

Giriş ve Amaç

Güneş aktivitesi, güneş yüzeyinde yaklaşık 11 yıllık çevrimlerle gözlenen güneş leke sayısındaki değişimlerle tanımlanmaktadır. Güneş leke çevrimine ek olarak flare olayları ve koronal kütle atımı gibi birçok olaylar dizisi de bu aktivitenin birer parçası durumundadır. Güneş flareleri X-ışını ve H α dahil olmak üzere çeşitli dalgalı boylarındaki veriler üzerinden incelenmektedir. Güneş flarelerini en iyi sınıflandırma metodu X ışını şiddetine göre yapılmakta olup bu sınıflar; X, M, C, B ve A şeklindedir. X sınıfı (10^{-4} W/m²) 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.

Bu çalışmada 1976-2019 yılları arasında, son 4 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.

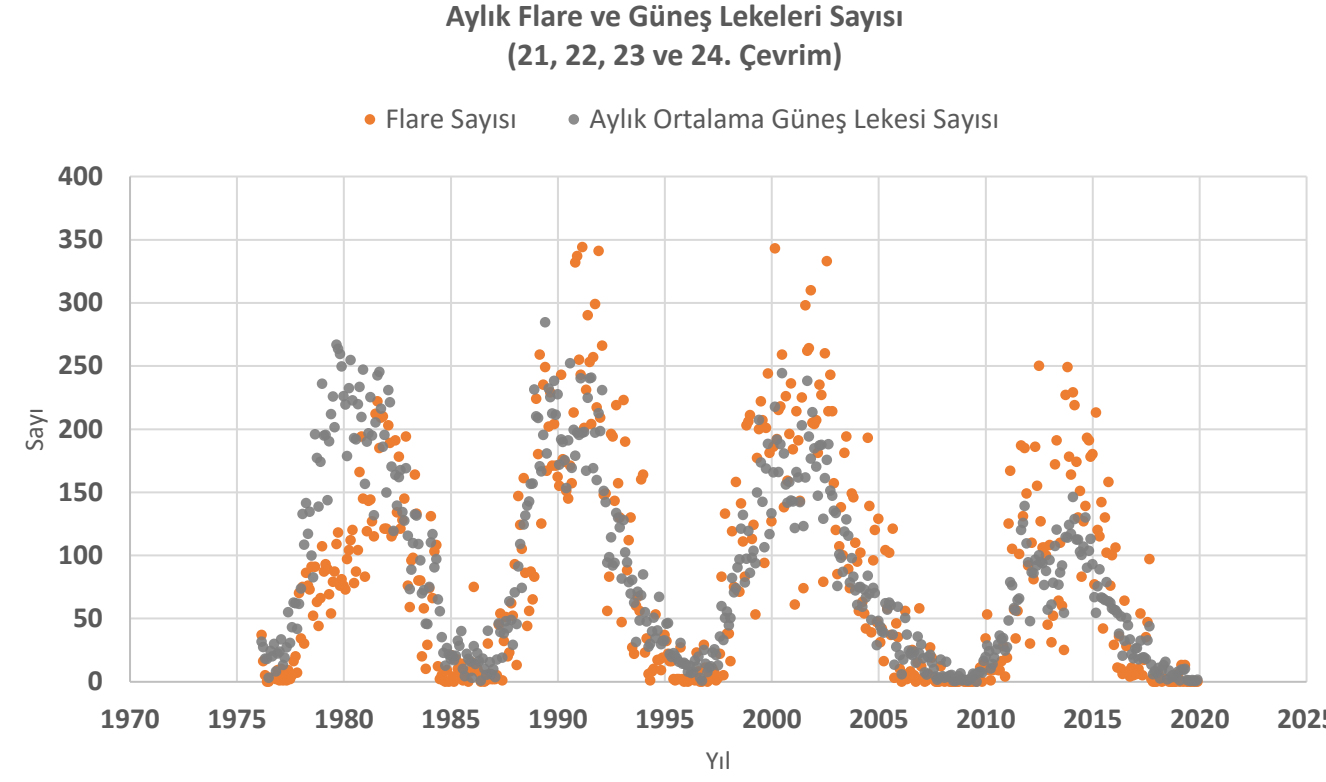
Yöntem

Güneş üzerinde gerçekleşen X ışın flarelerin Güneş aktivitesindeki farklılıklarının son 4 çevrim (21, 22, 23 ve 24. çevrimler) kapsamında araştırıldığı ve karşılaştırıldığı bu çalışmada 1976-2019 yılları arasında meydana gelmiş olan 55950 