

BALIKESİR İLİ ORMAN YANGINI RİSK ALANLARININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Eren Can SEYREK¹, Mustafa Mutlu UYSAL², Murat UYSAL³

¹Arş.Grv., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü,03200, Merkez, Afyonkarahisar, ecseyrek@aku.edu.tr

²Yük. Müh., Orman Genel Müdürlüğü, Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü,10010, Karesi, Balıkesir, mustafamutluuysal@gmail.com

³Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi,Uzaktan Algılama ve CBS Uyg. ve Araş. Merkezi, 03200, Merkez, Afyonkarahisar, muysal@aku.edu.tr

ÖZET

Orman yangını, doğal süreçler veya antropojenik faaliyetler sonucu ortaya çıkan ekolojik bir felaket olarak tanımlanıp, çevresel bozulmaya ve orman yapısının parçalanmasına neden olmaktadır. Orman yangını sıklığını en aza indirmek, hasarları önlemek, yangına neden olabilecek sorunlara yönelik öngörü sağlamak ve çözüm yöntemlerine ilişkin karar mekanizması oluşturmak için kullanılabilir bir yangın risk bölgesi haritasının üretilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Orman yangınları ile mücadelenin en önemli aşaması ise risk yönetimi aşaması olup, özellikle mekânsal veri analizlerini içine alan bir coğrafi bilgi sistemleri (CBS) desteğine sahip olması bu tip geniş alanlara yayılan kaynakların yönetiminin sürdürülebilir kılınması açısından önemlidir. Çalışma bölgesi olarak seçilen Balıkesir ili son yıllarda artan orman yangınları nedeniyle tehdit altında olduğu için bölgenin yangın riskinin belirlenmesi gereklidir. Bu çalışmada CBS ortamında çeşitli kriterleri değerlendirerek Balıkesir ili için orman yangını risk haritası oluşturulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda literatürde sıklıkla kullanılan yükseklik, eğim, baki, meşcere türü, yola olan mesafe ve yerleşim yerlerine olan mesafe kriterleri değerlendirilmiştir. İlgili kriterlerin elde edilmesi veya hesaplanması için Orman Genel Müdürlüğü, ASTER Global DEM, Open Street Map ve CORINE Land Cover verileri kullanılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucu elde edilen orman yangını risk haritasına göre alanın %22,19'u çok yüksek riskli, %34,15'i riskli, %27,75'i orta riskli, %12,54'i düşük riskli ve %3,37'i çok düşük riskli olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların daha önce çıkan orman yangını noktalarıyla yüksek korelasyon gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: orman yangını yönetimi, yangın risk haritası, coğrafi bilgi sistemleri, Balıkesir ili

ABSTRACT

DETERMINATION OF FOREST FIRE RISK AREAS IN BALIKESIR PROVINCE USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Forest fires defined as ecological disasters resulting from natural processes or anthropogenic activities, lead to environmental degradation and the fragmentation of forest structures. Creating a forest fire risk map, which can be used to minimize wildfire frequency, prevent damages, provide foresight for potential fire-causing issues, and establish a decision-making mechanism for solution methods, is of great importance. The most crucial stage in combating wildfires is risk management, which significantly benefits from the support of geographic information systems (GIS) that include spatial data analyses, ensuring sustainable management of resources spread across large areas. The province of Balıkesir, selected as the study area, is under threat due to the increasing wildfires in the region in recent years, necessitating the determination of the wildfire risk of the region. This study aims to create a wildfire risk map for Balıkesir province by evaluating various criteria within the GIS environment. Accordingly, frequently used criteria in the literature, such as elevation, slope, aspect, forest type, distance to roads, and distance to settlements, were assessed. Data from the General Directorate of Forestry, ASTER Global DEM, Open Street Map, and CORINE Land Cover were utilized for obtaining or calculating the relevant criteria. Based on the analyses conducted, the wildfire risk map indicates that 22.19% of the area is at very high risk, 34.15% is at high risk, 27.75% is at moderate risk, 12.54% is at low risk, and 3.37% is at very low risk. The results obtained have shown a high correlation with previously recorded wildfire occurrences.

