

Araştırma Makalesi

Türkiye'deki Orman Yangın Sayıları ile Güneş Leke Sayılarının Periyodik Analizi

Taner M. Cengiz^{1, a, *} 

¹ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye, 59860
^atcengiz@nku.edu.tr

Geliş: 28.06.2022

Kabul: 18.07.2022

DOI: 10.55581/ejeas.1137100

Öz: Bu çalışmada Türkiye orman yangın sayıları ile güneş leke sayılarının periyodik yapılarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın temel hedefi sürekli dalgacık dönüşümleri ve global spektrumlar yöntemini kullanarak Türkiye orman yangın sayıları ile güneş lekeleri sayılarının değişkenliğini araştırmaktır. Türkiye son yıllarda orman yangın sayılarının artması üzerinde odaklanılan sorunlardan birisidir. Güneş faaliyetini göstermek için genellikle güneş lekeleri sayısı kullanılmaktadır. Dalgacık dönüşümü Fourier dönüşümünün gelişmiş ve iyi planlanmış bir sürümü olup sinyallerin frekans bileşenlerini ortaya çıkarmaktadır. Dalgacık dönüşüm teknikleri yaklaşımı Türkiye'deki orman yangınlarının sayıları ve güneş lekeleri sayılarının periyodik analizi için uygulanmıştır. Bu kapsamda Orman Genel Müdürlüğü'nün (OMG) 1937 yılından 2020 yılı sonuna kadarki güncel yangın sayıları kayıtları ile güneş lekeleri sayılarının kayıtları değerlendirilmiştir. Mevcut olan 84 yıllık toplam orman yangın sayıları verileri ve aynı dönemde olan güneş lekeleri sayıları verilerinin periyodik yapısı Sürekli Dalgacık dönüşümü (SDD) ve Global Dalgacık Spektrumu (GDS) tekniğinden yararlanılarak analiz edilmiştir. Orman yangın sayıları için hâkim periyodik bileşen 6.60 yıllık bulunurken güneş leke sayılarında ise 10.67 yıllık periyodik bileşen belirlenmiştir. Her iki değişkenin uzun yıllık diğer periyodik bileşenleri de tespit edilmiştir. Türkiye'deki orman yangın sayıları ile güneş leke sayılarının periyodik yapılarının birbirlerinden çok farklı yapılarda olduğu bu çalışma sonucunda saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangın Sayısı, Güneş Leke Sayısı, Dalgacık Dönüşümü, Periyodiklik.

Periodic analysis of forest fire numbers and sunspot numbers in Türkiye

Abstract: The aim of this study is to examine the periodic structures of forest fire numbers in Türkiye and sunspot numbers. The main purpose of this study is to investigate the variability of forest fire numbers in Turkey and sunspot numbers using continuous wavelet transforms and global spectra method. The change of sunspots observed in the photosphere layer of the sun is one of its important activities affecting the world. The sunspot number is often used to show solar activity. Wavelet analysis reveals the frequency components of signals such as the Fourier transform yet wavelet transform is actually a advanced and well planned version of Fourier transform. Wavelet transform techniques approach has been applied to the periodic analysis of the number of forest fires and sunspot numbers in Turkey. In this context, in the period from 1937 to the end of 2020, the records of the current fire numbers of the General Directorate of Forestry (OMG) and the sunspots numbers for the same period have been evaluated. The periodic structure of the existing 84-year forest fire numbers data and the sunspot numbers data in the same period are analyzed using Continuous Wavelet transform (SDD) and Global Wavelet Spectrum (GDS) techniques. While the dominant periodic component for forest fire numbers was 6.60 years, 10.67 years periodic component is determined for sunspot numbers. Other long-year periodic components of both variables have also been determined. As a result of this study, it has been determined that the periodic structures of the number of forest fires and the number of sunspots in Türkiye are very different from each other.

Keywords: Number of Forest Fires, Number of Sunspot, Wavelet Transform, Periodicity.

* Sorumlu yazar.

E-posta adresi: tcengiz@nku.edu.tr (T. M. Cengiz)

1. Giriş

Orman yangınları, doğal nedenlerden (yıldırım gibi), insan kaynaklı kazalardan (sigara ve kamp ateşi gibi) veya kasıtlı kundaklama eylemlerinden kaynaklanabilen yıkıcı güçlerdir. Orman yangınları hem orman alanlarını azaltıp, hem de erozyon yoluyla toprakların azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca atmosferde karbon salınımını artırarak iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır. Orman yangınlarının hem doğal hem de antropojenik (insan kökenli) nedenleri vardır. Genelde orman yangınları örtü yangını ile başlayıp zamanla gelişerek tepe yangınına dönüşebilmektedir [1, 2]. Bir orman yangını üç elementi gerektirmektedir; ısı, oksijen ve yanıcı madde. Bu üç unsur “yangın üçgeni” olarak belirlenmiştir [3].

Türkiye’deki orman yangın sayılarının, iklim anomalilerinde görülen uç değerlerle, artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Yaz aylarında görülen aşırı sıcaklar azalan yağış miktarına bağlı kuraklık ile orman yangınları hem sayısal hem de alansal olarak büyüyerek doğaya zarar vermektedir. Özellikle iklim değişikliğinin sonucu olarak sıcaklığın artması, kurak dönemin uzaması, yağış motiflerinin değişmesi gibi klimatolojik değişkenlerin uç noktalara gitmesi orman yangınlarını sayısını ve yanan orman alanlarını çoğaltmaktadır [4, 5]. Özellikle son 20 yılda afet düzeyinde gözlenen orman yangınlarına sebebiyet veren faktörlerin analizi yapılarak orman yangın önlemlerini disiplinli bir şekilde ele alıp uygulamaya geçirilmesi gerekir.

