


Magnetarların Parlama Sırasındaki Gürültü Genlikleri

D. Serim,¹ , M. M. Serim¹ *

¹Atılım University, Faculty of Engineering, 06836, Ankara, Turkey

Accepted: May 17, 2022. Revised: April 12, 2022. Submitted: March 28, 2022.

Özet

Bu çalışmada magnetar kaynaklarının parlama süreçlerindeki gürültü genlikleri incelenmektedir. Gürültü genliği ölçümleri Δ_8 ve S_r olarak iki farklı teknik ile incelenmiştir. Gürültü genliklerinin bağımsız fiziksel parametreler ile olan ilişkileri incelenmiştir ve magnetarların parlama süresinde yaydıkları toplam enerji ile gürültü genlikleri arasında bir bağıntı olduğu ortaya konmuştur. Bu bağıntıdan yola çıkarak magnetarların zamanlama gürültüsü oluşumunun radyo atarcalarla benzerlik gösterdiği ve bu süreçte asıl etkenin yüksek manyetik alan şiddeti olduğu tartışılmaktadır.

Abstract

In this study, the timing noise strengths of magnetars are examined during their outbursts. Noise amplitude measurements were investigated via two different techniques referred to as Δ_8 and S_r . The relationship between the noise amplitudes and the independent physical parameters has been investigated. It has been revealed that there is a correlation between the total energy emitted by magnetars during the outburst period and their noise amplitudes. Based on this correlation, it is argued that the timing noise observed in magnetars stems from their ultra-strong magnetic fields and forms a continuum with pulsar population.

Anahtar Kelimeler: Magnetars – Timing Noise – Methods: observational

1 Giriş

Magnetarlar çok yüksek manyetik alan şiddetine sahip ($B \sim 10^{13} - 10^{15}$ G) izole atarcalarıdır (Kaspi & Beloborodov 2017). Genel olarak sakin evrelerinde sergiledikleri X-ışını akısı $10^{31} - 10^{36}$ erg/s mertebelerindedir (Coti Zelati et al. 2018). Magnetarların çok şiddetli manyetik alanlarının bozunması ve kararsızlığı ile ışınım yaptığı düşünülmektedir (Duncan & Thompson 1992; Turolla et al. 2015; Kaspi & Beloborodov 2017). Magnetarların ana enerji salınımı, genel olarak X-ışını aralığında yer almaktadır. Teyit edilen magnetarların tümü yumuşak X-ışını bandında (< 10 keV) ışınım yapmaktayken, birçoğu aynı zamanda yüksek X-ışını enerji bandında da (bkz. örn. Coti Zelati et al. (2018)) ışınım yapmaktadır. Magnetarların periyotları, 0.3 ila 12 saniye gibi dar bir aralıkta kümelenmiştir, bununla beraber dönme periyotlarındaki yavaşlama oranı mertebeler bazında farklılıklar göstermektedir ($10^{-15} - 10^{-11}$ s/s). Manyetik frenleme varsayımı altında magnetarların çoğunun manyetik alan şiddetleri $B_{qc} \simeq 4.4 \times 10^{13}$ G seviyesinin üzerinde yer almaktadır. Magnetarlar gözlemsel olarak 3 farklı tip parlama göstermektedirler. Bunlar, $\sim 100 - 1000$ ms süren zirvede 10^{41} erg/s parlaklığa ulaşan kısa parlamalar, saniyeler mertebesinde devam eden $10^{41} - 10^{43}$ erg/s X-ışını akısı yayan orta seviyeli parlamalar ve çok nadir sergilenen $10^{44} - 10^{47}$ erg/s gibi çok yüksek seviyelerde ışınım gösteren devasa parlamalardır (Turolla et al. 2015). Bunun yanında SGR 0418+5729 (Rea et al. 2013) ve Swift J1822.3-1606 (Scholz et al. 2014) gibi magnetarlar, manyetik frenleme modeline göre çıkarılan manyetik alan şiddetleri B_{qc} seviyesinin altında kalsalar bile, magnetar sınıfının sergilediği gözlemsel özellikleri (tayfsal özellikler, parlamalar v.b.) göstermektedir. Bu durumunun anlaşılması için yürütülen tayfsal çalışmalar

SGR 0418+5729'un manyetik alanının daha karmaşık bir geometriye sahip olabileceğine ve manyetik alan şiddetinin $\sim 10^{14}$ G mertebelerinde olabileceğine işaret etmektedir (Güver et al. 2011; Tiengo et al. 2013). Manyetik alan şiddetinin B_{qc} 'nin üzerinde olması ise magnetarlardan gözlemlenen ışınım için öne sürülen modeller açısından önem teşkil etmektedir. Temel olarak magnetarların ışınım mekanizmaları için iki farklı model öne sürülmektedir.