flare olayından 10895'i verilerdeki eksiklikler veya hatalar sebebiyle dışlanarak; 425'i X sınıfı, 5331'i M sınıfı, 39299'u C sınıfı olmak üzere toplam 45055 X ışını verisi incelemeye dahil edilmiştir. Aynı dönemde meydana gelen ortalama 45418 leke verisi flareler ile lekeler arasındaki ilişkileri değerlendirmek adına incelemelere dahil edilmiştir. X-ışını Güneş flare verileri National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) web sayfasından (GOES uydu verileri), güneş leke verileri ise Sunspot Index and Long-term Solar Observations (SILSO) web sayfasından alınmıştır.

	Tüm flare sınıfları	İncelenen flare sınıfları	Atılan veriler	Mevcut veriler
	X-M-C-B-A	X-M-C	X-M-C	X-M-C
21.çevrim	19844	16995	8225	8770
22.çevrim	20856	14636	1527	13109
23.çevrim	23128	15797	1096	14701
24.çevrim	14867	8522	47	8475
Toplam	78695	55950	10895	45055

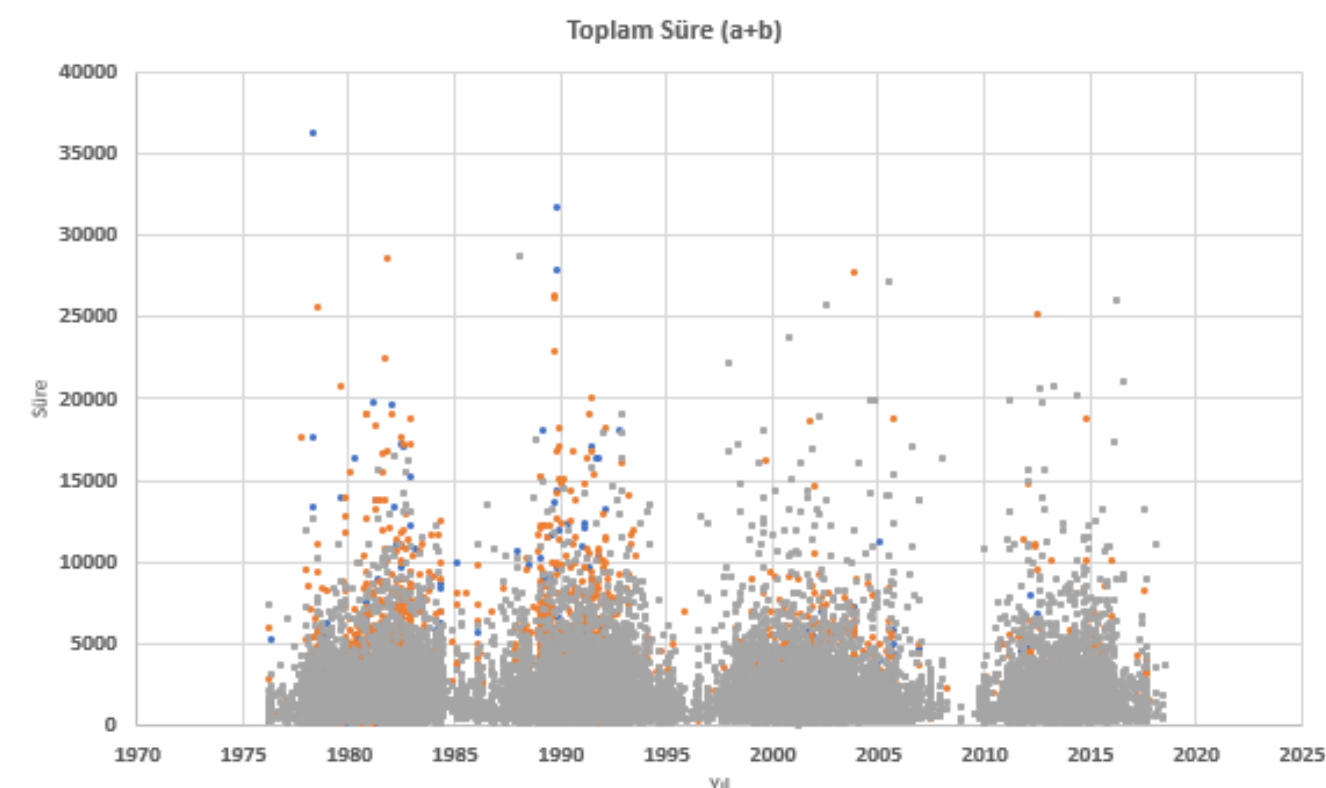
	Leke sayısı
21.çevrim	14030,3
22.çevrim	12648,3
23.çevrim	12208,8
24.çevrim	6530,6
Toplam	45418

