







21-24. Çevrim Güneş Aktivitesi X-Işın Flare Verilerinin İncelenmesi

Tuğba Yeşilada¹  , Duygu Esendemir¹ , Demet Yiğit¹ , Murat Esendemir¹ ,
Serdar Evren¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100, İzmir, Türkiye

Accepted: January 13, 2023. Revised: December 30, 2022. Received: November 13, 2022.

Özet

Güneş'te gerçekleşen ve X-Işın olarak da adlandırılan patlamalar Güneş aktivitesiyle ilişkili önemli parametrelerden biridir. Bu çalışmanın amacı, Güneş üzerinde gerçekleşen X-Işın flare olaylarını ve bu olayların Güneş aktivitesi ile ilişkili bir diğer parametre olan Güneş lekeleriyle ilişkisini incelemektir. Yapılan bu inceleme ile son 4 tam çevrim (21, 22, 23 ve 24. çevrimler) aylık X-Işın flare olayları ve leke sayıları, X-Işın flare olaylarının süreleri, süre dağılımları ve enlemsel dağılımları bakımından değerlendirilmiştir. X, M, C sınıfı X-Işın flare olayları ve lekeler üzerinde yapılan bu çalışmanın iki olay arasındaki ilişkileri değerlendirmek, "Flarelerin yoğunluğu, süresi ve asimetrisi arasında bir ilişki var mı?" gibi sorulara yanıt aramamız için yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Güneş X-Işın flare verileri 1976-2016 yılları için National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) web sayfasından, 2017-2019 yılları için ise National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) web sayfasından ve XRT flare kataloğundan alınmıştır. Çalışmada Solar (2022) GOES uydu verileri kullanılmıştır. Güneş leke verileri Sunspot Index and Long-Term Solar Observation (SILSO) web sayfasından alınmıştır.

Abstract

Explosions on the Sun, also called X-Ray flares, are one of the important parameters associated with solar activity. The aim of this study is to examine the X-Ray flare events on the Sun and the relationship of these events with sunspots, another parameter related to solar activity. With this review, the last 4 full cycles (21st, 22nd, 23rd and 24th cycles) were evaluated in terms of monthly X-Ray flare events and number of spots, duration of X-Ray flare events, duration distributions and latitudinal distributions. To evaluate the relationships between the two events of this study on X, M, C class X-Ray flare events and stains, "Is there a relationship between the intensity, duration and asymmetry of the flares?" It is thought that it will guide us to seek answers to questions such as: Solar X-Ray flare data from 1976 to 2016 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) web page and XRT flare catalog for the years 2017-2019. Solar (2022) GOES satellite data was used in the study. Sunspot data were obtained from the Sunspot Index and Long-Term Solar Observation (SILSO) website.

Anahtar Kelimeler: sun, solar, x-flare, activity, solar activity

1 Giriş

Güneş aktivitesinin tanımlanmasında kullanılan en önemli göstergelerden biri güneş yüzeyinde yaklaşık 11 yıllık çevrimlerle gözlenen güneş leke sayılarındaki değişimlerdir. Güneş lekelerine ek olarak flare olayları ve koronal kütle atımı gibi birçok olaylar dizisi de güneş aktivitesinin birer parçası durumundadır. Güneşteki flare olayları X-Işın flare ve H α dalgaboylarındaki gözlemlerle elde edilen veriler üzerinden incelenmektedir. Güneş flareleri X-ışınlarındaki maksimum patlama akılarına göre X, M, C, B, ve A şeklindedir (Tranquille ve diğ. 2009). X sınıfı (104 W m⁻²) bir flarenin sahip olduğu enerjinin onda biri enerjiye sahip olan flareler M sınıfı, M sınıfının onda biri enerjiye sahip olan flareler C sınıfı, C sınıfının sahip olduğu enerjinin onda biri kadar bir enerjiye sahip olan flareler B sınıfı flareler, B sınıfının onda biri enerjiye sahip flareler ise A sınıfı flareler olarak adlandırılmaktadır (Borovik & Zhdanov 2020; Hathaway 2022). Bu araştırmada 1976-2019 yılları arasında, son dört tam Güneş çevrimi kapsamında meydana gelen X, M, C sınıfı flare

olaylarının yoğunluğu, süre dağılımları ve asimetrisi arasındaki ilişkiler incelenmiş ve aynı dönemde meydana gelen Güneş lekeleri, flareler ile lekeler arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla incelemelere dahil edilmiştir.