Bunlardan ilki Duncan & Thompson (1992) ve Thompson & Duncan (1996) tarafından öne sürülen, özellikle nadir gerçekleşen devasa magnetar parlamalarını (Mazets et al. 1979; Hurley et al. 1999, 2005) açıklamak için oluşturulan magnetar modelidir. Bu modele göre normal atarcalardan farklı olarak magnetarların manyetik alanlarının dinamo etkisi ile güçlenmiş olabileceği öne sürülmektedir (Duncan & Thompson 1992; Thompson & Duncan 1996, 1995). Bunun yanında sahip oldukları manyetik alan çizgileri bükülmüş vaziyette olup ($\nabla \times B \neq 0$), manyetokürede akım oluşumuna olanak sağlamaktadır. Akımın ilerleyişinden kaynaklı Ohmik yayılım sürecinde manyetokürenin alan çizgilerindeki bükülmenin çözülmesi ile salınan enerjinin magnetarların sürekli ışınımını sağladığı düşünülmektedir (Thompson et al. 2002). Devasa manyetik alan şiddetleri aynı zamanda nötron yıldızının içerisinde ve yüzeyinde gerilim oluşmasına sebebiyet vermektedir. Sonra çeşitli tetikleme mekanizmalarıyla (manyetohidrokinamik istikrarsızlıklar veya kabuk kırılmaları v.b.) ani ve çok güçlü bir enerji salınımına sebebiyet vermesi mümkün olmaktadır. Bu sürecin magnetarlardan gözlemlenen devasa parlamaların açıklaması olduğu düşünülmektedir.

Magnetarlardan gözlemlenen ışınımın anlaşılması için öne sürülen ikinci mekanizma ise nötron yıldızının oluşumu sırasında etrafında kalan maddenin bir fosil kütle aktarımı diski halinde toplanmasıdır (Chatterjee et al. 2000; Alpar 2001). Bu modele göre bir nötron yıldızının evriminin temelde nötron

* mirac.serim@atilim.edu.tr

yıldızının ilk oluştuğu andaki dönme periyodu, manyetik alan şiddeti ve etrafında kütle aktarımı için madde varlığı olarak üç farklı başlangıç parametresine bağlı olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar fosil diski oluşturmak için geri düşen madde miktarı az olsa da ($< 0.1M_{\odot}$ Lin et al. (1991); Chevalier (1989)) birkaç bin yıl süre ile aktif kalarak atarcaya tork sağlayabilir (Menou et al. 2001; Li 2007). Genel olarak bir kütle aktarım diskinin oluşması çeşitli evrelerde atarcanın atım periyodunun hızlanmasına ve yavaşlamasına sebebiyet verir. Magnetarlar aynı izole atarcalar gibi, zamanlama düzensizlikleri ve periyot kaymaları hariç, sürekli yavaşlama eğilimi göstermektedir. Bir fosil diski oluşumu sayesinde kütle aktarımı sırasında veya itki-fazında oluşan şartlarla magnetarların yavaşlamasının mümkün olduğu düşünülmektedir (Chatterjee et al. 2000; Alpar 2001). Magnetarların etrafında fosil diskin varlığına araştırılmasına dair birçok çalışma yürütülmüştür ve özellikle bazı magnetarlarda optik ve kızılötesi bantlarındaki ışınımın algılanması fosil diskin varlığına ilişkin gözlemsel destek sağlamaktadır (Kaplan et al. 2001; Ertan & Çalışkan 2006; Mereghetti 2008; Wang et al. 2006).

Her iki model magnetarların çeşitli gözlemsel özelliklerinin açıklanmasına katkı sağlamaktadır. Örneğin fosil disk modeli, denge periyodu etrafında itki-fazı ve kütle aktarım fazları arasındaki geçişler ile magnetarların dar bir aralıkta kümelenen atım periyodu dağılımlarını açıklayabilmektedir (Alpar 2001). Diğer bir yandan magnetarların en karakteristik özelliklerinden biri olan devasa parlamaların oluşum süreci ise magnetar modeli ile açıklanabilmektedir (Thompson & Duncan 1996). Günümüzde, magnetar modeli ve fosil disk modelini birleştirmeye çalışan hibrit modeller üzerinde çalışmalar yürütülmektedir (örneğin Ekşi & Alpar (2003)).

