

# M101 GALAKSİSİNDE GAMA IŞIN PATLAMA KALINTILARININ OPTİK BÖLGEDE ARAŞTIRILMASI

Eda SONBAŞ<sup>1,2</sup>, Aysun AKYUZ<sup>2</sup>, İlham NASIROĞLU<sup>2</sup>

## Özet

Bu çalışmada, M101 galaksisinde bulunan Gama Işın Patlama Kalıntıları (GIPK' lar) optik bölgede araştırılmıştır. Gözlemler TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) bünyesinde bulunan RTT150 teleskopu ve TUG Sönük Nesne Tayfölçer ve Kamerası (TFOSC) ile OIII (5007), Hbeta, HeII, OIII(4363) ve OII kullanılarak yapılmıştır. Gözlemler sonucu GIP kalıntılarında teorik olarak önerilen, OIII(5007)/Hbeta, HII/Hbeta ve OIII(4363)/OII çizgi oranlarının yüksek olduğu fotoiyonizasyon bölgeleri temel alınarak galaksinin gözlenen kısmında 6 bulutsu GIPK adayı olarak belirlenmiştir. Bulunan GIPK ların diğer yayılım bulutsularıyla (süpernova kalıntıları, gezegenimsi bulutsular gibi) pozisyon uyumuna bakılmıştır. Yeni gözlem dönemlerinde galaksinin fotometrik gözlemlerinin tamamlanması ve belirlenen GIPK ların tayfsal gözlemleri de yapılarak onaylanması planlanmaktadır.

*Anahtar Kelimeler:* GIP, GIP kalıntıları, tfosc, süpernova kalıntıları, Gezegenimsi Bulutsular

---

<sup>1</sup> Special Astrophysical Observatory, Tel:--, e-posta: edasonbas@yahoo.com

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 01360,

Adana,

Tel:03223386084 - 2480, e-posta:akyuz@cu.edu.tr, nasirbuf@yahoo.com

## Abstract

In this work, we present the results of an optical search for Gamma Ray Burst Remnants (GRBR) in the spiral galaxy M101. These observations were performed with the 1.5m Russian-Turkish Telescope (RTT) Spectrograph TFOSC's (TUG Faint Object Spectrograph and Camera) CCD imaging system using narrowband interference filters (OIII (5007), Hbeta, HeII, OIII(4363) ve OII ) at Turkish National Observatory (TUG) in May and June 2008. According to high photometrical line flux ratio (like as; OIII/Hbeta, HeII/Hbeta ve OIII/OII) in photoionized regions, we identified 6 emission nebulae as GRBR. Knowing the positions of the GRBRs, we can compare their distributions relative to other emission nebulae ( e.g. Supernova Remnants, Planetary Nebulae). We are also planning to make spectroscopical observations to confirm these candidates as GRBR.

**Keywords:** *GRBR nearby galaxies, supernova remnants, Planetary Nebulae*

## 1.Giriş

Gama Işın Patlamaları (GIP' lar), Büyük Patlamadan sonra, Evren'deki en güçlü patlamalar olarak kabul edilmektedirler. Bu patlamalar, yaklaşık olarak günde birkaç kez ve çok kısa sürede oluşan oldukça yoğun 'gama ışın çakmaları' olarak tanımlanmaktadır. Bir gama ışın patlamasında yalnızca bir saniyede açığa çıkan enerjinin, Güneş'imizin bütün ömrü boyunca üreteceği toplam enerjiye eşit veya onu aşabilecek miktarlarda ( $10^{50-52}$  erg) olduğu hesaplanabilmektedir.

