

Beste BEĞİÇARSLAN^{1*}, Tuğba BOZTEPE¹, Tolga GÜVER²

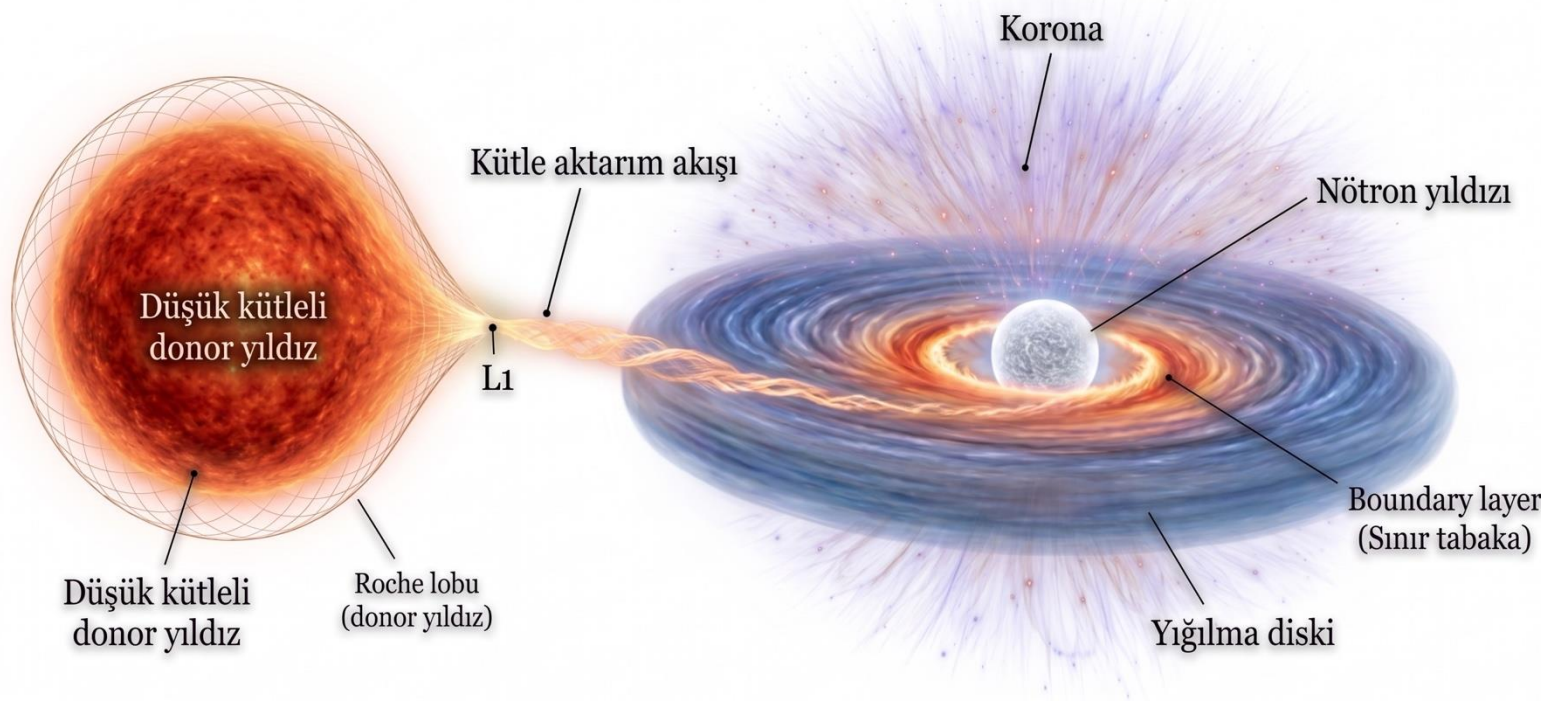
¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

² İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

MOTİVASYON

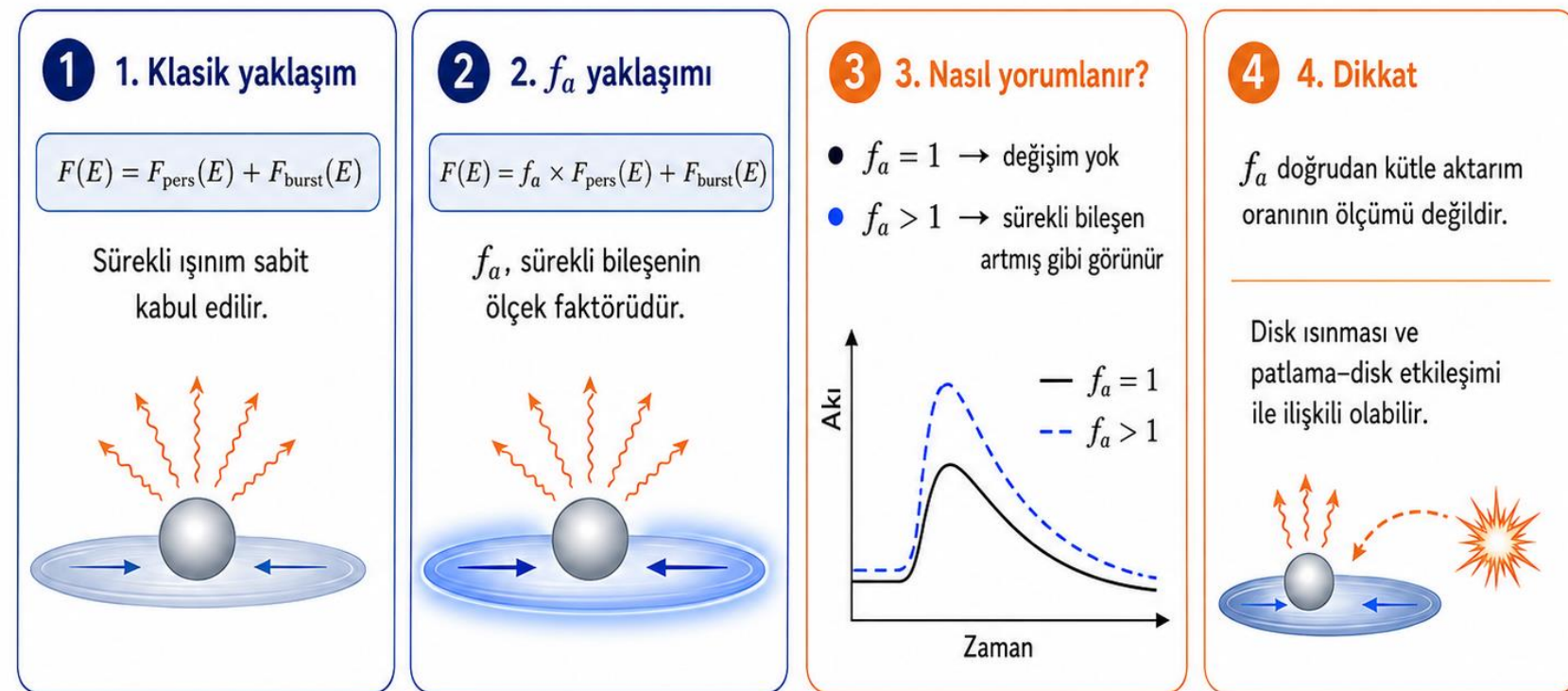
Termonükleer (Tip I) X-ışını patlamaları, düşük kütleli X-ışını çiftlerinde nötron yıldızı yüzeyinde biriken hidrojen ve/veya helyumun kararsız nükleer yanması sonucu meydana gelir. Bu patlamalar yalnızca nötron yıldızı yüzeyindeki nükleer yanmayı değil, aynı zamanda nötron yıldızı yığılma diski etkileşimini incelemek için de önemli bir gözlemsel araçtır.

Düşük Kütleli X-Işını Çiftinin Bileşenleri



Şekil 1. Düşük kütleli bir X-ışını çiftinin temel bileşenleri ve yoldaş yıldızdan nötron yıldızına gerçekleşen kütle aktarımının şematik gösterimi.

Geleneksel tayfsal analizlerde patlama öncesi sürekli emisyonun patlama boyunca değişmediği kabul edilmiştir. Worpel ve ark. (2013, 2015), sürekli emisyonun normalizasyonunu serbest bırakan f_a parametresini tanımlamış ve birçok patlamada $f_a > 1$ olduğunu göstermiştir. Bu artış başlangıçta, Poynting–Robertson sürüklenmesi sonucu disk maddesinin açılal momentum kaybederek içeri doğru daha hızlı hareket etmesi ve kütle yığılma oranının geçici olarak artması ile ilişkilendirilmiştir.



Ana fikir: f_a modeli, patlama sırasında sürekli ışınımın değişip değişmediğini test eder.