Atarcalar ve magnetarlar genel itibariyle stabil dönme hareketi sergileyen yıldızlardır. Faz tutarlı zamanlama gibi ölçüm teknikleri ile bu yıldızların dönme periyotlarını nanosaniyeye varan hassasiyetle ölçmek mümkün olmaktadır. Daha önceleri fark edilmeye başlanmasının yanında (Boynton et al. 1972; Cordes & Helfand 1980), gelişen teknolojiyle ve tekniklerle ulaşılan bu ölçüm hassasiyeti aslında atarcaların ve magnetarların dönme hareketlerinin tam anlamıyla kararlı olmadığını göstermiştir (Bildsten et al. 1997; Hobbs et al. 2010; Tsang & Gourgouliatos 2013; Cerri-Serim et al. 2019). Zamanlama düzensizliği olarak da ifade edilen bu kararsızlıklar, genel olarak iki gruba ayrılır. Bunlardan ilki periyot kayması olarak bilinen, atım periyodunda ani olarak gerçekleşen değişimlerdir. Bu sınıftaki ani değişimler, zamanla kendini toplamakta ve atarcanın periyodu yaklaşık olarak periyot kayması olayından önceki değerlerine geri gelmektedir. Periyot kayması olayları atarcalarda (detaylı bilgi için Haskell & Melatos (2015)) ve magnetarlarda (detaylı bilgi için Kaspi & Beloborodov (2017)) sıklıkla gözlemlenirken, son zamanlarda kütle aktarımı yapan sistemlerdeki atarcalarda da (Serim et al. 2017; Ray et al. 2019; Bachetti et al. 2020) gözlenmeye başlanmıştır. İkinci sınıfta yer alan zamanlama düzensizlikleri ise zamanlama gürültüsü olarak adlandırılır. Zamanlama gürültüleri, atarcanın düzenli dönme hareketine ek olarak çoğunlukla küçük genliklerde yaşanan rastlantısal periyot salınımlarıdır.

Keşfedilmelerinden beri, birçok araştırmacı atarcalarda ve magnetarlarda görülen zamanlama gürültüsünü modellemek ve kaynağını anlamak için çalışmıştır (bkz. örn. (Lower et al. 2020; Hobbs et al. 2010; Shannon & Cordes 2010; D'Alessandro et al. 1995; Arzoumanian et al. 1994; Cordes & Downs 1985)) ancak,

