TÜBA
Türkiye Bilimler Akademisi
Turkish Academy of Sciences

ORMAN YANGINLARI

Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri



Editör
Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

ORMAN YANGINLARI

Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler
ve
Rehabilitasyon Faaliyetleri

Editör
Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU

Ankara, 2021

Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri
© Türkiye Bilimler Akademisi, 2021
Bilim ve Düşün Serisi No: 33

ISBN: 978-605-2249-79-6

Bu kitapta yer alan tüm yazıların dil, bilim, etik ve hukuk açısından bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir.
Editörün ve Türkiye Bilimler Akademisi'nin sorumluluğu bulunmamaktadır.

Türkiye Bilimler Akademisi
Vedat Dalokay Cad. No:112 06670 Çankaya - Ankara
Tel: +90 312 442 29 03 • www.tuba.gov.tr

Editör
Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU

Grafik Tasarım
Erdal Tarkan Kara

Birinci Baskı
1000 Adet

Baskı Yeri, Tarihi
Ankara Basım Yayın Hizmetleri, ANKARA • Aralık 2021

Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, izlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri /
ed. Taşkın Kavzoğlu. --Ankara: Turkish Academy of Sciences, 2021.
440 pages; 24 cm – (Bilim ve Düşün Dizisi No; 33)
Includes bibliographical references.
ISBN 978-605-2249-79-6
1.Orman Yangınları. 2. Forest Fires. 3. Ormanlar ve Ormancılık –Yangın Yönetimi. 4. Forests and
Forestry—Fire Management. 5. Orman yangınları -- Türkiye -- Önleme ve kontrol. 6. Forest fires --
Turkey -- Prevention and control
SD421 .O97 2021
363.379

Forets Fires; Causes, Effects, Monitoring, Precautions and Rehabilitation Activities
© Turkish Academy of Sciences, 2021
Science and Thought Series No: 33

ISBN: 978-605-2249-79-6
DOI: 10.53478/TUBA.2021.038

The scientific responsibility for the language, scientific, ethical and legal aspects of all the articles included in the book belongs to the authors. Turkish Academy of Sciences and the editor have no responsibility.

Turkish Academy of Sciences
Vedat Dalokay Cad. No:112 06670 Çankaya - Ankara TÜRKİYE
Tel: +90 312 442 29 03 • www.tuba.gov.tr

Editor
Prof. Dr. Taşkın Kavzoğlu

Graphical Design
Erdal Tarkan Kara

First Edition
1000 pcs.

Publication Place and Date
Ankara Basım Yayın Hizmetleri, Ankara • September 2021

Bu çalışma, Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisansı (CC BY 4.0) ile lisanslanmıştır. Bu lisans, yazarlara atıf yapmak koşulu ile metni paylaşmanıza, kopyalamanıza, dağıtmanıza ve iletmenize; metni uyarlamak ve metnin ticari kullanımına (ancak sizi veya eseri kullanımınızı desteklediklerini ileri sürecek şekilde değil) izin verir.

The work (as defined below) is provided under the terms of this creative commons public license ("ccpl" or "license"). This license allows reusers to copy and distribute the material in any medium or format in unadapted form only, for noncommercial purposes only, and only so long as attribution is given to the creator.

TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES

FOREST FIRES

Causes, Effects, Monitoring, Precautions
and
Rehabilitation Activities

Editor
Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU

Ankara, 2021

İSTANBUL ADALARI YANGINLARININ ZAMANSAL VE MEKÂNSAL KARAKTERİSTİKLERİ

TEMPORAL AND SPATIAL CHARACTERISTICS OF WILDFIRES IN ISTANBUL PRINCES ISLANDS

Dr. Öğr. Üyesi Muhittin İnan
İkram Çelik
Prof. Dr. Tolga Öztürk

Dr. Öğr. Üyesi Muhittin İNAN / İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa /
inan[at]iuc.edu.tr / ORCID 0000-0001-8179-9499

Lisans Eğitimini 1995 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Mühendisliği lisans bölümünde tamamlayan Muhittin İNAN, yüksek lisansını Havza Amenajmanı alanında, doktorasını ise Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri konusunda yapmıştır. Halen İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Üniversitesi Orman Fakültesinde Dr. Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır. Başlıca araştırma alanları arasında; orman varlığının modellenmesi, ormancılık operasyonlarında IHA ve LİDAR kullanımı, ormancılıkta akıllı mobil/IoT uygulamalar geliştirilmesi gelmektedir. Ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde ve konferans bildirilerinde yayınlanış 100'den fazla yayını bulunmaktadır. Ayrıca Akıllı Ağaç konulu patenti bulunmaktadır.

Asst. Prof. Dr. Muhittin İNAN / Istanbul University-Cerrahpasa /
inan[at]iuc.edu.tr / ORCID 0000-0001-8179-9499

Muhittin İNAN graduated from Istanbul University, Department of Forest Engineering in 1995. He completed his M.Sc. degree in Watershed Management in 1998 and PhD. in the field of Remote Sensing and GIS at Istanbul University in 2004. He is currently working as an Asst. Prof. Dr. in the Department of Forest Engineering at Istanbul University-Cerrahpasa. His main research areas include forest structure modelling, UAV and LIDAR use in forestry operation, development of smart mobile/IoT application in forestry. He has more than 100 publications published in national and international refereed journals and conference proceedings. He also has a patent about Smart Tree.

İkram ÇELİK / İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü /
ikramcelik[at]ogm.gov.tr / ORCID 0000-0002-4782-1936

İkram Çelik Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Mühendisliği lisans bölümünden 1990 yılında ve Anadolu Üniversitesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstriyel İlişkiler bölümünde 2018 yılında mezun olmuştur. Yazılım Uzmanlığı (2005), Orman Yangını Uzmanı (2012), A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı (2014), 1.Seviye Yangın Eğitici Eğitmeni (2014), Eğiticinin Eğitimi Uzmanlığı (2014) ve Sertifikalı Kamu İhale uzmanı (2016) sertifikalarını aldı. Halen İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'nde Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü olarak görev yapmaktadır.

İkram ÇELİK / Istanbul Forest Regional Directorate /
ikramcelik[at]ogm.gov.tr / ORCID 0000-0002-4782-1936

İkram Çelik graduated from Karadeniz Technical University, Department of Forest Engineering in 1990 and Anadolu University, Department of Labor Economics, and Industrial Relations in 2018. He has various certifications as software specialist, forest fire specialist, A class occupational safety specialist, Level-1 fire trainer instructor, training of trainers, and public procurement specialist. He is currently working as a manager in the Departments of Fighting Forest Fires, Istanbul Forest Regional Directorate

Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK / İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa /
tozturk[at]iuc.edu.tr / ORCID 0000-0002-3066-1788

Tolga Öztürk İstanbul Üniversitesi Orman Mühendisliği lisans bölümünden 1994 yılında mezun olmuştur. İstanbul Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisansını 1996 yılında tamamlamıştır. Doktora çalışmasını Orman Mühendisliği alanında İstanbul Üniversitesi Orman İnşaatı ve Transportu programında 2003 yılında tamamlamıştır. Halen İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Mühendisliği Bölümünde Prof. Dr. olarak görev yapmaktadır. Başlıca araştırma alanları arasında; orman yollarının planlanması, inşası ve bakımı, hava hatları, orman transport tekniği, sanat yapıları ve mekanizasyon yer almaktadır. Ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde ve konferans bildirilerinde yayınlanmış 180'den fazla yayını bulunmaktadır.

Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK / Istanbul University-Cerrahpasa /
tozturk[at]iuc.edu.tr / ORCID 0000-0002-3066-1788

Tolga Öztürk graduated from Istanbul University, Department of Forest Engineering in 1994. He completed his M.Sc. degree in Forest Engineering at Istanbul University in 1996. He completed his Ph. D. in the field of forest engineering at Istanbul University Forest Construction and Transportation program in 2003. He is currently working as a Prof. Dr. in the Department of Forest Engineering at Istanbul University-Cerrahpasa. His main research areas include forest road planning, construction and maintenance, forest skyline, forest transportation techniques, drainage structures and mechanization. He has more than 180 publications published in national and international refereed journals and conference proceedings.

