

Türkiye’de Orman Yangınları ile Güneş Lekeleri Arasındaki Olası İlişkinin Araştırılması

Neziha Ağnoğlu¹, Murat Utkucu², Caner Erden³

Öz

Ormanlar, bazı temel kaynakları sağlar, dünya çapında milyonlarca insanın geçimini destekler, iklim değişiklikleri ve afetlerin etkilerini azaltırlar. Bununla birlikte, kötü arazi yönetimi ve iklim değişiklikleriyle ilişkilendirilen daha sıcak ve kuru hava nedeniyle ormanlardaki yangınlar aşırı ve yaygın hale gelerek ormanları bir afet kaynağı haline dönüştürmektedir. Bu çalışmada, 1944 ile 2021 yılları arasında Türkiye’de belgelenen orman yangınlarının sayıları ve etki alanları, gözlemlenen Güneş Lekelerinin günlük sayıları ile olası korelasyonu araştırılmıştır. İlk önce yıl bazında karşılaştırma yapılmış ve korelasyon bulunmamıştır. Nisan 1954- Kasım 2019 zaman aralığında Güneş Lekesi çevrim-süresi uzunluğu temelinde yapılan karşılaştırmada güçlü bir korelasyon (+ 0,955) elde edilmiştir. Yıllık sayıları yerine, bir Güneş Lekesi çevrimi içindeki Güneş Lekelerinin günlük sayılarının toplamalarının orman yangınları ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Şubat 1944 ile Mart 1954 yılları arasındaki ve Aralık 2019’da başlayan çevrimlerdeki azalan korelasyonlar insan-kaynaklı unsurların işaretleri olarak ele alınmıştır. Güneş Lekelerinin döngüsel davranışının orman yangınlarının etki alanını etkilediği ve aralarındaki korelasyonun doğal ve insan-kaynaklı unsurlar arasında ayırım yapmak için kullanılabileceği ileri sürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Güneş Lekeleri Sayıları, İnsan Yapımı Yangınlar, Kontrol Edilemez Yangınlar, Orman Yangınları, Türkiye’deki Orman Yangınları

Investigation of Possible Relation Between Forest Fires and Sunspots in Türkiye

Abstract

Forests provide some essential resources, support the livelihoods of millions of people worldwide, and mitigate the impacts of climate changes and disasters. However, due to poor land management and the hotter and drier weather associated with climate changes, forest fires have become extreme and widespread, turning forests into a source of disaster. In this study, the possible correlation of the number and affected areas of forest fires documented in Türkiye between 1944 and 2021 with the observed daily numbers of sunspots was investigated. Initially, a year-by-year comparison was made, and no correlation was found. However, a strong correlation (+ 0,955) was obtained when comparison was done on the sunspot cycle length basis between April 1954 and November 2019. It was concluded that instead of the annual total numbers of the daily numbers, the total numbers of daily sunspots within a sunspot cycle is associated with forest fires. The decreasing correlations in the cycles between February 1944- March 1954

¹ Çukurova Uluslararası Havalimanı ARFF Uzmanı

İlgili yazar e-posta / Corresponding author e-posta: nezinezi@outlook.com ORCID No: 0000-0003-4019-7621

² Prof. Dr., Sakarya Üniversitesi, Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Sakarya, Türkiye
e-posta: mutkucu@sakarya.edu.tr , ORCID No: 0000-0001-7528-937X

³ Doç. Dr., Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye
e-posta: cerden@subu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-7311-862X

Bu makaleye atıf yapmak için / To cite this article

Ağnoğlu, N., Utkucu, M. ve Erden, C., (2025). Türkiye’de Orman Yangınları ile Güneş Lekeleri Arasındaki Olası İlişkinin Araştırılması. *Afet ve Risk Dergisi*, 8(2), 513-529.

and starting from December 2019 were considered indicators of human-induced factors. It was suggested that the cyclical behavior of sunspots affects the impact area of forest fires and that the correlation between them can be used to distinguish between natural and human-induced factors.

Keywords: Forest Fire, Forest Fires in Türkiye, Man-Made Fires, Sunspot Numbers, Wildfire

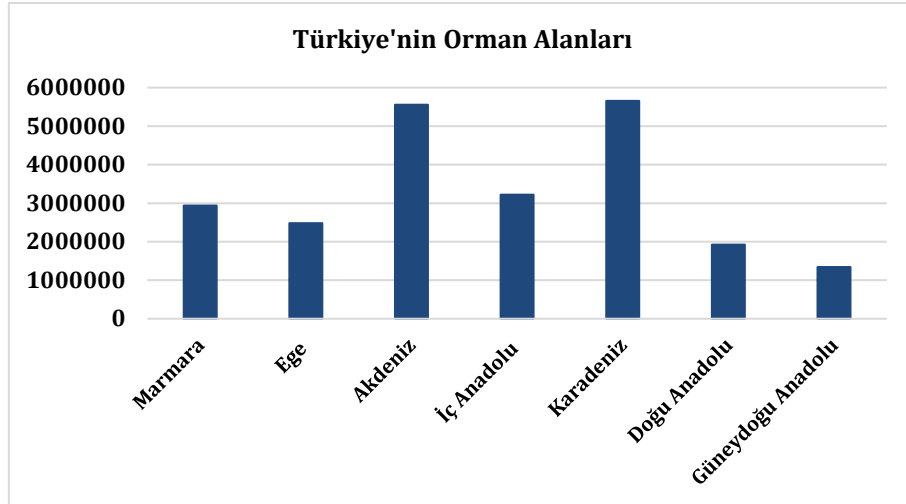
1. GİRİŞ

Ormanlar, tabiat düzeninin sürdürülebilir olmasındaki en gerekli doğal kaynaklardan biridir. Aynı zamanda insanlar ve diğer canlılar için ısınmadan barınmaya, turizmden sağlığa, beslenmeden toprak verimliliğine kadar birçok alanda fayda sağlamalarıyla önemlidirler. Doğal yaşamın belirli bir dengede devam etmesinde rolü olan toprak, su ve diğer doğal kaynaklara faydalar sağlayan ormanlar, içinde barındırdığı diğer canlılara da yaşanabilir ve zengin besin kaynağı olan bir ortam sunmaktadır (Bahadır, 2010; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Ormanlar afet zararlarını azaltmada da önemlidirler. Beklenmeyen ve ani gelişen olumsuz hava olaylarının sonucunda oluşabilecek şiddetli afetlerin etkilerini azaltabilirler. Sık ve gür ormanlar, dağlık ve eğimin yüksek olduğu arazilerde yamaçlarda oluşabilecek heyelan, akma vb. kitle hareketlerini, erozyonun ve yoğun kar yağışı nedeniyle oluşan çığ afetinin olumsuz tesirlerini engeller ya da küçültürler (Bathurst vd., 2010; Berger ve Rey, 2004; Innes, 2004; Sakals vd., 2006; Schönerberger, 2001). Ayrıca oksijen döngüsündeki rolleri ile canlı hayatının sürekliliği için ihtiyaç duyulan temiz hava oluşumunda ana faktörlerden biridirler (Bahadır, 2010; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020).

Türkiye’nin orman varlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yönetilmektedir. Orman Genel Müdürlüğü (OGM)’nin yayınladığı verilere göre 2021 yılında, 23 110 000 hektar ölçüyle Türkiye’nin %29,6’sı ormanlık alandır (Orman Genel Müdürlüğü, 2020). Tablo 1’ye bakıldığında ilk orman envanteri (1973) tutulmaya başlanmasından günümüze kadar ki zamanda ülkemizin ormanlık alan miktarının 3 000 000 hektar arttığı görülmektedir. Yine OGM verilerine göre Türkiye’deki ormanlık alanların coğrafik bölgelere göre dağılımı da Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’nin farklı yıllara göre orman varlığı listesi (Orman Genel Müdürlüğü, 2020)

Yıl	Orman Formu	Normal		Boşluklu Kapalı		Toplam	
		Hektar	%	Hektar	%	Hektar	%
1973	Toplam	8 856 457	43,85	11 342 839	56,15	20 199 296	100,00
	Koru	6 176 899	30,58	4 757 708	23,55	10 934 607	54,13
	Baltalık	2 679 558	13,27	6 585 131	32,60	9 264 689	45,87
2015	Toplam	12 704 148	56,86	9 638 787	43,14	22 342 935	100,00
	Koru	11 919 061	53,35	7 700 657	34,47	19 619 718	87,81
	Baltalık	785 087	3,51	1 938 130	8,67	2 723 217	12,19
2020	Toplam	13 264 429	57,84	9 668 571	42,16	22 933 000	100,0
	Koru	12 914 800	56,31	8 741 566	38,12	21 656 366	94,43
	Baltalık	349 629	1,53	927 005	4,04	1 276 634	5,57
2021	Toplam	13 500 000	58,42	9 610 000	41,58	23 110 000	100,00
	Koru	13 150 371	56,91	8 682 995	37,57	21 833 366	94,48
	Baltalık	349 629	1,51	927 005	4,01	1 276 634	5,52



Şekil 1. Türkiye'nin orman varlığının coğrafi bölgelere göre dağılımı

Ormanlar tüm bu önemlerine rağmen gerek doğal sebeplerle gerekse insan etkisiyle tahrip olmakta veya yok olmaktadır (Tolunay, 2017). Zararlı böcekler ve mantarlar, meteorolojik olaylar ve doğal afetler doğal sebepler arasında sayılabilir. Nüfus artışı ve gelişen sanayi, tarım ürünü ve yapılaşma ihtiyacını arttırmakta ve arazi ihtiyacı doğmaktadır. Bundan dolayı insanoğlu yapı inşa etmek, sanayiye hammadde sağlamak ve tarımsal faaliyet alanı elde etmek için yasal ya da gayri yasal yollarla ormanları keserek ormanlık alanlardan arazi kazanımı elde etmeye çalışmaktadır (Forbes vd., 2013; Ormancılar Derneği, 2023; Tolunay, 2017).

