



## Yıldızlararası Ortamdaki On Farklı HII Bölgesinden Seçilen H $\alpha$ Tayf Sonuçları

Muhittin ŞAHAN<sup>\*1</sup>, H. İbrahim TIRAŞ<sup>1</sup>, Erdiñç BOLAT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 80000, Osmaniye, Türkiye*

*\*yazışılan yazar e-posta: muhittinsahan@osmaniye.edu.tr*

*(Alınış: 22.02.2018, Kabul: 05.04.2018, Yayımlanma: 31.05.2018)*

**Özet:** Bu çalışmada, DEFPOS tayfölçeri kullanılarak galaksimizdeki on farklı iyonize olmuş hidrojen kaynağından (Sh2-108, Sh2-119, Sh2-136, Sh2-206, Sh2-228, IC5146, IC444, NGC6572, NGC6960 ve NGC7380) elde edilen H $\alpha$  tayf sonuçlarını vermekteyiz. H $\alpha$  tayfları yıldızlararası ortamdaki iyonize gazın bazı fiziksel durumları (parlaklıkları, LSR'a göre hızları ve çizgi genişlikleri gibi) hakkında detaylı bilgi sağlamaktadır. Bu tayflardan, yapıların LSR'a göre hızları ve parlaklıkları sırasıyla, Sh2-108 için 28.16 km/s ve 160.48 R, Sh2-119 için 14.40 km/s ve 214.22 R, Sh2-136 için -20.08 km/s ve 458.63 R, Sh2-206 için -2.82 km/s ve 173.29 R, Sh2-228 için 20.21 km/s ve 163.64 R, IC5146 için -7.87 km/s ve 103.56 R, IC444 için -11.50 km/s ve 318.47 R, NGC6572 için -13.94 km/s ve 114.51 R, NGC6960 için -5.68 km/s ve 70.40 R NGC7380 için -47.48 km/s ve 524.271 R olarak bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Yıldızlararası Ortam, HII Bölgeleri, Gezegenimsi Bulutsular, Fabry-Perot Tayfölçerleri, DEFPOS

## Results of H $\alpha$ Spectra Selected from Ten Different HII Regions in the Interstellar Medium

**Abstract:** In this study, we give the results of the H $\alpha$  spectra obtained from ten different ionized hydrogen sources (Sh2-108, Sh2-119, Sh2-136, Sh2-206, Sh2-228, IC5146, IC444, NGC6572, NGC6960, and NGC7380) in our galaxy using DEFPOS spectrometer. The H $\alpha$  spectra provide detailed information about some physical conditions (such as the intensities, the LSR velocities, and the line widths) of the ionized gas in interstellar medium. From these spectra, velocities with respect to the LSR and intensities of the sources were found to be 28.16 km/s and 160.48 R for Sh2-108, 14.40 km/s and 214.22 R for Sh2-119, -20.08 km/s and 458.63 R for Sh2-136, -2.82 km/s and 173.29 R for Sh2-206, 20.21 km/s and 163.64 R for Sh2-228, -7.87 km/s and 103.56 R for IC5146, -11.50 km/s and 318.47 R for IC444, -13.94 km/s and 114.51 R for NGC6572, -5.68 km/s and 70.40 R for NGC6960, -47.48 km/s and 524.271 R for NGC7380, respectively.

**Key words:** Interstellar Medium, HII Regions, Planetary Nebulae, Fabry-Perot Spectrometers, DEFPOS

### 1. Giriş

Galaksilerin evrimi için oldukça büyük öneme sahip olan yıldızlararası ortam yaşam döngüsü ile hem yıldız oluşturan maddenin rezervuarı hem de yıldızların şu anki ve geçmiş

enerjilerinden gelen madde ve enerji deposu olarak iç içe geçmiş durumdadır. Yıldızlararası maddenin tamamına yakını yıldızlararası gazdan ve bu gazın da yaklaşık %90'ı hidrojen oluşmaktadır. Yıldızlararası ortamdaki hidrojen gazı; karanlık ve çok soğuk (T~10-20K) moleküler (H<sub>2</sub>) hidrojen bölgeleri, sıcak (T~100K) nötral atomik (H<sup>0</sup>) hidrojen bölgeleri ve sıcak (10<sup>4</sup> K), iyonize olmuş (H<sup>+</sup>) hidrojen bölgeleri (HII bölgeleri) olmak üzere üç bileşen halinde bulunmaktadır [1, 2].

