı
11.09.2007 SW Lac Gözlemleri		
sw000008	UT başl: 20:38:29	0.567 – 0.580
	UT bitiş: 20:44:55	
sw000009	UT başl: 20:46:09	0.585 – 0.609
	UT bitiş: 20:57:35	
sw000010	UT başl: 21:01:50	0.619 – 0.667
	UT bitiş: 21:23:16	
sw000011	UT başl: 22:12:28	0.771 – 0.819
	UT bitiş: 22:33:55	
sw000012	UT başl: 23:52:06	0.988 – 0.033
	UT bitiş: 00:13:33	
sw000013	UT başl: 00:25:57	0.061 – 0.107
	UT bitiş: 00:47:23	
sw000014	UT başl: 00:49:19	0.111 – 0.159
	UT bitiş: 01:10:46	
12.09.2007 SW Lac Gözlemleri		
sw000003	UT başl: 20:57:07	0.727 – 0.774
	UT bitiş: 21:18:33	
sw000004	UT başl: 21:30:14	0.798 – 0.863
	UT bitiş: 22:01:41	
sw000005	UT başl: 23:20:43	0.036 – 0.084
	UT bitiş: 23:42:09	
sw000006	UT başl: 18:34:40	0.417 – 0.465
	UT bitiş: 18:56:07	
	UT bitiş: 21:20:04	

## 3. Tayfsal Analiz

Yıldızların kromosferik - fotosferik aktiviteye sahip olduğunu belirlemekte kullanılan dönem değişimi karakteristiği ve ışık eğrisi genliğinin değişiminin incelenmesi, fotometrik gözlemlere dayanmaktadır. Ancak bu iki belirteç kromosferik - fotosferik aktivitenin varlığı için yeterli değildir. Fotometrik gözlemlerle tayfsal gözlemlerin birleştirilmesi durumunda aktiviteye ilişkin çok daha net sonuçlara ulaşılabilir. Soğuk yıldızların üst atmosfer katmanlarında sıcaklığın farklı değerlere sahip olması tayfta dağınık çizgilerin oluşmasına

neden olmaktadır. Gözlenen tayfta bu çizgilere ilişkin özellikler ortaya konduğunda, ait olduğu katmanlar ve onları oluşturan fiziksel süreçler yorumlanabilmektedir. Soğuk yıldızlarda model atmosferlerin öngördüğü değerlerden farklı olarak moröte, optik ve kırmızıöte bölgede zamanla değişim gösteren “artık ışınım” ların var olduğu bilinmektedir. Bu artık ışınımların yıldız türlerine göre farklı nedenleri bulunmaktadır. Soğuk yıldızlarda artık ışınımın varlığı, bu yıldızlarda kromosfer ve korona varlığına en önemli delil sayılmaktadır (Noyes ve diğ. (1966)). Bununla birlikte tayfta görülen bazı elementlere ilişkin salma yapıları yıldızın kromosferik aktivite gösterdiğine doğrudan delil sayılmaktadır (Montes ve diğ. (2000)). Soğuk yıldızların tayfinda gözlenen H $\alpha$  ( $\lambda$ 6563) ve diğer Balmer çizgileri orta kromosferde oluşmakla beraber sadece aktif yıldızlarda salma çizgileri şeklinde görülmektedir. Ca II H & K rezonans çizgilerinin soğuk yıldızların tayfinda salma yapısı şeklinde görülmesi ve dönme hızına bağlı olarak şiddetinin değişimi, bu çizgilerin o yıldızda genişlemiş bir kromosfer katmanının bulunmasına ve belli ölçüde manyetik alan üretilmiş olduğuna bağlanmaktadır (Wilson (1968)). Buna ek olarak Na I D<sub>1</sub> ve D<sub>2</sub> çizgileri ile Mg Ib triplet çizgileri de üst fotosfer ve alt kromosferde oluşan önemli fotosferik aktivite belirteci çizgiler olarak gösterilmektedir (Montes ve diğ. (2000)).

