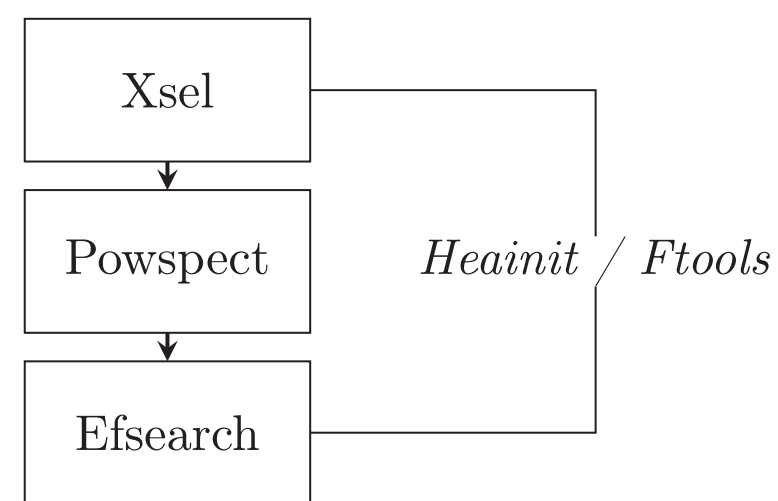


## GİRİŞ

SAX J1808.43658 kaynağı, ilk olarak 1996 yılında BeppoSAX uydusu tarafından keşfedilen bir x-ışını kaynağıdır. 1998 yılında NASA/RXTE x-ışını teleskobu, nötron yıldızının dönüşü sırasında ortaya çıkan 401Hz'lik atmaları farketmiştir. Ayrıca, frekanstaki tutarlı değişimler sonucu, nötron yıldızının her 2,01 saatte bir yörüngesinde dolandığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, SAX J1808.4-3658 kaynağının yaklaşık 16 yıllık RXTE/PCA verileri kullanılarak dönüş frekansı, yörünge analizi ve uzun dönem frekansındaki değişimi, analiz edilmiştir.

## ANALİZ ŞEMASI

HEASARC/NASA web arayüzü veya bazı linux tabanlı komut satırı dosyaları ile indirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Zaman analizi yapılmadan önce, dedektöre ulaşan her bir foton zamanının Yer'in yörünge hareketinin sonucu olan dönemsel değişimlerin düzeltilmesi için Güneş merkezine indirgeme işleminin yapılması gerekir. Bu işlem için, HEASOFT *fbary* alt programı kullanılır. Bu işlem sonucunda, ham veri üzerine, düzeltilmiş zamanları içeren BARYTIME sütunu eklenir. Zaman analizi işlemleri sırasıyla alttaki, HEASOFT alt programlarıyla, BARYTIME kolonu üzerinden yapılmaktadır.



Şekil 3: Zaman analizi için kullanılan temel Heainit programları.

