Antalya ilinde orman yangınlarının mekânsal istatistiksel yöntemler ile analizi

Spatial statistics analysis of forest fires in Antalya province

Kerime KARABACAK¹ , Rüya BAYAR² , Özlem TÜRKŞEN³

¹Ankara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Ankara, Türkiye

³Ankara Üniversitesi, İstatistik Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID: K.K.0000-0002-9679-855X; R.B. 0000-0003-3115-3707; Ö.T. 0000-0002-5592-1830

ÖZ

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları aracılığıyla mekânsal istatistiksel analizleri (Mekânsal Betimsel İstatistik, Mekânsal Nokta Örüntü Analizleri, Mekânsal Otokorelasyon Analizleri) yaparak Türkiye'nin en fazla orman varlığına sahip olan Antalya ili ormanlarındaki yangınları incelemek ve orman yangını risk bölgelerini oluşturarak, derecelendirmek amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda; nedeni, konumu, zamanı, yangın tipi gibi özniteliklere sahip 2013 senesine ait 321 ve 2018 senesine ait 242 yangın verisi CBS yazılımlarına aktarılmış, yangın çıkış noktalarının lokasyonlarına bağlı olarak Mekânsal İstatistik modülü aracılığıyla betimleyici istatistikler (merkezi eğilimin ölçülmesi, dağılımın ölçülmesi) hesaplanarak, mekânsal desen analizi (kuadrat analizi, en yakın komşuluk analizi) ve mekânsal otokorelasyon (global mekânsal otokorelasyon, yerel mekânsal otokorelasyon) yöntemleri ile veriler hem lokasyon hem özniteliklerine göre değerlendirilmiştir. Kuadrat analizi sonucu bir risk bölgesi elde edilmiştir. Mekânsal otokorelasyon sonuçlarına göre sıcaklık, bağıl nem ve rüzgâr hızının en yüksek kümelenme gösterdiği alanlar da ayrı bir risk bölgesi oluşturmuştur. Bu iki istatistiksel risk alanının çakıştırılması ile elde edilen sonuç; Antalya ilinde lokal olarak orman yangını riski taşıyan bölgeleri ortaya çıkarmıştır. Buna göre Antalya ili ormanlarının tamamı yangın riski altında olmakla birlikte sadece % 4'lük bir kesimi düşük risk altındayken %76'sı orman yangınları açısından yüksek risk taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mekânsal İstatistik, Orman Yangınları, Antalya.

ABSTRACT

In this study, it is aimed to examine the fires in the forests of Antalya province, which has Turkey's highest forest area, and to establish and grade the forest fire risk zones by using spatial statistics analysis of GIS softwares (spatial descriptive statistics, spatial point pattern analysis, spatial autocorrelation analysis). In accordance with this purpose; 321 forest fires in 2013 and 242 forest fires in 2018 fire data were transferred to the GIS software in which the characteristics such as the cause, location, time, type of fire were recorded. According to start point of the recorded forest fires locations, was used "Spatial Statistics Module" to examined descriptive statistics (measurement of the central tendency, measurement of distribution). Also spatial pattern analysis (kuadrat analysis, nearest neighbor analysis) and spatial autocorrelation (global spatial autocorrelation, local spatial autocorrelation) methods were used to evaluate the fires data according to both location and characteristics. As a result of the kuadrat analysis, a risk region was obtained. According to the results of spatial autocorrelation, the areas where temperature, relative humidity and wind speed showed the highest clustering also formed a separate risk zone. With the result of obtained by overlapping these two statistical risk areas was revealed areas of forest fire by locally risk in Antalya province. Accordingly, all forests of Antalya province are at risk of fire, but only 4% of them are at low risk, while 76% are at high risk for forest fires.

Keywords: Spatial Statistics, Forest Fires, Antalya.

Başvuru/Submitted: 10.03.2019 **Kabul/Accepted:** 08.05.2019

Sorumlu yazar/Corresponding author: Kerime KARABACAK / kkarabacak@ankara.edu.tr

Atıf/Citation: Karabacak, K., Bayar, R., Turksen, O., (2019). Antalya ili'nde orman yangınlarının mekânsal istatistiksel yöntemler ile analizi. B. Gonençgil, T. A. Ertek, I. Akova ve E. Elbasi (Ed.), 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book (s. 615- 630) içinde. İstanbul, Türkiye: İstanbul University Press.
https://doi.org/ 10.26650/PB/PS12.2019.002.060

