

Pulsarların ve Elektron Yoğunluğunun Galaktik Dağılımının Yeniden İncelenmesi

İsmail YUSİFOV ve İbrahim KÜÇÜK

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

Özet

Son yıllarda Avustralya Parks ve Swinburnda yapılan araştırmalar, mevcut pulsarların (atarcaların) sayısını yaklaşık iki kez artırmıştır. Aynı zamanda çok miktarda dispersion measure'ı (DM) büyük olan (1000 civarında) pulsar bulunmuştur. Pulsarların istatistik özelliklerinin incelenmesinde ve tersine, uzak pulsarların yardımı ile saman yolunun uzak bölgelerinin incelenmesinde, bu pulsarlara kadar olan mesafenin doğru bulunması çok önemlidir. Fakat pulsarların mesafesini değerlendirmek için şimdiye kadar yaygın olarak kullanılan Taylor&Cordes(TC) elektron yoğunluğu modeli bu pulsarlara kadar olan uzaklıkları yanlış vermektedir. Hali hazırda, kalibratör olarak kabul edilen ve mesafeleri bağımsız olarak bilinen pulsarların sayıları TC'nin kullandığından ~%50 daha fazladır. Öte yandan şimdilerde, saman yolunun farklı bileşenleri konusunda da daha detaylı ve kapsamlı bilgiler mevcuttur. Bu bilgilere dayanarak, saman yolunda elektron yoğunluğunun yeni modeli teklif olunmaktadır. Bu modele dayanarak pulsarların mesafeleri hesaplanmış, istatistiksel özellikleri incelenmiş ve bu sonuçlar daha önceki araştırma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Giriş

Pulsarların evriminin ve istatistik özelliklerinin incelenmesinde, onlara kadar olan mesafenin doğru değerlendirilmesinin çok önemi vardır. Pulsarlara kadar olan mesafe konusunda ilk bilgiyi, direkt gözlemlerden ölçülebilen parametreler (örneğin DM) vermektedir. DM, farklı dalga boylarında pulsarlardan gelen atmaların varış farklarına dayanarak hesaplanmaktadır. Bu parametre, yıldızlararası ortamdaki elektron yoğunluğu ile doğru orantılı olmakta ve

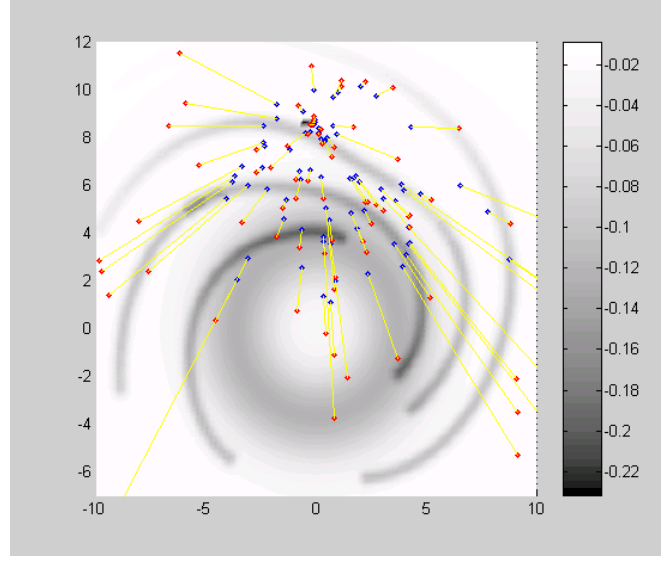
$$DM = \int_0^D n_e dr , [cm^{-3}pc] \quad (1)$$

formülü ile hesaplanmaktadır (Manchester & Taylor, 1977). Burada D, pulsara kadar olan mesafe ve n_e yol boyunca bu istikametteki elektron yoğunluğudur. Dolayısıyla, galaksideki elektron yoğunluğu (n_e) dağılımı bilindiği takdirde pulsarlara kadar olan mesafe (1) entegralinden hesaplanabilir.