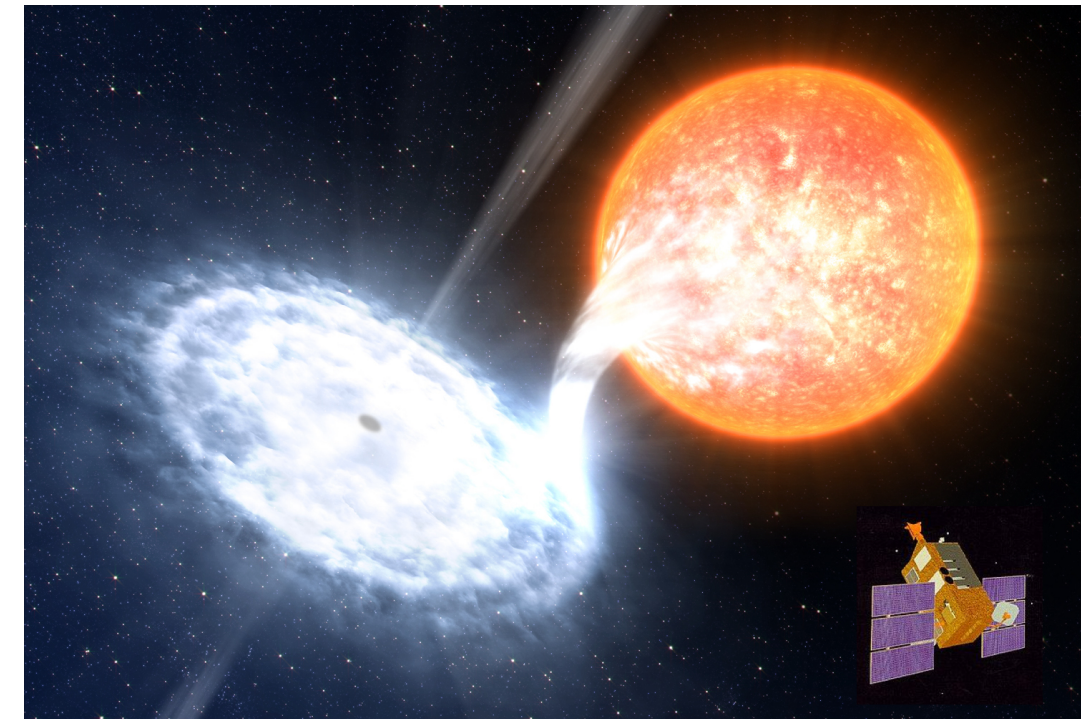
Bir HEASOFT alt programı olan *xsel* sayesinde gözlem verilerini belirli zaman aralıklarına ayırabiliriz. Ardından duruma göre *powspect* ve/veya *efsearch* ile fourier dönüşümleri ile zaman analizi işlemi yapılır. Analiz işlemler sonucunda elde edilen *fits* dosyası, *R* ile modellenmektedir. Ayrıca yörünge analizi için *Period04* adlı program kullanılmaktadır.

## İLETİŞİM BİLGİLERİ

Email [mustafaturansaglam@ogr.iu.edu.tr](mailto:mustafaturansaglam@ogr.iu.edu.tr)

## MİLİSANİYE X-IŞINI PULSARLARI

Nötron Yıldızları, evrendeki en egzotik nesnelere arasındadır. Yaklaşık 10-15 km'lik bir yarıçap içinde 1.4-2 Güneş kütlesi kütlesine sahip bir kompakt cisimdir. Daha fazla sıkıştırma yerçekimi çökmesine yol açacağından, dejenere basıncın hala yerçekimini dengeleyebildiği maddenin en kompakt kararlı konfigürasyonudur. Bir milisaniye pulsarı ise, yaklaşık 10 milisaniyeden daha kısa dönme periyoduna sahip bir nötron yıldızdır. Elektromanyetik spektrumun radyo, X-ışını ve gama ışını bölümlerinde milisaniyelik pulsarlar tespit edilmiştir. Milisaniye pulsarların kökeni için önde gelen teori, bunların, yakın ikili sistemdeki bir yoldaş yıldızdan maddenin toplanması yoluyla hızla dönen yaşlı nötron yıldızları olmalarıdır.