Ormanların yok oluşunun en yaygın sebeplerinden biri de doğal veya insan kaynaklı olarak meydana gelebilen orman yangınlarıdır (Küçükosmanoğlu, 2012). Orman yangınlarının çıkışını tetikleyen ana sebepler arasında ise insanların doğa karşısındaki davranışları bulunmaktadır. Ormanlık alanlarda piknik ve eğlence amaçlı yanan ateşler, söndürülmeden atılan sigaralar, ormanlık alanda bırakılan kırık camların Güneş'ten gelen ışığı yansıtması, tarımsal ya da inşa faaliyeti için arazi kazanımı, yabani otlardan kurtulma ve terör amaçlı kasıtlı olarak çıkarılan yangınlar vb. örnekler insan kaynaklı orman yangınlarının nedenleri arasındadır. Bununla birlikte, hava sıcaklıklarının aşırı yükselmesi ve şiddetli yıldırım orman yangınlarının çıkmasına sebep olabilen doğal kaynaklı etkenler olarak söylenebilir (Küçükosmanoğlu, 2012; Şahin, 2002).

Bu çalışmada, Türkiye'deki 1937-2021 yılları arasındaki orman yangınlarının yıllık toplam sayıları ve bu orman yangınlarından etkilenen toplam alanlar ile aynı yıllar arasındaki Güneş Lekelerinin günlük sayılarının yıllık toplamalarının birbirleriyle ilişkisinin olup olmadığı araştırılacaktır. Küresel ısınma ve iklim değışiklikleri ile Güneş Lekeleri ve diğer Güneş aktiviteleri arasında bir ilişki olduğuna dair birçok araştırma yapılmış ve pek çok araştırmacı bu tezi destekleyen sonuçlara ulaşmıştır (Ajayi vd., 2016; Anđinođlu, 2024; Baltacı ve Yıldırım, 2017; Cengiz, 2022). Bu çalışmada belirtilen türdeki çalışmalardan biri olarak ele alınabilir ve yapılan çalışmanın bahsi geçen konuda literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülebilir. Baltacı ve Yıldırım (2017) yapmış olduğu orman yangınları ve Güneş Lekeleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada 1938 ila 2016 yılları arasındaki veriler için yapılmıştır. Özellikle, 2021 yılında Türkiye'de orman yangınlarının sıra dışı artan sayısı söz konusu ilişkinin yeniden araştırılmasını ilginç kılmaktadır.

2. VERİ SETİ

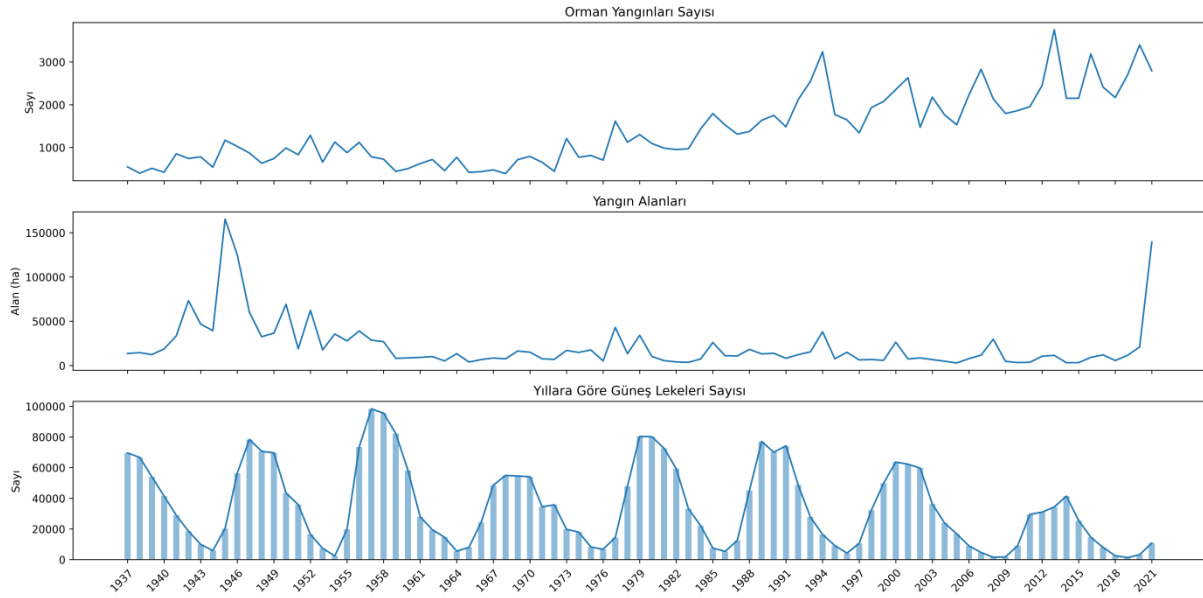
Bu çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye genelinde belgelenmiş yangın sayıları, yangınların etkilediği alan büyüklükleri ve aynı yıllar içinde gözlemlenen Güneş Lekesi sayılarından

oluşmaktadır (Tablo 2). Veri seti, 85 yıllık bir dönemi kapsamakta olup, yangın sayıları, yangının etkilediği alanlar (hektar cinsinden) ve Güneş Lekesi sayıları ile ilgili istatistiksel bilgiler, veri setindeki değişkenlerin ortalama, standart sapma, minimum, alt çeyrek, orta değer, üst çeyrek ve maksimum değerlerini göstermektedir. Veri setine göre, yıllık orman yangını sayıları 387 ile 3755 arasında değişmekte olup, yangınların etkilediği alanlar 2821 hektar ile 165307 hektar arasında değişmektedir. Güneş Lekelerinin günlük sayılarının yıllık toplamaları ise 1316 ile 98292 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 2). Bu veriler, yangın sayıları ve Güneş Lekesi sayıları arasındaki olası korelasyonun incelenmesi için kullanılmıştır.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

	Orman Yangınları			
	Yıl	Sayısı	Yangının Etkilediği Alan	Güneş Lekeleri
İncelenen Yıl Sayısı	85	85	85	85
Ortalama	1979	1385,106	21782,07	34681.44
std (standart sapma)	24.6813	811,1928	28074,16	26378.73
min (minimum)	1937	387	2821	1316
25% (1. çeyrek)	1958	738	7394	10562
50% (medyan)	1979	1169	12232	28894
75% (3. çeyrek)	2000	1932	26353	54905
max (maksimum)	2021	3755	165307	98292

Şekil 2’de yıllık orman yangını sayıları ve yangınların etkilediği alan ile Güneş Lekelerinin günlük sayılarının yıllık toplamaları üç farklı alt grafik halinde gösterilmiştir. Üst grafikte yıllık orman yangını sayıları gösterilmektedir. Orta grafikte yıllık orman yangınlarının etkilediği alanlar gösterilmektedir. Alt grafikte ise yıllık Güneş Lekesi sayıları görselleştirilmiştir. Yıllık orman yangını sayıları grafiğinde 1970 yılı sonrası gözlenen artış dikkat çekicidir. Bu artışın olası nedenlerine Tartışma başlığı altında değinilecektir.



Şekil 2. (Üstte) Yıllık Orman Yangını Sayı ve (ortada) Etki Alanları ile (altta) Güneş Lekelerinin günlük sayılarının yıllık toplamalarının değişimleri

2.1. Güneş Leke Sayıları

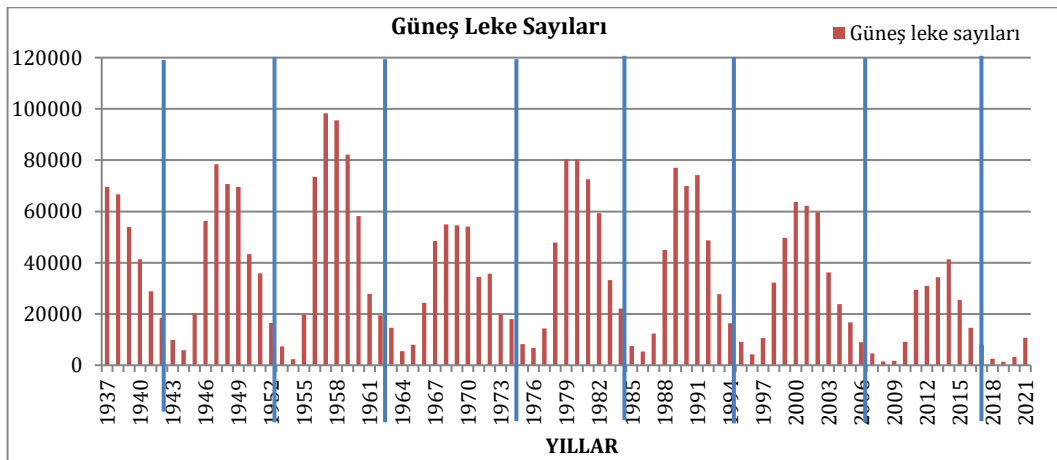
Güneş’in fotosfer tabakasında doğal olarak tek tek ya da bir grup halinde gözlemlenen görece karanlık noktalara “Güneş Lekeleri” denilmektedir. Oluşan Güneş Lekeleri 1000 km ila 50000 km çaplara kadar gözlenebilirler (Stix, 2004). Güneş Lekesi sayılarının belli bir ortalama süre civarında periyodik davranış sergilemelerine Güneş Leke çevrimi denilmektedir (Karaca, 1991;

Oklay, 2006; Reddy ve Reddy, 2016). Güneş Lekesi çevrimleri neredeyse 11 yıllık döngülerle olsa da, 9-13,6 yıl aralığında çevrim süreleri değişebilir (Oklay, 2006). Güneş Lekesi çevrimleri içinde Güneş Leke sayılarının en fazla olduğu dönemlere “solar maksimum”, en düşük olduğu dönemlere de “solar minimum” isimleri verilmektedir.