DOI: 10.53478/TUBA.2021.049

İSTANBUL ADALARI YANGINLARININ ZAMANSAL VE MEKÂNSAL KARAKTERİSTİKLERİ

Özet

İklimsel değişikliklere bağlı olarak ülkemizdeki hava sıcaklıkları gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle mevsim geçişlerindeki düzensizlikler daha belirgin bir hal almıştır. Bu sıcaklık artışları ülkemizin Akdeniz kuşağında yer alan ormanlık alanlar için oldukça yıkıcı etkilere neden olmaktadır. Bilim insanlarının yaptığı çalışmalarda 2050 yılına kadar ülkemizin Akdeniz kuşağı anormal hava sıcaklıklarının Ankara ilinin üst kısımlarına kadar çıkacağı tahmin edilmektedir. Son yıllarda, iklimdeki değişikliklerinin orman yangınlarına etkisi büyük olmuştur. Hem orman yangını sayısında hem de yanan orman alanlarında meydana gelen artış 2021 yılında en üst noktaya çıkmıştır. Bu çalışmada, İstanbul ili Adalar İlçesi içerisinde yer alan Büyükada, Heybeliada, Burgaz ve Kınalı adalarının ormanlık alanlarında meydana gelen orman yangınlarının zamansal ve mekânsal karakteristikleri yanı sıra adalardaki orman alanlarının yangına karşı hassasiyetleri ele alınmıştır. İstanbul Prenses Adası'ndaki toplam ormanlık alanda, ormanların %57'si yüksek yangın riski, %23'ü yüksek risk ve %22'si orta yangın riskine sahiptir.

Anahtar Kelimeler:

Orman yangını, Adalar, Analitik hiyerarşi süreci, Orman yangın duyarlılığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri

TEMPORAL AND SPATIAL CHARACTERISTICS OF WILDFIRES IN ISTANBUL PRINCES ISLANDS

Abstract

Depending on the climatic change, the air temperatures in our country are increasing and the irregularities in the seasonal transitions are increasing day by day. These irregularities cause quite devastating effects for our country especially in the regions that are in the Mediterranean belt. In the studies carried out by scientists, it is estimated that the Mediterranean zone abnormal air temperatures of our country will reach the upper parts of Ankara by 2050. This situation has been noticed by all of us, especially in recent years. In last decades, changes in climate have had a major impact on forest fires. Also, both the number of forest fires and the increase in burning areas reached the highest point in 2021. In this study, the temporal and spatial changes and characteristics of forest fires occurring in the forest areas - as well as fire sensitivity - of Princes Islands in Istanbul are discussed. In the total forest area in the Princess Island, 57% of the forests have high fire risk, 23% high risk and 22% medium fire risk.

Keywords:

Forest fire, Princess islands, Analytical hierarchical process, Forest fire sensitivity, Geographical information systems

Giriş

Türkiye'de ormanlık alanların uzun yıllar boyunca yoğun kullanımı nedeniyle ormanlık alanlarımız dağlık bölgelere doğru çekilmiştir. Orman alanları üzerindeki bu kullanım baskısı usulsüz kesimler, arazi açma ve orman yangınları olarak ortaya çıkmaktadır (Ertuğrul, 2005). Ülke coğrafyası düşünüldüğünde ormanlık alanlarımız kuzeyde sıradağları takip ederek Kırklareli'nde Artvin'e kadar, Batı'da Ege bölgesinde ve Akdeniz'de ise Torosları takip ederek ülkemizi çevrelemektedir. Ormanlık alanlarımızın dağlık bölgelerde olması ormancılık çalışmalarını da birçok alanda zorlaştırmaktadır. Bu çalışmalar odun hammaddesinin üretiminden korumaya ve yangınlarla mücadeleye kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Ülkemiz toplam alanının %27,6'sını kaplayan 22,35 milyon ha ormana sahiptir. Bu ormanlık alanlarımızdan teknik ve sosyal üretim şeklinde yararlanılmaktadır. Teknik üretimde talebe bağlı olarak değişen asli ve tali orman ürünlerinin üretimi yer alırken, sosyal üretimde turizm, rekreasyonel faydalanma, doğal kaynakların kullanımı, askeri alanlar gibi farklı konuları kapsamaktadır. Ülkemizde ormanlık alanların yaklaşık %75'i, %40'tan fazla eğimli dik arazilerde yer almaktadır. Ormanlık alanların %53'ü verimli orman, %47'si ise imar ve ıslaha ihtiyaç duyan verimsiz orman olarak belirlenmiştir (OGM, 2020).

Ülkemizde 1937 yılından 2020 yılında kadar meydana gelmiş orman yangını sayısı 114.941'dir. 1937 – 2020 yılları arasında kalan 83 yıllık dönem içinde yılda çıkan yangın sayısı 1369 yangın/yıl olarak ifade edilebilir. Yıllık yangın sayıları kayıtları tutulmaya başlandığı ilk yıllarda düşük olup, 1980'li yıllardan sonra artış göstermiştir. Özellikle 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde toplam 26.311 adet yangın çıkmıştır. Bu durumda yıllık bazda 2.631 yangın demektir. Bunun yanında, yangından etkilenen alan olarak bakıldığında, 1937 – 2020 yılları arasında orman yangınlarından etkilenen alan miktarı 1.711.973 ha'dır. Yıllık ortalama yanan ormanlık alan miktarı 20.381 ha'dır. Yangın başına düşen yanan alan miktarı ise 14,90 ha olarak hesaplanmıştır. 2021 yılında ülkemizde meydana gelen orman yangınlarının çıkış nedenlerine bakıldığında ise, 10 yıllık verilere göre yangınların %36'lık bölümü dikkatsizlik, kaza ve ihmal, %11'lik kısmı yıldırım, %6'lık kısmı kasıt ve %47'lik kısmının ise çıkış nedeni belirlenememiştir (OGM, 2020).

Orman yangınları ile etkin bir şekilde mücadele edilebilmesi için yangına mümkün olan en kısa zamanda müdahale edilmesi gerekmek-

tedir (Erdoğan, 2019). Türkiye ormancılığında orman yangınlarıyla mücadele için ana tesisler olarak orman yolları, yangın emniyet yol ve şeritleri kullanılmaktadır. Bu ana tesisler yangın emniyet yolları ile ormanlık alanlar parçalara ayrılarak orman yangınlarının kontrol edilmesi ve yangının yayılma hızının düşürülmesi açısından bu yol ve şeritler yardımcı olmaktadır (Hasdemir vd., 2009). Yangın emniyet yollarının orman yolları ile bağlantılı olması ve ormanlık alanları bir ağ şeklinde kaplaması orman yangınlarıyla mücadeleye güç kazandırmaktadır (Laschi vd., 2019). Yangına duyarlı bölgelerde ormanlık alanlarımızın mutlaka yangın emniyet yol şeritleri ile parsellere ayrılarak korumak gerekmektedir. Bunun yanında, orman yollarının mevcut olduğu alanlarda bu yolların standartlarının yükseltilerek büyük araçların giriş-çıkışına imkân vermesi yangınlarla mücadeleye güç kazandıracaktır. Orman yangınlarıyla mücadelede ve orman yangınlarının önlenmesinde kullanılan yollar (orman yolları, yangın emniyet yol ve şeritleri) yangınla mücadele için savunma hattı, karşı ateş uygulama yerleri, mekanik yangın engeli ulaşım amaçları ile inşa edilmektedir (OGM, 2018). Orman yangınları ile mücadelede görev yapan ekipler 5 ayrı grupta toplanmaktadır. Bunlar; ilk müdahale ekibi, hazır kuvvet ekibi, gezici ekip, arazöz ekibi ve hava destek ekibidir (Akay, Serin & Yenilmez, 2008). Yangına müdahalede en önemli görevi üstlenen arazözler ve yer ekibinin yangına hassas alanlarda en uygun noktalara yerleştirilmeleri gerekmektedir. Yangınlarla mücadelede araç gereç ve işçi bakımından Orman Genel Müdürlüğü her türlü önlemi almakta ve çıkan yangınlara müdahale etmektedir. Orman yangınlarında diğer önemli olan güç ise hava araçlarıdır. Helikopterler ve yangın söndürme uçakları orman yangınlarıyla mücadelede önemli rol oynamaktadır.

