

# Kuzey Gökkuşeyde Yeni Gezegenimsi Bulutsuların Belirlenmesi

Utkan Temiz<sup>1,3</sup>  , Nazım Aksaker<sup>2,3</sup> 

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, Adana 01125, Türkiye

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, Adana Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adana 01410, Türkiye

<sup>3</sup> Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi, Adana 01125, Türkiye

Accepted: December 11, 2022. Revised: November 23, 2022. Received: November 9, 2022.

## Özet

Teorik çalışmalara göre Gökadamızda ~25000 Gezegenimsi Bulutsu (GB) olması tahmin edilmektedir. Ancak şimdiye kadar ~3800 GB ve aday kataloglanmıştır. Adaylar arasından (i) DEC > -10°, (ii) açısal çapı <8'' ve (iii) Yeni aday (new candidate), Muhtemel (Likely) ve Olası (Possible) kriterlerine göre seçilen 13 kaynağın tayfsal gözlemleri RTT150 üzerine monteli TFOSC ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde yapılmıştır. Tayf gözlemlerinden [OIII]/H $\beta$ , [NII]/H $\alpha$ , [SII]/H $\alpha$  salma çizgileri akı oranları hesaplanmış ve SMB ile BPT tanısaf grafikleri üretilmiştir. Böylece kaynakların GB olup olmadığı, buldukları ortamın elektron yoğunluğu, sıcaklığı, ortamın sönmleme katsayısı gibi parametreleri ilk defa belirlenmiştir.

## Abstract

According to theoretical studies there are expected ~25000 Planetary Nebulae (PNe) in the Milky Way. But ~3800 PNe and candidates have catalogued. We've selected 13 PN candidates from Northern hemisphere due to the selection criteria which are (i) DEC > -10°, (ii) major diameter <8'', and (iii) Catalogued New Candidate, Likely PN and Possible PN. Spectral observations have been made with TFOSC which has mounted on RTT150 at TUBITAK National Observatory. [OIII]/H $\beta$ , [NII]/H $\alpha$ , [SII]/H $\alpha$  emission line flux ratios are calculated from the spectra and SMB (Sabbadin – Minello – Bianchini) and BPT (Baldwin – Phillips – Terlevich) diagnostic plots have created. Thus, we've firstly determined these sources are PN or not. Some physical parameters that are electron temperature, electron density and extinction coefficient, of sources have calculated.

**Anahtar Kelimeler:** Planetary Nebulae – Spectra – Interstellar Medium

## 1 Giriş

Gezegenimsi Bulutsu (GB)'lar küçük - orta kütleli (0.8 - 8 M $\odot$ ) yıldızların, evrimlerinin sonuna yaklaşırken Asimptotik Dev Kolu ile Beyaz Cüce (BC) arasında yıldızlararası ortama bıraktıkları yıldızsal materyalin merkezde bulunan sıcak BC tarafından iyonize edilmesi sonucu oluşan gök cisimleridir (Peimbert ve diğ. 2017). Yıldız evriminin diğer fazlarına göre daha kısa ömürlüdürler (~20000 yıl) ve çoğunlukla Galaktik düzlem boyunca dağılmışlardır. Dolayısıyla belirlenmeleri oldukça güçtür. Yapılan teorik çalışmalarda Galaksimizde ~25000 GB olması beklenmektedir (Jacoby ve diğ. 2010). Fakat, yapılan tarama gözlemleri ile ~3800 GB ve aday kataloglanabilmiştir. GB'lerin belirlenmesindeki zorluğu ortadan kaldırmak için tayf gözlemleri ideal bir yoldur.

GB'ler astronomi-astrofizikte pek çok konuda anahtar role sahiptir. Yıldız evriminde buldukları yer itibari ile evrimin son aşaması hakkında önemli bilgi edinme araçlarından biridirler. Sahip oldukları kararlı salma çizgisi akılarından dolayı standart yıldız olarak kullanılabilirler. Uzak galaksilerin mesafelerinin belirlenmesinde kullanılabilirler. Yıldızlararası ortamın zenginleşmesini sağlayan önemli kaynaklardan oldukları için yıldızlararası ortamın anlaşılmasında önemli role sahiptirler.

