

Atarcaların Sentetik Işınım Gücü Fonksiyonu

İ. Yusifov^{1,2} ve İ. Küçük¹

¹ Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, Kayseri, TÜRKİYE,
yusifov@erciyes.edu.tr , kucuk@erciyes.edu.tr

² Azerbaycan Bilimler Akademisi, Fizik Enstitüsü, Bakü 370143, AZERBAIJAN

Özet: Bu araştırmada, en son atarca taramaları göz önüne alınarak, farklı ışınım bölgelerine en uygun şekilde farklı hacimler seçilerek atarcaların yerel yoğunluğu yeniden değerlendirilmiş ve 'normal' atarcaların sentetik ışınım gücü fonksiyonu (IGF) oluşturulmuştur. IGF'nin en yüksek ve en düşük ışınım gücü (bundan sonra IG) bölgeleri detaylı incelenmiş ve sonuç olarak, 1400 MHz'te ışınım gücünün 0.1 mJy kpc⁻²'den büyük değerleri için IGF'nin, parametreleri $\log L_0 = -1.0$, $\log \sigma = 1.05 \pm 0.02$ ve genliği 52.5 ± 5 olan bir Log-Normal dağılımla ifade edilmesinin mümkün olduğu gösterilmiştir. Bu verilere dayanarak gözlenen atarcaların yerel yoğunluğu ve oluşum hızı 45 ± 5 psr kpc⁻² ve 4.5 ± 0.5 psr kpc⁻² Myr⁻¹ olarak değerlendirilmiştir. Alınan değerler biraz büyük olsa da, daha önceki araştırma sonuçlarıyla (Lyne vd. 1998) uyum sağlamaktadır

Anahtar kelimeler: Atarcalar: istatistik; atarcalar: ışınım gücü fonksiyonu; Galaksi: yapısı (structure)

Abstract. Using the high sensitive Parkes multi beam pulsar surveys, we estimated the local surface density of pulsars in various luminosity intervals at the frequencies 1400 MHz. Carefully selecting different volumes for different luminosity intervals we have constructed synthetic luminosity function (LF) for "normal" pulsars. To estimate the distances to pulsars we used the new NE2001 Galactic electron density model. It was shown that for the luminosities ≥ 0.1 mJy kpc², LF may be described with the Log-Normal distribution in the following manner:

$$\Phi(L) = \frac{d\sigma}{d \ln L} = \frac{A}{\sigma' \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\lg L - \mu}{\sigma'} \right)^2 \right]$$

where $A=52.5 \pm 5$, $\sigma'=1.05 \pm 0.02$ and $\mu=-1.0$. On the basis of these data we estimated the local surface density and birth rate of pulsars as 45 ± 5 psr kpc⁻² and 4.5 ± 0.5 psr kpc⁻² Myr⁻¹ correspondingly. Within the limits of errors, these results are in agreement with the previous studies of Lyne et al. 1998.

Key words: Pulsars – statistics, pulsars – luminosity function, Galaxy – structure.

1. Giriş

Atarcaların IGF'si, önceki düşük frekans (400 MHz) tarama sonuçlarına dayanarak bir çok kez incelenmiştir (bkz Lyne vd. 1985, Guseinov & Yusifov 1986, Lyne vd. 1998, Cordes & Chernoff 1997 ve oradaki referanslar). 400 MHz frekanslarda IG 1 mJy kpc⁻² den büyük ışımalarda genel olarak IGF $dN/dL \sim L^{-2}$ gibi kabul edilmektedir. Daha düşük IG'lerde, istatistik yetersizlik nedeniyle IGF belirsizdir.