Yıldızların tayfinda, yukarıda bahsedilen çizgilere ilişkin salma yapılarının varlığı, o yıldızın aktivite gösterdiğine doğrudan delil sayıldığı gibi, ilgili çizgilerin soğurma şiddetlerinin olması gerekenden daha düşük şiddette görülmesi de aktivitenin bir ölçüsü olarak gösterilmektedir (Montes ve diğ. (2000)). Bu bağlamda aktivitesi araştırılan bir yıldızın tayfindaki aktivite belirteci çizgiler, aktif olmadığı bilinen benzer tayf türünden ve ışınım sınıfından bir yıldızın tayfindaki aktivite belirteci çizgilerle şiddet bakımından karşılaştırılarak aktivitenin varlığı ve / veya düzeyi belirlenebilmektedir. SW Lac’ın gözlenen tayfindaki ilgili aktivite belirteci çizgiler incelendiğinde herhangi bir salma yapısı olmadığı görüldü. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında SW Lac’ın tayfindaki aktivite belirteci çizgilerin, aktif olmadığı bilinen yıldızların tayfindaki aktivite belirteci çizgilerle şiddet bakımından karşılaştırılması yapıldı. Tayfsal gözlemleri SW Lac’ın tayfsal gözlemleri ile aynı tarihlerde yapılan karşılaştırma yıldızları HD 188512 (G9.5 IV) ve HD 3651 (K0 V), Montes ve diğ. (2000) tarafından oluşturulan veritabanından alındı. Bu veritabanındaki yıldızların bir kısmı aktif olmadığı bilinen ve bu türden karşılaştırmalar için referans yıldız olarak kullanılabilir yıldızlar iken, bir kısmı da aktif olduğu bilinen ve aktivite düzeyi yüksek olan yıldızlar için kullanılan referans yıldızlarıdır.

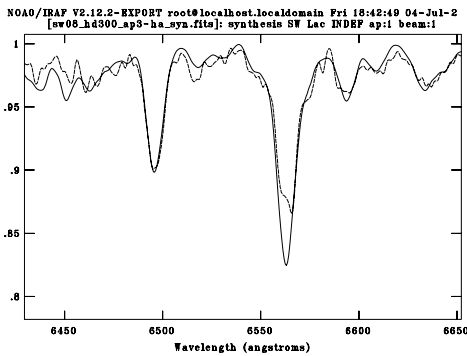
Karşılaştırılacak yıldızların farklı dönme hızlarına sahip olmaları, tayf çizgilerinin genişliklerini farklı şekilde etkileyecektir. Böyle bir durumda herhangi bir karşılaştırma yapmak söz konusu değildir. Dolayısıyla bu türden bir karşılaştırma yapılabilmesi için çizgi genişlemesini önemli derecede etkileyen dönme hızının etkisini ortadan kaldırmak gerekir. Bu etkiyi ortadan kaldırarak tayfların karşılaştırılmasına dayalı bir yöntem Barden (1984)’in bazı RS CVn ve W UMa türü çift yıldızların H $\alpha$  çizgilerinin incelenmesine dayalı çalışmasında kullanıldı. Program, daha sonra Montes (1995) tarafından geliştirilerek IRAF programı yardımıyla çalışır bir hale getirildi ve bazı eklentiler yapıldı.

C programlama dili ile yazılmış ve LINUX platformunda komut satırında çalışan bu programa gerekli bilgiler bir metin dosyası yardımıyla okutulmaktadır. Bu metin dosyasına aktivitesi araştırılan yıldızın ve referans yıldız(lar)ının normalize tayfinin bulunduğu fits uzantılı dosyaların adı, çıktıda programın üreteceği sentetik tayf ve fark tayfin adı, dönme hızı ve radyal hızı belirlemek için yapacağı iterasyon sayısı, yöntemi uygulayacağı dalgaboyu aralığı (piksel cinsinden), seçimlik olarak yöntemin uygulanması istenmeyen dalgaboyu aralığı (piksel cinsinden), sabit tutulabilen veya serbest bırakılabilen dönme hızı, radyal hız ve ağırlık parametreleri ile tayfin formatı ve mertebesi girilmektedir. Burada ağırlık parametresi, tayfta her iki bileşenden gelen katkıyı modelleyebilmek için kullanılmaktadır. Bu durumda birden fazla referans yıldız kullanmak gerekmektedir. “Spectral Subtraction Technique”