Sayısal simülasyonlar Poynting–Robertson sürüklenmesinin yığılma oranını artırabildiğini doğrulamakla birlikte (Fragile ve ark. 2020), güncel çalışmalar patlama ışınımının aynı zamanda yığılma diskini güçlü biçimde ısıttığını ve tayfsal yapısını değiştirdiğini göstermektedir. Speicher ve ark. (2023, 2024), gözlemsel olarak elde edilen f_a parametresinin kütle yığılma oranındaki artışı doğrudan ölçmediğini ve disk sıcaklığındaki değişimi daha güçlü biçimde izlediğini ortaya koymuştur.

VERİ



NICER arşivindeki termonükleer patlama gösteren düşük kütleli X-ışını çiftlerinin gözlemleri sistematik olarak taranmıştır.

Tayfsal analizlerde özellikle düşük hidrojen kolon yoğunluğuna sahip kaynaklara öncelik verilmektedir. Yüksek N_H , NICER'in yumuşak X-ışını bandındaki fotonları güçlü biçimde soğurarak düşük enerjili tayfsal sapmaların belirlenmesini zorlaştırmaktadır. (bkz. Tablo 1.)

Tablo 1. Tayfsal analiz için değerlendirilen ve patlama tespit edilmiş kaynaklar. Patlama adayı sayısı NICER gözlemlerinde belirlenen olayları, N_H ise görüş doğrultusundaki hidrojen kolon yoğunluğunu göstermektedir.

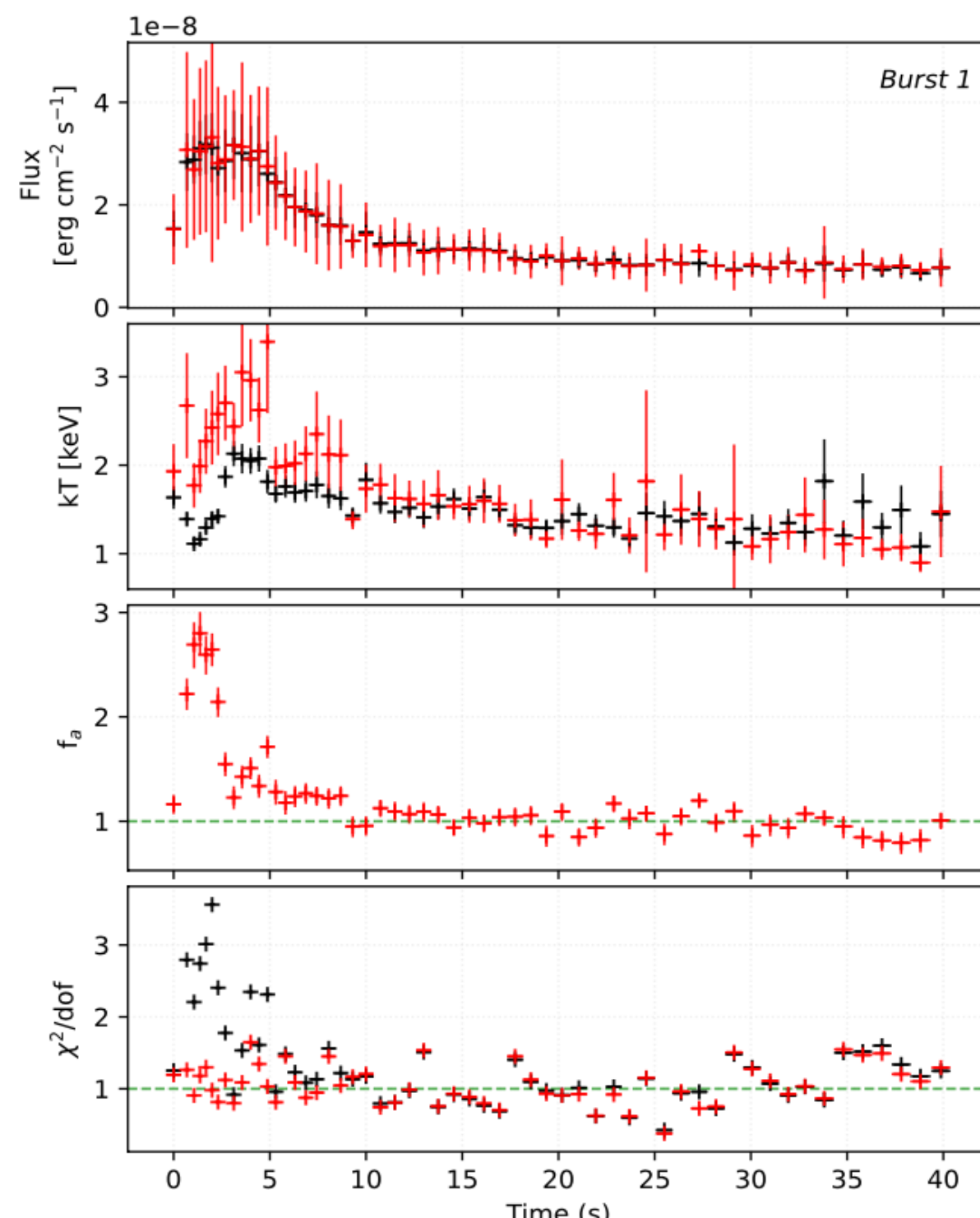
Kaynak Adı	Patlama Adayı	N_H ($\times 10^{22}$)
4U_1820-30	15	0.14
4U_0513-40	2	0.03
4U_1323-62	40	3.36
4U_1608-522	7	1.30
MAXI_J1621-501	1	6.10
4U_1636-536	53	0.24
4U_1702-429	1	2.42
IGR_J17062-6143	2	0.10
4U_1705-44	2	2.42
4U_1728-34	14	4.18
4U_1735-44	2	0.45
XTE_J1739-285	32	1.73
SAX_J1747.0-2853	1	7.40
SAX_J1748.9-2021	1	0.58
4U_1746-37	2	0.26
SAX_J1750.8-2900	3	5.70
SAX_J1808.4-3658	3	0.30
SAX_J1810.8-2609	2	0.39
GS_1826-24	1	0.20
Aql_X-1	26	0.50
M15	6	0.05
Swift_J1858.6-0814	6	0.20
4U_0614+091	2	0.33
MAXI_J1807+132	3	0.26
Serpens_X-1	7	0.44
Swift_J1749.4-2807	6	3.52
MAXI_J1733-222	4	0.60