Türkiye’de orman yangınlarına sebebiyet veren en büyük faktörün insan etkisi olduğunu tespit eden Orman Genel Müdürlüğü insanların ihmal ve dikkatsizliği sonucu yangınların meydana geldiğini tespit etmiştir. Ayrıca kasıtlı olarak yangın çıkarıp orman alanlarından yerleşim yerleri, tarla ile otlak alanlar elde etmenin amaçlandığını da belirlemiştir. Yangın istatistiklerine göre 2011-2020 yılları arasındaki on yıllık süreçte Türkiye’de insan faaliyetleri kaynaklı orman yangınları % 89 oranında iken yıldırım kaynaklı orman yangın sayısı %11 kadardır [6]. Yıllık meydana gelen orman yangın sayılarında genel eğilim sürekli bir artış yönüne sahip olduğu Şekil 1’de görülmektedir. Yine Türkiye’de orman yangınlarının oluşma yerleri sırasıyla; orman içi ve yakınlarındaki tarımsal alanlar, yerleşim yerleri, enerji nakil hatları, kara ve demiryolları, maden sahaları, piknik alanları ve çöplüklerdir [6]. Türkiye’deki orman yangınlarının %97’si, Haziran ile Ekim ayları arasında, yaz yağışlarının görülmediği kurak dönemde meydana gelmektedir. Bu aylar yine Akdeniz havzasındaki diğer ülkelerde görülen en sık orman yangınlarının görüldüğü zamanlardır [7].

Akdeniz havzasında orman yangınları özellikle yaz aylarında, kurak geçen ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde sık olmaktadır. Bu yangınlar orman ekosistemine çoğunlukla büyük zararlar vermezler ancak artma eğiliminde olan bu orman yangınları görülmeye devam etmektedir [8]. Orman yangınları ile iklim değişkenlerinin ilişkisi hakkında pek çok çalışma yapılmış, özellikle iklim değişikliği ve artan sıcaklıklarla orman yangınlarını ilişkilendirilmiştir [9,10,11,12,13,14]. Akdeniz iklimi yaşayan 5 Avrupa ülkesinde (Yunanistan, İtalya, Güney Fransa, Portekiz ve İspanya) ve Amerika kıtasının Pasifik kıyı eyaletlerinde (Kaliforniya ve Oregon’da) çıkan orman yangınları sayılarının sıcaklığın yüksek, yağışın az olduğu kurak dönemlerinde giderek arttığı tespit edilmiştir [15]. Portekiz ve İspanya’daki orman yangın sayıları ile güneş faaliyetleri

değişimlerinin incelendiği bir çalışmada [16] bu iki değişken arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

İklim değişiminin en büyük kısmı, çoğunlukla artan sera gazı konsantrasyonlarından kaynaklanan insan kökenli etkilere bağlanmaktadır [17, 18, 19]. Bu değişikliğin özellikle hava sıcaklığında önemli ölçüde bir payının olduğu da tespit edilmiştir [20, 21, 22]. Yine küresel ölçekte iklim dalgalanmalarının astronomik döngüler tarafından yönlendirildiğine dair kanıtlar bulunmuştur [23]. Güneş leke sayısı değişkenliği ile güneş faaliyetleri döngülerinin jeomanyetik aktivite ve hava değişkenliği üzerine önemli etkileri olduğu bilinmektedir [24]. Araştırmacılar tarafından yoğun bir tartışma konusu olmasına rağmen, hem güneş radyasyonu değişimi hem de jeomanyetik düzensizlikler dünyanın iklimi üzerinde bir miktar etkiye sahiptirler [25, 26, 27, 28]. Küresel, bölgesel ve yerel iklim değişiklerinin birinci derecedeki meteorolojik parametresinin hava sıcaklığı olduğunu iddia eden Echer ve arkadaşları [29] dalgacık dönüşümü analiziyle hava sıcaklığı ile güneş lekeleri sayısını ilişkilendirerek güneş lekelerinin 22 yıllık döngünün 11 yıllık döngüden hava sıcaklıklarıyla daha ilişkili olduğunu göstermiştir. Özellikle yaz aylarında meydana gelen orman yangınlarının çıkış nedenlerinin bir kısmı iklim değişkenlerinin aldığı uç değerlerden, bir kısmı da insan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir [30, 31]. Güneş leke sayısının çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan periyodik analizlerinde hâkim periyodik bileşen 10.67 yıl bulunurken, yapılan çalışmanın tarihlerine göre diğer periyodik bileşenlerde değişiklikler tespit edilmiştir. [32, 33, 34]. Orman yangınlarının %43 ile önemli bir kısmının iklim değişikliğinden etkilendiği ve gelecekte çok sıcak iklim koşullarında yaz yangın dönem sürelerinin uzayarak artacağı bilimsel çalışmalarda gösterilmiştir [35, 36, 37]. Sıcaklık temel bir meteorolojik parametredir ve varyasyonu küresel, bölgesel ve yerel iklim değişikliklerinin birincil ölçüsüdür [29]. Güneş radyasyonunun enerji bakımından yüksek olduğu 10-12 yıllık periyodlarda Türkiye orman yangınlarının hem sayısal hem de zarar gören toplam alanlar ile doğrusal ilişkili olduğu yapılan bir çalışmada tespit edilmiştir [38].

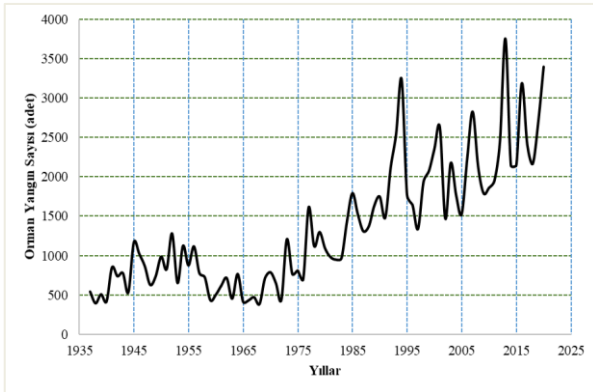
Bazı bilim insanları güneş leke sayılarında artış hem dünyamıza gönderilen radyasyon enerjisinde artışa hem de güneşten dünya üzerine gelen güneş rüzgârında artışa sebebiyet verdiğini düşünmektedirler [39, 40]. Dolayısıyla güneş leke sayılarında artış dünya sıcaklığını artırmaktadır. Bu çalışmamızda güneş radyasyonu kaynak verisi olarak, son yıllarda popüler bir kullanıma sahip “güneş leke sayıları” verisi alınmıştır. Orman yangın sayıları ile güneş leke sayıları arasında yapılan çeşitli çalışmalarda bu iki değişken arasında anlamlı doğrusal ilişkilerin olduğu belirlenmiştir [16, 41, 42]. Ancak aksi yönde bulguları olan bilim insanları da mevcuttur. Örneğin Wright [43] Kanada’da bulunan Quebec, New Brunswick ve Nova Scotia’da en büyük alanlı orman yangınlarının güneş lekeleri aktivitesinin minimum olduğu dönemlerde olduğunu tespit etmiştir. Yine Meksika orman yangınlarının çoğunlukla güneş leke sayılarının minimumları civarında meydana geldiğine işaret eden Herrera [44] toplam güneş ışınımı minimum seviyede olması orman yangınlarının meydana gelmesi için uygun koşulları sağladığını tespit etmiştir. Türkiye’de orman yangın sayısının periyodik analizi henüz yapılmamış olup bu çalışmayla ilk kez orman yangın sayısının periyodik yapısı ortaya konulup güneş leke