HII bölgeleri O tipi yıldızları çevreleyen klasik HII bölgeleri ve galaksinin her tarafına dağılan sıcak iyonize olmuş ortam (Warm Ionized Medium: WIM) olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. O tipi yıldızlardan yayılan yüksek enerjili UV ışınları çevrelerindeki hidrojen gazının ısınmasına ve iyonlaşmasına neden olurlar. O tipi yıldız çevresinde iyonlaşmış hidrojenin bu parlayan bölgesinin oluşumu ilk kez 1939'da Bengt Stromgren tarafından tanımlanmıştır. Bu nedenle, yıldız çevresindeki klasik HII bölgeleri genellikle Strömngren küreleri olarak da adlandırılmaktadır [1, 3]. McKee ve Ostriker (1977) [4] modeline göre, sıcak (10<sup>4</sup>K), yayılmış iyonize hidrojen gazı soğuk HI bulutları ile çok sıcak (10<sup>6</sup>K), düşük yoğunluklu koronal gaz arasındaki geçiş bölgelerine yerleşmiş ve çevrelerindeki O tipi yıldızlardan ve süpernova kalıntılarında ortaya çıkan Lyman süreklilik akısı ile iyonlaştırılmaktadırlar. Bu nedenle, bu gazın varlığı, yıldızlararası ortam ve gökadanın daha düşük halesinin birleşimi ve bunların içindeki ısınma ve iyonlaşmanın temel işlevlerini anlamamız hakkında önemli ilişkiye sahiptirler [1, 2, 4-9]. Zayıf, yıldızlararası emisyon çizgileri ve pulsar dağılım ölçümlerinden elde edilen ölçümlere göre; HII bölgelerinin çoğu (%90), O tipi yıldızlardan oldukça uzağa dağılmış sıcak (~10<sup>4</sup>K), düşük yoğunluklu (~0.1 cm<sup>-3</sup>) ve tamamı iyonlaşmış ortam (WIM) bölgeleridir ve yıldızlararası ortamın en önemli bileşenini oluşturmaktadır [1, 10].

## 2. Materyal ve Metot

Yıldızlararası ortamdaki HII bölgeleri, gezegenimsi bulutsular, süpernova kalıntıları gibi iyonize olmuş ortamlardan gelen gelen sönük emisyon çizgilerinin (H $\alpha$ , [SII], [NII] ve [OIII]) ölçülmesinde geniş görüş alanlı Fabry-Perot tayfölçerleri oldukça kullanışlı aletlerdir [7, 11-15]. Fabry-Perot tayfölçerleri,  $\lambda/200$  oranında çok düz, paralel ve birer yüzeyleri yansıtma sabiti yüksek (H $\alpha$ 'da > %90) yarı geçirgen iki aynadan oluşmaktadır. Fabry Perot tayfölçerleri düşük gürültülü yüksek kuantum verimli CCD (Charged Coupled Device) kameraları ile birlikte kullanıldığında, yıldızlararası ortamın bu tür sönük kaynakların tayfsal çalışmalarının hızlı ve hassas yapılmasına olanak sağlamıştır [8, 12, 16, 17]. Bu amaçla, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (Bakırlıtepe, Antalya) bulunan RTT150 teleskopunun coude çıkışında kullanılmak üzere DEFPOS adı verilen çift etalonlu bir Fabry-Perot tayfölçeri geliştirilmiş ve test çalışmaları tamamlanarak 2007 yılından itibaren galaksimizden seçilen bölgelerdeki iyonize olmuş gazdan gelen H $\alpha$  çizgisini ölçmeye başlamıştır [15, 18-22]. DEFPOS tayfölçerinin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir [22]. Teleskop coude çıkışında kullanıldığında coude odak uzaklığı yaklaşık 7200 m'dir (f/48) ve açılal görüş alanı ~4'dir. DEFPOS'ta kullanılan Fabry-Perot etalonlarının etkin yüzey alanları yaklaşık 75 mm, etalonlar arasında kullanılan ayırıcılar 100  $\mu$ m ve 198 $\mu$ m'dir. Yüksek çözünürlüklü etalonun efektif finesse olarak adlandırılan etkin yansıma inceliği yaklaşık olarak 38, etalon yüzeylerinin yansıtıcılığı yaklaşık %90 (H $\alpha$ 'da), hız çözünürlüğü yaklaşık olarak ~17 km/s ve parazitli ışıkları ve H $\alpha$  'nın dışındaki ışıkların girişini engellemek için kullanılan filtrenin band aralığı (FWHM) (H $\alpha$ 'da) 15Å 'dür. Etalonlarda oluşan halka görüntüyü CCD kamerası üzerine odaklayan ayarlama

merceğinin etkin odak uzaklığı yaklaşık 17cm'dir. Bu şekilde CCD üzerinde yaklaşık 1 cm<sup>2</sup> çaplı bir halka görüntü oluşur. Tayfölgere bağlı ANDOR iKon-L Serisi CCD kamerası 2048×2048 aktif pixele sahip, sensör boyutu 27.6×27.6 mm, piksel boyutu 13.5µm×13.5µm kadardır [22].

**Tablo 1.** Fabry Perot tayf ölçerinin konfigürasyonu

Parametre	Değer
Etalon etkin alanı	75 mm
Etalon ayırıcılar	100 µm, 198 µm
Efektif Finesse	~38
Yansıtıcılığı	>90
Hız Çözünürlüğü	~17 kms <sup>-1</sup>
Etalon paralelliği	4 nm
Odaklama Merceği	17 cm
Filtre (FWHM) (H $\alpha$ 'da)	15 Å

CCD ile alınan galaktik görüntülerin tayf analiz işlemlerinden önce standart CCD indirgeme işlemlerine göre yapılmaktadır. Standart CCD indirgeme işlemleri kara akım (dark) çıkarma, kozmik ışınlar tarafından üretilen sıcak piksellerin atılması, düz-alana (flat) bölme ve bozuk piksel yapılarının temizlenmesi olarak özetlenebilir. İndirgemesi yapılan CCD görüntüleri halka toplama tekniği kullanılarak her biri 4 km/s'lik tayfsal çözünürlüklü 50 tane spektral elemente karşılık gelen iki boyutlu tayflara dönüştürülmektedir [16, 18-26]. HII bölgelerinden alınan ve CCD indirgemesi yapılan kaynakların parlaklık kalibrasyonları için NGC7000 (North American Nebulae: NAN) bulutsusunun  $\alpha_{2000} = 20^h58^m4^s$ ,  $\delta_{2000} = 44^{\circ}35'43''$  koordinatlarından alınan H $\alpha$  ışınım çizgisi kullanılmıştır [16, 18-23].

