

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ORMAN YANGINI RİSK ALANLARININ TESPİTİ VE HARİTALANMASI:
KAŞ, ANTALYA ÖRNEĞİ**

Ramazan ARARAT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2025

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ORMAN YANGINI RİSK ALANLARININ TESPİTİ VE HARİTALANMASI:
KAŞ, ANTALYA ÖRNEĞİ**

Ramazan ARARAT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN YANGINI RİSK ALANLARININ TESPİTİ VE HARİTALANMASI:
KAŞ, ANTALYA ÖRNEĞİ

Ramazan ARARAT

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

Bu tez / / 202..... tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Sevda ALTUNBAŞ

Prof. Dr. Namık Kemal SÖNMEZ

Prof. Dr. Mehmet KORKMAZ

ÖZET

ORMAN YANGINI RİSK ALANLARININ TESPİTİ VE HARİTALANMASI: KAŞ, ANTALYA ÖRNEĞİ

Ramazan ARARAT

**Yüksek Lisans Tezi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim
Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Sevda ALTUNBAŞ

Ocak 2025; 57 sayfa

Geçmişten günümüze orman yangınları ile mücadele etme çalışmalarında değişik yöntemler denenmiş, ancak şu ana kadar tam bir başarı sağlanamamıştır. Gelişen teknoloji, yangınlara daha kısa sürede ulaşmayı, söndürmeyi ve izlemeyi mümkün kılmasına rağmen, insan faktörünün dışındaki doğa olayları, maalesef yine de yangınlar konusunda üzücü sonuçları ortaya çıkarmaktadır. Bu sürecin bir sonucu olarak ortaya çıkan risk alanlarının tespiti ve yaklaşımı; fiziksel çevre ile sosyal, ekonomik ve kültürel yaşamı daha üst seviyelere çıkararak toplumsal refahı ve yaşamı tehdit etmeyecek önlemler olarak tanımlanabilir. Yangın oluşumunu etkileyen faktörleri tespit etmek yangını yönetebilmek açısından önemlidir. Orman yangınının neden, nerede, ne zaman, ne sıklıkta çıktığı, bilgileri bizi gelecekte olası yangınlar hakkında öngörü önlemler sağlamaktadır. Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri, orman yangını risk haritalarını oluştururken, yangına neden olan faktörleri bir arada değerlendirme kapasitesiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada amaç, Antalya ili Kaş yöresi ormanlarının yangın risk durumu tespit etmek ve haritalandırmaktır. Materyal olarak, yangın riskinin çok yüksek olduğu Antalya ili Kaş ilçesinin orman arazileri seçilmiştir. Yangın risk alanları, tüm katmanların yangınlara neden olma kapasiteleri ve duyarlılıklarına göre tespit edilerek belirlenmiştir. Kartografik materyal olarak; 10 m yersel (yatay) çözünürlüğe sahip Sentinel 2A uydu görüntüleri, topografya, bitki örtüsü ve arazi kullanım verilerinden faydalanılmıştır. ARCGIS 10.8 programında 1/25000 ölçekli sayısal topografya paftalarından sayısal yükselti modeli, eğim ve bakı haritaları oluşturulmuştur. Bitki örtüsüne ait veriler ise, Kaş orman işletme şefliklerine ait meşcere haritalarından elde edilmiştir. AHP Yöntemine göre yangın risk haritası oluşturulmuş yüksek riskli alanların Gömbe, Cemre, Çavdır, Çeşme, Akörü, Sınıfeli, Çamlıköy ve Yaylapalamut ilçelerinde yoğunluk gösterdiği ve çalışma alanına ait kıyı kesimlerde de Gökçeören, İzne, İncebel, Boğazcık ve Kaş merkez bölgelerinin olduğu sonucu elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: AHP, CBS, Orman yangını, Topografya, Yangın Riski

JÜRİ: Doç. Dr. Sevda ALTUNBAŞ

Prof. Dr. Namık Kemal SÖNMEZ

Prof. Dr. Mehmet KORKMAZ

ABSTRACT

IDENTIFICATION AND MAPPING OF FOREST FIRE RISK AREAS; ANTALYA-KAŞ

Ramazan ARARAT

MSc Thesis in Remote Sensing and Geographic Information Systems

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sevdâ ALTUNBAŞ

January 2025; 57 pages

Different methods have been tried in fighting forest fires from the past to the present, but no complete success has been achieved so far. Although the developing technology makes it possible to reach, extinguish, and monitor fires in a shorter time, natural events other than the human factor, unfortunately, still reveal sad results in fires. Identification and approach of risk areas that arise as a result of this process; it can be defined as measures that will not threaten social welfare and life by raising the physical environment and social, economic, and cultural life to higher levels. It is important to identify the factors affecting fire formation in order to manage fire. Why, where, when, and how often forest fires occur, information provides us with predictive measures about possible fires in the future. Today, Geographic Information Systems are widely used with the capacity to evaluate the factors that cause fire together while creating forest fire risk maps. The aim of this study is to determine and map the fire risk status of the forests of the Kaş region of Antalya province. As a material, forest lands of the Kaş district of Antalya province, where the risk of fire is very high, were selected. Fire risk areas were determined by determining all layers according to their capacity and susceptibility to cause fires. As cartographic material, Sentinel 2A satellite images with a resolution of 10 m were used, along with topography, vegetation, and land use data. In the ARCGIS 10.8 program, digital elevation model, slope, and aspect maps were created from 1/25000 scale digital topography sheets. The vegetation data were obtained from the stand maps of the Kaş forest management chiefdoms. According to the AHP Method, it was concluded that the high-risk areas for which a fire risk map was created were concentrated in the districts of G mbe, Cemre,  avdır,  e me, Ak r , Classroomeli,  amlık y, and Yaylapalamut, and that the central regions of Gökçeören,  zni,  ncebel, Bo azcık, and Kaş were located in the coastal areas of the study area.

KEYWORDS: AHP, GIS, Fire risk, Forest Fire, Topography

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Sevdâ ALTUNBAŞ

Prof. Dr. Namık Kemal SÖNMEZ

Prof. Dr. Mehmet KORKMAZ

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında ülkemizin en önemli afetlerinden biri yine yangın riski yüksek olan bir bölgesinde (Kaş/Antalya), orman yangın risk analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmanın ülkemizin en önemli yaşam ve gelir kaynaklarından olan ormanlarımızın devamlılığına ve OGM bünyesinde çalışan teknik personel ve yangın savaşçılarına büyük yardım sağlayacağı düşünülmektedir.

Öncelikle, çalışmalarımı uzaktan yürüttüğüm bu süreçte, eksikliklerimi ve bu doğrultuda ortaya çıkan ihtiyaçlarımı her seferinde düzenleyerek yol gösteren, bu konuda ve alanında her türlü bilgi ve tecrübeye sahip olan ve çalışmalarımı şekillendiren, bana her zaman yardımcı olan, sayın tez danışmanım Doç. Dr. Sevda ALTUNBAŞ'a, İşime ve araştırmalarımaya zaman ayırdığım süreçte, büyük bir sabır ve hoşgörü ile beni destekleyen sevgili eşim Tuğba ARARAT'a teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1. Orman yangını nedenleri ile ilgili çalışmalar.....	3
2.2. Orman yangınlarıyla mücadele ile ilgili çalışmalar	6
2.3. Orman yangınlarında CBS ile ilgili çalışmalar	9
2.4. Orman yangınlarında AHP ile ilgili çalışmalar.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Çalışma Alanı.....	13
3.1.2. Kaş ilçesine ait genel bilgiler	14
3.1.3. Arazi Durumu kullanımına ilişkin veriler.....	16
3.1.4. Araştırma Alanının İklimi	19
3.1.5. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü.....	20
3.1.6. Araştırma Alanının Topografyası/Fizyografyası	22
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemi çalışmaları.....	29
3.2.2. Verilerin toplanması, analizi ve doğrulanması	30
3.2.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi analizi	30
4. BULGULAR Ve TARTIŞMA	33
4.1. Arazi çalışmaları	33
4.1.1. Eğim	33
4.1.2. Bakı.....	34
4.1.3. Yükselti	35
4.1.4. Ağaç türü	35

4.1.5.	Kapalılık	36
4.1.6.	Çağ sınıfları	37
4.1.7.	Yollara mesafe.....	37
4.1.8.	Yerleşim yerlerine mesafe.....	38
4.1.9.	Tarım arazilerine mesafe	38
4.1.10.	Sulak alanlara mesafe	38
4.1.11.	Enerji nakil hatlarına mesafe.....	39
4.2.	Orman yangını riskinin hesaplanması.....	39
4.2.1.	Kaş yöresinin orman yangını riski analizi	40
5.	SONUÇLAR	51
6.	KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ		

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Orman Yangını Risk Alanlarının Tespiti ve Haritalanması: Kaş, Antalya Örneği” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

22/01/2025

Ramazan ARARAT



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde

° : Derece

°C : Derece santigrat

km : Kilometre

cm : Santimetre

m : Metre

mm : Milimetre

ha : hektar

adt : adet

Im : Yağış Etkinliği İndisi

Kısaltmalar

AHP : Analitik Hiyerarşi Prosesi

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

FRI : Orman Yangını Riski İndisi

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

OİM : Orman İşletme Müdürlüğü

OİŞ : Orman İşletme Şefliği

OGM : Orman Genel Müdürlüğü

ORBİS : Orman Bilgi Sistemi

SYM : Sayısal Yükseklik Modeli

YYT : Yangın Yönetim Sistemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yıldırım felaketinden etkilenen bir ağacın görünümü	4
Şekil 2.2. Türkiye'deki son 5 yıldaki yangın sayıları (OGM, 2023b)	5
Şekil 2.3. Türkiye'de 2023 yılında çıkan yangınların nedene göre dağılımı (OGM, 2023b)	6
Şekil 2.4. Orman Yangınları Çeşitlerinden Örtü Yangını örneği.....	7
Şekil 2.5. Orman Yangınları Çeşitlerinden Tepe Yangını örneği	8
Şekil 2.6. Orman Yangınları Çeşitlerinden Toprak Yangını örneği.....	8
Şekil 2.7. Orman Yangınlarının Başlangıç Çeşitleri	9
Şekil 2.2. Türkiye'de 2023 yılında çıkan yangınların nedene göre dağılımı(OGM,2023)	4
Şekil 3.1. Çalışma alanı Kaş ve yakın ilçeler	12
Şekil 3.2. Kaş ilçesine ait Kalkan bölgesi.....	13
Şekil 3.3. Kaş ilçesine ait orman yangını görüntüsü	14
Şekil 3.4. Kaş yöresi Kalkan bölgesi mücadele gücü yangın işçisi.....	15
Şekil 3.5. Çalışma alanına ait orman yangınlarının yollara olan mesafesi	16
Şekil 3.6. Çalışma alanına ait orman yangınlarının yerleşim yerlerine mesafesi	17
Şekil 3.7. Çalışma alanına ait orman yangınlarının tarım arazilerine mesafesi	18
Şekil 3.8. Çalışma alanına ait ağaç türü meşcere haritası.....	20
Şekil 3.9. Eğimli arazilerde yamaç yukarı yangın riskinde yayılış örneği	22
Şekil 3.10. Eğimli arazilerde yamaç aşağı yangın riskinde yayılış örneği	22
Şekil 3.11. Eğimli arazilerde yamaç aşağı yangın riskinde yayılış örneği	23
Şekil 3.12. Çalışma alanına ait eğim haritası	24
Şekil 3.13. Çalışma alanına ait bakı haritası	25
Şekil 3.14. Çalışma alanına ait yükselti örneği	26
Şekil 3.15. Çalışma alanına ait yükselti haritası.....	27
Şekil 3.16. AHP sürecindeki adımlar.	30
Şekil 4.1. Kaş yöresi çok kriterli orman yangını risk haritası.....	49
Şekil 4.2. Kaş yöresi çok kriterli orman yangını risk haritasının ilçe merkezlerine göre yangın yoğunluk haritası	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye’de orman yangınlarının son 5 yılda çıkma nedenleri(OGM,2023).	4
Çizelge 3.1. Kaş ilçesine ve çalışma alanına ait mücadele gücü.....	14
Çizelge 3.2. Sınıflandırma ve sınıflandırma matrisinin değerlendirilmesi	32
Çizelge 4.1. Eğim kriterinin başlangıç noktasına bağlı orman yangını sayısı ve oranları	28
Çizelge 4.2. Eğim kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi	29
Çizelge 4.3. 2014-2024 Yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre bakı’ya bağlı analizi	29
Çizelge 4.4. Bakı kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi	29
Çizelge 4.5. 2014-2024 yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre yükseltiye bağlı risk analizi	30
Çizelge 4.6. Yükselti kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi .	30
Çizelge 4.7. Bitki Örtüsü kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi	30
Çizelge 4.8. 2014-2024 yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre meşcere kapalılığına bağlı risk analizi	31
Çizelge 4.9. Kapalılık kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi	32
Çizelge 4.10. 2014-2024 yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre çağ sınıfları’na bağlı risk analizi	32
Çizelge 4.11. Çağ sınıfları kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi	33
Çizelge 4.12. Orman-yol mesafesine göre risk durumu.....	33
Çizelge 4.13. Orman-yerleşim yerleri mesafesine göre risk durumu	33
Çizelge 4.14. Orman-tarım alanları mesafesine göre risk durumu	34
Çizelge 4.15. Orman-sulak alanlar mesafesine göre risk durumu	34
Çizelge 4.16. Orman-ENH mesafesine göre risk durumu.....	35
Çizelge 4.17. Orman yangını örnek senaryo risk dereceleri.	35
Çizelge 4.18. Son 10 yılda (2014-2024) Antalya OBM Kaş ilçesine ait meydana gelen insan kaynaklı orman yangınlarının başlangıç nokta. göre eğime bağlı risk analizi	39
Çizelge 4.19. Son 10 yılda (2014-2024) Antalya OBM Kaş ilçesine ait meydana gelen insan kaynaklı orman yangınlarının başlangıç nokta. göre bakıya bağlı risk analizi	39
Çizelge 4.20. Son 10 yılda (2014-2024) Antalya OBM Kaş ilçesine ait meydana gelen insan kaynaklı orman yangınlarının başlangıç nokt. göre Yükseltiye bağlı risk analizi	40
Çizelge 4.21. Orman-tarım alanları mesafesine göre risk durumu	40
Çizelge 4.22. Orman-yerleşim yerleri mesafesine göre risk durumu	41
Çizelge 4.23. Orman-yol mesafesine göre risk durumu.....	41
Çizelge 4.24. Orman-ENH mesafesine göre risk durumu.....	41
Çizelge 4.25. Orman-sulak alanlar mesafesine göre risk durumu	42
Çizelge 4.26. Kaş yöresi için ‘orman yangın risk kriterler çizelgesi’	42

1. GİRİŞ

Orman, orman toprağı, odunsu ağaçlar, çalılar, otsu bitkiler, yosunlar, eğrelti otları ve mantarlar, yer üstünde ve yer altında yaşıyan mikroorganizmalar ve geniş bir alanda farklı bir iklim oluşturabilen çeşitli böcek ve hayvanlardan oluşan bir yaşam birimidir (Aytuğ, 1976).

Türkiye'nin orman varlığı, ülkenin önemli bir kısmının ormanlarla kapalı olduğunu göstermektedir. Orman alanlarımız 1973 yılında 20.199.296 ha (ülke genelinin %26,1'i), 2023 yılında ise 23.686.000 ha (ülke genelinin %30,2'si) ulaşmıştır. Son yıllarda orman alanlarının artmış olduğu görülmektedir. Ancak uzun yıllarda verimli hale gelebilen orman alanları, olumsuz yangın durumları ile saatler veya günler içinde yok olabilmektedir. Bir başka deyişle orman alanlarının yok olmasının en önemli sebebi orman yangınlarıdır. (Yüksel vd., 2001; Sağlam vd., 2008). Yapılan alışmalar orman yangını tehlikesine maruz kalan orman alanlarının 12 milyon hektar veya ormanlarımızın, yaklaşık %58'i olduğunu göstermektedir (Alkayış vd., 2022).

Türkiye'de orman yangını istatistiklerinin ilk kez kaydedildiğı ve sonrasında belirli bir süre boyunca 1937-2009 yılları arasındaki 73 yıllık süreçte 86.769 yangın ve 1.617.701 hektar yanmış arazi meydana gelmiştir (OGM, 2023a). Bu sebeple yaklaşık yılda 1.200 yangın nedeniyle, 22.000 hektar orman yanmaktadır. Ülkemizde orman yangınlarının %38'i dikkatsizlik ve pervasızlıktan, %12'si kasıtlı (kundaklama veya arazi temizleme gibi), %3'ü yıldırım düşmesinden ve %47'si tanımlanamayan nedenlerden kaynaklanmaktadır (OGM, 2023b).

Akdeniz bölgesi yüksek seviyede yangın riski taşımaktadır. Orman yangınlarının azalması; ülke ekonomimiz açısından önemlidir zira toplam gelirlerimiz içinde orman kaynaklı gelirler OGM verilerine göre ciddi bir oran düzeyindedir. Ayrıca ormanların bakımlarının yapılması sürecinde, orman köylülerimiz vahidi fiyat usulüne göre çalıştırılarak, istihdam edilmektedir. Ayrıca orman yangınlarının azaltılarak orman varlığının artırılması, hava kirliliğinin azaltılmasındaki rolü ile toplumsal refaha da katkı yapmaktadır.

Doğal dengenin sağlanmasında hayati öneme sahip olan ormanlar, sağlamış olduğu ekolojik ve çevresel faydalar itibarıyla iyi korunmalıdırlar. Tüm Dünyada' da olduğu gibi ülkemizde de ormanlara verilen zararların başında orman yangınları gelmektedir. Özellikle orman yangınları çıkması için en uygun şartlara sahip olan Akdeniz bölgesinde, bu doğal tehdide karşı her an tetikle olunmalı ve gerekli önlemler alınarak yangın yönetimi ve yangın hasar tespiti belirli işlemleri sistematik bir şekilde yapılmalıdır.

Yapılan bu araştırma kapsamında, Akdeniz iklimine sahip, genellikle kızılçam bitki örtüsü ile kaplı olan, Antalya ili Kaş yöresi yangına riskli arazilerinin mekânsal analizleri yapılarak yangın risklerini belirlemek hedeflenmiştir. Bu kapsamda; Akdeniz bölgesinde, son 10 yılda yangınların nedeninin tam olarak belirlenmesi, gelecekte çıkabilecek yangınlarla ilgili tahminlerde ve çözüm önerileri sunmakta önem arz etmektedir. Doğayı kontrol altında tutmak zor olsa da yangın risk alanlarının belirlenerek haritalanması ile, yangınların miktarı ve verecekleri zarar azaltılabilir. Orman yangını risk alanları, yangının kolaylıkla ıkabileceğı yerleri tanımlamaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde mekânsal verileri toplamak, güncellemek, depolamak, analiz etmek, yayınlamak ve dağıtmak için en yaygın olan ArcGIS, sonrasında GeoMap ve Netcad gibi bilgisayar programları kullanılmaktadır (Bolstad, 2005). CBS doğal afetlerin tahmininde veya belirlenmesinde, verdiği veya vereceği zararların ortaya çıkarılmasında, önlemler alınmasında ve izlenmesinde kullanılmaktadır.

Yangın zararlarını en aza indirmede en kritik faktör, yangının erken tespiti ve zamanında müdahaledir. Antalya'nın Kaş ilçesindeki orman yangınlarında, erken tespit yapılmadığı için ciddi hasarlar meydana gelmiştir. Orman yangınlarının tam yeri belirlenebilirse, bu durumda yangına hızla müdahale edebilmek mümkündür. Yangın riski taşıyan bölgeleri önceden belirleyip, gerekli tedbirleri almak, yangına müdahaleyi kolaylaştırır. Yangın risk haritalarının ana amacı, potansiyel yangın tehdidi taşıyan alanları yer bazında tespit ederek, yangın başlamadan önce etkin önlemler alabilmektir.

Orman yangınlarının Antalya ili Kaş yöresi ormanlarında oluşturduğu olumsuz sonuçları görmek için Orman Genel Müdürlüğü'nün yıllık istatistiklerinden faydalanılmıştır. Bu istatistikler incelendiğinde görülmüştür ki, Antalya ili Kaş yöresi ormanlarında özellikle yaz aylarında yüksek yangın tehlikesi bulunmaktadır. Antalya ili Kaş yöresi ormanları sınırları içerisindeki yol durumları, eğim, bakı, bitki türleri, su kaynaklarına uzaklık, yangın kulelerinin etki alanı, yerleşim yerine yakınlık vb. parametreler risk analizi için kriter olarak alınacaktır. Analiz sonuçlarından da yangın riskinin azaltılması için Antalya ili Kaş yöresi ormanlarına yararlı olabilecek bir risk haritası oluşturulmuştur.

Çalışmanın, öncelikle ormanlardan sorumlu bakanlığın çalışmalarında önemli veri olacağı, bu konuda literatüre bir katkı sağlayacağı, Kaş ilçesinde ormanlarda görevli personelin uygulamalarda kullanabileceği bir kaynak olacağı, elde edilen çıktıların ve önlemlerin, hayata geçirilirse bölge ve ülke ekonomisine, ekolojisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

Ormanlar, çeşitli sebeplerle meydana gelen yangınlar sonucunda çevresel etkilerden büyük ölçüde zarar görmektedir. Orman yangınları, biyolojik çeşitliliği azaltmanın yanı sıra, bitki ve hayvanların doğal yaşam alanlarını da tahrip eder (Bilgili vd. 2017). Bu yangınlar, yalnızca odun hammadde kaynağını yok etmekle kalmaz, aynı zamanda toprak yüzeyini koruyan ölü ve diri örtüyü de ortadan kaldırarak biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Sonuç olarak, ekosistemin dengesi bozulur ve yangının etkilediği ormanın oluşturduğu yaşam alanı yok olur (OGM, 2023a).