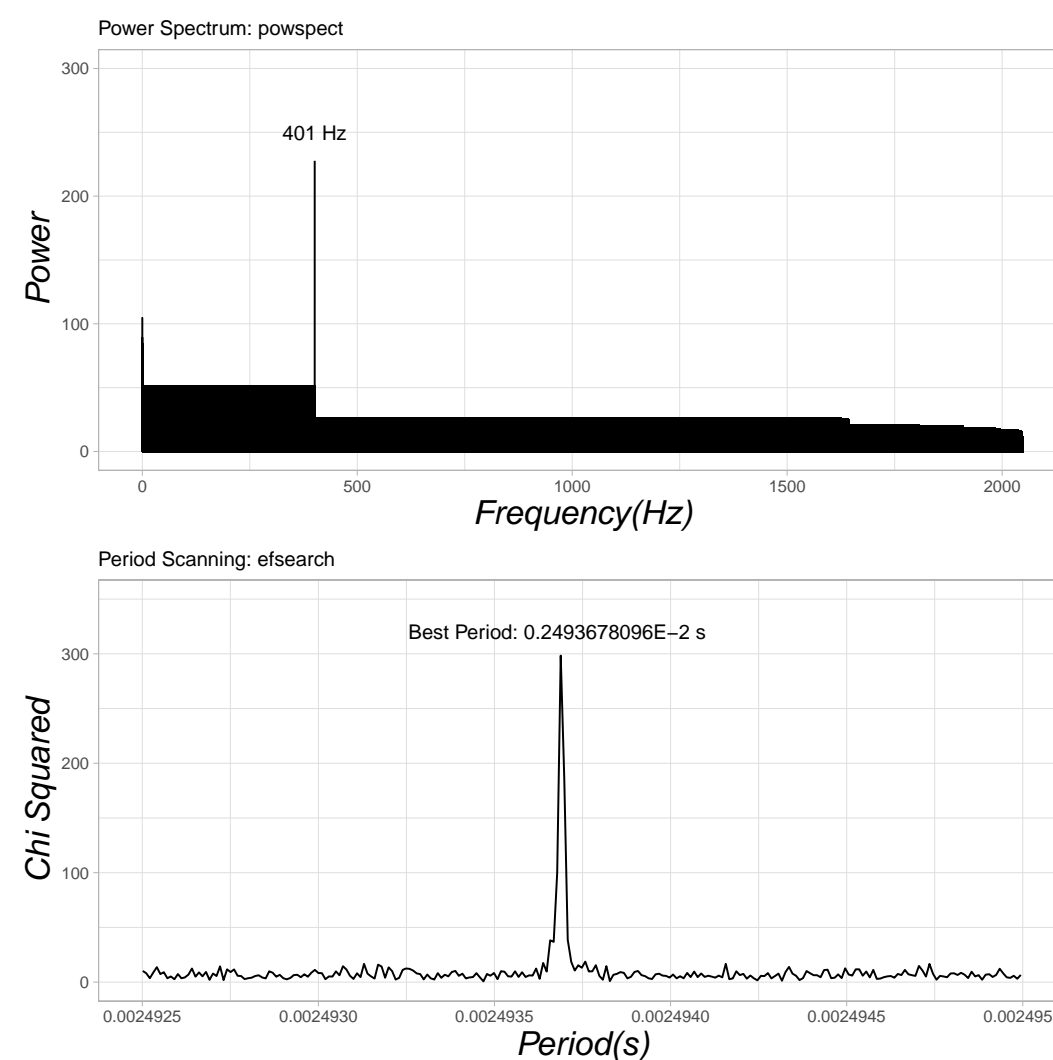


Şekil 1: Düşük kütleli X-ışını çifti ve RXTE teleskobu. Görsel:ESO/L. Calçada

## FREKANS ANALIZI

Zaman analizi için kullanılan HEASOFT alt programları;