Keywords: forest fire management, fire risk map, geographic information systems, Balıkesir province

1. GİRİŞ

Ormanlar doğal dengenin korunması ve canlıların yaşamını sürdürebilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Orman yangınları, doğa olayları (örneğin, yıldırım düşmesi) ve antropojenik faaliyetler (dikkatsizlik, ihmal ve kundaklama) gibi faktörlerle bağlantılı olarak, yanıcı madde, oksijen ve tutuşma sıcaklığının bir araya gelmesi sonucu oluşur. Son yıllarda, bu yangınlar hem çevresel hem de ekonomik açıdan ciddi tehditler oluşturmuştur (Özenen Kavlak vd., 2020). İklim değişikliği, artan insan faaliyetleri ve doğal nedenler orman yangınlarının sıklığını ve şiddetini arttırmaktadır.

Orman yangına neden olabilecek sorunların önceden tahmin edilebilmesi ve çözüm yöntemlerine ilişkin kararlar alınabilmesi için yangın risk alanı haritasının oluşturulması gerekmektedir (Tian vd., 2013). Orman yangınlarının etkili yönetimi yangın riskinin azaltılmasına, yangın rejimlerinin restorasyonuna ve bakımın uygun şekilde

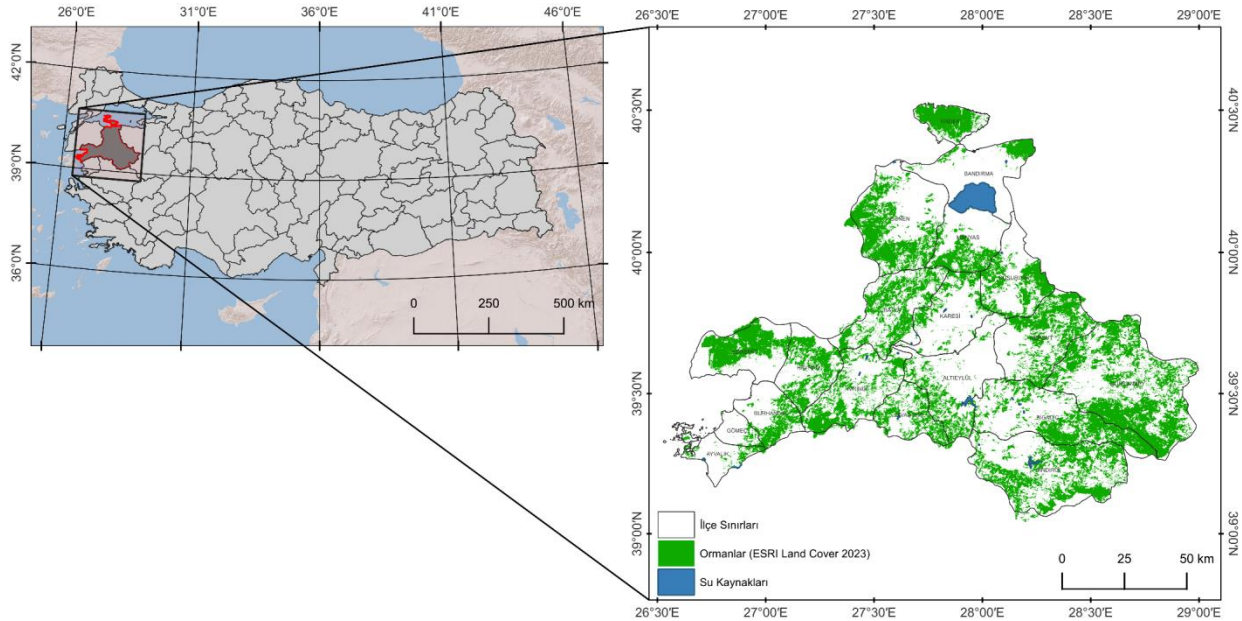
planlanmasına bağlıdır(Keifer vd., 1999).Genel olarak orman yangını yönetimi potansiyel yangın tehlikesi ve riskinin haritalanması, sıcak noktaların belirlenmesi, aktif yangınların izlenmesi ve yangın sonrası bozulmanın değerlendirilmesi olmak üzere dört adımdan oluşmakta olup, bu adımlardan en önemlisi yangın tehdidini en aza indirmesi sebebiyle yangın riskinin belirlenmesidir. Bu doğrultuda coğrafi bilgi sistemleri (CBS), topoğrafya, bitki örtüsü ve antropojenik etkiler gibi çeşitli faktörlerin entegrasyonu ile yangın riski bölgelerinin belirlenmesinde etkin bir araç olarak kullanılmaktadır.Daha önce gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, yangının yükseklik, eğim, bakı, yola uzaklık ve yerleşim yeri gibi birçok mekânsal değişkenin birleşiminden kaynaklandığı görülmektedir (Çoban ve Eker, 2010). Literatürde CBS analizleriyle Türkiye'nin farklı bölgeleri için orman yangını riski analizi gerçekleştirilmiş çalışmalar mevcuttur(Bingöl, 2017; Coşkun ve Toprak, 2023; Dilekçi vd., 2021; Erten vd., 2004; Özenen Kavlak vd., 2020).