Orman yangınları, ülkemiz için ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan, doğanın normal işleyişini durduran veya aksatan, kaynakların yetersiz kaldığı olaylardır (Bilgili vd. 2017). Bir bölgede meydana gelebilecek afetler, doğa kaynaklı ya da insan etkisiyle oluşabilir. Afet sonrası yaşanabilecek can kaybı, yaralanmalar, maddi zararlar, sosyal ve ekonomik çöküş ile çevresel tahribat gibi etkilerin en aza indirilebilmesi için gerekli önlemler alınmalı ve olası felaketlere karşı hazırlıklı olunmalıdır.

Ülkemizde ve dünyada orman arazilerinde her yıl çeşitli nedenlerle orman yangınları meydana gelmektedir. Orman yangınlarının nedenlerine baktığımızda yangınların sadece %7-10'unun doğal sebeplerden kaynaklandığı, yangınların diğer tüm sebeplerinin ise insan etkisiyle çıktığı görülmüştür (OGM, 2024). Orman Genel Müdürlüğü istatistiklerine göre, Türkiye'de ilk orman yangını 1918 yılında kayıt altına alınmıştır ve Türk ormancılığı açısından son derece önemli görülmüştür. Ülkemizde hemen hemen her yıl yangın mevsiminde çıkan yangınlar sonucu ormansızlaşmada artış yaşanmaktadır. Ayrıca Orman Genel Müdürlüğü, ormanların yangınlardan korumak ve orman yangınları ile daha etkin mücadele edilmesi için ormancılık, yollar ve yangından korunma yolları ile ilgili çalışmalar yürütmüştür (Kılıç, 2020).

2.1. Orman yangını nedenleri ile ilgili çalışmalar

Dağılımları Orman Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan son 5 yılın istatistikleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (OGM, 2024) (Çizelge 2.1). Yangının nedenleri aşağıda sıralanmıştır;

1. Dikkatsizlik ve ihmal: Gerekli önlemleri almadan ormanda ateş yakmak, yangını söndürmemek, söndürülmemiş sigara ve kibrit atmak, arıcılıkta kontrolsüz sigara içmek, ısınmak için çobanlar tarafından ateş yakılması, çocukların ateşle oynaması olarak açıklanabilir. Umursamazlık ve ihmal yedi kategoride açıklanırsa; saman ateşi, avcılık, çoban ateşi, çöplük, sigara, şişeler ve kamp ateşi

2. İhmal/Dikkatsizlik: Ülkemizde çoğunlukla kasıtlı olmak üzere çok sayıda orman yangını yaşanmaktadır. Bu durum, arazisini ormana doğru genişletmek isteyen bir köylünün, kaçak işleri örtbas etmeye çalışması, orman idaresine karşı kasıtlı olarak yangınlar çıkarması, kendi arazisine zarar veren hayvan-böceklerin gelişini engellemesi, iş ve kar elde etmek amacıyla (ev, otel ve benzeri yapıların inşası için) yangın çıkarması ile açıklanabilir. Bunlar iki başlık altında toplanmıştır:

- a. Dikkatsizlik
- b. Kundakçılıktır.

3. Kaza: Elektrik hatlarından kaynaklanan elektrik kesintileri ve sıçramaları, trafik kazalarından kaynaklanan yangınlar kazalar kategorisinde açıklanmaktadır.

4. Yıldırım (doğal afet): Yıldırımın düştüğü bölgede oluşan yoğun elektrik akımının bir sonucu olarak yangının çıkması ile açıklanabilmektedir.



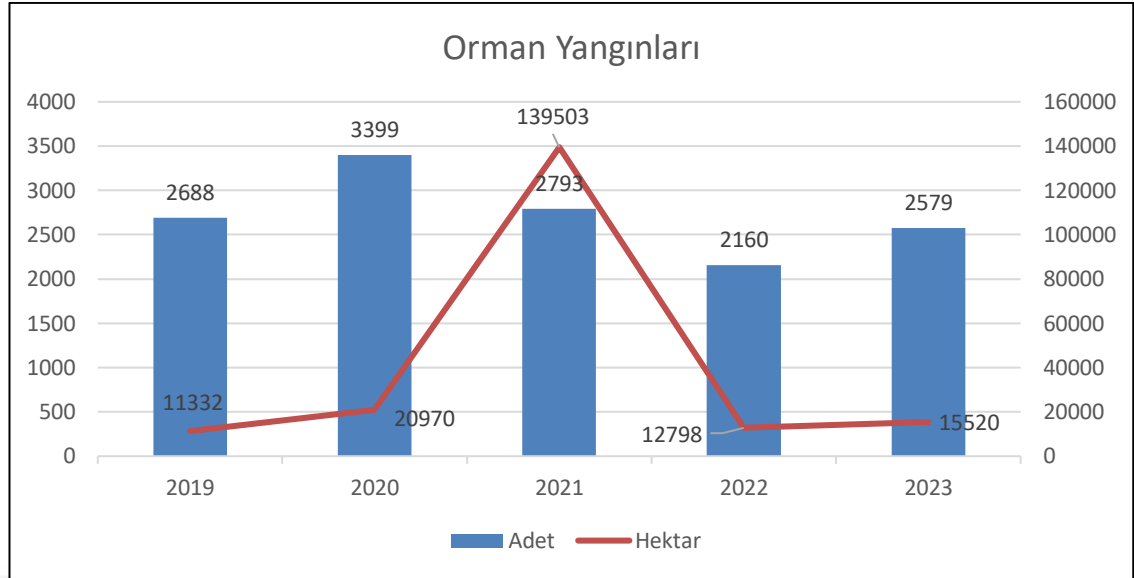
Şekil 2.1. Yıldırım felaketinden etkilenen bir ağacın görünümü

Ormanların tahrip edilmesi uzun yıllar boyunca etkilenmiş ve bölgedeki yaşamın canlanması, ağaçların büyümesi ve canlıların yuva kurması uzun yıllar boyunca sağlanamamaktadır.

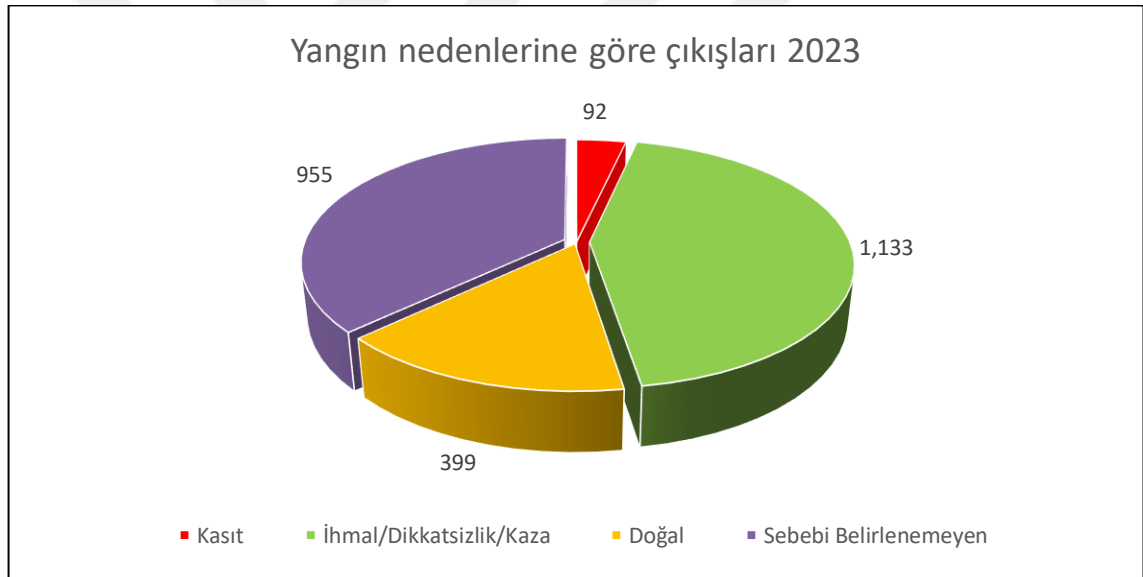
Çizelge 2.1. Türkiye’de orman yangınlarının son 5 yılda çıkma nedenleri (OGM, 2023b)

Yangın Çıkış Sebepleri	Birim	2019	2020	2021	2022	2023
Kasıt	Adet	124	72	110	86	92
İhmal/Dikkatsizlik/Kaza	Adet	883	1.156	1.001	830	1.133
Doğal	Adet	372	312	353	358	399
Sebebi Belirlenemeyen	Adet	1.309	1.859	1.329	886	955
TOPLAM	Adet	2.688	3.399	2.793	2.160	2.579

Orman yangınlarının istatistiklerine baktığımızda her yıl 2 ila 3 bin yangın meydana gelmiştir (Çizelge 2.1). Bu yangınlar her yıl on binlerce dönüm ormanı yok etmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.2. Türkiye'deki son 5 yıldaki yangın sayıları (OGM, 2023b)



Şekil 2.3. Türkiye'de 2023 yılında çıkan yangınların nedene göre dağılımı (OGM, 2023b)

Erten vd. (2005) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, pilot bölge olarak Çanakkale iline bağlı Gelibolu yarımadası seçilmiştir. Bu çalışmada, yangın risk bölgelerinin belirlenebilmesi için; orman türleri, eğim, bakı, yola mesafe ve yerleşim yerlerine mesafe gibi faktörler dikkate alınmıştır. Her bir parametreye, önem derecelerine göre katsayılar atanarak değerlendirilmiştir. Bu beş faktör daha sonra kendi içlerinde analiz edilmiş ve yangın üzerindeki etkilerine göre sıralanmıştır. Çalışma alanındaki yangın riskini en fazla etkileyen faktörün orman türleri olduğu gözlemlenmiştir. Literatürde daha önce kullanılan denklemler referans alınarak, orman yangını risk haritası oluşturulmuştur.

Cipriani vd. (2011), Brezilya'daki bir orman alanı için yaptıkları kriter tablosunda, kuzeyli bakılar daha riskli olarak gösterilmiştir. Bunun dışındaki diğer tüm analizler kuzey yarım kürede yapılmış olduğu için ufak farklılıklar dışında değer aralıkları benzerlik göstermiştir.

Bingöl (2017) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, Burdur ilinde son 10 yıl içinde gerçekleşen 346 orman yangını incelenmiş ve bu yangınlara yol açan faktörler belirlenmiştir. Çalışmada, her bir faktöre yangın riski düzeyine göre bir risk faktörü atanmıştır. Bu risk faktörleriyle ilgili verilerden faydalanılarak, CBS ortamında Burdur ilinin orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, oluşturulan risk haritası ile riski oluşturan temel faktörlerin bilinmesinin, Burdur ilindeki olası yangınları önlemede ya da yangına zamanında müdahale edilmesinde önemli bir rol oynayacağı ifade edilmiştir.

2.2. Orman yangınlarıyla mücadele ile ilgili çalışmalar

Orman yangınları ile mücadelede başarının ilk koşulu yangının erken uyarısı ve yangın büyümeden müdahale edilmesidir. Orman yangınlarının gelişmeden söndürülebilmesi için temel gereklilik, yangına müdahale edecek kişilerin eğitilmiş, orman yangınları konusunda deneyimli, orman alanı hakkında yeterli bilgiye sahip olması ve uygun ekipman ve donanımına sahip olmasıdır. Tüm bu şartlarda yangın öncesi planlamaların bir parçası olarak tek merkezden yönetim yapmak başarıyı getirecektir.

Orman yangınları ile mücadele üç temel aşamada gözlemlenebilir;

1. Önleme: Yangın çıkmalarının önlenmesi (eğitim ve bilinçlendirme yoluyla),
2. Söndürme: Yangın bildirimlerinin erken alınması, hızlı ve etkin müdahale,
3. Rehabilitasyon: Yanmış alanların yeniden canlandırılması için yeniden ağaçlandırılması.

Orman yangınları; tepe, örtü ve toprak yangını olarak çeşitlendirilmektedir (Tuna ve Erdem, 2014). Orman yangınları genellikle ölü, kurumuş barınaklarda (çam iğneleri, çimler, kuru yapraklar, yosun, kurumuş dallar, kesilmiş ve bırakılmış kütükler gibi) başlar ve büyür. Bir örtü yangınının tepeye ulaşma kabiliyeti farklı koşullara bağlıdır. Bunlardan en önemlileri, ağaçların taçlarında kuru dallar, yosun, reçine, dikenlerin bulunması, alt kademedeki ağaçların alttan dallanarak büyümesi, ağaçlar arasındaki mesafenin sık olması ve örtü yangınının aniden bir tepe yangınına dönüşmesidir. Tepe yangını en tehlikeli yangın türüdür ve hızlı ilerlemesi ile çok kısa sürede tüm ormanı sarabilir. Rüzgarın etkisi tepe yangınının yayılmasını kolaylaştırır. Tepe yangınları, orman yangınları içerisinde müdahale edilmesi en zor yangınlardır. Ağaç tepelerine doğrudan erişimi olmaması, müdahale edilmek istendiğinde çeşitli tehlikeler yaratması, söndürülmesinin uzun sürmesi, işi söndürmek için genellikle uçak ve helikopter gibi uçaklara ihtiyaç duyması ve aynı zamanda pahalı olması nedeniyle en riskli yangın türüdür. Örtü yangınları, sazlık ve bataklık gibi orman tabanları üzerinde ve altında turbadan oluşan yangınlardır. Toprak yangını, toprak yüzeyi altındaki kalın organik madde tabakasının yanmasıyla meydana gelir. Bu yangın toprak altında yavaşça ilerler. (Turnalı, 2020).



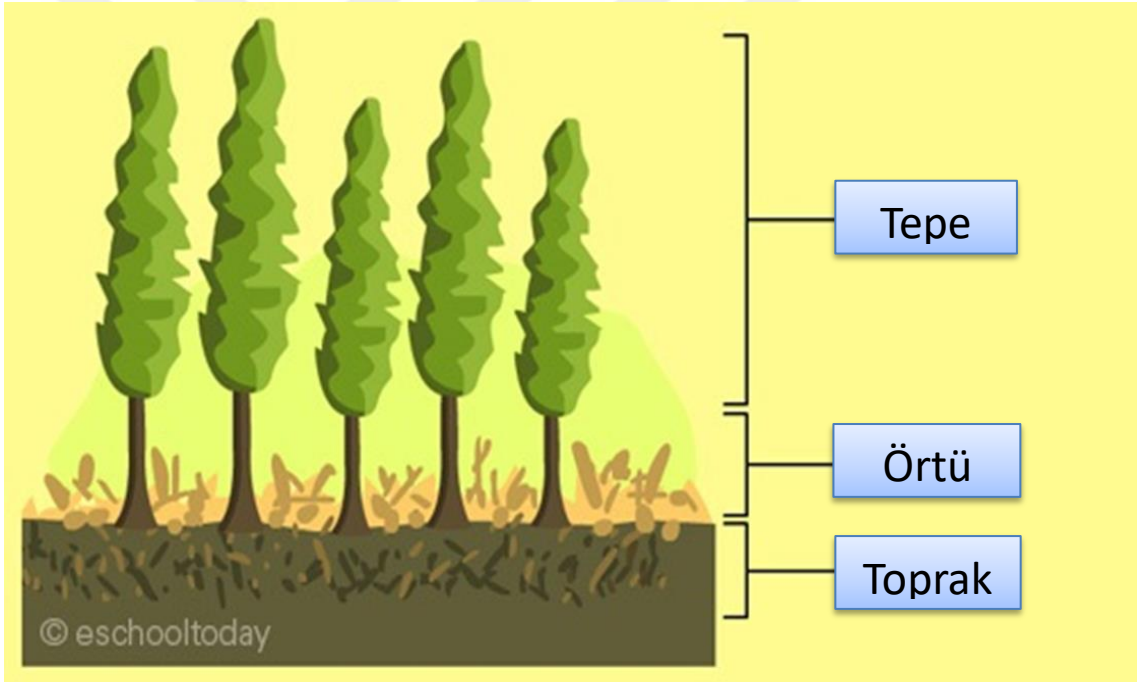
Şekil 2.4. Orman Yangınları Çeşitlerinden Örtü Yangını örneği



Şekil 2.5. Orman Yangınları Çeşitlerinden Tepe Yangını örneği



Şekil 2.6. Orman Yangınları Çeşitlerinden Toprak Yangını örneği



Şekil 2.7. Orman Yangınlarının Başlangıç Çeşitleri

Orman yangınlarının davranışını belirleyen üç ana faktör vardır;

1. Yanıcı maddeler (yakıt): Yakıtlar üç grupta test edilebilir.
 - a. Yeraltı yakıtları: dünya yüzeyinin altında bulunan kökler, ölü örtü ve kısmen ayrılmış organik maddeler,
 - b. Yüzey yakıtları: dallar, sürgünler, otlar, tarla bitkileri, çalılar, yığılmış dallar, kesilmiş kütükler ve yere yakın küçük ağaçlar.

c. Hava yakıtları: Dünya yüzeyinden asılı ve fiziksel olarak ayrılan ve yer ile hava arasında serbestçe hareket edebilen çalılar, yapraklar, ağaç dalları, gövdeler ve asılı yosunlar.

Yangının boyutu özelliklerine bağlıdır. Örneğin yakıtın yanma özellikleri, boyutu, sıklığı, sürekliliği, yakıtın hacmi ve yakıttaki nem miktarı bir yangının boyutunu doğrudan belirlemektedir.

2. Zaman: Zamanın tüm yönleri yangının yayılmasıyla doğrudan ilişkilidir.

a. Rüzgar: Alevi daha da kötüleştirebilir, esinti, hızlandırılmış yanma için temiz hava sağlayabilir.

b. Sıcaklık: Rüzgar üzerinde doğrudan etkisi vardır ve bağıl nem ile yakından ilgilidir, uzun kuraklıklardan sonra hava yakıtları çoğalır.

c. Bağıl nem: Yapısında artık nem ve sıvı bulunmayan yakıtları doğrudan etkileyerek ölü yakıtların hızlı bir şekilde tutuşmasını sağlar

d. Nem oranı: Canlı yakıtların nem içeriğini büyük ölçüde belirler, ölü yakıtlar hızlı bir şekilde tutuşabilirken, yüksek nem içeriğine sahip enerjili yakıtlar zor tutuşmaya ve daha yavaş yanmaya izin verir (Eraybat, 2017).

Escuin vd. (2008), Güney İspanya'da LANDSAT TM/ETM ve ASTAR/AST uydu verilerini kullanarak, yanma riski olan bölgeleri değerlendirmiştir. Araştırmada, yangın öncesi ve sonrası uydu verilerinde yakın kızılötesi (NIR)-orta kızılötesi (MIR) bantları incelenerek, yanmış ve yanmamış piksellerin konumları tam olarak belirlenebilmiştir

Özdemir (2008), Uzaktan algılamada kullanılan çeşitli değişim analiz metotlarını araştırmış ve bu metotlar ile 1987, 2000, 2001 ve 2007 yıllarına ait Landsat TM/ETM uydu görüntüleri ile, Gelibolu Tarihi Milli Park'ını etkileyen orman yangınlarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir.

Gövdetaşan (2022), Gelibolu Yarımadası'nda 2019 yılında meydana gelen yangında, yangın sonrasında ait LANDSAT 8 OLI görüntüsü üzerinde, 15 m ve 30 m mekânsal çözünürlükteki görüntüleri ile yanan alanların endeks alan hesaplamalarını ayrı ayrı incelemiştir. Araştırmacı, NDVI / EVI / SAVI / SAVI / NDMI / NBR / NBR2 / GEMI endeks alan hesaplamaları ile 15 metre çözünürlüğe sahip görüntü üzerinde yanan alanları sırasıyla 177-158-172-187-189-188-190-184 ha olarak hesaplamıştır. 30 metre çözünürlüğe sahip görüntü üzerinde yanan alanlar ise, sırasıyla 197-114-186-186-187-188-190-186 ha olarak belirlenmiştir.

2.3. Orman yangınlarında CBS ile ilgili çalışmalar

Yangınlarla mücadelele ilgili gelişen ve Orman Genel Müdürlüğü'nün 1937 yılında tutmaya başladığı orman yangını istatistiklerine ilişkin verilerin çeşitliliği, teknolojinin gelişmesiyle giderek zenginleşmiştir. Uzun yıllar yangın kayıt formlarında saklanan veriler, 1998'den sonra giderek artarak bilgisayarda saklanmaya başlanmıştır. 2010 yılından sonra kullanılmaya başlanan "online yönetim sistemi" ile, her orman

yangını tespit edildiği anda bu girilmekte ve her bir yangına ilişkin 64 farklı veri, CBS tabanlı bir veri tabanında saklanabilmektedir (OGM, 2023a).

Sivrikaya vd. (2014), tarafından yürütülen bir çalışmada, ağaç türü, kapalılık ve çağ sınıfları kriterleri ayrı ayrı CBS ile analiz edilerek risk analizi hesaplamalarına dahil edilmiştir. Ayrıca önceki çalışmalar ufak ve sınırlı alanlar için yapıldığından yalnız bu alanlardaki bitki türleri değerlendirilmiştir. Çalışmada ise ülke çapında bir değerlendirme yapıldığından tüm ağaç türleri CBS ile analiz edilerek risk derecelendirmesine dahil edilmiş ve ulusal bir model oluşturulmaya çalışılmıştır.

Baltacı ve Yıldırım (2020)'ın çalışmalarına göre, insanlar enerji ve maliyet açısından avantajlı oldukları düşük eğimli arazilerde yerleşmeyi, tercih etmektedirler. Bu nedenle CBS analizlerinde, eğim yüzdesindeki artışın esasında “orman yangını riskini” değil, “orman yangını tehlikesini” artıran bir parametre olduğunu göstermektedir. Buna literatüre göre, düşük eğimli arazilerde insan faaliyetleri çok daha yoğun olduğundan, “orman yangını tehlikesi” artmaktadır. Söz konusu bu tehlike Antalya ili açısından değerlendirildiğinde, eğim miktarı ile yangın tehlikesi olan bölgelerde ara tarımsal faaliyetlerin seracılığa yöneldiği ve ormanlık alanlara bitişik olan bu bölgelerin neredeyse tümünde örtü altı yetiştiriciliği yapıldığı görülmektedir. Orman yangını çıkış sebepleri açısından bu konu değerlendirildiğinde, tarımsal faaliyet kaynaklı en önemli orman yangını sebebi sera temizliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunu hayvancılık faaliyetleri izlemektedir.