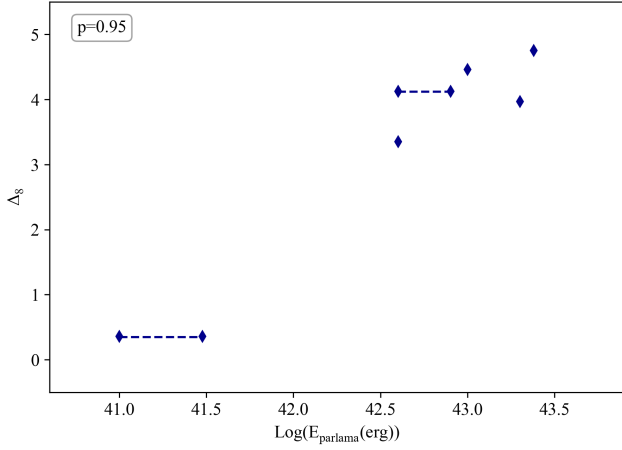
bu zamanlama gürültüsüne sebebiyet veren mekanizma ya da mekanizmalar tam olarak ortaya çıkarılamamıştır. Zamanlama gürültüsünün kökeninin anlaşılması için yapılan çalışmalar genel itibariyle iki farklı yol izlemektedir. Bunlardan ilki birçok atarcanın ortak bir zaman ölçeğindeki gürültü genliklerinin bir arada ele alınarak, diğer fiziksel parametrelerle olan ilişkisinin incelenmesidir. Örneğin Baykal & Ögelman (1993) birçok çiftli sistemde yer alan atarcaların gürültü genliklerini incelemiş ve X-ışını parlaklıkları ile bir bağıntısı olabileceğini göstermiştir. Hobbs et al. (2010) 366 radyo atarcası üzerinde yaptığı çalışmada gürültü genlikleri ile dönme periyodu yavaşlama oranı arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde magnetarlar için yapılan çalışmada (Cerri-Serim et al. 2019), magnetarların da izole atarcalara benzer bir gürültü yapısı taşıdığı gösterilmiştir. Bunun yanında kütle toplayan atarcalarda görülen X-ışını bağıntısının (Baykal & Ögelman 1993), magnetarlarda görülmediği tartışılmıştır (Cerri-Serim et al. 2019). Zamanlama gürültüsünün kökeninin anlaşılmasında kullanılan ikinci yaklaşım ise her bir kaynak özelinde farklı zaman ölçeklerindeki gürültü genliklerinin incelenmesidir. Bu şekilde yıldızın dönme hareketinde sergilediği gürültü genliğinin rastlantısal salınımlardan oluşan beyaz gürültü yapısı ve/veya daha sistematik ve ardışık olaylardan meydana gelen kırmızı gürültü yapılarının oluşumları irdelenmektedir. Bu şekilde yıldızın üzerinde yaşanan farklı gürültü oluşum süreçleri beraber incelenebilirken, bir yandan da farklı zaman ölçeklerinde oluşan kırmızı gürültü ele alınarak, gürültü oluşum sürecinde katkıda bulunan fiziksel mekanizmalar araştırılmaktadır. Örneğin, Bildsten et al. (1997) çiftli sistemde yer alan atarcaların gürültü genliği tayflarını incelemiştir. Bu araştırma neticesinde, yıldız rüzgarından beslenen atarcaların beyaz gürültü yapısı taşıdığı ve toparlama diskinden beslenen atarcaların ise kırmızı gürültü yapısı sergilediği ortaya koyulmuştur.

2 Zamanlama Gürültüsü Genlikleri

Literatürde, zamanlama gürültülerinin genliklerinin belirlenmesinde çeşitli yaklaşımlar izlenmektedir (örn. bkz. Deeter (1984); Arzoumanian et al. (1994); Lower et al. (2020)). Çalışmamızda yer alan magnetarların gürültü genliklerinin ölçümü için iki farklı teknik kullanılmıştır. Bunlardan ilki Deeter (1984) çalışmasında belirtilen gürültü genliklerinin r.m.s. (ortalama kareköklerin karesi) üzerinden hesaplanması üzerine oluşturulan bir tekniktir. Bu tekniğe göre gürültü genlikleri düzgün dönme hareketi modellendikten sonra elde edilen zamanlama artıklarının r.m.s. değeri ile belirlenir. Bu şekilde elde edilen artıklar düzenli dönme hareketinin modellemesi sırasında kullanılan polinomun derecesine (m) ve modellemenin yapıldığı zaman ölçeğine (T) bağlıdır. Bu durumda atarcanın veya magnetarın farklı zaman ölçeklerinde gerçekleşen gürültü genliği (S_r) şu şekilde hesaplanabilir (Deeter 1984):

$$S_r = T^{2r-1} \frac{\langle \sigma_R(m, T) \rangle}{\langle \sigma_R(m, 1) \rangle_u}. \quad (1)$$

Bu denklemde $\langle \sigma_R(m, T) \rangle$ zamanlama artıklarının r.m.s değeri ve $\langle \sigma_R(m, 1) \rangle_u$ ise birim zaman ölçeği için oluşan normalizasyon katsayısıdır. Normalizasyon katsayısı, birim zaman ölçeğinde ($T = 1$) beklenen birim gürültü genliği S_r kullanılarak nümerik simülasyonlar (Scott et al. 2003) veya direkt matematiksel hesaplamalar sonucu elde edilebilir (Deeter 1984). Bu çalışmada 12 tane magnetar kaynağının takribi 1000



Şekil 1. Magnetarların parlama sürecinde yayılan toplam enerjilerinin Δ_8 parametresine göre dağılımı. Birden fazla parlama gösteren magnetarlar için kesikli çizgi ile aralık belirtilmiştir. İlgili parametreler arasındaki ilişkiye dair Pearson bağıntı katsayısı şekilde yer almaktadır.

günlük gürültü genlikleri için [Deeter \(1984\)](#)'da belirtilen teknik kullanılarak hesaplanan S_r değerleri ele alınmıştır.