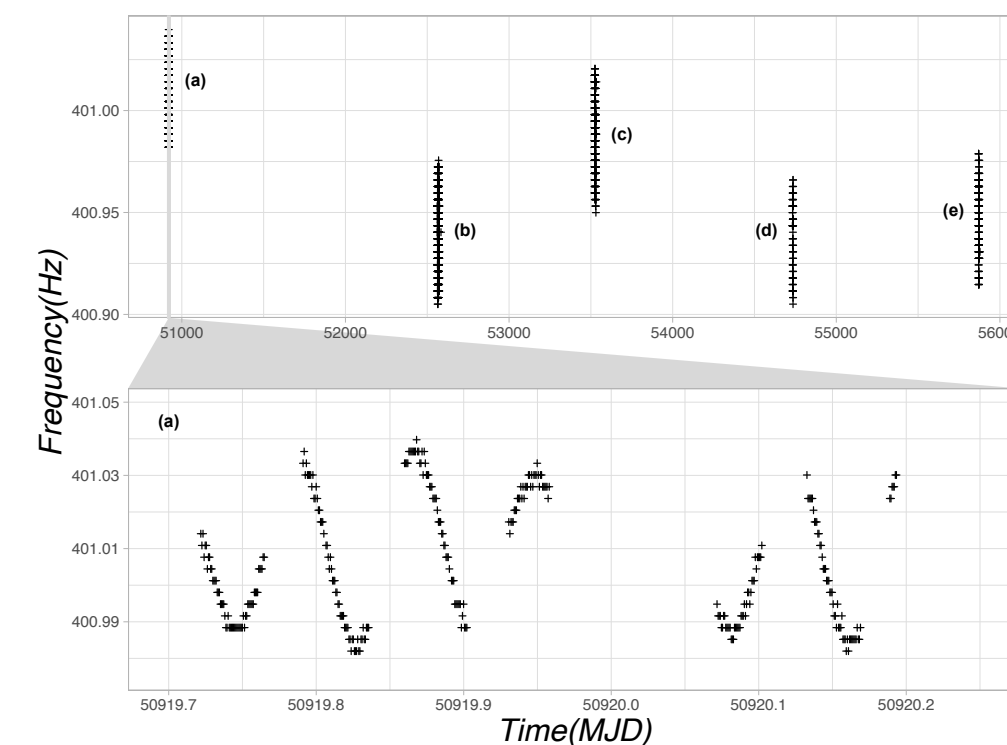
- Daha önce kaynağın frekansı bilinmiyorsa uygulanması gereken program; *powspect*
- Daha önceden literatür taramasıyla kaynağa ait yaklaşık frekans değeri biliniyorsa; *efsearch*



Şekil 4: SAX J1808.4-3658 kaynağının RXTE/PCA verileri üzerinden elde edilen zaman analizi. Üstte; *powspect* ile elde edilen 401Hz'deki güç spektrumu. Altta; *efsearch* ile 401Hz civarında elde edilen hassas frekans bilgisi.

## YÖRÜNGE ANALIZI

SAX J1808.43658 kaynağı yörünge analizi için, 16 yıllık RXTE/PCA verilerini 64sn'lik zaman aralıklarına ayırarak, her bir veri için güç spektrumları oluşturulmuştur. Toplamda 20bin adet veri üzerinden elde edilen sonuçların (belirli bir alt değer üzerinden) zamana karşı değişimi, *period04* programı 2.01 saat olarak hesaplanmıştır.



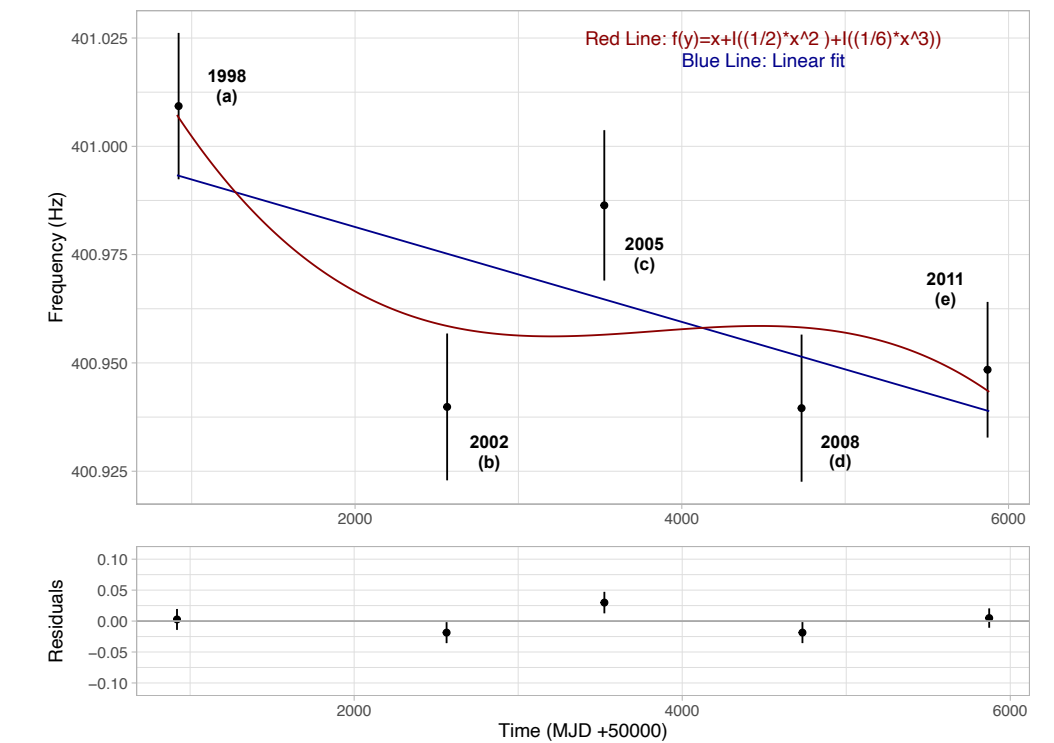
Şekil 5: SAX J1808.4-3658 kaynağının uzun dönem frekans değişimi (üstte). "a" grubunun ayrıntılı gösterimi (altta).