Karabulut vd. (2013), tarafından Kahramanmaraş il sınırlarında yer alan Başkonuş Dağı'nda yapılan bir araştırmada, CBS kullanılarak orman yangını riskli alanlar tespit edilmiştir. Bu amaçla, öncelikle çalışma bölgesindeki orman yangınlarına yol açan bitki örtüsü, arazi kullanımı ve topoğrafya verileri, CBS ortamında geliştirilen modeller aracılığıyla incelenmiştir. Her bir parametreye, yangın riski oluşturma kapasitesine göre bir risk faktörü atanmıştır. Yangına en hassas olanlar 5, en az hassas olanlar 1 ile ifade edilmiştir. Risk faktörü atanan veriler analiz edilip, CBS ortamında yangın risk haritası oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, iklim gibi yangını etkileyen diğer faktörlerin de dahil olduğu risk analiz yöntemlerinin uygulanabileceği ve bu tür analizlerin yapılmasının mümkün olduğu anlatılmıştır.

CBS ortamında hazırlanan veriler alan, sınıflandırma, eğim, maruziyet, yükseklik haritaları gibi kriterlere göre ayrılmaktadır. Yangın risklerini sınıflandırma sürecinin hassas analizinde CBS programları ile yerleşim ve yol koridorlarının oluşturulması amacıyla elde edilen tüm faktörlerin haritaları hazırlanarak 30 m × 30 m piksellik raster veri formatına dönüştürülmektedir ve bu şekilde analize hazır hale getirilmektedir. Tüm kriterler belirlendikten sonra, değerlendirilecek her bir kriter için uygunluk puanları oluşturulmaktadır. Bu süreçte tüm faktörler tanımlandıktan sonra, alandaki yangın tehlikesi olan bölgeleri belirlemek amacı ile Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak her faktör için ağırlıklar hesapları yapılmaktadır. AHP yöntemi, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir. Karar verirken bir grubun veya bireyin önceliklerini dikkate alan ve nitel ve nicel değişkenlerin ortak değerlendirmesine izin veren matematiksel bir yöntemdir. Hiyerarşik bir yapı oluşturma, ikili karşılaştırmalar ve sentez adımlarından oluşmaktadır (Dilekçi vd., 2021).

2.4. Orman yangınlarında AHP ile ilgili çalışmalar

Ateşoğlu vd. (2015), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Bartın Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) için orman yangını risk haritası hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında, 2002-2011 yılları arasında meydana gelen 97 orman yangınına ait sicil fişleri incelenmiştir. Ayrıca, ilgili işletme şeflerinin görüşleri doğrultusunda, yangına yol açan başlıca faktörler belirlenmiştir. Bu faktörler; arazi örtüsü, eğim, bakı, yükseklik, yola mesafe ve yerleşim alanlarına mesafedir. Çalışmada, analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak, yangına sebep olan her bir faktör için ağırlık katsayıları hesaplanmış ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Ek olarak, çalışma alanındaki tüm yollar, yangın emniyet yolları ve şeritleriyle birlikte, arazözlerin yangınlara müdahale etme durumları da incelenmiştir. Bartın OİM için hazırlanan yangın risk haritasına ek olarak, yangın risk alanlarında arazözle müdahale edilebilecek alanlara dair bir harita da oluşturulmuştur.

Gigović vd. (2018), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemini kullanarak Bosna'nın Nevesin bölgesinde orman yangını tehlikelerinin haritalarını oluşturmuş ve değerlendirmiştir. Araştırmacılara göre AHP, orman yangınlarının kökeni üzerindeki sekiz faktörün göreceli önemini hesaplamıştır. Bunlar; bitki örtüsü, maruz kalma, eğim, rakım, ortalama yıllık hava sıcaklığı, yıllık ortalama yağış, yollardan uzaklık ve evlerden uzaklık kriterleridir. Belirlenen ağırlıklar, bir bölgenin orman yangını risk haritasını oluşturmak için CBS ortamındaki yangına neden olan bileşenlerle ilişkilendirilmiştir. Çalışmada yangın riski açısından veriler dört sınıfa ayrılmıştır. Bölge ormanlarının %13,2'si çok yüksek, %29,3'ü yüksek, %31,1'i orta, %21,3'ü düşük ve %5,1'i çok düşük risk çıkmıştır. Çalışma bölgesinde kullanılan orman yangınlarının %82'si aşırı yüksek, %13'ü yüksek ve %5'i orta riskli olarak sınıflandırılmış ve bu da çalışmanın doğruluğunu teyit etmek için kullanılmıştır.

Özşahin (2014), Antakya Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, orman yangını duyarlılık analizi yapmak için yangın riskini ve yangına müdahaleyi etkileyen faktörler incelenmiştir. İlk olarak, 1990-2013 yılları arasında gerçekleşen 23 yıllık orman yangınları verisi incelenmiştir. Antakya OİM için yangın riskini ve müdahale sürecini etkileyen toplam 11 parametre ele alınmıştır. Yangın riskini etkileyen parametreler arasında; yükselti, eğim, bakı, yerleşim alanlarına uzaklık, yol hatlarına uzaklık, arazi kullanımı ve bitki örtüsü türleri yer alırken; yangına müdahale sürecini etkileyen faktörler ise; su kaynaklarına mesafe, yangın müdahale ekiplerine mesafe, yangın gözetleme kulelerine mesafe ve bu kulelerden görülebilirlik gibi unsurlar olmuştur. AHP yöntemiyle analiz edilen bu faktörlerin duyarlılık katsayıları belirlenmiş ve bu katsayılar CBS ortamında hazırlanan haritalarla ilişkilendirilerek, bölge için orman yangını duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda, orman yangını riskini etkileyen faktörlerin, müdahale sürecini etkileyen faktörlerden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sabuncu ve Özener (2019), İzmir ili Seferihisar ilçesinde meydana gelen orman yangını ile ilgili örnek bir çalışma yapılmış ve NDVI dönüşümü, yangın öncesi, yangın sonrası, değişim saptama analizleri gerçekleştirilmiştir. Bölgede meydana gelen orman yangını sonrası, literatürde de kullanılan bir yöntem olan; NDVI değerlerinin, yangından önce ve yangından sonra hesaplanarak, bu değerlerdeki değişimlerin, değişim saptama analizi yapılmıştır. Değişim saptama analizi sonuçları incelenerek,

yangın sonucu tahrip olan alanların piksel olarak bulunmasıyla, yanan alanın hektar cinsinden değeri hesaplanmıştır. Ayrıca yaşanan afetler sonrası yapılacak arazi çalışmalarının uzun sürme ihtimali ve maliyet sebebiyle bu tür yanan alanların tespitinde, günümüzde uzaktan algılama yöntemleri ve bu alanda kullanılan algoritmalarına sıklıkla başvurulmaktadır. LANDSAT, MODIS, SPOT gibi farklı özelliklere sahip uydu görüntüleri yardımıyla, yanan alanların haritalanması mümkün olmaktadır.

Yılmaz vd. (2022), çalışma alanını kapsayan bölgeyi içeren LANDSAT8 OLI görüntüsüne uygulanan çeşitli band kombinasyonları sonucunda, bu yanan alanları en iyi yansıta band kombinasyonunun RGB:762 ile elde edildiği görülmüştür. Bu çalışmada büyük oranda görsel yorumlama ile elde edilen bu sonuçlar; hem kayıtlarda belirtilen, hem de literatürde farklı mekânsal çözünürlükteki farklı endeks alan hesaplamaları ile ortaya konulan sonuçlar ile büyük oranda uyumludur.

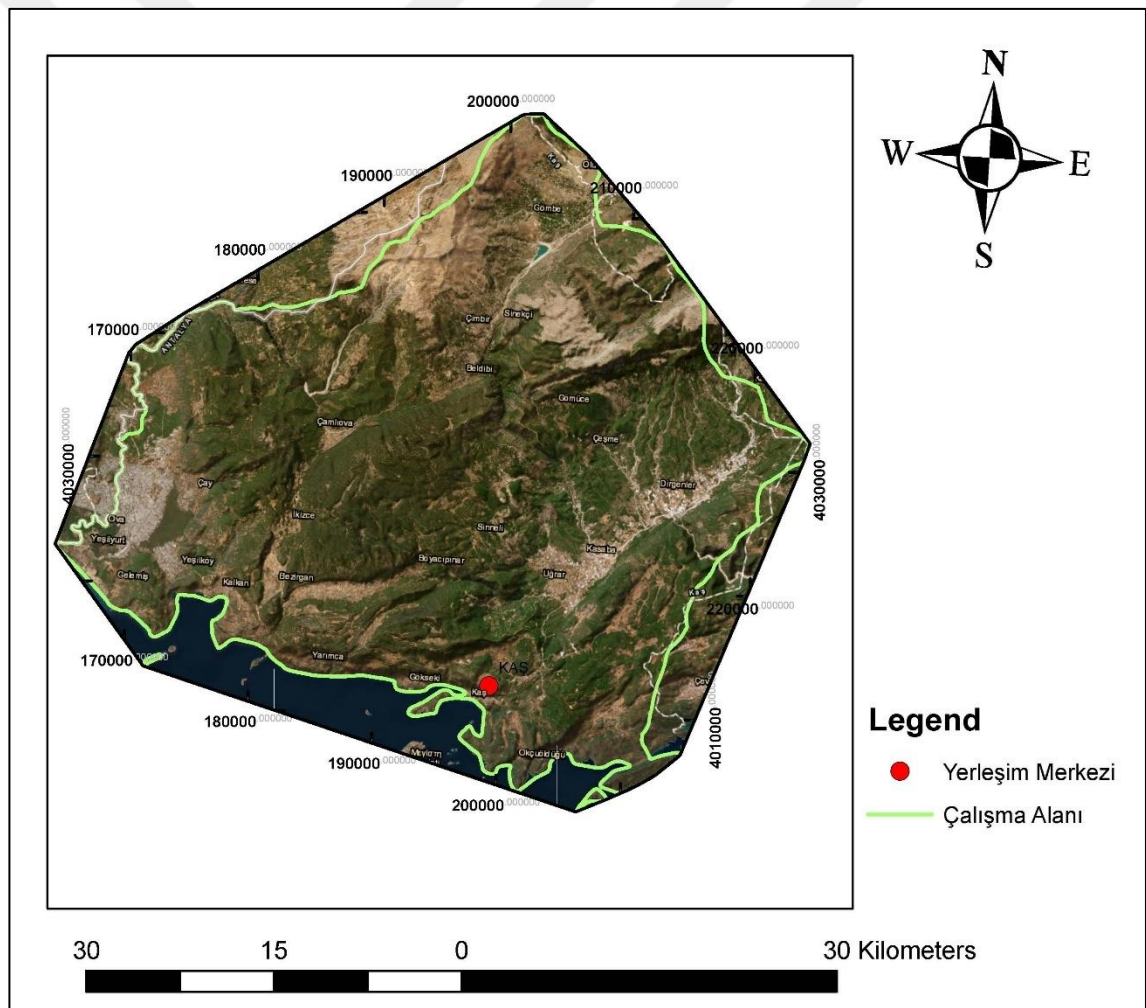


3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanının konumu

Çalışma alanı, Akdeniz bölgesinde Antalya ilinde yer alan Kaş ilçesi sınırlarını kapsamaktadır. Şekil 3.1'de arazi alanının konumu 36° 85° kuzey enlemi ile 30° 70° doğu boylamı arasında yer almaktadır. Antalya kıyısında, vadide ve doğal limanı çevreleyen bölgede yer almaktadır. Kaş ilçesinin yaklaşık 90 kilometre kuzeyinde yer alan plaj, kuzeyde Elmalı, doğuda Finike ve kuzeybatıda Fethiye'ye kadar uzanmaktadır. Kıyı boyunca en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos aylarıdır ve yaz aylarında bu bölgelerde yağış çok görülmemektedir. Akdeniz iklimine sahip bölgede, yağış genellikle Ocak ve Şubat aylarında görülmektedir. Maki bitki örtüsünün hakim olduğu Kaş İlçesi'nde çok sayıda yabancı zeytin örtüsü bulunmaktadır (Akman, 2007).



Şekil 3.1. Çalışma alanı Kaş ve yakın ilçeler.

3.1.2. Kaş ilçesine ait genel bilgiler

Bol yağışlı alan ve dengeli bir sıcaklık rejimine sahip olan Antalya Kaş yöresinde doğal bitki örtüsü yoğun ve gür bir yapıya sahiptir. Baskın tür Kızılçam'dır (Pinus Brutia) ve üst orman hattına yaklaştıkça meşe bölgede yaygındır. Üst ormanın bitki örtüsü bu bölgede maki olarak görülmektedir. Kıyıdan yaklaşık 750 m yüksekliğe kadar olan alan ve kışın yaprak döken ormanlarla kaplıdır. Orman yangınları genel olarak rakımın düşük olduğu yerlerde fazla yayılıma sahiptir. Kaş ilçesinin mahallelerinde çıkan yangınlardan görüntüler paylaşılmıştır. (Kalkan bölgesinde çıkan yangın Şekil 3.2. de ve Şekil 3.3 de gösterilmiştir.)



Şekil 3.2. Kaş ilçesine ait Kalkan bölgesi

Kaş bölgesinde görülen yangınlara ait görseller aşağıda sunulmuştur;



Şekil 3.3. Kaş ilçesine ait orman yangını görüntüsü

Bölgeye ait ve çalışma alanına yönelik 2023 yılına ait yangın mücadele gücü istatistiği aşağıda görülmektedir. Yangın mücadele gücü istatistiğinde Kaş ilçesinin çalışma alanına yönelik mücadele araçları görülmektedir.

Çizelge 3.1. Kaş ilçesine ve çalışma alanına ait 2023 yılı mücadele gücü

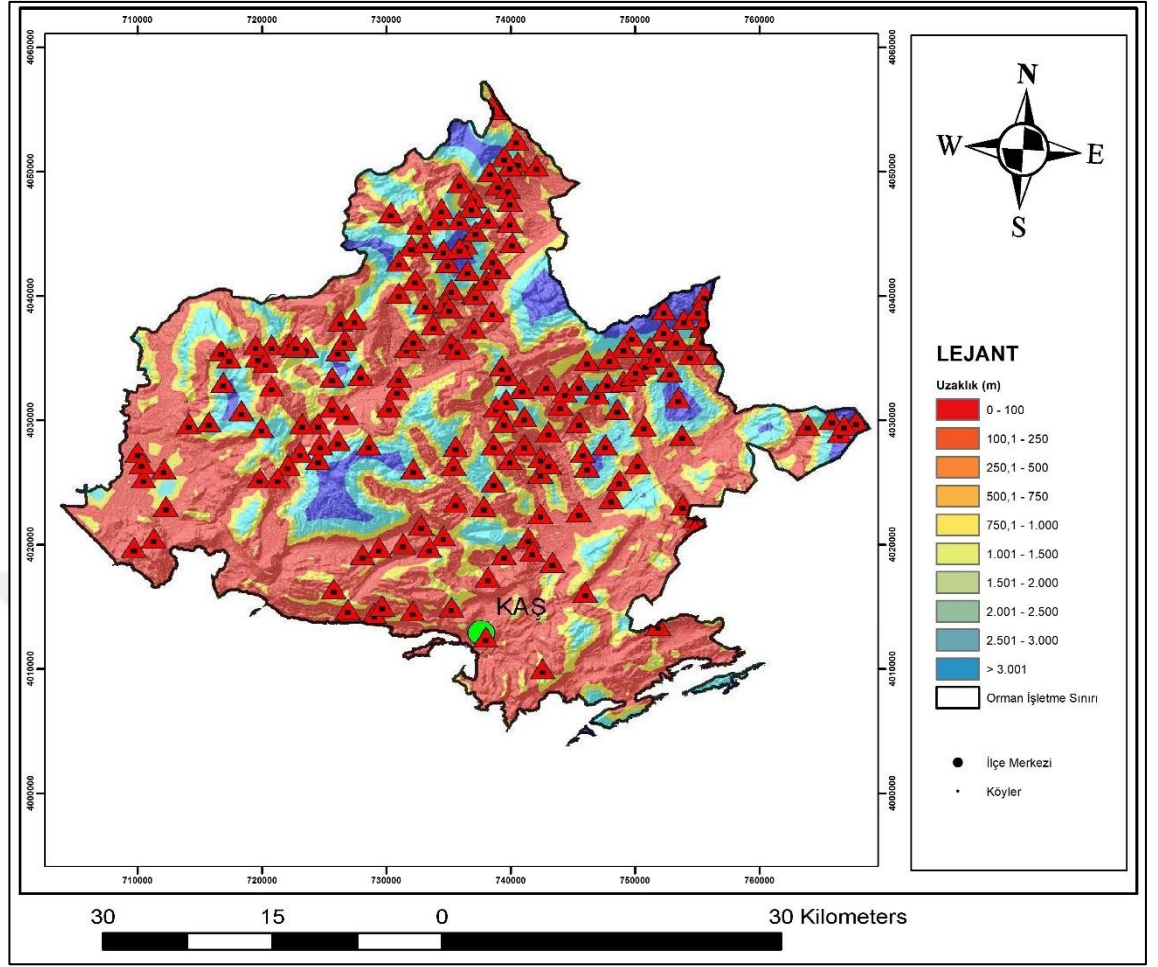
Yangınla Mücadele Gücü	Yangın Mücadele Gücündeki araç sayısı
Gözetleme Kulesi	3
Havuz ve Gölet	23
Arazöz	10
İlk Müdahale Aracı	5
Su İkmal Aracı	3
Dozer	2
Greyder	1
Helikopter	1
Uçak	0
Treyler	2
Orman Yangın işçisi	65

**Şekil 3.4.** Kaş yöresi Kalkan bölgesi mücadele gücü yangın işçisi

3.1.3. Arazi durumu kullanımına ilişkin veriler

Yollara mesafe

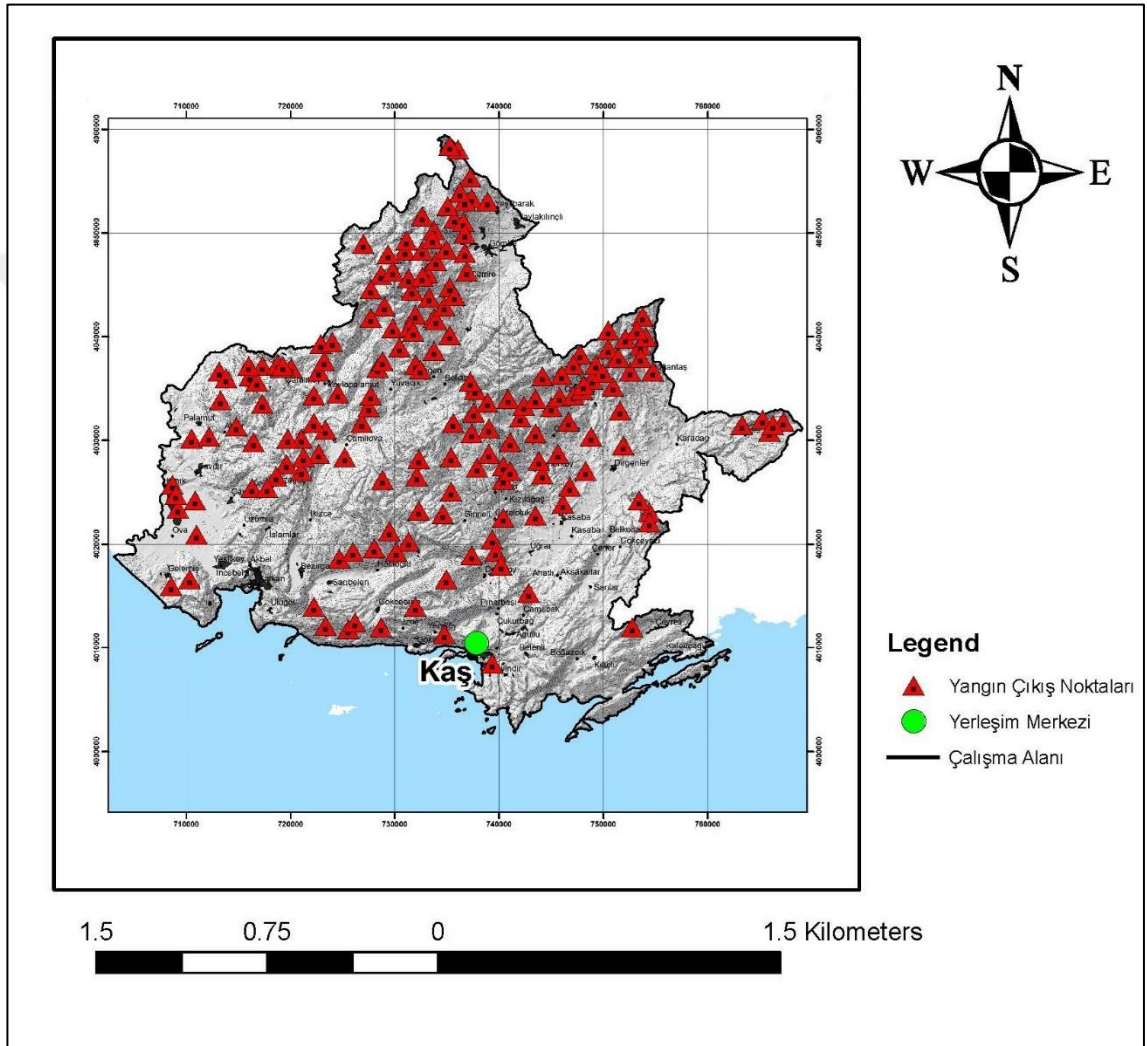
Orman yangınlarının çok büyük bir bölümü insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Sivrikaya vd., 2024). Orman yangınları için yollara olan mesafede oldukça önem arz etmektedir. Orman yangınlarını önleme de çalışmalar, önlemlerin oluşturulmasında yangının yola olan mesafesine yönelik gerçekleştirilmektedir. Çalışma alanının yollara olan mesafesi Şekil 3.5’te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Çalışma alanına ait orman yangınlarının yollara olan mesafesi

Yerleşim yerlerine mesafe

Yerleşim alanlarındaki insan faaliyetleri orman yangını risklerini önemli ölçüde artırabilir. Bu değerlendirme ışığında çalışma alanı için yerleşim yerlerine mesafe kriteri, Türkiye genelinde son 10 yılda (2014-2024) çıkmış olan 24773 orman yangınından Antalya Kaş için orman yangınları verisi mevcut olan 184 adet yangının CBS ortamında analizi yapılarak tespit edilmiştir. Şekil 3.6'da çalışma alanına ait orman yangınlarının çıkış noktalarının yerleşim yerlerine mesafesi gösterilmiştir.