Bu çalışmada, HASH PN Database (the Hong Kong/AAO/Strasbourg H $\alpha$  planetary nebula database) 4.6'da (Parker ve diğ. 2016) yeni aday, muhtemel GB ve

olası GB olarak kataloglanmış 13 GB adayı tayfsal olarak incelenmiştir. 2017'den beri gözlemleri yapılmış ve GB olup olmadıkları ile elektron yoğunluğu, elektron sıcaklığı, ortam sönmleme katsayısı ve uyarılma sınıfı gibi fiziksel parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2 Gözlemler ve Veri İndirgeme

Kuzey yarıküreden seçilen 13 GB aday (Çizelge 1), RTT150'ye monteli TFOSC odak düzlem aleti ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nden yapılan gözlemleri ile tayfsal olarak incelenmiştir. Seçilen kaynakların Galaktik dağılımları Şekil 1'de verilmektedir. Tayfsal çözünürlüğün artması amacıyla gözlemler sırasıyla grism 14 ( $\Delta\lambda=5.4 \text{ \AA}$ ) mavi bölge ve grism 8 ( $\Delta\lambda=3.0 \text{ \AA}$ ) kırmızı bölge olmak üzere 2 optik ağ kullanılarak yapılmıştır. Akı kalibrasyonu için standart yıldız gözlemleri Massey ve diğ. (1988) ve Oke (1990) kataloglarından seçilen yıldızlar için yapılmıştır.

Yapılan gözlemler, IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) v2.16.1 (IRAF Web) taskları kullanılarak sırasıyla temel indirgeme, dalgaboyu ve akı kalibrasyonu olmak üzere 3 adımda analiz edilmiştir. Temel indirgeme işlemleri bias ve flat düzeltmeleri cproc taskı ile yapılmıştır. Dalgaboyu kalibrasyonu tayfın mavi bölgesi için helyum lamba tayfı ile tayfın kırmızı bölgesi için neon lamba tayfı ile identify, reidentify ve fitcoords taskları kullanılarak yapılmıştır. Twospec paketi içerisinde bulunan apall taskı ile dalgaboyu kalibrasyonu yapılmış 2-boyutlu tayflardan 1-boyutlu tayflar elde edilmiştir 1-boyutlu tayf için bir örnek Şekil 2'de verilmektedir.

\* utkantemiz@gmail.com

**Çizelge 1.** Gözlenen kaynak listesi ve bazı temel özellikleri. PN G numarasına göre listelenen kaynaklar için  $r_{mag}$  USNOB1.0 kataloğundan alınmıştır. Büyük Çap (BÇ) bilgisi olmayan kaynaklar, nokta kaynak olarak kabul edilmektedir. Durum tanımları: L:Likely PN (Muhtemel Gezegenimsi Bulutsu), P: Possible PN (Olası Gezegenimsi Bulutsu), c: New candidate (Yeni aday), ooun: Object of Unknown Nature (Doğası bilinmeyen nesne), Em\*: Emission Line Star (Salma çizgisi yıldızı).

PN G	Durum	R.A. (h:m:s)	Dec. (d:m:s)	BÇ (arcsec)	$r_{mag}$	Tarih
021.2+02.9	L	18:19:06.7	-09:01:50.27	7	16.8	20180713
043.2-00.6	P	19:12:49.3	08:54:48.96	2	-	20190728
044.6+00.4	L	19:11:17.2	10:37:34.21	4.2	16.8	20180714
048.8+08.4	L	18:49:54.9	17:57:15.01	2	15.9	20190728
050.7+01.0	P	19:21:05.6	16:19:39.90	5	-	20200519
059.8-00.5	L	19:45:32.9	23:28:10.49	2.5	15.5	20200516
071.4-01.9	L	20:18:50.0	32:36:23.87	7	18.7	20180713
076.4+01.8	L	20:17:15.5	38:50:23.86	3	15.9	20200517
117.2+02.6	c	23:57:00.2	64:57:25.09	-	19	20170131
130.4+00.4	ooun	01:56:59.0	62:24:06.80	-	-	20170131
178.8+00.0	c	05:43:14.0	29:54:51.08	-	17.9	20170129
201.5-01.6	c	06:24:38.8	09:18:25.88	-	17.5	20170129
212.8-03.6	Em*	06:38:16.1	-01:33:08.78	-	14.3	20170129

Standart yıldız tayflarında benzer analiz adımları kullanılarak indirgemeleri yapılmıştır. Standart yıldız tayflarından elde edilen sensitivity dosyaları ile incelenen kaynakların akı kalibrasyonları yapılmıştır.