1. GİRİŞ

Dünya karalar yüzölçümünün %30'unu örten orman alanları arazi örtüsü içerisinde önemli bir yere sahiptir. Doğal dengeyi sağlaması, hava kirliliğini önlemesi, su rejimini düzenlemesi, iklim yapısı üzerindeki etkisi, erozyonu önlemesi, orman ürünlerine olan talebi karşılaması gibi pek çok fayda sağlayan orman alanları, ülkelerin en önemli doğal zenginlikleri arasındadır ve Türkiye arazi örtüsünün de yaklaşık %28'ini bu alanlar meydana getirmektedir. Sebebi ne olursa olsun bu örtünün ortadan kalkması büyük ekonomik ve ekolojik problemleri beraberinde getirmektedir. Orman örtüsünü ortadan kaldıran en önemli faktörlerden biri yangınlardır ve hem dünyada hem de Türkiye'de beşeri faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan yangın sayısı, doğal faktörlere göre ortaya çıkan yangınlardan daha fazladır. Nitekim, yıldırım düşmesi gibi nedenlerle ortaya çıkan yangınların oranı sadece %1'dir (Küçükosmanoğlu, 1994, s.122). Bu durum aslında orman yangınlarının koruyucu ve önleyici tedbirlerle engellenebileceğinin bir göstergesidir. Dolayısıyla, orman yangını risk alanlarının tespiti, bu hassas alanlar için çok büyük bir önem arz etmektedir ve yangın riski yüksek olan alanların belirlenmesi ile bu riskler doğrultusunda tedbir alınması vahim sonuçların ortaya çıkmasını engelleyecektir. Yangınlarla ilgili alınan tedbirler, yangınlar öncesinde; yangınların tespit edilmesi, müdahale sistemlerinin ve risk haritalarının oluşturulması ile planlamanın yapılmasını kapsarken, yangın sonrası yapılan çalışmalar; yangının bölgeye verdiği zararlar ve yanan alanların ıslahı yönünde olmaktadır (Gayır ve Arslan, 2018, s.45). Bu çalışmanın da genel amacını yangın öncesinde alınacak tedbirlerden olan orman yangını risk alanlarının Antalya ili örneğinde belirlenmesi oluşturmaktadır.

Orman yangın risk alanlarının belirlenmesi üzerine yapılan akademik çalışmalarda genellikle iki yöntem kullanılmaktadır ve Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojilerinin bu yöntemlerle birlikte kullanılması, karar vericilerin hem daha doğru hem de kısa sürede sonuçlar almasını kolaylaştırmaktadır. Bu yöntemlerden ilki çok kriterli analiz yöntemidir. Bu yöntemde genel olarak orman yangınlarına neden olan faktörler incelenerek, olaya etki etme derecesine göre ağırlıklandırılır ve çakıştırılarak risk alanları oluşturulur. Karabulut ve arkadaşlarının Başkonuş Dağı'nda orman yangın riski taşıyan alanları belirlerken kullandıkları yöntem buna güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak bitki örtüsü, eğim, bakı, yola ve yerleşmelere mesafe kriterleri dikkate alınmış, etkili faktörlere ağırlık değerleri verilmiş ve her bir faktör için çok riskli, orta riskli ve yüksek riskli alanlar saptanmıştır (Karabulut, M., Karakoç, A., Gürbüz, M. ve Kızılelma, Y., 2013). Yine Asri ve diğerleri Antalya için (Asri, İ., Çorumluoğlu, Ö. ve Özdemir, E. 2015), Goleiji ve arkadaşları da İran için aynı yöntemi kullanarak orman yangını risk alanlarını belirlemişlerdir (Goleiji, E., Hosseini, S. M., Khorasani, N. ve Monavari, S. M., 2017).

Orman yangını risk belirlemede ikinci yöntem ise; Tobler'in ortaya koyduğu "her şey başka her şeyle ilişkilidir. Fakat yakın şeyler, uzak şeylere göre daha ilişkilidir. Sonuç olarak bir değışkene ait benzer değerler genellikle yakın konumlarda ortaya çıkar ve bu durum, mekânsal kümelenme meydana getirir (Anselin, 1992, s.1)." temel coğrafya yasasından hareketle doğan, mekânsal istatistik yöntemidir. Koordinatlara sahip mekânsal bilgi içeren problemler, mekânsal istatistiğin temel konusunu oluşturmaktadır. Bu istatistik aracılığıyla mekânsal dağılıma ilişkin betimleyici istatistik üretilirken yine dağılıma ilişkin hipotezler geliştirilerek bu hipotezleri test etmek mümkündür. Coğrafi verinin bilgisayar ortamında depolanması, düzenlenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi imkânı sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri de mekânsal istatistik modülü ile koordinatlı verilerin istatistiksel olarak mekânsal analizinde büyük rol oynamaktadır. Yangın risk alanlarının belirlenmesinde mekânsal istatistiklerden yararlanan araştırmacıların sayısı oldukça fazladır (Ahmad, F. ve Goparaju, L., 2017; Barreal, J. ve Loureiro, M. L., 2015; Preisler ve diğerleri, 2004; Prestemon vd., 2002). Bu araştırmacılar, Gayır ve Arslan Muğla Orman Bölge sınırları içerisindeki orman yangın verilerinin koordinatlarını ve özniteliklerini kullanarak, yangınların konumsal örüntü analizi ve kümelenme eğilimlerini araştırmıştır (Gayır ve Arslan, 2018). Yine Abdi ve diğerleri ile Vega Orozco ve arkadaşları yangınların değerlendirilmesinde mekânsal istatistik kullanılmışlardır (Abdi vd., 2015; Vega Orozco vd., 2010; Tuia vd., 2008). Feltman ve diğerleri Güney Karolina'da meydana gelen orman yangınlarını mekânsal istatistik yöntemi ile inceleyerek, yangın çıkma riski yüksek olan alanları belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları aracılığıyla, mekânsal istatistiksel yöntemler kullanarak Türkiye'nin en fazla orman varlığına sahip olan Antalya ili orman yangınları incelenerek ilde orman yangınının yüksek, orta ve düşük risk bölgeleri tespit edilmiştir.

