T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN YANGINLARININ ÖNLENMESİ KAPSAMINDA ORMAN TRANSPORT TESİS VE ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: İZMİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ÖRNEĞİ

Hilal Esin KÖSE

DANIŞMAN
Prof. Dr. Murat DEMİR

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Mühendisliği, Tezli Yüksek Lisans Programı

Ocak, 2026

TEZ KABUL VE ONAYI

Hilal Esin KÖSE tarafından, **Prof. Dr. Murat DEMİR** danışmanlığında hazırlanan **" Orman Yangınlarının Önlenmesi Kapsamında Orman Transport Tesis ve Araçlarının Değerlendirilmesi: İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Örneği"** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **26/01/2026** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

		İmza	**Sonuç**
DANIŞMAN	Prof. Dr. Murat DEMİR İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Orman İnşaatı ve Transport Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Orman İnşaatı ve Transport Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. Hafız Hulusi ACAR İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret

Canım Annem, Babam ve Biricik Kardeşim Varlığına Şükrettiğim Aileme ithaf ediyorum…

BÜTÇE DESTEKLERİ

ORMAN YANGINLARININ ÖNLENMESİ KAPSAMINDA ORMAN TRANSPORT TESİS VE ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: İZMİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ÖRNEĞİ

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL VE ONAYI ..... **ii**
BÜTÇE DESTEKLERİ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **ix**
TABLO LİSTESİ ..... **xii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xiv**
ÖZET ..... **xv**
ABSTRACT ..... **xvi**
1. GİRİŞ **1**
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE **4**
2.1. Orman Yangını Tanımı ve Özellikleri 4
2.2. Yangın Emniyet Yolları ve Çeşitleri 11
2.3. Orman Yangınlarını Söndürme Yöntemleri 14
2.4. Orman Yangınları Mücadele Araçları 17
2.5. Orman Yangınlarında Kullanılan Önemli El Aletleri 18
2.6. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) 19
2.7. Orman Yolu Tipleri ve Standartları 21
2.8. Sürütme Yolu, Bakım Patikaları ve Yangın Emniyet Yolları 26
2.9. Orman Transport Planlamasının Esasları 29
2.10. Transport Planlarını Düzenleme Esasları 32
2.11. Yangın Sahalarında Alınması Gereken Üretim, Satış ve Koruma Tedbirleri 33
2.12. Çalışma Alanı Tanıtımı 35
2.13. Orman Yangınlarına Ulaşım Organizasyonu 42
2.14. Lojistik Planlamanın Yangın Önleme Çalışmalarındaki Rolü 44
2.15. Yangın Önleme Kapsamında Yeni Teknolojik Yaklaşımlar 49
2.15.2. Akıllı Taşıma Sistemleri ve Otonom Yangın Söndürme Araçlarının Uygulanabilirliği 54
2.15.3. İleri Seviye GPS ve Dron Tabanlı İzleme Sistemlerinin Entegrasyonu 57

2.16. Yangın Müdahale Süreçlerinin İyileştirilmesi 62
2.17. Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkiler 75
3. YÖNTEM 87
4. BULGULAR 88
4.1. Mevcut Transport ve Taşıt Sistemleri 88
4.1.1. Çalışma Alanında Kullanılan Araçların ve Tesislerin Teknik Yeterliliğinin Analiz Edilmesi 88
4.1.2. Araçların Yangına Müdahale Süresine Etkisi ve Yangın Önleme Süreçlerine Katkısı 98
4.2. Yangın İstatistikleri 103
4.3. Çalışma Alanında Yangın Müdahale Etkinliğinde Orman Transport Tesis Kapasitesi ile Yangın İstatistikleri Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Analiz Bulguları 113
5. TARTIŞMA 124
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 133
KAYNAKLAR 135
EKLER 140
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI 141
ETİK KURUL İZİN YAZISI 142

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1.Yangın Üçgeni (Küçükosmanoğlu, 1985).....4

Şekil 2.2. Örtü Yangını (OGM, 2025a).....5

Şekil 2.3. İzmir Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) Durumu (OGM, 2025a) 9

Şekil 2.4. Orman Yangınlarına Müdahalede Kullanılan Araçlar (TOD, 2020) 17

Şekil 2.5. El Aletleri (TOD, 2020) 18

Şekil 2.6. İzmir Yangın Eğitimi (Köse, 2025) 19

Şekil 2.7. KKD Malzeme (Köse, 2025) 19

Şekil 2.8.Orman Yolu (Köse, 2025).....22

Şekil 2.9. Büyük Onarım Yolu (Köse, 2025).....23

Şekil 2.10. Orman Yol Tipi (OGM 292 sayılı tebliğ) 24

Şekil 2.11. Büyük Onarım Yolu (Köse, 2025).....26

Şekil 2.12. Dikili Satış Sahası (Köse, 2025) 32

Şekil 2.13. Yanık Sahadan Nakliyat (Köse, 2025).....34

Şekil 2.14. Yanık Sahada Mesaha (Köse, 2025) 35

Şekil 2.15. Yangın Sahası Helikopter Görüntüsü (Köse, 2025).....36

Şekil 2.16. Dikili Karaçam Orman Sahası (Köse, 2025).....38

Şekil 2.17. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü İdari Sınır Haritası (OGM, 2025a).....41

Şekil 2.18. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bölgesinde Çıkmış Bir Orman Yangınına Ait Görsel (Fotoğraf: İzmir OBM) 43