Gökyüzünün hemen her yönünden gelen ve birkaç milisaniye ile birkaç yüz saniye süresince devam eden bu güçlü ışımaların kaynağı tesadüfen keşfedildikleri 1967 yılından bu yana çözüm bekleyen gizemli bir problemdir (Piran, 2004). GIP' ların kaynağını (atalarını) açıklayabilmek için patlamanın ardından beliren ve radyasyonun x-ışını, görünür, kızılötesi ve radyo dalga boylarındaki ardıl ışınım gözlemlerinden gelen önemli bilgileri de kullanarak farklı ata modelleri öne sürülmektedir. Bu ata modelleri esas olarak iki

sınıfta toplanabilir. Kütleli yıldızların merkezlerinin, üzerindeki çok yüksek kütleden dolayı süpernova ile maddesini atamayıp kendi üzerine geri çökmesi ile tanımlanan çökertici (collapsar) veya hipernova modelleri (Woosley, 1993; McFadyen ve Woosley, 1999; Zhang ve Meszaros, 2004) uzun süreli patlamalar için önerilen ata modelleridir. Ayrıca uzun süreli GIP' lar standart süpernova görünümündeki kütleli yıldızların çekirdek çökmesiyle oluşabilen patlamalardır. İlk olası süpernova – GIP ilişkisini veren GRB980225' in pozisyonunun hata sınırları içinde SN1998bw nin keşfedilmesidir (Woosley,2002; Zhang ve Meszaros, 2004, Woosley ve Bloom, 2006).

Nötron yıldızı – Nötron yıldızı, Kara delik – Nötron yıldızı veya Beyaz cüce – Nötron yıldızı gibi iki yoğun cismin kütle çekimsel dalga yayınımla ve yörüngesel açısal momentum kaybı sonucu birleşme modeli de kısa süreli patlamalar için önerilen ata modelleridir (Eichler ve ark.,1989; Fryer ve ark., 1999; W. Zhang ve Fryer, 2001; Belczynski ve ark.,2001; Zhang ve Heger, 2003; Zhang ve Meszaros, 2004, Belczynski ve ark. 2006).

GIP çevresinin yoğunluğunun bilinmesi, GIP' ların atalarını tanımlayan modellerin belirlenmesine yardımcı olabilir. Kütleli yıldızların yaşam süresi çok kısadır, ömürlerinin sonunda madde yoğunluğunun fazla olduğu yıldız oluşum bölgelerinde patlayacaklardır. Diğer bir taraftan birleşen nötron yıldızlarının çoğu yaşlı olmalıdır ve tipik olarak doğdukları yerden uzaklara hareket etmelidir. Böylece yoğun çift senaryosundaki ata yıldızların düşük yoğunluklu bölgelerde olduğu önerilebilir (Perna ve ark., 2000).

Kozmolojik GIP' ların ardıl ışınım yayınımlı için geçerli basit sinkrotron modelleri galaksilerin yıldızlararası ortamının karakteristiği olan  $\sim 1\text{cm}^{-3}$  lük bir ortam yoğunluğu öngörür (Waxman,1997a,1997b; Wijers ve Galama 1999). Gerçekten de konumu iyi tespit edilmiş GIP' ların çevresinin doğrudan görüntülenmesi bazı durumlarda kozmolojik uzaklıklardaki sönük ev sahibi galaksilerinin tanımlanmasını mümkün kılar (Bloom ve ark.,1999).

GIPK' lar için önerilen teoreme göre, patlamanın ardıl ışınım yayınımlının X-ışın ve UV bileşenleri galakside  $\sim 100\text{pc}$ ' lik yarıçapta  $n^{-1/3}$  lük iyonize bir baloncuk oluşturur ( $n = 1\text{cm}^{-3}$ ) (Perna ve Loeb, 1998). GIP ardından, süpernova patlamalarında olduğu gibi güçlü bir