Günümüzde Belçika Kraliyet Gözlemevi’nin bir bölümü olarak WDC-SILSO “Sunspot Index and Long-term Solar Observations” veya SIDC “Solar Influences Data Analysis Center” adıyla “<https://www.sidc.be/silso/datafiles>” internet adresinde Güneş Lekelerinin verileri bir araya getirilerek düzenli şekilde yayınlanmaktadır (SIDC, 2024). Belirtilen internet adresinden elde edilen 1937-2021 zaman aralığındaki günlük Güneş Lekeleri sayılarının yıllık toplamaları Tablo 3’de listelenmiş ve Şekil 3’de grafiklenmiştir. Şekil 3’deki mavi düşey çizgiler Güneş Leke çevrimlerinin başlangıç ve bitiş zamanlarını (Wikipedia, 2024) belirtmek için kullanılmıştır. Tablo 3 Güneş Lekeleri günlük sayılarının yıllık toplamalarıyla elde edilmiştir ve Şekil 3’de bu toplamalara göre oluşturulmuştur. Güneş Lekeleri günlük sayılarının yıllık toplamalarının her bir Güneş Leke çevrimi içinde artıp azaldığı açıkça görülmektedir.

Tablo 3. Güneş Lekeleri günlük sayılarının yıllık toplamalarının listesi (SIDC, 2024)

Yıllar	Güneş Lekeleri	Yıllar	Güneş Lekeleri	Yıllar	Güneş Lekeleri	Yıllar	Güneş Lekeleri	Yıllar	Güneş Lekeleri
1937	69581	1954	2411	1971	34456	1988	45017	2005	16718
1938	66654	1955	19769	1972	35726	1989	77034	2006	9007
1939	54004	1956	73443	1973	19756	1990	69993	2007	4615
1940	41369	1957	98292	1974	17964	1991	74195	2008	1522
1941	28894	1958	95515	1975	8212	1992	48673	2009	1745
1942	18527	1959	82165	1976	6740	1993	27775	2010	9077
1943	9898	1960	58201	1977	14352	1994	16383	2011	29507
1944	5881	1961	27897	1978	47812	1995	9152	2012	30941
1945	20196	1962	19473	1979	80322	1996	4231	2013	34318
1946	56325	1963	14580	1980	80135	1997	10562	2014	41371
1947	78374	1964	5501	1981	72590	1998	32214	2015	25483
1948	70649	1965	8020	1982	59268	1999	49760	2016	14575
1949	69613	1966	24366	1983	33197	2000	63632	2017	7935
1950	43388	1967	48511	1984	22138	2001	62199	2018	2545
1951	35879	1968	54905	1985	7511	2002	59700	2019	1316
1952	16458	1969	54519	1986	5389	2003	36235	2020	3226
1953	7348	1970	54016	1987	12361	2004	23913	2021	10802
1952	16458	1969	54519	1986	5389	2003	36235	2020	3226
1953	7348	1970	54016	1987	12361	2004	23913	2021	10802



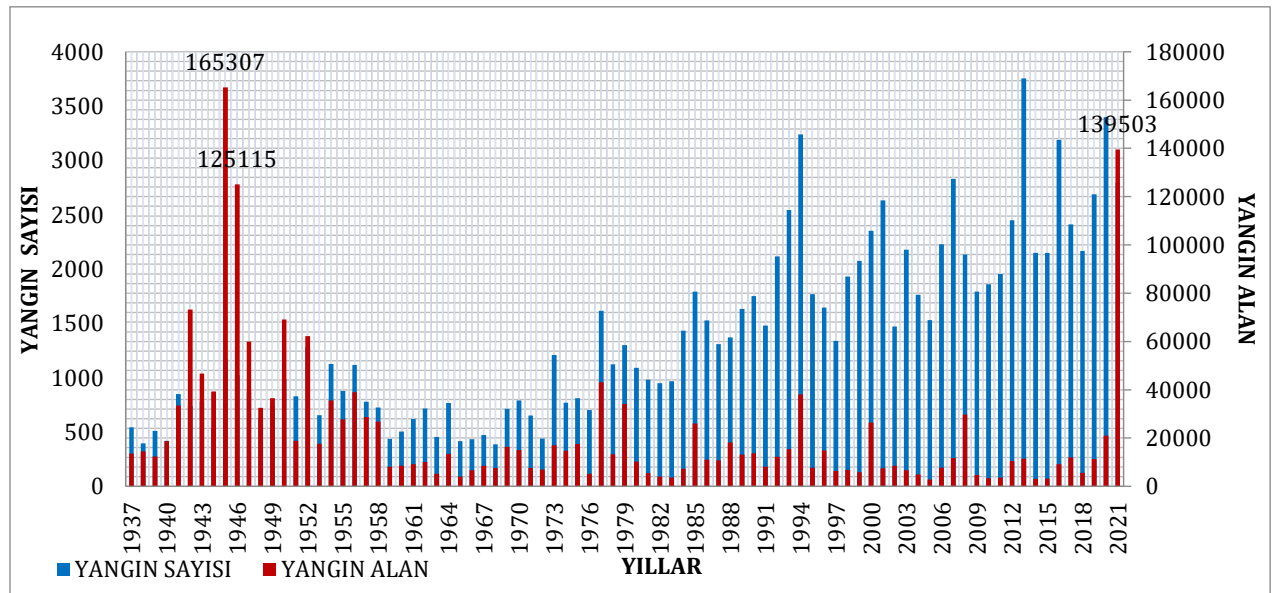
Şekil 3. 1937-2021 yılları arasında gözlenen Güneş Lekeleri günlük sayılarının yıllık toplamalarının dağılımı (SIDC, 2024). Mavi düşey çizgiler Güneş Leke çevrimlerinin başlangıç ve bitiş zamanlarını belirtmek için kullanılmıştır.

2.2. Türkiye’deki Orman Yangınlarına Ait İstatistiksel Veriler

Türkiye’de orman yangınlarının istatistiği 1937 yılından bu yana OGM tarafından tutulmaktadır. OGM ve literatürden elde edilen Türkiye’de 85 yılda(1937-2021) meydana gelen orman yangınlarının yıllık toplamı ve bu yangınlardan etkilenen orman alanlarının hektar (ha) ölçü birimiyle verileri Tablo 4’de liste haline getirilmiş ve Şekil 4’de grafiklenmiştir (Baltacı, 2021; Orman Genel Müdürlüğü, 2020). Türkiye’de çıkan orman yangınlarının yıllık toplamının, yanan orman alanlarının yıllık toplamının aksine zamanla genel olarak artış gösterdiği ve 1970’li yıllarla başlayan artış eğiliminin yakın geçmişe kadar devam ettiği Tablo 4’den anlaşılmaktadır (Şekil 2 ve 4). Bu yangınlardan etkilenen orman alanı miktarlarının ise özellikle 1945, 1946 ve 2021 yılları için sıra dışı oldukları görülmektedir.

Tablo 4. Türkiye’de 1937-2021 zaman aralığındaki orman yangınlarının sayısı ve yanan orman alanı (ha) miktarlarının listesi (Baltacı, 2021; Orman Genel Müdürlüğü, 2020)

Yıllar	Yangın Sayısı	Yangın Alan	Yıllar	Yangın Sayısı	Yangın Alan	Yıllar	Yangın Sayısı	Yangın Alan	Yıllar	Yangın Sayısı	Yangın Alan	Yıllar	Yangın Sayısı	Yangın Alan
1937	544	13564	1954	1126	35580	1971	651	7532	1988	1372	18210	2005	1530	2821
1938	396	14516	1955	878	27773	1972	440	6913	1989	1633	13099	2006	2227	7762
1939	510	12304	1956	1118	38983	1973	1208	17002	1990	1750	13742	2007	2829	11664
1940	419	18732	1957	779	28634	1974	769	14743	1991	1481	8081	2008	2135	29749
1941	850	33415	1958	725	26862	1975	811	17515	1992	2117	12232	2009	1793	4679
1942	740	73210	1959	436	8070	1976	702	5171	1993	2545	15393	2010	1861	3317
1943	779	46723	1960	504	8559	1977	1615	43076	1994	3239	38128	2011	1954	3612
1944	536	39315	1961	620	9127	1978	1122	13235	1995	1770	7676	2012	2450	10455
1945	1169	165307	1962	717	10059	1979	1300	34132	1996	1645	14922	2013	3755	11456
1946	1023	125115	1963	455	5178	1980	1092	10248	1997	1339	6316	2014	2149	3117
1947	868	59999	1964	768	13348	1981	982	5470	1998	1932	6764	2015	2150	3219
1948	630	32463	1965	415	3945	1982	950	4018	1999	2075	5804	2016	3188	9156
1949	738	36502	1966	433	6664	1983	968	3556	2000	2353	26353	2017	2411	11993
1950	987	69068	1967	473	8441	1984	1433	7358	2001	2631	7394	2018	2167	5644
1951	828	18884	1968	387	7540	1985	1793	26006	2002	1471	8514	2019	2688	11332
1952	1282	62271	1969	714	16354	1986	1526	11037	2003	2177	6644	2020	3399	20971
1953	654	17596	1970	790	15019	1987	1310	10746	2004	1762	4876	2021	2793	139503



Şekil 4. Türkiye’de orman yangınlarının yıllık sayıları ve bu yangınlardan etkilenen orman alanlarının (ha) 1937-2021 yılları arasındaki değişimi (Baltacı, 2021; Orman Genel Müdürlüğü, 2020)