Bu çalışmada orman yangını riski analiz edilenBalıkesir ili Türkiye'nin Marmara bölgesinde yer almakta olup, bölgenin bir kısmı orman yangınlarının çıkmasında ve yayılmasında en uygun koşullara sahip Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır.Resmi kayıtlara göre 2017 ve 2022 yılları arasında 445 adet yangın gerçekleşmiş olup yıllara göre görülen yangın sayıları giderek artış göstermektedir.Bu nedenle bölgenin orman yangını riski analizinin gerçekleştirilmesi, yangın risk faktörlerinin en aza indirilmesi ve orman yangınıyla mücadele kaynaklarının daha etkili kullanılması büyük bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Balıkesir ilinde çıkabilecek orman yangınlarına daha hızlı müdahale edebilmek amacıyla CBS analizleri kullanılarak yükseklik, eğim, bakı, meşcere türü, yola olan mesafe ve yerleşim yerlerine olan mesafe kriterlerianaliz edilerek orman yangını riski taşıyan bölgelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar yangın noktalarıyla kıyaslanarak yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada bölgesi olarak seçilen Balıkesir ili, Türkiye'nin Marmara Bölgesinde yer almaktadır (Şekil 1). Bölge 39,20° – 40,30° K ile 26,30° – 28,30° D arasında yer almaktadır.İlin toplam yüzölçümü yaklaşık 1.458.300 ha'dır.Bölgenin toplam ormanlık alan 628.614 ha olup, bu alan ilin toplam yüzölçümünün %43'üne karşılık gelmektedir. Bölgenin hem Ege Denizine hem de Marmara Denizine kıyısı olup, batısında (Ege Denizi kıyılarında) Akdeniz iklimi, kuzeyinde (Marmara Denizi kıyılarında) Karadeniz iklimi, doğusunda ise karasal iklim özellikleri görülmektedir.Orman Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan amenajman verilerine göre bölgede genel olarak kızılçam (*Pinusbrutia*), karaçam (*Pinusnigra*), ve meşe (*Quercus sp.*) türleri yer almaktadır.Balıkesir ili Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı olup,toplam 9 orman işletme müdürlüğüne ayrılmıştır(OGM, 2024a).Balıkesir OrmanBölge Müdürlüğü sorumluluk sahasında kalan alanda2017 ve 2022 yılları arasında 445 adet yangıngerçekleşmiş olup, yıllara göre yangın sayılarının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir (OGM, 2024b).