patlama dalgası ortamda ilerler. İlerleyen dalga ortamın denge durumunu, patlamadan gelen X – ışın ve UV yayının süresine kıyasla çok kısa sürede değiştirir. Ortamın eski haline dönmesi ise çok daha uzun sürer. Bu da, yakın galaksilerde bir GIP olayı gözleme olasılığının çok düşük olmasına karşın bir GIP kalıntısı bulma olasılığının oldukça yüksek olduğuna işaret etmektedir. n yoğunluklu bir ortamda  $10^{52}$  erg enerjili tipik bir patlama şokunun [OIII]  $\lambda$  5007 yayının çizgilerinden  $t \approx 4.6 \times 10^4$  yılda  $300 \text{ km s}^{-1}$  lik bir hıza ulaşacağı hesaplanabilir. bu durumda GIP kalıntılarında gelen yayının  $\sim 35 \text{ pc}$  lik bir bölgede kalıntının etrafını saran yıldızlararası ortamda yayılmakta olan erken GIP ardıl ışınımının, radyatif iyonizasyon etkisiyle çoğunlukla etkilenecektir.  $t \approx 10^6$  yılda bu yayının  $50 \text{ pc}$  lik bir uzaklığa ulaşabileceği teorik olarak öngörülmektedir. Bu aşamada GIP kalıntıları genç ve yayınım yapan kalıntılardır. Çünkü GIP kalıntılarının enerji salınımı itici olduğundan, kalıntılar oldukça erken evrelerde özgün tayfsal imzalarıyla tanımlanabilirler. Yüksek enerjili ve düşük eğimli (sert) iyonizasyon yayınının itici enerji salınımı GIP kaynaklarına özgüdür ve genç GIP kalıntılarını çoklu süpernova kalıntılarında ayırır.

Atoyan ve ark. (2006) GIP kalıntılarını sıradan süpernova kalıntılarında ayırt edebilecek tayfsal ve uzaysal imzalarının olabileceğini belirtmişler ve yıldızlararası ortamda relativistik parçacıkların etkileşimleri ve ışınım prosesleri ve dağılımlarının detaylı hesaplamalarıyla GIP kalıntılarının gözlenebilen sinkrotron yayını olmaksızın güçlü TeV yayıcıları olabileceği olasılığını araştırmışlardır. Çalışmalarında Galaksi düzleminde bizden  $\sim >10 \text{ kpc}$  uzaklıkta binlerce yıl önce patlamış GIP kalıntısının HESS ortak çalışmasıyla tesadüfen keşfedilen tanımlanmayan TeV kaynağı ile eşleşebileceğini göstermişlerdir.

Bu çalışmada TUG da bulunan TFOSC ve girişim filtreleri kullanarak M101 galaksisinin görüntülenen kısmındaki GIP kalıntıları olabileceği varsayılan yüksek fotometrik çizgi oranlarına sahip bölgeler belirlenmiştir. Seçtiğimiz M101 (NGC5457) galaksisinin özellikleri Tablo 1' de gösterilmektedir.

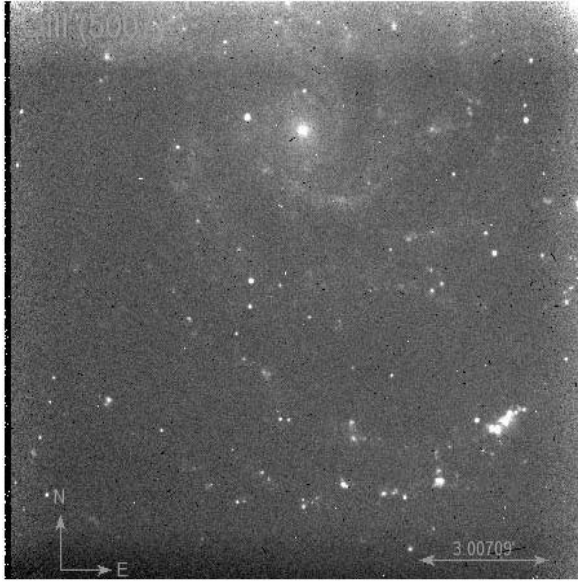
<u>Galaxy</u>	<u>RA</u> (J2000)	<u>DEC</u> (J2000)	<u>Type</u>	<u>Inc.ang</u> (derece)	<u>Distance</u> (Mpc)
M101 (NGC5457)	14:03:12.5	+54:20:53	Scd	0	5.4(Mattonick et al., 1997)