Yüksek frekanslı hassas Parkes ve Swinborn çok yön diyagramlı (multi beam) atarca taramaları (Parkes Multibeam Pulsar Surveys, kısaca PMPS), gözlenen atarcaların sayısını 2 kat artırmıştır. Araştırma sonucu, sadece Galaksinin uzak ve yakın bölgelerinden değil, aynı zamanda IG'nin çok küçük olduğu bölgelerde de çok sayıda yeni atarca bulunmuştur. Evrim teorisi açısından, bu atarcaların,

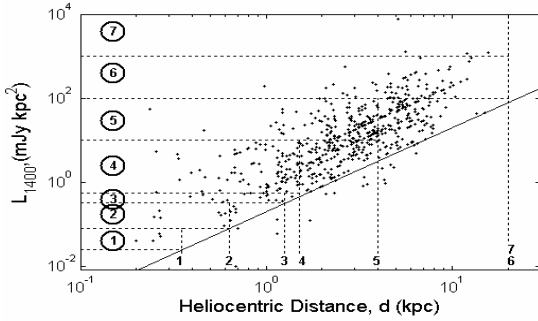
IGF'nin formuna etkisinin incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Diğer taraftan, son zamanlarda, atarcaların mesafelerini değerlendirmek için eski TC93 (Taylor & Cordes 1993) modeli yerine Galakside elektron dağılımının yeni NE2001 (Cordes & Lazio 2002) modeli de önerilmektedir.

Bu araştırmada, problemin güncelliğini ve yukarıda anılanları da göz önüne alarak atarcaların 1400 MHz frekanstaki IGF'si oluşturulmuştur. Diğer taraftan, bazı araştırmalarda (Guseynov vd., 2002), atarcaların IGF'sine yanlış yaklaşım ve yorumlamalar bulunduğu için burada, bazı temellerin de açıklanmasıyla birlikte, bu problem daha detaylı incelenmektedir.

Bu araştırmada, atarcaların tüm gözlemsel IG aralığı ($10^2 - 10^4$) orta büyüklükteki alt aralıklara (farklı örnek aralıklarına) ayrılır. Her örnek aralık için, Güneşin yöresinde öyle bir hacim seçilir ki, o hacimde atarcalar için yaklaşık hacimle sınırlanmış örnek (volume limited sample, bundan sonra VLS) oluşturulur ve bu da atarcaların yerel yoğunluğunun doğru değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

2. Seçilen Örnekler ve Varsayımlar

ATNF Atarca Katalogu (ATNF Pulsar Catalogue, Manchester vd. 2002) PMPS ile Swinburn atarca tarama sonuçlarını (Edwards vd (2001) ve şimdiye kadar yapılmış tüm atarca gözlem sonuçlarını kapsamakta ve istatistik incelemeler için kapsamlı bir veritabanı oluşturmaktadır. Bu makale hazırlanırken, bilinen tüm atarcaların sayısı 1400 civarındaydı. Bunlardan 600'den fazlası PMPS taramasında bulunmuştur.



Şekil 1. PMPS taramasından önce bilinen 'normal' atarcaların 1400 MHz'teki ışınım güçlerinin güneşten olan mesafeye göre dağılımı. İncelenen farklı IG bölgeleri (örnekleri) noktali çizgilerle ayrılmıştır. Atarcaların yüzey yoğunluğunun hesaplandığı her bölgeye uygun sınır mesafesi de uygun noktali çizgilerle gösterilmiştir. Bu bölgelerin her birinde ayrı-ayrılıkta atarcaların VLS oluşturduğunu kabul edebiliriz. Kalan detaylar metinde açıklanmaktadır.

'Normal' atarcaların IGF'ni oluşturmak için anılan veri tabanını kullandık ve onun içinden çift sistemlerde, Galaksi dışında ve periyot türevi $dP/dt < 10^{-17}$ s/s olan atarcaları dışladık. Seçilen atarcaların toplam sayısı 1254'tür ve bunlardan 1043'ü PMPS tarama bölgesi olan Galaksinin $|b| \leq 15^\circ$ enlem ve $-100^\circ \leq l \leq 50^\circ$ boylam koordinatları arasında yerleşmiştir.

Atarcalar çok zayıf kaynaklardır ve onların bulunması farklı seçim koşullarıyla engellenmektedir. Bu nedenle onların IGF'si oluşturulan zaman seçim koşullarını gidermek için farklı, mürekkep algoritmalar kullanılmaktadır (bkz Lyne vd. 1985, Guseinov & Yusifov 1986, Lyne vd 1998, Cordes & Chernoff 1997 ve oradaki referanslar). Bu araştırmada, IGF'ni oluşturmak için basit ama özenli bir yöntem ele alınmıştır.