2 Yöntem ve Analiz

Güneş üzerinde gerçekleşen X-Işın flare olaylarının Güneş aktivitesindeki farklılıklarının son dört tam çevrim (21, 22, 23 ve 24. çevrimler) kapsamında araştırıldığı ve karşılaştırıldığı bu çalışmada 1976-2019 yılları arasında meydana gelmiş olan 55950 katalog verisinden 10895'i çeşitli sebeplerden dolayı dışlanmıştır. Güneş dışı gama ışını patlamaları, güneş kaynaklı olmayan diğer patlama verileri, zaman bilgisi hatalı olaylar, aletsel kaynaklı hatalı veriler, gürültülü verilerin kaydı sırasında meydana gelen olaylar, Güney Atlantik Anomalisi ile sonlanan olaylar ve veri boşlukları mevcut olan olaylar çalışmaya dahil edilememiştir. Araştırmaya 425'i X sınıfı, 5331'i M sınıfı, 39299'u C sınıfı olmak üzere toplam 45055 X-Işın flare verisi dahil edilmiştir. Aynı dönemde meydana gelen ortalama 45418 leke verisi flare olayları ile lekeler arasındaki ilişkileri değerlendirmek üzere incelemelere dahil

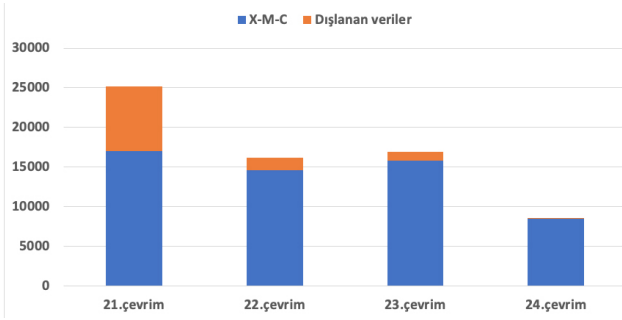
* yesiladatugba@gmail.com

Çizelge 1. Güneş leke çevrimlerinin başlangıç ve bitiş tarihleri

Çevrimler	Başlangıç	Bitiş
21	1976-3.ay	1986-8.ay
22	1986-9.ay	1996-7.ay
23	1996-8.ay	2008-11.ay
24	2008-12.ay	2019-12.ay

Çizelge 2. Çevrimlere göre incelemeye dahil edilen X, M, C sınıfı X-Işın flare sayıları ve güneş leke sayıları.

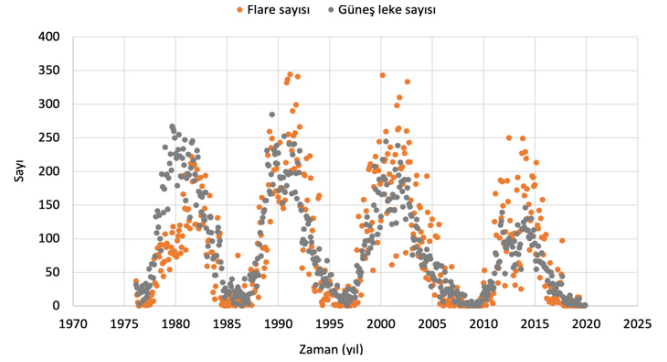
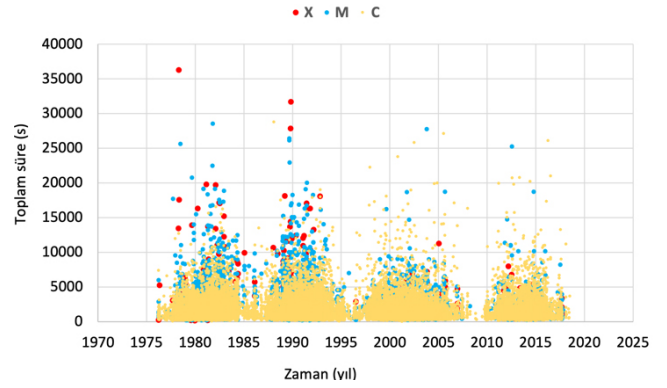
Çevrimler	Toplam flare	Dışlanan veri	Mevcut veri	Güneş lekesi
21	16995	8225	8770	14030
22	14636	1527	13109	12648
23	15797	1096	14701	12209
24	8522	47	8475	6531
Toplam	55950	10895	45055	45418

**Şekil 1.** Çevrimlere göre X-Işın flare sayıları ve dışlanan veriler.

edilmiştir. X-Işın flare verileri National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) web sayfasından Solar (2022), Goes (2022), güneş leke verileri ise Sunspot Index and Long-term Solar Observations SILSO (2022) web sayfasından alınmıştır. Güneş leke enlem verilerine 2016 yılından sonrası için ulaşılamamıştır.