Şekil 2.19. İHA Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a) 59

Şekil 2.20. İHA Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a) 60

Şekil 2.21. İHA Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a) 61

Şekil 2.22. Orman Yolu Beydağ (Köse, 2025) 63

Şekil 2.23. Ormancılık Bilinçlendirme Eğitimi (Köse, 2025)..... 66

Şekil 2.24. Ormancılık Okullarda Bilinçlendirme Eğitimi (Köse, 2025)..... 67

Şekil 2.25. Ormancılık Okullarda Bilinçlendirme Eğitimi (Köse, 2025)..... 68

Şekil 2.26. İzmir OBM Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a) 74

Şekil 4.1. Bayındır OİM Yangın Eğitimi (Köse, 2025) 88

Şekil 4.2. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Sayısı (adet) (OGM, 2025a)..... 103

Şekil 4.3. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Yanan Alan (ha (OGM, 2025a)..... 104

Şekil 4.4.İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Başına Yanan Alan (ha) (OGM, 2025a) 105

Şekil 4.5.İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Yangın Durumu Adet – Alan (ha) (OGM, 2025a) 106

Şekil 4.6.İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Orman – Kırsal Yangın Durumu (Adet) (OGM, 2025a)..... 107

Şekil 4.7.İzmir OBM 2023-2024 Yılı Çıkış Sebeplerine Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a) 109

Şekil 4.8. İzmir OBM 2024 Yılı Aylara Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a) 110

Şekil 4.9. İzmir OBM 2024 Yılı Günlere Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a) .. 111

Şekil 4.10.İzmir OBM 2024 Yılı Günün Saatlerine Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)..... 111

Şekil 4.11. İzmir OBM 2024 Yılı İhbarın İlk Alındığı Kaynağa Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)..... 112

Şekil 4.12. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Envanterindeki Transport Araç Kapasitesinin Yıllara Göre Değişimi (2004-2024) 114

Şekil 4.13. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Envanterindeki Transport Tesis Kapasitesinin Yıllara Göre Değişimi (2004-2024) 117

Şekil 4.14. Çalışma Sahasında Meydana Gelen Orman Yangını Sayısı ve Yanan Alan Miktarının Yıllık Dağılımı 117

Şekil 4.15. Orman Yangın Sayısı - Yanan Alan - Yeni Yapılan Emniyet Yolu ve Bakım Yapılan Yolun Son 20 Yıldaki Durumu 120

Şekil 4.16. Orman Yangını Sayısı- Transport Tesisi Sayısı- Taşıt Sayısı ve Personel Sayısı Miktarlarının Son 20 Yıldaki Durumu 121

Şekil 4.17. Çalışma Alanı Yangına İlk Müdahaledeki Kapasite Artışı (2004-2025)..... 123

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1.Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinin Karşılaştırılması (OGM 285 sayılı Tebliğ)....14

Tablo 2.2. Orman yolları geometrik standartları (OGM 292 sayılı tebliğ).....21

Tablo 2.3. Transport planının safhaları (Bayoğlu, 1996).....33

Tablo 2.4. Çalışma Alanı Ormanlarına Ait Durum Tablosu (OGM, 2025a).....37

Tablo 2.5. Yangına Hassasiyet Derecelerine Göre Dağılım (OGM, 2025a) 39

Tablo 2.6. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Şeması (OGM, 2025a).....40

Tablo 2.7. Çalışma Alanı Yol Ağı Durumu (OGM, 2025a) 43

Tablo 2.8. İşletme Müdürlüklerinin Yangına Hassasiyet Derecelerine Göre Dağılımı.....52

Tablo 4.1. Orman Yangınlarıyla Mücadele Yangın İşçisi Dağılımı (OGM, 2025a) 90

Tablo 4.2. Orman Yangınlarıyla Mücadele Makine ve Araç Dağılımı (OGM, 2025a).....92

Tablo 4.3. 2025 Yılı Biyokütle Azaltma Programı (OGM, 2025a) 96

Tablo 4.4. Orman Yangınlarıyla Mücadele Tesisleri (OGM, 2025a).....98

Tablo 4.5. Müdahale Ekiplerinin İşletmelerin Hassasiyet Derecelerine Göre Dağılımı (OGM, 2025a) 98

Tablo 4.6. Orman Yangınlarıyla Mücadelede 2025 Yılı İçin Öngörülen Standartlar (OGM, 2025a) 102

Tablo 4.8. İzmir OBM İşletmeler Bazında 2023-2024 Orman-Kırsal Alan Yangın Durumu Adet- Alan (OGM, 2025a) 108

Tablo 4.10. Modelin Bağımlı Değişkeni 1 113

Tablo 4.9. Kurulan Regresyon Modelinin Anlamlılığı 1 114

Tablo 4.10. Katsayılar 1.....114

Tablo 4.11. Modelin Bağımlı Değişkeni 2 115

Tablo 4.12. Kurulan Regresyon Modelinin Anlamlılığı.....115

Tablo 4.13. Katsayılar.....116

Tablo 4.14. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Transport Tesis ve Araç Kapasitesi ile Yangın Değişkenleri (Yanan Alan ve Yangın Sayısı) Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson's Korelasyon Matrisi 118

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

Km : Kilometre
m : Metre
r : Katsayı

Kısaltmalar **Açıklama**

KKD :Koruyucu Kıyafet Donanımı
OGM : Orman Genel Müdürlüğü
YEY : Yangın Emniyet Yolu
YEŞ : Yangın Emniyet Şeridi
YOAT : Yerleşim Yeri Orman Arası Tesis
ZOAT : Ziraat ile Orman Arası Tesis

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN YANGINLARININ ÖNLENMESİ KAPSAMINDA ORMAN TRANSPORT TESİS VE ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: İZMİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ÖRNEĞİ

Hilal Esin KÖSE

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Mühendisliği, Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Prof. Dr. Murat DEMİR

Küresel iklim değişikliğinin orman yangınlarını asimetrik bir tehdide dönüştürdüğü günümüzde, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2004-2024 yılları arasındaki yangınla mücadele kapasitesi, transport tesisleri ve araç filosu üzerinden incelenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler, literatürdeki beklentilerin aksine transport kapasitesi ile yangın sayıları ve yanan alan arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Ancak bu bulgu bir yönetim zafiyetini değil, her geçen yıl şiddetlenen yangın riskine karşı idarenin savunma hattını sürekli güçlendirmek zorunda kaldığı gerçeğini yansıtmaktadır. Araç sayısındaki artışın yangın trendiyle paralel seyretmesi, büyüyen tehdidi dengelemek adına geliştirilen zorunlu bir refleks olup, bu çalışma İzmir'deki mücadelenin salt teknik bir operasyon değil, değişen iklim koşullarına karşı verilen hayati bir direnç savaşı olduğunu bilimsel olarak doğrulamaktadır.