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



Şekil-1. Aylık ortalama Güneş lekeleri ile flare sayılarının zamana göre değişimi

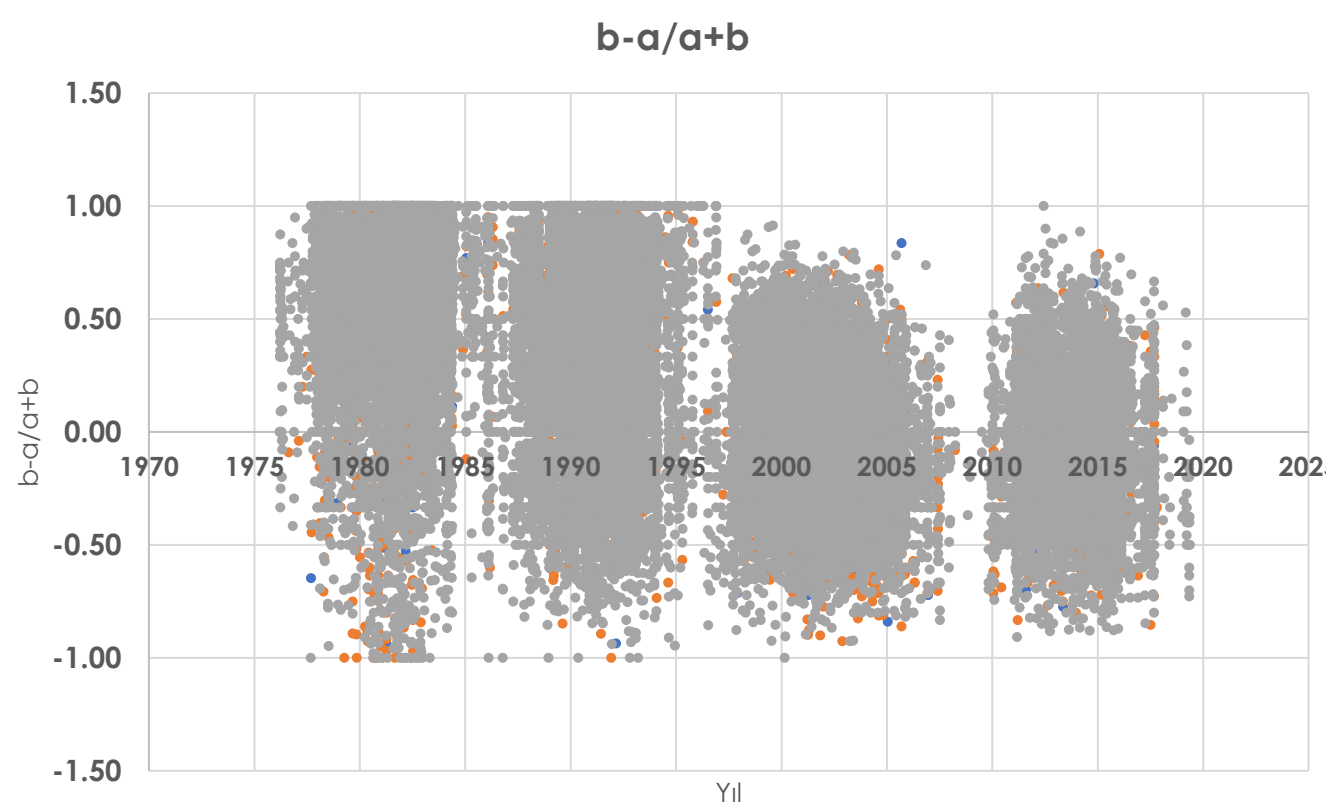
21.çevrimden 24.çevrime gelindiğinde leke sayılarında ve X ışın flarelerin sayılarında belirgin bir azalma olduğu görülmektedir. Özellikle sayılarının fazla olmasından dolayı C sınıfı X ışınlarının güneş lekeleri ile benzer maksimumlar ve minimumlar yaptığı, diğer X ışın sınıflarının da aynı hareketi izlediği görülmektedir. 21.çevrimin ilk dönemlerinde diğer çevrimlere kıyasla özellikle C sınıfı X ışınlarının, güneş leke sayılarıyla uyumsuz seyrettiği görülmektedir. Bunun sebebinin uydu veri setlerindeki hatalardan ve/veya eksikliklerden kaynaklandığı bilinmektedir.