**Tablo 1:** M101 galaksisinin özellikleri

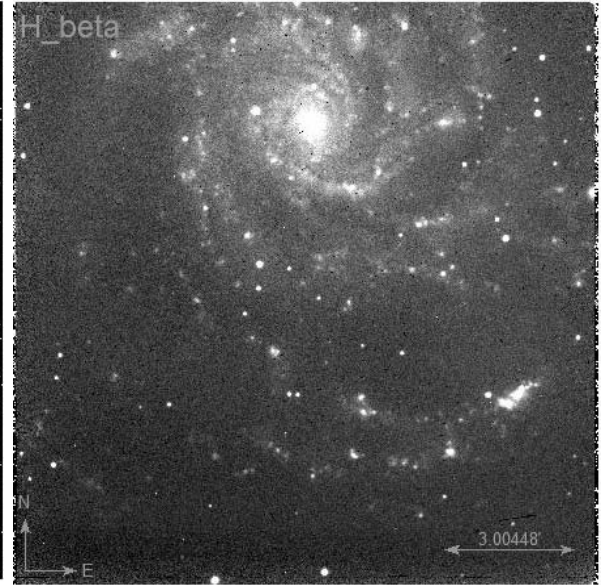
## 2. Yapılan Çalışmalar

GIPK adaylarını belirleyebilmek için Mayıs ve Haziran 2008 tarihlerinde TUG da gözlemler yapıldı. Bu gözlemlerde RTT150 cm teleskop ile TFOSC ve girişim filtreleri kullanıldı. 2048 x 2048 pixel olan CCD görüntülerimiz 13' x 13' büyüklüğünde alanı kaplamaktadır. Girişim filtrelerinin özellikleri ve galaksilerin gözlem bilgileri sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3' de verilmektedir.

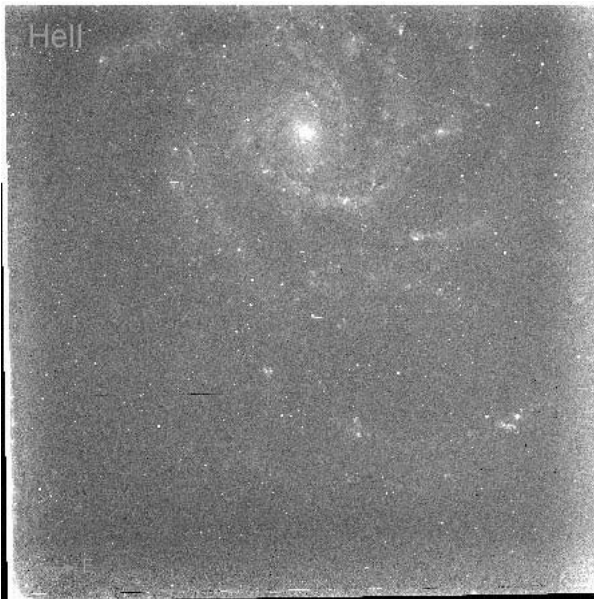
Alınan veriler LINUX işletim sisteminde ESO – MIDAS (The European Southern Observatory Munich Image Data Analysis System) paket programı kullanılarak analiz edildi. [OIII]  $\lambda\lambda 4363,5007$ ; [OII]  $\lambda\lambda 3727,3729$ ; HeII  $\lambda 4686$  ve  $H_{\beta}$  ve bunlara karşılık gelen dalgaboyundaki sürekli filtreleriyle alınan her bir görüntü için standart veri indirgeme işlemleri olan bias çıkarılması (0 poz süreli okuma), düz alan (flat fielded) ve yönlendirme (alignment) yapılmış ve sonra her bir filtreye ait toplam görüntüyü elde etmek üzere toplanmıştır. Bütün bu işlemlerden sonra elde edilen toplam görüntülerden yıldız ışığını çıkarabilmek için bunlara ait sürekli ışımaların çıkarılması gerekmektedir. M101 galaksisi için yeni görüntüler Şekil 1(a- d) ' de gösterilmektedir.