sayılarının periyodik yapısı ile birlikte değerlendirilmiştir. Daha önce yapılan başka bir çalışmada güneş lekelerinin 10-12 yıllık döngü döneminde artan güneş radyasyonu verileri ile Türkiye toplam orman yangın alanları arasında belirgin bir doğrusal ilişki olduğu bulunmuştur [45].

Bu çalışmada, Türkiye orman yangın sayıları ile güneş leke sayıları sürekli dalgacık dönüşümü (SDD) ve global dalgacık spektrumu (GDS) yardımı ile analiz edilerek bu iki değişkenin periyodik yapısı ortaya konulmuştur. Bulunan sonuçların orman yangınlarının modelleme çalışmalarında periyodik yapının (ayrık dalgacık dönüşümüyle) ilavesiyle katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. Materyal ve Metot

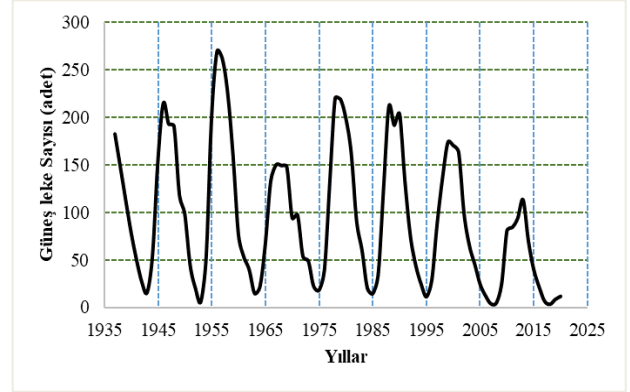
Bu çalışmada Türkiye orman yangınlarının yıllık toplam sayıları ile güneş leke sayılarının aylık ve yıllık toplamalarının periyodik analizi yapılmıştır. Orman yangını sayıları olarak 1938-2020 yılları arasındaki 84 yıllık veriler kullanılmıştır. Yıllık orman yangını sayısı Orman Genel Müdürlüğü, Orman Yangınları İle Mücadele Dairesi Başkanlığı veri tabanından temin edilmiştir [46]. Güneş leke sayıları verileri ise SIDC internet veri tabanından [47] alınarak analiz edilmiştir. Güneş lekelerinin aylık toplam verileri ile yapılacak analizin daha sağlıklı olacağı düşünülerek aylık toplam güneş leke sayılarının Haziran 1936-Eylül 2021 verileri analize ilave edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilere ait zaman serileri Şekil 1 ve Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 1. Türkiye orman yangın sayısı yıllık toplamalarının zaman serisi.

Verileri, fonksiyonları veya operatörleri farklı frekanstaki (veya periyoddaki) bileşenlere ayırabilen Dalgacık dönüşümü bir yardımcı araç olarak periyodik bileşenleri çeşitli ölçek değerlerinde ortaya çıkarabilmektedir [48]. İlk dalgacık dönüşümü yöntemi meteorolojik verilerin ve sismik sinyallerin anlaşılması amacıyla düşünülmüştür [49]. Zaman serilerine dalgacık dönüşümü uygulayan Torrence [50] zaman serilerini; zaman-frekans uzayında gösterimini elde etmiş böylelikle baskın periyodik bileşenleri ve bu bileşenlerin zamanla nasıl değiştiğini tespit etmiştir. Dalgacık dönüşümü bize bir zaman serisinin hem zaman hem de frekans ortamında incelenmesine olanak sağlayan gelişmiş bir yöntemdir. Bu yöntemle seçilen zaman serisi değişkeninin periyodik bileşenleri zaman içinde enerji seviyeleri ile birlikte tespit edilebilmektedir. Dalgacık dönüşümleri seçilen bir ana dalgacık ile sinyaller değişik pencerelerde ilişkilendirilir [51]. Yapılan bu SDD çalışmasında temel olarak Morlet dalgacık fonksiyonunun genişletilip ötelenmesi kullanılmış olup analiz R

Project yazılım programında sonuçlandırılmıştır. Dalgacık dönüşümünde dalgacık fonksiyonu olarak yararlanılan ana dalgacıklar; Morlet, Gaussian, Daubechies, Mexican hat olarak kullanılmaktadır. Bu analizde ise uygun dalgacık türü Morlet seçilerek uygulanması yapılmıştır. Morlet dalgacık dönüşümü gerçek ve irrasyonel kısımları dikkate alarak hem faz hem de genliği analiz edebilmektedir. Ayrıca frekans alanında keskin kenarlarının olmaması nedeniyle periyodik davranışı daha kolay ve anlaşılabilir olmaktadır [49,52].