Bunun yanında gürültü genliklerinin hesaplanmasında ikinci bir teknik olarak [Arzoumanian et al. \(1994\)](#) tarafından gürültü genliği tahminlerinde kullanılan Δ_8 parametresi kullanılmıştır. Bu teknik ise gürültü genliğinin hesaplanmasında atarcanın atım frekansından (ν) ve atım frekansı ikinci türevinden ($\ddot{\nu}$) yararlanmaktadır. Bu parametrelerin belirlenmesinde 10^8 saniyelik veri setleri kullanılmaktadır ve bu nedenle Δ_8 ismiyle ifade edilmektedir. Bu tekniğe göre gürültü genliği parametresi Δ_8 şu şekilde belirlenebilir ([Arzoumanian et al. 1994](#)):

$$\Delta_8 = \log\left(\frac{|\ddot{\nu}| T_8^3}{6\nu}\right). \quad (2)$$

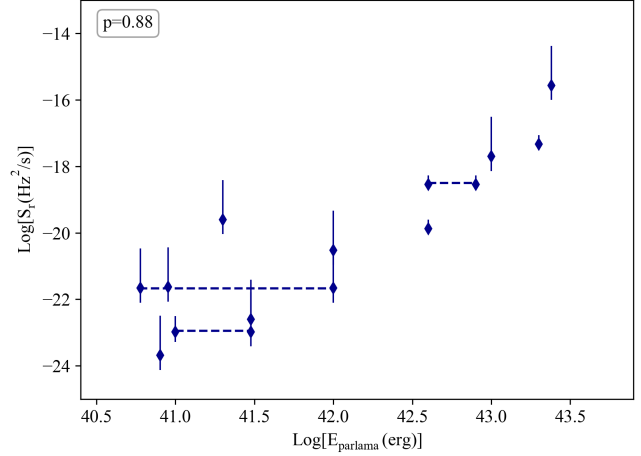
Bu denklemde T_8 parametresi 10^8 saniyelik zaman dilimini ifade etmektedir. Bu teknik atım geliş zamanlarında kullanılan polinom modelinin derecesine göre sınırlı miktarda değişkenlik göstermektedir. [Arzoumanian et al. \(1994\)](#) bu tekniği kullanarak 96 radyo atarcası üzerinde yaptığı çalışmada, atım frekansı türevi ile Δ_8 parametresi arasında bir ilişki olabileceğini öne sürmüştür.

3 Bulgular

Bu çalışmadaki gürültü genliği ölçümleri için hem S_r hem de Δ_8 parametresi ele alınarak, magnetarların karakteristik özelliği olan orta seviyeli parlamalarla olan ilişkisi irdelenmiştir. Bunun için devasa parlamaları takip edilen 12 farklı magnetarın parlama sırasında yaydığı toplam enerji kullanılmıştır. Bu enerji aşağıda belirtilen şekilde ifade edilmektedir ([Coti Zelati et al. 2018](#)):

$$E_{parlama} = \int_0^{t_s} L_{bol}(t) dt \quad (3)$$

Bu denklemde L_{bol} ilgili magnetarın parlama sırasında değişen bolometrik parlaklığını, t_s parlama sonrası sakin evreye ulaşma süresini simgelemektedir. İncelenen 12 magnetar için parlama



Şekil 2. Magnetarların parlama sürecinde yayılan toplam enerjilerinin S_r parametresine göre dağılımı. Birden fazla parlama gösteren magnetarlar için kesikli çizgi ile aralık belirtilmiştir. İlgili parametreler arasındaki ilişkiye dair Pearson bağıntı katsayısı şekilde yer almaktadır.

sırasında yayılan toplam enerjilerin [Coti Zelati et al. \(2018\)](#) çalışmasında bulunan değerleri kullanılarak, gürültü genliklerine göre dağılımı incelenmiştir (Şekil 1 ve 2). Kullanılan S_r değerleri ~ 1000 gün için, Δ_8 ise $T = 10^8 s \approx 1157$ gün için alınan değerlerdir. Belirtilen 12 kaynak arasından sadece 6 tanesi modelleme sırasında kayda değer $\ddot{\nu}$ gösterdiğinden, sadece bu kaynaklar için Δ_8 parametresi dikkate alınmıştır.