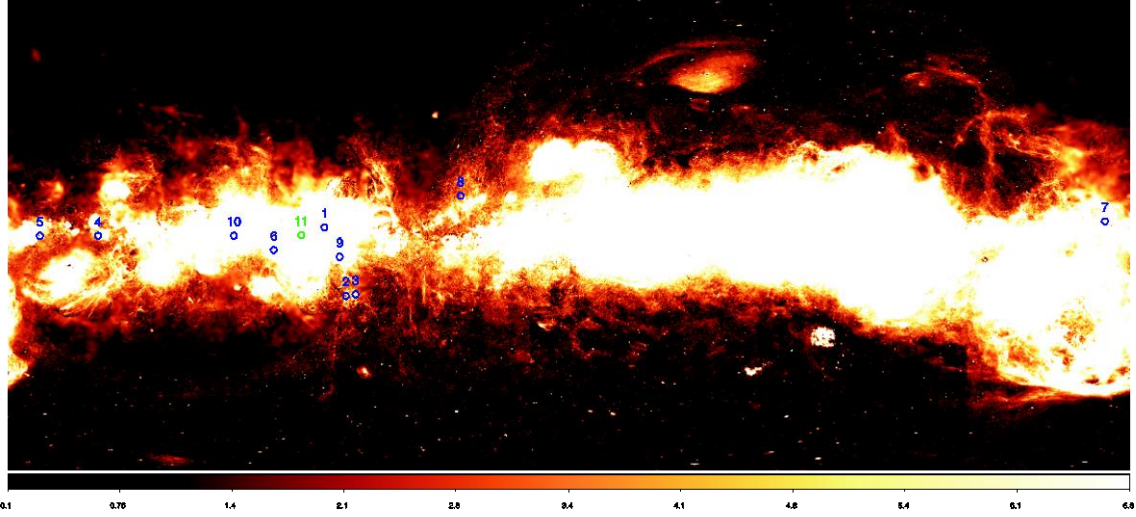
DEFPOS adını verdiğimiz Fabry-Perot tayfölgere, veri indirgemesi ve parlaklık kalibrasyonu hakkında detaylı olarak Şahan (2004, 2017) [18, 23] ve Şahan ve ark. (2009) [15] ve Şahan ve Yegingil (2017) [22] tarafından tartışılmışlardır.

### 3. Bulgular

Bu çalışmada DEFPOS tayfölgere kullanılarak galaksimizin farklı bölgelerinden 10 tane uzun poz süreli H $\alpha$  tayfi alınmıştır. Alınan tayflar Şekil 1'de verilen Samanyolu gökadasının H $\alpha$  haritası<sup>1</sup> üzerinde 1 ile 10 arasında numaralandırılmış mavi halkalar olarak gösterilmiştir. FITS formatında hazırlanmış haritanın renk indeksi Rayleigh (R) birimindedir [24]. Her halka 4' 'lık DEFPOS' un görüş alanını göstermektedir. Harita üzerinde işaretlenmiş olan 11 numaralı yeşil renkli halka, DEFPOS verilerinin parlaklık kalibrasyonu için kullanılan NGC7000 bulutsusundan merkezi koordinatını göstermektedir. Harita, kuzey gökyüzünün VTSS (Virginia Tech Spectral line Survey) ve güney gökyüzü için hazırlanmış olan SHASSA (H-Alpha Sky Survey Atlas) haritalarının

<sup>1</sup> [https://faun.rc.fas.harvard.edu/dfink/skymaps/halpha/data/v1\\_1/index.html](https://faun.rc.fas.harvard.edu/dfink/skymaps/halpha/data/v1_1/index.html)

birleşiminden 60 (FWHM) çözünürlükle hazırlanmış olan galaksimizin H $\alpha$  haritasını temsil etmektedir. Haritanın parlaklık kalibrasyonu için de rayleigh parlaklık biriminde hazırlanmış olan 1° açısal ve 8 km/s hız çözünürlüklü WHAM (Wisconsin H-Alpha Mapper) [8] haritası kullanılmıştır. Haritada galaktik düzlem civarındaki parlak olan bölgeler sıcak, iyonize hidrojen bölgelerinin yoğunluğunu göstermektedir. Haritanın altında verilen renk indeksi Rayleigh (R) birimindedir.



**Şekil 1.** Samanyolu gökadasının H $\alpha$  haritası [24]. Gökadanın orta düzleminde parlak bölgeler H $\alpha$  ışınımı oldukça fazla olduğunu göstermektedir. DEFPOS' un gözlemediği noktaların dağılımı harita üzerinde mavi halkalar ile gösterilmiştir.