Şekil 2. Güneş leke sayısı yıllık toplamalarının zaman serisi

Sürekli dalgacık dönüşümü ile seçilen bir zaman serisinin periyodik yapısının zamanla nasıl değiştiği ve periyodikliğin gücü belirlenebilmektedir. Sürekli dalgacık spektrum sonuçları görsel bir şekilde yatay eksen ölçüm süresini (zamanı), dikey eksen de logaritmik olarak zaman serisinin periyodik ölçeğini göstermektedir. Yüksek dalgacık katsayıları değişimi koyu renk tonuyla gösterilirken, düşük dalgacık katsayıları değişimi açık renk tonlarıyla tonlanmıştır. Dalgacık katsayılarının büyüklüğü enerjinin yüksekliğini ifade etmekte olup parlak açık renk tonlarıyla gözükmektedir. Aslında enerjinin yüksek olması o zaman süresinde kuvvetli önemli periyodikliğin meydana geldiğini gösterirken açık renk tonlar enerjinin düşük yani periyodikliğin kaybolduğunu gösterir. Şekil 3 ve Şekil 4’te yatay eksen de yıl olarak zaman dikey eksen de ise ölçek periyodu olacak şekilde çizilen SDD spektrumları görülmektedir

Sürekli dalgacık dönüşümü, seçilen dalgacık fonksiyonunun sürekli olarak kaydırılıp değişen ölçeklerle çarpımından sonra zaman eksenini boyunca toplanmasından aşağıdaki formül ile elde edilmektedir [53].

$$SDD_{(s,\tau)} = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \cdot \varphi_{s,\tau}^*(t) dt \quad (1)$$

- * : kompleks eşleniğini ifade eder,
- $g(t)$: dönüşümü yapılacak fonksiyondur,
- $\varphi_{s,\tau}^*(t)$: dalgacık ya da ana dalgacık fonksiyonu,
- τ : kaydırma değişkenidir,
- S : ölçek değişkenidir.

Dalgacık fonksiyonları, bir ana temel dalgacık fonksiyonundan ölçek ve kaydırma değişkenlerinin değiştirilip kullanılmasıyla elde edilir ve matematiksel olarak şöyle gösterilir;

$$\varphi_{s,\tau}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \varphi\left(\frac{t-\tau}{s}\right) \quad (2)$$

Bu denklemde $1/\sqrt{s}$ ölçek faktörü, farklı ölçeklere sahip normalizasyon faktörüdür. Bu eşitlik $\varphi_{s,\tau}(t)$ denklemine yerine konulursa [50]

$$SDD_{(s,\tau)} = \frac{1}{\sqrt{s}} \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \cdot \varphi_{s,\tau}^* \left(\frac{t-\tau}{s} \right) dt \quad (3)$$

Bu formül t zaman değişkenini göstermektedir. $\varphi(t)$ dönüşüm fonksiyonu olup dalgacık fonksiyonu olarak isimlendirilir, $g(t)$ de yıllık ve aylık güneş leke sayıları ve orman yangın sayıları değerleri olmaktadır.

Dönüşümde kullanılan farklı genişlikteki pencere fonksiyonları ana dalgacıktan ölçekleme ile sürekli olarak türetilir. Pencere işaret üzerinde sürekli olarak gezdirilerek farklı dalgacık katsayılarına ulaşılır. Dalgacık fonksiyonu farklı pencerelerde zaman serisi ile öteleye öteleye çarpımı ile dalgacık dönüşümü katsayıları elde edilir. Bulunan katsayılar zaman, ölçek ve dalgacık katsayısının değerini gösteren üç boyutlu görüntü ile elde edilerek periyodik yapı ortaya konulmuş olur. Şayet her bir ölçek için tüm zaman eksenini boyunca hesaplanan spektrumların ortalamaları alınırsa GDS oluşturulmuş olur. GDS'nun formülü ise şöyle yazılabilir [54].

$$\overline{W^2}(s) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |W_N(s)|^2 \quad (4)$$

Bu denklemde s ölçek değişkenini, N zaman serisinin toplamıdır. GDS her bir ölçek için dalgacık sonuçlarının ortalamasını vermektedir. Bu ortalamalar üst üste toplanarak GDS nihayetinde iki boyutlu, yani ölçek ve güç olarak, periyodik yapıyı görsel olarak açıklamaktadır [54]. Zaman serileri analiz edilirken Morlet dalgacığından yararlanılmış ve analiz R Project Programında gerçekleştirilmiştir. SDD periyodik bileşenlerin zaman içindeki değişim enerjisini yani bileşenlerin zamanla değişimi gösterirken, GDS ile de en önemli periyodik bileşenler tespit edilebilmektedir. Böylelikle orman yangın sayıları ile güneş lekeleri sayılarının periyodik bileşenlerinin hem güçsel hem zamansal değişimlerini ortaya çıkarılabilmektedir.

2. Sonuçlar ve Tartışma

SDD'da, yatay ekseninde zaman (yıl) düşey ekseninde ise ölçek (periyot) olacak şekilde çizilmektedir (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5). Kullanılan değişkenin zaman serisinin genliği değişebilen ve zamanda ötelenebilen Morlet ana dalgacık pencereleri ile çarpılması ile iki boyutlu dalgacık katsayılarının görüntüsü elde edilmektedir. Bu katsayıların büyüklüğü o periyodik bileşenin enerjisinin yüksekliği ile ifade edilmiş olur. Bu spektrumlarda enerjinin yüksek olduğu bölgeler koyu kahve renkli (kırmızımsı) görülmektedir. Enerjinin yüksek olması o zaman süresince o periyottaki bileşenin etkili olduğu anlamına gelmektedir. Enerjinin düşük olduğu yerler de açık kahverengi ile açık gri renk arasında görülmekte ve o periyodik bileşenin görülen zaman aralığında etkisinin zayıflığını ifade etmektedir.

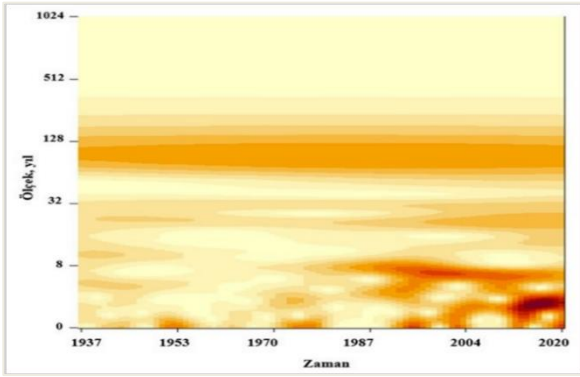
Orman yangın sayılarının SDD'nün R Project programında görüntüsü Şekil 3'te gösterilmiştir. Güçlü periyodik yapının zaman ekseninin ilk yarısında zayıf iken, 1970'den sonra güçlenmeye başlayarak 1980'den sonra daha güçlü hale geldiği anlaşılmaktadır. En hâkim bileşen olan 6.60 yıllık periyodik

bileşen 1996 yılından 2004 yılına kadar çok güçlü, 1988-1995 ile 2004-2014 yıllarında güçlü olduğu SDD görüntüsünde görülmektedir. SDD'de 3.48 yıllık periyodik bileşenin 2013-2018 yıllarında çok güçlü, 1973-1976, 1991-1996 ve 2002-2007 güçlü olduğu tespit edilmiştir. 21.24 yıllık periyodik bileşen 1996-2020 yıllarında güçlü, 1940-1955 ve 1981-1996 yıllarında az güçlü enerjilidir. SDD spektrumlarında 29.48 yıllık periyodik bileşen sadece 2004-2020 yılları arasında belirgin olduğu görülmektedir.