Kullanılan yöntem Şekil 1 ve Tablo 1'de anlatılmaktadır. Şekil 1'de PMPS taramasından önce bilinen 'normal' atarcaların 1400 MHz'teki IG'nin güneşten olan mesafeye göre dağılımı verilmiştir. Şekilde gözüktüğü gibi, atarcalar ışınım akısıyla sınırlanmış örnek (flux limited sample, bundan sonra FLS) oluşturmaktadır. Yani, güneşten olan herhangi $d(\text{kpc})$ uzaklıkta biz genel olarak IG

$$L \approx S_0 d^2 \quad (1)$$

'den büyük olan atarcaları görürüz. Burada S_0 , mJy ölçeğinde teleskopun hassasiyetine ve seçim koşullarına bağlı bir en küçük ışınım akısıdır. Şekil 1'den S_0 için ~ 0.2 mJy bulunmuş ve (1) denkleme uygun çizgi bir düz çizgiyle gösterilmiştir. Aynı grafik PMPS taramasından sonra bilinen atarcalar için kurulacak olsa, S_0 için ~ 0.1 mJy buluruz. Bu atarcalar için, hatasız, ideal koşullarda ve d atarcalara kadar olan gerçek uzaklık olsaydı, Şekil 1'de S_0 , PMPS taramasının sınır hassasiyeti olan $S_{\min} \approx 0.2$ mJy eşit olurdu. Yıldız, kuasar vs gibi kaynakların diferansiyel IGF'si, birim hacimde ve birim ışınım gücü aralığında olan kaynakların sayısı gibi değerlendirilmektedir. Genel olarak yoğunluk hesaplanırken, birim ışınım gücü aralığı yerine, IG logaritmasının birim aralığı dikkate alınmaktadır.

Eğer atarcaların yüzey yoğunluğunu

$$\begin{aligned} \sigma &= \int_{L_{\min}}^{L_{\infty}} \frac{d^2 N}{dL dS} dL = \int_{L_{\min}}^{L_{\infty}} \frac{d\sigma}{dL} dL = \int_{\ln L_{\min}}^{\ln L_{\infty}} \frac{d\sigma}{d \ln L} d \ln L = \\ &= \int_{\ln L_{\min}}^{\ln L_{\infty}} \Phi(L) d \ln L = \int_{\lg L_{\min}}^{\lg L_{\infty}} \frac{d\sigma}{d \lg L} d \lg L, \end{aligned} \quad (2)$$

gibi tanımlarsak, IGF'ni aşağıdaki gibi değerlendirebiliriz

$$\Phi(L) = \frac{d\sigma}{d \ln L} = \frac{d^2 N}{d \ln L dS} \approx \frac{\Delta N}{\Delta \ln L \Delta S} = \frac{\Delta N}{\ln 10 \Delta \lg L \Delta S} \quad (3)$$

Eğer incelenen kaynaklar VLS oluştursaydı, IGF'nin değerlendirilmesi, kaynakların basitçe sayılması anlamına gelirdi. Fakat, şekil 1'den gözüktüğü gibi, genel olarak atarcalar FLS oluşturmaktadır. Ama farklı IG aralıklarındaki atarcalara özel olarak öylesine bir hacim seçebiliriz ki, bu atarcaları VLS olan bir örnek olarak kabul edebiliriz. Bu nedenle biz bu araştırmada, atarcaları Şekil 1'deki gibi yedi IG alt aralığına (örneğe) böldük ve her birine uygun olarak farklı hacimler seçerek bu hacimlerdeki atarcaları VLS gibi kabul ederek onların yoğunluklarını değerlendirdik. Yoğunlukları değerlendirmek için, Tablo 1'de 3. ve 4. satırlardan da gözüktüğü gibi, atarcaların IG'leri daha küçük alt aralıklarına ($\Delta L=0.25$) bölünmüştür. Sadece, en küçük ve en büyük IG'de (istatistiğin az olan yerlerinde) alt aralıklar 2 kez büyük alınmıştır. Yoğunluklara uygun düzeltmeler yapılarak her alt aralık için ayrı ayrılıkta IGF değeri hesaplandı ve sonunda da bunları bir araya getirerek sentetik IGF oluşturduk. Farklı IG'ye uygun seçilmiş hacimlerin özellikleri ve yapılan düzeltmeler Tablo 1'de verilmiş ve bölüm 3'de anlatılmaktadır.