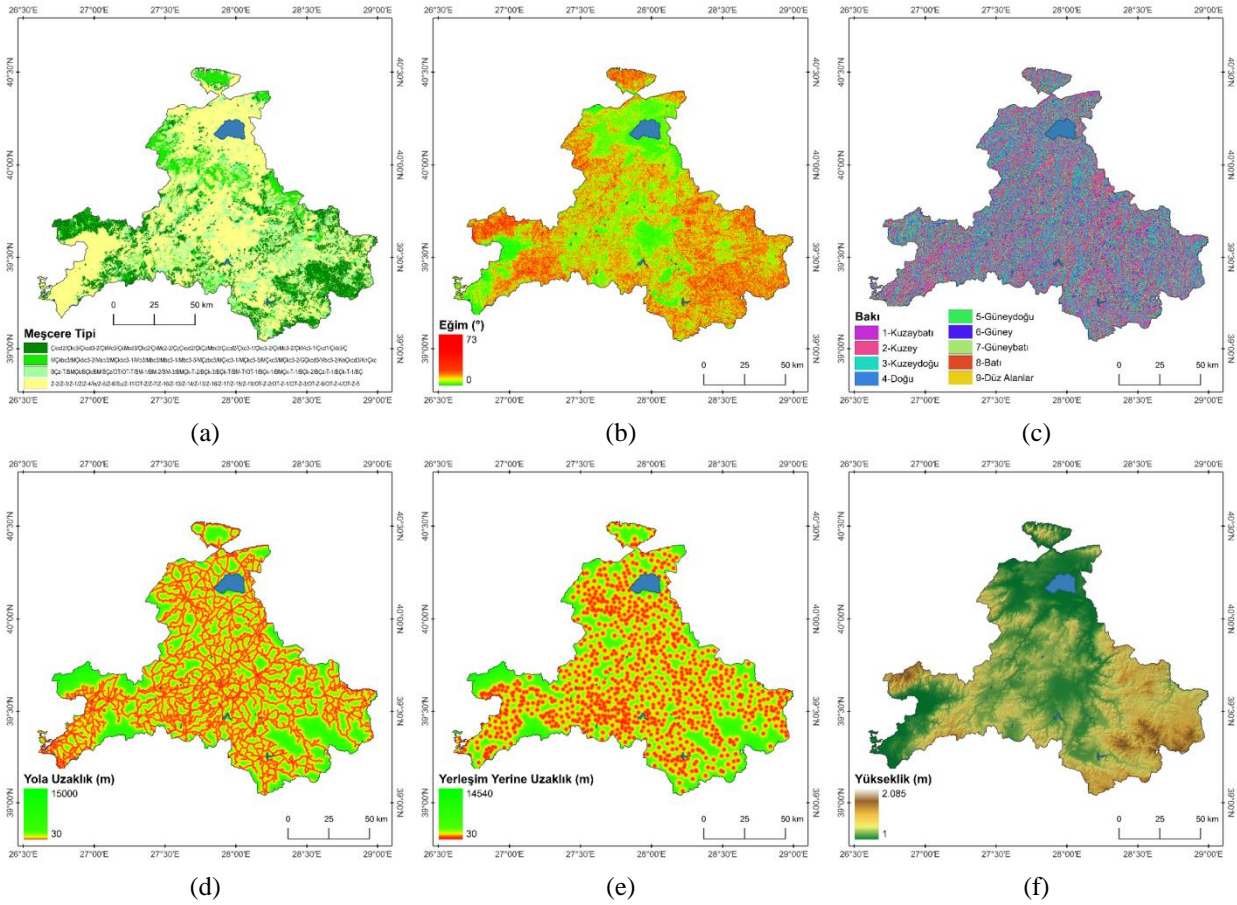
Şekil 1. Çalışma alanı.

Orman yangını riski analizi, literatürde sıklıkla kullanılan yükseklik, eğim, bakı, bitki türü, yola olan mesafe ve yerleşim yerlerine olan mesafe olmak üzere toplam altı kriterin ağırlıklandırılmasıyla gerçekleştirilmiştir (Bingöl, 2017; Chuvieco ve Congalton, 1989; Gülçin ve Deniz, 2020; Jaiswal vd., 2002). Yükseklik bilgisi (*YUK*) ASTER GDEM sayısal yükseklik modeli (*SYM*) verisinden sağlanmış olup, eğim (*EGI*) ve bakı (*BAK*) kriterleri ilgili *SYM* verisi kullanılarak oluşturulmuştur. Meşcere türü (*MES*) kriteri amenajman haritalarından sağlanmış olup, nemlilik derecesine göre dört farklı kategoride gruplandırılmıştır (Çizelge 1). Yola olan mesafe (*YOL*) ve yerleşim yerlerine olan mesafe (*YER*) kriterleri oluşturulurken Open Street Map'ten sağlanan veriler baz alınmıştır. Kriterlere yukarıdaki çalışmalar referans alınarak yangın riski oluşturma potansiyeline göre "0" (risksiz) ile "5" (çok yüksek riskli) arasında risk faktörü atanmıştır. İlgili kriterlere göre Yangın Risk Alanı İndeksi (Fire Risk Zone Index-*FRZI*) Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır. Orman yangını riski analizinde kullanılan kriterlerin haritaları ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