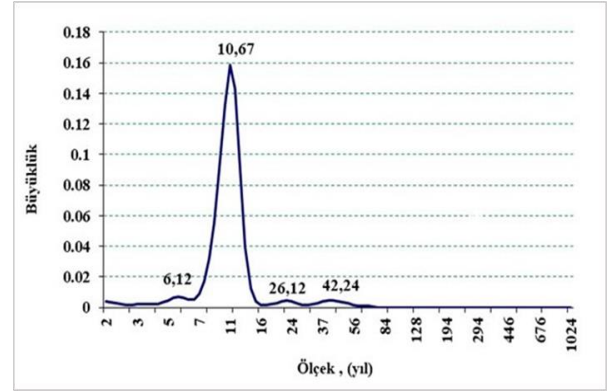
Yine 52 yıllık periyodik bileşen zaman boyunca sürekli fakat zayıf olduğu söylenebilir. Orman yangın sayısı zaman serisinde gözlenen 1990-1995 yılları ile 2010-2015 yılları arası çok fazla artışın gözlemlendiği zaman aralığında SDD'de de bu artışların kuvvetli enerjileri saptanmıştır.

Yıllık toplam orman yangın sayıları verilerinin Global spektrum sonucu Şekil 6'da gösterilmiştir. Global Spektrum bize etkin periyodik bileşenlerin hangilerinin olduğunu göstermektedir. Periyodik bileşenler yaklaşık olarak 3 yıl ile 52 yıl arasında değişimler göstermekle birlikte kısa yıllık periyodik yapının uzun yıllardan daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Şekil 6'da önemli periyodik bileşenler; 6.60 yıl, 3.48 yıl, 21.24 yıl, 29.48 yıl, 12.12 yıl ve 52 yıl olarak tespit edilmiştir. GDS'na göre orman yangınlarının hâkim periyodik bileşeni 6.60 yıldır yani 6.60 yıl döngülerle ülkemizde orman yangın sayılarında artışlar olmaktadır. Diğer güçlü periyodik bileşenler ise 3.48 yıl, 21.24 yıl ve 29.48 yıl döngülere sahiptirler.

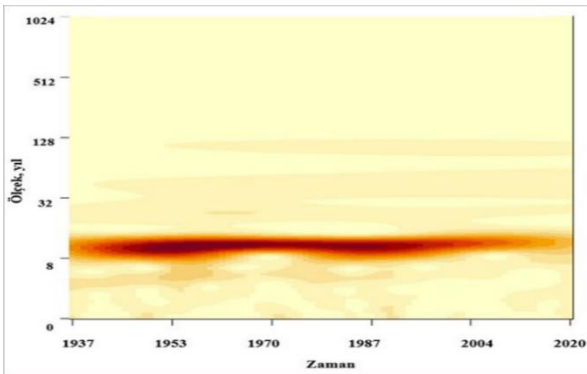
Güneş leke sayıları yıllık toplam verilerinin SDD spektrumları Şekil 4'te gösterilmiştir. Spektrumda baskın periyodik bileşen 10.67 yıl olarak tüm zaman sürecinde etkin olarak görülmektedir. Güneş leke sayılarının GDS Şekil 7'de görüldüğü gibi hakim bileşen çok net bir şekilde 10.67 yıllık periyodik bileşendir. GDS'da diğer periyodik bileşenler 6.12 yıllık, 26.12 yıllık ve 42.24 yıllık periyodik bileşenler olarak bulunmuştur. SDD'de 10.67 yıllık periyodiklik 1948 yılından 1989 yılına dek çok çok kuvvetli, 1945 yılından 1948 yılına ve 1990 yılından 1993 yılına kadar kuvvetli olduğu görülmektedir. Zaman ekseninde görüleceği gibi 2017 yılından 2020 yılına kadar periyodiklikte zayıflama olduğu saptanmıştır. İkinci olarak 6.12 yıllık periyodik bileşen 1951 yılından 1960 yılına kadar kuvvetli, 1968 ile 1990 arası kuvvetlice değişim göstermiştir. SDD'de tüm zaman boyunca sabit bir enerjide olan 26.12 yıllık periyodik bileşen sadece 1959 ile 1967 yıllarında enerjisinde bir miktar artışa sahip olmuştur. 42.24 yıllık periyodik bileşen 1941 yılından itibaren başlayıp değişmeyen fakat az bir enerjili olarak görülmektedir. Güneş leke sayıları aylık toplam verileri ile yapılan dalgacık dönüşüm sonuçları Şekil 5'te SDD olarak ve Şekil 8'de GDD olarak gösterilmiştir. Aylık verilerin sonucunda hâkim periyodik bileşen 128 aylık (10.67 yıl) periyodik bileşendir. 128 aylık periyodik bileşen Temmuz 1987 ayından Mart 1996 ayına kadar çok kuvvetli, Mayıs 1941 den Temmuz 1987 ayına ve Mayıs 1996 den Eylül 2000 ayına kadar kuvvetli bileşen olarak seyretmiştir. Bu periyodik bileşen; Eylül 2001 den Ocak 2008'e, Şubat 2008'den Eylül 2010'a, Ekim 2013'e ve Eylül 2015'e kadar tedrici azalma göstermektedir.