Şekil 1'de verilen koordinatlardan alınan tayflar CCD görüntülerin halka toplama tekniği kullanılarak tayflara dönüştürülmüş ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de birinci sütunda kaynağın sıra numarası, ikinci sütunda kaynağın adı, üçüncü ve dördüncü sütunlarda sırasıyla kaynakların epoch 2000'e göre sağ açıklık ve deklinasyon cinsinden ekvatorial koordinatları, beşinci, altıncı ve yedinci sütunlarda sırasıyla kaynakların literatürden elde edilen kpc cinsinden uzaklıkları, açı dakikası cinsinden boyutları ve kadir cinsinden parlaklıkları verilmiştir. Son sütunda sırasıyla uzaklık, boyut, parlaklıkların alındığı referanslar, gözlem tarihi ve poz süresi belirtilmiştir.

Şekil 1'de verilen HII bölgelerinden ADU (Analog to Digital Unit) biriminde elde edilen H $\alpha$  tayfları gerekli kalibrasyonlar yapılarak hız (km/s), yarı genişlik (kms<sup>-1</sup>) ve parlaklık (R) değerlerine dönüştürülmüş ve sonuçlar Tablo 3'de özetlenmiştir. Tablo 3' de birinci ve ikinci sütunlar Tablo 2'e benzer şekilde kaynağın sıra numarası ve adı, üçüncü, dördüncü ve beşinci sütunlarda DEFPOS ile elde edilen verilerin sırasıyla hızları (km/s), yarı genişlik (FWHM) değerleri (kms<sup>-1</sup>) ve parlaklıkları (R) verilmiştir.

Son sütunda da bu çalışmada bulunan hız, yarı genişlik ve parlaklık değerlerinin literatürdekilerle karşılaştırılmasının referansı belirtilmiştir.

**Tablo 2.** 10 farklı Galaktik kaynağın özellikleri

No	Kaynak İsmi	$\alpha$ (sa:dk:s)	$\delta$ (°:':")	Uzaklık (kpc)	Boyut (')	Parlaklık ( $m$ )	Referans	Poz (s)
1	Sh2-108	20:22:34	+40:15:04	1.5 $\pm$ 0.4	180	2.2	[25,26]	3600
2	Sh2-119	21:18:24	+19:56:26	0.7 $\pm$ 0.25	160	4.2	[25,26]	3600
3	Sh2-136	21:16:29	+20:15:22	1.4 $\pm$ 0.4	5	3.0	[25,26,30]	3600
4	Sh2-206	04:03:13	+51:19:46	3.3 $\pm$ 0.8	50	3.0	[25,26]	3600
5	Sh2-228	05:13:34	+37:27:11	3.5	8	3.0	[25,26]	3600
6	IC5146	21:53:24	+47:16:00	1.0 $\pm$ 0.16	8	9.5	[25]	3600
7	IC444	06:18:34	+23:18:48		32	7.03	[25,26]	3600
8	NGC6572	18:12:06	+06:51:00	2.0	0.6x0.4	9.3	[32]	3600
9	NGC6960	20:45:38	+30:42:30	1400	11.5x9.8	7.0	[25,26,30]	3600
10	NGC7380	22:47:20	+58:07:55	3.4 $\pm$ 0.3	25	3	[25,26,30]	3600

Şekil 1 ve Tablo 2’de verilen kaynaklardan ölçülen tayfların CCD indirgemesi yapılarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve daha sonra halka toplama tekniği kullanılarak iki boyutlu tayfları elde edilmiştir (Şekil 2). Şekil 2’de verilen tayfların düşey eksenleri H $\alpha$  ışınım şiddetini ( $R/(\text{kms}^{-1})$ ), yatay eksenleri ise ışınım çizgilerin LSR’a (Local Standart of Rest: Durgun Yerel Standart) göre hızlarını ( $\text{kms}^{-1}$ ), göstermektedir. Her tayf için verilen noktalar her biri 4 km/s tayfsal aralığa karşılık gelen ölçüm değerlerini göstermektedir. Tayflar her biri 4 km/s hız biriminde 50 tayfsal elementten (içi dolu çember sembolü) oluşmakta ve böylece bir tayf 200 km/s hız aralığında galaktik H $\alpha$  ışınımının tamamı taranabilmektedir. Bu noktalardan geçen düz çizgiler ise tayfa teorik olarak uydurulan en uygun gauss eğrisini göstermektedir. Şekil 2’de verilen grafiklerin her birinde gösterilen yatay kesikli çizgiler tayfların sıfır seviyelerini, düşey kesikli çizgiler ise LSR hızlarının yerlerini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar bu gauss eğrisinin özelliklerini göstermektedir [15, 21, 22]. Şekil 2’de verilen kaynakların isimleri ve koordinatları her bir tayfin sol üst köşesinde verilmiştir. Alınan galaktik tayflar hakkında detaylı bilgi aşağıda verilmektedir. Ayrıca, tayfların altındaki ikinci grafikler residual olarak adlandırılan ölçülen ve uydurulan eğrilerdeki artık değerleri göstermektedir. Elde edilen veriler literatürden elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Özellikle Lockman (1989) [27] tarafından heliosentrik (güneş merkezli,  $V_{\text{HEL}}$ ) hız cinsinden elde edilen değerlerle karşılaştırmak için  $V_{\text{LSR}} = -V_{\text{HEL}} - 15.96 \text{ km/s}$  arasındaki ilişki kullanılarak hız dönüşümü yapılmıştır.