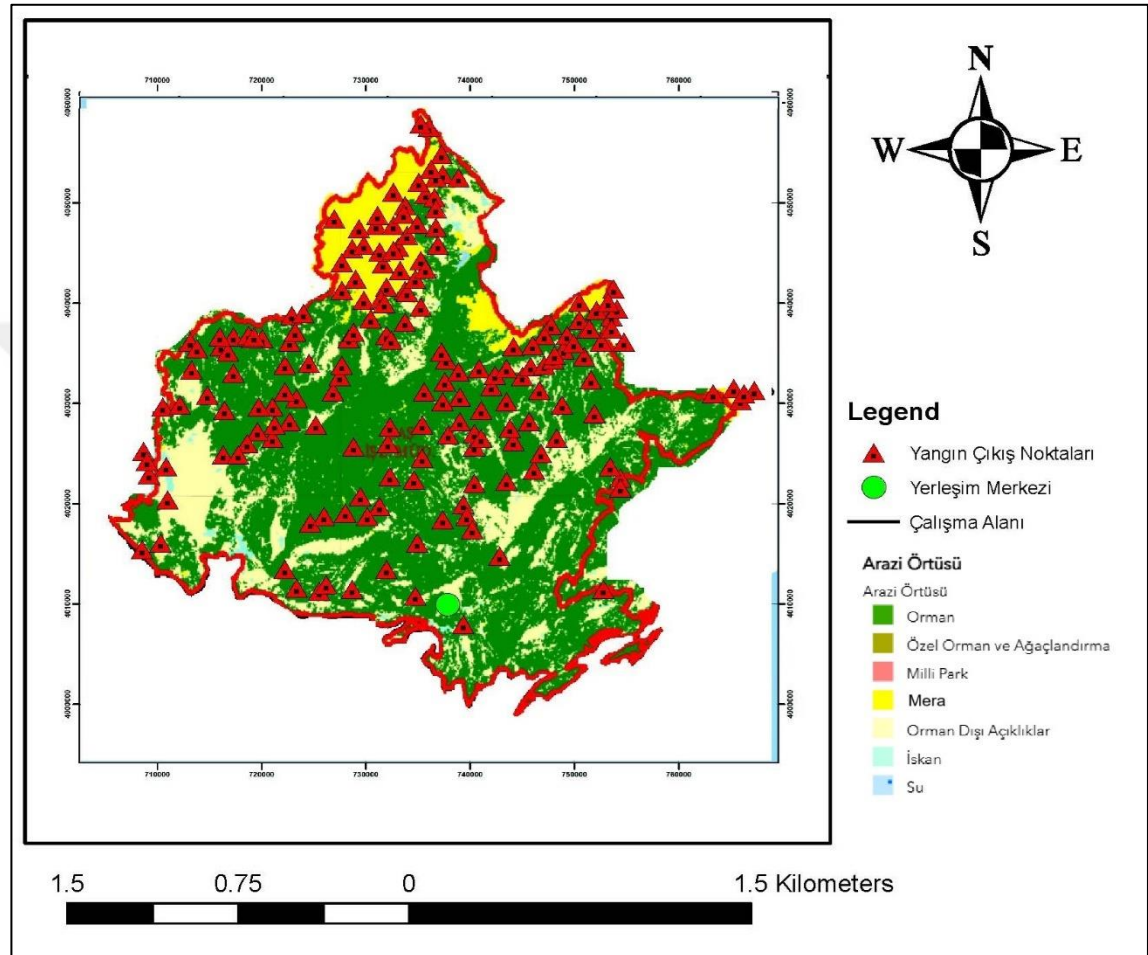


Şekil 3.6. Çalışma alanına ait orman yangınlarının yerleşim yerlerine mesafesi

Tarım ve sulak alan arazilerine mesafe

Orman yangınlarının en büyük sebeplerinden biri tarımsal faaliyetler sırasında yapılan dikkatsizlikler ve kazalardır. Her yıl ormana sirayet edenlerin yanında ormana geçmeden söndürülen birçok ziraat yangını da mevcuttur. Anız yakma, bağ-bahçe temizliği, sera temizliği başlıca tarımsal kaynaklı orman yangını sebepleridir. Sulak alanlar önemli derecede önemli orman yangınlarında yere sahiptir. Milli park alanları, iskan su alanları ile orman dışı açıklık alanları orman yangınları açısından daha az riskli alanlardır. Ancak ülkemizde piknik için daha çok kontrolsüz alanlar, özellikle su

kenarları, kumsallar, gölge yapacak çağa ve kapalılığa ulaşmış ormanlık alanlar tercih edilmektedir. Yapılan incelemelerde piknik kaynaklı orman yangınlarının çoğunlukla baraj, göl, gölet, deniz gibi sulak alanların yakınlarında meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle orman alanlarına yakın sulak alanlar-orman arakesitinin orman yangını riski açısından değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Şekil 3.7’de çalışma alanına ait orman yangınlarının tarım arazilerine mesafesi gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Çalışma alanına ait orman yangınlarının tarım arazilerine mesafesi

Enerji nakil hatları

Ülkemizde köyler, orman alanları içinde yayılmış bir şekilde yer almaktadır. Ayrıca, iller ve ilçeler arasındaki enerji nakil hatları da, mülkiyet sorunları nedeniyle orman içinden geçirilmek zorunda kalmaktadır. Enerji dağıtım şirketleri, bu hatların bulunduğu ormanlık alanlarda temizlik ve bakım işlemlerini yapmakla yükümlüdür. Ancak her yıl, bakım yapılmayan enerji nakil hatları ve bu hatların geçtiği güzergahlar nedeniyle birçok orman yangını meydana gelmektedir.

3.1.4. Araştırma alanının iklimi

Akdeniz iklimine sahip olan Kaş ilçesi yılın 6 ayı açık ve yarı bulutlu, yılın 2 ayı çok bulutlu, 1 ayı bulutlu, 90 günü açık havalı, 1 yılın çevreği ise yağışlı geçmektedir.

Yıllık yağış miktarı 800 mm ile 1000 mm arasında değişmekte olup, maksimum nem oranı %64 ve minimum nem oranı yaklaşık %44'tür. En yüksek sıcaklık 30 °C ve en düşük sıcaklık -4 °C civarındadır. Kaş ilçesi için sunulan Meteoroloji Genel Müdürlüğü uzun yıllara verilerine göre çalışma alanında kışları ılıman bir iklim gözlenmektedir (MGM, 2024). Yörenin yıllık ortalama sıcaklığı 20.67 °C, yıllık toplam yağış miktarı ise 782.9 mm'dir. Aylara göre incelendiğinde ağustos ayının 0.3 mm yağış ile en az yağış alan ay olduğu tespit edilirken, en fazla yağış alan ayın 118.14 mm ile şubat ayı olduğu görülmüştür. Sıcaklık açısından bakıldığında ise yaz ortalaması 28.67 °C ile olurken, en düşük kışlar için ortalama 12.25 °C olarak kayıt edilmiştir. Bu sebeple yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ise ılıman ve yağışlı geçmektedir (MGM, 2024).

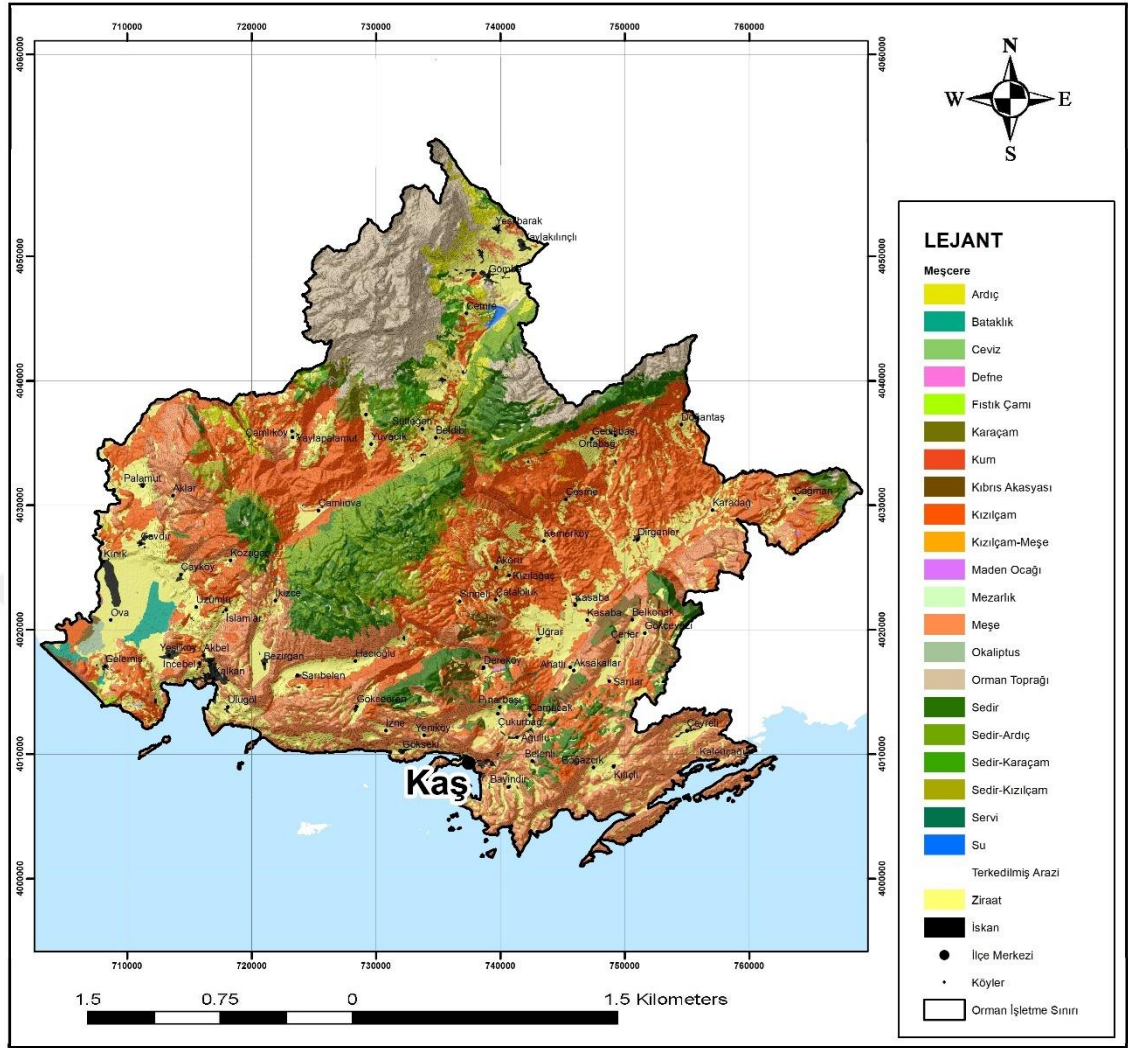
Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Kaş ilçesi gözlem istasyonları uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık (°C) ve aylık toplam yağış ortalaması (mm) değerleri baz alınarak, C. W. Thornthwaite yönteminin nemlilik indeksi formülü ile sahanın su bilançosu ve iklim sınıfı değerlendirilmiştir (Çepel, 1995; Thornthwaite, 1948). Antalya Kaş ilçesine ait su bilanço grafiği incelendiğinde ağustos, eylül ve ekim aylarında yağışların nispeten fazla olması, potansiyel evapotranspirasyonun ise düşük olmasından kaynaklı olarak su fazlası olduğu görülmektedir. Akabinde yağış miktarının azalmasıyla beraber su fazlasının ortadan kalktığı dikkat çekmektedir. Bu durumun nedeni ile yağışların azalmasıyla ve potansiyel evapotranspirasyonun önemli ölçüde artmasına bağlı olarak yörede kurak bir dönem yaşanmamaktadır. Ardından artan yağışlarla beraber tekrar su depo edilmekte ve su fazlası oluşmaktadır.

Thornthwaite yönteminde iklim tipleri yağış ve evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye bağlı olarak yarı nemli ve kurak iklimler olarak iki sınıfta toplanmıştır. Nemli iklimler kendi arasında 6, kurak iklimler ise 3 alt iklim sınıfına ayrılarak toplamda 9 iklim tipi oluşturulmuştur. Kaş ilçesi yağış etkinliği indisi (Im) 34.89 olarak tespit edilmiştir. Bu değer itibarıyla yörelerde egemen olan iklim tipi (Thornthwaite, 1948; Dönmez, 1984) "A" simgesi ile ifade edilen, yağış etkinliği yönünden **"yarı kurak-nemli arası"** iklim tipi yönünden ise **"yarı nemli iklim tipi"** sınıfına denk geldiği görülmüştür (MGM, 2024).

3.1.5. Araştırma alanının bitki örtüsü

Ağaç türü

Orman yangını için bitki örtüsü yanıcı madde demektir ve bitki örtüsünün çeşidi, karışımı, yoğunluğu, kapallılığı ve gelişim çağları orman yangını riskini doğrudan etkileyen parametrelerdir. Önceki çalışmalarda bu parametreler için uzman görüşüne dayalı değerlendirmeler yapılmıştır. Akdeniz bölgesinin orman yangınına hassas baskın türü Kızılçam'dır. Bu alanlarda yangın risk sınıflandırmasında Kızılçam'ın en üstte yer alması doğal bir sonuçtur. Ancak Kızılçam alanlarının varlığı her bölgede aynı olmadığından, belirli bir alanda yapılacak orman yangını riskinin analizinde bu verinin doğrudan kullanılması uygun olmayacaktır. Çalışma alanındaki ağaç türlerinin yayılışı göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılmalıdır. Örneğin orman yangını riski açısından Kaş Orman Bölge Müdürlüğü'nde risk sınıflandırmasında en üstte Kızılçam yer almaktadır. Şekil 3.8' de Çalışma alanına ait ağaç türü meşcere haritası gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Çalışma alanına ait ağaç türü meşcere haritası

Kapalılık

Kapalılık bir meşcerenin tepe yoğunluğunu ifade ederken farklı kapalılık dereceleri meşcere altında farklı etkilere yola açmaktadır. Meşcere kapalılığının sıkışık olması durumunda toprak yüzeyine yeterli miktarda ışık ve sıcaklık girememektedir. Düşük ışıktaki ve düşük sıcaklık derecesinde toprak yüzeyinde kalın bir ölü örtü (ot-yaprak-ibre-kuru dal) tabakası oluşmaktadır. Sıcaklıkların düşük ve ışık seviyelerinin düşük olduğu durumlarda toprak yüzeyinde kalın bir ölü örtü tabakası (çim-yaprak-işaretçi-kuru dal) birikmektedir. Bu nedenle koşullar altında ölü tabakayı yok edebilecek yeterli bakteri miktarı yoktur. Ölü örtü parçalanıp toprak haline gelemeyeceğinden, toprağın üzerinde her zaman ıslak olan bir nem tabakası oluşmaktadır. Ek olarak, açık alanlarda odunsu ve otsu bir özsü özü tabakası bulunmaktadır. Rüzgarlar, az barınak olan yerlerde çökmeden önce ölü örtüyü kaldırır. Toprakta azot tükenmesi ve kuruma görülmektedir. Öte yandan, sıcaklık ve ışık yeterli olduğu için daha fazla yaşam örtüsü vardır. Genellikle kapalılık karşılaştırıldığında, normal kapalılıkta çok fazla ölü örtü oluşmamakta ve alçak kapalılıkta çok fazla canlı

örtü görülmemektedir. Bu sebeple, orman yangını riskinde, yoğunluğu ve nemi orman tepe kapallılığından etkilenmektedir (Genç, 2012).

Çağ sınıfları

Meşcere gelişim çağları; ormanı meydana getiren ağaçların 1,30 metre yüksekliğindeki çapları (orta çap) dikkate alınarak oluşturulmuş bir sınıflandırmadır. Meşcere gelişme çağları bakımından; a: 1,30m çapları 7,9cm'ye kadar olanlar “gençlik ve sıklık”, b: 1,30m çapları 8-19,9cm arasındakiler “sırlıklık ve direklik”, c: 1,30m çapları 20-35,9cm arasındakiler “ince ağaçlık”, d: 1,30m çapları 36-51,9cm arasındakiler “orta ağaçlık”, e: 1,30m çapları 52cm ve daha kalın çaplılar “kalın ağaçlık” çağı şeklinde sınıflandırılmaktadır. Literatürdeki çalışmalarda gelişim çağı a'dan e'ye doğru arttıkça orman yangını riskinin de azaldığı ortaya konmuştur. (Atmaca vd., 2022)

3.1.6. Araştırma alanının topografyası/fizyografyası

Eğim

Eğim, orman yangınları riskini etkileyen en önemli değişkenlerden biri olarak görülmektedir. Orman yangınlarında karşı ateş orman yangın şeritlerinin geçtiği alanın eğimine yönelik açılmaktadır. Eğimin önemli olduğu alanlarda ihmal veya yanıcı maddelere karşı yangınla mücadele de kolay önlem alınmasını mümkün kılmaktadır. Isı ve alevler, rüzgar orman yangınlarında en önemli etkiyi gösteren faktörlerdendir fakat eğimin fazla olması faktörlere karşı etkiyi oldukça azaltmaktadır. Ancak eğim arttıkça, yanan döküntülerin aşağı yuvarlanma olasılığı daha yüksektir ve bu da yangının yayılmasını hızlandırır. Sonuç olarak, yangın kontrol operasyonlarında önemli bir konu olduğu görülmektedir (Fidanboy vd., 2022).

Günümüze kadar yapılan çalışmaların neredeyse tamamında eğim hem orman yangını riskini hem de orman yangını tehlikesini doğrudan etkileyen bir kriter olarak ele alınmıştır (Erten vd., 2005; Sağlam ve Öztürk, 2008; Cipriani vd., 2011; Karabulut vd., 2013). Ancak risk ve tehlike birbirinden farklı kavramlardır. Eğim kriterinin her iki analiz için de aynı ölçütlerle değerlendirilmiş olması, bu çalışmada eğim kriterinin yeniden analiz edilmesi ve daha objektif bir sonuç ortaya konması gerektiğini düşündürmüştür (Baltacı ve Yıldırım, 2020).

Eğim kriteri; orman yangını riskinin analizinde orman içi ya da yakınındaki insan faaliyetlerinin çeşitliliği ve yoğunluğuna etkisi bakımından, orman yangını tehlikesinin analizinde ise yayılma hızına, yanıcı madde çeşidine-miktarına ve yangının şiddetine etkisi bakımından değerlendirilmelidir (Baltacı ve Yıldırım, 2020).



Şekil 3.9. Eğimli arazilerde yamaç yukarı yangın riskinde yayılış örneği

Yangın yamaç yukarı çok hızlı ilerler ve bir anda tepeye çıkar. Yangın yamaç yukarı dar açı ile ilerler.