İ. Yusifov vd.: Atarcaların Sentetik Işınm Gücü Fonksiyonu

Tablo 1. Atarcaların farklı ışım gücü örnekleri, onlara uygun hacimler ve IGF değerleri

1	Ls1÷Ls2	0.02÷0.08	0.08÷0.32	0.32÷0.56	0,56 ÷ 10					10 ÷ 100				100 ÷ 1000				L > 1000	
2	Sample	1	2	3	4					5				6				7	
3	logLi2	-1,1	-0,5	-0,25	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4
4	logLi1	-1,6	-1,1	-0,5	-0,25	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5
5	Di (kpc)	0,35	0,63	1,26	1,68	2,2	3,0	4,0	5,3	7,1	9,4	12,6	16,8	22,4	29,8	39,8	53,0	70,7	125,7
6	R (kpc)																		
7	r (kpc)																		
8	lzl (kpc)																		
9	d (kpc)	< 0,35	< 0,63	< 1,26															
10	l (°)																		
11	H _z (kpc)	1±0,5	1±0,5	1±0,5															
12	ni1	2	3	3	2	6	7	8	4	33	33	18	10	25	19	7	4	2	1
13	ni2	3	5	4	5	6	8	10	4	50	40	19	11	34	24	7	4	2	1
14	ΔNi1	4,2	8	14	20	27	17	18	13	49	42	26	12						
15	ΔNi2	6,3	13,3	18,7	50,0	27,0	19,4	22,5	13,0	74,2	50,9	27,4	13,2	34,0	24,0	7,0	4,0	3,0	1,0
16	dσ/dlnL	70,16	23,20	11,87	14,21	7,67	5,52	6,40	3,69	2,97	2,03	1,10	0,53	0,15	0,10	0,03	0,017	0,005	0,001
17	LFerror	41,19	11,60	4,99	2,63	1,74	1,40	1,54	1,08	0,48	0,37	0,25	0,15	0,04	0,03	0,012	0,008	0,002	9e-4

1. ve 2. satırda, Şekil 1'de farklı VLS oluşturan ışım gücü aralıkları ve bu örneklere uygun numaralar verilmiştir. 3 ve 4. satırlarda IGF alt aralığının üst ve alt sınırın logaritmaları, 5. satırda ise, $S_0 = 0.2$ mJy'lerde alt aralığın alt sınırı için (1) formülü ile hesaplanmış güneşten olan uzaklığı verilmiştir. Farklı örneklere uygun hacimleri sınırlayan koşullar 6. – 11. satırlarda verilmiştir: 6, 7, 8 ve 9. satırlarda uygun olarak Galaksinin merkezinden, Galaksinin düzleminde güneşten, Galaksinin düzleminde ve güneşten olan uzaklık sınırları verilmiştir. 10. satırda Galaktik boylamdaki sınırlar, 11. satırda ise incelenen örneğe uygun yükseklik ölçeği verilmiştir. Diğer detaylar metinde verilmektedir.

3. Düzeltme Metotları

IGF, birim hacimde ve IGF'nin logaritmasının birim aralığında olan atarcaların sayısı gibi değerlendirilmektedir. IGF'ni doğru değerlendirmek için, seçilmiş örneğe uygun hacmi ve o hacimde olan atarcaların sayısını doğru değerlendirmek gerekmektedir.