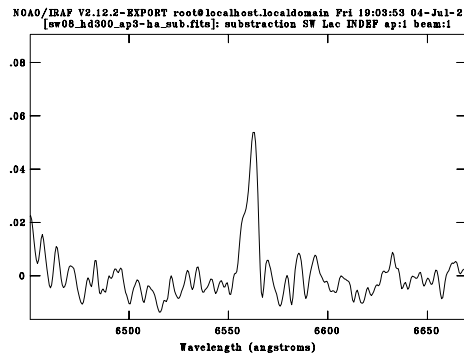
olarak adlandırılan bu yöntem aktif olmadığı bilinen bir yıldızın tayf çizgilerini, aktivitesi araştırılan yıldızın dönme hızını hesaba katarak genişletmekte ve yıldızların öz hareketinden kaynaklanan kaymayı da ortadan kaldırmaktadır. Dolayısıyla program yardımıyla referans yıldızının tayfi kullanılarak, aktivitesi araştırılan yıldızın dönme hızına eşit hızda dönen ve aynı öz harekete sahip olan bir sentetik yıldız tayfi elde edilmektedir. Üretilen bu sentetik tayf, manyetik aktif olmadığı bilinen bir yıldızın tayfindan üretildiğinden dolayı aktivite belirteci çizgilerin soğurma şiddetleri “sakin” bir yıldızın tayfindaki ilgili çizgilerin soğurma şiddetleri ile aynı olacaktır. Bu sayede aktivitesi araştırılan yıldızın aktivite belirteci çizgileri, üretilen sentetik tayfin aktivite belirteci çizgileri ile karşılaştırılabilir duruma gelir. Program, sentetik tayf üretmesinin yanısıra aktivitesi araştırılan yıldızın tayfinin sentetik tayftan olan farkını da vermektedir. Fark tayfinda aktivite belirteci çizgilerde görülen bir salma yapısı, o çizgi şiddetinin manyetik aktif olmayan bir yıldızda görülmesi gereken çizgi şiddetinden daha az olduğunun, yani aktivite belirtecinin bir göstergesidir.

Bu çalışmada, SW Lac’ın farklı evre aralıklarında alınmış tayflarından H $\alpha$  çizgisinin bulunduğu bölgeler STARMOD programı kullanılarak modellendi. Modelde referans yıldızı olarak SW Lac ile aynı tayf türü ve aynı ışınım sınıfına sahip olan HD 3651 yıldızı kullanıldı. Kuramsal çakıştırma yapılırken dikkat edilen en önemli nokta, yaklaşık 6495 Å’da görülen CaBaFe çizgilerinin meydana getirdiği blend çizginin, şiddet bakımından aktiviteden etkilenmiyor olması nedeniyle, model ile tam olarak uyum göstermesi idi. Bununla birlikte modelleme esnasında dikkat edilen bir diğer parametre dönme hızıdır. Dönme hızı parametresi evreden evreye farklılık göstermeyeceğinden yapılan modelde 195 km/sn’de sabit tutulmuştur. Dönme hızının yanısıra dikkat edilmesi gereken bir başka parametre de ağırlık parametresidir. Bu parametre programa girilen referans yıldızlara ait tayfların sentetik tayfa olan katkısını belirlemektedir. Özellikle örten çift yıldızların STARMOD programı ile modellenmesinde evreye bağlı olarak bileşenlerin tayfa katkı sağlayan yüzeylerinin değişmesi, ağırlık parametresini önemli hale getirmektedir. Bu bağlamda farklı evre aralıklarında SW Lac’ın H $\alpha$  çizgi profillerine yapılan kuramsal çakıştırma aşağıda verilmiştir:

- 0.567 – 0.580 evre aralığına ait tayfta H $\alpha$  çizgisinin kırmızı tarafının mavi tarafa nazaran daha şiddetli olduğu görülmektedir. Bu da leke aktivitesinin bu evrede bize yaklaşan tarafta daha etkin olduğunu göstermektedir. Yapılan kuramsal çakıştırmada CaBaFe çizgisinin uyumu dikkate alındı. Buna göre ilgili evre aralığı için yapılan model ve fark tayfi sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterildi. Burada radyal hızlar ( $V_{rad1}=121.15$  km/sn,  $V_{rad2}=-65.70$  km/sn) ve ağırlık parametreleri ( $w_1=0.462$ ,  $w_2=0.538$ ) serbest bırakılarak program tarafından belirlendi.