2.3. Veri Korelasyonu

İki değişkenin arasında doğrusal ilişki olup olmadığı korelasyon analizi ile bulunabilir. Buradaki gibi iki veri grubu dizi 1 ve dizi 2 şeklinde ifade edilirse bu iki veri dizisi arasındaki korelasyonu aşağıdaki formöl ile hesaplanabilir:

$$Correl(X,Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

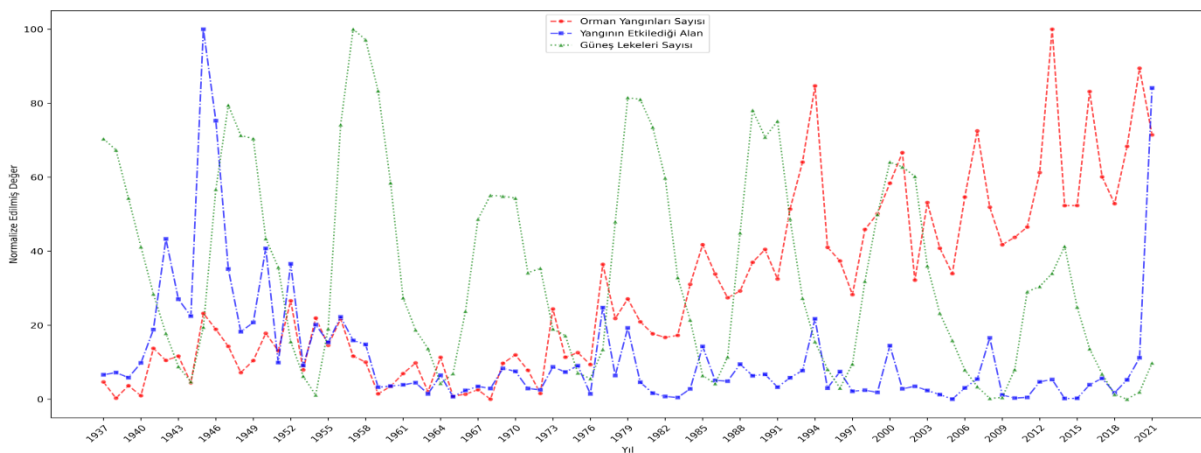
Formölde; “x” inceleme dönemindeki Güneş Leke sayısı veri dizisini, “y” aynı dönemdeki çıkan orman yangını sayısını ya da yanan ormanlık alan veri serisini ifade etmektedir. Korelasyon katsayısı “r” ile gösterilir ve -1 ile +1 arasında bir değer alır. “0” veri dizileri arasında ilişki olmadığını, “1” ve “-1” değerleri de sırasıyla pozitif ve negatif ilişkileri ifade eder. Ara değerler de ilişkinin ne kadar zayıf ya da güçlü olduğunu yorumlamaya yardımcı olur (Asuero vd., 2006).

3. BULGULAR

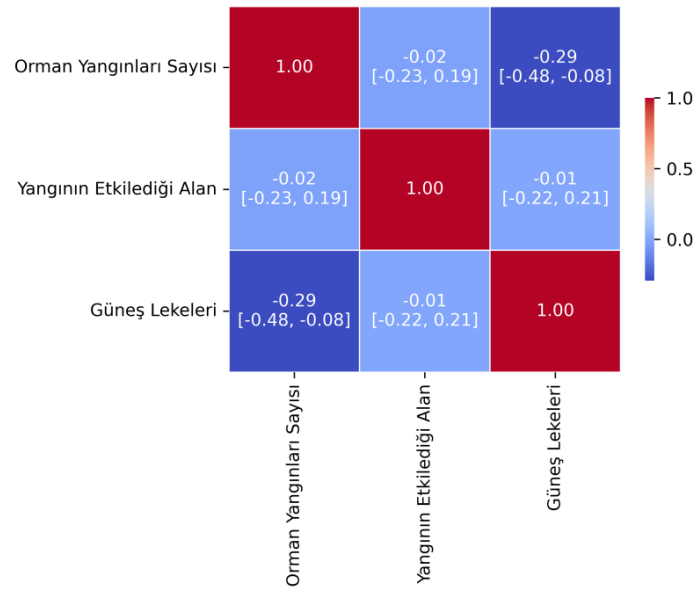
Bu çalışmada, 1937-2021 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen orman yangınları, bu yangınların etkilediği alanlar ve Güneş Lekesi sayıları arasındaki olası ilişkiyi araştırmak için veri seti üzerinde normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Normalizasyon işlemi, ele alınan verilerin belirli bir aralıkta yeniden ölçeklendirilmesi işlemidir. Bu işlem, farklı büyüklükteki değerkenlerin karşılaştırılabilir hale gelmesini sağlar ve özelliklerin eşit ağırlıkla değerlendirilmesine katkıda bulunur. Özellikle makine öğrenimi modelleri ve veri analizi süreçlerinde, bu yöntem orjinal veri değerlerinin (X) minimum değer (X_{min}) ve maksimum değer (X_{max}) ölçek farklılıklarını ortadan kaldırarak analizlerin daha sağlıklı yapılmasını mümkün kılar. Normalizasyon sırasında, verilerin dağılımı ve oranları korunur; sadece tüm değerler belirlenen aralığa uyacak şekilde yeniden düzenlenir. Bu çalışmada, veriler alt sınır (a) 0 ile üst sınır (b) 100 arasında aşağıdaki formöl ile yeniden ölçeklendirilmiştir.

$$X_{ölçek} = \left(\frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \right) \times (b - a) + a$$

Normalizasyon ile verilerin 0-100 aralığına ölçeklenmesi sayesinde, orman yangını sayıları, yangının etkilediği alan ve Güneş Lekesi sayıları aynı grafik üzerinde izdüşüm halinde verilmiştir. şekil 5’de yıllık orman yangını sayısı, orman alanı ve Güneş Lekelerine ilişkin veriler üç farklı çizgi grafikte gösterilmektedir. Veriler ölçeklendirilmiş, böylece farklı ölçeklerdeki veriler karşılaştırılabilmiştir.



şekil 5. Orman Yangınları Sayıları, Alanlar ve Güneş Lekelerinde Yıllık Eğilimler (Normalleştirilmiş Veriler)



Şekil 6. Yangın Sayısı, Yangın Alanı ve Güneş Lekeleri Arasındaki İlişkiler

Şekil 6, veri setindeki değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları ve %95 güven aralıkları birlikte gösterilmiştir. Renk tonları, değişkenler arasındaki korelasyonun gücünü ifade etmektedir. Pozitif korelasyon sıcak renklerle, negatif korelasyon ise soğuk renklerle temsil edilmektedir. Bu sonuçlara göre:

- Yangın sayısı ile yangın alanı arasında anlamlı ilişki yoktur (zayıf negatif korelasyon).
- Yangın sayısı ile Güneş Lekeleri arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon vardır. Bu, yangın sayısı arttıkça Güneş Lekesi sayısının azalma eğiliminde olduğunu gösterebilir. Ancak korelasyon nedensellik anlamına gelmediğinden, başka faktörler de bu ilişkiyi etkileyebilir.
- Yangın alanı ile Güneş Lekeleri arasında anlamlı ilişki yoktur (zayıf negatif korelasyon).

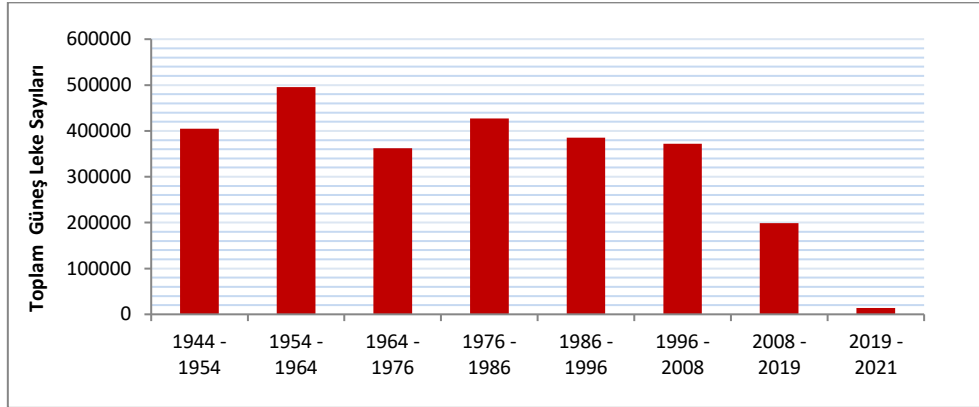
3.1. Güneş Lekesi Çevimleri

1937-2021 yıllarındaki tamamlanmış Güneş Lekesi çevrimlerinin Wikipedia (2024) kaynağından alınan hangi yıl aralıklarına denk geldikleri Şekil 3’de verilen Güneş Lekeleri günlük sayılarının yıllık toplamalarının değişimi grafiğinde gösterilmiştir. Şekil 3’de 8 Güneş Lekesi çevrimi yer almaktadır ve bu çevrimler Tablo 5’de listelenmiştir. Tam bir Güneş Leke çevriminden başlayabilmek için başlangıç yılı mecburen Şubat 1944 yılı olarak alınmıştır. Başlangıcı 1944 yılı olan ilk çevrimden sonraki her çevrim içinde günlük Güneş Lekeleri sayılarının toplamaları da Tablo 5’de listelenmiştir. Görüldüğü üzere Güneş Leke çevrimleri içindeki Güneş Lekesi günlük sayıları toplamaları 4. sırada yer alan (21 numaralı) Güneş Lekesi çevrimine kadar artmış ve sonrasındaki çevrimlerde azalmıştır (Tablo 5, Şekil 7). Bu azalma özellikle 7. sıradaki (24 numaralı) çevrim için belirgindir. Aralık 2019 yılı yeni bir Güneş Leke çevriminin başlangıcıdır. Çalışmanın amaç ve kapsamı düşünülerek yeni başlayan bu 8. sıradaki (25 numaralı) Güneş Leke çevrimi çalışmaya dahil edilmiştir.