### 3 Bulgular ve Değerlendirme

Tayf gözlemlerinden elde edilen salma çizgisi akılarından (Çizelge 2) incelenen kaynaklar için bazı önemli salma çizgisi akı oranları hesaplanmıştır. Uyarılma sınıfı, [Gurzadian & Egikian \(1991\)](#) tarafından önerilen uyarılma sınıfı değeri  $p$  olarak hesaplanmıştır. Fiziksel parametrelerin hesaplanabilmesi için gerekli olan salma çizgilerine sadece PN G048.8+08.4 elektron sıcaklığı hesabı için ve PN G059.8-00.5 elektron yoğunluğu hesabı için sahip olduğu görülmüştür.

incelenen 13 GB adayından [Sabbadin ve diğ. \(1977\)](#) tarafından benzer salma çizgilerine sahip kaynakların birbirinden ayrılabilmesi için önerilen ve  $\log(H\alpha/[S II])$ 'ye karşı  $\log(H\alpha/[N II])$ 'den oluşan SMB (Sabbadin - Minello - Bianchini) tanısal grafiği oluşturulmuştur (Şekil 3). [Baldwin ve diğ. \(1981\)](#) galaksi dışı nesnelerin salma çizgilerinden faydalanarak  $\log([O III]\lambda 5007/H\beta)$ 'ye karşı  $\log([N II]\lambda 6583/H\alpha)$  ve  $\log([O III]\lambda 5007/H\beta)$ 'ye karşı  $\log([S II]\lambda 6716/H\alpha)$  BPT (Baldwin - Phillips - Terlevich) tanısal grafiklerini oluşturmuştur (Şekil 3, orta ve alt panel). Benzer şekilde bu tanısal grafiklerin Galaktik benzer salma çizgilerine sahip kaynakların da ayrılmasında kullanılmaktadır.

Tayf gözlemlerini yaptığımız 13 GB adayından sadece 3 kaynak SMB, 3 kaynak BPT (a) ve 2 kaynak BPT (b) tanısal grafiklerinde (Şekil 3) yer almaktadır. PN G050.7+01.0 ve PN G059.8-00.5 GB adayları kaynakların her üç grafikte de yer aldığı görülmektedir. Tanısal grafikler ve salma çizgisi akı oranlarına dayanarak bu kaynaklar için düşük uyarılmalı GB demek mümkündür. Tanısal grafiklerde yer alan diğer 2 kaynak için ise GB demek mümkün olsa da ilk iki kaynak kadar kesinlik vermek daha güçtür. Sonuç olarak TFOSC tayflarından elde ettiğimiz salma çizgisi akı oranları ve oluşturduğumuz tanısal grafikler ile 13 GB adayları kaynaktan 4 adayın GB olduğunu söylemek

**Çizelge 2.** Gözlenen kaynaklar için tayflardan ölçülen akı değerleri ve hataları. Burada verilen akılar  $H\alpha$ 'ya normalize edilmiştir. Verilen dalgalı boyuları Åcinsindedir.

PN G	4861	4959	5007	6300
021.2+02.9	12.74±1.34	34.95±1.61	97.42±1.61	-
044.6+00.4	-	12.98±2.11	28.29±2.02	-
048.8+08.4	60.15±0.34	189.83±0.39	560.24±0.34	8.69±0.11
050.7+01.0	2.79±0.16	9.58±0.21	30.14±0.16	-
059.8-00.5	1.74±0.10	9.01±0.10	29.44±0.09	13.43±0.20
071.4-01.9	-	-	12.57±0.95	-
76.4+01.8	15.13±0.18	3.89±0.15	11.92±0.22	1.49±0.11
PN G	6548	6563	6583	6717
021.2+02.9	-	100±0.39	-	-
044.6+00.4	14.57±1.27	100±1.34	42.55±1.43	3.42±1.29
048.8+08.4	-	100±0.09	0.76±0.10	-
050.7+01.0	2.66±0.14	100±0.13	8.94±0.13	1.08±0.13
059.8-00.5	8.83±0.14	100±0.15	33.28±0.19	5.93±0.23
071.4-01.9	-	100±0.92	6.34±0.78	-
076.4+01.8	-	100±0.13	-	-
PN G	6731	7065	7135	
021.2+02.9	-	-	4.34±0.35	
044.6+00.4	6.45±1.45	7.04±0.19	16.41±1.54	
048.8+08.4	-	1.48±0.08	3.53±0.09	
050.7+01.0	0.56±0.10	-	1.42±0.11	
059.8-00.5	6.08±0.19	-	-	
071.4-01.9	-	-	-	
076.4+01.8	-	4.76±0.10	1.25±0.09	