1.1. VERİ ve YÖNTEM

Antalya ili orman yangınlarının mekânsal istatistikle belirlenmesi isimli bu çalışmanın temel verisini Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Orman Genel Müdürlüğü'nden alınan, Antalya ili 2013 ve 2018 yılı Orman Yangını verileri oluşturmaktadır. 2013 yılına ait 321; 2018 yılına ait 242 yangın verisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarına aktarılmış ve düzenlenmiştir. Ayrıca, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan günlük sıcaklık, nisbi nem, yağış ve rüzgar hızı verileri yangın verileri ile ilişkilendirilerek yangın çıkış noktalarının lokasyonlarına bağlı olarak “Geoistatistik Analiz” modülü aracılığıyla betimleyici istatistikleri (merkezi eğilimin ölçülmesi, dağılımın ölçülmesi) yapılmış, mekânsal desen analizi (kuadrat analizi, en yakın komşuluk analizi) ve mekânsal otokorelasyon (global mekânsal otokorelasyon, yerel otokorelasyon) teknikleri ile veriler hem lokasyon hem özniteliklerine göre değerlendirilmiş ve yangın çıkma olasılığı yüksek olan bölgeler belirlenmiştir. Bu bağlamda orman yangınlarının merkezi eğilimin ve dağılımın ölçülmesinde aşağıda açıkları verilen formüller aracılığıyla Ortalama Merkez, Ortanca Merkez ve Orta Feature hesaplanmış, Standart Mesafe ve Standart Sapma Elipsleri oluşturulmuştur (Türkşen, 2019).

Ortalama Merkez (Mean Center) için;

$$(\bar{X}_{MC}, \bar{Y}_{MC}) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \right)$$

formülü uygulanmıştır. X_i ve $Y_i = 1, 2, \dots, n$ yangın noktalarının koordinatlarıdır, i ve n yangın sayısını ifade etmektedir.

Ortanca Merkez (Median Center) için;

$$d_i^t = \sqrt{(X_i - X^t)^2 + (Y_i - Y^t)^2}$$

formülü uygulanmıştır. Her (t) adımımda, bir aday Median Center (X^t, Y^t) bulunur ve daha sonra veri setindeki Öklit mesafesi d 'yi tüm özelliklere (veya tüm ağırlıklı özelliklere) (i) en aza indiren yeri temsil edene kadar tekrar edilir.

Orta Feature; en merkezi konumdaki yangın verisini ifade etmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla öklit mesafesi dikkate alınarak hesaplatılmıştır.

Dağılımın ölçülmesinde Standart Mesafe (Standard Distance) için;

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

formülü uygulanmıştır. Burada x_i ve y_i her i yangını için belirlenen koordinatlarıdır yangın noktaları koordinatlarının orta merkezini gösterir ve n toplam yangın sayısına eşittir.

Standart Sapma Elipsi (Standard Deviation Ellipse) için;

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$
$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

formülü uygulanmıştır. Burada da x_i ve y_i her i yangın noktası için belirlenen koordinatlarıdır. $\{\bar{X}, \bar{Y}\}$ yangın noktalarının orta merkezini gösterir ve n toplam yangın sayısına eşittir. Bu formülde rotasyon açısı şu formülle hesaplanmaktadır:

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{A+B}{C} \\ A &= \left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2 \right) \\ B &= \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2 \right)^2 + 4 \left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i \right)^2} \\ C &= 2 \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i\end{aligned}$$

Ardından aşağıdaki formül ile x ve y aksisleri için standart sapma hesaplanarak elips çizdirilir;

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \cos \theta - \tilde{y}_i \sin \theta)^2}{n}} \\ \sigma_y &= \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \sin \theta + \tilde{y}_i \cos \theta)^2}{n}}\end{aligned}$$

Bu çalışmada verinin mekânsal desenini analiz etmek için “En Yakın Komşuluk Analizi” ve “Kuadrat Analizi” yöntemleri kullanılmıştır. En Yakın Komşuluk Analizi (Average Nearest Neighbor) için; her yangın noktasından en yakın komşusuna olan ortalama mesafeye bağlı olarak en yakın komşu endeksi şu formülle hesaplanır:

$$ANN = \frac{\bar{D}_O}{\bar{D}_E}$$

Burada $\bar{D}_O$ her yangın noktası arasında gözlenen ortalama mesafeyi $\bar{D}_E$ her yangın noktası arasında beklenen mesafeyi ifade eder ve şu şekilde hesaplanırlar.

$$\bar{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad \bar{D}_E = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}}$$

$$z = \frac{\bar{D}_O - \bar{D}_E}{SE}$$

$$SE = \frac{0.26136}{\sqrt{n^2/A}}$$

Bu formülde yer alan d_i ; i yangın noktasının en yakın komşu yangın ile arasındaki mesafeyi n; toplam yangın sayısını A; tüm yangınların etrafını çevreleyen en küçük dikdörtgenin alanını veya kullanıcı tarafından belirlenen alan değerini ifade etmektedir.