Çizelge 1'de son dört tam çevrimin başlangıç ve bitiş tarihleri belirtilmiştir (SILSO 2022). Çizelge 2'de ise çevrimlere göre incelenen toplam veri sayısı, çalışmaya dahil edilen mevcut veri sayısı, dışlanan veri sayısı ve aylık ortalamalar üzerinden belirlenen güneş leke sayıları gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler ile dışlanan veriler arasındaki sayısal ilişki Şekil 1'de gösterildiği gibi ayrıca görselleştirilmiştir.

Şekil 2'de aylık ortalama güneş lekeleri ile flare sayılarının zamana göre değişimi verilmiştir. Şekil 2'den de anlaşıldığı gibi 21.çevrimden 24.çevrime gelindiğinde leke sayılarında ve X-Işın flare sayılarında belirgin bir azalma olduğu görülmektedir. Özellikle sayılarının fazla olmasından dolayı C sınıfı X-Işın flare sayılarının güneş lekeleri ile benzer maksimumlar ve minimumlar gösterdiği, diğer X-Işın flare sınıflarının da aynı hareketi izlediği görülmektedir. 21.çevrimin ilk dönemlerinde diğer çevrimlere kıyasla özellikle C sınıfı X-Işın flare olaylarının, güneş leke sayılarıyla uyumsuz seyrettiği görülmektedir. Bunun sebebinin uydu veri setindeki hatalardan veya eksikliklerden dolayı dışlanmak zorunda kalınan verilerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Pearce ve diğ. 1993).

**Şekil 2.** Güneş leke sayıları ile X-Işın flare olay sayılarının 21, 22, 23 ve 24. tam çevrimler için zamana göre değişimi.**Şekil 3.** Tüm X-Işın flarelerin çevrimlere göre toplam süreleri. a: çıkış süresi, b: iniş süresi, a+b: Bir flare olayının gerçekleştiği toplam süre

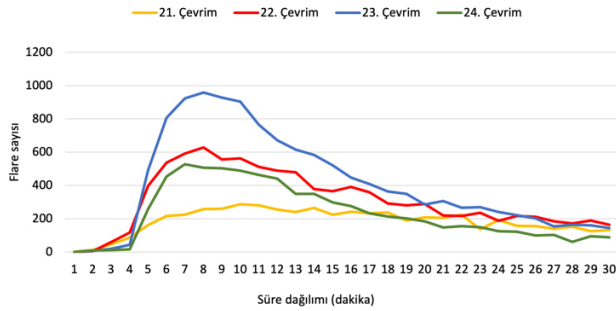
Şekil 3'te tüm X-Işın flare olaylarının çevrimlere göre toplam süreleri, a: çıkış süresi, b: iniş süresi, a+b: bir X-Işın flare olayının toplam oluşum süresi olarak verilmiştir. Çevrimler maximum olay süreleri açısından incelendiğinde, ulaşılan maksimum olay süresinin 21. çevrimde diğer çevrimlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Maksimum olay süresi 24. çevrime doğru gidildikçe düşmektedir. C sınıfı X-Işın flare olaylarının 0-10000 saniye aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. 23. ve 24. çevrimlerde diğer çevrimlere göre X ve M sınıfı X-Işın flare olaylarının sayılarının azlığı dikkat çekmektedir ve bu çevrimlerde 10000 saniyeden fazla süren C sınıfı X-Işın flare olaylarının daha fazla olduğu görülmektedir.

Şekil 4'te $(b - a)/(b + a)$ olarak tanımlanan olay asimetrisine ilişkin bir inceleme yapılmıştır. Bu incelemeye göre 21. ve 22. çevrimlerde asimetri pozitif bölgede baskın görünmektedir ($b > a$). Bunun anlamı iniş süresinin çıkış süresinden uzun olduğu olayların sayısı bu çevrimlerde daha fazladır. Olay asimetrisi 21. ve 22. çevrimlerde belirgin görülürken 23. ve 24. çevrimlerde daha az belirgin görünmektedir. Yani ($b > a$), ($b < a$), ($b = a$) şeklinde gruplandırabileceğimiz olayların dağılımı daha dengeli görülmektedir.