Ocak 2026 , 144 sayfa.

Anahtar kelimeler: OrmanYangını, Transport Tesisleri, Yangınla Mücadele Araçları

ABSTRACT

M.Sc. THESIS

THE EVALUATION OF FOREST TRANSPORT FACILITIES AND VEHICLES IN THE CONTEXT OF FOREST FIRE PREVENTION (CASE STUDY OF İZMİR REGIONAL DİRECTORATE OF FORESTRY

Hilal Esin KÖSE

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Forest Engineering

Forest Engineering (Master) (With Thesis)

Supervisor : Prof. Dr. Murat DEMİR

In the current era where global climate change has transformed forest fires into an asymmetric threat, the fire-fighting capacity of the Izmir Regional Directorate of Forestry between 2004 and 2024 was examined through transport facilities and the vehicle fleet. Contrary to general expectations, statistical analyses revealed a strong positive relationship between transport capacity and both the number of fires and burned areas. However, this finding reflects not a management weakness, but the reality that the administration is forced to continuously strengthen its defense line against the annually intensifying fire risk. The parallel trend between the increase in the number of vehicles and fire statistics represents a mandatory reflex developed to balance the growing threat; thus, this study scientifically confirms that the struggle in Izmir is not merely a technical operation but a vital battle for resilience against changing climate conditions.

January 2026, 144 pages.

Keywords: Forest Fire, Transport Facilities, Fire Fighting Vehicles

1. GİRİŞ

Orman varlığı, bir ülkenin yaşam kalitesi ve medeniyet düzeyi açısından önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Zarar gören orman alanlarının yeniden eski haline getirilmesi, mevcut ağaç türlerinin tekrar büyümesini beklemek veya gerekli durumlarda tür değişikliğine gitmek uzun yıllar sürebilen ve önemli maliyetlere yol açan süreçlerdir. Bu nedenle, ormanlarımızın ciddi bir şekilde korunması ve karşılaştığı tehditlere karşı etkili önlemlerin alınması son derece önemlidir (Küçükosmanoğlu ve diğ., 2015).

Orman yangınları, dünya da olduğu gibi ülkemizin ormanlarını da tehdit eden en önemli olaylardan biridir. Bugün, iklim ve hava faktörlerinin yangın davranışında, özellikle tutuşma hızı ve yangın yayılmasında önemli bir rol oynadığı kabul edilmektedir. Bununla birlikte, arazi yapısı, göller, akarsu, yangın alanları, ağaç türleri (yanıcı malzemeler) ve yangın söndürme faaliyetleri gibi doğal engellerin varlığı en azından hava koşulları kadar belirleyicidir (Sütgibi, 2013). Sürdürülebilir ormancılığın gereği olarak, yeni ormanların tesisi, mevcut ormanların korunması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi zorunludur. Bu nedenle ormanların korunmasında orman yangınları ile savaş büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde geçmişten bugüne kadar meydana gelen orman yangınları ile büyük miktarlarda orman alanının zarar görmesi bu konunun hassasiyetini ortaya koymaktadır. Bilindiği gibi, hemen her yıl diğer zararlı etkenler yanında orman yangınları ülkemizde özellikle Akdeniz ikliminin hâkim olduğu yörelerde (Akdeniz-Ege-Marmara) büyük maddi ve manevi zararlara neden olarak orman alanlarının tahribinde etkili olmaktadır.

Orman yangınlarına karşı yangından önce, yangın esnasında ve yangın söndürüldükten sonra tüm teknik ve idari tedbirleri almak suretiyle, ülkemizdeki orman yangın koruma ve savaş organizasyonu etkili bir şekilde yangınlarla savaşa hazır hale getirilmelidir. Bu amaçla orman yangınlarına karşı alınması gereken önlemler konusunda yapılacak çalışmaların interdisipliner bir çalışma olması zorunluluğu vardır. Yapılacak bilimsel çalışmalarda konu ile ilgili herhangi bir disiplinin eksik yer almasının yangınla savaşta başarı oranını düşüreceği açıktır. Örneğin, yangın haberi alınır alınmaz yangına en kısa sürede ulaşılarak müdahalede bulunmak esastır. Bu konudaki gecikmeler yangınla savaşı olumsuz yönde etkileyerek yangınların büyümesine

neden olmaktadır. O halde yangınlarla savaşta ulaşım unsuru ihmal edildiğinde, telafisi mümkün olmayan sonuçlar meydana gelmektedir (Bilici, 2021).

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü çalışmalarını toplam 1 022 076 hektar orman alanında sürdürmekte olup, bölge müdürlüğü bünyesinde 10 adet işletme müdürlüğü (Akhisar, Bayındır, Bergama, Demirci, Gaziemir, Gördes, İzmir, Manisa, Salihli, Soma) bulunmaktadır (OGM, 2025a). Anlaşılacağı üzere çok geniş bir alanda çalışmalarını sürdürmekte olan İzmir Orman Bölge Müdürlüğü bölgesi lokasyon, ağaç türü ve iklim açısından Türkiye'nin orman yangınlarına hassas alanları içerisinde kalmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü örneğinde orman yangınlarının önlenmesi ve yönetimi sürecinde kullanılan transport tesis ve araçlarının etkinliğini değerlendirmektir.