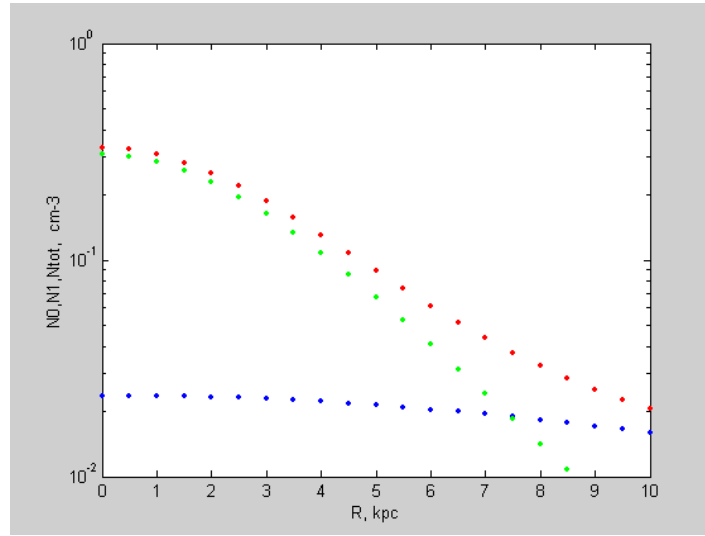
n_e için farklı modeller teklif edilmiştir ve bunlardan en yaygın kullanılanı Taylor & Cordes, 1993 (TC) modelidir. O tarihlerde mesafeleri bağımsız olarak bilinen 74 pulsar-kalibratör mevcut idi ve genel olarak model bu verilere dayanmaktadır. Modelde, bilinen tüm HII bölgeleri de kullanılmış ve saman yolu spiral kollarının o zaman için en iyi modeli olarak sunulmuştur. χ^2 metodu kullanılarak hesaplanan ve gözlenen DM farkının minimumlaştırılması metodu ile alınan n_e dağılımı Şekil 1'de gri tonla verilmiştir.

TC modeli 1993'e kadar bilinen daha yakın mesafedeki pulsar-kalibratörlere dayanmaktadır. Bu modeli yeni bulunan ve DM'i büyük olan pulsarlara uyguladığımız zaman çok büyük mesafeler elde edilmekte (örneğin bakınız Edwards et al., 2001, Manchester et al., 2001) ve hatta bazı pulsarlar için bu model ve (1) denklemi ile mesafelerin hesaplanması imkansız olmaktadır.

Yeni bulunan pulsarlara kadar olan mesafeleri bulmak için, yeni verilere, yeni kalibratörlere, saman yolunun bileşenleri konusunda yeni bilgilere artan ihtiyaç duyulmaktadır. Bu probleme iyi bir yaklaşım Gomez et al. 2001 (GBC) tarafından yapılmıştır. GBC, mesafeleri bağımsız olarak bilinen 109 pulsar-kalibratörü kullanarak, galaksideki elektron dağılımı için simetrik, basit ve 7 parametreden oluşan bir model önermişlerdir. Bu modele göre alınan elektron yoğunluğunun dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. TC modeline göre n_e dağılımı gri tonla verilmiştir. Şekilde, alt ve üst sınır mesafeleri bilinen pulsar-kalibratörler farklı renkte gösterilmiş ve araları sarı çizgiyle birleştirilmiştir.