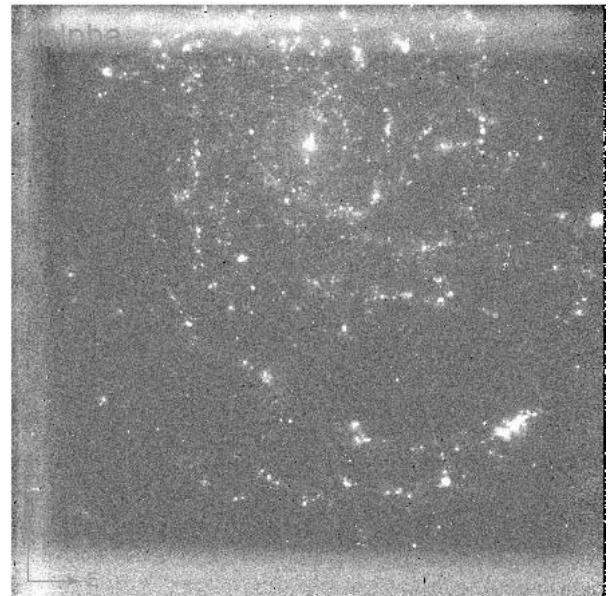
Şekil 1(a): M101 OIII(5007) görüntüsü



Şekil 1(b): M101 H\_beta görüntüsü



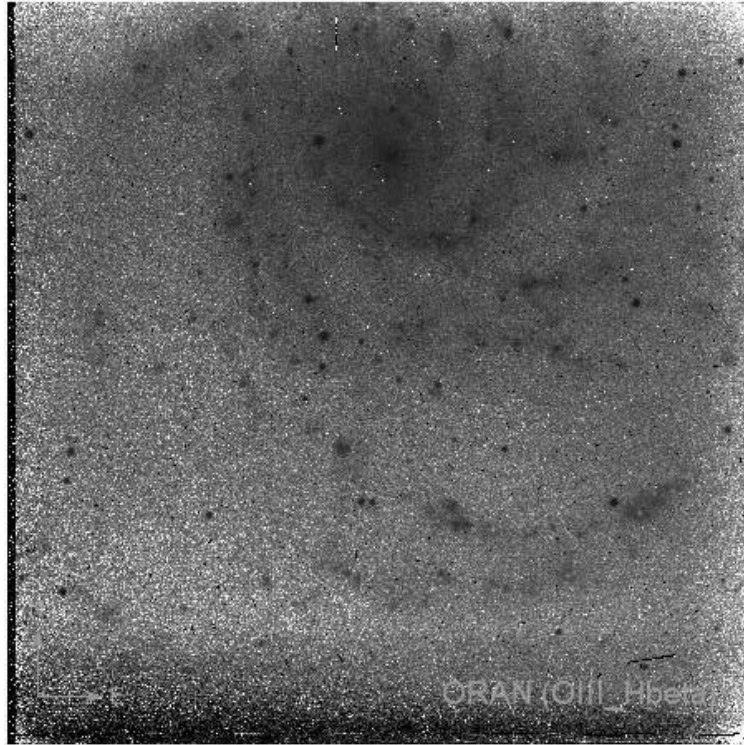
Şekil 1(c): M101 HeII görüntüsü



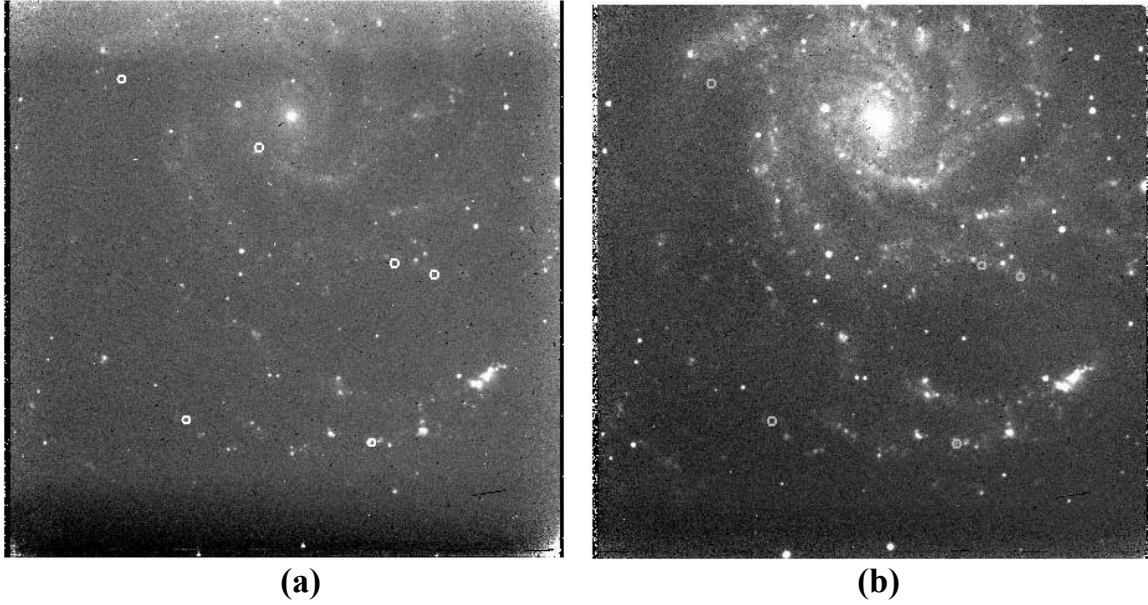
Şekil 1(d): M101 Halpha görüntüsü

GIPK adayları sürekli ışıma çıkarılmış  $[OIII]\lambda 5007$  görüntüsü ve sürekli ışıma çıkarılmış  $H_{\beta}$  görüntülerinin oranlanmasıyla belirlenmiştir. Oran görüntüsündeki (Şekil 2) parlak bölgeler GIPK

adayları olarak belirlenmiştir. Belirlenen kalıntı adaylarının galaksinin HII bölgeleri, süpernova kalıntıları ve gezegenimsi bulutsular gibi diğer yayılım bölgeleri ile karşılaştırılarak pozisyon uyumuna bakılmıştır. Sonuçta M101 galaksisinin gözlenen kısmında 6 tane GIPK adayı belirlenmiştir (Şekil 3a ve 3b). Belirlenen 6 adayın pozisyonları ve yarıçapı 4 piksele karşılık gelen alan içerisindeki foton sayı oranı Tablo 4 de verilmektedir. Önümüzdeki