Sh2-108 (LBN077.61+01.59; LBN234) kaynağı Kuğu takımyıldızı yönündeki IC1318 olarak adlandırılan salma bulutsusunda klasik bir HII bölgesidir. Şekil 1’de verilen Samanyolu gökadasının H $\alpha$  haritası üzerinde 1 numara ile gösterilen Sh2-108 HII bölgesinden alınan tayf Şekil 2’de verilmiştir. Tayfların parlaklık değerleri enerji birimi olan rayleigh (R) biriminde elde edilmesi için tayfölçerin parlaklık kalibrasyonu yapılmıştır. Şekil 2’den hesapladığımız yarı genişliği, parlaklığı ve LSR’ye göre hızı Tablo 3’de verilmiştir. Lockman (1989) [27] radyo dalga boyunda sırasıyla 0.3 $\pm$ 0.7 km/s ve 25.6 $\pm$ 1.7 km/s olarak ölçmüştür. HII bölgesinin hızı ve tayf yarı genişliği diğer çalışma olarak Fich ve ark. (1990) [28] tarafından 2.1 $\pm$  0.2 km/s (CO’de) ve 30.  $\pm$ 0.4 km/s olarak bulmuşlardır. Bunların karşılaştırılması Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Glaktik kaynakların parlaklık DEFPOS ile elde edilen parametreleri

No	Kaynak İsmi	VLSR (km/s)	FWHM (km/s)	Parlaklık (R)	Literatür ile Karşılaştırma
1	Sh2-108	28.16	160.48	38.16	Bu çalışma
		0.3±0.7	25.6±1.7		[27]
		2.1± 0.2	30. ±0.4		[28]
2	Sh2-119	14.40	214.22	39.63	Bu çalışma
		3.5±1.5			[25]
		8.7±0.3			[28]
		2.66			[29]
		3.54			[30]
3	Sh2-136	-20.08	458.63	48.71	Bu çalışma
4	Sh2-206	-2.82	173.29	48.26	Bu çalışma
		-19.96	42.4±1.5		[27]
		-22.6±0.5			[25]
5	Sh2-228	20.21	163.64	51.63	Bu çalışma
		-20.5±1.4	36.1±3.4		[27]
6	IC5146	-7.87	103.56	47.04	Bu çalışma
		8.0± 1.0	17.8± 1.7		[25]
		-5.06			[31]
7	IC444	-11.50	318.47	39.64	Bu çalışma
8	NGC6572	-13.94	114.51	45.34	Bu çalışma
9	NGC6960	-5.68	70.40	65.14	Bu çalışma
10	NGC7380	-47.48	524.271	51.19	Bu çalışma

Sh2-119 klasik HII bölgesi Kuğu takım yıldızında bulunmaktadır. HII bölgesinin hızını radyo dalga boyunda  $3.5 \pm 1.5$  km/s olarak ölçülmüştür [25]. HII bölgesinin hızı ve tayf yarı genişliği diğer çalışma olarak Fich vd. (1990) [28] tarafından  $8.7 \pm 0.3$  km/s (CO'de) olarak bulunmuşlardır. Miller (1968) [29] yapının heliosentrik hızını  $-13.2 \pm 8.0$  km/s ( $V_{LSR}=2.66$  km/s) ve Courtes vd. (1966) [30] ise heliosentrik hızı  $-19.5$  km/s ( $V_{LSR}=3.54$  km/s) olarak vermiştir.

Karanlık bulutsu olarak bilinen Sh2-136 HII bölgesi Cygnus takım yıldızı içerisinde, bir salma bulutsudur. Sh2-136 klasik bir HII bölgesidir. Literatürde bu bulutsunun hız, genişlik ve parlaklık değerleri bulunamadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Buyüzden bulutsunun bulduğumuz parametreleri bu çalışma ile ilk defa literatüre kazandırılmıştır.

Perseus takım yıldızında bulunan ve LBN 704 olarak da bilinen Sh2-206 bulutsusu (NGC1491) parlak emisyon bulutsusudur. Literatürde Sh2-206 HII bölgesinin hızını ve yarı genişliğini radyo dalga boyunda  $+4.0 \pm 0.6$  km/s ( $V_{LSR}=-19.96$  km/s) ve  $42.4 \pm 1.5$  km/s olarak (Lockman, 1989) [27] ve  $-22.6 \pm 0.5$  km/s [25] olarak elde edilmiştir.

Sh2-228 (LBN784) Kuğu takım yıldızı yönünde bulunan emisyon bulutsusu ve bir yıldız oluşum bölgesidir. Elde edilen tayfın üzerinde bulunan düşey kesikli çizgi tayfı olarak

belirlenmiştir. HII bölgesinin yarı genişliği ve hızı [27]. tarafından  $36.1 \pm 3.4$  km/s ve  $-20.5 \pm 1.4$  km/s olarak ölçmüştür.

Caldwell 19, LBN424 veya koza bulutsusu olarak bilinen IC5146 Kuğu takım yıldızı içerisinde bir yıldız oluşum bölgesidir. IC5164 HII bölgesinin hızını ve yarı genişliğini radyo dalga boyunda  $8.0 \pm 1.0$  km/s ve  $17.8 \pm 1.7$  km/s olarak ölçülmüştür [25]. IC5146 kaynağının heliosentrik hızını Williamson (1970) [31]  $-10.9 \pm 1.3$  km/s ( $V_{LSR} = -5.06$  km/s) olarak vermiştir.