$$FRZI = (MES * 9) + (EGI * 8) + (BAK * 7) + (YOL * 6) + (YER * 5) + (YUK * 4) \quad (1)$$

Çizelge 1. Kategorik olarak ayrılmış meşcere türleri

Kategori	Meşcere türleri
Kategori 1	Çkcd2/Çkcd3/Çkcd3-2/ÇkMc3/ÇkMc3-2/ÇkMc2-2/ÇzÇkcd2/ÇkÇzMc3/Çzcd2/Çkcd3-1/Çkcd3-2/ÇkMc3-2/ÇkMc3-1/Çkd1/Çkb3/Ç
Kategori 2	MÇkbc3/MÇkbc3-2/Mab3/MÇkbc3-1/Mb3/Mbc3/Mbc3-1/Mbc3-3/MÇzbc3/MÇkcd3-1/MÇkcd3-3/MÇkcd3-2/GÇkcd3/Mbc3-2/KnÇkcd3/KnÇkcd3
Kategori 3	BÇz-T/BMÇk/BÇk/BM/BÇz/OT/OT-T/BM-1/BM-2/BM-3/BMÇk-T-2/BÇk-3/BÇk-T/BM-T/OT-1/BÇk-1/BMÇk-T-1/BÇk-2/BÇz-T-1/BÇk-T-1/BÇ
Kategori 4	Z-2/Z-3/Z-1/Z/Z-4/İs/Z-5/Z-6/Su/Z-11/OT-Z/Z-7/Z-10/Z-13/Z-14/Z-15/Z-16/Z-17/Z-18/Z-19/OT-Z-2/OT-Z-1/OT-Z-3/OT-Z-6/OT-Z-4/OT-Z-5



Şekil 2. Yangın riskine etki eden kriterler: (a) meşcere türü, (b) eğim, (c) bakı, (d) yola uzaklık, (e) yerleşim yerine uzaklık ve (f) yükseklik.

Orman yangını riski analizinde kriterlere ağırlıklar ve risk puanları belirlenirken literatürdeki çeşitli çalışmalardan yararlanılmıştır (Chuvieco ve Congalton, 1989; Erten vd., 2004; Gülçin ve Deniz, 2020; Jaiswal vd., 2002).

Kriterlerin ağırlıkları ve risk sınıfına göre puanları Çizelge 2’de verilmiştir. Meşçere türüne göre risk puanında bitkinin nemliliği göz önünde bulundurulmuştur. Kategori 1’de yer alan ibreli türler çok kuru olduğu için yüksek riskli; Kategori 2’de yer alan karışık türler kuru olduğu için riskli; Kategori 3’teki türler bozuk yapıda olarak kategorize edildiği için orta riskli ve Kategorideki 4’teki alanlar genel olarak orman olarak nitelendirilmeyen alanları ve zirai alanları kapsadığı için az riskli olarak sınıflandırılmıştır. Eğim kriteri orman yangınının yayılmasında en etkili kriterlerden birisidir (Gülçin ve Deniz, 2020). Orman yangınları yüksek eğimli arazilerde daha hızlı yayılım göstermektedir. Bu sebeple eğim kriterinin ağırlığı yüksek belirlenmiş olup, daha yüksek eğime sahip olan alanların yangın riski puanları daha yüksek olacak şekilde belirlenmiştir. Orman yangınlarının yayılmasında bakı de etkili bir faktördür. Güneye bakan yamaçlarda topoğrafyanın özelliğinden dolayı güneş etkisinin hissedilme oranı kuzeye göre daha baskındır (Malik vd., 2013). Bu sebeple güneye bakan alanlar için yangın risk puanı en yüksek olarak belirlenirken düz alanlar risksiz olarak belirlenmiştir. İnsanların ve araçların sürekli hareketi nedeniyle antropojenik faaliyetler kaynaklı yangınların nedeninin büyük bir kısmını yollar oluşturmaktadır. Ormanların yola yakın kısımları yangın hassasiyeti yüksek alanlar olarak tanımlanmaktadır (Cardille ve Ventura, 2001). Bu sebeple yola en yakın yerler en yüksek yangın riski puanına sahip olacak şekilde belirlenmiştir. Ormanların yerleşim yerlerine yakın olan kısımları yangının daha muhtemel olduğu yerlerdir. Kaza veya ihmalden kaynaklanan insan faaliyetleri yüksek yangın riski taşır. Bu nedenle orman yangınına duyarlılık analizlerinde yerleşim yerlerine uzaklık da etkili bir faktör olarak tanımlanmıştır (Jaiswal vd., 2002). Orman yangını riski ile yükseklik arasında ters orantı bulunmaktadır. Başka bir deyişle yükseklik arttıkça yangın çıkma riski azalmaktadır. Bu nedenle en az yüksekliğe sahip alanların yangın risk puanı daha yüksek olarak belirlenirken en fazla yüksekliğe sahip alanların yangın risk puanı daha düşük olacak şekilde belirlenmiştir.