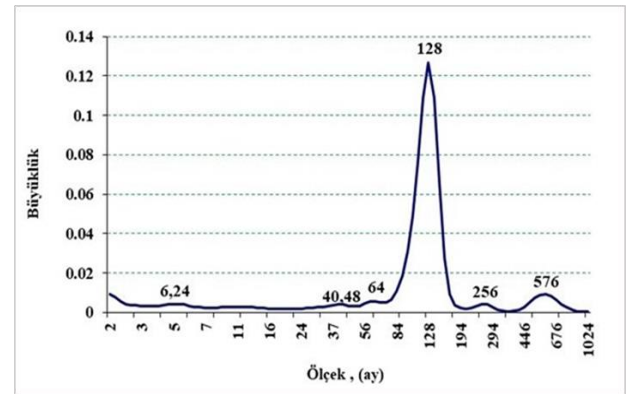
Şekil 3. Türkiye orman yangın sayıları yıllık toplamlarının sürekli dalgacık spektrumu



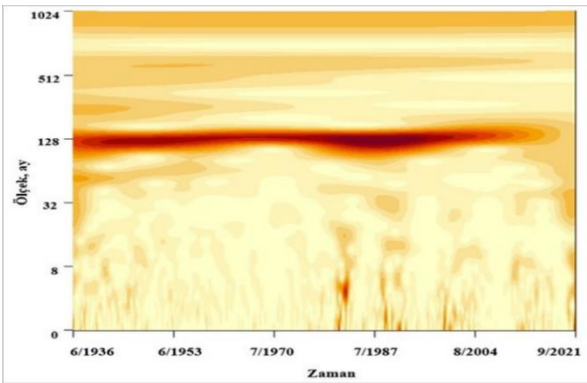
Şekil 7. Güneş leke sayılarının yıllık toplamlarının global dalgacık spektrumu



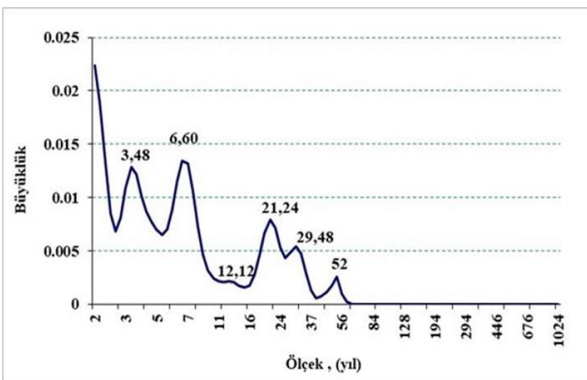
Şekil 4. Güneş leke sayılarının yıllık toplamlarının Sürekli dalgacık spektrumu



Şekil 8. Güneş leke sayılarının aylık toplamlarının global dalgacık spektrumu



Şekil 5. Güneş leke sayılarının aylık toplamlarının Sürekli dalgacık spektrumu.



Şekil 6. Türkiye orman yangınları yıllık toplamlarının global dalgacık spektrumu

İkinci büyük periyodik bileşen 576 aylık (48 yıl) döngüye sahiptir. 576 aylık (48 yıllık) periyodik bileşen Mayıs 1946 ayından Temmuz 1960'a kadar kuvvetlidir. Zaman süresinin en son kısmı olan Eylül 2014 ayından Eylül 2021'e kadar zayıf enerjiliyken kalan zaman sürede normal bir enerjili gözlenmektedir. Üçüncü büyük periyodik bileşen 256 aylık (21.33 yıllık) olup en kuvvetli olduğu zaman Haziran 1936'den Eylül 1945 arasındadır. 256 aylık periyodik bileşen Ekim 1945'ten Eylül 1950'e kadar daha zayıf, Ekim 1950'den Eylül 1964'e kadar zayıf bir yapıdadır. 64 aylık (5.33 yıl) periyodik bileşen Haziran 1936 ile Ocak 1939 tarihleri arasında kuvvetli, Şubat 1939 dan Mart 1943 tarihleri arasında daha az kuvvetli bir yapıda salınım göstermiştir. 6.24 aylık periyodik bileşen Haziran 1982 tarihinden Mart 1983 tarihlerinde oldukça kuvvetli ve yerel olarak tespit edilmiştir. Yine 12 aylık bileşenin izleri de SDD'de yersel olarak gözlenmiştir.

Orman yangın sayıları ile güneş leke sayılarının GDS'nin birbirine korelasyon ilişkisinin hiç olmadığı ($\rho=0,05$) tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında güneş leke sayısının 11 yıllık döngüsünün tespit edilmesi beklenen bir sonuç olup, birçok iklim çalışmasında bu periyot gözlemlenmiştir. [56, 57]. Ancak Türkiye orman yangın sayılarının periyodik davranışı güneş leke sayısı ile uyumlu bulunmamıştır.

3. Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda Türkiye orman yangın sayıları ve güneş leke sayılarının 1937 yılından 2020 yılı sonuna kadar olan

dönemde önemli periyodik bileşenleri ortaya çıkarılmıştır. SSD ve GDS Türkiye orman yangın sayılarının yıllık toplam verileri kullanılarak, güneş leke sayıları hem aylık toplam hem de yıllık toplam verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Türkiye yangın sayıları ve güneş leke sayılarının zaman serilerinin SDD ile GDS’unda farklı zaman ölçeklerinde (periyotlarda) değişik salınımlar gösterdiği anlaşılmıştır. Türkiye orman yangınları sayılarının baskın periyodikliği 6.60 yıl, güneş lekelerinin hâkim periyodu 10.67 yıl olarak bulunmuştur. Orman yangınlarının SDD’de bu baskın periyodik yapı 2000’li yıllardan sonra sürekli sayılabilecek kadar belirginken, güneş leke sayılarının SDD’de 10.67 yıllık periyot kesintisiz ve çok güçlü bir şekilde mevcuttur. Sonuç olarak çalışılan Türkiye orman yangın sayısı ile güneş leke sayıları arasında periyodik yapılarında bir benzerlik bulunamamıştır ancak orman yangınları doğal olduğu gibi doğal olmayan nedenlerle de meydana gelmektedir. Bu etkilerin ne kadar olduğu tam olarak bilinmemektedir bunun sonuçlara etkisi de düşünülmelidir.