Birim alana düşen yangın frekansını belirlemek için ise Kuadrat Analiz (Quadrat Analysis) uygulaması yapılmıştır. Bunun için CBS yazılımı aracılığıyla çalışma alanına göre fishnet oluşturulmuş ve her bir kuadrata düşen yangın frekansı belirlenmiştir.

Mekansal Otokorelasyon Analizlerinde öncelikle global mekânsal otokorelasyon tekniği olarak Moran I yöntemi kullanılmıştır. Sıcaklık, nem, rüzgar hızı ve yanan alan miktarları öznitelikleri dikkate alınarak ayrı ayrı Moran I indeksi, beklenen indeks, varyans, z skoru ve p değeri hesaplanmıştır. Bunlarla ilintili olarak, yangın verilerinin rastgele, tekdüze ya da kümelenme özelliklerinden hangisini gösterdiği ortaya konulmuştur. Aynı zamanda yokluk hipotezi de test edilmiştir. Moran I ile elde edilen sonuçların bölgesel olarak anlamlı bir mekânsal kümelenme veya ayrışma gösterip göstermediğini belirlemek için Yerel otokorelasyon (Anselin Yerel Moran I) uygulanmıştır. Böylece bir yangın noktasının etrafında benzer değerlere sahip olanların mekânsal kümelenmesi tespit edilmiştir. Yüksek gözlem değerlerinin yerel kümelenmesi veya düşük gözlem değerlerinin yerel kümelenmesi ile sıcak ve soğuk noktalar tespit edilirken kümelenme olmayan bölgeler de tanımlanmıştır (Fisher ve Wangi, 2011:26).

Çalışma alanı olarak, Türkiye'nin en fazla orman varlığına sahip ili olan Antalya seçilmiştir (Şekil 1). Toros Dağlarının genelde güneye bakan yamaçlarında yaklaşık 640 km. boyunca dağılış gösteren 35-40 km., yer yer 50 km. genişleyen Antalya ili ormanları (1.146.062 ha.), Türkiye ormanlarının yaklaşık %5'inden fazlasını oluşturmakta ve il bazında değerlendirildiğinde, orman varlığı bakımından ilk sırada yer almaktadır (OGM). İl yüzölçümünün % 56'sını kaplayan bu alanların %65'ini kızılçam, %16'sının sedir, %8'ini karaçam, %5'ini göknar, %4'ünü ardıç ve %2'sini diğer yapraklı türler oluşturmaktadır. Orman üst sınırının 2100 m.'lere ulaştığı ilde, 500-600 m.'lere kadar maki formasyonu hâkimken bu metrelerden sonra kızılçam ve meşe ormanları görülmekte, bu türler yerini 1200 m.lerden sonra çeşitli ardıç türleri, sedir, köknar ve sarıçam ormanlarına bırakmaktadır.

2. BULGULAR

Antalya ilinde 2013 ve 2018 yıllarında gerçekleşen toplam 563 yangında 1.905 hektar orman alanı ortadan kalkmıştır. Yangınların ortaya çıkmasında pek çok meteorolojik ve topografik unsur etkili olmaktadır (Neyişçi ve ark., 1999; akt. Duran, 2014, s.43). Çalışma alanında yükselti ile yangınlar arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 1, Şekil 3). Genel olarak yükselti arttıkça meydana gelen yangın sayısı azalmıştır. 2013 ve 2018 yıllarında meydana gelen yangınların yaklaşık yarısı 0-250m yükselti basamağında yer almaktadır (Şekil 2). 2013 yılında 0-250m aralığında 147; 250,1-500m aralığında 58; 500,1-1000m aralığında 61 yangın çıkmıştır. 1000m ve üzerinde ise 51 yangın meydana gelmiştir (Tablo 1). 2013 yılındaki yangınların %64'ü özellikle kıyı ovalarından oluşan 0-500m yükselti aralığında toplanmıştır.

Şekil 2: Orman yangınlarının yükselti basamaklarına göre dağılımı.

2018 yılında görülen yangınlarda da benzer bir durum söz konusudur. 242 yangının 121'i yani yarısı 0-250m yükselti basamağındadır (Şekil 3). 250,1-500m aralığında 52; 500,1-1000m aralığında 35 yangın saptanmıştır. Gerek 2013 gerekse 2018 yılında yangınlarda özellikle 0-500m yükselti basamağında bir kümelenme olduğu görülmektedir. Her iki yıl birlikte ele alındığında yangınların %68'inin bu basamakta yer alması dikkat çekicidir (Şekil 4).