Orman yangınları, ekosistemlere, biyolojik çeşitliliğe ve insan yaşamına ciddi zararlar veren doğal afetlerden biridir. Türkiye'nin orman varlığı, özellikle Akdeniz iklim kuşağında bulunan bölgelerde yangın tehdidi altındadır. İzmir, bu bağlamda yangın riski yüksek illerden biri olup, burada yürütülen yangın önleme ve müdahale çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, orman yangınları ile mücadelede etkin transport sistemleri ve araç kullanımının önemini vurgulayan bir kaynak oluşturmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü bünyesinde yangınların önlenmesi kapsamında kullanılan orman transport tesis ve araçlarının etkinliği değerlendirilecektir. Çalışma, yangın öncesi hazırlık süreçlerini, yangın esnasındaki müdahale yöntemlerini ve mevcut sistemlerin iyileştirilmesine yönelik önerileri içermektedir. Çalışma kapsamında test edilecek muhtemel hipotezler aşağıda belirtilmeye çalışılmıştır:

H1: İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki yangın söndürme araçlarının ve transport tesislerinin stratejik konumlandırılması, yangınlara daha hızlı ve etkili müdahaleyi sağlamaktadır.

H2: Yangın önleme çalışmalarında kullanılan transport tesisleri (örneğin yangın gözetleme kuleleri ve lojistik depolar), orman yangınlarının erken tespit edilmesinde ve müdahalede kritik bir rol oynamaktadır.

H3: İzmir Orman Bölge Müdürlüğü bünyesinde kullanılan yangın söndürme araçlarının teknolojik donanımları ve müdahale kapasitesi, yangınların kontrol altına alınma süresini önemli ölçüde etkilemektedir.

H4: Transport sistemlerinin yangın risk haritaları ve meteorolojik tahminler ile entegrasyonu, yangınların önlenmesinde ve yönetiminde etkinliği artırmaktadır

Bu tez beş kısımdan oluşmaktadır;

Giriş bölümünde, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nde kullanılan orman transport tesisleri ve araçlarının, orman yangınlarının önlenmesi açısından değerlendirilmesini amaçları, ülkemizdeki orman yollarının durumu, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü örneğinde orman yangınlarının önlenmesi ve yönetimi sürecinde kullanılan transport tesis ve araçlarının etkinliğini hakkında genel bilgiler verilmektedir.

Genel Kısımlar bölümünde, orman yollarının sınıflandırılması ve standartları orman yolları, ülkemizde orman yollarının durumu ve değerlendirilmesi, orman yangını tanımı ve türleri, orman yangına müdahale yöntemleri, müdahale araçları, Koruyucu kıyafet donanımı (KKD) malzemeleri ve yangın emniyet yol ve şeritleri konularında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Malzeme ve Yöntem bölümünde, Çalışma alanı ve özellikleri, arazi ve analiz çalışmaları hakkında bilgiler verilmiştir.

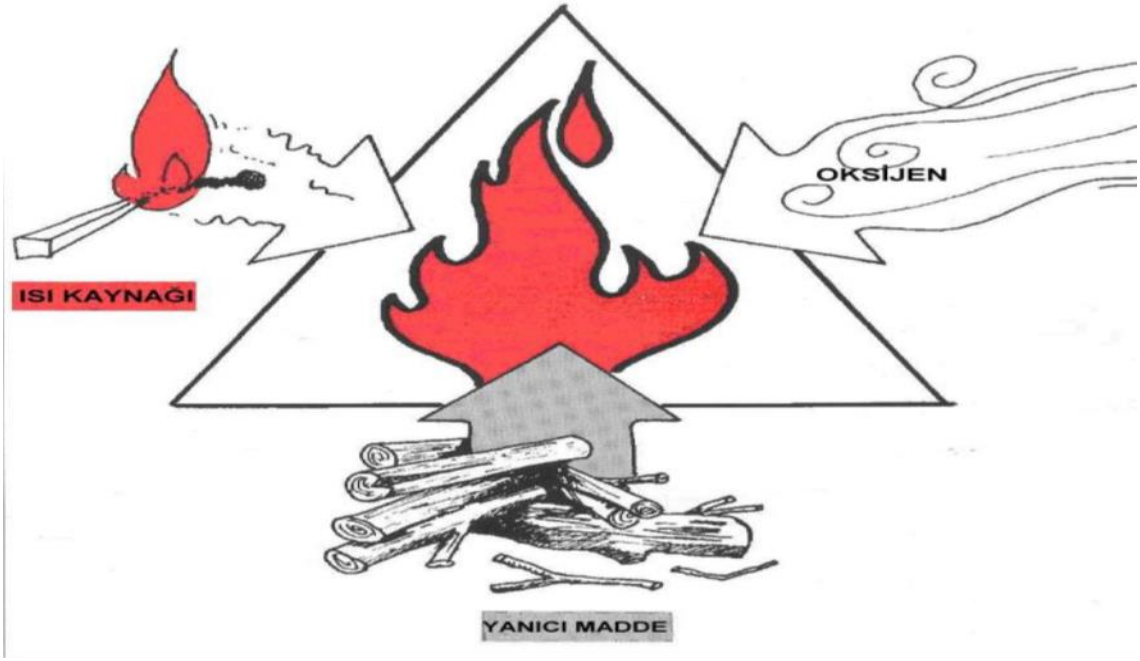
Bulgular bölümünde, araştırma alanındaki mevcut transport tesislerinin değerlendirilmesi ve analizlerin istatistik açıdan değerlendirme konuları üzerinde durulmuştur.