Tablo 1'de 1., 2. ve 3. örnekler için hacim küre olarak kabul edilmiştir. Kürenin yarıçapı, Tablo 1 ve Şekil 1a'dan görüldüğü gibi, incelenen IGF alt aralığının ($Li1 - Li2$) alt sınırı ile belirlenmekte ve $S_0 = 0.2$ mJy değerinde (1) ifadesinden bulunmaktadır. Hacim, bu şekilde seçildiğinde, Tablo 1, satır 3 ve 4'e uygun $Li1 - Li2$ alt aralıklardaki atarcalar, bu hacimde VLS oluşturmaktadırlar.

Eski, düşük frekanstaki (400 MHz) taramalar, farklı hassasiyetlerle yaklaşık tüm gök yüzünü taramış ve incelenen hacimdeki atarcaların büyük bir kısmı bulunmuş ve bu sayılar Tablo 1, 14. satırda verilmiştir. PMPS taraması bu hacmin $|b| \leq 15^\circ$ enlem ve $-100^\circ \leq l \leq 50^\circ$ boylam Galaktik koordinatları arasındaki bölümünde yapılmıştır. Bu bölümde, PMPS taramasından önce ve sonra bulunan tüm atarcalar $ni1$ ve $ni2$ gibi işaretlenmiş ve Tablo 1, 12. ve 13. satırlarda verilmiştir.

Eğer, PMPS gibi atarca taraması tüm gök yüzünde yapılsaydı, o zaman, incelenen hacimde bulunabilecek tüm atarcaların sayısını

$$\frac{n_{i2}}{n_{i1}} = \frac{\Delta N_{i2}}{\Delta N_{i1}} \quad (4)$$

oranından değerlendirilebiliriz. Bu değerler Tablo 1, 15. satırda verilmiştir. Burada N_{i1} , incelenen hacimde PMPS taramasından önce $Li1$ ve $Li2$ aralığında olan tüm atarcaların sayısı, N_{i2} ise tüm gök yüzünde PMPS'e benzer tarama yapılsaydı, bu hacimde bulabileceğimiz atarcaların sayısıdır. N_{i2} 'nin beklenen değerini bulmak için atarcaların Galaksinin düzlemine dik yönde yoğunluk dağılımının

$$\rho(z) = \rho_0 \exp\left(-\frac{|z|}{h_z}\right) \quad (5)$$

gibi olduğunu kabul ederek bulabiliriz. Bulunan N_{i2} ve (3) ifadesinden IGF için

$$\Phi(L_i) = \frac{N_{i2}}{\ln 10 \Delta \lg L \Delta S} f(h_z) \quad (6)$$

formülünü buluruz. Burada $\Delta \lg L = 0.25$, ΔS -incelenen hacime uygun alan, $f(h_z)$ ise, incelenen hacimdeki atarcaların sayısına ((5)'in integrenmesinden alınan) yapılan düzeltmedir.

İ. Yusifov vd.: Atarcaların Sentetik Işınım Gücü Fonksiyonu

$f(h_i)$, farklı hacimler için farklı fonksiyondur ve hesaplama detayları makalenin tam metninde verilmiştir (Yusifov & Küçük, 2004b). Alınan IGF ve uygun hata değerleri Tablo 1, 16 ve 17. satırlarda verilmiştir. IGF ve hatalar hesaplananda kullanılan tüm parametreler Tablo 1'de verilmiştir.

Burada onu da belirtelim ki, eğer atarcaların Galakside dağılımı monoton (uniform) olsaydı, 6 No'lu örnek için, (6) formülündeki ΔS 'ni sadece geometrik alan olan $k \cdot \pi r_i^2$ gibi hesaplamak yeterli olabilirdi (burada $k = 150/360$). Fakat, atarcaların Galakside dağılımı monoton olmadığı için geometrik alan yerine efektif alan hesaplamak gerekmektedir. Bunun için atarcaların Galakside dağılımının son modelinden yararlandık (bkz., Yusifov & Küçük, 2004a):

$$\rho(R) = A \left(\frac{X}{X_0} \right)^a \exp \left(-b \frac{X - X_0}{X_0} \right) \quad (7)$$

Burada $X = R - R_1$ ve $X_0 = R - R_\odot$, $A = 37.6$, $a = 1.64$, $b = 4.0$ ve $R_1 = 0.55$ kpc'tir. Örnek olarak gösterelim ki, 6. örnek hacim için, r_i 'nin 15 ve 20 kpc değerleri için geometrik alan 297 ve 528 kpc² ise, (7)'in integrelenmesinden alınan efektif alan 344 ve 446 kpc² olur.