Şekil 3: Orman Yangınlarının yükselti basamaklarına göre dağılımı

Şekil 4: Yangınların yükselti basamaklarına göre oransal dağılımı

0-500m yükselti basamağı aynı zamanda yerleşmelerin ve beşeri faaliyetlerin de yaygın olduğu kuşaktır. Orman örtüsünün yoğun olduğu bu sahada Antalya şehrini diğer yerleşmelere bağlayan önemli yollar da orman alanlarının içinden geçmektedir. Dolayısıyla yangınların bu kuşakta kümelenmesinde bu durumun etkileri söz konusudur.

Orman yangınlarının meydana gelmesinde ve yayılmasında etkili bir diğer unsur bakıdır. Türkiye gibi Kuzey Yarım Küre'de yer alan orta kuşak ülkelerinde topografyanın etkisi ile ortaya çıkan bakı etkisi güney yamaçlarda hissedilmektedir. Bakının güneşlenme süresi ve nem koşulları üzerinde etkili oluşu yangın risk analizlerinde dikkate alınması gereken unsurlar arasında ele alınmaktadır (Karabulut ve ark., 2013, s.175).

Şekil 5: Orman yangınlarının bakı durumuna göre dağılımı.

Araştırma alanında yangınların dağılımında bakı etkisi hissedilmektedir (Şekil 5). 2013 yılında 150, 2018 yılında 118 yangın güney ve güney sektörlü yamaçlarda ortaya çıkmıştır (Tablo 1). Yangınların neredeyse yarısı bakı etkisinin görüldüğü güney yamaçlarda gerçekleşmiştir.

Tablo 1. Orman yangınlarının bakı faktörüne göre dağılımı

Yangın Sayıları	Güney-Güney Sektörlü Yamaçlarda	Oranı (%)	Diğer Yönlerdeki Yamaçlarda	Oranı (%)
2013 Orman Yangınları	150	46.73	171	53.27
2018 Orman Yangınları	118	48.76	124	51.24
Toplam Yangınlar	268	47.60	295	52.40

Yangınlar genel hatlarıyla kıyı kuşağında bilhassa Antalya Körfezi'nin batı ve doğu kesimindeki ilçelerde yaygın olarak görülmektedir (Şekil 6). 2013 yılında 53 yangınla en fazla yangın Alanya ve Manavgat ilçelerindedir. Bu iki ilçeyi sırasıyla Kaş, Akseki, Merkez ilçeleri¹ izlerken; en az yangın Elmalı (1), Kale (1) ve Korkuteli (6) ilçelerinde gerçekleşmiştir (Şekil 7).

Şekil 6: Orman yangınlarının ilçelere göre dağılımı

¹ Antalya il merkezi konumundaki Antalya şehrini oluşturan merkez ilçeler Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı ve Muratpaşa olmak üzere 5'e ayrılmaktadır. Ancak Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınan orman yangın verilerinde Aksu, Kepez ve Muratpaşa ilçeleri Merkez ilçe olarak ele alınmıştır. Çalışmada Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınan veri setine bağlı kalınmıştır, Merkez ilçe olarak Aksu, Kepez ve Muratpaşa ilçeleri ifade edilmektedir.

2018 yılında yangınların yaklaşık %32'si Manavgat ilçesinde görülmüştür. Elmalı ilçesinde söz konusu yılda hiç yangın görülmezken, Kale (3) ve Korkuteli (5) ilçeleri yangının az görüldüğü ilçeler arasındadır (Şekil 7).

Şekil 7: İlçelere göre yangın sayıları

Antalya ili yazları sıcak ve kurak geçen Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Sıcaklığın ve buharlaşma şiddetinin artışıyla, kuraklığın güçlü derecede hissedildiği yaz ayları yangın riskinin en yüksek olduğu mevsime karşılık gelmektedir. Yangınların neredeyse yarıya yakını yaz mevsiminde meydana gelirken, yine sıcaklık ve kuraklığın yüksek olduğu sonbahar mevsimi yangınların önemli oranda yoğunlaştığı bir diğer mevsimdir (Şekil 8). Kış mevsimi ise her iki yılda da yangının en az görüldüğü mevsim olmuştur.

Şekil 8: Mevsimlere göre yangın sayıları

Orman yangınlarının ortaya çıkış nedenlerinin bilinmesi yangın risk alanlarının ve alınacak önlemlerin belirlenebilmesi açısından son derece önemlidir. Ne var ki her iki yılda da yangınların önemli bir kısmının nedeni saptanamamıştır (Tablo 2). 285 sayılı “Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları” tebliğine göre yangın çıkış nedenleri 4 ana başlık altında toplanmıştır (OGM, 1995). Orman Genel Müdürlüğü’nden alınan Antalya orman yangınları veri setinde ise yangınlar 14 farklı başlıkta ele alınmış, sonrasında ise 5 farklı ana başlık altında toplanmıştır. Yıldırım doğal yangın nedeni olarak karşımıza çıkarken, kasıt, ihmal ve dikkatsizlik, kaza ile meçhul beşeri nedenleri meydana getirmektedir. Dolayısıyla doğal nedenlere bağlı olarak çıkan yangınlarının payının son derece düşük olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 2).