ORMAN YANGINLARI

Bir yangının oluşabilmesi için yanma, oksijen ve yanıcı maddelerden oluşan üç faktörün bir arada bulunması gerekir. Oluşan yangının söndürülebilmesi için ise; yanma olayını ortaya çıkaran üç faktörden birinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Ormanlık alanlarda yanma olayının gerçekleştirilmesi için bulunan katı yakıtlar için; ortam sıcaklığının 260-400 °C'den, ortamda bulunan oksijenin ise %15'ten fazla olması ve aynı zamanda alanda yangını başlatacak miktarda yanıcı maddenin bulunması gerekir (Şekil 1) (OGM, 2021).



Şekil 1. Yanıcı maddenin bol miktarda bulunduğu alanda orman yangını

Orman Yangını: Ormanda bulunan yanıcı maddeleri (ağaçlar, kütükler, ibre, yaprak, ot, kuru ağaçlar vb.) kısmen veya tamamen yakan ve etrafının açık olması nedeniyle serbestçe yayılma (ve büyüme) eğilimi gösteren yangınlara "orman yangınları" denir. Ormanlarda meydana gelen yangın tipleri ise; 1. Örtü Yangını, 2. Tepe Yangını, 3. Toprak Yangını olarak üçe ayrılmaktadır (OGM, 2021). Ülkemizde en fazla görülen yangın tipleri örtü ve tepe yangınlarıdır. Bu yangın türlerini inceleyecek olursak;

***Örtü Yangını*:** Ormanlık alan içerisinde toprağı örten yangındır (fidan, çayır, funda, ot, kütük, kuru dal, yosun, yaprak, kesim artıkları vb.) ölü ve diri örtüyü yakan. Bu yangın türünde orman alanı içerisindeki ağaçlara zarar gelme riski düşüktür. Ormanlık alan içerisinde toprak üzerinde yanıcı maddelerin yoğun ve fazla olması durumunda ise ateş büyüyerek ormanlık alana zarar verebilir. Bu durumda yanan alanın yangın sonrası takip ve kontrol edilmesinde fayda bulunmaktadır. Ayrıca yıldırım kaynaklı yangınlar hariç tepe yangınları öncelikli olarak örtü yangını şeklinde başlar.

***Tepe Yangını*:** Bu tip yangınlarda yangın ağaçların ve ağaççıkların tepe bölümlerini yakarak ilerler. Tepe yangının da ormanın örtüsü, ağaçların gövdeleri ve tepeleri farklı şiddet ve durumda yandığından ağaçlar genellikle kuruduğu için yangın alanı içerisindeki ağaçlar canlılığını yitirirler. Bu yangın türü en tehlikeli yangın türüdür. Yangına neden olan ana fak-

törler doğa olayı yıldırımlar ve insanlardır. İnsanların faaliyetleri arasında; anız ve çöp yakma, bağ-bahçe temizliği, piknik ateşi, enerji nakil hatları ve çoban ateşi vb. sayılabilir. Orman yangınlarının nedenlerini 4 ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar; 1. Doğal (yıldırım), 2. Kasıt, 3. İhmal ve dikkatsizlik, 4. Nedeni bilinmeyen etkenler olarak dört gruba ayrılır. Ormanları tahrip eden orman yangınlarının %95'inin insan kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir. İnsan eliyle ortaya çıkan bu durum orman kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkilemekte ve vejetasyon üzerinde çok önemli biyolojik ve ekolojik zararlara neden olmaktadır (Bilici, 2009). Orman yangınlarının tehlikeleri; hava durumu (iklim), yanıcı maddeler ve topografya olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir. Bu üç grup, orman yangınlarının ortamda hareket tavrını kontrol etmek için temel bileşenlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Orman yangınında topografa etkisi ve müdahale

Orman yangınlarını etkileyen faktörler:

a- Yanıcı madde

b- Hava Halleri (İklim – Klima)

c- Topografik Yapı (Arazi Yapısı).

***Yanıcı Madde*:** Orman içinde ölü örtü olarak adlandırılan alt tabakada çayır bitkileri, ot, çalılar, ağaç enkazları, kesim artıkları, ağaç ve ağaççık vb. maddelerden oluşmaktadır. Yanıcı maddenin; 1.Yoğunluğu,

2.Miktarı, 3. Boyutu, 4. Rutubet içeriği, 5.Sürekliliği, 6.Tutuşabilirliği gibi farklı durumlar yanma olayını etkileyen faktörlerdir.

***Hava Halleri*:** 1.Rüzgâr, 2.Sıcaklık, 3.Bağıl Nem 4- Yağış

Yangın hızını etkileyen en önemli faktörler sıcaklık, nispi nem, yağış ve rüzgâr hızıdır. Bölgedeki nemin %30'den düşük olması yangın oluşma riskini artırmaktadır. Bunun yanında, rüzgâr hızının saatte 20 km ve bunun üzerinde oluşu kurak yaz günlerinde yangını körüklemektedir (OGM, 2021).

***Topografik Yapı*:** 1.Eğim, 2.Bakı, 3.Yükselti.

Ormanlık alan içerisinde bakı, arazi eğimi, yükseklik, arazinin şekli, derelerdir. Denizden direkt olarak gelen rüzgâra açık alanlarda, ada, yarımada gibi olan alanlarda yangın oldukça hızlanır. Yangın tehlikesi bakımında güney, batı, doğu ve kuzey yamaçlar olmak üzere yangın için öncelik sıralaması yapılabilir. Eğimli arazilerde yangın düz arazilere göre 8-10 kat daha hızlı ilerlemektedir (Küçükosmanoğlu & Hasdemir, 1991; OGM, 2021).

Arazi eğimi orman yangınının yayılma hızında etkili bir faktördür. Yamaç yukarı yangın çok hızlı hareket eder ve çok hızlı bir şekilde tepeye ulaşır. Çünkü yokuş yukarı devam eden yangının alevinin yakıtlara yakın olmasından dolayı, alev önündeki yanıcı maddeyi radyasyon ısısı ve yayılma ısısı ile ısıtarak tutuşturmasıdır. Isınan hava yukarı doğru hareket eder. Bu durumda yangının hızını artırır. Arazinin yükseltisi alana alınan yağışın miktarını, rüzgarlara temas durumunu ve çevredeki araziyle ilişkiyi etkilemektedir. Ülkemizde çıkan orman yangınlarının %80'i 0-400 rakımda meydana gelmiştir (OGM, 2018). Orman yangınının şiddetini gösteren iki yangın özelliği, alev boyutu ve alandaki yayılış oranıdır. Yangının yayılma oranı, yangının büyüklüğünü ve zarar verdiği alanı açıklamak için kullanılmaktadır. Yayılma oranı eğimin fazla olmasından, alandaki yanıcı madde özelliklerinden ve değişen rüzgâr hızından etkilenmektedir (URL-1, 2021).

TÜRKİYE'DEKİ ORMAN YANGINLARININ DURUMU

Ülkemizde son yıllarda yangın sayıları ve yangın sonucunda yanan alanların büyüklükleri artmaktadır. Özellikle 2021 yılında meydana gelen yangınlar henüz yangın sezonu tamamlanmamış olmasına rağmen bugüne kadar olan en büyük orman yangınları sınıfına girmektedir. 2021 yılında bugüne kadar yaklaşık 150 bin ha alanın yandığı tahmin edilmektedir.