Tablo 5. Güneş Leke çevrimlerinin zaman aralıklarına karşılık gelen Güneş Lekeleri günlük sayılarının her çevrim süresi içindeki toplamlarıyla bu çevrimler içindeki toplam yangın sayı ve etki alanlarının listesi

Sıra	Güneş Leke Çevrimi Numarası*	Yıllar	Toplam Güneş Leke Sayısı	Toplam Yangın Sayısı	Toplam Yangın Etki Alanı (ha)
1	18	Şubat 1944 - Mart 1954	404445	8715	626520
2	19	Nisan 1954 - Eylül 1964	495423	8126	212173
3	20	Ekim 1964 - Şubat 1976	362307	7091	121668
4	21	Mart 1976 - Ağustos 1986	426863	11957	152270
5	22	Eylül 1986 - Temmuz 1996	384946	18743	148344
6	23	Ağustos 1996 - Kasım 2008	371949	26106	139583
7	24	Aralık 2008 - Kasım 2019	198798	26566	77980
8	25	Aralık 2019 -2021	14075	6192	160474

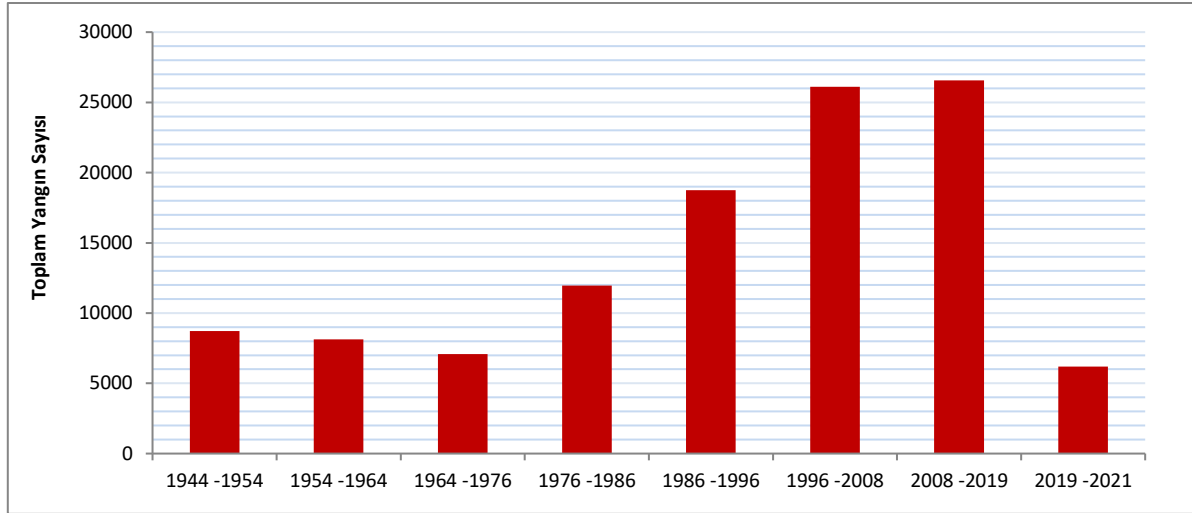
* İlgili literatürde yer alan Güneş Leke çevrim numarasını temsil etmektedir.



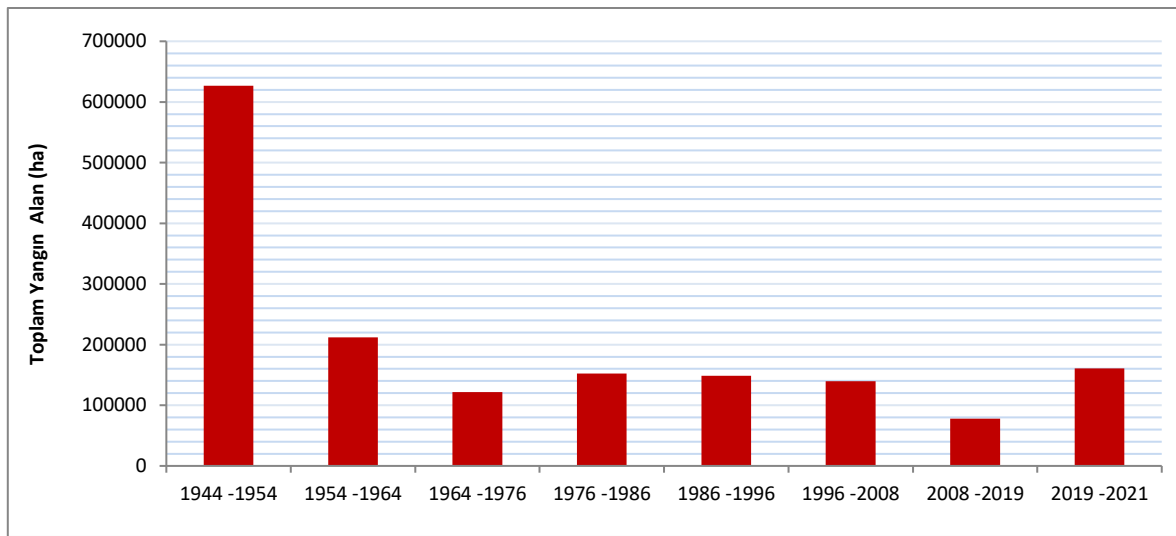
Şekil 7. Güneş Leke çevrimlerinin zaman aralıkları içinde Güneş Lekeleri günlük sayılarının toplamlarının dağılımı (Ayrıntı için Tablo 5'e bakınız)

3.2. Orman Yangını Verileri

1937-2021 yılları arasında meydana gelen yıllık orman yangını sayıları grafiklenerek inceleme döneminde Türkiye'de meydana gelen orman yangınlarındaki değişim görülmeye çalışılmıştır. Veriler Türkiye'de genel olarak yıllık orman yangını sayılarının artma eğiliminde olduğuna işaret etmektedir. Ancak 1970'li yıllar ve sonrası dönemde yıllık orman yangını sayılarında çok daha büyük bir artış görülmektedir. Her bir Güneş Lekesi çevrimi içine düşen toplam orman yangını sayılarının değişimi de Şekil 8'de gösterilmiştir. Orman yangınlarının etkiledikleri alanların yıllık değişimi Şekil 4'de ve her bir Güneş Lekesi çevrimi içinde orman yangınlarının etkiledikleri toplam alanların değişimi ise Şekil 9'da verilmiştir. Şekil 4 ve 9'dan, orman yangınlarının 1945, 1946 ve 2021 yıllarında dikkat çekici seviyede orman alanlarını etkilediği açıkça göze çarpmaktadır. Bununla birlikte 1950 ile 2019 arası yanan alanların değişiminin belli bir aralık içinde kaldığı görülmektedir.



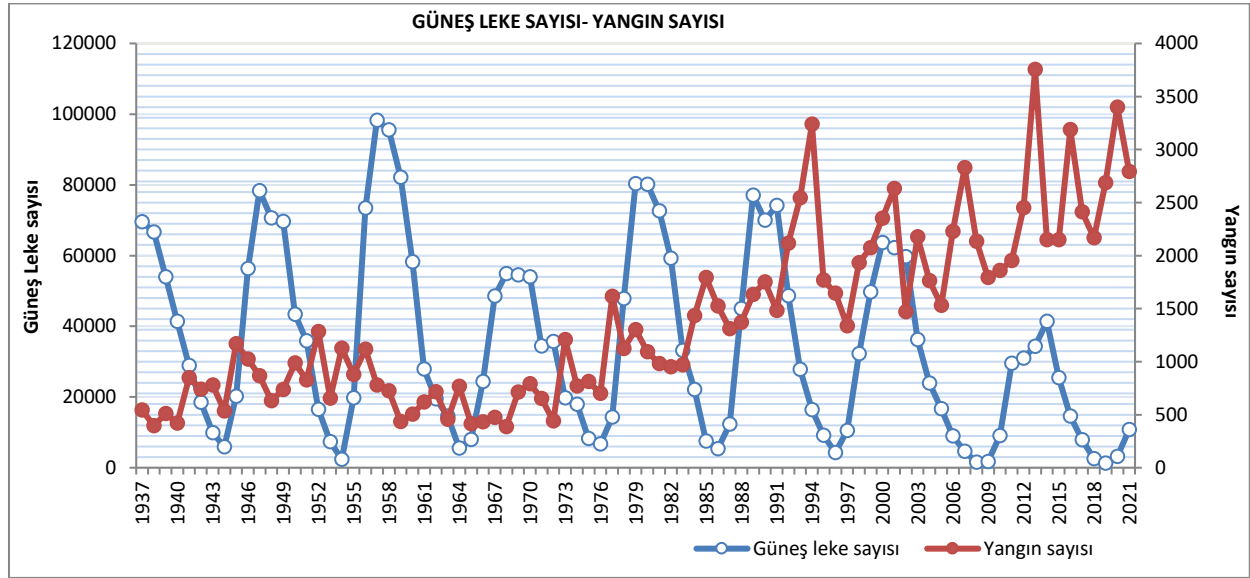
Şekil 8. Güneş Leke çevrimi zamanlarındaki yıllık toplam orman yangını miktarının dağılımı (Toplam sayılar için Tablo 5’e bakınız)



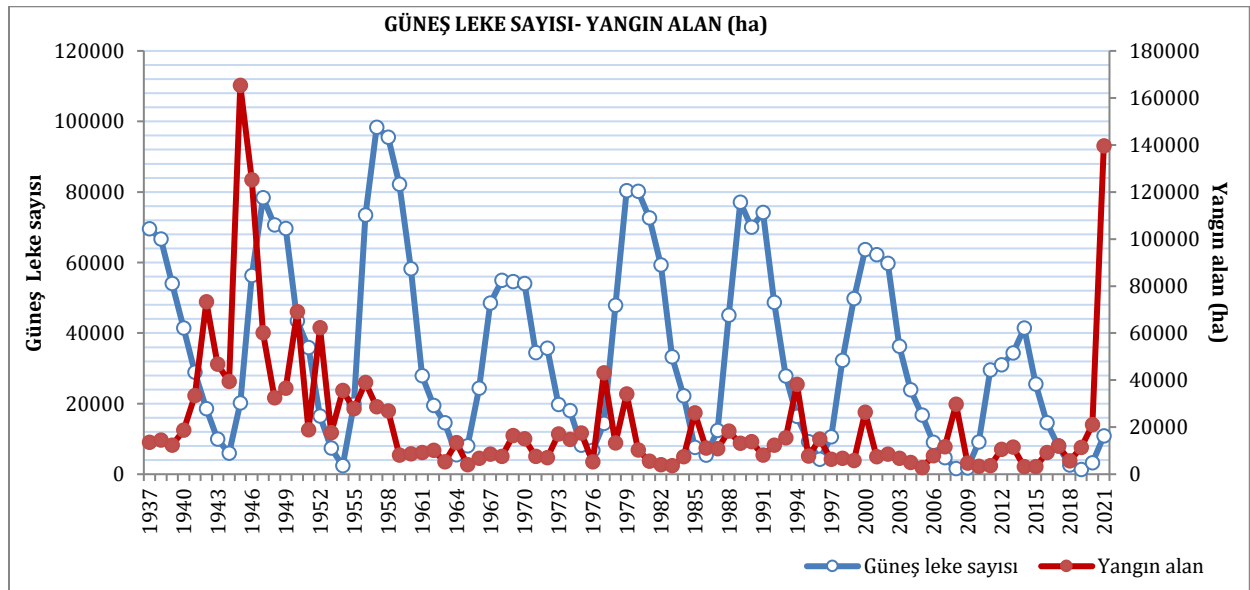
Şekil 9. Güneş Leke çevrimi zamanlarındaki etkilenen toplam orman alan miktarlarının (ha) dağılımı (Toplam sayılar için Tablo 5’e bakınız)

3.3. Güneş Lekesi ve Orman Yangını Verilerinin Karşılaştırılması

1937 ve 2021 zaman aralığında gözlenen Güneş Lekeleri günlük sayılarının yıllık toplamaları ile, bu yıllarda meydana gelen orman yangınlarının toplam sayısı ve toplam etki alanlarının (ha) karşılaştırılması grafiklenerek sırasıyla Şekil 10 ve Şekil 11’de gösterilmiştir. Şekil 10, Güneş Lekesi sayılarının inceleme döneminde genel bir azalış gösterdiğine işaret ederken, orman yangını sayılarının genel bir artış gösterdiğine işaret etmektedir. İki veri dizisi arasındaki uyumsuzluk açıktır. Benzer bir durum yanan orman alan miktarları ile Güneş Leke sayılarının karşılaştırıldığı Şekil 11 için de söz konusudur.