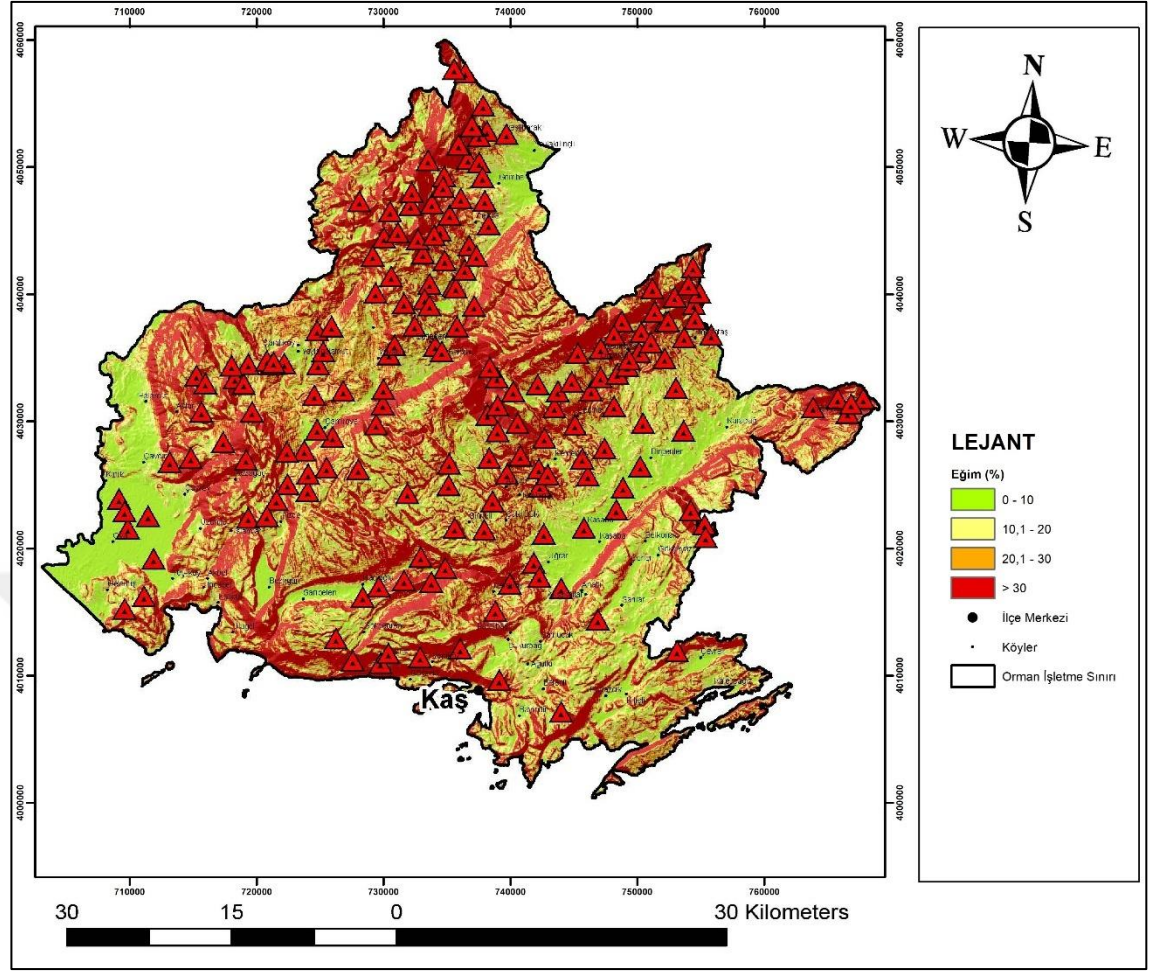


Şekil 3.10. Eğimli arazilerde yamaç aşağı yangın riskinde yayılış örneği



Şekil 3.11. Eğimli arazilerde yamaç aşağı yangın riskinde yayılış örneği

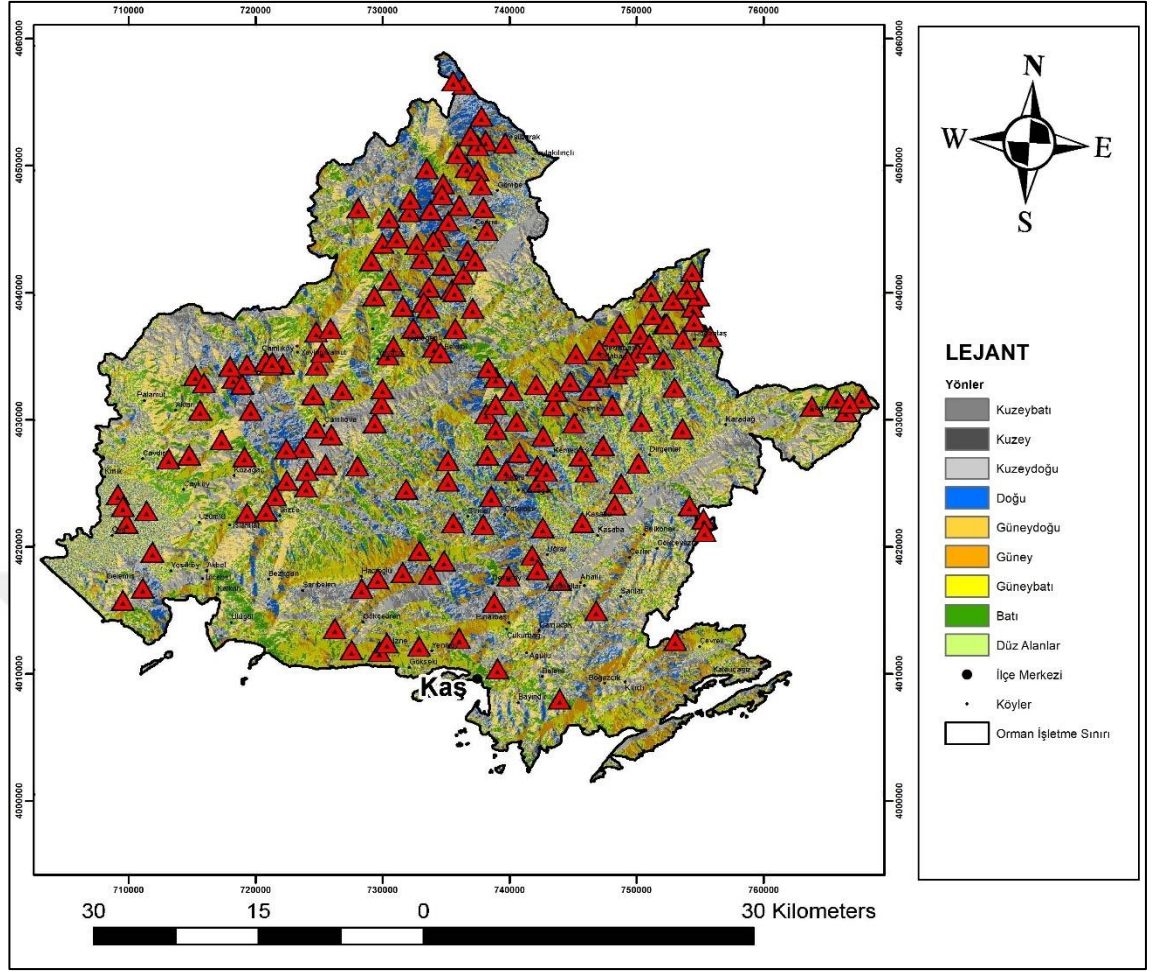
Yangının hızlı bir şekilde yayılması söz konusu değildir. Yangın yamaç aşağı geniş açı ile ilerler ve orman yangın riskini arttırır. Orman yangını riski, değişik insan aktiviteleri ya da yıldırım gibi doğal bir nedenin etkisiyle yangın çıkma olasılığıdır. Yangın riski, orman içindeki insan aktivitelerinin çeşitli ve yoğun olduğu yollar, ziraat alanları, piknik alanları gibi yerlerde yüksek, ancak aynı yanıcı miktarına sahip insan kullanımının yoğun olmadığı noktalarda ise düşüktür (Neyişçi vd., 1999). İnsan faaliyetleri bilindiği üzere daha çok düşük eğimli alanlarda yoğunlaşmaktadır. Örneğin Türkiye’de köylerin %81’i %0-20 arası eğime sahip alanlarda kurulmuştur (Canpolat ve Hayli, 2017). Şekil 3.12’de çalışma alanına ait eğim haritası gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Çalışma alanına ait eğim haritası

Bakı

Bakı, güneşlenme süresini temsil etmektedir. Kuzey Yarımküre'deki güney ve batı manzaraları, güneş ışığına en uzun süre maruz kalan veya güneş radyasyonuna maruz kalan süreye sahiptir. Güneş ışığı miktarı kuzey ve doğu taraflarında daha kısadır (Skidmore, 1997). Ormanlarda yangın riskinde tehlikeli bölgeler güney bakılar görülmektedir (Canpolat ve Hayli, 2017). Şekil 3.13'te çalışma alanına ait bakı haritası gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Çalışma alanına ait bakı haritası

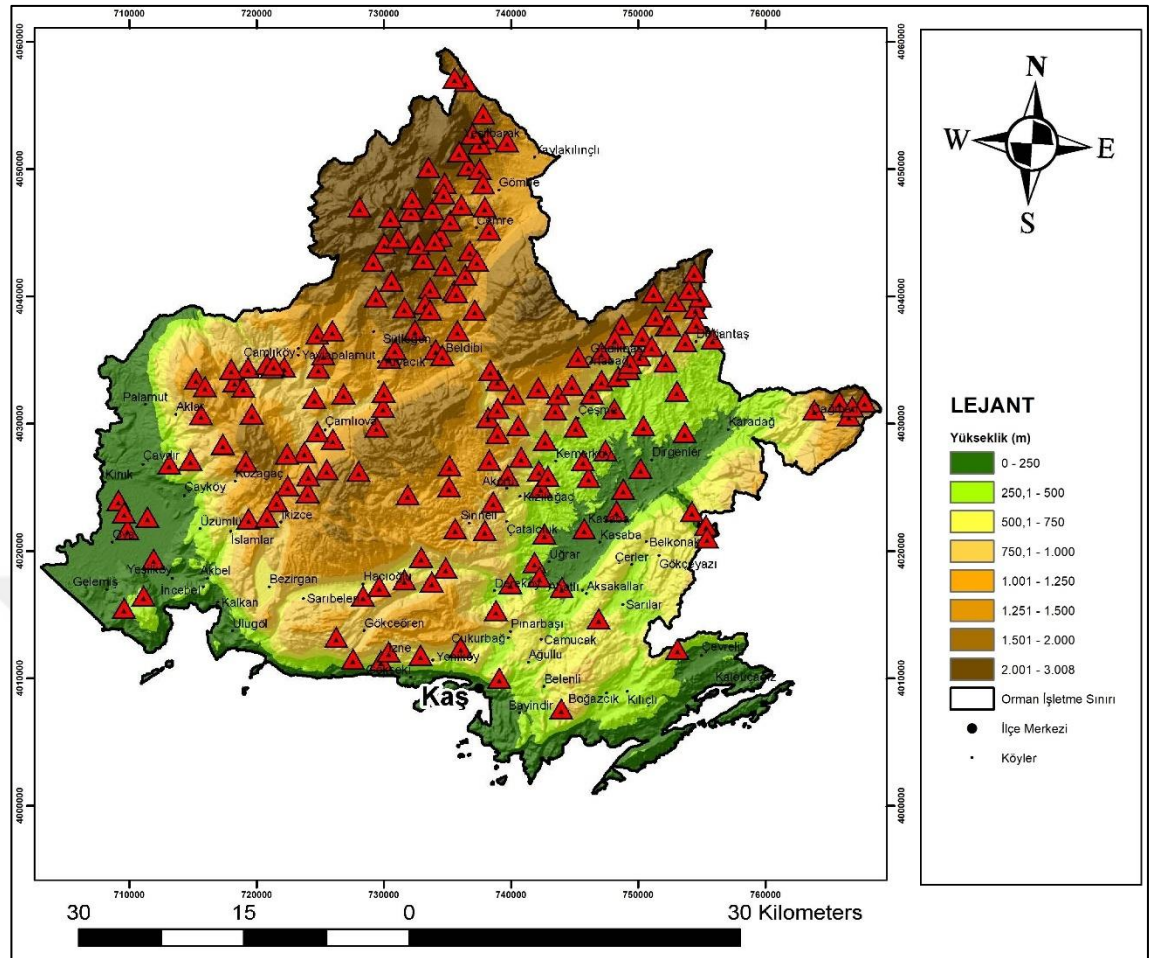
Yükselti

Eşyüksekti eğrileri kullanılmak suretiyle alana ait sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM oluşturulduktan sonra ilk olarak 243-1985 m yükselti aralığında değişim gösteren çalışma alanını tanımaya yönelik olarak (istikşaf keşif) gezileri yapılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Çalışma alanına ait yükselti örneği

Bir bölgedeki yakıtın hem durumunu hem de miktarının tayin edilmesinde büyük rol oynar. Bitki örtüsü tipleri ve yakıt yükü modelleri yükseltiyle değiştiği için yakıt yoğunluğunu etkiler. Rakım düşükse yangın sezonu uzun, yüksekse yangın sezonu kısadır. Çalışma alanın yükselti durumu aşağıda verilmiştir. (Şekil 3.15). (Canpolat ve Hayli, 2017). Bitki örtüsü yükseltiye göre çeşitlilik ve yoğunluk göstermektedir (Neyişçi vd., 1999).



Şekil 3.15. Çalışma alanına ait yükselti haritası

3.2. Yöntem

Araştırma alanının genel özellikleri, çalışmada kullanılan materyaller ve yöntem hakkında bilgiler sunulmuştur. Orman yangını risk analizi için kullanılan kriterler ele alınmış, değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Orman yangınlarının Antalya ili Kaş yöresi ormanlarında oluşturduğu yangın riski; alan bazında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımı ile sayısal ortamda oluşturulmuştur. Çalışmanın metod aşamasında Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılmış orman risk alanları önceki bölümde verilen bilgiler dahilinde açıklanmıştır.

3.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemi çalışmaları

Dünyada ve ülkemizde orman yangını riski ile ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar arasında bazı farklar bulunsa da analizlerde kullanılan kriterler ve değer aralıkları benzerdir. Önceki çalışmalardaki sınıflandırma ve değer atama işlemleri genel olarak uzman görüşüne dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ise, orman yangını riskinin analizinde kullanılan tüm kriterler, CBS ile analiz edilmiştir.

CBS değerlendirmesi; ARCGIS 10.8.2 programı ile her yangın çıkış noktası koordinatına ait topografik veriler, meşcere verileri, arazi kullanım verileri ve uzaklık verileri analiz edilerek yapılmıştır. ARCGIS 10.8.2 programında öncelikle “ARCGIS Katman yöneticisi” kullanılarak analizlerin yapılacağı sayısal kriter altlıkları yüklenmiş ve katmanlar oluşturulmuştur.

Analizlerin yapılacağı katmanlar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- 1) Arazi durumu kullanımına ilişkin veriler: OGM veri tabanından web servis şeklinde; yollara mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, tarım ve sulak alan arazilerine mesafe ve enerji nakil hatları verilerini içermektedir.
- 2) Araştırma alanının bitki örtüsüne ilişkin veriler: ağaç türü, kapalılık ve çağ sınıfları verilerini içermektedir.
- 3) Araştırma alanına ait topografyası/fizyografyasına ilişkin haritaların verileri: “DEM (Digital Elevation Model)” kullanılarak oluşturulmuştur. Verilerle elde edilen katmanlar yollara mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, tarım ve sulak alan arazilerine mesafe, enerji nakil hatları ormana mesafesi gibi haritaları içerirken öncesinde oluşturulan topografik haritalarında eğim, bakı ve yükselti, yola yakınlık vb. haritaları da içermektedir.
- 4) Orman yangını nokta katmanı: Kaş ilçesinde son 10 yılda meydana gelen orman yangınlarının başlangıç nokta verilerini içermektedir. OGM veri tabanından web servis olarak alınmıştır.

Katmanlar oluşturulduktan sonra Kaş ilçesine ait son 10 yılda (2014-2024) meydana gelip başlangıç verisi mevcut olan 184 orman yangınına ait nokta verileri katmanlar üzerinden analiz edilmiştir. Böylece her orman yangını için yollara mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, tarım ve sulak alan arazilerine mesafe, enerji nakil hatları, ağaç türü, kapalılık ve çağ sınıfları, eğim, bakı ve yükselti değerleri belirlenmiştir. Bu

değerlerin tablo haline getirilerek sınıflandırılması sonucunda kriterlere ait risk değer aralıkları ve risk dereceleri oluşturulmuştur. Yapılan incelemede insan faaliyetlerine mesafe kriterleri ile ilgili arazi çalışması yapılmasına ve değer aralıklarının ölçümlerle tespit edilmesinin daha uygun olacağına karar verilmiştir.

3.2.2. Verilerin toplanması, analizi ve doğrulanması

Orman Genel Müdürlüğü tarafından 1937 yılında tutulmaya başlanan orman yangını istatistikleri ile ilgili veri çeşitliliği, teknolojinin gelişimi ile giderek zenginleşmiştir. Uzun yıllar yangın sicil formları üzerinde saklanan veriler 1998 yılından sonra aşamalı olarak artan bir oranda bilgisayar üzerinde saklanmaya başlanmıştır. 2011 yılından sonra kullanılmaya başlanan “Yangın Yönetim Sistemi” ile veri tabanında hem daha çok hem de daha fazla sağlıklı bilgi tutulmaya başlanmıştır. Günümüzde ise çıkan her orman yangını tespit edildiği anda web tabanlı yönetim sistemine girilmekte, her yangına ait çok aşamalı farklı bilgi de CBS bazlı olarak veri tabanında saklanabilmektedir (OGM, 2024).

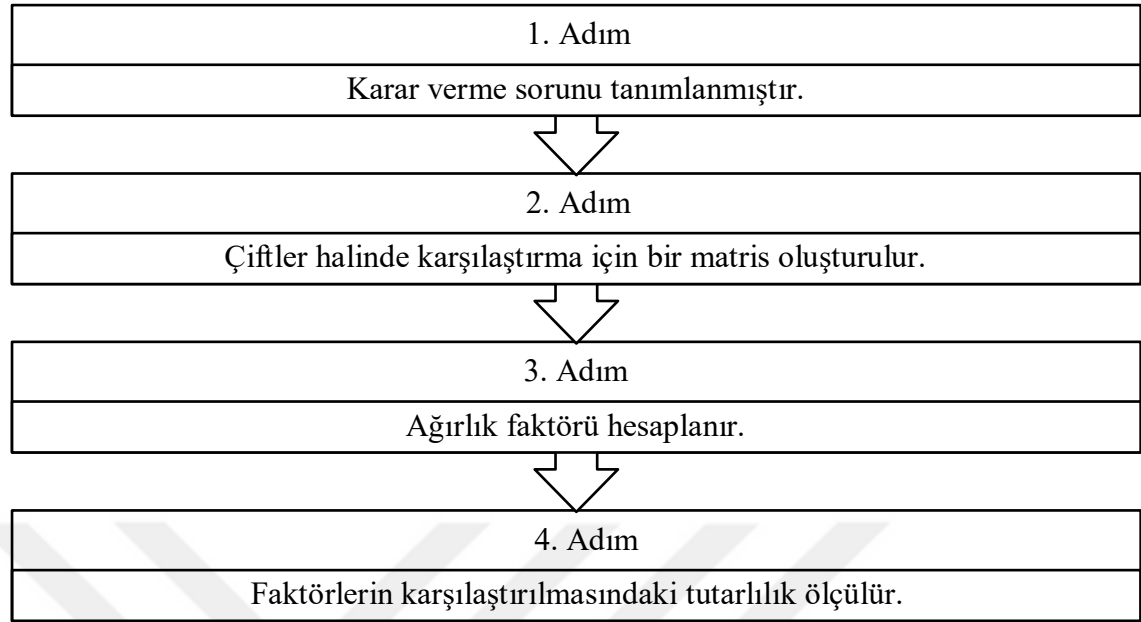
Ayrıca Orman Genel Müdürlüğü’nün uzun yıllar içerisinde geliştirdiği ciddi bir geoportal alt yapısı bulunmaktadır. Bitki örtüsüne-meşcere yapısına ait veriler, arazi kullanımına ait veriler, orman içerisindeki alt yapı ve tesisler, tahsisli alanlar ve topografik veriler bu portalda sayısal olarak mevcuttur ve bu veriler belirli aralıklarla da güncellenmektedir. Orman Genel Müdürlüğü’nün bilgi sistem alt yapısını birleştiren ORBİS yazılımı içerisinde de orman yangınlarıyla ilgili nokta, vektör ve alansal veriler, istatistiki ve mekânsal analizler yer almaktadır. Ayrıca bu sistem geoportaldaki sayısal altlıkları ve veri tabanını kullanarak mekânsal analizler yapmaya da imkân vermektedir.

Kriterlerin, kriter aralıklarının, kriter ağırlıklarının ve risk derecelendirmelerinin test edilmesi için son 10 yılda (2014-2024) Türkiye’de çıkmış 24 773 orman yangınından (OGM, 2024) çıkış noktası Kaş ilçesine ait verisi mevcut olan 184 adet orman yangınına ait araştırma alanının topografyası/fizyografyası (yollara mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, tarım ve sulak alan arazilerine mesafe, enerji nakil hatları ormana mesafesi), topografik kriterler (eğim, bakı ve yükselti) ve araştırma alanının topoğrafyası (ağaç türü, kapalılık, çağ sınıfları) kriterleri CBS kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi analizi

AHP yöntemi, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir. Karar verirken bir grubun veya bireyin önceliklerini dikkate alan, nitel ve nicel değişkenlerin ortak değerlendirmesine izin veren matematiksel bir yöntemdir. Hiyerarşik bir yapı oluşturma, ikili karşılaştırmalar ve sentez adımlarından oluşur (Dilekçi vd., 2021).

Basit, sade ve anlaşılır bir yöntem olduğu için çok kriterli karar verme yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. AHP dört adımdan oluşur (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. AHP sürecindeki adımlar.

AHP, karar verme sürecinde kararı oluşturan faktörlerin bir bütün olarak ve birbirleri ile ilişkili olarak değerlendirilmesini içeren bir yöntemdir. Bu yöntem, faktörlerin değerlendirilmesine ek olarak, bunların karar noktaları üzerindeki etkilerini de tespit edebilir. Bu süreçte karar vericiler tarafından karara etki eden faktörlerin önemi belirlenir ve bu kapsamda önceden tanımlanmış puanlama yapılır (1-5). Bu yöntem sayesinde karar vericiler tarafından verilen sonuçların tutarlılığı kontrol edilmekte ve değişiklikler yapılabilmektedir. Analitik Hiyerarşik Süreç (AHP), birden fazla kriter içeren karmaşık problemleri çözmek için kullanılan bir karar verme yöntemidir. Orman yangınlarına neden olan faktörlerin şiddeti belirlendikten sonra; bu faktörler bir CBS ortamında analiz edilmiştir (Gündüzoğlu vd., 2024).

Çalışma alanı Kaş ilçesi orman yangınları riskini belirlemek için yapılan sınıflandırma verileri Çizelge 3.2'de detaylı olarak sunulmuştur. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında birçok çalışmada topografik faktörlerden yararlanılmaktadır. Yangını etkileyen önemli faktörlerden biri de yangın alanındaki topografik koşullardır. Özellikle alanının topografyası/fizyografyası (yollara mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, tarım ve sulak alan arazilerine mesafe, enerji nakil hatları ormana mesafesi), topografik kriterler (eğim, bakı ve yükselti) ve araştırma alanının topoğrafyası (ağaç türü, kapalılık, çağ sınıfları) kriterleri büyük etkilere sahiptir. Arazinin görünümü, yüksekliği, eğimi ve şekli gibi topografik koşullar alanın belirlenmesi, yangının yayılma hızı ve yönü hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Ülkemizde köylerin büyük bir kısmının orman içinde yer alması ve mülkiyet sorunları nedeniyle il ile ilçe arasındaki elektrik hatlarının ormanlık alanlardan geçmesi nedeniyle orman yangınları açısından enerji nakil hatları da teknik nedenlerle meydana gelmektedir.