Tablo 1. Türkiye'de 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıllık sürede meydana gelen yangın sayıları (OGM, 2020)

Bölge Müdürlüğü	Yıllar içindeki yangın sayıları (adet)										10 yıllık toplam	Yıllık ortalama
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Adana	88	101	173	81	176	183	151	124	174	186	1437	144
Amasya	93	95	144	84	60	121	79	86	81	157	1001	100
Ankara	73	113	233	46	43	125	98	46	55	67	899	90
Antalya	152	214	321	169	189	281	273	244	199	260	2302	230
Artvin	5	3	7	66	5	--	11	3	23	19	82	8
Balıkesir	79	73	96	72	68	73	56	60	71	80	728	73
Bolu	32	40	57	26	24	44	30	25	54	57	390	39
Bursa	72	81	118	64	43	78	63	40	84	69	712	71
Çanakkale	--	--	--	--	--	63	44	56	92	123	378	76
Denizli	76	68	146	47	41	84	45	33	24	39	603	60
Elazığ	14	4	72	79	84	80	42	47	157	149	728	73
Erzurum	7	16	21	5	17	9	79	11	48	33	246	25
Eskişehir	32	38	79	21	12	55	33	25	35	23	353	35
Giresun	16	30	40	46	43	38	36	18	64	71	402	40
Isparta	56	105	120	70	74	54	54	48	67	71	719	72
İstanbul	**172**	**228**	**271**	**108**	**153**	**254**	**173**	**82**	**204**	**197**	**1842**	**184**
İzmir	197	269	344	284	265	377	233	264	240	285	2758	276
K.Maraş	78	132	262	155	170	232	183	169	160	264	1805	181
Kastamonu	63	120	146	88	57	82	108	66	98	211	1039	104
Kayseri	54	16	69	27	26	74	38	23	18	28	373	47
Konya	32	50	91	31	29	47	13	20	30	34	377	38
Kütahya	41	54	90	55	33	68	48	52	38	58	537	54
Mersin	98	75	155	91	80	107	54	71	90	87	908	91
Muğla	267	383	395	320	254	373	233	355	302	329	3211	321
Sakarya	58	56	78	33	46	61	50	31	66	135	614	61
Şanlıurfa	21	23	101	66	89	150	80	125	121	242	1018	127
Trabzon	21	6	41	29	22	27	38	18	73	61	336	34
Zonguldak	57	57	85	46	47	48	66	25	20	62	513	51
Toplam	**1954**	**2450**	**3755**	**2149**	**2150**	**3188**	**2411**	**2167**	**2688**	**3399**	**26311**	**2631**

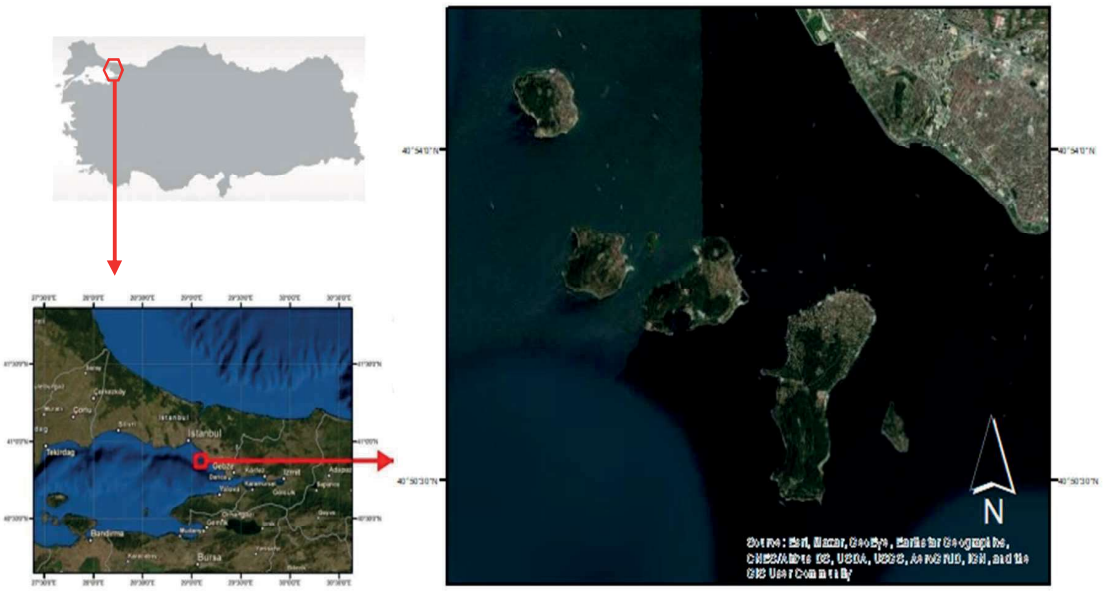
Akdeniz iklimine sahip ülkelerde sıcaklık artışı ve düşük nem nedeniyle son yıllarda oldukça fazla orman yangını meydana gelmektedir. Nedeni ne olursa olsun oluşan bu yangınlar yerleşim yerlerini tehdit etmiş, can ve mal kaybına neden olmuştur. Bunun yanında, büyük miktarlarda ormanlık alanın kaybına sebep vermiştir. Ülkemizde son 10 yıl içinde meydana gelmiş orman yangınlarının Orman Bölge Müdürlüklerine göre sayıları Tablo 1'de, yanan orman alanlarının miktarları ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye'de 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıllık sürede meydana gelen yangınlarda yanan alan büyüklükleri (OGM, 2020)

Bölge Müdür.	Yıllar İçindeki Yangınlarda Yanan Alan Büyüklükleri (ha)										10Yıllık Toplam	Yıllık Ort.
	2011	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**		
Adana	222	916	875	145	402	177	162	163	159	2776	5997	600
Amasya	158	139	280	201	119	390	137	53	151	562	2190	219
Ankara	165	158	177	36	15	414	92	80	70	781	1988	199
Antalya	92	653	1312	234	197	2159	2750	594	235	400	8625	862
Artvin	20	7	20	9	5	--	5	1	17	18	102	10
Balıkesir	421	658	2350	33	39	601	168	24	75	104	4473	447
Bolu	83	65	77	14	51	30	279	22	42	204	867	87
Bursa	121	343	532	40	263	139	254	62	304	97	2156	216
Çanakkale	--	--	--	--	--	505	320	130	290	930	2175	435
Denizli	116	235	122	80	34	117	444	84	13	542	1788	179
Elazığ	73	20	53	63	71	41	26	81	652	210	1292	129
Erzurum	40	66	55	9	83	69	901	33	210	57	1523	152
Eskişehir	54	105	155	22	5	225	75	14	75	68	799	80
Giresun	27	32	91	89	74	70	61	51	128	85	708	71
Isparta	127	297	97	61	54	32	103	41	140	49	1002	100
İstanbul	**67**	**107**	**77**	**18**	**41**	**92**	**39**	**26**	**54**	**316**	**837**	**84**
İzmir	733	474	862	270	153	1041	2022	392	4904	4110	14962	1496
K.Maraş	204	3669	1579	160	184	315	249	1489	626	5409	13885	1389
Kastamonu	40	205	77	45	30	41	103	299	110	1959	2908	291
Kayseri	161	51	203	69	41	214	104	111	35	81	1070	107
Konya	78	85	182	49	64	84	11	106	64	72	796	80
Kütahya	14	183	72	52	6	285	960	44	112	118	1746	175
Mersin	114	505	509	79	282	198	928	70	361	509	3555	355
Muğla	165	242	972	724	174	481	442	232	960	815	5218	522
Sakarya	106	99	117	27	34	46	82	11	56	90	668	67
Şanlıurfa	45	89	387	302	536	1302	1133	1385	1033	423	6636	664
Trabzon	73	39	166	268	141	60	167	32	444	100	1489	149
Zonguldak	91	1013	57	19	111	28	74	14	11	85	1502	150
Toplam	**3612**	**10455**	**11456**	**3118**	**3219**	**9156**	**11993**	**5644**	**11332**	**20971**	**90956**	**9096**

ÇALIŞMA ALANI

İstanbul'un güneydoğu Marmara sahili açıklarında yer alan dokuz ada (Büyükada, Heybeliada, Burgazada, Kınalıada, Sedef Adası, Yassıada, Sivriada, Tavşan Adası ve Kaşık Adası) "Prenses" olarak bilinen takımadalar İstanbul'un Adalar ilçesini oluşturur (Şekil 3). Çalışma alanı Adalar ilçesi sınırları içerisinde yer alan Adalar Orman İşletme Şefliğidir ve 40°54'55"- 40°50'18 Kuzey enlemleri, 29°02'23"-29°08'22" Doğu boylamları arasında yer almaktadır.



Şekil 3. İstanbul Adalar Orman İşletme Şefliği

İdari yönden İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Kanlıca Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı olan şeflik Büyükada, Heybeliada, Burgaz ve Kınalı adalardan oluşmaktadır. Şeflik 605,5 ha ormanlık, 471,5 ha ormansız alan olmak üzere toplam 1.077 ha genel alana sahiptir. Adalar Orman İşletme Şefliğinin koru ormanları toplam serveti 33.782 m^3'tür. Doğal orman yapısı kızılçamdan oluşmaktadır. Bunun yanında, dikimle oluşturulmuş fıstıkçamı ağaçlandırma alanları ve Büyükada'nın güney batısında servi ve kızılçam meşçeresi bulunmaktadır. Adaların topoğrafyası genellikle çok kırıklı olmayan arazi yapısına sahip olmakla birlikte, deniz kıyıları kısmen eğimlidir (OGM, 2003).