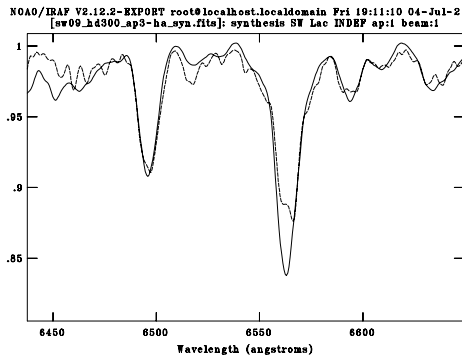


**Şekil 1:** SW Lac’ın 0.567 – 0.58 evresindeki tayfi ile ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayf

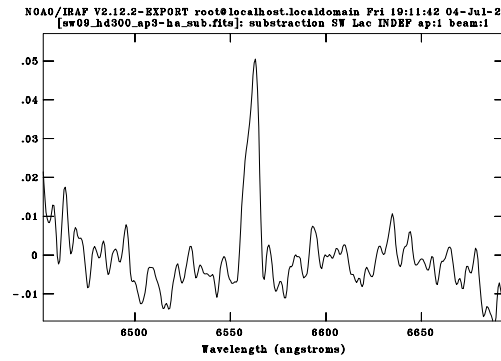


**Şekil 2:** SW Lac’ın 0.567 – 0.58 evresindeki tayfinin ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayftan olan farkı

- 0.585 – 0.609 evre aralığına ait tayfta bir önceki tayfa benzer bir yapı görülmektedir. Bu da leke aktivitesinin bu evrede de bize yaklaşan taraftaki etkinliğinin devam ettiğini göstermektedir. Yapılan modelde radyal hızlar ( $V_{rad1}=152.10$  km/sn,  $V_{rad2}=-66.95$  km/sn) ve ağırlık parametreleri ( $w_1=0.435$ ,  $w_2=0.565$ ) serbest bırakılarak program tarafından belirlendi. Bu evrede bir önceki evreye nazaran arkada kalan ikinci bileşenin gözlemciye daha da yaklaşarak tayfa daha büyük bir katkı yaptığı gözönünde bulunduruldu. Buna göre ilgili evre aralığı için yapılan model ve fark tayfı sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4’de gösterildi.

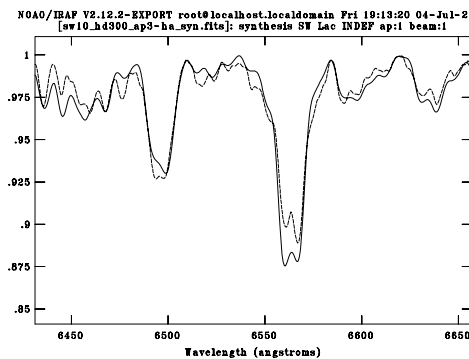


**Şekil 3:** SW Lac’ın 0.585 – 0.609 evresindeki tayfı ile ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayf

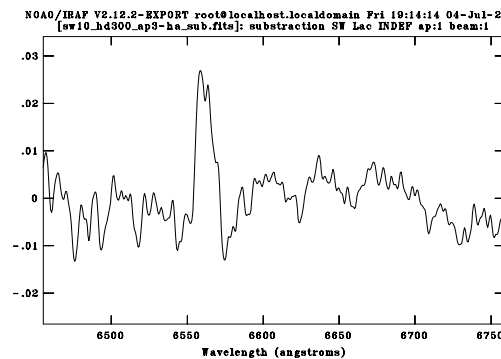


**Şekil 4:** SW Lac’ın 0.585 – 0.609 evresindeki tayfının ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayftan olan farkı