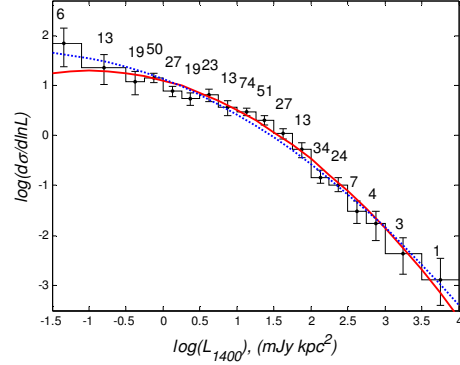
7 No'lu örnek, IG 1000'den büyük olan atarcalarıdır. Bu atarcalar Galaksinin her yerinden gözüktüğünden, onlar için örnek hacim tüm Galaksidir. (6) formülü ile IGF hesaplandığında $z_i = \infty$ ve 6 No'lu örnekte olduğu gibi (7) formülünden efektif alan hesaplanmıştır. IGF'nin en büyük ve en küçük değerini daha güvenilir hesaplamak için R_1 'nin değeri 15 ± 5 kpc kabul olunmuştur. R_1 'nin bu değerleri için geometrik alan 314 ve 1257 kpc² olurken, uygun efektif alan 469 ve 630 kpc² olmaktadır.

4. Işıma gücü fonksiyonu ve atarcaların yerel yoğunluğu

Gözükən atarcaların IGF'si, Tablo 1, 16 ve 17. satırlara dayanarak oluşturuldu ve Şekil 2'de histogram şeklinde verilmiştir. Bu verilere aşağıdaki gibi Log-Normal dağılımla fit yapıldı:

$$\Phi(L) = \frac{d\sigma}{d \ln L} = \frac{A}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln L - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (8)$$

Şekil 2'den gözüktüğü gibi, Log-Normal dağılımın maksimum noktasını belirlemek zordur ve sadece sağ tarafı kullanılır. Bu nedenle, IGF için maksimum (μ) noktalarına, pratik değerlendirmelerde de kolaylık sağlayacak sabit bir değer vererek fit yapıldı ve aşağıdaki gibi iki takım parametre aldık:



Şekil 2. Gözlenen atarcaların 1400 frekansta ışınım gücü fonksiyonu. Merdiven ve hata değerleri Tablo 1, 16 ve 17. satırlarda verilmiştir. Her IGF aralığına değerlendirilmiş (düzeltilmiş) atarca sayısı rakam olarak verilmiştir. (8) denklemle yapılan fitler, sürekli ve kesik çizgilerle gösterilmiştir. Diğer detaylar metinde anlatılmaktadır.

- $A = 52.5 \pm 5$, $\sigma' = 1.05 \pm 0.02$, $\mu = -1$, hataları hesaba katmakla ve
- $A = 152 \pm 22$, $\sigma' = 1.24 \pm 0.02$, $\mu = -2$, hataları göz ardı etmekle.

IGF'nun (i) ve (ii) parametrelerine uygun yaklaşımlar Şekil 2'de sürekli ve kesik çizgilerle verilmiştir. Bulunan IGF'ye dayanarak (2) entegrelinden atarcaların yerel yoğunluklarını değerlendirmek mümkündür.

Entegrellemede $L_\infty = 10^4$, ve farklı yaklaşımları karşılaştırmak için ise σ' 'nin değeri L_{min} 'un üç farklı değerinde hesaplanmıştır. Bu yaklaşımlara uygun hesaplanmış yerel yoğunluklar Tablo 2'de verilmiştir. $\log L_{min}$ değerleri 1. kolonda, gözlemsel veriler ise 2. kolonda verilmiştir. (i) ve (ii) takım parametrelere uygun IGF'nin integrelinden alınan değerler ise uygun olarak 3. ve 4. kolonlarda ve 1 - 3 satırlarda verilmiştir. 4. satırda, Lyne vb., 1998'in, 5. satırda ise Lorimer'in (Lorimer 2003) aldığı değerler verilmiştir.