YÖNTEM

Orman yangınlarıyla etkin mücadele edebilmek için analiz ve değerlendirmeler genellikle yangın risk ve tehlike potansiyelinin haritalandırılması, çıkan yangının tespiti, mevcut yangının izlenmesi ve yangın sonrası hasarın tespiti olmak üzere 4 adımda yapılır (Roy, 2003; Adab, Kanniah & Solaimani, 2013). Yangın risk ve tehlike potansiyelinin belirlenmesi en önemli adımdır. Çünkü can, mal ve doğal kaynaklar üzerindeki tehditleri en aza indirmek ve risk ve tehlikenin yüksek olduğu yeri bilmek koruyucu ve önleyici tedbirlerin alınması açısından son derece kritik öneme sahiptir.

Yangın tehlike potansiyelini modellemek ve haritalamak karmaşık zamansal ve mekânsal analizler gerektirir, çünkü büyük orman yangınları, vejetasyon, topografya ve hava halleri gibi çeşitli sabit ve değişken çevre faktörlerinin yol açtığı karmaşık mekânsal ve zamansal süreçlerden kaynaklanmaktadır. Yangın tehlike potansiyelinin modellenmesinde bu karmaşık faktörlerin etki derecelerinin belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Sürecinden (AHP) yararlanılmıştır. Saaty tarafından 1990'da geliştirilen AHP, yapısal olarak niceliksel ve niteliksel bir yöntemdir (Saaty, 1990). AHP belirsizlik altındaki çok kriterli karar verme problemlerinde karar verici uzmanın tecrübelerini, bilgisini ve sezgisini karara dahil ederek yardımcı olmaktadır (Chen & Wang, 2010).

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

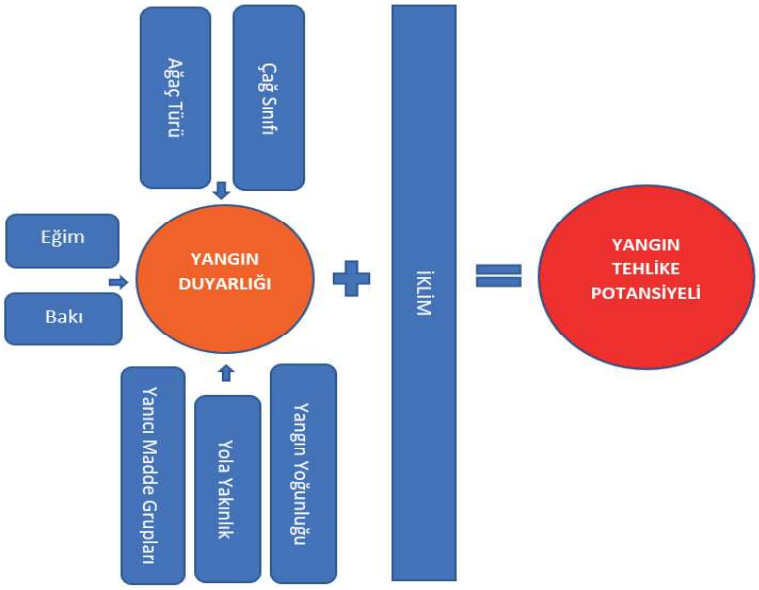
AHP'de problemlerin çözümünde hiyerarşik bir modelin tercih edilmesi, o problemin çeşitli düzeylere ele alınabilmesi olanak vermektedir. Modelleme ile karar vericiye ait kriterler, alt kriterleri ile alternatifleri arasında etkili bir karşılaştırma olanağı sağlar (Lee & Hwang, 2010). Öncelikle oluşturulan hiyerarşinin en tepesinde probleme ilişkin nihai amaç yer almaktadır. Amacın altında, söz konusu amaca ulaşmak için gerekli kriterler; hiyerarşinin en alt seviyesinde ise alternatiflere yer verilmektedir (Pineda-Henson, Culaba & Mendoza, 2008; Braunschweig & Becker, 2004). AHP'nin ikinci aşaması olarak ikili karşılaştırmalar matrisi gelmektedir. Hiyerarşik yapı oluşturduktan sonra her kriterin göreceli önem derecesi hesaplanmaktadır (Chandran, Golden & Wasil, 2005). Kriterlerin göreceli önem dereceleri, ancak ikili karşılaştırma yapılarak bulunmaktadır (Sharma, Moon & Bae, 2008). İkili karşılaştırma karar verici uzmanın tecrübe ve bilgisine dayanmaktadır (Chandran vd., 2005). Hiyerarşi belirlendikten sonra kriterlerin birbirine karşı kaç kat daha önemli olduğunun yani birbirlerine karşı göreceli önem derecelerinin hesaplanması gerekmektedir.

Karar verici ikili karşılaştırma için, Saaty'nin 1990 da belirlediği 1-9 skalasını temel alarak kriterler arasındaki önem derecesini belirlemek için eşit önemliden, kesinlikle önemliye doğru kriterler arasında değerlendirme yaparak bir karşılaştırma matrisi tanımlar (Saaty, 1990). Karşılaştırma matrisi oluşturulup kriterlere belirlenen önem ölçeğine göre 1-9 arasındaki sayısal değerler verildikten Saaty'nin öz vektör yöntemine göre kriterler arasındaki göreceli önem derecelerinin hesaplanır (Hurley, 2001).

Oluşturulan modelin tutarlılığı test edildikten sonra AHP yönteminin son aşaması olan problemin çözümlenmesi gerçekleştirilir. Bu bölümde problemin amacının gerçekleştirilmesinde karar seçeneklerinin sıralaması olarak kullanılacak bir karma öncelik vektörü hesaplanır. Bu karma öncelik vektörünün oluşturulmasında her değişken için belirlenen öncelik vektörlerinin ağırlıklı ortalaması alınmaktadır. Karar verici elde ettiği sonuca göre alternatiflerden birini tercih edebilir.

Yangın Tehlike Potansiyelinin Modellenmesi

Bu çalışmada, yangın tehlike potansiyelini modellemek için yangın davranışını etkileyen bazı topoğrafya, iklim, meşcere ve yapılaşma parametreleri gibi ana değişkenlere bağlı 7 alt kriter kullanılmıştır (Şekil 4). Kriterlerin seçiminde İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğünde yapılan uzman görüşmelerinden yararlanılmıştır. Görüşmeler sonucunda yangın tehlike potansiyelinin belirlenmesi için uzmanlarca önemli olarak belirtilen her sınıfın tehlike potansiyeline göre çok yüksek, yüksek, orta ve düşük olmak üzere yangın riski derecesi belirlenmiştir. Daha sonra modelde yukarıda açıklanan AHP yöntemi kullanılarak ana kriter ve alt kriterlerin önem derecesini belirlemek için uzman görüşüne dayalı ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve sonrasında gene uzman görüşüne dayalı olarak her yangın tehlike parametresi için bu matrise katılım ağırlıkları yüzde olarak eklenmiştir (Tablo 6).