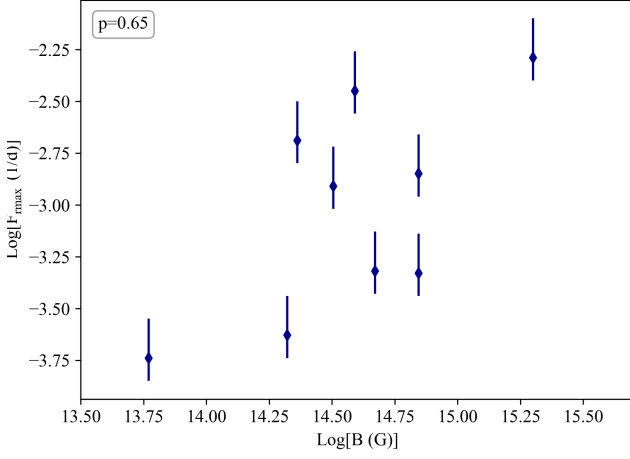
Şekil 1 ve 2 incelendiğinde magnetarların parlama sırasında yaydıkları toplam enerjinin hem S_r hem de Δ_8 gürültü genlikleri ile bir bağıntısının olabileceği göze çarpmaktadır. Bu bağıntılar için hesaplanan Pearson bağıntı katsayıları $\Delta_8 - E_{parlama}$ için 0.95, $S_r - E_{parlama}$ için ise 0.88 olarak bulunmuştur. Her iki parametre için de bu ilişkinin gözlemlenmesi, bağıntının rastlantısal olmadığına dair güçlü bir destek sağlamaktadır.

Buna ek olarak [Cerri-Serim et al. \(2019\)](#) çalışmasında sunulan gürültü genliği tayfları tekrar incelenerek, kırmızı gürültü yapılarının yaklaşık başlangıç zaman ölçekleri τ_r belirlenmiştir. Sonrasında ise parlama sırasında kırmızı gürültü başlangıç zaman ölçeklerine tekbül eden azami analiz frekansının ($F_{max} = 1/\tau_r$) magnetarların iki kutuplu manyetik alan şiddeti ile ilişkisi incelenmiştir (Şekil 3). Δ_8 parametresi tek bir zaman dilimi ($T = 10^8$ saniye) için hesaplanmaktadır ve farklı zaman ölçeklerindeki gürültü genliği ölçümlerine olanak vermemektedir. Bu nedenle F_{max} ve manyetik alan şiddetinin ilişkisinin incelenmesinde Δ_8 parametresi dikkate alınmamıştır.

Şekil 3'te belirtilen dağılım incelendiğinde manyetik alan şiddeti ve F_{max} arasındaki bağıntı çok net olmamakla beraber (Pearson bağıntı katsayısı 0.65) genel itibarıyla daha yüksek manyetik alan şiddetine sahip magnetarların daha erken zaman ölçeklerinde kırmızı gürültü oluşturma eğilimine sahip olduğu görülmektedir.

4 Sonuçlar ve Tartışma

Literatürde daha önceleri magnetarların gürültü genlikleri üzerine yapılan çalışmalarda ([Cerri-Serim et al. 2019](#); [Tsang & Gourgouliatos 2013](#)), atım periyotlarında gürültüye sebebiyet veren süreçlerin manyetik alan şiddeti ile ilişkili olduğu



Şekil 3. Magnetarların kırmızı gürültü yapısı gösteren azami analiz frekanslarının iki kutuplu manyetik alan şiddetlerine göre dağılımı. Parametreler arasındaki ilişkiye dair Pearson bağıntı katsayısı şekilde sunulmuştur.

belirtilmiştir. Kütle aktarmı yapan atarcalarda gözlemlenen X-ışını parlaklığı ve gürültü genliği arasındaki bağıntının (Baykal & Ögelman 1993), magnetarlarda olmadığı bulunmuştur (Cerri-Serim et al. 2019). Bu bilgiler ışığında Cerri-Serim et al. (2019), magnetarların sergilediği zamanlama gürültüsü yapısının izole radyo atarcalara benzediğini ve gürültü oluşum sürecinin kökeninde kütle aktarımından kaynaklı dış tork etkisinin görülemediğini tartışmıştır.