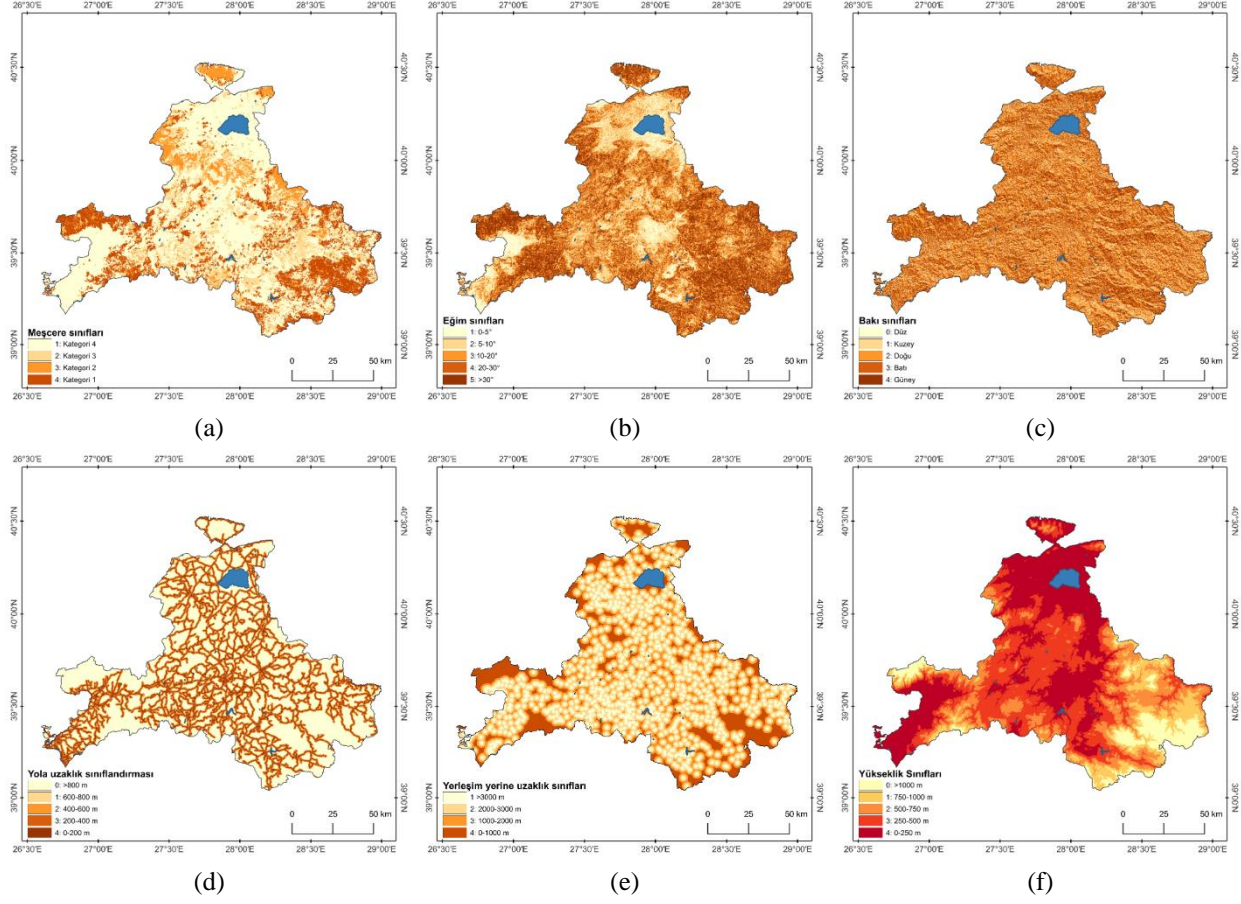
Yukarıda bahsedilen kriterlerden eğim ve bakı kriterleri referans sayısal yükseklik modeli temel alınarak CBS’de eğim (slope) ve bakı (aspect) analiz araçlarıyla oluşturulmuştur. Open Street Map’ten elde edilen yol verisi temel alınarak ve CORINE Land Cover verisindeki yerleşim yeri sınıfı temel alınarak Öklid mesafesi (Euclidean distance) analiz aracıyla sırasıyla yola uzaklık ve yerleşim yerine uzaklık kriterleri oluşturulmuştur. Elde edilen verilere yangın risk puanları yeniden sınıflandırma (reclassify raster values) analiz aracıyla atanmıştır. Elde edilen yeniden sınıflandırılmış kriterlerin haritaları Şekil 3’te gösterilmiştir.