Tablo 2: FFT ile belirlenen yörünge dolanma dönemi.

Grup	Zaman (MJD 50000+)	$F_{ortalama}$ (Hz)	Yörünge Periyodu(h)	Genlik
a	1998	401.00929	2.00873	0.02339
b	2002	400.93985	2.01374	0.02120
c	2005	400.98638	2.01439	0.02240
d	2008	400.93956	2.00641	0.02314
e	2011	400.94843	2.01309	0.01972

## SPIN FREKANSI ZAMAN EVRİMİ

Yapılan analizlerin sonucunda SAX J1808.4-3658 kaynağının dönüş frekansında bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 2: SAX J1808.4-3658 kaynağının yirmi yıllık bir zaman aralığı içinde frekansındaki değişim.

Tablo 1: Uzun dönem zaman analizi sonucu.

Parametreler	Değerler	Hata Payı
R.A.	18 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> .647	0.007 <sup>s</sup>
Dec.	-36°58'43".90	0.25"
Epoch (MJD)	50919.7	-
$\nu$ (Hz)	400.9646978	$3.151 \times 10^{-2}$
$\dot{\nu}$ (Hz)	$-1.096 \times 10^{-10}$	$2.351 \times 10^{-2}$

Bu çalışmada yapılan zaman analizleri sonucunda da, SAX J1808.4-3658 kaynağının dönüş frekansı yaklaşık 401Hz, yörünge periyodu 2.01 saat olarak teyit edilmiştir. Ayrıca, hazırlanan linux komutlarıyla yaklaşık 20 bin gözlem verisine uygulanan zaman analizi sonuçlarına göre; uzun dönemde kaynağın frekansında azalma olduğu tespit edilmiştir.

## REFERANSLAR

- [1] D. E. Gruber, D. MacDonald, R. E. Rothschild, E. Boldt, R. F. Mushotzky, and A. C. Fabian. Granularity of the Diffuse Background Observed. NASA STI/Recon Technical Report N, January 1995.
- [2] A. Richmond and N. White. HEASARC. The design and architecture of an astrophysics information system. In *Bulletin of the American Astronomical Society*, volume 26, pages 995-998, May 1994.
- [3] Hadley Wickham. *ggplot2*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 3(2):180-185, 2011.
- [4] Patrick Lenz and M Breger. *Period04*. *Program je vol'ne pristupný na*, 2008.
- [5] Peter Bult, Deepto Chakrabarty, Zaven Arzumanyan, Keith C. Gendreau, Sebastien Guillot, Christian Malacaria, Paul. S. Ray, and Tod E. Strohmayer. Timing the pulsations of the accreting millisecond pulsar sax j1808.4-3658 during its 2019 outburst. *The Astrophysical Journal*, 898(1):38, Jul 2020.