Son olarak Tartışma ve Sonuç bölümünde, araştırma alanında elde edilen sonuçların yabancı ve yerli literatürdeki sonuçlarla tartışılması yapılmış ve ulaşılan sonuçlar açıklanmaya çalışılmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Orman Yangını Tanımı ve Özellikleri

Orman Yangını: Orman ekosisteminin biyotik ve abiyotik tüm bileşenlerini tahrip ederek kontrolsüz bir yayılma dinamiği gösteren yangın; esasen ısı enerjisi, oksijen kaynağı ve yanıcı materyalin eşzamanlı etkileşimiyle ortaya çıkan kimyasal bir reaksiyondur. Söndürme stratejilerinin temel prensibi, bu reaksiyon zincirini oluşturan üç temel unsurdan en az birinin sistemden izole edilmesine dayanır. Teknik açıdan tutuşmanın başlayabilmesi için ortamdaki oksijen konsantrasyonunun kritik eşik olan %15'in üzerine çıkması, sıcaklık değerlerinin 260-400°C bandına ulaşması ve süreci besleyecek yeterli yanıcı biyokütlenin mevcut olması zorunludur (Anonim,1995).



Şekil 2.1. Yangın Üçgeni (Küçükosmanoğlu, 1985)

2.1.1. Orman Yangını Türleri

Türkiye'nin orman ekosistemleri, günümüzde temel olarak iki ana yangın karakteristiği ile sınanmaktadır. Sahada mücadele edilen bu yıkıcı süreçler, teknik literatürde örtü ve tepe yangınları olarak tanımlanır. Buna karşılık, yangın ekolojisinin üçüncü boyutu olan ve kökleri

içten içe yakan toprak yangınları, coğrafyamızın yapısı gereği ülkemiz ormanlarında karşılaşılan bir tehdit unsuru değildir. (Anonim,1995).

2.1.1.1.Örtü Yangını

Orman tabanını kaplayan nekromas niteliğindeki ölü organik artıklar ile bu tabakada yaşam süren diri florayı hedef alarak tüketen afetler, literatürde örtü yangını olarak tanımlanır. İstatistiksel verilere bakıldığında, orman ekosistemlerinde en sık karşılaşılan ve baskın karakter gösteren yangın türü budur. Zemindeki yanıcı materyalin biyolojik yapısına ve nem oranına bağlı olarak, söz konusu yangınların ilerleme hızı ve şiddeti değişken bir dinamik sergiler. Alevler zaman zaman dikey yönde yükselerek ağaçların tepe çatılarına sirayet etse de ana yayılma düzlemi zemin olduğu müddetçe bu süreç teknik terminolojide yine de örtü yangını sınıfında değerlendirilir. Esasen, en yıkıcı boyutlara ulaşan devasa orman yangınlarının tamamı, başlangıç evresinde toprak seviyesinde filizlenen bir örtü yangını olarak doğar ve gelişmektedir (Küçükosmanoğlu, 1985).



Şekil 2.2. Örtü Yangını (OGM, 2025a)

2.1.1.2.Tepe Yangını

Ağaçların ve maki formundaki bitki örtüsünün üst kanopi katmanını tutuşturarak ilerleyen ve zemin yangınından kısmen ya da tamamen bağımsız bir yayılma dinamiği sergileyen afet türü, tepe yangını olarak tanımlanır. Bu yıkıcı sürecin tetiklenmesi; gövde üzerindeki liken, yosun ve kurumuş dalların oluşturduğu 'yakıt merdiveni' sayesinde alevlerin dikey hat boyunca

tırmanmasıyla gerçekleşebileceği gibi, özellikle ibreli ormanlarda aşırı ısınmayla açığa çıkan reçine kökenli uçucu gazların parlaması sonucu yangının tepe çatısına sıçraması şeklinde de tezahür etmektedir. Söz konusu yanma fizyolojisi ve türlerin reçineli yapıları sebebiyle, tepe yangınları büyük oranda iğne yapraklı orman ekosistemlerini tehdit eden bir karakteristiğe sahiptir. Rüzgârın da etkisiyle ağaç tepelerinde muazzam bir hızla ilerleyen bu alev cephesi, müdahale ekiplerini zorlayan yüksek bir yayılma enerjisine sahip olduğundan, kontrol altına alınması en güç yangın sınıfında yer almaktadır (Küçükosmanoğlu, 1985).

2.1.2.Orman Yangınının Çıkış Nedenleri

Mevcut istatistiksel verilerin analizi, orman yangınlarını başlatan kıvılcımın kökeninde temel olarak yıldırım ve insan olmak üzere iki ana unsurun yattığını ortaya koymaktadır. Bu tablonun düşündürücü/dramatik yönü ise; yıldırım kaynaklı doğal tutuşmalar yalnızca %1 gibi sembolik bir oranda seyrederken, geriye kalan %99'luk devasa yıkımın bizzat insan eliyle gerçekleştiriliyor olmasıdır (Küçükosmanoğlu, 1985).

İnsanlar tarafından çıkarılan yangınların sebeplerinin dikkatsizlik ve ihmal, kasıt ve orman içi ve yakınında bulunan endüstriyel tesislerdeki faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

O halde yangınların çıkış nedenlerini,

1. Yıldırım
2. Kasıt
3. İhmal ve dikkatsizlik
4. Nedeni bilinmeyen

yangınlar olmak üzere 4 grupta toplamak mümkündür (Küçükosmanoğlu, 1985).

2.1.3.Yangını Etkileyen Faktörler

Yangını etkileyen faktörler; Hava halleri (İklim-Klima), Yanıcı madde, Topoğrafik yapı (Arazi yapısı) olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır (Anonim,1995).