Tablo 2: Yangınların Nedenlerine Göre Dağılımı

Yangın Nedeni	2013 Yılı Yangın		2018 Yılı Yangın		Toplam Yangın	
	Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)
Yıldırım	11	3.43	32	13.22	43	7.64
İhmal Dikkatsizlik	55	17.13	34	14.05	89	15.81
Kasıt	28	8.72	38	15.70	66	11.72
Kaza	18	5.61	15	6.20	33	5.86
Meçhul	209	65.11	123	50.83	332	58.97
Toplam	321	100	242	100	563	100

Yangınların daha yüksek olduğu 2013 yılında yangınların %65'inin nedeni belirlenememiştir. Yıldırımlara bağlı ortaya çıkan yangınlar ise sadece %3'tür. Anız, Avcılık, Çoban Ateşi, Sigara, Piknik Ateşi, Tarla Temizliği, Çöplük gibi alt başlıkları içeren ihmal ve dikkatsizlik kategorisi %17 ile ikinci sırada yer almaktadır. Bu başlıkta yer alan yangınlar genel olarak kıyı kuşağında dağılım göstermektedir (Şekil 9).

2018 yılında ise o yıl yaşanan iklim olaylarından dolayı yıldırıma bağlı olarak ortaya çıkan yangınlarda önemli oranda artış görüldüğü dikkat çekmektedir (Tablo 2, Şekil 10). Araştırma alanında her iki yılda görülen yangınlar içerisinde yıldırıma bağlı ortaya çıkan yangınların yaklaşık %75'i 2018 yılında görülmüştür. 2018 yılında dikkati çeken diğer bir husus ihmal-dikkatsizlik ve kasıta bağlı yangınların özellikle Manavgat ilçesinde kümelenmiş olmasıdır. Bu durum akıllara orman alanlarının turizm alanına dönüştürülebilmesi amacıyla orman yangınlarının meydana gelmesini getirmektedir.

Şekil 9: Çıkış nedenlerine göre yangınların dağılımı (2013)

Şekil 10: Çıkış nedenlerine göre yangınların dağılımı (2018)

2.2. ANTALYA İLİ ORMAN YANGINLARINDA MERKEZİ EĞİLİMİN VE DAĞILIMIN ÖLÇÜLMESİ

Merkezi eğilim ölçüleri, belli bir özelliğe ya da değişkene ilişkin ölçme sonuçlarının, hangi değer etrafında toplandığını gösteren ve veri grubunu özetleyen ölçülerdir (Şen, 2018, s.3). Bu ölçülerden coğrafi verinin ağırlık merkezini ifade etmek üzere Ortalama Merkez (Mean Center), diğer tüm yangın merkezlerine olan uzaklıklar toplamının minimum olduğu noktayı belirleyen Ortanca Merkez (Median Center) ve yine mesafeye bağlı olarak en ortadaki yangın merkezini bulmayı ifade eden Orta Feature (Center Feature) yöntemleri dikkate alınmıştır. Bu merkezlerin hesaplanması aracılığıyla, yangınların yıllara göre dağılımında meydana gelen değişimi ve yangın yoğunluk merkezlerindeki farklılaşmaları belirlemek mümkündür.

2013, 2018 ve bu iki yılda çıkan tüm değerler dikkate alındığında her üç merkezin de veri sayısı ile ilintili olarak farklılık gösterdiği ama genel olarak aynı bölge içerisinde (Serik İlçesi kıyı kesiminde) toplandığı görülmektedir. Yıllar itibarıyla değerlendirildiğinde Merkezlerin 2013'den 2018'e gelindiğinde batıya kaydığı gözlenmektedir (Şekil 11).

Şekil 11: Yangınların Ortalama, Ortanca ve Orta Feature Merkezleri

Tablo 3: Yangınların Ortalama, Ortanca ve Orta Feature Merkezleri

Yıllar	2013 (x , y)	2018 (x , y)	(2013+2018) (x , y)
Ortalama Merkez (Mean Center)	(31.12; 36.74)	(31.02; 36.81)	(31.07; 36.77)
Ortanca Merkez (Median Center)	(31.11; 36.86)	(31.02; 36.92)	(31.07; 36.89)
Orta Feature (Center Feature)	(31.25; 36.93)	(30.96; 36.93)	(31.12; 36.90)