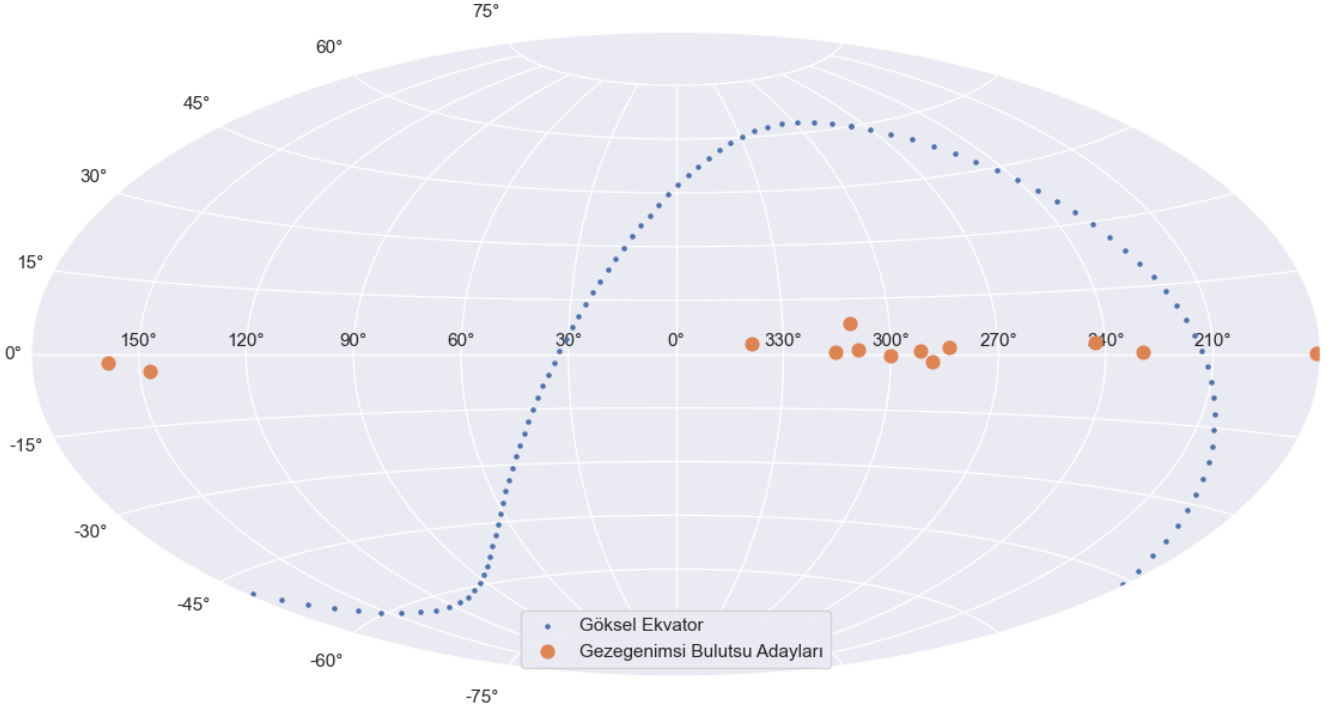
mümkündür. Sadece PN G048.8+08.4 için salma çizgileri akı oranlarından sıcaklık hesaplanabilmiştir ( $T_e=6008.7\pm 0.05$  K) ve PN G059.8-00.5 için salma çizgileri akı oranlarından elektron yoğunluğu hesaplanabilmiştir ( $N_e=671.6\pm 2.2$  cm<sup>-3</sup>). Diğer doğrulanmış kaynaklar için elektron sıcaklığı ve yoğunluğu belirlenmesinde kullanılan salma çizgilerinin yokluğundan dolayı hesaplama yapılamamıştır.