Şekil-2. Tüm X ışın flarelerin çevrimlere göre toplam süreleri

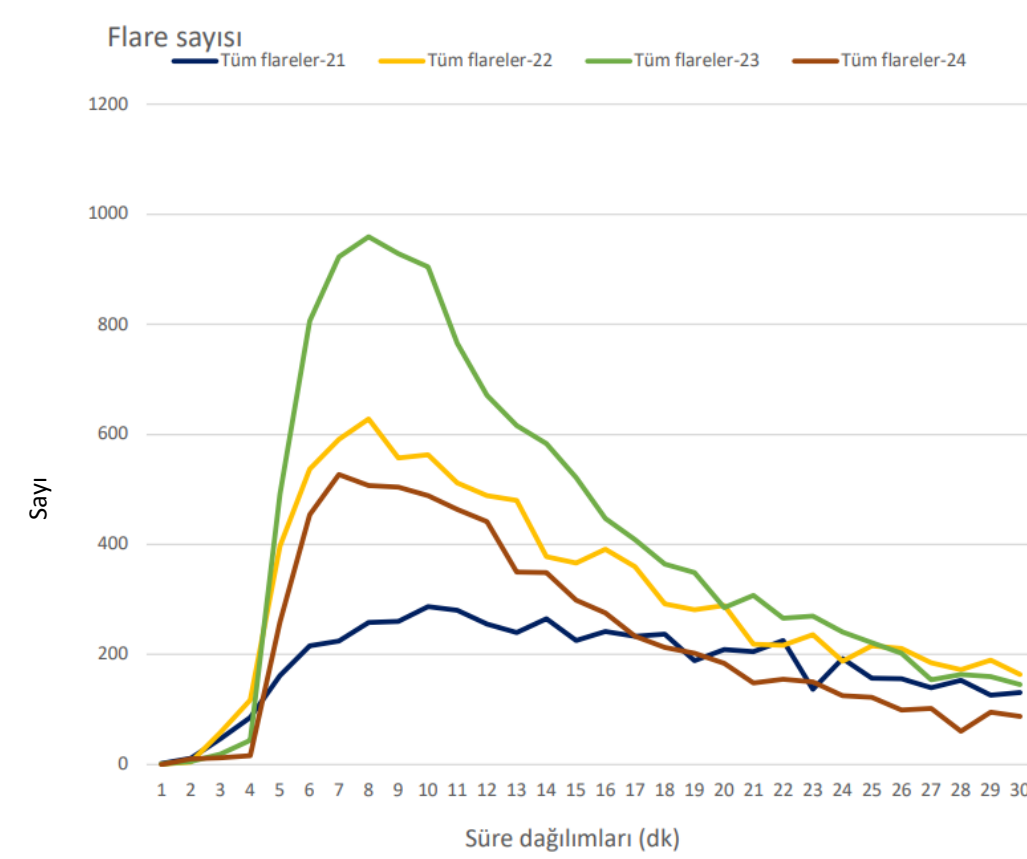
a: çıkış süresi, b: iniş süresi, a+b: Bir flarenin toplam oluşum süresi