- 0.619 – 0.667 evre aralığına ait tayfta her iki bileşenden gelen katkı açıkça görülebilmektedir. Burada bize yaklaşan, yani mavi taraftaki  $H\alpha$  katkısı kırmızı taraftaki katkıdan daha düşük şiddettedir. Yapılan modelde ağırlık parametresi, ışık eğrisi modeli ile elde edilen ışınım gücü parametresi gözönünde bulundurularak  $w_1=0.505$  ve  $w_2=0.495$  olarak alındı. Bunun nedeni bu evrede herhangi bir örtme örtülme gerçekleşmediğinden bileşenlerin kesirsel ışınım gücü değerlerinin doğrudan alınması gerektiğidir. Radyal hızlar ( $V_{rad1}=202.60$  km/sn,  $V_{rad2}=-120.30$  km/sn) serbest bırakılarak program tarafından belirlendi. Buna göre ilgili evre aralığı için yapılan model ve fark tayfı sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6’da gösterildi.



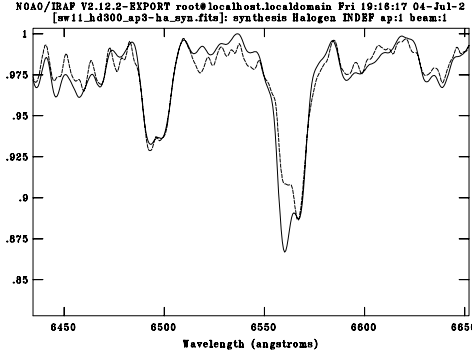
**Şekil 5:** SW Lac’ın 0.619 – 0.667 evresindeki tayfı ile ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayf



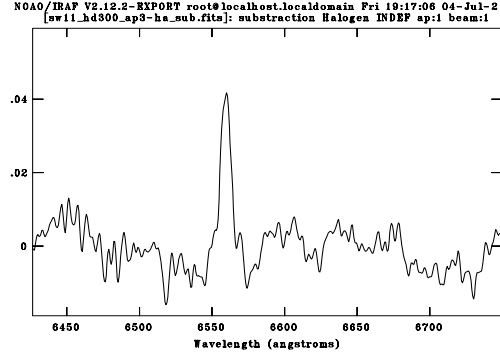
**Şekil 6:** SW Lac’ın 0.619 – 0.667 evresindeki tayfının ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayftan olan farkı

- 0.771 – 0.819 evre aralığına ait tayfta kırmızı taraf mavi tarafa göre bir önceki tayfa nazaran daha da şiddetli görülmektedir. Yani bize yaklaşan ikinci bileşene ait  $H\alpha$  çizgi profili şiddet olarak azalmıştır. Bu da bize bu evre aralığında lekenin etkisinin daha da

artmış olduğunu göstermektedir. Yapılan modelde her iki bileşenden gelen katkının görülebilmesi açısından radyal hızlar sabit tutulup  $V_{rad1}=-120.60$  km/sn,  $V_{rad2}=215.00$  km/sn olarak alındı. Benzer şekilde ağırlık parametreleri de  $w_1=0.560$  ve  $w_2=0.440$  değerlerinde sabit tutuldu. Buna göre ilgili evre aralığı için yapılan model ve fark tayfı sırasıyla Şekil 7 ve Şekil 8’de gösterildi.