Bir dağılımda ölçümler arasında gözlenen farklılık ve değişikliğe “değişim”, veriler arasındaki değişimden kaynaklanan farklılıkların istatistiksel ölçülerine de “değişim ölçüleri” denir (Şen, 2018, s.37). Orman yangını verilerinin mekânsal dağılımının ortalama merkezden ne kadar uzaklaştığını ve mekânsal olarak normal dağılım gösterip göstermediğinin test edebilmesi için standart mesafe daireleri ve verinin değişim yönün belirlenmesi için ise standart sapma elipsleri oluşturulmuştur. Bu mesafelerin hesaplanması aynı zamanda Antalya ilinde görülen orman yangınlarının dengeli dağılıp dağılmadığı belirlenirken, yangınların farklı dönemlerdeki dağılımları karşılaştırılabilir ve aynı dönemde meydana gelen her bir orman yangınına birbiriyle karşılaştırmayı da mümkün kılar. Normal bir dağılım için; verilerin % 68’nin birinci standart mesafe dairesi içerisinde, %95’nin ikinci standart mesafe dairesi içerisinde ve %99.7’sinin üçüncü standart mesafe dairesi içerisinde yer alması gerekmektedir. Bu eşik değerler dikkate alındığında; 2013, 2018 ve her iki yılın ortak değerlendirmesinde verilerin doğu batı doğrultusunda uzandığı, sadece 2018 yılı verilerinin mekânsal olarak normal dağılıma sahip olduğu ve yıllar arasındaki farklılıklar incelendiğinde, Antalya ili yangınlarının lokasyon açısından çok büyük bir değişim göstermediği dikkati çekmektedir (Şekil 12, 13; Tablo 3, 4).

Şekil 12: 2013 yılı standart mesafe ve standart sapma elipsine göre yangın verilerinin değişim ölçüleri

Şekil 13: 2013 yılı standart mesafe ve standart sapma elipsine göre yangın verilerinin değişim ölçüleri

Tablo 4. Standart mesafe ve standart sapma elipsine göre yangın verilerinin değişim ölçüleri (2013-2018)

	Yangın Sayısı (2013)	% (2013)	Yangın Sayısı (2018)	% (2018)
1. Standart Sapma Elipsi İçerisinde Kalan Veri Sayısı	180	56.07	160	66.12
1. Standart Mesafe Dairesi İçerisinde Kalan Veri Sayısı	200	62.31	168	69.42
2. Standart Sapma Elipsi İçerisinde Kalan Veri Sayısı	321	100	233	96.28
2. Standart Mesafe Dairesi İçerisinde Kalan Veri Sayısı	313	97.51	234	96.69
3. Standart Sapma Elipsi İçerisinde Kalan Veri Sayısı	321	100	242	100
3. Standart Mesafe Dairesi İçerisinde Kalan Veri Sayısı	321	100	242	100

2.3. ANTALYA İLİ ORMAN YANGINLARINDA MEKÂNSAL DESEN ANALİZLERİ

2.3.1. En Yakın Komşuluk Analizi

Orman yangını verilerinin sınıflandırılmasında kullanılan en önemli yöntemlerden biri en yakın komşuluk analizidir. Orman yangını verilerinin lokasyonlarına bağlı olarak kümelenme, rastgele ya da tek düze bir eğilim gösterip göstermediği bu yöntem aracılığıyla belirlenebilir. Antalya ili orman yangını verileri en yakın komşuluk analizi ile incelendiğinde, 2013, 2018 ve her iki yılın toplamında da kümelenme özelliği gösterdiği görülmüştür ve aşağıdaki değerlere ulaşılmıştır (Şekil 14). İlde orman yangınlarına yol açan ve dağılımı etkileyen coğrafi faktörler dikkate alındığında yangın verilerinin kümelenmesi beklenen bir durumdur.

Şekil 14: Antalya ili orman yangınlarının en yakın komşuluk analizine göre değerlendirilmesi

2.3.2. Kuadrat Analizi

Kuadrat Analiz yangın verilerinin sıklığı baz alınarak mekandaki dağılımını ortaya koymaktadır. 2013 ve 2018 yılında çıkan orman yangınları ortak olarak değerlendirildiğinde yangın sayılarının Manavgat, Serik ve Antalya Merkez ilçelerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 15). Buradan elde edilen sonuç da yangınların yerleşme merkezlerine ve yollara yakın yaklaşık 0-500 m. yükselti basamağında yoğunlaştığı görüşünü desteklemektedir.

Şekil 15: Antalya ili orman yangınlarının kuadrat analizine göre değerlendirilmesi

2.4. ANTALYA İLİ ORMAN YANGINLARINDA MEKÂNSAL OTOKORELASYON (MORAN I VE ANSELİN YEREL MORAN I)

Mekânsal Otokorelasyon Analizleri; orman yangını verilerinin mesafeye bağlı olarak benzer özellikler gösterip göstermemeleri ya da konumun etkisini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Bu alanda orman yangınlarının çıkışını ve yayılışını kuvvetlendiren sıcaklık, nem ve rüzgâr hızı miktarına göre mekânsal otokorelasyon incelendiğinde Antalya ilinde tüm özniteliklerde kümelenme özelliği gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 16, 17, 18).