Çevrimler maksimum 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. 21. çevrimden 24. çevrime doğru gidildikçe flare sayılarındaki yoğunluğun azaldığı görülmekte, bu azalma özellikle X ve M sınıfı flarelerde daha belirgin olmaktadır. C sınıfı flarelerin 0-10000 saniye aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. 23. ve 24. çevrimlerde diğer çevrimlere göre X ve M sınıfı flarelerin sayılarının azlığı dikkat çekmektedir ve bu çevrimlerde 10000 saniyeden fazla süren C sınıfı flare olaylarının daha fazla olduğu görülmektedir.

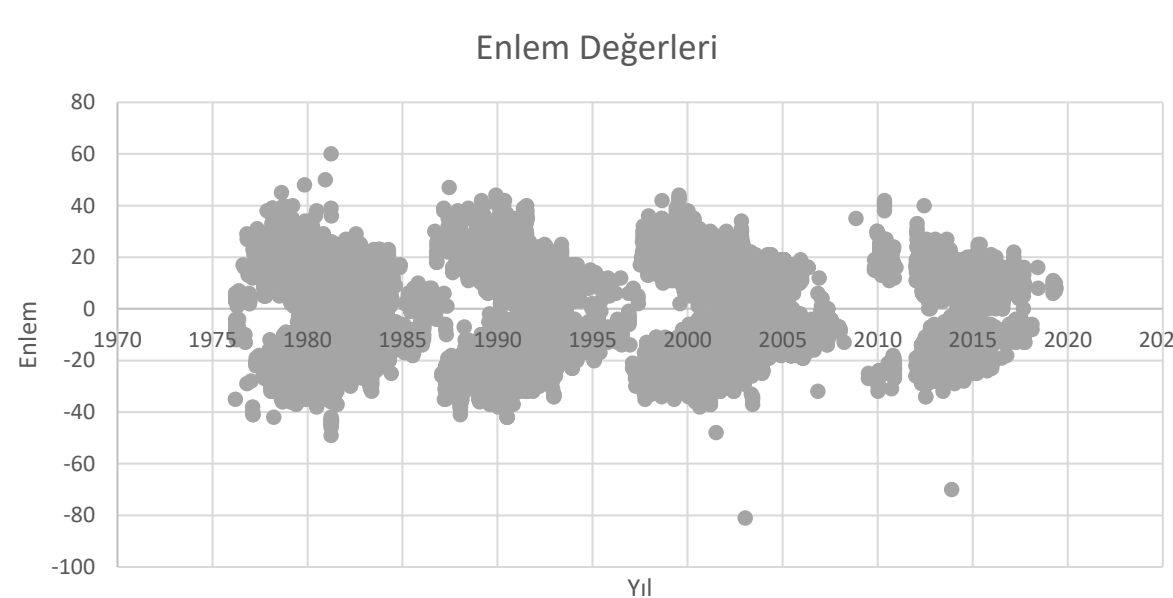


Şekil-3. Çevrimlere göre olay asimetrisi

Bu grafikte 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 23. ve 24. çevrimlerde daha belirgin görünmektedir. Yani (b>a), (b<a), (b=a) şeklinde gruplandırabileceğimiz olayların dağılımı daha dengeli görülmektedir.