IC444 (LBN 840) HII bölgesi ikizler takım yıldızı içerisinde küçük bir yansıma bulutsudur. Literatürde bu bulutsunun hız, genişlik ve parlaklık değerleri bulunamadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Buyüzden bulutsunun bulduğumuz parametreleri bu çalışma ile ilk defa literatüre kazandırılmıştır.

Yılanıcı takımyıldızı yönünde yaklaşık olarak 2500 ışık yılı uzaklıkta bulunan NGC6572 gezegenimsi bulutsudur. Literatürde bu bulutsunun hız, genişlik ve parlaklık değerleri bulunamadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Buyüzden bulutsunun bulduğumuz parametreleri bu çalışma ile ilk defa literatüre kazandırılmıştır.

Peçe Bulutsusu veya Cadı Süpürgesi Bulutsusu olarak da bilinen NGC6960 Kuğu takımyıldızı yönünde 3 derecelik geniş fakat zayıf bir süpernova kalıntısıdır. 1784 yılında William Herschel tarafından keşfedilmiştir. Literatürde bu bulutsunun hız, genişlik ve parlaklık değerleri bulunamadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Buyüzden bulutsunun bulduğumuz parametreleri bu çalışma ile ilk defa literatüre kazandırılmıştır.

Kral takımyıldızı yönünde bulunan NGC7380 bulutsusu tipik bir yıldız oluşum bölgesidir. Literatürde bu bulutsunun hız, genişlik ve parlaklık değerleri bulunamadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Buyüzden bulutsunun bulduğumuz parametreleri bu çalışma ile ilk defa literatüre kazandırılmıştır.

#### 4. Sonuç ve Yorum

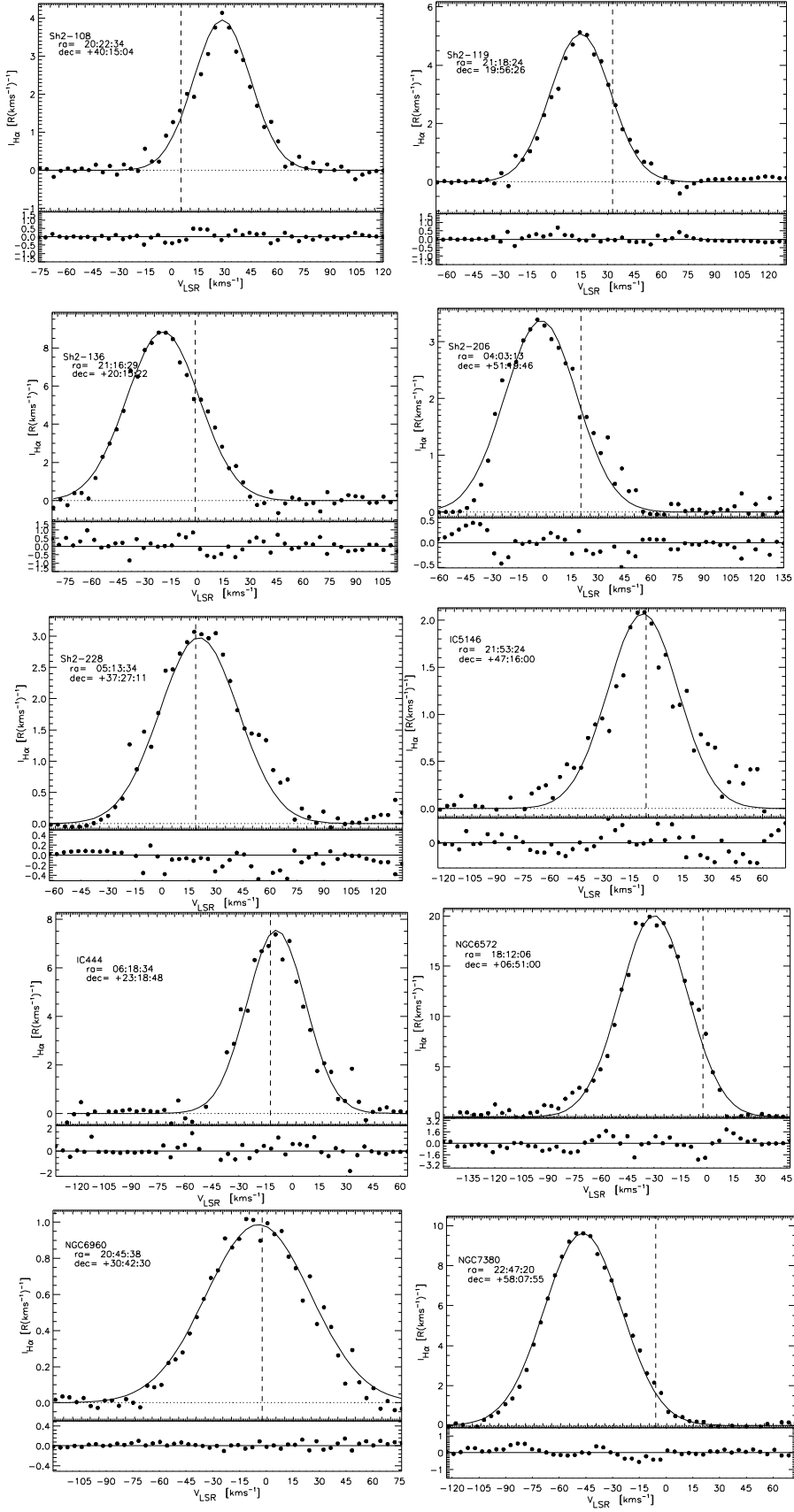
Bu çalışmada, DEFPOS adı verilen 7.5 cm çaplı çift etalonlu bir Fabry-Perot optik tayfölçeri kullanılmıştır. 4 açı dakikalık görüş alanına ve yaklaşık 11000 tayfsal çözünürlüğe sahip olan tayfölçer, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan 150 cm ( $f/48$ ) ayna çaplı RTT150 teleskobunun coude çıkışında bulunmaktadır [15, 18-23]. Samanyolu Gökadamızın on farklı noktasından seçilen (Şekil 1) iyonize olmuş hidrojen kaynaklarından (Sh2-108, Sh2-119, Sh2-136, Sh2-206, Sh2-228, IC 5146, IC 444, NGC 6572, NGC 6960, ve NGC 7380) elde edilen H $\alpha$  tayf sonuçları verilmiştir. Gözlemlerde 1200s ve 3600s poz süreleri kullanılmıştır. Tayflar kullanılarak yapıların parlaklıkları, LSR'a göre hızları, FWHM değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar, Tablo 3 ve Şekil 2'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ölçülen kaynakların LSR'a göre hızlarının  $-47.48$  km/s ile  $28.16$  km/s arasında değiştiği ve 5 adet bulutsunun (Sh2-136, IC444, NGC 6572, NGC 6960 ve NGC 7380) hız değerleri literatüre ilk kez kazandırılmıştır. Literatür ile karşılaştırıldığında bu çalışmada bulunan hızlar, IC5146 ile uyumlu, Sh2-228 ile de uyumlu ancak ters yönde çıkmıştır ve Sh2-108, Sh2-119, Sh2-206 ile de büyük veya küçük olarak farklı çıkmıştır. Ölçülen parlaklıkların da  $38.16$  R ile  $65.14$  R arasında değişen