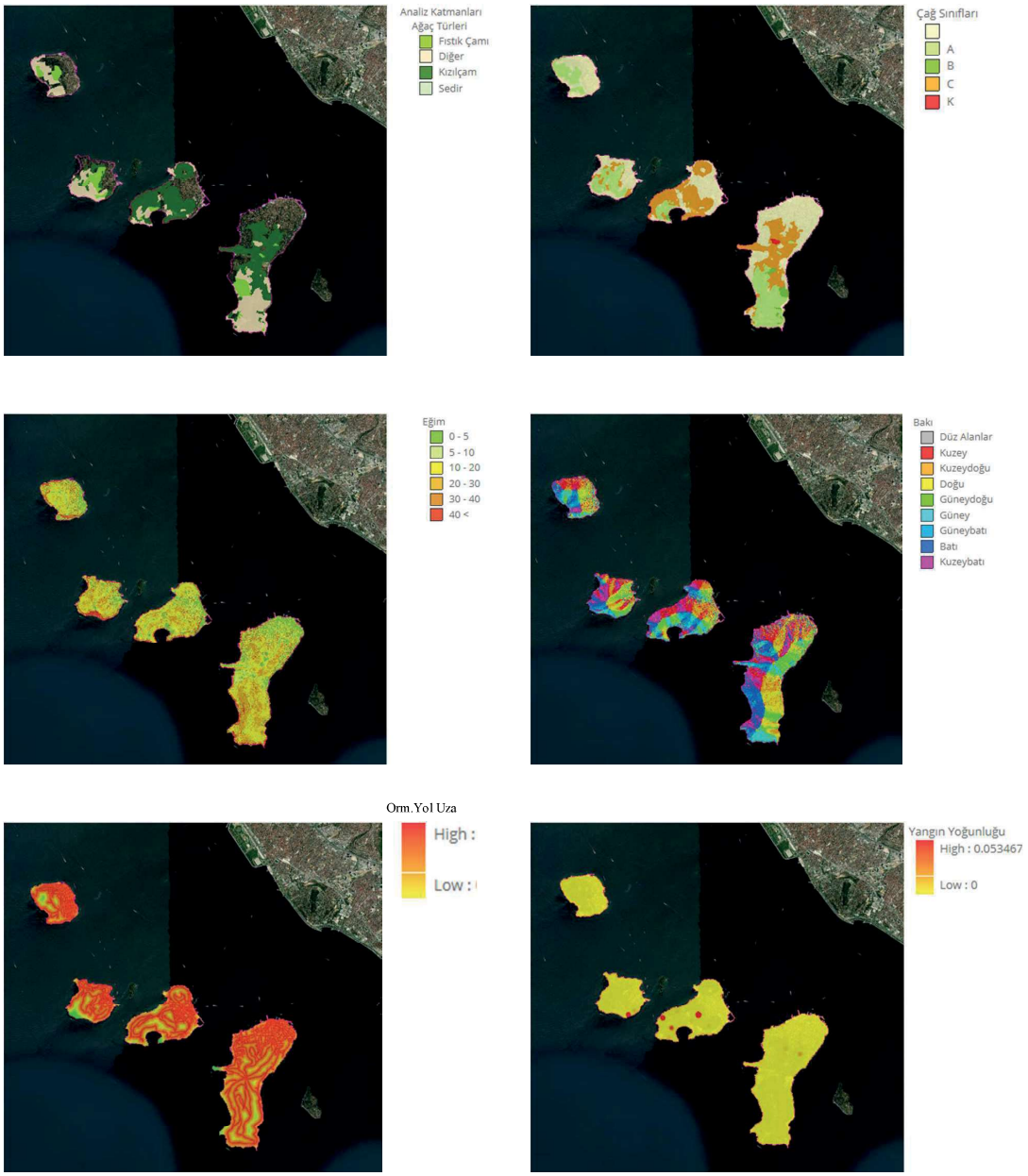


Şekil 4. Yangın tehlike potansiyelini tahmini için kullanılan değişkenler

Uzman görüşmelerinde İstanbul Adalar İlçesi Orman yangınları için en önemli kriterler;

- Ağaç Türü, Çağ Sınıfı, Yanıcı Madde Grupları (Orman Karışımı), Eğim, Bakı, Orman Yoluna Yakınlık, Potansiyel Yangın Başlama Noktalarıdır.

Son olarak geliştirilen modelin alt kriter katsayıları yardımıyla ArcMap 10.3 (ESRI, 2011) programı kullanılarak basit ağırlıklı çakıştırma yöntemi (*weighted sum overlay method*) ile yangın tehlike potansiyeli haritaları oluşturulmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Yangın tehlike potansiyelini tahmini için kullanılan sayısal katmanlar

Tablo 6. Çalışmada kullanılan ana ve alt değişkenler ve ağırlık katsayıları

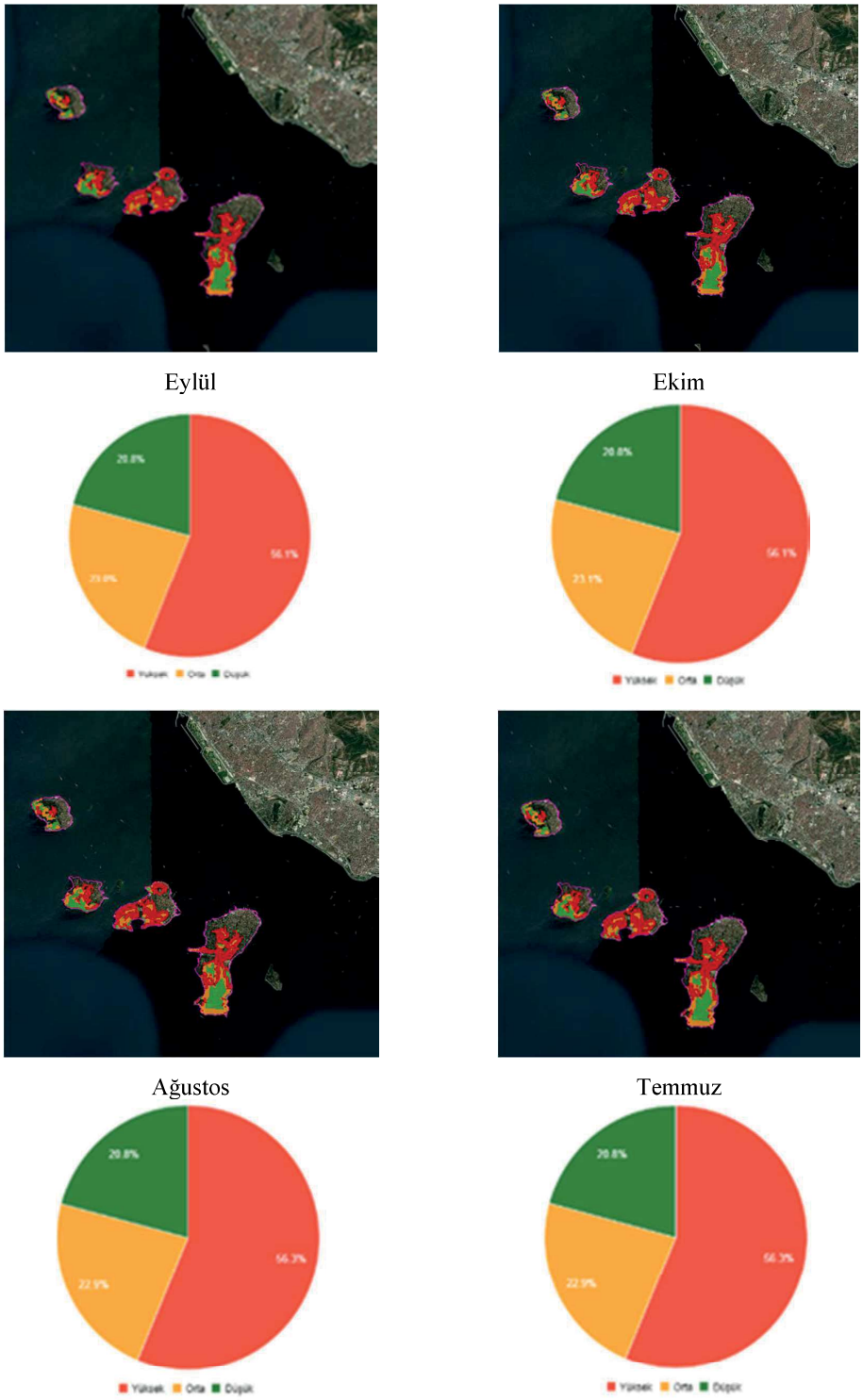
Kriter	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
Ağaç Türü	0,25	Fıstık Çamı	0,90
		Kızılçam	0,95
		Sedir	0,70
Çağ Sınıfı	0,05	a	0,90
		b	0,80
		c	0,60
Yanıcı Madde Gurupları (Orman Karışımı)	0,10	İbreli Orman	0,90
		Yapraklı Orman	0,40
		Karışık Orman	0,70
Eğim (%)	0,10	0-15	0,40
		15-30	0,60
		30 --	0,80
Bakı	0,10	Güney	0,90
		Güneydoğu	0,60
		Güneybatı	0,65
		Batı	0,50
Orman Yoluna Yakınlık (m)	0,10	0-100	0,90
Geçmiş Yıllar Yangın Yoğunluğu	0,10	Aynı Alanda Yangın Çıkma Sayısı	0,90
İklim Parametreleri	0,20	Sıcaklık	0,60
		Nem	0,25
		Rüzgâr	0,15

Ayrıca yangın tehlike potansiyelinin belirlenmesinde, iklim parametresi hariç diğer parametreler, ağırlıklar doğrultusunda işletilerek öncelikle Yangın Duyarlılık Haritası (YDH) oluşturulmuştur. Daha sonrasında bu YDH'sına ilgili iklim verileri çevrimiçi anlık veya uzun yıllar aylık ortalamaları – yağış, nem, sıcaklık – sisteme girilerek Yangın Tehlike Haritaları üretilmiştir. Yangın tehlike potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan parametreler incelendiğinde, ilgili değişkenlerin çoğunluğu Orman Amenajman planları veri tabanlarından, kalan iklim verilerinin ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden çevrimiçi veya WorldClim.org sitesinden kolaylıkla ve elde edilebilecek niteliktedir.