Çizelge 3.2. Sınıflandırma ait korelasyon matrisinin değerlendirilmesi

	E	B	Y	AT	K	ÇS	YM	YYM	TM	SM	ENH
Eğim (%)	1	,169*	,176*	-,079	-,102	,143	,016	-,261**	,269**	-,057	-,083
Bakı	,169*	1	,026	-,129	,163*	,095	-,023	-,071	,146*	-,113	-,115
Yükseklik	,176*	,026	1	,340**	-,203**	-,180*	,124	,009	,414**	,163*	-,069
Ağaç türü	-,079	-,129	,340**	1	-,534**	-,734**	-,042	,107	-,007	-,029	-,125
Kapalılık	-,102	,163	-,203**	-,534**	1	,456**	,033	-,002	,080	,079	,145*
Çağ sınıfları	,143	,095	-,180*	-,734**	,456**	1	,012	-,078	,158*	,005	,006
Yollara mesafe (m)	,016	-,023	,124	-,042	,033	,012	1	-,065	,079	-,018	,021
Yerleşim yerlerine mesafe (m)	-,261**	-,071	,009	,107	-,002	-,078	-,065	1	-,052	-,034	,095
Tarım alan arazilerine mesafe (m)	,269**	,146*	,414**	-,007	,080	,158*	,079	-,052	1	,149*	-,006
Sulak alan arazilerine mesafe (m)	-,057	-,113	,163*	-,029	,079	,005	-,018	-,034	,149*	1	,051
Enerji nakil hatlarına olan mesafe (m)	-,083	-,115	-,069	-,125	,145*	,006	,021	,095	-,006	,051	1

Çizelge 3.2’de verilen sınıflandırmaya ait korelasyon matrisinin puanlarına bakıldığında en yüksek ilişkili etken yükseklik olduğu görülmüştür. Bu etkenin diğer faktörlerle yüksek korelasyon ilişkisinin olması orman yangınları risk haritasının önemli ayrımı olarak belirlenmiştir. Arazi alanının yüksekliğinde bakı (B), yollara mesafe (YM) ve enerji nakil hatlarının (ENH) etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu gösterge eğim (E), ağaç türü (AT), kapalılık (K), çağ sınıfları (ÇS), tarım alanlarına (TM) ve sulak alanlara mesafe (SM) durumlarının güçlü göstergesi olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Çalışmada AHP yöntemi uygulanarak araştırma alanı için orman yangınlarına neden olan faktörlerin ağırlıklı değerlendirmelerini yapılmıştır. Çalışma alanının topografyası/fizyografyası (yollara mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, tarım ve sulak alan arazilerine mesafe, enerji nakil hatları ormana mesafesi), topografik kriterler (eğim, bakı ve yükselti) ve araştırma alanının topoğrafyası (ağaç türü, kapalılık, çağ sınıfları) kriterleri önem dereceleri kullanılmış olup, süreçteki adımlar aşağıda verilmiştir.

4.1. Arazi çalışmaları

CBS değerlendirmeleri sonucunda, kullanılmış kriterlerin bulguları değerlendirilmiştir. Arazide yapılan çalışmalarda, son 10 yılda (2014-2024 yılları arasında) Kaş yöresinde çıkmış 184 adet orman yangınının çıkış noktaları ile ilgili ölçümler yapılarak kriter değer aralıkları incelenmiştir. Değer aralığındaki veriler alanının topografyası/fizyografyası (yollara mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, tarım ve sulak alan arazilerine mesafe, enerji nakil hatları ormana mesafesi), topografik kriterler (eğim, bakı ve yükselti) ve araştırma alanının topoğrafyası (ağaç türü, kapalılık, çağ sınıfları) CBS analizleri ile karşılaştırılarak bütünsel bir yaklaşımla değerlendirilmiş ve özellikle AHP analizi kullanılmış orman yangınları risk haritası oluşturulmuştur.

4.1.1. Eğim

Türkiye genelinde 2014-2024 yılları arasında çıkmış olan 24 773 orman yangınından çıkış noktası Kaş ilçesi olan ve elimizde verisi bulunan 184 adet orman yangını CBS olarak analiz edildiğinde, orman yangınlarının %38,2'lik kısmının %0-10 eğimli alanlarda başladığı görülmektedir. Ayrıca yangınların %26,3'ü %11-20 eğimli alanlarda, %11,2'i ise %21-30 eğimli alanlarda meydana gelmiştir (Çizelge 4.1). Diğer bir deyişle, yangınların %64,5'i eğimi %0-20 olan bölgelerde başlamıştır. %50'nin üzerindeki eğimlerde orman yangınının nadiren başladığı anlaşılmaktadır. Buna karşılık, Türkiye'deki ormanların yalnızca %46,12'si %0-30'luk eğimde yer almaktadır. Teie (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, %50'lik bir eğimin, bir yangının yayılma hızını 8 km/s hızla esen bir rüzgarla aynı şekilde etkilediğini belirtmiştir.

Çalışma sonucunda eğim-orman yangını riski için yangın sayısı ve oranları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.1). Çalışma sonucunda eğim-orman yangını riski için yeni bir sınıflandırma ortaya konmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Eğim kriterinin başlangıç noktasına bağlı orman yangını sayısı ve oranları

Eğim	Yangın sayısı	Oran (%)	Orman alanı (%)
0-10	70	38,2	32,08
11-20 %	48	26,3	13,27
21-30 %	28	11,2	22,36
31-50 %	12	6,5	11,30
>51%	26	17,8	22,10

Çizelge 4.2. Eğim kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi

Eğim	Risk Derecesi	Risk Sınıfı
0-10	5	Çok Yüksek Riskli
11-20 %	4	Yüksek Riskli
21-30 %	3	Orta Riskli
31-50 %	2	Düşük Riskli
>51%	1	Çok Düşük Riskli

4.1.2. Bakı

Çalışma alanında 2014-2024 yılları arasında çıkmış olan orman yangınları bakı analizi yönünden analiz edildiğinde; orman yangınlarının yaklaşık %57'sinin sırasıyla güney, güneybatı, güneydoğu ve batı bakılarda, %43'ünün de sırasıyla doğu, kuzeybatı, kuzeydoğu ve kuzey bakılarda çıktığı görülmektedir (Çizelge 4.3).

Çalışma kapsamında bakı-orman yangını riski için çok yüksek, yüksek, orta ve düşük riskli olmak üzere risk sınıfları oluşturulmuş ve bakıya göre risk derecelendirmeleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.4). Bu derecelendirme, önceki çalışmalarda bakı kriterini kullanan araştırmacıların risk sınıflandırmaları ile paralellik taşımaktadır. Bununla birlikte, belirli bir bölge için bakı kriteri kullanılacağı zaman, geçmiş yangın verilerinin analiz edilmesi ile farklı değerler kullanılabilir.

Çizelge 4.3. 2014-2024 Yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre Bakı'ya bağlı analizi

Bakı	Yangın sayısı	Oran (%)	Orman alanı (%)
G	42	22,8	12,08
GB	22	11,9	13,27
GD	28	15,21	12,36
B	8	4,34	11,30
D	23	12,50	12,10
KB	23	12,50	13,24
KD	14	7,60	13,16
K	24	13,04	12,49
TOPLAM	184	100,00	100,00

Çizelge 4.4. Bakı kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi

Bakı	Risk Derecesi	Risk Sınıfı
G	5	Çok Yüksek Riskli
GB	4	Yüksek Riskli
GD	4	Yüksek Riskli
B	4	Yüksek Riskli
D	3	Orta Riskli
KB	3	Orta Riskli
KD	2	Düşük Riskli
K	2	Düşük Riskli

4.1.3. Yükselti

Alandaki 10 yıllık süreçte meydana gelen orman yangınları CBS olarak analiz edildiğinde; bölgedeki yangınların yaklaşık %90'ının 0-1000 metre arasında çıktığı görülmektedir (Çizelge 4.5). Yükselti kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere, bölge için elde edilen analiz sonuçlarına göre, yükselti arttıkça orman yangını riskinin azaldığı anlaşılmaktadır. Bakı analizinde olduğu gibi belirli bölgelerde orman yangını riski analiz edilirken alanın topografik şartlarının iyi değerlendirilmesi gereği de bulunmaktadır. Nitekim her bir bölgeye özgü risk sınıflandırmalarında kriterlerin değer aralıklarında değişiklikler meydana gelebilmektedir.

Çizelge 4.5. 2014-2024 yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre yükseltiye bağlı risk analizi

Yükselti	Yangın sayısı	Oran (%)	Orman alanı (%)
0-400	96	64,33	30,31
401-1000	46	25,57	31,54
1001-1500	13	6,64	29,69
>1500	29	3,46	8,46
TOPLAM	184	100,00	100,00

Çizelge 4.6. Yükselti kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi

Yükselti	Risk Derecesi	Risk Sınıfı
0-400	5	Çok Yüksek Riskli
401-1000	4	Yüksek Riskli
1001-1500	3	Orta Riskli
>1500	2	Düşük Riskli

4.1.4. Ağaç türü

Kaş ilçesinde son on yıllık süreçte ortaya çıkan 184 adet orman yangını analiz edildiğinde; Ülkemizde ve bölgedeki orman yangını riski açısından en tehlikeli türlerin Kızılçam, Meşe, ve Ardıç olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7). Çalışma sonucunda bölgede yaygın olan ağaç türü-orman yangını riski için yeni bir sınıflandırma ortaya konmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Bitki örtüsü kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi

Ağaç Türü	Risk Derecesi	Risk Sınıfı
Kızılcıam	5	Çok Yüksek Riskli
Meşe	4	Yüksek Riskli
Karaçam	4	Yüksek Riskli
Sahilçamı	4	Yüksek Riskli
Sedir	4	Yüksek Riskli
Fıstıkçamı	3	Orta Riskli
Maki	3	Orta Riskli
Ardıç	3	Orta Riskli
Kayın	2	Düşük Riskli
Diğer Yapraklılar	2	Düşük Riskli
Sarıçam	2	Düşük Riskli
Gökmar	1	Çok Düşük Riskli
Gürgen	1	Çok Düşük Riskli

4.1.5. Kapalılık

Alandaki yangınlar CBS ile analiz edildiğinde; en çok yangının sıkışık kapalı meşcerelerde (3 kapalı meşcere) çıktığı görülmektedir (Çizelge 4.8). Bu istatistiksel veri, insanların sosyal faaliyetlerinde (piknik gibi) daha çok tepe yoğunluğu fazla olan, gölgesi bol ormanları tercih ettiklerini göstermekte olup, ikinci sırada ise kapalılığı zayıf ve altında diri örtü tipleri bulunan meşcereleri (örneğin otlatma amacıyla) tercih ettikleri anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmalarda ise, kapalılık arttıkça yangın riskinin de arttığı yönünde bir bakış açısı kullanılmıştır (Bilici, 2019). Çalışmada bölgenin kapalılık-orman yangını riski için hazırlanan derecelendirme Çizelge 4.9 da verilmiştir.

Çizelge 4.8. 2014-2024 yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre meşcere kapalılığına bağlı risk analizi

Kapalılık	Adet	Yüzde
Sıkışık Kapalı (3)	60	36,07
Işıklı Kapalı (0)-Bozuk alan	42	21,77
Normal Kapalı (2)	42	21,73
Gevşek Kapalı (1)	40	20,43
Toplam	184	100,00

Çizelge 4.9. Kapalılık kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi

Kapalılık	Risk Derecesi	Risk Sınıfı
Sıkışık Kapalı (3)	5	Çok Yüksek Riskli
Işıklı Kapalı (0)-Bozuk alan	4	Yüksek Riskli
Normal Kapalı (2)	3	Orta Riskli
Gevşek Kapalı (1)	2	Düşük Riskli

4.1.6. Çağ sınıfları

Alanda son on yıllık süreçte ortaya çıkan yangınlar çağ sınıfları yönünden CBS kullanılarak analiz edildiğinde; en çok yangının b çağındaki meşcerelerde meydana geldiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.10). İkinci sırada ise c çağındaki meşcereler gelmektedir. Çalışma sonucunda çağ sınıfları-orman yangını riski için yeni bir sınıflandırma ortaya konmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10. 2014-2024 yılları arasında çıkan orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre çağ sınıflarına bağlı risk analizi

Çağ Sınıfları	Adet	Yüzde
b (sırlıklık ve direklik)	74	43,73
c (ince ağaçlık)	58	27,72
a (gençlik ve sırlıklık)	40	20,63
d (orta ağaçlık)	10	7,81
e (kalın ağaçlık)	2	0,11
TOPLAM	184	100,00

*Tekrara düşmemek için bozuk alanlar yalnız kapalılık kriterinde analiz edilmiştir.

Çizelge 4.11. Çağ sınıfları kriterinin orman yangını riskine etkisi ve risk derecelendirmesi

Çağ sınıfları	Risk Derecesi	Risk Sınıfı
b (sırlıklık ve direklik)	5	Çok Yüksek Riskli
c (ince ağaçlık)	4	Yüksek Riskli
a (gençlik ve sırlıklık)	3	Orta Riskli
d (orta ağaçlık)	2	Düşük Riskli
e (kalın ağaçlık)	1	Çok Düşük Riskli

4.1.7. Yollara mesafe

Bölgede verisi bulunan 184 adet orman yangınına ait CBS analizlerine ve arazi çalışmalarında yapılan ölçümlere göre; yollar kaynaklı orman yangınlarının neredeyse tamamının yola 0-25 metre mesafede çıktığı görülmüştür. İkinci derecede riskli zon ise 25- 100 metre arasındır. Yola 100 metreden daha fazla mesafede yol kriterini baz alan bir risk olmadığı, bu yangınlar için diğer kriterlerin değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Çalışma sonucunda yola mesafe-orman yangını riski için risk derecelendirmesi Çizelge 4.12 de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Orman-yol mesafesine göre risk durumu

Orman-Yol Mesafesi	Risk Derecesi
0-25 metre	5
26-100 metre	2
101-500 metre	1

4.1.8. Yerleşim yerlerine mesafe

Kaş ilçesinde 2014-2024 yıllarında on yıllık süreçte meydana gelen 184 adet orman yangınına ait CBS analizlerine ve arazi çalışmalarında yapılan ölçümlere göre; yerleşim yerlerine mesafe bakımından en riskli zonun 0-50 metre olduğu ve yerleşim yeri kaynaklı yangınların çoğunun bu zonda meydana geldiği görülmüştür. 50-200 metre arası ise ikinci derece riskli zon olarak görülmektedir. Çalışma sonucunda yerleşim yerlerine mesafe-orman yangını riski için yeni bir sınıflandırma ortaya konmuş olup Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Orman-yerleşim yerleri mesafesine göre risk durumu

Orman-Yerleşim yeri Mesafesi	Risk Puanı
0-50 metre	5
51-200 metre	2
201-500 metre	1

4.1.9. Tarım arazilerine mesafe

Bölgedeki toplam 184 adet orman yangınına ait CBS analizlerine ve arazi çalışmalarında yapılan ölçümlere göre; tarım arazileri kaynaklı orman yangınları için en riskli zonun 0-25 metre arasında olduğu tespit edilmiştir. Ancak rüzgârın da etkisiyle ormana 1000 metre mesafede çıkan bir ziraat yangınının da kolayca ormana sirayet edebildiği bilinmektedir. Tarım arazilerine mesafe-orman yangını riski için yeni bir sınıflandırma ortaya konmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Orman-tarım alanları mesafesine göre risk durumu

Orman-Ziraat Mesafesi	Risk Puanı
0-25 metre	5
26-100 metre	4
101-500 metre	3
501-1000 metre	2

4.1.10. Sulak alanlara mesafe

Türkiye genelinde 2014-2024 yılları arasında çıkmış olan 24 773 orman yangınından çıkış noktası Kaş ilçesi olan ve elimizde verisi bulunan 184 adet orman yangınına ait CBS analizlerine ve arazi çalışmalarında yapılan ölçümlere göre; sulak alanlar-orman arakesitinde özellikle 0-50 metre arası zonun en riskli alan olduğu, 50-200 metre arası zonun da ikinci derece riskli olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışma sonucunda sulak alanlara mesafe-orman yangını riski için yeni bir sınıflandırma ortaya konmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Orman-sulak alanlar mesafesine göre risk durumu

Orman-Sulak Alan Mesafesi	Risk Puanı
0-50 metre	5
51-200 metre	3
201-500 metre	2

4.1.11. Enerji nakil hatlarına mesafe

Türkiye genelinde 2014-2024 yılları arasında çıkmış olan 24 773 orman yangınından çıkış noktası verisi bulunan 184 adet orman yangınına ait CBS analizlerine ve arazi çalışmalarında yapılan ölçümlere göre; ENH kaynaklı çıkmış olan orman yangınlarının çok büyük oranda enerji nakil hattının hemen altında başladığı görülmüştür. Bu nedenle enerji nakil hatlarında 0-10 metre arası zon en riskli alandır. Ancak yüksek gerilim hatlarının kopması nedeniyle de yangın çıkabileceği düşünüldüğünde 10-50 metre arası ikinci derece riskli olarak düşünülebilir. Yaptığımız görece objektif çalışma sonucunda ENH mesafesi- orman yangını riski için yeni bir sınıflandırma ortaya konmuştur (Çizelge 4.16). Literatürde Muğla ilinde gerçekleşen yangınların Enerji nakil hattı mesafesine bakıldığında da benzer sonuçlar gösterdiği 10 metre mesafe üzerinde risk puanının 3 çıktığı gözlemlenmiştir (Baltacı ve Yıldırım, 2021).

Çizelge 4.16. Orman-ENH mesafesine göre risk durumu

Orman-Enerji Nakil Hattı Mesafesi	Risk Puanı
0-10 metre	5
11-50 metre	2

4.2. Orman yangını riskinin hesaplanması

Kriter ağırlıkları ve eşitlikteki yerleri tespit edildikten sonra orman yangını risk indisi aşağıdaki şekilde uyarlanmıştır (Denklem 4.1); Orman yangını riski indisi (FRI) hesaplanırken bitki örtüsü ile ilgili kriterler için ağırlık olarak üst sınır değeri (5) kullanılmıştır. Çünkü diğer kriterler orman yangınlarına sebep olan insan faaliyetlerinin o alanda bulunma ihtimalini ve yoğunluğunu modellerken, bitki örtüsü yani yanıcı madde olmadan bir alanda orman yangını riskinden söz etmek dahi mümkün değildir (Calda vd., 2020);

$$FRI=5(Bt+Kp+Gc)+3(Eg+Ba+Ra)+(5Yo+4Tm+2Ye+2Sm+1,5En) \quad \text{Denklem 4.1}$$

Eşitlikte Bt baskın Ağaç Türünü (13 sınıf), Kp kapalılık durumunu (4 sınıf), Gc gelişim çağını (5 sınıf), Eg eğimi (4 sınıf), Ba bakıyı (8 sınıf), Ra Yükseltii (4 sınıf), Yo yol-orman mesafesini (3 sınıf), Tm tarım alanı-orman mesafesini (4 sınıf), Ye yerleşim yeri-orman mesafesini (3 sınıf), Sm sulak alanı orman mesafesini (3 sınıf), En enerji nakil hattı-orman mesafesini (2 sınıf) ifade etmektedir. Çizelge 4.17’de FRI değerinin 0 ile 178,9 arasında olabileceği örnek senaryolar verilmiştir.

Çizelge 4.17. Orman yangını örnek senaryo risk dereceleri.

Yangın Risk Zonları	Yangın Risk Dereceleri	Risk Zonunun Tanımı	FRI
I	Çok Yüksek	0-400 metre Yükseltide %0-20 arası eğimde ve güney bakıda bulunan kapalılığı 3, gelişim çağı b, hakim ağaç türü Kızılcım olan sahalarda; tarım alanlarının, yerleşim yerlerinin, yolların, kontrolsüz piknik alanlarının, ENH'larından en az ikisinin 0-25 metre değer aralığında birlikte bulunduğu alanlar.	122,3-178,9
II	Yüksek	0-400 metre Yükseltide %0-20 arası eğimde ve güney bakıda bulunan kapalılığı 2-3, gelişim çağı b-c, hakim ağaç türü Kızılcım/Karaçam/Meşe, Sahilçamı/Sedir olan sahalarda; tarım alanlarının, yerleşim yerlerinin, yolların, kontrolsüz piknik alanlarının, ENH'larından en az birinin 0-25 metre değer aralığında bulunduğu alanlar.	97,85-122,3
III	Orta	401-1000 metre Yükseltide, %21-30 arası eğimde, güneybatı-güneydoğu, batı bakıda bulunan kapalılığı 0-2, gelişim çağı c-a, hakim türü Fıstıkçamı/Maki/Ardıç olan sahalarda; tarım alanlarının, yerleşim yerlerinin, yolların, kontrolsüz piknik alanlarının, ENH'larından en az birinin 0-25 metre değer aralığında bulunduğu alanlar.	62,85-97,85
IV	Düşük	1000-1500 metre Yükseltide, %31-50 arası eğimde, doğu, kuzeydoğu, kuzeybatı bakıda bulunan kapalılığı 1, gelişim çağı a-d, hakim türü Kayın, Sarıçam, Diğer yapraklı türler olan sahalarda; tarım alanlarının, yerleşim yerlerinin, yolların, kontrolsüz piknik alanlarının, ENH'larından en az birinin 25-100 metre değer aralığında bulunduğu alanlar.	39,85-62,85
V	Çok Düşük	1500 metrenin üzerindeki Yükseltide, %50'nin üstündeki eğimde, kuzeyli bakılarda bulunan, kapalılığı 1, gelişim çağı d-e, hakim ağaç türü Kayın/Gürgen/Gökna/Ladin/Sarıçam vder yapraklı türler olan sahalarda, tarım alanlarının, yerleşim yerlerinin, yolların, kontrolsüz piknik alanlarının, ENH'larının ormana 500 metreden daha uzak olduğu ya da hiç bulunmadığı alanlar.	0-39,85

4.2.1. Kaş yöresinin orman yangını riski analizi

Orman yangını riskinin analizinde Kaş yöresi için öncelikle altlık haritalar üretilmiş, kriterler çizelgesi oluşturulmuş, orman yangını risk indisi hesaplanmıştır. Daha sonra da buna bağlı olarak Kaş işletme müdürlüğüne bağlı yörenin orman yangını riski haritası oluşturulmuştur.