Bu çalışmadaki her iki değişkenin aynı zaman dilimindeki periyodik spektrumları birbirlerinden çok farklı yapıda olduğu görülmüştür. Güneş lekelerinin en büyük enerjili döngü döneminde artan güneş radyasyonu verileri ile Türkiye’deki yanan toplam yangın alanlarını ile yangın sayıları arasında belirgin bir doğrusal ilişki olduğu bulunan çalışmanın [44] aksine bu çalışmada güneş lekelerinin baskın periyodik bileşenleri ile orman yangın sayılarının periyodik bileşenleri arasında bir ilişki bulunamamıştır. Bunun nedeninin OMG’nin orman yangın sayısı verilerinin özellikle ilk yarısının Türkiye’nin gerçek verilerini temsil etmediği düşünülmektedir. Özellikle güneş leke sayısının uzun yıllık periyodlarının olması güneş mekaniğinin kendine özgü büyük döngülerinin olmasına bağlanabilir. Dalgacık dönüşümü analizinin istatistiksel anlamlılık testleri ile geliştirilerek yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Yazar Katkısı

Biçimsel analiz - Taner M. Cengiz(TMC); Araştırma - TMC; Deneysel performans - TMC; Veri toplama - TMC; Veri işleme - TMC; Literatür taraması - TMC; Yazan - TMC; İnceleme ve düzenleme - TMC.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanması ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Teşekkür

Bu makalenin oluşmasında yardımcıları bulunan İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürü İkrâm Çelik ve Tekirdağ Orman İşletme Müdürlüğü memur Sezer Memiş’e teşekkür ederim.

Kaynaklar

- [1] Bilgili, E., (2020). Türkiye’de orman yangınlarına genel bir bakış. Yeşil Dünya, Orman Mühendisleri Odası, 57(1-2-3), 58-67.
- [2] Sevinc, V., Kucuk, O., & Goltas, M. (2020). A Bayesian network model for prediction and analysis of possible forest fire causes. *Forest Ecology and Management*, 457, 117723.

- [3] Barenklau K. E., (2001). *Agricultural Safety*. Florida, ABD Lewis Publisher, 120-130.
- [4] Küçük, Ö., & Sağlam, B. (2004). Orman yangınları ve hava halleri. *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 4(2), 220-231.
- [5] Cardil, A., Molina, D. M., Ramirez, J., & Vega-García, C. (2013). Trends in adverse weather patterns and large wildland fires in Aragón (NE Spain) from 1978 to 2010. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(5), 1393-1399.
- [6] OGM (2020). 2010-2019 Yılları Arasında Meydana Gelen Orman Yangınlarının Çıkış Sebeplerine Dağılımı. Orman Yangınları Değerlendirme Raporu, Orman Yangınlarıyla Mücadele Daire Başkanlığı, 48
- [7] OGM (2017). Orman Yangınları Değerlendirme Raporu, S 26.
- [8] Tatlı, H. & Türkeş, M., (2014). Climatological evaluation of Haines forest fire weather index over the Mediterranean Basin. *Meteorological Applications*, 21(3), 545-552.
- [9] Küçük, Ö., Bilgili, E., Durmaz, B. D., Sağlam, B., & Baysal, İ. (2009). Örtü yangınının tepe yangınına geçişinde etkili olan faktörler. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 9(2), 80-85.
- [10] Yavuz, M., Sağlam, B., Küçük, Ö., & Tüfekçiöğlü, A. (2018). Assessing forest fire behavior simulation using FlamMap software and remote sensing techniques in Western Black Sea Region, Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 18(2), 171-188.
- [11] Trouet, V., Taylor, A. H., Carleton, A. M., & Skinner, C. N. (2009). Interannual variations in fire weather, fire extent, and synoptic-scale circulation patterns in northern California and Oregon. *Theoretical and Applied Climatology*, 95(3-4), 349-360.
- [12] McCaw, L., Marchetti, P., Elliott, G., & Reader, G. (2007). Bushfire weather climatology of the Haines Index in southwestern Australia. *Australian Meteorological Magazine*, 56 (2).
- [13] Pausas, J. G. (2004). Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *Climatic change*, 63(3), 337-350.
- [14] Sivrikaya, F., Küçük, Ö. (2022). Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region, *Ecological Informatics*, 68, 101537,
- [15] Urbietta IR, Zavala G, Bedia J, Gutierrez JM, San Miguel-Ayanz J, Camia A, Keeley JE, & Moreno JM. (2015). Fire activity as a function of fire-weather seasonal severity and antecedent climate across spatial scales in southern Europe and Pacific western USA. *Environmental Research Letters*, 10(11), 114013.
- [16] Gomes J.F. & Radovanovic M., (2008). Solar activity as a possible cause of large forest fires-a case study: analysis of the Portuguese forest fires. *Science of the Total Environment*, 394(1), 197-205.