Bu çalışmada magnetarların sergiledikleri parlama süreçlerindeki gürültü genlikleri ele alınmıştır. İlk olarak magnetarların parlama sürecindeki toplam yayılan enerjileri ile gürültü genlikleri arasındaki ilişki irdelenmiş olup, bu iki parametre arasında hem Δ_s hem de S_r metotları ile bir bağıntı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Parlamalar sırasında nötron yıldızının kabuğunda yaşanması muhtemel türbülansların dinamik zaman ölçeklerinde (birkaç dönme periyodu mertebesinde) sönmümlenmesi gerektiğinden, bu türbülansların 1000 gün mertebelerindeki gürültü genliklerine katkısı ihmal edilebilir seviyede olmaktadır. Bu durum ise $E_{parlama}$ ile gürültü genlikleri S_r ve Δ_s arasında gözlemlenen bağıntının magnetarların manyetik alan şiddeti ile ilişkili olduğunu ima etmektedir. Magnetar modeline göre parlama süreçlerinin, temelde manyetik alanın oluşturduğu yüzey geriliminin çeşitli tetikleme mekanizmaları sonucu depoladığı manyetik enerjinin mekanik olarak ısıya çevirilerek yayılması ile gerçekleştiği düşünülmektedir (Beloborodov & Levin 2014). Bu nedenle yine parlama sürecinde yayılan toplam enerji manyetik alan şiddeti ile ilişkilidir. Daha önce magnetarların gürültü genlikleri üzerine yapılan çalışmalarda aynı zamanda magnetarların manyetik alan şiddeti ile gürültü seviyeleri arasında da bir bağıntı olabileceği gösterilmiştir (Tsang & Gourgouliatos 2013; Cerri-Serim et al. 2019). Genel olarak atarcaların ve magnetarların fiziksel özelliklerinin çıkarımı, atım periyodu ve onun yavaşlama oranı üzerinden elde edilmektedir. Örneğin, manyetik frenleme modeli üzerinden bir magnetarın alan şiddeti $B \approx 3.2 \times 10^{19} \sqrt{PP}$ G şeklinde ifade edilmektedir. Bu durumda, atım periyot türeviyle gürültü genliği arasında oluşan bağıntı (Arzoumanian et al. 1994; Hobbs et al. 2010; Cerri-Serim et al. 2019; Tsang & Gourgouliatos 2013; Serim

et al. 2012) kaçınılmaz olarak manyetik alan ve atarcanın karakteristik yaşı ile bağıntı oluşumuna katkı sunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan $E_{parlama}$ değerleri ise magnetarların X-ışını parlaklıklarından elde edilmekte olup (Coti Zelati et al. 2018), atım periyodu türevinden tamamen bağımsızdır.

Manyetik alan şiddeti ile kırmızı gürültü sürecinin başlama zaman ölçekleri arasındaki ilişki ele alındığında ise daha yüksek iki kutuplu manyetik alan şiddetine sahip magnetarların daha kısa zaman ölçeklerinde kırmızı gürültü yapısı oluşturma eğiliminde oldukları anlaşılmaktadır. Genel olarak, artan manyetik alan şiddetinin atarcalar üzerinde daha yüksek yüzey gerilimi oluşturması, daha çok zamanlama düzensizliğine ve ısınmsal değişimi açısından aktif bir sürecin oluşmasına neden olmaktadır. (Kaspi & Beloborodov 2017). Bu durum ise magnetarların gürültü oluşum sürecinin manyetik alan şiddeti ile olan bağıntısına dair savı güçlendirmektedir. Öte yandan atarcalar ile mukayese edildiğinde (Baykal et al. 1999), magnetarların kırmızı gürültü oluşum sürecinin daha kısa zaman ölçeklerinde başladığı görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, Cerri-Serim et al. (2019) tarafından belirtildiği gibi, magnetarların zamanlama gürültüsünün oluşumunda etkin mekanizmanın manyetik alan şiddeti olduğu ortaya çıkmaktadır ve kütle aktarımından kaynaklı dış torkların izine rastlanmamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK MFAG 118F037 numaralı proje aracılığı ile fonlanmıştır. Yazarlar değerli yorumları için Prof. Dr. Altan Baykal'a ve Prof. Dr. Sıtkı Çağdaş İnam'a teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