4.2.1.1. Araştırma sahası çizelgesi, risk analizi ve hesaplamalar

Çalışmada orman yangını riskinin hesaplanmasında kullanılan kriterler, bu kriterlere ait değer aralıkları ve ağırlıkların hesaplamalarla belirlenerek ulusal ve özgün bir kriterler çizelgesi oluşturulması amaçlanmıştır. Bu çizelge oluşturulurken bir yandan önceki çalışmalarda kullanılan kriterler incelenerek daha da geliştirilmeye çabalanmış, diğer yandan da daha kesin sonuçlar elde edebilmek için tabloya orman yangını riskine etki eden yeni kriterler eklenmesi gerektiğine karar verilmiştir (önceki çalışmalarda kullanılmış olan tüm kriterlerin yanı sıra “sulak alanlara mesafe” ve “enerji nakil hatlarına mesafe” kriterleri ilk kez bu çalışmada hesaba dahil edilmiştir). Ayrıca değer aralıkları arazi ölçümlerine göre yeniden düzenlenmiştir.

4.2.1.2. Araştırma sahası ağırlıklarının hesaplanması

Orman yangını riski analizinde kullanılan kriterlerin çıkış noktaları, orman yangınına neden olan faktörlerdir. Kriterler tablosu oluşturulup değer aralıkları belirlendikten sonra, 'yangın çıkış sebeplerine bağlı' bir analizle kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Ardından, önceki çalışmalarda kullanılan formül yeni modele göre uyarlanarak yangın risk indeksinin hesaplanacağı eşitlik oluşturulmuştur.

Literatüre bakıldığında yapılan benzer çalışmalar ile ilgili, topoğrafya ve insan faaliyetlerine uzaklık kriterlerinin aynı kategoride karşılaştırılarak ağırlıklar belirlenmesi mümkün görülmemiştir. Bu nedenle bitki örtüsü kategorisi ve topoğrafya kategorisinin genel ağırlığı uzman görüşüne göre (sübjektif) belirlenirken, insan faaliyetlerine mesafe ile ilgili kriterler ise tamamen objektif hesaplamalara göre belirlenmiştir (Tuyen vd., 2021; Fidanboy vd., 2022).

Orman yangını riski indisi (FRI) hesaplanırken bitki örtüsü ile ilgili kriterler için ağırlık olarak üst sınır değeri (5) kullanılacaktır. Çünkü diğer kriterler orman yangınlarına sebep olan insan faaliyetlerinin o alanda bulunma ihtimalini ve yoğunluğunu modellerken, bitki örtüsü yani yanıcı madde olmadan bir alanda orman yangını riskinden söz etmek dahi mümkün değildir. Topoğrafya ile ilgili kriterlere yüksek ağırlık vermek, insan faaliyetlerinin orman yangını riskine etkisini tekrarlamak anlamına gelebilecektir. Bu nedenle topoğrafya ile ilgili kriterlerde ağırlık 3 olarak belirlenmiştir.

İnsan faaliyetlerine mesafe ile ilgili ağırlıkları objektif olarak değerlendirebilmek için son 10 yılda (2014-2024) Türkiye'de çıkan orman yangınlarının çıkış sebepleri analiz edilmiştir. Böylece yangın çıkış sebeplerini baz alan insan faaliyetlerine mesafe kriterlerinin kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriter ağırlıkları hesaplanırken, en büyük orana (Om) sahip kriterin ağırlığı maksimum (5) kabul edilerek diğer kriterlerin en büyük kriterin ağırlığına oranlanması ile her kriterin ağırlığı $K_n = O_n.5/O_m$ formülü ile hesaplanmıştır.(Calda vd., 2020)

4.2.1.3. Kriterler çizelgesinin oluşturulması

Tüm kriterler için yapılan hesaplamalar, kriter değer aralıkları için yapılan ölçümler ve kriter ağırlıkları tablosu ışığında orman yangını riskinin analizi için yeni bir kriterler çizelgesi oluşturulmuştur. Her kriter için değer aralıklarının yangın riskinin hesaplanmasındaki etkisini ifade edecek risk sınıfları tanımlanmıştır. Orman yangını riski indisi hesaplanırken risk sınıflandırması 0-5 değerleri arasında alınmıştır. Yangın riski olmayan değer aralıklarının risk dereceleri 0'dır ve çizelgede gösterilmemiştir. Yapılan CBS analizleri ve arazi çalışmalarına göre bazı kriterlerin değer aralıkları düzenli olmadığı için risk sınıflandırmaları her kriterde 0-5 arasında eşit ve düzenli dağılmamıştır.

4.2.1.4. Orman yangını riskinin hesaplanması

Her kriterin değer aralıklarına göre belirlenen risk sınıflandırmasına ve hesaplanan kriter ağırlıklarına bağlı olarak önceki araştırmacıların çalışmalarında kullandıkları Risk İndisi Eşitliği, çalışmamız için uyarlanmıştır (Akay vd., 2019). Eşitlik genel yapı itibariye topografik kriterlerin, bitki örtüsü ile ilgili kriterlerin ve insan

faaliyetlerine mesafe ile ilgili kriterlerin risk sınıflandırma değerlerinin kriter ağırlıklarına bağlı toplamı olarak ifade edilmektedir.

4.2.1.5. Pilot bölgelerde risk analizleri ve haritalandırma

Türkiye'deki farklı iklim, topoğrafya, bitki örtüsü ve toplumsal özellikleri temsil etmek üzere Kaş İşletme Müdürlüğü orman yangını riski analiz edilmiş ve risk haritaları oluşturulmuştur. Orman yangını riski analiz edilirken; eski yangın verileri, meşcere yapısı, arazi özellikleri ve arazi kullanım verileri değerlendirilerek her bölge müdürlüğü için kriterler tablosu özelleştirilmiştir. Risk indeksi, oluşturulan ulusal eşitliğe göre hesaplanmıştır. Haritalar ArcGIS 10.8.2 programında mekânsal analiz modülü kullanılarak üretilmiştir. Her bölge müdürlüğünün riski kendi içerisinde değerlendirilmiş ve lejantlar bölge müdürlüklerine özgü olacak şekilde oluşturulmuştur.

İncelenen alanlardaki tarımsal uygulamaların çeşitliliği, bu uygulamaların yaz boyunca devam etmesi ve tarım alanlarının ormanlarla iç içe olması nedeniyle insan kaynaklı orman yangınları riski bulunmaktadır. Ormanları tehdit eden diğer nedenler arasında orman içindeki çok sayıda maden, orman içinde inşa edilen çöp depolama alanlarının genişlemesi, ormanı geçen elektrik hatları ve her yıl artan rüzgar türbinleri yer almaktadır.

Orman yangınları tehlikesini analiz etmek için incelenen alanlardan arazi, bitki örtüsü ve insan faaliyetleri (arazi kullanımı) ile ilgili veriler kullanılmıştır. Eğim, pozlama ve yükseklik haritaları oluşturmak için 1/25.000 ölçekli dijital topografik haritalar kullanılmaktadır. Orman genel müdürlüğü tarafından oluşturulmuş meşcerelerin dijital haritaları, ağaç türlerinin, kapanışların ve yaş sınıflarının bitki örtüsünü temsil eden haritalarını oluşturmak için kullanılmıştır. OGM veri tabanının dijital mimarisi ve web servisleri, insan faaliyetlerini (arazi kullanımı) temsil edecek iletim hatlarından, yerleşim alanlarından, tarım alanlarından ve yol ağından veri toplamak için de kullanılmıştır. Veriler ArcGIS 10.8.2 kullanılarak analiz edilmiş, modellenmiş ve sonuç haritaları üretilmiştir.

Önce her bir kriter için riskli zon haritaları üretilmiştir. Bu haritaların üretiminde 10 metre çözünürlüklü etiketli arazi haritası üzerinde her bir kritere ait vektör veriler yüklenerek değer aralıklarını baz alan kartelalar oluşturulmuştur.

Oluşturulan altlık haritaların son 10 yılda (2014-2024) 4 Orman Bölge Müdürlüğünde meydana gelmiş insan kaynaklı orman yangınlarının başlangıç koordinatları (OGM, 2024) CBS ile analiz edilmiştir. Böylece ağaç türü, kapalılık, çağ sınıfları, eğim, bakı ve Yükselti kriterlerinin orman yangını riskine etkileri belirlenmiştir.

4.2.1.6. Analiz sonuçlarının test edilmesi

Üretilen risk haritaları, 2014- 2024 tarihleri arasında pilot bölgede çıkmış olan son 10 yılın 184 adet orman yangını ile test edilmiştir. Bu karşılaştırmalarda 2024 yılında meydana gelen orman yangınlarının yüksek riskli alanlarda görülüp görülmediğine bakılmıştır.

ARCGIS 10.8.2 programında pilot bölgelere ait orman yangını risk haritaları altlık olarak kullanılmış ve 2014- 2024 tarihleri arasında meydana gelen orman yangınlarına ait nokta verilerine göre her bir yangının hangi risk derecesinde meydana geldiği sorgulanmıştır.

Yangın çıkış koordinatları orman yangını risk haritalarında düştüğü risk derecesine göre sınıflandırılarak tablolar yapılmış, yangınların hangi oranda çok yüksek ve yüksek riskli alanlarda meydana geldiği tespit edilmiştir. Böylece oluşturulan risk haritaları, dolayısıyla kriterleri ve hesaplamalar, yangınların çok yüksek ve yüksek riskli olarak tespit edilmiş olan alanlarda meydana gelmiş olması oranında doğrulanmıştır.

Kriterlerin Analizi

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kaş ilçesi alanının Kaşta yapılan son 10 yılda 184 adet orman yangını meydana gelmiştir. Bu yangınların 18 adedi insan faaliyetleri kaynaklı olup 38 yangın yıldırım kaynaklıdır (OGM, 2024).

Eğim

Analiz sonucuna göre çalışma alanında yangına en hassas alanların yaklaşık %64,5 oranında %0-20 eğim aralığında bulunduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Son 10 yılda (2014-2024) Antalya OBM Kaş ilçesine ait meydana gelen insan kaynaklı orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre eğime bağlı risk analizi

Eğim (%)	Adet	Oran	Risk Puanı
0-10	70	38,2	5
11-20	48	26,3	5
21-30	28	11,2	3
31-40	8	4,3	2
41-50	4	2,2	2
51-60	12	7,3	1
61-70	6	3,2	1
71-80	4	2,2	1
81-90	3	2	1
>91	1	1	1

Bakı

Analiz sonucuna göre çalışma alanında yangına en hassas alanların yaklaşık %44 oranında güneyli bakılarda bulunduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Son 10 yılda (2014-2024) Antalya OBM Kaş ilçesine ait meydana gelen insan kaynaklı orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre bakıya bağlı risk analizi

Bakı	Adet	Yüzde	Risk Puanı
G	30	17	5
GB	26	14	5
GD	24	13	5
B	24	13	4
D	22	12	3
KB	22	12	2
KD	20	10	2
K	16	9	1

Yükselti

Analiz sonucuna göre çalışma alanında yangına en hassas alanların yaklaşık %64 oranında 0-400 metre arası yükseltide bulunduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Son 10 yılda (2014-2024) Antalya OBM Kaş ilçesine ait meydana gelen insan kaynaklı orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre Yükseltiye bağlı risk analizi

Yükselti (m)	Adet	Oran (%)	Risk Puanı
0-400	96	64	5
401-1000	46	26	3
1000-1500	29	8	2
>1500	13	2	1

Tarım alanlarına mesafe

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kaş ilçesi alanının yapılan arazi çalışmalarında tarım arazileri kaynaklı orman yangınları için en riskli zonun 0-25 metre arasında olduğu tespit edilmiştir. Ancak rüzgârın da etkisiyle ormana 1000 metre mesafede çıkan bir ziraat yangınının da kolayca ormana sirayet edebildiği yöresi görülmektedir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Orman-tarım alanları mesafesine göre risk durumu

Orman-Ziraat Mesafesi	Risk Puanı
0-25 metre	5
26-100 metre	3
101-500 metre	2
501-1000 metre	1

Yerleşim yerlerine mesafe

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kaş ilçesi orman yangınlarının yerleşim yeri kaynaklı çıkanları yerinde incelenmiştir. Yapılan değerlendirmede en riskli zonun 0-50 metre olduğu ve yerleşim yeri kaynaklı yangınların çoğunun bu zonda meydana geldiği görülmüştür. 50-200 metre arası ise ikinci derece riskli zon olarak görülmektedir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Orman-yerleşim yerleri mesafesine göre risk durumu

Orman-Yerleşim yeri Mesafesi	Risk Puanı
0-50 metre	5
50-200 metre	3
200-500 metre	2

Yollara mesafe

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kaş ilçesi alanının yapılan arazi çalışmalarında son 10 yılda çıkmış olan orman yangınları yerinde incelenmiştir. Yollar kaynaklı orman yangınlarının neredeyse tamamının yola 0-25 metre mesafede çıktığı görülmüştür. İkinci derecede riskli zon 25-100 metre arasındır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Orman-yol mesafesine göre risk durumu

Orman-Yol Mesafesi	Risk Puanı
0-25 metre	5
26-100 metre	3
101-500 metre	2

Enerji nakil hatlarına mesafe

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kaş ilçesi alanının enerji nakil hatları kaynaklı çıkmış olan orman yangınları incelendiğinde, çoğu yangının hemen enerji nakil hattı altında başladığı görülmüştür. Bu nedenle enerji nakil hatlarında 0-10 metre arası zon en riskli alandır. Ancak yüksek gerilim hatlarının kopması nedeniyle de yangın çıkabileceği düşünüldüğünde 10-50 metre arası ikinci derece riskli olarak görülmektedir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Orman-ENH mesafesine göre risk durumu

Orman-ENH Mesafesi	Risk Puanı
0-10 metre	5
11-50 metre	3

Sulak alanlara mesafe

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kaş ilçesi alanının yapılan Kaş ilçesinde incelemelerde orman yangınlarının çoğunlukla baraj, göl, gölet, deniz gibi sulak alanların yakınında meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle sulak alanlarla

orman arakesitinde orman yangını riski açısından değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Özellikle 0-50 metre arası zonun en riskli alan olduğu, 50-200 metre arası zonun da ikinci derece riskli olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Orman-sulak alanlar mesafesine göre risk durumu

Orman-Sulak Alan Mesafesi	Risk Puanı
0-50 metre	5
51-200 metre	3
201-500 metre	2

Kriterler Çizelgesinin oluşturulması, risk indeksinin hesaplanması ve risk haritasının yapılması

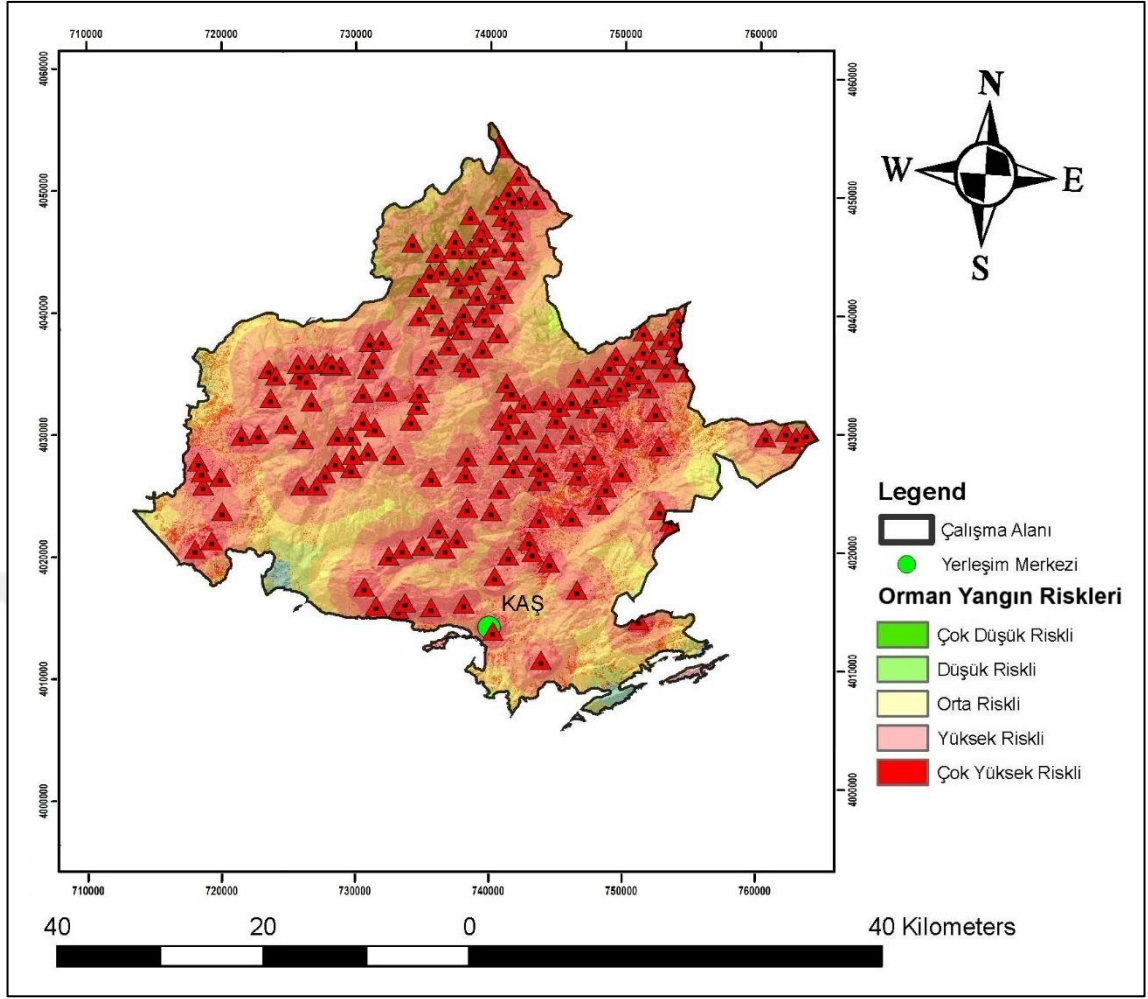
CBS ile analiz edilen kriterler ve arazi çalışmaları ile tespit edilen değer aralıkları kullanılarak Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Kaş yöresi için kriterler çizelgesi oluşturulmuştur (Çizelge 4.26). Bu çizelgede ayrıca ulusal orman yangını riski için oluşturulan kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Kriter Çizelgesi oluşturulduktan sonra Türkiye geneli için belirlenmiş olan ulusal eşitliğe göre orman yangını risk indeksi hesaplanmıştır.

Çizelge 4.26. Kaş yöresi için “orman yangını riski kriterler çizelgesi”

Kriterler	Ağırlık	Alt Sınıflar (Değer Aralıkları)	Risk Dereceleri	Yangın Risk Sınıfları
Ağaç Türü	5	Kızılcıam	5	Çok Yüksek Riskli
		Maki	4	Yüksek Riskli
		Sedir	3	Orta Riskli
		Fıstıkçamı	3	Orta Riskli
		Okaliptus	2	Düşük Riskli
		Meşe	2	Düşük Riskli
		Diğer Türler	1	Çok Düşük Riskli
Kapalılık	5	Sıkışık Kapalı(3)	5	Çok Yüksek Riskli
		Işıklı Kapalı(0)	4	Yüksek Riskli
		Normal Kapalı(2)	3	Orta Riskli
		Gevşek Kapalı(1)	2	Düşük Riskli
Çağ Sınıfı (Gelişim çağları)	5	b “sırlıklık ve direklik”	5	Çok Yüksek Riskli
		c “ince ağaçlık”	4	Yüksek Riskli
		a “gençlik ve sırlıklık”	3	Orta Riskli
		d “orta ağaçlık”	2	Düşük Riskli
		e “kalın ağaçlık”	1	Çok Düşük Riskli
Eğim (%)	3	0-20	5	Çok Yüksek Riskli
		21-30	3	Orta Riskli
		31-50	2	Düşük Riskli
		>51	1	Çok Düşük Riskli
Yükselti	3	0-400 m	5	Çok Yüksek Riskli
		401-1000 m	3	Orta Riskli
		1000-1500 m	2	Düşük Riskli
		>1500 m	1	Çok Düşük Riskli
Bakı	3	G-Güney	5	Çok Düşük Riskli
		GB-Güneybatı	5	Düşük Riskli
		GD-Güneydoğu	5	Orta Riskli
		B-Batı	4	Yüksek Riskli
		D-Doğu	3	Çok Yüksek Riskli
		KB-Kuzeybatı	2	Yüksek Riskli
		KD-Kuzeydoğu	2	Orta Riskli
		K-Kuzey	1	Düşük Riskli
Yollara Mesafe	5	0-25m	5	Çok Yüksek Riskli
		25-100 m	3	Orta Riskli
		100-500m	2	Düşük Riskli
Yerleşim yerlerine Mesafe	2	0-50m	5	Çok Yüksek Riskli
		50-200m	3	Orta Riskli
		200-500m	2	Düşük Riskli
Tarım alanlarına Mesafe	4	0-25m	5	Çok Yüksek Riskli
		25-100 m	4	Yüksek Riskli
		100-500 m	3	Orta Riskli
		500-1000 m	2	Düşük Riskli
		10-50m	2	Düşük Riskli