2.1.3.1. Topoğrafik Yapı

Yangın davranışını şekillendiren temel topografik değişkenler; bakı, rakım, eğim derecesi, arazinin genel rölyef karakteristiği ve rüzgâr tüneli etkisi yaratan dar/kutu vadi oluşumlarıdır. Bilhassa deniz kökenli rüzgarlara doğrudan maruz kalan savunmasız kıyı şeritleri ile ada ve yarımada coğrafyalarında yangın felaketi çok daha agresif bir yayılma hızı kazanmakta; bakı faktörü özelinde bir risk analizi yapıldığında ise tehlike hiyerarşisi, kurutucu etkinin en yoğun hissedildiği güney cephelerden başlayarak sırasıyla batı, doğu ve kuzey yamaçlar şeklinde sıralanmaktadır (Anonim,1995).

Yangınla mücadele stratejilerinin başarısını tayin eden en kritik değişkenler; sahanın jeomorfolojik yapısı, eğim yüzdesi ve bakı durumudur. Alevlerin yıkıcı gücüne karşı operasyonel üstünlüğün sağlanabildiği ve müdahale ekipleri için en güvenli savunma hattının oluşturulabildiği noktalar ise; topografik hakimiyete sahip sırtlar ve bu sırtların gerisinde kalan alanlardır (TOD, 2020);

• Düz arazilerde yangın tahmin edilebilir biçimde ilerler, ancak eğimli arazilerde yangının hızı eğim miktarı artıkça daha da artar,

• Vadi, dere içlerinde rüzgâr yön değiştirebilir ve hızlanabilir,

• Yangınlar genelde geceleri, yukarıdan aşağıya doğru, gündüzleri ise yukarıya doğru hareket ederler,

• Sırtlarda rüzgâr etkisini azaltır bu nedenle çevre daha iyi görülür,

• Kanyon yangınları baca gibi yangını yönlendirir, gaz patlamaları, taş düşmeleri görülebilir,

• Arazinin bakısı önemlidir. Güney bakılar daha çok ısınır ve rutubet azdır,

• Alçak rakımlarda (400 m kadar) yangınlar daha fazla görülür,

• Topografik engebenin minimum düzeyde olduğu düz tabanlı arazilerde yangın davranışı, meteorolojik parametrelere bağlı olarak karakteristik bir yayılma geometrisi izler. Rüzgâr faktörünün etkin olmadığı durağan atmosfer koşullarında alev cephesi merkezden dışa doğru dairesel bir genişleme gösterirken; rüzgârın devreye girdiği senaryolarda ise yangın, hava

akımının vektörel yönüne paralel olarak uzayan eliptik bir form ya da yelpaze benzeri asimetrik bir dağılım sergilemektedir,

Bakılara Göre Yakıt Özellikleri;

Kuzey Bakı: Söz konusu bakıların vejetasyon karakteristiği incelendiğinde; sahanın genellikle geniş yapraklı türleri de barındıran zengin ve karışık meşcere formlarına ev sahipliği yaptığı görülür. Güneşlenme süresinin kısıtlılığına bağlı olarak, bu bölgelerdeki ortalama sıcaklık değerleri diğer cephelere kıyasla belirgin şekilde daha düşük seyreder. Mevcut mikroklima, zemin üzerindeki yanıcı materyalin nemini muhafaza edip sıcaklığını baskıladığından, buradaki yakıtların tutuşma direnci diğer bakılara nazaran daha yüksektir ve yanma süreci gecikmeli başlar. Ne var ki, nemli ortamın etkisiyle biriken biyokütle (yanıcı madde) stokunun fazlalığı, bir kez tutuşma gerçekleştiğinde yangının çok daha şiddetli ve yıkıcı bir enerjiyle ilerlemesi riskini doğurur. Yüksek yakıt yükünün yarattığı bu yoğun ısı birikimi nedeniyle, alevler sönse dahi dipte devam eden için yanmalar, soğutma operasyonlarının zorlu ve uzun soluklu bir mesaiye dönüşmesine yol açabilir (TOD, 2020).

Güney Bakı: Söz konusu bakılarda saha, genellikle düşük yoğunluklu ve ince yapılı (hafif) yakıt yükünün baskın olduğu bir karakteristik sergiler. Yoğun solar radyasyona doğrudan ve uzun süreli maruz kalma; ortamdaki ortalama sıcaklık değerlerini belirgin şekilde yükseltir ve bu durum, yanıcı materyalin tutuşma eşiğine ulaşmasını dramatik biçimde kolaylaştırır. Bu mikroklima etkisi, saha ekolojisine de yansımaktadır: Alt katman vejetasyonu, yani ağaç altındaki ot formları, mevsimsel gelişim süreçlerini öncelikle bu yamaçlarda tamamlar ve ne yazık ki, dehidrasyon (kuruma) sürecine en erken maruz kalan ve yangına hazır hale gelen biyokütle yine bu bölgelerde birikir (TOD, 2020).

Doğu Bakı: Bitki ve ağaçlarda güney bakılara göre daha canlıdır. Güney ve Kuzey bakı yakıtları arasında geçiş zonu gibidir. Güneşlenme süresi güney bakılara göre daha kısadır (TOD, 2020).

Batı Bakı: Kuzey ve güney yakıtların karışımıdır. Güney bakı beraber yangınların daha aktif olduğu bakıdır. Yakıt miktarı daha çoktur (TOD, 2020).