Şekil-4. 21. çevrim başlangıcından 24. çevrim sonuna kadar yapmış olduğumuz bu incelemede, bir flare olayının gerçekleşme süresinin dağılımı detaylı olarak incelenmek istenmiştir. Bu incelemeler, flare sınıflarına göre yapıldığı gibi tüm flareler için çevrim bazında da incelenmiştir. Bu incelemenin yapıma yöntemi dakikalık sayımlar şeklinde olmuştur. Seçmiş olduğumuz veri seti dolayısıyla 1 dakikadan az süren olaylar incelenememiştir. Tüm flareler (45121 olay) 30 dakikaya kadar 1 dakikalık dilimlerle incelenmiştir. Bu sayımlara ilişkin bilgiler yanda gösterilmiştir.



Şekil-5. 1976-2019 yılları arasındaki tüm verilerin incelenmesi sonucunda elde edilmiş olup 21, 22, 23 ve 24. çevrimleri açıkça 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. Çevrimlerdeki toplam veri sayıları birbirinden farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılıklar güneşin kendi doğasına özgü sebeplerden kaynaklanabileceği gibi 24. çevrimde olduğu gibi veri setindeki bazı yıllara ait verilerdeki eksikliklerden veya hatalardan da kaynaklanabilmektedir.

Sonuç

Güneş üzerinde gerçekleşen X ışın flarelerin güneş aktivitesindeki farklılıklarının 21, 22, 23 ve 24. çevrimler kapsamında araştırıldığı bu çalışmada tüm çevrimler tek tek incelenmiş ve birçok grafik oluşturulmuştur. Flareler, olaylar; süreler, süre dağılımları, maksimum yoğunluklar, yoğunluk dağılımları açısından incelenmiş; "Flarelerin yoğunluğu, süresi ve asimetrisi arasında bir ilişki var mı?" sorusuna yanıt aranmıştır ve aralarında yakın bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

İletişim

Tuğba Yeşilada
 Email: yesiladatugba@gmail.com
 Telefon: 05312111651
 Demet Yiğit
 Email: demetyigit_dyt@hotmail.com
 Telefon: 05303589676
 Duygu Esendemir
 Email: dgurbuzoglu@gmail.com
 Telefon: 05301353756

Kaynakça

1. Karşoğlu A.B., Şahin S., Kılıç A. Güneş Lekelerinin Manyetik Sınıflandırması ve Zürih Sınıflandırması Arasındaki İlişkinin Araştırılması. TJAA cilt 1, sayı 2, s.461-463 (2020)
2. Pearce G., Rowe A. K., Yeung J. A statistical Analysis of Hard X-Ray Solar Flares. Astrophysics and Space Science 208:99-111 (1993)
3. Tranquille C., Hurley K., Hudson H.S. The Ulysses Catalog of Solar Hard X-Ray Flares. Solar Phys; 258: 141-166 (2009)
4. Borovik, A.V., Zhdanov, A.A. Low-Power Solar Flares of Optical and X-Ray Wavelengths for Solar Cycles 21-24. Solar-Terrestrial Physics. 2020. Vol. 6. Iss. 3. P. 16-22. DOI: 10.12737/stp-63202002.
5. <https://solarscience.msfc.nasa.gov/>
6. <https://sohowww.nascom.nasa.gov/>
7. <https://www.swpc.noaa.gov/>
8. https://helio-vo.eu/solar_activity/current-location/
9. <https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/full/>
10. <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-features/solar-flares/x-rays/goes/xrs/>
11. <http://www.sidc.be/silso/ssngraphics>