oldukça sönük olduğu gözlenmiştir. Çalışılan 10 bulutsunun bu sönük parlaklık değerleri literatüre ilk kez kazandırılmıştır. Bu çalışmada sönük kaynaklardan düşük açısal çözünürlükte elde edilen sonuçlar literatüre veri katkısı sağlamış ve Gökadamızdaki yaygın kaynakların öğrenilmesine yardımcı olacaktır. Gelecekte düşük çözünürlüklü DEFPOS tayfölçeri ile geniş görüş alanlı VTSS ve WHAM H $\alpha$  haritalarından seçilen bazı yaygın kaynakların H $\alpha$  haritalarının yapılmasını da planlamaktayız.

### **Teşekkür**

Bu çalışma TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) tarafından *14BRIT150-660*, *16ARTT150-943* ve *17ARTT150-1126* proje numaraları ile desteklenmiştir. Ayrıca, bu çalışma Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Destekleme Programı tarafından *OKÜBAP-2015-PT3-010* proje numarası ile desteklenmiştir.





Şekil 2. Galaksimizin Şekil 1’de gösterilen 10 farklı HII Bölgesinden alınan H $\alpha$  tayfları

## Kaynakça

- [1] R. J. Reynolds, “Ionizing the galaxy,” *Science*, vol. 277, no 5331, pp. 1446-1447, 1997.
- [2] K. M. Ferriere, “The interstellar environment of our galaxy,” *Review of Modern Physics*, vol: 73, no. 4, pp. 1031-1066, 2001.
- [3] B. M. Strömgren, “The physical state of interstellar hydrogen,” *Astrophysical Journal*, vol. 89, pp. 526-547, 1939.
- [4] C. F. McKee and J. P. Ostriker, “A theory of the interstellar medium - Three components regulated by supernova explosions in an inhomogeneous substrate,” *Astrophysical Journal*, Part 1, vol. 218, pp. 148-169, 1977.
- [5] R. J. Reynolds, “A measurement of the hydrogen recombination rate in the diffuse interstellar medium,” *The Astrophysical Journal*, vol. 282, no. 1, pp. 191-196, 1984.
- [6] R. J. Reynolds, “The power requirement of the free electron layer in the galactic disk,” *The Astrophysical Journal*, vol. 349, no 1, pp. L17-L19, Part: 2, 1990.
- [7] S. L. Tufte, “The WHAM spectrometer: design, performance characteristics and first results,” Ph.D. Thesis University of Wisconsin, Physics Department, USA, 1997.
- [8] L. M. Haffner, R. J. Reynolds, S. L. Tufte, G. J. Madsen, K. P. Jaehnig, and J. W. Percival, “The Wisconsin H $\alpha$  Mapper Northern Sky Survey,” *The Astrophysical Journal Supplement Series*, vol. 149, no. 2, pp. 405-422, 2003.
- [9] L. M. Haffner, R. J. Dettmar, J. E. Beckman, K. Wood, J. D. Slavin, C. Giammanco, G. J. Madsen, A. Zurita, and R. J. Reynolds, “The warm ionized medium in spiral galaxies,” *Rev. Mod. Phys.* vol. 81, pp. 969-997, 2009.
- [10] R. J. Reynolds, “The optical emission-line background and accompanying emissions at ultraviolet, infrared and millimeter wavelengths,” *The Astrophysical Journal*, vol. 392, pp. L35-L38, 1992.
- [11] F. L. Roesler, *Fabry-Perot Instruments for Astronomy in Methods of Experimental Physics*. vol. 12, Part A, New York: Academic Press, 1974.
- [12] R. J. Reynolds, F. L. Roesler, F. Scherb, and J. Harlander, “Fabry-Perot/CCD multichannel spectrometer for the study of warm ionized interstellar gas and extragalactic clouds,” *Instrumentation In Astronomy VII, ed. D. Crawford Bellingham: SPIE*, pp. 610-621, 1990.
- [13] E. J. Mierkewicz, “Fabry-Perot observations of the hydrogen geocorona,” Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, Physics Department, USA, 2002.
- [14] E. J. Mierkewicz, F. L. Roesler, S. M. Nossal, and R. J. Reynolds, “Geocoronal hydrogen studies using Fabry-Perot interferometers, part 1: Instrumentation, observations, and analysis,” *Journal of Atmospheric And Solar-Terrestrial Physics*, vol. 68, pp. 1520-1552, 2006.