2.1.3.2.Hava Halleri

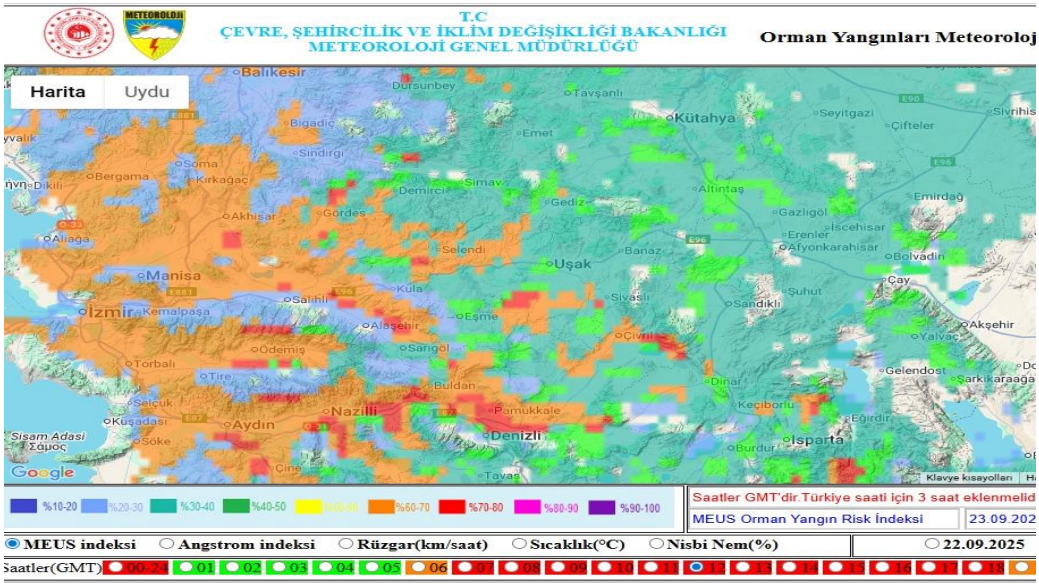
Orman yangınlarının dinamiklerini tayin eden kritik meteorolojik parametreler; yağış, nispi nem, sıcaklık ve rüzgâr hızından oluşur. Özellikle nispi nemin sabah 10:00 itibarıyla %40 ve

altına inmesi, bununla birlikte 1-2 saat gibi kısa bir zaman diliminde %20'den fazla düşüş kaydetmesi, yüksek yangın tehlikesi potansiyelini tetiklemektedir. Kurak yaz dönemlerinde rüzgâr hızının 20 km/saat ve üzeri değerlere ulaşarak alevleri tehlikeli biçimde körüklemesi de ciddi bir tehdit unsurudur. Bu hayati verilerin önemi göz önüne alındığında, yangınla mücadele organizasyonundaki yetkililerin, Meteoroloji'den sıcaklık, nispi nem ve rüzgâr hızını içeren anlık hava tahmin raporlarını saat başı temin etmeleri operasyonel bir zorunluluktur (Anonim,1995).

Yüksek Sıcaklık 300 ^{0}C ve üstü sıcaklık orman yangınları için tehlikeyi işaret etmektedir.

• Nispi nem oranının %20 gibi kritik bir tehlike sınırının altına gerilemesi, yanma direncini kırarak tutuşmayı dramatik ölçüde kolaylaştırmaktadır. Atmosferdeki bu kuraklaşma baskısı, higroskopik (neme duyarlı) nitelikteki orman yakıtlarının da nem içeriğini hızla tüketerek onları ateşe karşı savunmasız hale getirmektedir (TOD, 2020).

• Rüzgâr hızı 30 km/saat kritik eşiğini aştığında, yangın merkezine sürekli taze oksijen pompalayarak alevlerin yıkıcı gücünü katlar. Özellikle karasal kökenli kuru hava akımları, bünyesinde taşıdığı nem açığı nedeniyle yangın ekolojisi açısından çok daha büyük bir tehdit unsurudur. Günlük sirkülasyon döngüsü içinde ise rüzgâr; gündüzleri alevleri zirveye taşıyan bir 'baca etkisi' yaratırken, akşam saatlerinde yön değiştirerek vadi tabanına doğru alçalan bir karakter sergilemektedir (TOD, 2020).



Şekil 2.3. İzmir Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) Durumu (OGM, 2025a)

Türkiye'nin de yer aldığı kuzey yarımküre kuşağında, özellikle yaz sezonunun en riskli zaman dilimi olan 14:00-17:00 saatleri arasında, kritik meteorolojik eşiklerin aşılmasıyla birlikte yangınlar çok daha agresif bir büyüme eğilimi sergiler. Bu dinamik süreçte, alev cephesinin ilerleme hızını doğru öngörebilmek ve operasyonel manevraları bu veriler ışığında kurgulamak hayati bir önem taşır. Aktif bir yangının belirli periyotlarda katettiği mesafeyi ölçümlemek, yani yayılma hızını anlık olarak revize etmek, sahadaki karar vericiler için öncelikli bir zorunluluktur. Zira uygulanacak söndürme stratejileri, teorik planlardan ziyade, alevlerin sahadaki bu gerçek yayılma hızı dikkate alınarak şekillendirilmek mecburiyetindedir (TOD, 2020).

2.1.3.3. Yanıcı Madde

Orman tabanındaki potansiyel yakıt stoku; zemin seviyesindeki ölü örtü tabakası, otsu bitkiler, maki/çalı formları, üretim artığı enkazlar ve diri ağaççıklardan müteşekkil karmaşık bir biyokütle yığınıdır. Söz konusu materyalin yanma davranışını (karakteristiğini) tayin eden temel parametreler ise; yakıtın morfolojik yapısı (incelik-kalınlık), birim alandaki yoğunluğu, türsel özellikleri, yatay-dikey sürekliliği ve bünyesinde barındırdığı nem oranıdır (Anonim,1995).