Giriş bölümünde belirtildiği gibi, bu araştırmada, atarcalara kadar olan uzaklık Galakside elektron dağılımının daha önce geniş kullanılmakta olan TC93 değil, yeni NE2001 modeline dayanarak hesaplanmıştır. İncelemeler (Kramer vb. 2002 ve Yusifov & Küçük, 2004a) gösterir ki, NE2001 modeli, atarcalara sistematik olarak daha düşük mesafeler vermektedir. Mesafelerin küçültülmesi ise, atarcaların yerel yoğunluğunu artırmaktadır. Atarcaların gerçek uzaklıkların neredeyse TC93 ile NE2001 modellerinin verdiği mesafeler arasında olduğunu kabul etsek, yukarıda alınmış değerlere

İ. Yusifov vd.: Atarcaların Sentetik Işınım Gücü Fonksiyonu

dayanarak atarcaların yerel yoğunluğunun gerçek değerini tahmin edebiliriz.

Tablo 2. Atarcaların IGF'den (8) değerlendirilmiş yerel yoğunluğu (PSR/kpc^2)

Log L_{\min}	Gözlenen	Model-i	Model-ii
-1.5	146 ± 80	82 ± 8	120 ± 18
-1.0	64 ± 27	60 ± 6	74 ± 11
-0.5	32 ± 9	38 ± 4	40 ± 6
~-1.0		30 ± 6	
-0.5		25 ± 2	

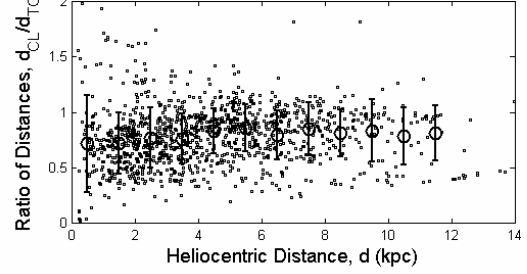
Bu tahmini yapmak için Şekil 3'e bakalım. Şekilden görüldüğü gibi, iki modelin verdiği mesafelerin oranı yaklaşık $\langle d_{\text{CL}}/d_{\text{TC}} \rangle = 0.75$ 'tir.

Eğer gerçek uzaklıkların (d_i), bu iki modelin verdiği mesafeler arasında olduğunu kabul etsek, bu oran yaklaşık $\langle d_{\text{CL}}/d_i \rangle = 0.86$ olur. O zaman, atarcaların yerel yoğunluğunun gerçek değerini tahmin etmek için, Tablo 2'de 1, 2 ve 3. satırlardaki değerleri, ölçek faktör (scale factor, SF) $s_f = (0.86)^2 \cong 0.74$ 'e çarpmak gerekmektedir.

Eğer gözükten atarcaların yaşam sürecinin ortalama 10^7 yıl olduğunu kabul etsek, bulunan yoğunluklar, onların yerel oluşma hızını değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Tablo 2'den yararlanarak ve yukarıda anılan SF'ı da göz önüne alarak hesaplanan atarcaların yerel oluşma hızları Tablo 3'te verilmiştir.

5. Sonuçlar ve Tartışmalar

PMPS'den önceki verilerin detaylı incelenmesi Lyne vb. 1998 tarafından yapılmıştır. Onlar, 400 MHz frekanstaki IG >1 olan atarcaların yerel yoğunluk ve oluşma hızlarını değerlendirmişler ve sonuçları Tablo 2 ve 3, satır 4'te verilmiştir. Atarcaların spektrumu genel olarak $S \sim \nu^\alpha$ gibi yazılmaktadır (burada S, mJy'lerle atarcalardan gelen ışınım akısı, ν gözlem frekansı ve $\langle \alpha \rangle = -1.7$ (Sieber 2002)). Bu durumda, 400 MHz'teki 1 IG'ne, 1400 MHz'te $L_{1400} = 0.1$ uygun olur. Buna uygun değerler Tablo 2 ve 3, satır 2'de verilmiştir. Bu değerler Lyne vb. 1989 değerlerinden bir az fazla olsa da, yukarıda anılan SF de göz önüne alındığında, hesaplama hataları çerçevesinde uyuşma sağlanmaktadır