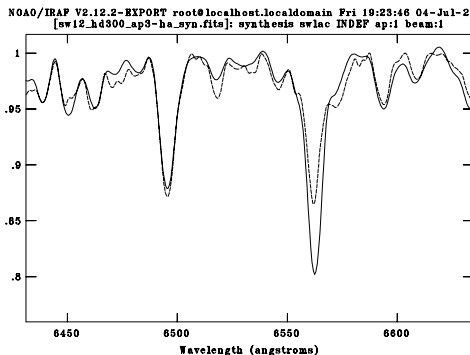


**Şekil 7:** SW Lac’ın 0.771 – 0.819 evresindeki tayfı ile ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayf

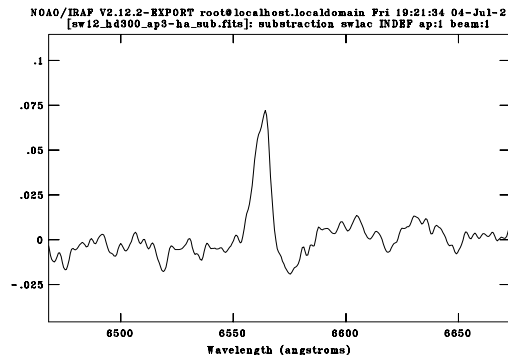


**Şekil 8:** SW Lac’ın 0.771 – 0.819 evresindeki tayfının ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayftan olan farkı

- 0.988 – 0.033 evre aralığına ait tayf birinci minimuma denk gelmektedir. Bu evreye ilişkin  $H\alpha$  çizgi profili, diğer evrelerdekine nazaran dar bir yapıya sahip olması bakımından farklılık göstermektedir. Bu evre aralığında örtülen bileşen yaklaşık %10 luk bir katkıyla tayfta etkisini hissettirmektedir. Bunun nedeni, birinci minimumun tam tutulma şeklinde gerçekleşmemesinden kaynaklanmaktadır. Profilin, diğer evrelerdeki profillere nazaran daha dar bir yapı göstermesi dönme hızının değişmesi gibi algılanmamalıdır. Bu yapı, ilgili evre aralığında leke etkisinin oldukça büyük olmasına atfedilebilir. Buna göre yapılan modelde dönme hızı parametresi değiştirilmeden 195 km/sn’de sabit tutuldu. Radyal hız parametreleri de uygun bir şekilde  $V_{rad1}=-1.25$  km/sn,  $V_{rad2}=1.25$  km/sn olarak alındı. Ağırlık parametresi örtülen bileşenin oldukça düşük olan katkısı gözönünde bulundurularak  $w_1=0.9$  ve  $w_2=0.1$  değerlerinde sabit tutuldu. Buna göre ilgili evre aralığı için yapılan model ve fark tayfı sırasıyla Şekil 9 ve Şekil 10’da gösterildi.



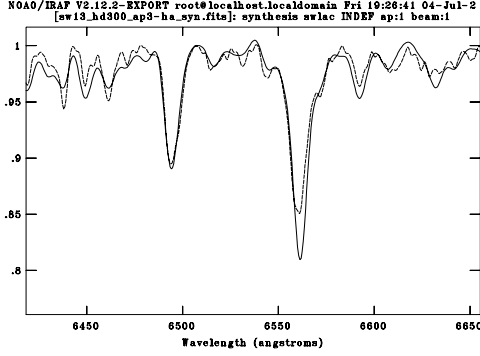
**Şekil 9:** SW Lac’ın 0.988 – 0.033 evresindeki tayfı ile ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayf



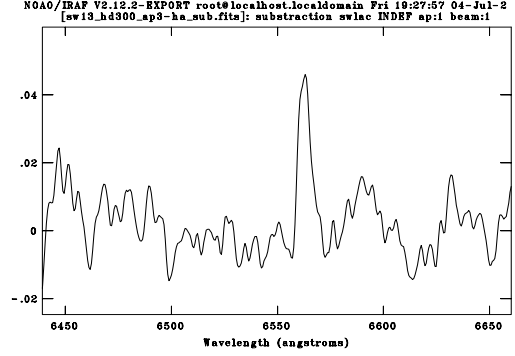
**Şekil 10:** SW Lac’ın 0.988 – 0.033 evresindeki tayfının ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayftan olan farkı

- 0.061 – 0.107 evre aralığına ait tayfta ana bileşen örtülmeden çıkmış ve bize yaklaşıyor durumdadır. Tayftaki  $H\alpha$  çizgi profiline bakıldığında kırmızı tarafın yine

mavi tarafa nazaran daha şiddetli olduğu görülmektedir. Yapılan modelde bizden uzaklaşan tarafta şiddetli bir artık ışınımın varlığı açıkça görülebilmektedir. Radyal hız parametreleri ( $V_{rad1}=-104.80$  km/sn,  $V_{rad2}=19.05$  km/sn) ve ağırlık parametreleri ( $w_1=0.532$ ,  $w_2=0.468$ ) serbest bırakılarak program tarafından belirlendi. Buna göre ilgili evre aralığı için yapılan model ve fark tayfı sırasıyla Şekil 11 ve Şekil 12’de gösterildi.