dönemlerde TUG da yapılması planlanan gözlemlerle belirlenen adayların mümkünse tayfsal gözlemleri yapılacak bu gözlemlerden elde edilecek tayfsal oranlarla kalıntılar onaylanabilecektir.



Şekil 2: M101 OIII(5007)/Hbeta oran görüntüsü



**(a)** **(b)**  
**Şekil 3:(a)** *OIII(5007)* görüntüsü üzerinde GIPK ların pozisyonlari **(b)** *Hbeta* görüntüsü üzerinde GIPK ların pozisyonlari

Filtreler	Dalgaboyu, $\lambda$	FWHM
[OIII]	4363	50
[OIII]	5007	56
[OII]	3727	50
HeII	4686	50
H $\beta$	4861	50
H $\alpha$	6563	80
Mavi	5125	44
H $\alpha$ sürekli ışınım	6446	123

**Tablo 2.** Girişim filtrelerinin karakteristik özellikleri

Filtreler	Tarih	Exposure (s) Seeing(")
[OIII]5007	13 Mayıs 2008	1200x3 2"
HeII4686	20 Haziran 2008	1200x3 1.8"
	13 Mayıs 2008	1200x3 2"
H $\alpha$	20 Haziran 2008	1200x3 2"
Mavi	13 Mayıs 2008 & 20 Haziran 2008	600x1 2" & 600x1 1.8"
H $\alpha$ sürekli ışınım	20 Haziran 2008	600x1 1.8"