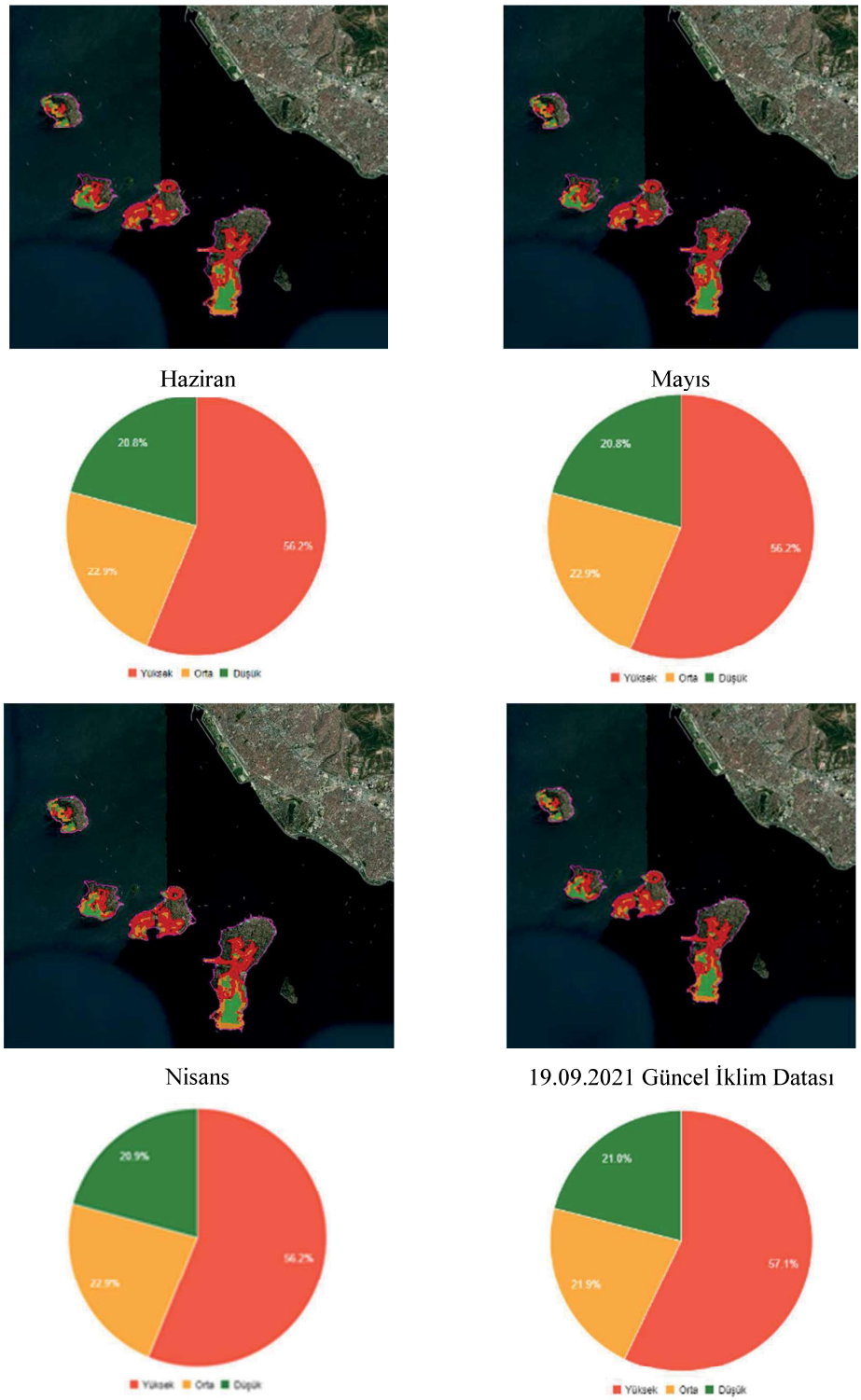
BULGULAR VE TARTIŞMA

Orman yangın riskinin tahmin edilmesinde uzman görülerinden yola çıkarak belirlenen parametreler esas alınarak İstanbul Adalar Şefliği

sınırları içerinde tüm ormanlık alanlar için Nisan-Ekim aylarını kapsayan 7 aylık risk haritaları ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bu haritalar yapılırken Tablo 6'da belirtilen kriterler dikkate alınarak yapılmıştır.



Şekil 6. İstanbul Adalar ilçesi yangın tehlike haritaları



Şekil 6 (devamı). İstanbul Adalar ilçesi yangın tehlike haritaları

Oluşturulan haritalarda düşük riskli alanlar; yeşil, orta riskli alanlar: turuncu ve yüksek riskli alanlar ise kırmızı olarak gösterilmiştir (Şekil

6). Elde edilen katmanlar değerlendirilerek Adalar Şefliği Yangın Tehlike Haritaları, İstanbul için yangın ayları olan Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayları için ayrı ayrı oluşturulup alansal dağılımları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 7. İstanbul Adalar ilçesi yangın tehlikesi alansal dağılımı (ha)

	Düşük (ha)	Orta (ha)	Yüksek (ha)
Ekim	119	132	323
Eylül	119	132	323
Ağustos	119	131	324
Temmuz	119	132	324
Haziran	119	131	322
Mayıs	119	131	322
Nisan	119	131	322
19.09.2021	121	126	330



İstanbul Adalar İşletme Şefliğindeki ormanların yerleşim yerleriyle çevrili olması ve rekreasyon alanı olarak yoğun bir ziyaretçi talebinin olması nedeniyle hassas bir yapıdadır. Adalardaki mevcut orman yollarının aynı zamanda adalarda ulaşım içinde kullanılması ve yol yoğunluğunun yüksek olmasından dolayı ziyaretçi etkisi çok geniş bir alanda etkili olmaktadır. Bu durum yangınla mücadelede konusunda bir zafiyet yaratabilmektedir. Ancak Adalarda yerleşik olarak yaşayan vatandaşların ormanlara olan duyarlı yaklaşımlarının oldukça olumlu etkileri vardır. Tablo 8'de 2011-2020 yılları arasında bölgede çıkan 31 adet orman yangına ait genel bilgiler verilmiştir.

Tablo 8. İstanbul Adaları orman yangınlarına ait özet (2011-2020)