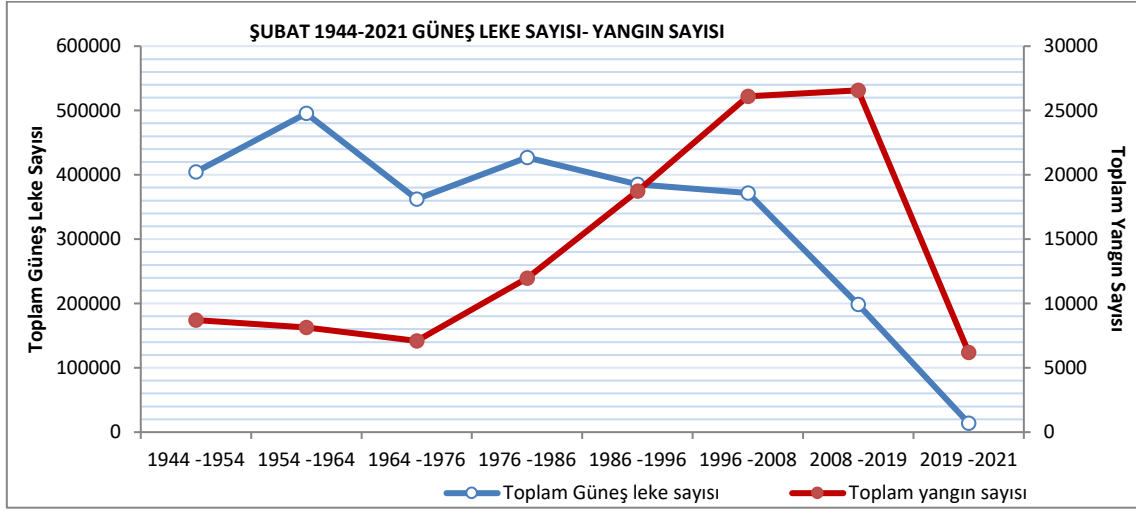
Şekil 10. Güneş Lekesi günlük sayılarının yıllık toplamalarının ve yıllık orman yangını sayılarının 1937-2021 zaman aralığındaki karşılaştırılması (Verilerin ayrıntısı için sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4'e bakınız)



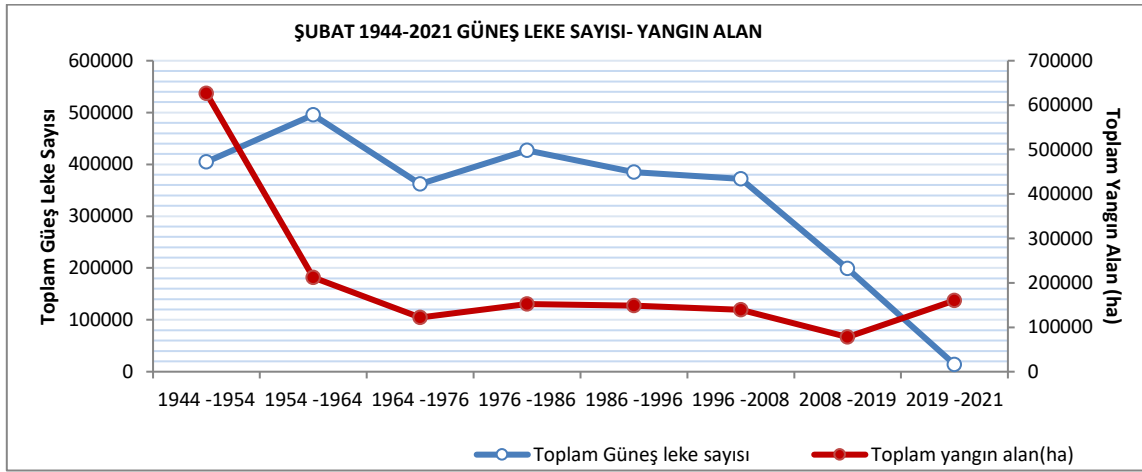
Şekil 11. Güneş Lekesi günlük sayılarının yıllık toplamalarının ve yıllık yanan orman alan miktarlarının 1937-2021 zaman aralığındaki karşılaştırılması (Verilerin ayrıntısı için sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4'e bakınız)

Bu açık uyumsuzluk üzerine belirlenen her bir Güneş Lekesi çevrimindeki Güneş Lekelerinin günlük sayıları ilgili çevrimin kapsadığı yıl aralığında toplanarak (Şekil 7, Tablo 4) bu çevrim dönemlerindeki yıllık yangın sayılarının ve yanan orman alanlarının (Tablo 4) toplamalarının karşılaştırılması yoluna gidilmiştir. Daha önce de söylendiği gibi karşılaştırmaya tamamlanmış ilk Güneş Lekesi çevriminden başlanabilmesi amacıyla Şubat 1944 yılı başlangıç olarak kabul edilmiştir. Yapılan karşılaştırmalar grafik olarak Şekil 12 ve Şekil 13'de gösterilmiştir. Bu karşılaştırmalar orman yangın sayıları için negatif ($-0,0223/0,41$) ve yanan orman alanları için pozitif ($+0,265/0,38$) korelasyon değerleri/hataları ile sonuçlanmıştır. Korelasyonun, yanan

orman alan miktarları ve Güneş Leke sayıları arasında az da olsa pozitif sonuçlanmasından dolayı, her bir çevrim içindeki toplam yanan orman alan(ha) miktarı ve Güneş Leke sayısı arasındaki karşılaştırmanın daha detaylı araştırılmasına ve tartışılmasına karar verilmiştir.



Şekil 12. Şubat 1944-2021 zaman aralığındaki Güneş Leke çevrimleri içinde Güneş Lekeleri günlük sayıları toplamaları ve bu çevrimlerdeki yıllık orman yangını sayılarının toplamalarının karşılaştırılması (Ayrıntı için Tablo 5'e bakınız)

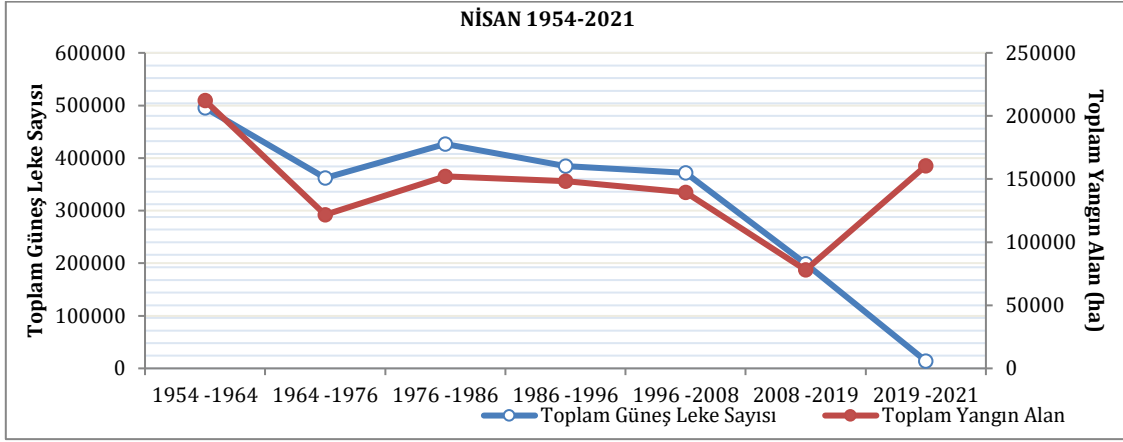


Şekil 13. Şubat 1944-2021 zaman aralığındaki Güneş Leke çevrimleri içinde Güneş Lekeleri günlük sayıları toplamaları ve bu çevrimlerdeki yanan orman alan(ha) toplamalarının karşılaştırılması (Ayrıntı için Tablo 5'e bakınız)