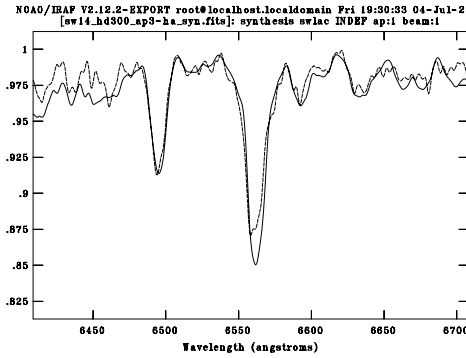


**Şekil 11:** SW Lac’ın 0.061 – 0.107 evresindeki tayfı ile ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayf

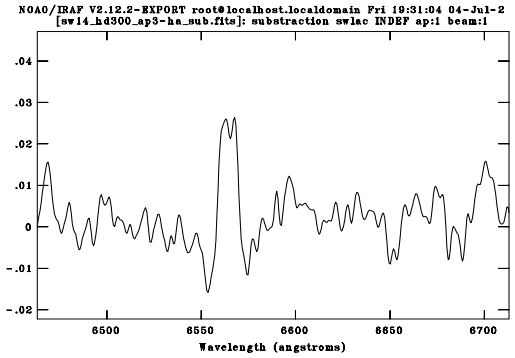


**Şekil 12:** SW Lac’ın 0.061 – 0.107 evresindeki tayfının ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayftan olan farkı

- 0.111 – 0.159 evre aralığına ait tayfta H $\alpha$  çizgi profiline bakıldığında mavi tarafın daha şiddetli olduğu görülmektedir. Bu da bize lekесiz bileşenin tayfa olan katkısının arttığını gösterir. Yapılan modelde Radyal hız parametreleri ( $V_{rad1}=-142.20$  km/sn,  $V_{rad2}=118.85$  km/sn) ve ağırlık parametreleri ( $w_1=0.522$ ,  $w_2=0.478$ ) serbest bırakılarak program tarafından belirlendi. Buna göre ilgili evre aralığı için yapılan model ve fark tayfı sırasıyla Şekil 13 ve Şekil 14’de gösterildi.



**Şekil 13:** SW Lac’ın 0.111 – 0.159 evresindeki tayfı ile ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayf



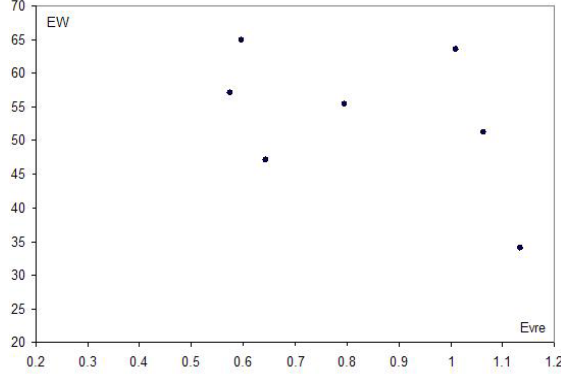
**Şekil 14:** SW Lac’ın 0.111 – 0.159 evresindeki tayfının ilgili evre aralığı için üretilen sentetik tayftan olan farkı

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada Yapılan tayfsal analizlerle sistemin farklı evre aralıklarında alınmış tayflarındaki H $\alpha$  çizgisinin profil değişimi incelenerek modellenmeye çalışıldı. Bu modelde aynı tayf türünden ve ışınım sınıfından bir referans yıldızı kullanılarak üretilen sentetik tayfların SW Lac’ın tayflarıyla karşılaştırılması yapıldı. Buna göre tüm evre aralıklarına ilişkin alınan tayflarda bir artık ışınım gözlemlendi.