Bölge Müdürlüğü	İşletme Şefliği	Başlama Zamanı	Çıkış Nedeni	Yanan Alan/ Ha	Başlama Günü
İstanbul	Adalar	08.07.2020	Faili Meçhul	0,0507	Salı
İstanbul	Adalar	01.07.2012	Faili Meçhul	0,15	Cumartesi
İstanbul	Adalar	12.07.2020	Faili Meçhul	6,1837	Çarşamba
İstanbul	Adalar	25.05.2011	İhmal ve Dikkatsizlik	0,02	Pazar
İstanbul	Adalar	23.07.2011	İhmal ve Dikkatsizlik	0,01	Çarşamba
İstanbul	Adalar	01.07.2012	Faili Meçhul	0,01	Pazartesi
İstanbul	Adalar	01.07.2012	Faili Meçhul	0,02	Cumartesi
İstanbul	Adalar	17.06.2012	Faili Meçhul	3	Cumartesi
İstanbul	Adalar	30.08.2012	Faili Meçhul	0,02	Cumartesi
İstanbul	Adalar	01.09.2014	Faili Meçhul	0,03	Perşembe
İstanbul	Adalar	25.05.2014	Kasıt	0,02	Perşembe
İstanbul	Adalar	30.08.2013	Faili Meçhul	0	Perşembe
İstanbul	Adalar	08.08.2013	Faili Meçhul	0,14	Pazar
İstanbul	Adalar	24.08.2021	Faili Meçhul	0,0318	Pazar
İstanbul	Adalar	21.08.2021	Faili Meçhul	7,14	Cumartesi
İstanbul	Adalar	23.06.2021	İhmal ve Dikkatsizlik	0,0049	Salı
İstanbul	Adalar	02.07.2017	Faili Meçhul	0,02	Pazartesi
İstanbul	Adalar	25.06.2017	Faili Meçhul	0,01	Pazar
İstanbul	Adalar	27.07.2019	Faili Meçhul	0,0037	Cuma
İstanbul	Adalar	29.06.2019	Faili Meçhul	0,0549	Perşembe
İstanbul	Adalar	06.06.2019	Faili Meçhul	0,0004	Pazar
İstanbul	Adalar	12.08.2019	İhmal ve Dikkatsizlik	0,9589	Pazar
İstanbul	Adalar	06.06.2019	Faili Meçhul	0,0265	Cumartesi
İstanbul	Adalar	29.06.2019	Faili Meçhul	1,1251	Perşembe
İstanbul	Adalar	12.07.2016	Faili Meçhul	0,08	Pazar
İstanbul	Adalar	03.09.2016	Kasıt	0,01	Pazar
İstanbul	Adalar	06.07.2017	Faili Meçhul	0,01	Pazar
İstanbul	Adalar	01.06.2013	Faili Meçhul	0,02	Pazar
İstanbul	Adalar	09.06.2013	Faili Meçhul	0,01	Cumartesi
İstanbul	Adalar	07.07.2013	Kasıt	0,40	Çarşamba

Bu çalışmada sonucunda, birinci derecede yangına duyarlı İstanbul Adaları toplam ormanlık alanlarının %57'sinin yüksek yangın riski, %23'sinin orta risk ve %22'si ise düşük yangın riski altında olduğu görülmektedir. Tablo 8 incelendiğinde yanan alanların oldukça az olduğu görülmektedir. 2020 ve 2021 yıllarında yaşana yaklaşık 7 ha büyüklüğündeki faili meçhul 2 yangın dışında tüm yanan alanlar genellikle 1 hektarın altındadır. Bunda Orman Genel Müdürlüğünün aldığı önlemler ve Adalar yerleşik nüfusunun konuya duyarlılığı önemli bir faktördür. Ayrıca yangın çıkış günleri incelendiğinde özellikle hafta sonu, ziyaretçilerin yoğun olduğu günlerde yangınların başladığı görülmektedir.

Ormanlar dinamik bir yapıya sahip doğal kaynaklardır. Bu nedenle hava koşullarına göre vereceği tepkiler de farklılık göstermektedir. Özellikle günümüzde yaşanan anormal hava koşulları nedeniyle ormanlarımız yangın tehlikesine karşı kırılgan bir durumdadır. Gelişen teknolojiye bağlı olarak orman yangınlarıyla mücadelede iyileştirmeye yönelik olarak coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında modelleme ve tahmin uygulamalarının riskler gerçekleşmeden önce önlem alabilme olanağı sağlayacağı aşikârdır. Bu nedenle uzun süreli orman varlığına yönelik envanter bilgilerinin yanı sıra güncel olarak elde edilecek çevrimiçi nem, sıcaklık, toprak nemi, yanıcı madde nemi gibi meteorolojik verilerinin CBS ortamında birleştirilmesi ve bu verilerin hızlı bir şekilde tüm kullanıcılar ile paylaşılabilmesi önemli katkı sağlayacaktır. Ayrıca mobil uygulamalar ile desteklenecek konum bazlı anlık verilerin sistem içinde bir araya getirilmesi yangınla mücadelede çalışmalarını sağlıklı bir şekilde yürütme imkânı sağlayabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Ormancılık Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA / REFERENCES

Adab, H., Kanniah, K.D., & Solaimani, K. (2013). Modeling forest fire risk in the northeast of ıran using remote sensing and GIS techniques. *Natural Hazards*, 65(3), 1726-2743. doi:10.1007/s11069-012-0450-8

Akay, A.E., Serin, H., & Yenilmez, N. (2008). Yangın Helikopterlerinde Görev Yapan Hava Destek ve İlk Müdahale Ekibinin Sosyal Durumlarının ve Çalışma Koşullarının İncelenmesi. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Isparta.

Bilici, E. (2009). Orman yangın emniyet yolları ve şeritleri ile orman yol şebekelerinin entegrasyonu, planlamaları ve uygulamaları üzerine bir araştırma (Gelibolu milli park örneği). *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 59(2), 85-101. doi: 10.17099/jffiu.66756

Braunschweig, T., & Becker, B. (2004). Choosing research priorities by using the analytic hierarchy process: An application to international agriculture. *R&D Management*, 34(1), 77-86. doi: 10.1111/j.1467-9310.2004.00324.x

Chandran, B., Golden, B., & Wasil, E. (2005). Linear programming models for estimating weights in the analytic hierarchy process. *Computers & Operations Research*, 32(9), 2235-2254. doi: 10.1016/j.cor.2004.02.010

Chen, M., & Wang, S.C. (2010). The critical factors of success for information market: Using analytic hierarchy process (AHP) approach. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 694-704. doi: 10.1016/j.eswa.2009.06.012

Erdoğan, A. (2019). Yangın Riski Taşıyan Orman Alanlarında Uygulanan Yangın Koruma Çalışmalarının CBS Teknikleri İle Planlaması. Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Ertuğrul, M. (2005). Orman yangınlarının dünyadaki ve Türkiye'deki durumu. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(7), 43-50.

Hasdemir, M., Küçükosmanoğlu, A., Demir, M., Öztürk, T., Akgül, M., & Bilici, E. (2009). Türkiye'de orman yangınlarının önlenmesi kapsamında orman yolları, yangın emniyet yol ve şeritlerinin değerlendirilmesi. I. Orman Yangınlarıyla Mücadele Sempozyumu, Antalya.

Hurley, J.W. (2001). The Analytic Hierarchy Process: A note on an approach to sensitivity which preserves rank order. *Computers & Operations Research*, 28(2), 185-188. doi: 10.1016/S0305-0548(99)00125-2

Küçükosmanoğlu, A., & Hasdemir, M. (1991). Orman yol şebekelerinde yangın emniyet yolları ve şeritlerinin yeri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B41 (3-4), 83-91.

Laschi, A., Foderi, C., Fabiano, F., Neri, F., Cambi, M., Mariotti, B., & Marchi, E. (2019). Forest road planning, construction and maintenance to improve forest fire fighting: A review. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 40(1), 207–219.

Lee, D., & Hwang, J. (2010). Decision support for selecting exportable nuclear technology using the analytic hierarchy process: A Korean case. *Energy Policy*, 38(1), 161-167. doi: 10.1016/j.enpol.2009.08.069

OGM, (2003). *Amenajman Planı*, Adalar Orman İşletme Şefliği.

OGM, (2018). *İstanbul İli Yangın Yönetim Planı (2018-2022).* İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul.

OGM, (2020). *2020 yılı Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporu*. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

OGM, (2021). *Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları*. Orman Genel Müdürlüğü, 285 Sayılı Tebliğ, Ankara.

Pineda-Henson, R., Culaba, A.B., & Mendoza, G.A. (2008). Evaluating environmental performance of pulp and paper manufacturing using the analytic hierarchy process and life-cycle assessment. *Journal of Industrial Ecology*, 6(1), 15-28. doi: 10.1162/108819802320971614

Roy, P.S. (2003) Forest fire and degradation assessment using satellite remote sensing and geographic information system. Paper presented at the satellite remote sensing and GIS applications in agricultural meteorology, Dehra Dun, India

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26. doi: 10.1016/0377-2217(90)90057-I

Sharma, M.J., Moon, I., & Bae, H. (2008). Analytic Hierarchy Process to assess and optimize distribution network. *Applied Mathematics and Computation*, 202(1), 256-265. doi: 10.1016/j.amc.2008.02.008

URL-1. https://www.hatayinternettv.com/makale/akilli-sehirlerde-orman-yanginlari-ozelinde-afet-ve-acil-durum-yonetimi-5025 (10.09.2021)