### 4 Sonuçlar ve Öneriler

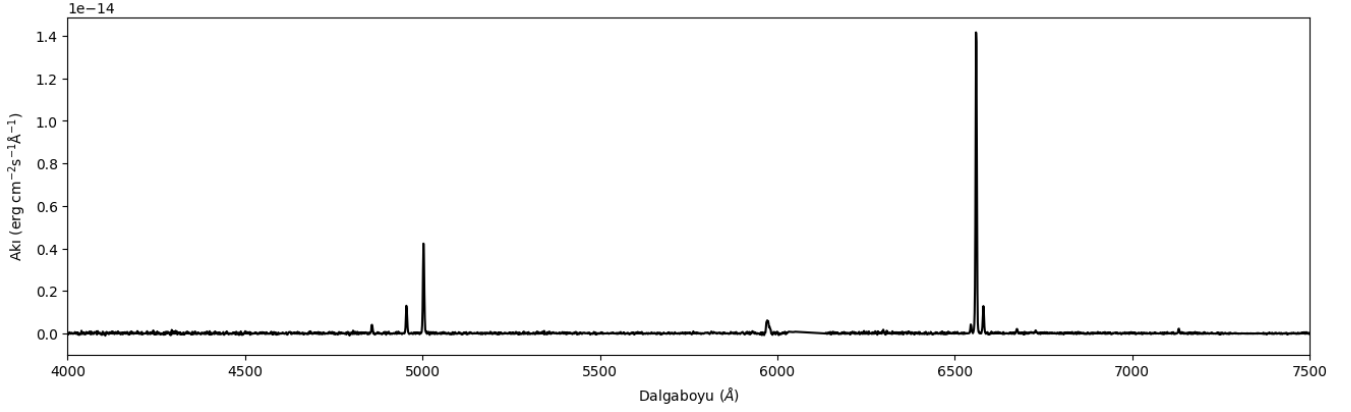
Bu çalışmada kuzey gökküreden seçilen 13 GB adayları tayfsal olarak incelendi. Elden edilen salma çizgisi akı değerleri ile oluşturulan tanısal grafikler ile 4 GB adayının GB olduğu belirlendi. Bulutsularda fiziksel parametrelerin belirlenmesi spesifik salma çizgisi akı oranlarına bağlıdır.  $[O III]\lambda 4363$  Å ve  $[N II]\lambda 5754$  Å salma çizgileri elektron sıcaklığının belirlenmesinde kullanılmaktadır fakat her zaman belirlenmeleri kolay değildir.  $[S II]\lambda 6716, 6731$  Å çiftide tüm incelenen kaynaklarda gözlenmeyebilir. Böyle durumlarda CLOUDY gibi fotoiyonizasyon kodlarından yardım alınabilir. Böylelikle bulutsunun belirlenemeyen fiziksel parametreleri ve ata yıldızları hakkında bilgi edinilebilir. Ayrıca GB'lerin yapılarında barındırdıkları toz bileşeni ile kızılöte bölgede de aktif olarak salma göstermektedirler. Bu salma ile önümüzdeki yıllarda faaliyet gösterecek olan Doğu Anadolu Gözlemevi'nde (DAG) kurulacak olan optik-yakın kızılöte 4 m sınıfı teleskop için değerli bir çalışma konusudur.

### Teşekkür

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'a, TUG RTT150 Teleskobu'yla 16BRTT150-1064 ve 22ARTT150-1925



Şekil 1. Kaynak listemizin Galaktik dağılımı. Kaynaklar çoğunlukla Galaktik düzlem boyunca dağılmaktadır.



Şekil 2. PN G050.7+01.0 için elde edilen 1-boyutlu tayf. x-ekseni dalgaboyu, y-ekseni akıyı göstermektedir.

numaralı gözlem projeleri kapsamında tahsis edilen gözlem zamanları ve TUG gözlem ekibine teşekkür ederiz.