**Tablo 3.** M101 galaksisinin gözlem özellikleri



NO	RA (J2000)	DEC (J2000)	OIII $\lambda$ 5007 / H $\beta$	HeII/ H $\beta$
1	14:03:18.723	+54:25:00.50	3.3	26.1
2	14:02:22.760	+54:23:34.70	3.2	25.1
3	14:02:18.854	+54:19:06.59	5.8	44.9
4	14:02:46.365	+54:17:32.66	3.2	24.2
5	14:02:48.217	+54:18:29.03	4.6	38.4
6	14:03:07.38	+54:21:42.37	3.9	31.5

*Tablo 4. M101 de belirlenen GIPK adayları*

### 3. Sonuçlar ve Tartışmalar

M101 sarmal galaksisinin TUG' da yapılan gözlemler sonucu yayının çizgi oranı OIII $\lambda$ 5007 / H $\beta$  ve HeII/ H $\beta$  kriteri temel alınarak 6 bulutsu GIPK adayı olarak belirlenmiştir. Bulunan GIPK adaylarının seçilen farklı kataloglardaki diğer yayının bulutsularıyla pozisyon uyumlarına bakılmış ve herhangi bir pozisyon uyumu görülmemiştir.

Yakın galaksilerde bulunan GIPK' ların optik bölgede araştırılması devam eden bir projedir. TUG da bulunan RTT 150 cm' lik teleskopla önümüzdeki gözlem dönemlerinde galaksinin üst kısmının da dar band girişim filtreleriyle görüntüleri alınarak GIPK adaylarının belirlenmesi ve galaksinin alt kısmının da daha uzun poz sürelerinde gözlenmesi planlanmaktadır. Belirlenen GIPK adaylarının tayflarının da önümüzdeki gözlem dönemlerinde alınarak adayların onaylanması planlanmaktadır.

### 4. Referanslar

ATOYAN, A.M. ve ark.. 2006. The Astrophysical Journal, Volume 642, Issue 2, pp. L153-L156.

BELCZYNISKI, K. ve ark., 2001. ASP Conference Series, Vol. 229

BELCZYNISKI, K. ve ark., 2006. The Astrophysical Journal, Volume 648, Issue 2, pp. 1110-1116.

BLOOM, J. S., ve ark. 1999, ApJ, 518, L1

EICHLER, D. ve ark., 1989. Nature, vol. 340, July 13, 1989, p. 126-128.

FRYER, C. L.; WOOSLEY, S. E.; HARTMAN, D. H., 1999. *Astrophysical Journal*, 526, 152 – 177

PERNA, R., & Loeb, A. 1998, *ApJ*, 501, 467

PERNA, R. ve ark., 2000. *The Astrophysical Journal*, Volume 533, Issue 2, pp. 658-669.

WAXMAN, E. 1997a, *ApJ*, 485, L5

WAXMAN, E. 1997b, *ApJ*, 489, L33

WIJERS, R. A. M. J., ve Galama, T. J. 1999, *ApJ*, 523, 1

WOOSLEY, S. E. ve BLOOM, J. S., 2006. *Annual Review of Astronomy & Astrophysics*, vol. 44, Issue 1, pp.507-556

WOOSLEY, S. E. ve ark., 2002. *RvMP*, vol. 74, Issue 4, pp. 1015-1071

WOOSLEY, S. E., 1993. *Bulletin of the American Astronomical Society*, Vol. 25, p.894

MACFADYEN, A. I.; WOOSLEY, S. E., 1999. *Astrophysical Journal*, v. 524, p. 262 –289

ZHANG, W.; FRYER, C. L., 2001. *The Astrophysical Journal*, Volume 550, Issue 1, pp. 357-367

ZHANG, B.; MESZAROS, P. 2004. *Int.J.Mod.Phys. A*19 2385-2472