Şekil 5'te 21. çevrim başlangıcından 24. çevrim sonuna kadar yapmış olduğumuz bu incelemede, bir X-Işın flare olayının gerçekleşme süresinin dağılımı detaylı olarak incelenmek istenmiştir. Bu incelemeler, X-Işın flare sınıflarına göre yapıldığı gibi tüm X-Işın flare olayları için çevrim bazında



Şekil 4. Çevrimlere göre olay asimetrisi



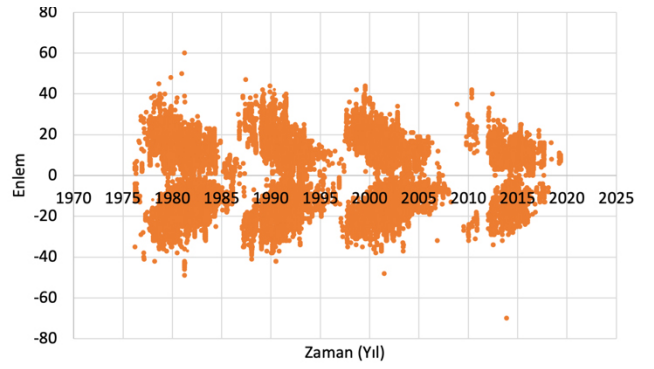
Şekil 5. Çevrimlere göre X-Işın flare olaylarının süre dağılımları

da incelenmiştir. Bu incelemenin yapılma yöntemi dakikalık sayımlar şeklinde olmuştur. Seçmiş olduğumuz veri seti dolayısıyla 1 dakikadan az süren olaylar incelenememiştir. Tüm X-Işın flare olayları (45121 olay) 30 dakikaya kadar 1 dakikalık dilimlerle incelenmiştir.

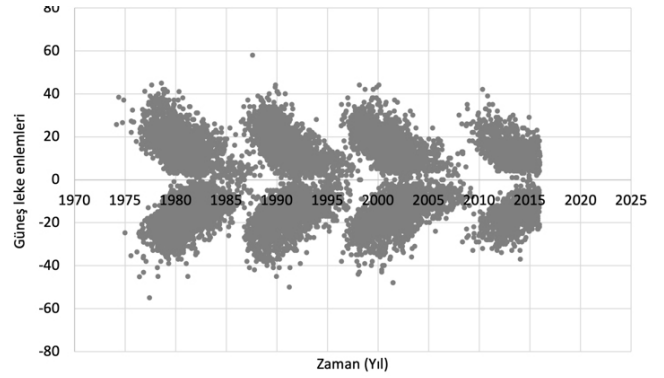
1976-2019 yılları arasındaki tüm X-Işın flare olaylarının enlemsel dağılımı incelendiğinde Şekil 6'da de görüldüğü gibi 21, 22, 23 ve 24. çevrimler açıkça ortaya çıkmakta ve güneş leke çevrimine benzer bir dağılım göstermektedir. Tüm çevrimlerin kelebek diyagramı adı verilen diyagrama benzer bir şekil oluşturduğu ve bu şekillerin yaklaşık olarak +40 ve -40 derece enlemlerinde başlayıp 0 derece enleminde son bulduğu görülmektedir (Helio 2022). Şekil 7'de ise güneş lekelerinin enlemsel dağılımı incelenmiştir. X-Işın flare olaylarının gösterildiği Şekil 6'daki dağılımın Şekil 7 için de benzer olduğu açıkça görülmektedir.

3 Tartışma ve Sonuç

Güneş üzerinde gerçekleşen X-Işın flarelerin güneş aktivitesindeki farklılıklarının 21, 22, 23 ve 24. çevrimler kapsamında araştırıldığı bu çalışmada aylık X-Işın flare olayları ve leke sayıları, X-Işın flare olaylarının süreleri, süre dağılımları ve enlemsel dağılımları incelenmiştir. "X-Işın flare olaylarının yoğunluğu, süresi ve asimetrisi arasında bir ilişki var mıdır?" sorusuna yanıt aranmıştır. Yapılan çalışmalar



Şekil 6. X-Işın flare olaylarının çevrimlere göre enlemsel dağılımı



Şekil 7. Güneş lekelerinin çevrimlere göre enlemsel dağılımı

sonucunda belirtilen parametreler arasında yakın bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bundan sonraki çevrim verilerinin bu çalışmaya eklenerek, çalışmanın devamlılığının sağlanması planlanmaktadır.

Kaynaklar

- Borovik A., Zhdanov A., 2020, Solar-Terrestrial Physics, 6, 16
 Goes N., 18.02.2022, NGCD Data, <https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/full/>
 Hathaway D. D., 18.02.2022, Sun Facts, <https://solarscience.msfc.nasa.gov/>
 Helio 18.02.2022, Solar Active Regions, http://helio.mssl.ucl.ac.uk/helio-vo/solar_activity/current-location/
 Pearce G., Rowe A., Yeung J., 1993, Astrophysics and space science, 208, 99
 SILSO 18.02.2022, Sunspot Number graphics, <https://www.sidc.be/silso/>
 Solar N., 18.02.2022, Solar Data, <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-features/solar-flares/x-rays/goes/xrs/>
 Tranquille C., Hurley K., Hudson H., 2009, Solar Physics, 258, 141

Access:

M23-0358: Turkish J.A&A — Vol.4, Issue 3.