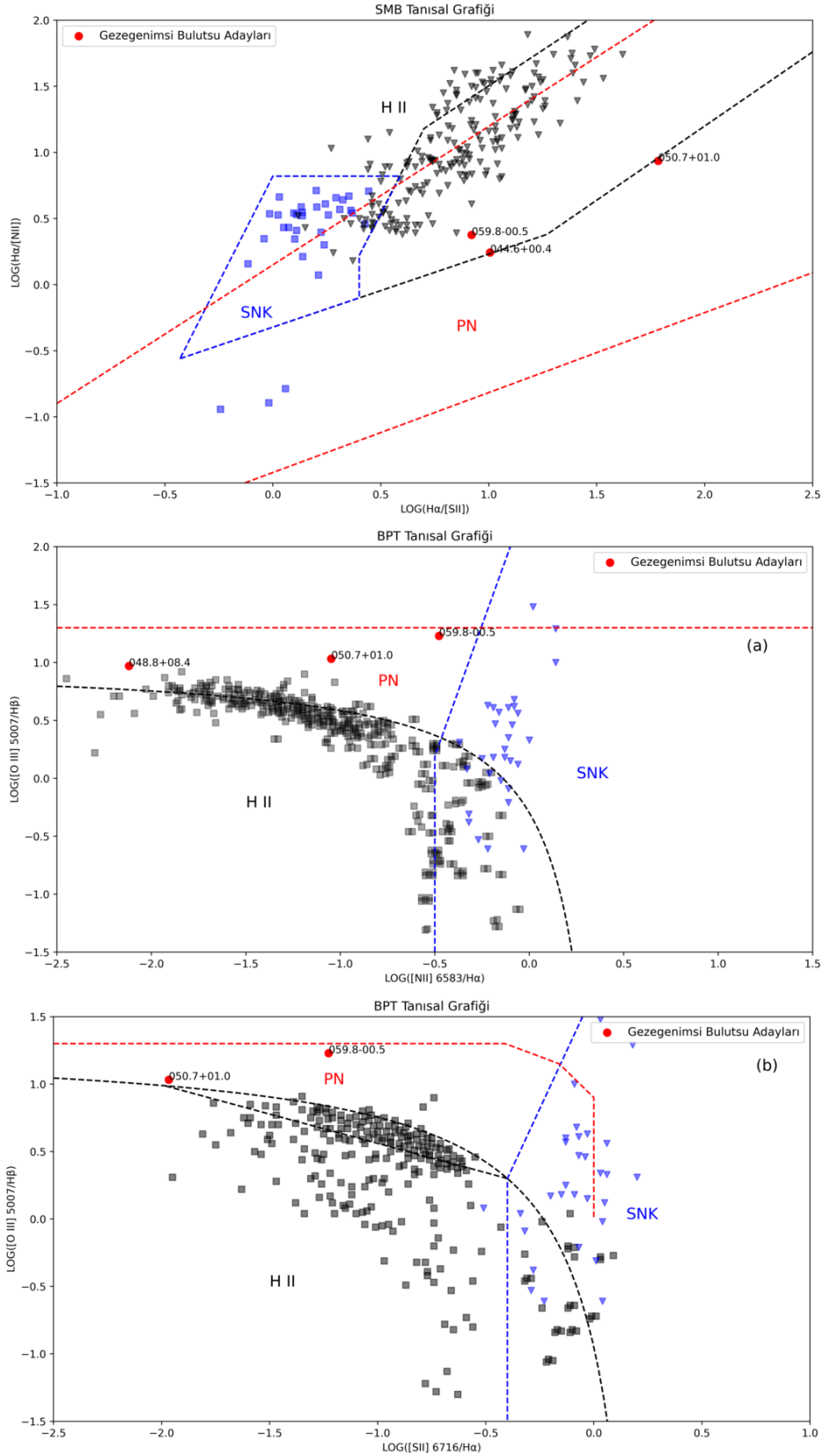
#### Kaynaklar

- Baldwin J. A., Phillips M. M., Terlevich R., 1981, *PASP*, 93, 5  
 Gurzadian G. A., Egikian A. G., 1991, *Ap&SS*, 181, 73  
 Jacoby G. H., ve diğ., 2010, *Publ. Astron. Soc. Australia*, 27, 156  
 Massey P., Strobel K., Barnes J. V., Anderson E., 1988, *ApJ*, 328, 315  
 Oke J. B., 1990, *AJ*, 99, 1621  
 Parker Q. A., Bojičić I. S., Frew D. J., 2016, in *Journal of Physics Conference Series*. p. 032008 ([arXiv:1603.07042](https://arxiv.org/abs/1603.07042)), [doi:10.1088/1742-6596/728/3/032008](https://doi.org/10.1088/1742-6596/728/3/032008)  
 Peimbert M., Peimbert A., Delgado-Inglada G., 2017, *PASP*, 129, 082001

Sabbadin F., Minello S., Bianchini A., 1977, *A&A*, pp 147–149, [ADS](https://ui.adsabs.org/1977A&A...77..147S)  
 Sabin L., ve diğ., 2013, *MNRAS*, 431, 279

#### Access:

M23-0347: [Turkish J.A&A — Vol.4, Issue 3.](https://ui.adsabs.org/2023TJAA...4...347S)



Şekil 3. SMB (üst panel), BPT (a) (orta panel) ve BPT (b) (alt panel) tanısal grafiği. Siyah üçgenler Galaktik H II bölgelerini, mavi kareler Galaktik SNK'ları ve kırmızı yuvarlaklar incelediğimiz kaynakları temsil etmektedir. Mavi kesikli çizgi SNK bölgesini, siyah kesikli çizgi H II bölgesini ve kırmızı kesikli çizgi gezegenimsiz bulutsu bölgesini temsil etmektedir (Sabin ve diğ. 2013).