- [17] Parker, D. E., Jones, P. D., Folland, C. K., & Bevan, A. (1994). Interdecadal changes of surface temperature since the late nineteenth century. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 99(D7), 14373-14399.
- [18] Jones, P. D., New, M., Parker, D. E., Martin, S., & Rigor, I. G.: (1999). Surface Air Temperature and its Changes over the Past 150 Years, *Reviews of Geophysics* 37, 173–199.
- [19] Barnett, E. & Halverson, J., (2001). Local increases in coronary heart disease mortality among blacks & whites in the United States, 1985–1995. *American Journal of Public Health*: 91(9), 1499-1506.
- [20] Eddy, J. A. (1977). Climate and the changing sun. *Climatic Change*, 1(2), 173-190.
- [21] Haigh, J.D. (2007). The Sun and the Earth's Climate, *Living Reviews in Solar Physics*, 4, 1-64.
- [22] Scafetta, N. & West, B. J. (2008). Is climate sensitive to solar variability? *Physics Today*, 61(3), 50.
- [23] Scafetta, N., (2009). Empirical analysis of the contribution to global mean air surface temperature change. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 71,1918–1923.
- [24] Echer, M. S., Echer, E., Rigozo, N. R., Brum, C. G. M., Nordemann, D. J. R., & Gonzalez, W. D., (2012). On the relationship between global, hemispheric and latitudinal averaged air surface temperature (GISS time series) and solar activity. *Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics*, 74, 87-93.
- [25] Currie, R.G., (1974). Solar cycle signal in surface air temperature. *Journal of Geophysical Research*, 79, 5657–5660.
- [26] Herman, J.R. & Goldberg, R., (1978). A 'Sun, Weather, and Climate'. NASA, Washington, DC.
- [27] Haigh, J.D. (2007). The Sun and the Earth's Climate, *Living Reviews in Solar Physics*, 4, 1-64.
- [28] Echer, E., Gonzalez, W. D., Guarnieri, F. L., Dal Lago, A., & Vieira, L. E. A. (2005). Introduction to space weather. *Advances in Space Research*, 35(5), 855-865.
- [29] Echer, M. S., Echer, E., Rigozo, N. R., Brum, C. G. M., Nordemann, D. J. R., & Gonzalez, W. D., (2012). On the relationship between global, hemispheric and latitudinal averaged air surface temperature (GISS time series) and solar activity. *Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics*, 74, 87-93.
- [30] Syphard, A. D., Radeloff, V. C., Keeley, J. E., Hawbaker, T. J., Clayton, M. K., Stewart, S. I., & Hammer, R. B. (2007). Human influence on California fire regimes. *Ecological Applications*, 17(5), 1388-1402.
- [31] Ager, A. A., Preisler, H. K., Arca, B., Spano, D., & Salis, M. (2014). Wildfire risk estimation in the Mediterranean area. *Environmetrics*, 25(6), 384-396.
- [32] Zhang G., (1999). Predictions for maximum-value sunspot number-time and the end time of cycle 23. *Progress in Geophysics*, 14(S1), 99-103.
- [33] Frick, P., Galyagin, D., Hoyt, D. V., Nesme-Ribes, E., Schatten, K. H., Sokoloff, D., & Zakharov, V., (1997). Wavelet analysis of solar activity recorded by sunspot groups. *Astronomy and Astrophysics*, 328, 670-681.
- [34] Le, G. M. & Wang, J. L. (2003). Wavelet analysis of several important periodic properties in the relative sunspot numbers. *Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics*, 3(5), 391.
- [35] Lagerquist, R., Flannigan, M. D., Wang, X., & Marshall, G. A. (2017). Automated prediction of extreme fire weather from synoptic patterns in northern Alberta, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 47(9), 1175-1183.
- [36] Mhawe, M., Faour, G., Abdallah, C., & Adjizian-Gerard, J. (2016). Towards an establishment of a wildfire risk system in a Mediterranean country. *Ecological informatics*, 32, 167- 184.
- [37] Flannigan, M.D. & Wotton, B.M., (2001). Climate, weather and area burned in Forest fires, *Academic Press*, 351-373.
- [38] Baltacı, U. ve Yıldırım F. (2017). Orman yangınları açısından riskli yılların güneş leke döngüsüne bağlı olarak önceden tahmin edilebilmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 4(2), 133-142.
- [39] Mwanzia, D. (2021). A study of solar variability and its effects on Earth's Climate. Thesis, University of Nairobi.
- [40] Marov, M. Y. (2020). Radiation and space flights safety: an insight. *Acta Astronautica*, 176, 580-590.
- [41] Shuyang, W., & Guoyu, S. (1994). Study on relations between heavy-disaster-period of forest fire activity and sunspot activity, SSTA. *Journal of Northeast Forestry University*, 5(4), 27-32.
- [42] Polyansky, O. L., Zobov, N. F., Viti, S., Tennyson, J., Bernath, P. F., & Wallace, L. (1997). Water on the sun: line assignments based on variational calculations. *Science*, 277(5324), 346-348.
- [43] Wright, J. G. (1940). Sun spots and forest fires in New Brunswick. *The Forestry Chronicle*, 16(4), 233-238.
- [44] Herrera V.G., (2016). Mexican forest fires and their decadal variations. *Advances in Space Research*, V. 58 (1), 2104-2115.
- [45] Baltacı, U. ve Yıldırım F. (2017). Orman yangınları açısından riskli yılların güneş leke döngüsüne bağlı olarak önceden tahmin edilebilmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 4(2), 133-142.
- [46] OGM, 2021. Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporları. Ankara
- [47] Anonim, (2021). <https://www.bis.sidc.be/silso/datafiles>. Erişim Tarihi: 13.04.2021
- [48] Daubechies, I., (1990). The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Analysis. *IEEE Transactions on Information Theory*, 36 (5), 961-1005.
- [49] Grossmann, A., & Morlet, J. (1984). Decomposition of Hardy functions into square integrable wavelets of constant shape. *SIAM journal on mathematical analysis*, 15(4), 723-736.

- [50] Torrence, C., & Compo, G. P., (1998). A Practical Guide to Wavelet Analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(1), 61–78.org/10.1016/j.foreco.2019.117723.
- [51] Küçük, M. & Ağiralıoğlu, N., (2006). Wavelet regression technique for streamflow prediction. *Journal of applied statistics*, 33(9), 943-960.
- [52] Cohen, M.X. (2019). A better way to define and describe Morlet wavelets for time-frequency analysis. *NeuroImage*, 199, 81–86.
- [53] Arı, N, Özen S. ve Çolak Ö. H. (2008). Dalgacık Teorisi, Palme Yayıncılık, Ankara.
- [54] Partal, T. (2012). Wavelet analysis and multi-scale characteristics of the runoff and precipitation series of the Aegean region (Turkey). *International Journal of Climatology*, 32,108-120
- [55] Öner, İ.V., Yeşilyurt, M.K. ve Yılmaz, E.Ç. (2017). Wavelet analiz tekniği ve uygulama alanları. Ordu Üniversitesi. *Bilim Teknik Dergisi*, 7(1), 42-56.
- [56] Gray, L. J., Beer, J., Geller, M., Haigh, J. D., Lockwood, M., Matthes, K., ... & White, W. (2010). Solar influences on climate. *Reviews of Geophysics*, 48(4).
- [57] Cameron, R. H., & Schuessler, M. (2019). Solar activity: periodicities beyond 11 years are consistent with random forcing. *Astronomy & Astrophysics*, 625, A2