- [15] M. Sahan, İ. Yeğingil, and N. Aksaker, “H $\alpha$  Measurements using DEFPOS/RTT150 telescope: instrumentation and observations,” *Research in Astron. Astrophys.* vol. 9, no. 2, pp. 237-248, 2009.
- [16] M. M. Coakley, F. L. Roesler, R. J. Reynolds, and S. Nossal, “Fabry-Perot CCD annular summing spectroscopy: study and implementation for astronomy applications,” *Applied Optics*, vol. 35 no. 33, pp. 6479-6493, 1996.
- [17] L. M. Haffner, R. J. Reynolds, and S.L. Tufte, “WHAM observations of H $\alpha$ , [SII] and [NII] toward the Orion and Perseus arms: probing the physical conditions of the warm ionized medium,” *The Astrophysical Journal*, vol. 523, pp. 223-233, 1999.
- [18] M. Şahan, “DEFPOS: tasarımı özellikleri ve ilk sonuçları”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 2004.
- [19] M. Şahan, “H $\alpha$  observations with DEFPOS,” *Astron. Nachr. / AN*, vol. 332, no. 2, pp. 185 -190, 2011.
- [20] M. Şahan, N. Aksaker, and I. Yegingil, “The H $\alpha$  observations of the California Nebula (NGC1499) with DEFPOS,” *Astron. Nachr./AN*, vol. 333, no. 2, pp. 153- 159, 2012.
- [21] M. Sahan, F. M. Oflaz, I. Yegingil, and E. Tel, “H $\alpha$  line measurements from ten diffuse galactic sources using the DEFPOS facility,” *Astron. Nachr. /AN*, vol. 336, no. 6, pp. 1- 10, 2015.
- [22] M. Şahan and I. Yegingil, “The eighty six H $\alpha$  spectra from the Orion Nebula (M42, Sh2-281) with DEFPOS,” *J. Astrophys. Astr. (JApA)*, vol. 38, no. 67, pp. 1-13, 2017.
- [23] M. Şahan, “DEFPOS tayfölçeri ve bazı iyonize olmuş kaynakların H $\alpha$  tayfları”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, DOI: 10.19113/sdufbed.21465, 2017.
- [24] D. P. Finkbeiner, “A full-sky h $\alpha$  template for microwave foreground prediction,” *The Astrophysical Journal Supplement Series*, vol. 146, no. 2, pp. 407-415, 2003.
- [25] L. Blitz, M. Fich, and A. A. Stark, “Catalog of CO radial velocities toward galactic H II regions,” *Astrophysical Journal Supplement Series*, vol. 49, pp. 183-206, 1982.
- [26] S. Sharpless, “A catalogue of H II regions,” *Astrophysical Journal Supplement*, vol. 4, pp. 257-279, 1959.

- [27] F. J. Lockman, “A survey of radio H II regions in the northern sky,” *Astrophysical Journal Supplement Series*, vol. 71, pp. 469-479, 1989.
- [28] M. Fich, G. P. Dahl, and R. R. Treffers, “Fabry-Perot H-alpha observations of galactic H II regions,” *Astronomical Journal*, vol. 99, pp. 622-637, 1990.
- [29] J. S. Miller, “Radial Velocities and Kinematics of galactic H II Regions,” *Astrophysical Journal*, vol. 151, 473-489, 1968.
- [30] G. Courtes, P. Cruvellier, and Y. Georgelin, “Catalogue de vitesses radiales de régions H II,” *Journal des Observateurs*, vol. 49, pp. 329-334, 1966.
- [31] R. A. Williamson, “Internal radial velocities of some selected small diameter HI,” *Astrophysical Journal Supplement Series*, vol. 6, pp. 45-49, 1970.
- [32] C. R. Masson, “The structure of NGC 7027 and a determination of its distance by measurement of proper motions,” *Astrophysical Journal*, Part 1, vol. 336, pp. 294-303, 1989.

Muhittin ŞAHAN, msahan2000@yahoo.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6716-8463>  
Halil İbrahim TİRAS, itiras@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3644-938X>  
Erдің BOLAT, erdinc\_bolat@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2566-4247>