Bu artık ışınımın evreye göre eşdeğer genişlikleri çizildiğinde en büyük iki şiddet 0.585 – 0.609 ile 0.988 – 0.033 evre aralıklarında görüldü. Buna göre yüzey parlaklık

dağılımındaki değişime neden olan leke benzeri yapıların bu evre aralıklarında baskın olduğu söylenebilir. Bu çalışma kapsamında diğer aktivite belirteci çizgiler için de benzer modeller yapılarak, ilgili çizgilerin de evreye karşılık eşdeğer genişlik değişimi incelenecek ve leke/lekelerin baskın olduğu bölgeler belirlenmeye çalışılacaktır. Dolayısıyla tayfsal ve fotometrik analizlerin birleştirilmesi sonucu elde edilen leke modeli daha kuvvetli temellere dayanmış olacaktır. Bu sayede sistemin tutulmalar dışında gerçekleşen ışık değişimi doğası net bir şekilde ortaya çıkarılacaktır.



**Şekil 15** H $\alpha$  çizgi profillerine ilişkin artık ışınımların eşdeğer genişliklerinin evreye göre değişimi

## Kaynaklar

- Albayrak, B., Djurasevic, G., Erkapic, S., Tanrıverdi, T. (2004), 'Modeling the changing spot features of SW Lacertae: A three year study', *Astronomy & Astrophysics*, 420, 1039-1045
- Barden, S. C. (1984), 'An H $\alpha$  Survey of Short Period RS CVn and W UMa Binaries: General Characteristics', *Bulletin of the American Astronomical Society*, 16, 893
- Bookmyer, B. B. (1965), 'A study of photoelectric observations of SW Lac', *Astronomical Journal*, 70, 415-433
- Brownlee, R. R. (1957), 'Photoelectric Observations of SW Lacertae', *Astrophysical Journal*, 125, 372-390
- Jeong, J. H., Kang, Y. W., Lee, W. B., Sung, E. C. (1994), 'Analysis of the IUE satellite and the ground-based observations of SW Lacertae', *Astrophysical Journal*, 421, 779-786
- Lafta, S. J., Grainger, J. F. (1985), 'New photoelectric observations of four W UMa systems - OO Aql, V839 Oph, V566 Oph, and SW Lac', *Astrophysics and Space Science*, 114, 23-72
- Leung, K.-C., Zhai, D., Zhang, R. (1984), 'A study of photoelectric observations of SW Lacertae', *Astronomical Society of the Pacific*, 96, 634-640
- Montes, D., Fernandez-Figueroa, M. J., de Castro, E., Cornide, M., Latorre, A., Sanz-Forcada, J. (2000), 'CaII H&K to CaII IRT echelle spectra', *yCat*, 41460103
- Montes, D., Martin, E. L., Fernandez-Figueroa, M. J., Cornide, M., de Castro, E. (1997), 'Library of high and mid-resolution spectra in the CA II H & K, H $\alpha$ , H $\beta$  NA i D1, D2, and He i D3 line regions of F, G, K and M field stars', *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 123, 473-485
- Montes, D. (1995), 'Study of the Chromospheric Activity in Binary Systems', *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 107, 503
- Muthsam, H., Rakos, K. D. (1974), 'Differential UBV photometry of SW Lac', *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 13, 127-132
- Niarchos, P. G. (1987), 'New photoelectric light curves and elements of SW Lacertae', *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 67, 365-371
- Noyes, R. W., Gingerich, O., Goldberg, L. (1966), 'On the Infrared Continuum of the Sun and Stars', *Astrophysical Journal*, 145, 344-347
- Pena, J. H., Hobart, M. A., Rodriguez, E. (1993), 'Observations and period variation analysis of the W UMa type star SW Lac', *Rev. Mex. Astron. Astrofis.*, 25, 63-69
- Pribulla, T., Chochol, D., Parimucha, S. (1999), 'Period and Light-Curve Study of the Eclipsing Contact Binary SW Lac', *Contributions of the Astronomical Observatory*, 29, 111-126
- Wilson, O. C. (1968), 'Flux Measurements at the Centers of Stellar h- and K-Lines', *Astrophysical Journal*, 153, 221-234