Şekil 19: Kuadrat Analizi ile belirlenen Antalya ili yangın risk alanları

Şekil 20: Antalya ili orman yangını risk alanları

Antalya ili ormanları; iklim, yeryüzü şekilleri gibi fiziki coğrafya özellikleri ve burada yer alan doğal bitki örtüsü türlerinin kolay tutuşabilme özelliği ile orman yangınları için uygun zemine sahiptir. Risk bölgelerinin harita üzerindeki dağılımına bakıldığında, özellikle 0-500 m. yükselti basamağında, yerleşim alanları ve yollara yakın, özellikle turizmin geliştiği alanlarda yoğunlaştığı gözlenmiştir. İlde orman yangınlarının yüksek oranda beşeri faktörlere bağlı olarak çıkması, gerekli tedbirlerin özellikle belirlenen risk alanlarında arttırılmasını zorunlu kılmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdi, O., Kamkar, B., Shirvani, Z., Teixeira da Silva, J. A. & Buchroithner, M. F. (2015). Spatial-statistical analysis of factors determining forest fires: a case study from Golestan, Northeast Iran. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 9(1), 267-280.
- Ahmad, F. & Goparaju, L. (2017). Geospatial Assessment of Forest Fires in Jharkhand (India). *Indian Journal of Science and Technology*, 10(21), 1-7.
- Anselin, L. (1992). Spatial data analysis with GIS: an introduction to application in the social sciences, *National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara, Technical Report*, 92(10) (www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/92/9210.PDF, 12.06.2019).
- Asri, İ., Çorumluoğlu, Ö. ve Özdemir, E. (2015). CBS destekli orman yangını risk dağılım analizi: Antalya örneği. *15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara: 25-28 Mart.
- Barreal, J. ve Loureiro, M. L. (2015). Modelling spatial patterns and temporal trends of wildfires in Galicia (NW Spain). *Forest Systems*, 24(2), 1-18.
- Duran, C. (2014). Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013). *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 2014/1, A, 1:1, 38-49.
- Feltman, J. A., Straka, T. J., Post, C. J. & Sperry, S. L. (2012). Geospatial analysis application to forecast wildfire occurrences in South Carolina. *Forests*, 3, 265-282.
- Fischer, M. M. & Wang, J. (2011). *Spatial Data Analysis: Models, Methods and Techniques*. Springer Science & Business Media.
- Gayır, B ve Arslan, O. (2018). Orman yangınlarının CBS tabanlı konumsal istatistik analizi: 2011-2015 yılları arasında Muğla orman bölge sınırları içerisinde çıkan yangınlar. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 46-62.
- Goleiji, E., Hosseini, S. M., Khorasani, N. & Monavari, S. M. (2017). Forest fire risk assessment-an integrated approach based on multicriteria evaluation. *Environ Monit Assess*, 189(612), 1-9.
- Karabulut, M., Karakoç, A., Gürbüz, M. ve Kızılelma, Y. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanarak Başkonuş Dağı'nda (Kahramanmaraş) orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(24), 171-179.
- Küçükosmanoğlu, A. (1994). Ülkemizde orman yangınları ve yangın sezonları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 44(1-2), 121-128.
- Neyişçi T., Ayaşlıgil, Y. ve Sönmezşık, S. (1999). *Yangına dirençli orman kurma ilkeleri*. Tübitak-Togtag-1342, TMMOB Orman Müh. Odası Yayın No: 21. Ankara.
- Orman Genel Müdürlüğü (1995). *Orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde uygulama esasları*. Orman Bakanlığı, OGM Yayınları Tebliğ No:285, Tasnif No: IV- 1427, Ankara.
- OGM, İllere göre orman varlığı (www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Illere-Gore-Orman-Varligi.aspx: 10.07.2019)
- Preisler, H. K., Brillinger, D. R., Burgan, R. E. & Benoit, J. W. (2004). Probability based models for estimation of wildfire risk. *International Journal of Wildland Fire*, 13(2), 133-142.
- Prestemon, J. P., Pye, J. M., Butry, D. T., Holmes, T. P. & Mercer, D. E. (2002). Understanding broadscale wildfire risks in a humandominated landscape. *Forest Science*, 48(4), 685-693.
- Şen, S. (2018). Betimleyici İstatistikler. (https://sedatsen.files.wordpress.com/2018/12/2.SUNUM_-1.pdf, 16.07.2019)
- Tuia, D., Ratle, F., Lasaponara, R., Telesca, L. & Kanevski, M. (2008). Scan statistics analysis of forest fire clusters. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 13, 1689-1694.
- Türkşen, Ö. (2019). An application of spatial statistics: Spatial analysis of simulated fault plane geodetic points. *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi*, 21(1), 81-93.
- Vega Orozco, C. D., Kanevski, M., Tonini, M. & Conedera, M. (2010). Geostatistical analysis of spatio-temporal forest fire data. *Geophysical Research Abstracts*, 12, EGU2010-3235.