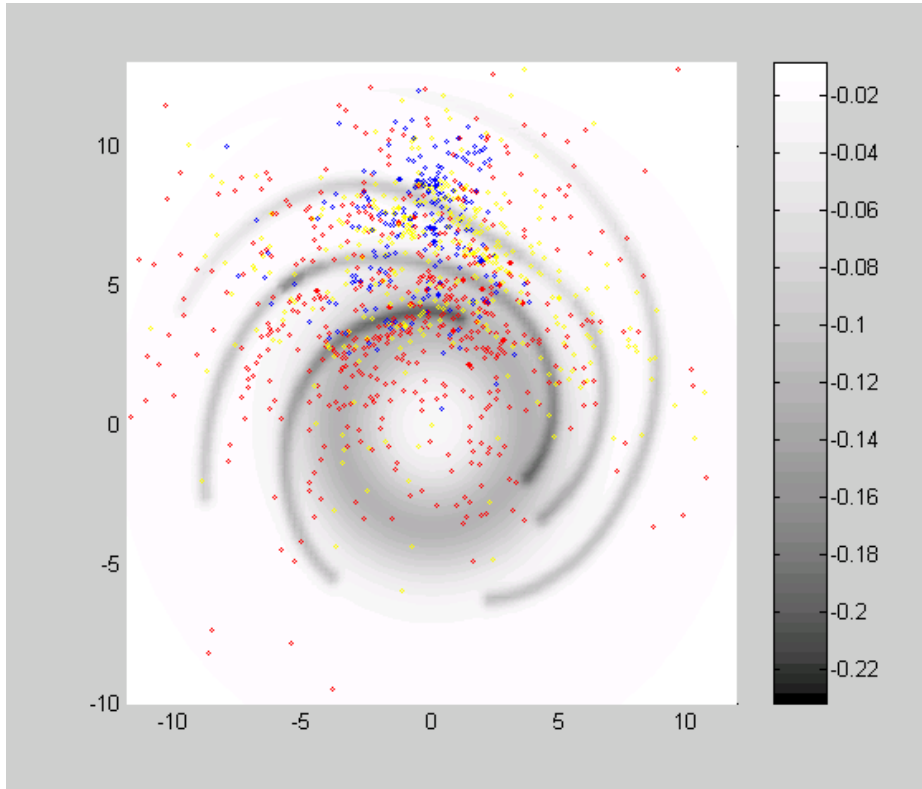
Şekil 2. GBC modeline göre elektron yoğunluğunun galaksinin merkezine bağlı olarak dağılımı. Şekilde n_e 'nin iki bileşeni ve onların toplamı gösterilmiştir.

Bu model mesafe hesaplama işlemini biraz basitleştirirse de TC modelindeki zorlukları tam olarak ortadan kaldırmamaktadır. Bu probleme bir çözüm bulmak için, yeni bulunmuş veya mesafeleri iyileştirilmiş pulsar-kalibratörlerin ortaya çıkması ve pulsarların istatistik özelliklerinin incelenmesinin önemini de göz önüne alarak galakside n_e dağılımı ve pulsar mesafeleri konusunun yeniden incelenmesini kararlaştırdık.

Metot ve sonuçlar

Genel olarak bu araştırmada galakside n_e dağılımını değerlendirmek için GBC tarafından önerilene benzer bir χ^2 'nin minimumlaştırılması metodu kullanılmıştır. Bizim metodumuzda kalibratör olarak genelde GBC tarafından önerilen 109 pulsar kullanılmıştır. Sadece bazı pulsarların mesafeleri değiştirilmiş ve birkaç yeni kalibratör eklenmiştir. Yeni eklenen ve mesafeleri değiştirilmiş pulsarların listesi Yusifov & Küçük, 2003'de Tablo-1'de verilmiştir. Mesafelerin üst ve alt sınırı bilinen pulsar-kalibratörler Şekil 1'de gösterilmiştir. Son zamanlarda bazı araştırmacılar saman yolunun merkezine kadar olan mesafenin 7.5kpc civarında olması gerektiği sonucuna varmışlardır. Metodumuzda bu bilgiler de göz önüne alınarak iki farklı R_G değeri (8.5kpc ve 7.5kpc) için pulsarlara kadar olan mesafeler hesaplanmıştır.

Kullanılan metot ve alınan sonuçlar konusunda daha detaylı bilgiler Yusifov & Küçük, 2002'de verilmiştir. Şekil 3'te pulsarların galaksideki dağılımının $R_G=8.5kpc$ için hesaplanmış mesafeler için TC metoduyla karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 3. Pulsarların saman yolundaki dağılımı. TC modeli ile karşılaştırmak için, TC modeline göre elektron dağılımı gri fonda verilmiştir. Işıma gücü farklı olan pulsarlar farklı renkte verilmiştir.

Kaynaklar

- Edwards, R.T., vb., 2001, astro-ph/0105126.
 Gomez, G. C., Benjamin, R. A. and Cox, D. P., AJ, 2001, **122**, 908.
 Manchester, R.N., vb., 2001, astrp-ph/0106522.
 Manchester, R.N. & Taylor, J.H., "Pulsars", Freeman and Company, 1977.
 Taylor, J. M., Cordes, J. M., ApJ, 1993, **411**, 674
 Yusifov, I.M. & Küçük, İ., Astronomy and Astrophysics, 2003, (kabul edildi, baskıda).