METOT

NICER gözlemlerinden ışık eğrileri oluşturularak termonükleer patlama adayları belirlenmiştir. Her patlama için patlama öncesi sürekli emisyon tayfı çıkarılmış ve uygun tayfsal bileşenlerle modellenmiştir. Patlamalar kısa zaman aralıklarına bölünerek zaman çözünürlüklü tayflar elde edilmiş ve iki farklı yaklaşım karşılaştırılmıştır.

İLK SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

İlk örnek olarak GS 1826–24 kaynağından gözlenen patlama analiz edilmiştir. f_a parametresi patlamanın ilk saniyelerinde 2.5-3 seviyelerine yükselmiş, sönüm evresinde ise $f_a \sim 1$ değerine yaklaşmıştır. f_a modelinin özellikle patlamanın parlak evresinde modelin istatistiğini iyileştirmesi, sürekli ışınımın patlama boyunca sabit kalmayabileceğini göstermektedir.



Şekil 2. GS 1826–24 patlamasının zaman çözünürlüklü tayfsal evrimi. Yukarıdan aşağıya akı, sıcaklık (kT), f_a ve indirgenmiş χ^2 değerleri gösterilmektedir. f_a , patlama başlangıcında 2.5–3'e ulaşarak sönüm evresinde ~ 1 'e yaklaşmaktadır.

İlk bulgu: $f_a > 1$ ve iyileşen tayfsal uyum, patlama sırasında yığılma ortamının değiştiğine işaret etmektedir.



*beste.begicarslan@gmail.com

Bu çalışma T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı projesi (2016K121370) tarafından desteklenmektedir.



1. Speicher, J., vd. (2022). Evolution of accretion disc reflection spectra due to a Type I X-ray burst.
2. Speicher, J., vd. (2023). Impact of neutron star spin on Poynting–Robertson drag during a type I X-ray burst.
3. Worpel, H., Galloway, D. K., & Price, D. J. (2013). Evidence for Accretion Rate Change During Type I X-ray Bursts.
4. Worpel, H., Galloway, D. K., & Price, D. J. (2015). Evidence for Enhanced Persistent Emission During Sub-Eddington Thermonuclear Bursts.
5. Fragile, P. C., Ballantyne, D. R., & Blankenship, A. (2020). Interactions of Type I X-ray Bursts with Thin Accretion Disks.