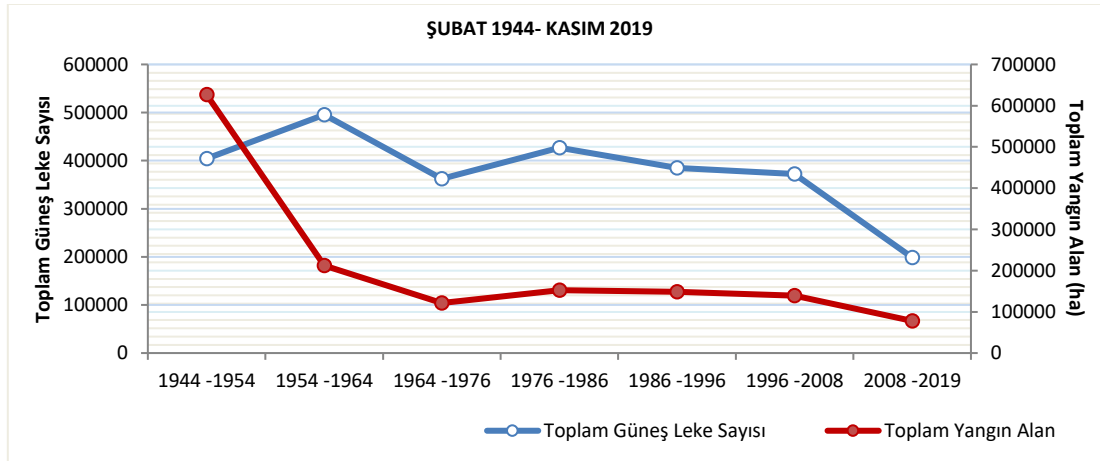
4. TARTIŞMA

1945, 1946 ve 2021 yıllarındaki orman yangın alanlarındaki anormal artışlar dikkat çekicidir (Şekil 4). Bu durumdan hareketle, ilk olarak 1945 yılının dahil olduğu 1. sıradaki (18 numaralı) Güneş Leke çevrimi ve yanan orman alan verileri karşılaştırmadan çıkarılarak Nisan 1954-2021 zaman aralığındaki verilerin uyumu araştırılmıştır (Şekil 14). Bu karşılaştırma için hesaplanan korelasyon katsayısı ve hatası + 0,376 ve 0.35'dir. Yani veriler arasındaki ilişki az da olsa artmıştır. Benzer yöntemle 2021 yılının dahil olduğu 8. sıradaki (25 numaralı) Güneş Leke çevrimi ve yanan orman alan verileri karşılaştırmadan çıkarılmış fakat 1945 yılının olduğu Güneş Leke çevrimi ve

yanan orman alan verileri kullanılan verilere tekrar eklenerek (Şubat 1944- Kasım 2019) uyum araştırılmıştır (Şekil 15). Bu karşılaştırma için hesaplanan korelasyon katsayısı ve hatası (sırasıyla +0,328 ve 0.36) bir önceki karşılaştırmaya göre uyumun fazla değişmediğini önermiştir.

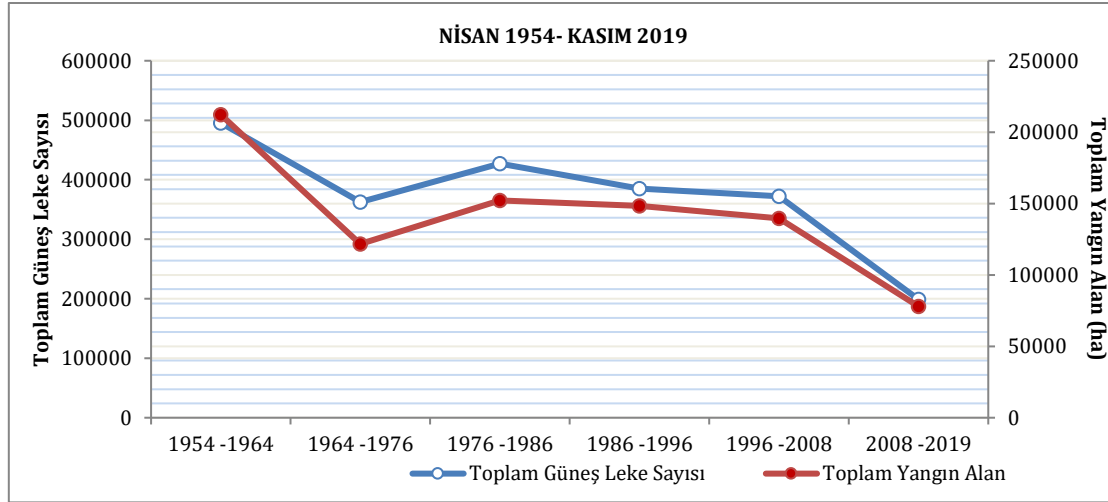


Şekil 14. Nisan 1954-2021 zaman aralığındaki Güneş Leke çevrimlerine karşılık gelen toplam günlük Güneş Leke sayısı ve bu çevrimlerdeki toplam yanan orman alan miktarlarının karşılaştırılması



Şekil 15. Şubat 1944- Kasım 2019 zaman aralığındaki Güneş Leke çevrimlerine karşılık gelen toplam günlük Güneş Leke sayısı ve bu çevrimlerdeki toplam yanan orman alan miktarlarının karşılaştırılması

Bunun üzerine 1945 ve 2021 yıllarının dahil olduğu Güneş Leke çevrimleri (Tablo 5'te 1. ve 8. sıradaki 18 ve 25 numaralı Güneş Leke çevrimleri) ve yanan orman alanları karşılaştırma verisinden çıkarılarak Nisan 1954- Kasım 2019 zaman aralığındaki verilerin karşılaştırılması yapılmış ve Şekil 16'da gösterilmiştir. Bu karşılaştırmada korelasyon katsayısı ve hatasının sırasıyla + 0,955 ve 0.04) hesaplanması, Nisan 1954-Kasım 2019 arasındaki veriler arasında büyük bir uyum olduğunu açıkça göstermiştir. Yani Nisan 1954-Kasım 2019 yılları arasında Güneş Lekesi çevrimleri ile orman yangın alan miktarları arasında apaçık bir ilişki söz konusudur.



Şekil 16. Nisan 1954- Kasım 2019 zaman aralığındaki Güneş Leke çevrimlerine karşılık gelen toplam günlük Güneş Leke sayısı ve bu çevrimlerdeki toplam yanan orman alan miktarlarının karşılaştırılması

Yanan orman alanlarında 1945, 1946 ve 2021 yıllarında gözlenmiş anormal artışları içeren çevrimlerin veriden çıkarılmasıyla yapılan karşılaştırmalarda gözlenen neredeyse bire bir uyum, söz konusu yıllardaki yangınların yapay kaynaklı olabileceklerinin tartışılmasını gerekli kılmıştır. Yapılan araştırma 1945 yılındaki anormal artışta aynı yılda çıkarılan 4785 sayılı yasanın etkisi olabileceğini göstermiştir. Ormanların tüm topluma hizmet eden faydalar sağladığı esasına dayanarak yasa dışı kullanım ve kaçak kesimlerinin önüne geçmek amacıyla çıkarılan bu yasa ile Türkiye’deki ormanlar devletleştirilerek koruma altına alınmak istenmiştir. 1945 yılındaki yanan orman alanlarındaki sıra dışı artışın halkın bu yasaya tepki olarak kasıtlı çıkardığı yangınlar sonucu olduğu düşünülmüştür (Ayaz ve Gümüş, 2016; Birben, 2008). Bu husus Türkiye Büyük Millet Meclisi genel kurul tutanaklarına bile yansımıştır (TBMM, 2024).

İlk olarak 28 Temmuz 2021 tarihinde Manavgat (Antalya)’da başlayan, ardından eş zamanlı olarak Türkiye’nin farklı bölgelerinde çıkan orman yangınlarının hızla yayılması kamuoyunun genelinde dikkat uyandırmıştır. Yangınların farklı yerlerde eş zamanlı çıkması, yangınların çıkış sebepleri üzerine pek çok tartışmanın yapılmasına neden olmuş ve bu tartışmalar medyaya yansımıştır (Hurriyet, 2021; Takvim, 2021; TRT World, 2021). Bu tartışmalarda 2021 yılında yaşanan sıra dışı orman yangınlarının arkasında terör örgütlerinin olabileceğine işaret edilmiştir. Nitekim 4 Ağustos 2023 tarihinde yayınlanan bir gazete haberine göre, 2021 yılında Manavgat (Antalya)’da başlayan, daha sonra Muğla, Mersin ve Hatay bölgelerinde devam eden orman yangınlarının terör kaynaklı olduğunu ortaya koymaktadır (Takvim, 2023). Bu haberde, yangınlar için eylem amaçlı talimat veren ve aynı zamanda yangın eylemlerinin anlık takibini yapan teröristin Milli İstihbarat Teşkilatı (MİT) tarafından tespit edildiği bildirilmiştir.

Güneş Leke sayıları ile yanan orman alanları arasında Nisan 1954-Kasım 2019 dönemi için çalışmada elde edilen birebir uyumun 1945 ve 2021 yıllarında sıra dışı orman yangınlarının veriye katılması ile az bir uyuma dönüşmesi 1945 ve 2021 yıllarındaki orman yangınlarının arkasındaki nedenlerinin çoğunlukla iklim değişikliği gibi doğal kaynaklı nedenler olmadığını ya da insan-kaynaklı olduklarını önermektedir. Literatürde ortaya konan Güneş Lekesi sayılarındaki değişimler ile iklim değişimleri bağlantısının (Ajayi vd., 2016; Anđinoğlu, 2024; Baltacı ve Yıldırım, 2017; Cengiz, 2022) orman alanlarının yangınlara karşı direncini düşürmesiyle bağlantılı olarak belirlenen Güneş Lekeleri-orman yangınları ilişkisinin ortaya çıktığı söylenebilir. Baltacı ve Yıldırım (2017), Güneş Leke çevrimleri ve yanan orman alanı arasında buldukları güçlü ilişkinin orman yangını riskinin yüksek olduğu yılların öngörülmesinde kullanılabileceğini ve orman yangınları kaynaklı zararların azaltılması için hazırlanacak orta ve uzun vadeli programlarda bu durumun dikkate alınmasını gerektiğini önermişlerdir. Bu çalışmanın bulguları Baltacı ve Yıldırım

(2017)'nın bulduğu gúçlü ilişkiyi desteklemektedir. Baltacı ve Yıldırım (2017) alışmasından farklı olarak literatürde tanımlanmış Güneş Leke evrimi zaman aralıkları ve ilave olarak 24. Güneş Leke evrimi tüm olarak alınıp 18. ve 25. Güneş Leke evrimleri ile de veri genişletilerek orman yangınları ile olan ilişkiye bakılmıştır. Ayrıca söz konusu ilişkiden yararlanılarak ve literatürdeki diğer bilgiler kullanılarak orman yangınları arkasında insan kaynaklı bir kasıt olup olmadığı yorumlanmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla, Güneş Lekesi sayısı gözlemleri orman yangınlarının miktarlarını öngörmeye ve arkasındaki nedenleri yorumlamada kullanılabilirler. Bu durum, veriye dayalı bilimsel çalışmaların önem ve gerekliliğini göz önüne sermektedir.