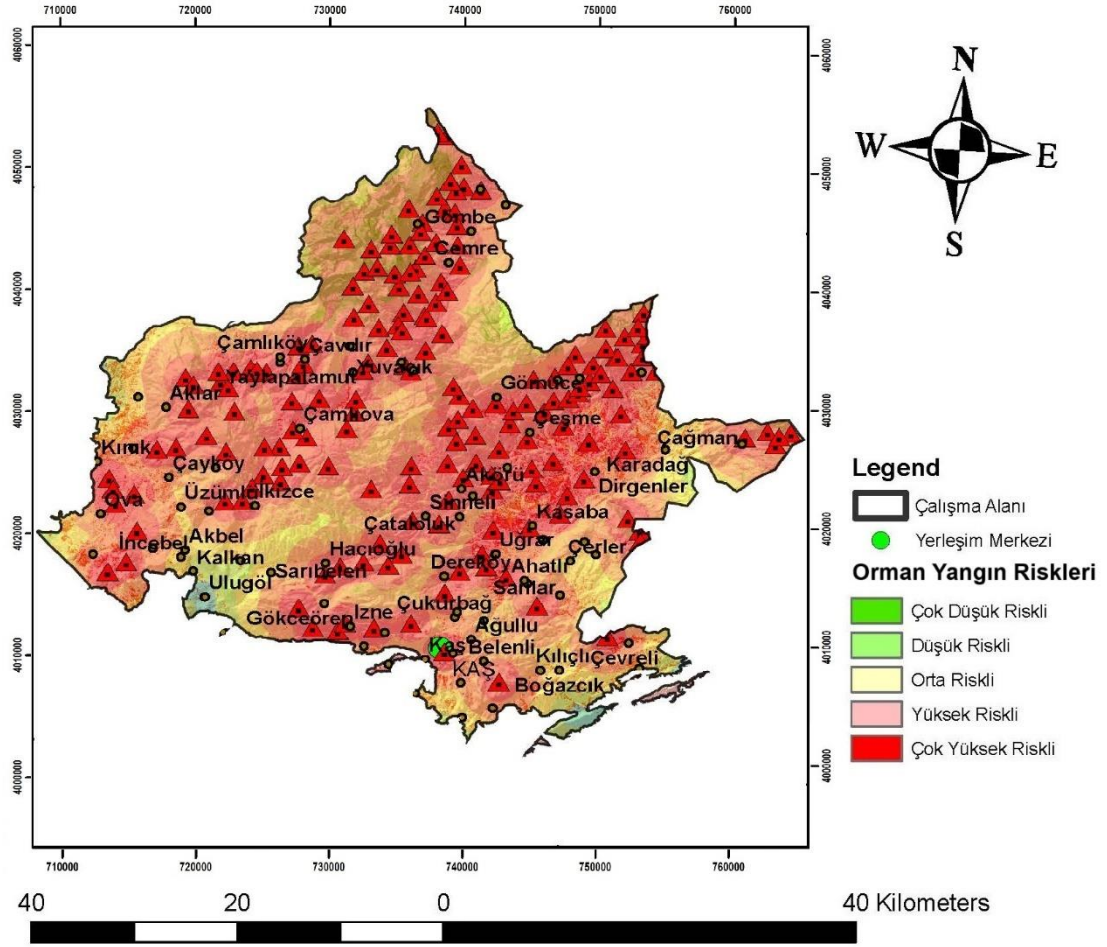
* Değer aralıkları dışında kalan alanlarda risk sıfır kabul edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda; kriter çizelgesi ve risk indeksi kullanılarak ArcGIS 10.8.2 programı ile 10 metre çözünürlüklü Antalya Orman Bölge Müdürlüğü içerisinde kalan Kaş ilçesine ait çok kriterli orman yangını risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kaş yöresi çok kriterli orman yangını risk haritası

Şekil 4.1’de Kaş yöresine ait orman yangını risklerinin yoğun olduğu alanlardan çok yüksek riskli bölgeler kırmızı ile gösterilmiştir. Çalışma alanına ait düşük riskli bölgeler ise açık yeşil ile gösterilmiştir. Çok kriterli orman yangını risk haritasına göre kaş yöresinin yükseltisi fazla olan yerlerde ve bazı alt rakımlarda orman yangını çıkış noktalarının civar bölgeleri de yüksek risk oluşturduğu görülmüştür. Orman yangınına yönelik yüksek riskli olan alanların kaş ilinin büyük bir alanı kapsadığı görülmüştür.



Şekil 4.2. Kaş yöresi çok kriterli orman yangını risk haritasının ilçe merkezlerine göre yangın yoğunluk haritası

Şekil 4.2’de orman yangını risklerinin yoğun olduğu çalışma alanının iç kısımda kalan bölgelerin Gümbe, Cemre, Çavdır, Çeşme, Akölü, Sınıfeli, Çamlıköy ve Yaylapalamut ilçelerinde yoğunluk gösterdiği görülmüştür. Çalışma alanına ait kıyı kesimlerde de Gökçeören, İzne, İncebel, Boğazcık ve Kaş merkez bölgelerinin olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, Antalya ilinin Kaş ilçesi için ulusal bir orman yangını risk modeli geliştirmek ve mümkün olan her durumda saha ölçümlerini kullanarak kriterlerin daha doğru sonuçlar ve objektif değerlendirmelerini yapmaktır. Bu çalışma aynı zamanda CBS'nin orman yangını risk değerlendirmesi üzerindeki etkisi oldukça önemlidir.

Orman yangınları çoğunlukla insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, belirli bir yerde orman yangını riski tartışılırken, bitki örtüsü ve topografyanın uyumlu olması koşuluyla, orman yangınlarına neden olabilecek insan faaliyetlerinin yoğunluğu da görülmüştür. Bu sebeple alanda topografik faktörlerin de etkisiyle yanıcı madde türü, miktarı, nemi ve yoğunluğu uygun olsa da yangına neden olacak insan faaliyetleri mevcut değilse orada yalnızca yıldırım kaynaklı orman yangınından söz edilebilir, bu da ülkemiz için çok önemli ve çok tehlikeli bir orman yangını sebebi değildir.

Çalışma sonucunda; orman yangını riski hesaplanırken özellikle eğim, kapalılık, gelişim çağları ile yollara uzaklık, yerleşim yerlerine uzaklık, tarım alanlarına uzaklık gibi kriterlerin değer aralıklarında ve risk sınıflandırmalarında önemli düzeltmeler yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Çıkan sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Öncelikle diğer çalışmaların aksine orman yangını açısından en riskli eğim aralığı %0-20 arası düşük eğimlerdir. Bu alanlar insan faaliyetlerinin en çok yoğun olduğu yerlerdir. Geçmiş yıllarda çıkan orman yangınlarına ait istatistiksel veriler üzerinde yapılan CBS analizi de, orman yangınlarının en çok bu eğim aralığında başladığını göstermektedir (OGM, 2024).

2. CBS analizine göre kapalılık açısından en riskli alanlar 3 (sıkışık) kapalı ve 0 (ışıklı) kapalı meşcerelerdir. Gerçekleştirilen analize göre gelişim çağları açısından ise b (sırlıklık ve direklik) ve c (ince ağaçlık) çağındaki meşcereler en riskli alanlardır.

3. Yollara yakınlıkla ilgili önceki çalışmalarda en riskli zonun 0-100 metre arasında olduğu ve 100 metrede bir yangın riskinin azaldığı ifade edilmektedir. (OGM, 2024)Yapılan CBS ve arazi çalışmalarında yol kaynaklı orman yangınlarının çok büyük bölümünün 0-25 metre aralığında başladığı tespit edilmiş ve ölçümlere göre yeni bir sınıflandırma yapılmıştır. Yerleşim yerlerine yakınlıkla ilgili birçok çalışmada en riskli zonun 0-1000 metre arasında olduğu ve her 1000 metrede bir yangın riskinin azaldığı, bazı çalışmalarda en riskli zonun 0-100 metre arasında olduğu ve her 100 metrede bir riskin azaldığı ifade edilmiştir. Yapılan CBS ve arazi çalışmalarında yerleşim yeri kaynaklı orman yangınlarının büyük bölümünün 0-50 metre aralığında başladığı tespit edilmiş ve ölçümlere göre yeni bir sınıflandırma yapılmıştır.

4. Tarım alanlarına yakınlıkla ilgili önceki çalışmalarda en riskli zonun 0-100 metre arasında olduğu ve her 100 metrede bir yangını riskinin azaldığı ifade edilmektedir (OGM, 2024). Yapılan CBS ve arazi çalışmalarında tarım alanları

kaynaklı orman yangınlarının büyük bölümünün 0-25 metre aralığında başladığı, ikinci derecede riskli zonun da 25-100 metre arasında olduğu tespit edilmiş ve ölçümlere göre yeni bir sınıflandırma yapılmıştır.

5. Ayrıca çizelgeye orman yangınlarına sebep olan insan faaliyetlerini temsilen kontrolsüz piknik alanlarına uzaklık ve enerji nakil hatlarına uzaklık kriterleri de eklenmiştir. Bu kriterlerin değer aralıkları da hem CBS analizi hem de arazi ölçümleri ile tespit edilerek risk sınıflandırmaları oluşturulmuştur.

Orman yangını risk indisi de geçmiş yangın verilerinin CBS analizleri temel alınarak mümkün olduğunca objektif şekilde hesaplanmasını sağlayacak bir denkleme oturtulmuştur.

6. Bitki örtüsü ile ilgili kriterler elbette çalışma alanına göre farklılıklar gösterebilecektir. Ülkemizde ve Akdeniz kıyı bölgelerinde orman yangını açısından en riskli ağaç türü elbette Kızılçamdır. Ancak risk haritası yapılacak alanın meşcere yapısı spesifik olarak değerlendirilerek kriterler çizelgesinin bu bölümünü her çalışma alanı için yeniden düzenlemek mümkündür.

7. Kısa vadeli verilerle yapılan analizlerin, elbette ileriki dönemlerde meydana gelebilecek yangınlarla orta ve uzun dönemli olarak test edilmesi gerekmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarla ülke genelinde orman yangını riskinin ortaya konabilmesi için 28 OBM' nün ayrı ayrı özgün kriterler çizelgeleri oluşturularak risk indisleri hesaplanmalı ve risk haritaları oluşturulabilir.

8. Oluşturulan modelde kriterlere ait verilerin çok büyük bölümü web servisle alındığından, analizler rutin olarak tekrarlanmalı ve güncel verilerle güncel orman yangını risk haritaları üretilmelidir. Orman Genel Müdürlüğü'nün orman yangınlarıyla mücadele bütçesinde önemli tasarruflar, yangın risk haritasının oluşturulmasını etkileyen kriterlere uygun olarak alınması gereken kesin önlemlerden kaynaklanabilir. Bu eylemler aynı zamanda yangınların önlenmesine ve erken müdahalesine de büyük ölçüde yardımcı olabilir.

9. Orman yangınlarını önceden tahmin etmek zor olsa da, yangın bilgi sistemleri ve yangın tehlikesi haritaları, neden olabilecekleri olası zararları azaltmaya yardımcı olabilir. Hava durumu tehlike haritaları, dinamik yangın tehlikesi raporlama sistemleri oluşturmak için orman yangını tehlike haritaları ile birleştirilebilir. Ekip organizasyonu ve alınması gereken eylemler söz konusu olduğunda, karar vericiye çok yardımcı olabilir.

10. Orman yangınlarından öncelikle insan faaliyeti sorumlu olsa da, risk haritalarının gösterdiği gibi, bölgede farkındalığı artırmak ve sakinleri yangına yol açabilecek faktörler konusunda eğitmek de hayati önem taşımaktadır.

Sonuç olarak çalışmamız, amacına uygun şekilde, önceki çalışmaların eksiklerini tamamlayarak sonraki çalışmalara daha objektif bir temel oluşturulabilmektir. Orman yangını risk analizleri ve yangın potansiyeli yüksek alanların tespit edilmesi karar vericiler ve uygulayıcılar için büyük kolaylık sağlayacaktır. Orman yangını riskinin değerlendirilmesinde, geçmiş çalışmalardaki

uzman görüşlerine dayanan kriterler yerine, CBS ile analiz ettiğimiz verilerin arazi gözlemleri ile sağlamasını yaparak oluşturduğumuz sayısal kriterler ve değer aralıkları kullanılmıştır. Bu kriterlere dayalı risk analizleri ve risk haritalarının 2020 yılındaki orman yangın analizleri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak, ulusal tabanlı bir orman yangını risk modeli oluşturduğumuz ve çalışmamızın orman yangınlarını önleme ve orman yangınlarıyla mücadele organizasyonlarının yapısını iyileştirecek önemli veriler sunduğu düşünülmektedir. Çok kriterli orman yangını risk haritasına göre kaş yöresinin yükseltisi fazla olan yerlerde ve bazı alt rakımlarda orman yangını çıkış noktalarının civar bölgeleri de birlikte iç kısımlarda Gömbe, Cemre, Çavdır, Çeşme, Akölü, Sınıfeli, Çamlıköy ve Yaylapalamut ilçelerinde alana ait kıyı kesimlerde de ise Gökçeören, İzne, İncebel, Boğazcık ve Kaş merkez bölgelerinin orman yangını riskleri açısından yüksek riskli olduğu tespit edilmiştir.



6. KAYNAKLAR

- Akman, A. D. (2007). Turizm gelişmesinin yarattığı doğal ve kültürel değişimler: Kaş örneği.
- Alkayis, M H, Karslioglu A & Onur M İ (2022). Muğla ili Menteşe yöresi orman yangını risk potansiyeli haritasının coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi. Geomatik Dergisi, 7(1), 10-16
- Ateşoğlu A, Melemez K ve Uğur B (2015) Orman Yangınına Duyarlı Alanlarda Arazöz ile Müdahale Oranının Belirlenmesi (Bartın Orman Amenajmanı Örneği). Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16(2): 132-143.
- Atmaca, İ., Derakhshandeh, M., Işık Pekkan, Ö., Özenen-Kavlak, M., Tunca, Y. S., & Çabuk, S. N. (2022). Lojistik regresyon ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak orman yangını risk modellemesi: Muğla-Milas örneği.
- Aytuğ, B., (1976): Orman Tanımlaması ve Bu Tanımlamada Yer Alan Ağaç, Ağaççık ve Çalı Kavramları, 1. Orman Kadastro Semineri, O.G.M . Yayın No. 607/13, Ankara.
- Baltacı, U., & Yıldırım, F. (2020). Effect of Slope on the Analysis of Forest Fire Risk Orman Yangını Riskinin Analizinde Eğimin Etkisi.
- Bilgili, A., Demir, O., & Daşcı, M. (2017). Orman yangınlarının önlenmesinde sürdürülebilir uygulama: kontrollü hayvan otlatma. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1), 87-93.
- Bilici, G. (2019). Afetle mücadelede kriz yönetimi: Konya ili örneği.
- Bingöl B (2017) Burdur ilinde orman yangını riskli alanların coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak belirlenmesi. Türk Orman Bilimleri Dergisi, 1 (2): 169-182.
- Bolstad, J. P., Krogh, T., Bevanger, K., Kastdalen, L., & Finne, M. (2005, June). Predicted animal species distribution: use of expert models and satellite data in a geographic information system (GIS). In 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment, St. Petersburg (Vol. 20, p. 24).
- Calda, B., An, N., Turp, M. T., & Kurnaz, L. (2020). İklim değişikliğinin Akdeniz havzasındaki orman yangınlarına etkisi. International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 32(1), 15-32.
- Canpolat, F. A., & Hayli, S. (2017). 2007-2012 Döneminde Türkiye Köylerinde Nüfusun Değişimi. Zeitschrift für die Welt der Türken/Journal of World of Turks, 9, 155-76.

- Cipriani, H. N., Pereira, J. A. A., Silva, R. A., Freitas, S. G. D., & Oliveira, L. T. D. (2011). Fire risk map for the Serra de São Domingos Municipal park, Poços de caldas, MG. *Cerne*, 17, 77-83.
- Çepel, N. (1995). Forest ecology. İstanbul University, Faculty of Forestry Printing, İstanbul.
- Dilekci, S., Marangoz, A. M., & Atesoglu, A. (2021). Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. *Geomatik*, 6(1), 44-53, DOI: 10.29128/geomatik.660623
- Dilekçi, S., Marangoz, A. M., & Ateşoğlu, A. (2021). Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Geomatik*, 6(1), 44-53.
- Dönmez, Y., 1984 Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102, İstanbul.
- Eraybat, G. F. P. (2017). Tarihi yapılarda pasif yangın önlemlerinin artırılmasına yönelik bir yöntem önerisi.
- Erten E, Kurgun V ve Musaoğlu N (2005) Uzaktan algılama sistemleri ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak orman yangını bilgi sisteminin kurulması. 10. Türk Harita Bilim ve Teknik Kongresi, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara, Türkiye.
- Escuin, S., Navarro, R., & Fernández, P. (2008). Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), 1053-1073.
- Fidanboy, M., Adar, N., & Okyay, S. (2022). Derin öğrenmeye dayalı orman yangını tahmin modeli geliştirilmesi ve Türkiye yangın risk haritasının oluşturulması. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 9(2), 206-218.
- Gigović L, Jakovljević G, Sekulović D ve Regodic M (2018). Orman yangını riskinin belirlenmesi ve haritalanması için CBS çok kriterli analizi: Nevesinje, Bosna Hersek. *Tehnički vjesnik*, 25 (3): 891-897.
- Gövdetaşan, M. (2022). Orman yangınlarının uzaktan algılama teknikleri ile analizi: Biga ve Gelibolu Yarımadası örneği (Master's thesis, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Gündüzoğlu, G., Güner, S., Beşel, U., & Karahan, E. (2024). İzmir’de Orman Yangın Risk Alanlarının AHP ve CBS Yöntemleri İle Belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı Yangın Sempozyumu ve Sergisi*. 1-1.

- Karabulut M, Karakoç A, Gürbüz M ve Kızılelma Y (2013) Başkonur Dağı'nda (Kahramanmaraş) orman yangını riskli alanların coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak belirlenmesi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 6 (24): 171-179.
- Karabulut, M., Karakoç, A., Gürbüz, M., & Kızılelma, Y. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak başkonuş dağında (Kahramanmaraş) orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 6(24), 171-179.
- Kılıç, E. (2020). Osmanlı ormancılığında orman yangınlarıyla mücadele yöntemleri. Ağaç ve Orman, 1(1), 12-20.
- MGM (2024). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. İklim Sınıflandırmaları. <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx> Son erişim tarihi: 30 Haziran 2024
- Neyişçi, T., Ayaşlıgil, Y., Ayaşlıgil, T., & Sönmezşık, S. (1999). Yangına Dirençli Orman Kurma İlkeleri, TMMOB Orman Müh. Odası Yayın, (21).
- OGM (2024). Türkiye Orman Varlığı. [https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/StratejikPlan/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCr%C3%BCl%C3%BCl%C3%BCl%C3%BCl%20Stratejik%20Plan%20\(2024-2028\).pdf](https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/StratejikPlan/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCr%C3%BCl%C3%BCl%C3%BCl%C3%BCl%C3%BCl%20Stratejik%20Plan%20(2024-2028).pdf) Son erişim tarihi: 25 Temmuz 2024
- OGM. (2023a). Ormancılık İstatistikleri 2022. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>
- OGM. (2023b). Yangınla Mücadelede Dev Filo. <https://www.ogm.gov.tr/tr/haberler/yanginla-mucadelede-dev-filo>
- Özdemir, İ., Özkan, K., Özdemir, Ş., Süel, H., Mert, A., Gülsoy, S., ... & Negiz, M. G. (2008). Burdur-Ağlasun yöresinde yer alan bir ormanlık alandaki bitki türü zenginliğinin aster uydu verisi kullanılarak tahmini. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 13-15.
- Özşahin E (2014). CBS ve AHS Kullanılarak Orman Yangınına Duyarlılık Analizi: Antakya Orman İşletme Müdürlüğü Örneği. Güzergâh Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi, 3 (1): 50-71.
- Saaty, T. L., & Bennett, J. P. (1977). A theory of analytical hierarchies applied to political candidacy. Behavioral Science, 22(4), 237-245.
- Sabuncu, A., & Özener, H. (2019). Uzaktan algılama teknikleri ile yanmış alanların tespiti: İzmir Seferihisar orman yangını örneği.

- Sağlam, B., & Öztürk, A. (2008). Orman koruma faaliyetlerinde etkinliğin artırılmasında orman köylüsü-ormancılık teşkilatı ilişkileri: Artvin Orman Bölge Müdürlüğü örneği. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 8(2), 131-143.
- Sağlam, B., Bilgili, E., Durmaz, B. D., Kadioğulları, A. İ., & Küçük, Ö. (2008). Spatio-temporal analysis of forest fire risk and danger using LANDSAT imagery. *Sensors*, 8(6), 3970-3987.
- Sivrikaya, F., Enez, K., & Özcan, G. E., (2024). Orman yol ağının orman yangınlarına etkisinin coğrafi bilgi sistemleri ile araştırılması. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 72-77.
- Sivrikaya, N. U. R. İ., Sağlam, B., Akay, A., & Bozali, N. (2014). Evaluation of forest fire risk with GIS. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23.
- Skidmore, A. K., (1997). Modelling topographic variation in solar radiation in a GIS environment: research article. *Int. Journal of Geographical Inf. Science*, 11(5): 475-497
- Teie, C.W., (1997). *Fire Officer's Handbook on Wildland Firefighting*, Deer Valley Press Rescue, California.
- Thorntwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, 38(1), 55-94.
- Tuna, H., & Erdem, A. (2014). Orman Yangın Davranışının Çok Değişkenli Regresyonla Tahmin Edilmesi. *Technological Applied Sciences*, 9(2), 13-21.
- Turnalı, T. (2020). Yangın Güvenliğinde Termal Algılama Sistemlerinin Kullanımı Orman Yangınları (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).
- Tuyen, T. T., Jaafari, A., Yen, H. P. H., Nguyen-Thoi, T., Van Phong, T., Nguyen, H. D., ... & Pham, B. T. (2021). Mapping forest fire susceptibility using spatially explicit ensemble models based on the locally weighted learning algorithm. *Ecological Informatics*, 63, 101292.
- Yılmaz, B., Demirel, M., & Balçık, F. (2022). Yanmış alanların Sentinel-2 msı ve Landsat-8 olı ile tespiti ve analizi: Çanakkale/Gelibolu orman yangını.
- Yüksel, B., Eroğlu, M., & Bilgili, E. (2001). *Thanasimus formicarius* (L.)(Coleoptera: Cleridae) in Scotch pine and eastern spruce forest in Turkey, its relationship with its prey and their importance in biological control.

ÖZGEÇMİŞ

Ramazan ARARAT

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2022-2025	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2010-2014	Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Orman İşletme Şefi 2020-Devam Ediyor	Kösedağ Orman İşletme Şefi, Erbaa Orman İşletme Müdürlüğü Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, TOKAT
---	---