- Alpar M. A., 2001, *ApJ*, 554, 1245
 Arzoumanian Z., Nice D. J., Taylor J. H., Thorsett S. E., 1994, *ApJ*, 422, 671
 Bachetti M., et al., 2020, *ApJ*, 891, 44
 Baykal A., Ögelman H., 1993, *AAP*, 267, 119, *ADS*
 Baykal A., Alpar M. A., Boynton P. E., Deeter J. E., 1999, *MNRAS*, 306, 207
 Beloborodov A. M., Levin Y., 2014, *ApJL*, 794, L24
 Bildsten L., et al., 1997, *ApJS*, 113, 367
 Boynton P. E., Groth E. J., Hutchinson D. P., Nanos G. P. J., Partridge R. B., Wilkinson D. T., 1972, *ApJ*, 175, 217
 Cerri-Serim D., Serim M. M., Şahiner Ş., İnam S. Ç., Baykal A., 2019, *MNRAS*, 485, 2
 Chatterjee P., Hernquist L., Narayan R., 2000, *ApJ*, 534, 373
 Chevalier R. A., 1989, *ApJ*, 346, 847
 Cordes J. M., Downs G. S., 1985, *ApJS*, 59, 343
 Cordes J. M., Helfand D. J., 1980, *ApJ*, 239, 640
 Coti Zelati F., Rea N., Pons J. A., Campana S., Esposito P., 2018, *MNRAS*, 474, 961
 D'Alessandro F., McCulloch P. M., Hamilton P. A., Deshpande A. A., 1995, *MNRAS*, 277, 1033
 Deeter J. E., 1984, *ApJ*, 281, 482
 Duncan R. C., Thompson C., 1992, *ApJL*, 392, L9
 Ekşi K. Y., Alpar M. A., 2003, *ApJ*, 599, 450
 Ertan Ü., Çalışkan Ş., 2006, *ApJL*, 649, L87
 Güver T., Göğüş E., Özel F., 2011, *MNRAS*, 418, 2773
 Haskell B., Melatos A., 2015, *International Journal of Modern Physics D*, 24, 1530008
 Hobbs G., Lyne A. G., Kramer M., 2010, *MNRAS*, 402, 1027
 Hurley K., et al., 1999, *Nature*, 397, 41
 Hurley K., et al., 2005, *Nature*, 434, 1098
 Kaplan D. L., Kulkarni S. R., van Kerkwijk M. H., Rothschild R. E., Lingelfelter R. L., Marsden D., Danner R., Murakami T., 2001,

- [ApJ](#), 556, 399
- Kaspi V. M., Beloborodov A. M., 2017, [ARAA](#), 55, 261
- Li X.-D., 2007, [ApJL](#), 666, L81
- Lin D. N. C., Woosley S. E., Bodenheimer P. H., 1991, [Nature](#), 353, 827
- Lower M. E., et al., 2020, [MNRAS](#), 494, 228
- Mazets E. P., Golentskii S. V., Ilinskii V. N., Aptekar R. L., Guryan I. A., 1979, [Nature](#), 282, 587
- Menou K., Perna R., Hernquist L., 2001, [ApJ](#), 559, 1032
- Mereghetti S., 2008, [AAPR](#), 15, 225
- Ray P. S., et al., 2019, [ApJ](#), 879, 130
- Rea N., et al., 2013, [ApJ](#), 770, 65
- Scholz P., Kaspi V. M., Cumming A., 2014, [ApJ](#), 786, 62
- Scott D. M., Finger M. H., Wilson C. A., 2003, [MNRAS](#), 344, 412
- Serim M. M., Inam S. Ā., Baykal A., 2012, in Lewandowski W., Maron O., Kijak J., eds, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series Vol. 466, Electromagnetic Radiation from Pulsars and Magnetars*. p. 255
- Serim M. M., Şahiner Ş., Çerri-Serim D., Inam S. ċ., Baykal A., 2017, [MNRAS](#), 471, 4982
- Shannon R. M., Cordes J. M., 2010, [ApJ](#), 725, 1607
- Thompson C., Duncan R. C., 1995, [MNRAS](#), 275, 255
- Thompson C., Duncan R. C., 1996, [ApJ](#), 473, 322
- Thompson C., Lyutikov M., Kulkarni S. R., 2002, [ApJ](#), 574, 332
- Tiengo A., et al., 2013, [Nature](#), 500, 312
- Tsang D., Gourgouliatos K. N., 2013, [ApJL](#), 773, L17
- Turolla R., Zane S., Watts A. L., 2015, [Reports on Progress in Physics](#), 78, 116901
- Wang Z., Chakrabarty D., Kaplan D. L., 2006, [Nature](#), 440, 772

Access:

M22-0317: [Turkish J.A&A](#) — Vol.3, Issue 3.