Çizelge2. Kriterlerin ağırlıkları ve risk sınıfına göre puanları.

Kriter	Ağırlık	Sınıf	Puan	Risk Sınıfı
Meşçeretürü	9	Kategori 1	4	Yüksek Riskli
		Kategori 2	3	Riskli
		Kategori 3	2	Orta Riskli
		Kategori 4	1	Az Riskli
Eğim	8	>30°	5	Çok Yüksek Riskli
		20-30°	4	Yüksek Riskli
		10-20°	3	Riskli
		5-10°	2	Orta Riskli
Bakı	7	0-5°	1	Az Riskli
		Güney	4	Yüksek Riskli
		Batı	3	Riskli
		Doğu	2	Orta Riskli
Yola Uzaklık	6	Kuzey	1	Az Riskli
		Düz	0	Risksiz
		0-200m	4	Yüksek Riskli
		200-400m	3	Riskli
Yerleşim Yerine Uzaklık	5	400-600m	2	Orta Riskli
		600-800m	1	Az Riskli
		>800m	0	Risksiz
		0-1000m	4	Yüksek Riskli
Yükseklik	4	1000-2000m	3	Riskli
		2000-3000m	2	Orta Riskli
		>3000m	1	Az Riskli
		0-250m	4	Yüksek Riskli
Yükseklik	4	250-500m	3	Riskli
		500-750m	2	Orta Riskli
		750-1000m	1	Az Riskli
		>1000m	0	Risksiz

3. BULGULAR

Orman yangını risk alanı haritası Eşitlik 1'e göre raster hesaplayıcı (rastercalculator) analiz aracıyla elde edilmiştir. Daha sonra ESRI Land Cover 2023 verisindeki orman sınıfı kullanılarak orman yangını risk alanı haritası maskelenmiştir. İndeks değerleri Jenks doğal kırılma sınıflandırma yöntemiyle 5 sınıfa (0-70: Çok düşük riskli; 70-85: Düşük riskli; 85-100: Orta riskli; 100-115: Yüksek riskli; 115-164: Çok yüksek riskli) ayrılmıştır. Elde edilen sonuç orman yangını risk alanı haritası Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Yeniden sınıflandırılmış kriterler: (a) meşcere türü, (b) eğim, (c) bakı, (d) yola uzaklık, (e) yerleşim yerine uzaklık ve (f) yükseklik.

Çizelge 3. Risk sınıflarına göre alanların dağılımı.