Şekil 3. Atarcaların NE2001 ve TC93 modeli ile hesaplanmış mesafe oranlarının güneşten olan uzaklıklara karşılık dağılımı. Şekilde, güneşten her 0.5 kpc aralığında olan atarcaların verilerinin orta değeri ve standart sapması gösterilmiştir.

Tablo 3. Atarcaların IGF'den (8) değerlendirilmiş ve SF'e göre düzeltilmiş yerel oluşma hızı ($\text{PSR}/\text{kpc}^2/\text{Myr}$)

Log L_{\min}	Gözlenen	Model-i	Model-ii
-1.5	10.8 ± 5.9	6.1 ± 0.6	8.9 ± 1.3
-1.0	4.7 ± 2.0	4.5 ± 0.4	5.5 ± 0.8
-0.5	2.4 ± 0.7	2.8 ± 0.3	3.0 ± 0.4
~-1.0		2.8 ± 1.7	
-0.5		2.5 ± 0.2	

Bu araştırmada varılan önemli sonuçlar:

Galakside elektron dağılımının son modeline dayanarak atarcaların uzaklık ve uygun IG değerlendirilmiş ve onların sentetik IGF oluşturulmuştur. Önceki araştırmalardan farklı olarak, IGF'nun Log-Normal dağılımla fit yapılmasının daha doğru olduğu görülmektedir.

Atarcaların yerel yoğunluğu ve oluşma hızı daha önceki değerlendirmelere rağmen bir az fazla olsa da, hesaplama hataları çerçevesinde uyuşma sağlanmaktadır. Ama bu değerler, Tablo 2'den de görüldüğü gibi, IGF'nun nereden integrelenmesine (L_{\min} değerine) bağlıdır. Daha önceki araştırmaları da göz önüne alarak, yerel yoğunluk ve oluşma hızlarının ortalama değerlerinin 1400 MHz'te $L_{\min} = 0.1$ için alınan değerlere yakın olduğunu tahmin etmekteyiz. Bu değerlerin uygun olarak $45 \pm 5 \text{ PSR}/\text{kpc}^2$ ve $4.5 \pm 0.5 \text{ PSR}/\text{kpc}^2$ olduğunu düşünmekteyiz.

İ. Yusifov vd.: Atarcaların Sentetik Işınım Gücü Fonksiyonu

6. Kaynaklar

Cordes, J.M. & Lazio, T.J.W., 2002, preprint[astro-ph/0207156]
Cordes, J.M. & Chernoff, D.F., 1997, ApJ, 482, 971
Gonthier, P.L., Guilder, R.V. & Harding, A.K., 2001, preprint[astro-ph/0312565]
Guseinov, O.H. & Yusifov, I.M., 1986, Sov. Astron., 30, 47
Guseinov, O.H., vd. 2002, preprint[astro-ph/0206030]

Kramer, M., Bell, J.F., Manchester, R.N., vd., 2003, preprint[astro-ph/0303473]
Lorimer, D.R., 2003, preprint[astro-ph/0308501]
Lyne, A.G., vd. 1985, MNRAS, 213, 613
Lyne, A.G., vd. 1998, MNRAS, 295, 743
Manchester, R.N., vd., 2002, ATNF Pulsar Catalogue, <http://www.atnf.csiro.au/research/pulsar>
Sun, X.H. & Han, J.L., 2004, MNRAS, 350, 232
Taylor, T.M. & Cordes, J.M., 1993, ApJ, 411, 674
Yusifov, I.M. & Küçük, İ., 2004a, A&A, 422, 545.
Yusifov, I.M. & Küçük, İ., 2004b, (hazırlanmakta)