Yıllık orman yangını sayılarında 1970 yılı sonrası gözlenen artış eğilimine (şekil 2) yukarıda işaret edilmişti. Bu artış eğiliminin orman yangınlarının etkilediği alanı gösteren grafikte gözlenmemesi dikkat çekicidir. Bu durum orman yangını sayılarındaki artışın küçük yangınların her geçen yıl daha fazla raporlanmasıyla alakalı olduğunu ima etmektedir. Yaşanan sosyal ve ekonomik gelişmelere ve iletişimde süregelen iyileşmelere bağlı olarak afetlerin izleme ve gözlemlenmesinin yaygınlaşması ve iyileşmesi ile küçük afetlerin her geçen yıl daha fazla raporlanması afet arşivlerinde gözlenen bir durumdur ve bu türden artış eğilimlerine neden olmaktadır (Smith ve Petley, 2009).

5. SONUÇLAR

Bu alışmada, Türkiye'de son yıllarda gündemde çokça yer bulan orman yangınları ile Güneş Lekesi sayıları arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla orman yangınlarının 1937- 2021 zaman aralığındaki yıllık toplam sayısı ve etkilenen orman alan miktarları, Güneş Lekelerinin günlük sayılarının yıllık toplamaları ve bu yıllık toplamaların belirlenmiş Güneş Leke evrimleri içindeki toplamaları ile karşılaştırılmış ve veriler arası ilişki korelasyon katsayıları belirlenerek yorumlanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda:

- Güneş Lekelerinin günlük sayılarının yıllık toplamalarıyla orman yangınlarının yıllık sayıları arasında ilişki bulunmadığı ancak yanan orman alanlarının yıllık miktarları ile az da olsa ilişkili olduğu,
- Güneş Lekeleri günlük sayılarının yıllık toplamalarının ait oldukları Güneş Leke evrimi içindeki toplamalarıyla bu çevrim zamanlarındaki toplam yanan orman alan miktarıyla şubat 1945-2021 zaman aralığındaki karşılaştırmasının az bir uyum verdiği,
- 1945, 1946 ve 2021 yıllarındaki yangınların sıra dışı genişlikte orman alanları etkilediği dikkate alınarak bu yılların yer aldığı çevrimler çıkarılarak yapılan Nisan 1954- Kasım 2019 dönemi her bir çevrim içindeki Güneş Lekelerinin günlük sayılarının toplamının, yıllık yangın alanlarının toplamalarıyla neredeyse bire bir uyum sergiledikleri,
- Nisan 1954- Kasım 2019 dönemi için belirlenen açık uyumun 1945, 1946 ve 2021 yıllarındaki sıra dışı orman yangınlarının kasıtlı çıkarıldıkları ya da insan-kaynaklı olabilecekleri görüşlerini desteklediği,
- Güneş Lekesi sayılarındaki değişimlerin iklimi etkilemesinden ve böylelikle orman alanlarının yangınlara karşı direncini düşürmesinden kaynaklı, gözlenen Güneş Lekesi sayılarındaki değişimlerin orman yangınlarının arkasındaki olası sebepler arasında yorumlanabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Katkı Belirtme

Bu alışma yazarlardan birinin (N. Anđinođlu'nun) Yüksek Lisans tez çalışmasından türetilmiştir. Yazarlar, ayrıntılı yorum ve kritikleriyle makale taslağının gelişmesine yol açan hakemlere katkılarından dolayı teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Ajayi, O. G., Ibik, A. L., Odumosu, J. O., Babalola, K. H., & Adesina, E. A. (2016). *Investigation of the impact of sunspots on earth’s climate*. <http://repository.futminna.edu.ng:8080/jspui/handle/123456789/7656>
- Anđinođlu, N. (2024). *Türkiye’de orman yangınlarının Güneş Lekeleri ile olası ilişkisinin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Asuero, A. G., Sayago, A., & González, A. G. (2006). The Correlation Coefficient: An Overview. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 36(1), 41-59. <https://doi.org/10.1080/10408340500526766>
- Ayaz, H., & Gümüş, C. (2016). Türkiye’de orman mülkiyeti, yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri. *Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 212-236.
- Bahadır, M. (2010). Türkiye’de (1998-2007) Görülen Orman Yangınlarının Yüzey ve Rakamsal Sorgulama Analizi. *Nature Sciences*, 5(3), 146-162.
- Baltacı, U. (2021). *Türkiye’de orman yangını riskinin coğrafi bilgi sistemleri tabanlı olarak çok kriterli analizi ve haritalandırılması* [Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Baltacı, U., & Yıldırım, F. (2017). Orman yangınları açısından riskli yılların Güneş Leke döngüsüne bağlı olarak önceden tahmin edilebilmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 133-142. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.338404>
- Bathurst, J. C., Bovolo, C. I., & Cisneros, F. (2010). Modelling the effect of forest cover on shallow landslides at the river basin scale. *Ecological Engineering*, 36(3), 317-327.
- Berger, F., & Rey, F. (2004). Mountain protection forests against natural hazards and risks: New French developments by integrating forests in risk zoning. *Natural hazards*, 33(3), 395-404.
- Birben, Ü. (2008). Türkiye’de 1937 yılından sonra ormancılık mevzuatında yaşanan gelişmeler ve toplumsal yaşamla etkileşimler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 58(1), 1-16.
- Cengiz, T.M. (2022). Türkiye’deki orman yangın sayıları ile güneş leke sayılarının periyodik analizi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(1), 49-56. DOI: 10.55581/ejeas.1137100
- Forbes, K., Broadhead, J., Brardinoni, A. D., Gray, D., & Stokes, B. V. (2013). Forests and landslides: The role of trees and forests in the prevention of landslides and rehabilitation of landslide-affected areas in Asia Second edition. *RAP publication*, 02.
- Hurriyet. (2021, Temmuz 30). *Manavgat Marmaris Bodrum Adana Osmaniye Mersin Kayseri’de orman yangını... Kimin işi?* <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/manavgat-marmaris-bodrum-adana-osmaniye-mersin-kayseri-kimin-isi-41862579>
- Innes, J. L. (2004). *Forests in environmental protection*. [https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=htqpCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA247&dq=Innes,+J.+L.+\(2004\).+In+forests+and+forest+plants.+Forests+in+environmental+protection+\(1st+ed.,+pp.++247-260\).+Eolss+Publishers.&ots=AeXkQ8AxRn&sig=OChys1JN7Re59-8e20_FlqHZjHQ](https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=htqpCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA247&dq=Innes,+J.+L.+(2004).+In+forests+and+forest+plants.+Forests+in+environmental+protection+(1st+ed.,+pp.++247-260).+Eolss+Publishers.&ots=AeXkQ8AxRn&sig=OChys1JN7Re59-8e20_FlqHZjHQ)
- Karaca, Ö. (1991). *Aktinometrik verileri kullanarak Güneş Lekeleri-iklim üzerine bir inceleme* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Küçükosmanoğlu, M. A. (2012). *İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü’nde orman yangınlarına karşı alınan koruma ve savaş uygulamalarının irdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Oklay, N. (2006). *Güneş çevriminin genel özellikleri* [Master’s Thesis]. İstanbul Üniversitesi.
- Orman Genel Müdürlüğü. (2020). *Resmi İstatistikler*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>

Ormancılar Derneği. (2023).

<https://www.ormancilarderneđi.org/Documents/2db702928db04962bbb8471f8b9d0efa.pdf>

Reddy, P. R., & Reddy, V. (2016). *Impact due to sunspot activity on climate change: Some salient results*. <https://idr.l4.nitk.ac.in/jspui/handle/123456789/14015>

Sakals, M. E., Innes, J. L., Wilford, D. J., Sidle, R. C., & Grant, G. E. (2006). The role of forests in reducing hydrogeomorphic hazards. *Forest Snow and Landscape Research*, 80(1), 11-22.

Schönenberger, W. (2001). Trends in mountain forest management in Switzerland. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 152(4), 152-156.

SIDC. (2024). *Sunspot Number / SIDC*. <https://www.sidc.be/SILSO/datafiles>

(Wikipedia, 2024). *Solar Cycles*. https://en.m.wikipedia.org/wiki/List_of_solar_cycles

Stix, M. (2004). *The sun: An introduction*. Springer Science & Business Media.

Smith K. and Petley, D. 2009, Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster, fifth edition, Routledge, 383 pp, ISBN 10: 0-415-42865-3.

Şahin, C. (2002). *Doğal afetler ve Türkiye*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

Takvim. (2021). *Manavgat, Adana, Mersin ve Osmaniye'deki Orman yangınları PKK'nın sabotajı mı? Dikkat çeken detaylar*. [takvim.com.tr](https://www.takvim.com.tr). <https://www.takvim.com.tr/guncel/2021/07/29/manavgat-adana-mersin-ve-osmaniyedeki-orman-yaniginlari-pkknin-sabotaji-mi-dikkat-cekten-detaylar>

Takvim. (2023). *MİT'ten terör örgütüne bir darbe daha! PKK'nın genel kurye sorumlusu Yılmaz Bayram etkisiz hale getirildi*. [takvim.com.tr](https://www.takvim.com.tr). <https://www.takvim.com.tr/guncel/2023/08/04/mitten-teror-orgutune-bir-darbe-daha-pkknin-genel-kurye-sorumlusu-yilmaz-bayram-etkisiz-hale-getirildi>

TBMM. (2024). *TBMM Genel Kurul Tutanakları*.

https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/tutanak_g.birlesim_baslangic?P4=10125&P5=B&page1=60&page2=60

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). *Sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeleri faaliyet raporu 2019*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

Tolunay, D. (2017). Dünyada ve Türkiye'de ormansızlaşma. İçinde *Ormancılık politikaları ve orman köylülerinin durumu* (1. Baskı, ss. 153-192). Cumhuriyet Halk Partisi Yayınları.

TRT World. (2021). *Why is the PKK suspected to have caused wildfires in Turkey?* <https://web.archive.org/web/20210730170712/https://www.trtworld.com/magazine/why-is-the-pkk-suspected-to-have-caused-wildfires-in-turkey-48802>