Sınıf	Alan (ha)	Yüzde (%)
Çok düşük riskli	18.627,93	3,37%
Düşük riskli	69.259,86	12,54%
Orta riskli	153.221,58	27,75%
Yüksek riskli	188.560,62	34,15%
Çok yüksek riskli	122.531,13	22,19%

Orman yangını risk alanı haritası incelendiğinde Edremit, Havran, Dursunbey, Erdek ve Gönen ilçelerindeki ormanların daha yüksek yanma riskine sahip olduğu görülmektedir. Ayvalık, Bandırma, Karesi, İvrindi, Kapsut ve Altıeylül ilçelerinin daha düşük orman yangını riskine sahip olduğu görülmektedir. Risklerin sınıflara göre dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir. Tabloya göre yüksek riskli ve çok yüksek riskli orman alanı toplam orman alanının %56,34'lük kısmına karşılık gelmektedir. Elde edilen yangın risk alanı haritasının doğrulanması için daha önce çıkmış olan yangınların noktalarını gösteren veri de aynı haritada sunulmuştur. Yangın risk indeksi raster veri değerleri, karşılık gelen yangın noktalarıyla örneklenmiştir (samplerastervalues analizi). Daha sonra örneklenmiş değerlerden histogram grafiği oluşturulup Şekil 4'te verilmiştir. Grafik incelendiğinde yangınların büyük bir çoğunluğunun Jenks doğal kırılma sınıflandırma yöntemiyle yüksek riskli ve çok yüksek riskli olarak sınıflandırılan bölgelerde ($FRZI > 100$) meydana geldiği (203/304 = %66,78'lik kısmı yüksek ve çok yüksek riskli bölgede olmak üzere) ve aralarında yüksek bir korelasyon olduğu doğrulanmıştır. Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda Edremit, Havran, Dursunbey, Erdek ve Gönen ilçelerinde yangın önleyici çalışmaların gerçekleştirilmesi değerlendirilmelidir.

- Coşkun, M. ve Toprak, F.**, 2023. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı orman yangını risk analizi: Bartın İli örneği. *Geomatik*, 8(3): 250-263.
- Çoban, H.O. ve Eker, M.**, 2010. Analysis of forest road network conditions before and after forest fire. *FORMEC 2010, Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment. Citeseer, 11-14 July 2010, Padova Italy*, syf: 11-14.
- Dilekçi, S., Marangoz, A.M. ve Ateşoğlu, A.**, 2021. Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. *Geomatik*, 6(1): 44-53.
- Erten, E., Kurgun, V. ve Musaoglu, N.**, 2004. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS: a case study. *XXth Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Istanbul, Turkey*, syf: 222-230.
- Gülçin, D. ve Deniz, B.**, 2020. Remote sensing and GIS-based forest fire risk zone mapping: The case of Manisa, Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 21(1): 15-24.
- Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Raju, K.D. ve Saxena, R.**, 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4(1): 1-10.
- Keifer, M., Caprio, A., Lineback, P. ve Folger, K.**, 1999. Incorporating a GIS model of ecological need into fire management planning. *Proceedings of the Joint Fire Science Conference and Workshop*, 1 (syf: 122-129).
- Malik, T., Rabbani, G. ve Farooq, M.**, 2013. Forest fire risk zonation using remote sensing and GIS technology in Kansrao Forest Range of Rajaji National Park, Uttarakhand, India. *India. Inter. J. of advanced RS and GIS*, 2(1): 86-95.
- OGM**, 2024a. OGM E-Harita Uygulaması. <https://cbs.ogm.gov.tr/vatandas/> [Erişim tarihi: 10/07/2024].
- OGM**, 2024b. Resmi İstatistikler. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> [Erişim tarihi: 10/07/2024].
- Özenen Kavlak, M., Kurtipek, A. ve Çabuk, S.N.**, 2020. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Orman Yangını Risk Haritası Oluşturulması: Ören Örneği. *Resilience*, 4(1): 33-54.
- Tian, X., Zhao, F., Shu, L. ve Wang, M.**, 2013. Distribution characteristics and the influence factors of forest fires in China. *Forest Ecology and Management*, 310: 460-467.