Yanıcı maddeler orman ekosisteminde kalınlıklarına göre;

1-İnce yanıcılar,

2-Kalın yanıcılar, olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Orman yangını terminolojisinde 'ince yanıcılar' olarak sınıflandırılan grup; ağırlıklı olarak kuru otsu bitkiler, döküntü yapraklar, tohumlar, ince dal parçaları ve kabuk yongalarından müteşekkil, geniş yüzey alanı/hacim oranına sahip materyallerdir. Bu yapısal özellikleri nedeniyle atmosferik koşullara hızla tepki vererek nemlerini kaybeden söz konusu yakıtlar, düşük tutuşma ısısında aniden parlayarak oksijenle kurdukları yoğun temas sayesinde tam ve hızlı bir yanma reaksiyonu gerçekleştirirler. Buna karşılık; üretim artığı tomruklar, devrik gövdeler, kütükler ve kök sistemlerinden oluşan 'kalın yanıcılar' ise tutuşmaya karşı daha dirençli olmakla birlikte, bir kez alev aldıklarında uzun süreli ve yüksek kalorifik enerji açığa çıkaran bir yanma profili sergilerler. Maksimize iki yakıt grubunun, yani hızlı yayılan ince materyal ile yüksek ısı üreten kütlesel enkazın iç içe bulunduğu senaryolar, yangın şiddetini

maksimize ederek kontrol ve müdahale stratejilerini en çok zorlayan, kaotik bir ortam yaratmaktadır (Anonim,1995).

2.2. Yangın Emniyet Yolları ve Çeşitleri

Orman ekosisteminin varlığını tehdit eden yangın afetiyle başa çıkmak; sadece alev anındaki reaktif müdahaleyi değil, öncesindeki koruyucu silvikültürel tedbirleri de kapsayan 'bütünleşik bir savunma doktrinini zorunlu kılar. Bu stratejik planlamanın sahaya yansıyan en somut unsuru; orman içi yakıt sürekliliğini (biyokütle zincirini) kıran, müdahale timlerine güvenli bir lojistik koridor açan ve yangın davranışını manipüle etmek üzere tesis edilen savunma hatlarıdır. Ormancılık disiplininde hayati bir role sahip olan bu yapılar; inşa teknikleri ve bitki örtüsüne müdahale rejimleri ekseninde, teknik literatürde 'Yangın Emniyet Yolları' ve 'Yangın Emniyet Şeritleri' olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır (Çanakçıoğlu, 1970).

Yangın Emniyet Yolları (YEY); orman içi lojistik ağının bir parçası olmanın ötesinde, zemindeki yanıcı biyokütlenin mineral toprağa kadar kazınarak sterilize edildiği stratejik savunma hatlarıdır. Müdahale araçlarına cepheye güvenli bir erişim koridoru açan bu yapılar, aynı zamanda alevlerin hızını kıran fiziksel bir bariyer vazifesi görür. Özellikle tarım-orman arakesitinde tesis edilenler, insan kaynaklı tehditlere karşı orman dokusunu koruyan hayati bir izolasyon kuşağı niteliğindedir ve inşasındaki temel öğreti, yanıcı yükün sıfıra indirilmesi ilkesine dayanmaktadır (Çanakçıoğlu, 1970).

Yangın Emniyet Şeritleri (YEŞ); klasik orman yollarından farklı olarak, sadece toprağın kazındığı hatlar değil, bitki örtüsünün silvikültürel tekniklerle rehabilite edilerek dönüştürüldüğü geniş ölçekli savunma zonlarıdır. Bu kuşakların varlık nedeni; alevleri bloklamaktan öte, yıkıcı tepe yangınlarını enerjisi kırılmış örtü yangınlarına indirgemek ve böylece alevlerin ortasında savaşan ekiplere yaşamsal bir müdahale alanı kazandırmaktır. Vejetasyon üzerindeki uygulama rejimine göre söz konusu yapılar, literatürde 'Gölgeli' ve 'Açık (Yeşil)' şeritler olmak üzere iki ana kategoride tasnif edilmektedir (Çanakçıoğlu, 1970).

Gölgeli Yangın Emniyet Şeritleri; orman dokusunun tamamen tıraşlandığı klasik yöntemlerin aksine, meşcere sıklığının silvikültürel müdahalelerle optimize edildiği ve alt dal budamasıyla ağaç formunun rehabilite edildiği 'yarı doğal' savunma hatlarıdır. Bu teknikteki temel strateji; korunan tepe çatısının yarattığı gölgeleme etkisinden faydalanarak toprak nemini muhafaza etmek ve böylece zemin florasının kuruyup tehlikeli bir 'yanıcı yakıt stokuna' dönüşmesini mikroklimatik yollarla baskılamaktır. Eşzamanlı yürütülen budama rejimi sayesinde ise, alevlerin dikey hatta tırmanmasını sağlayan 'yakıt mekanizması çökertilerek, sahadaki yangının yıkıcı bir tepe yangınına evrilme riski minimize edilmektedir (Çanakçıoğlu, 1970).

Savunma hattının diğer cephesini oluşturan Açık (Yeşil) Yangın Emniyet Şeritlerinde strateji; sahadaki yanıcı odunsu materyalin ve çalı formlarının tamamen tasfiye edilmesi üzerine kuruludur. Bu 'sterilize' edilmiş kuşaklarda, yanma direnci yüksek, bünyesinde su tutabilen succulent karakterli otsu türlerin veya tarımsal vejetasyonun iskanı teşvik edilerek yeşil bir bariyer oluşturulur. Genellikle genç ağaçlandırma sahaları gibi kırılgan ekosistemlerin çeperinde veya risk haritalarındaki kritik zonlarda tercih edilen bu yapılar; sağladıkları geniş açıklık (tampon) sayesinde alev boyunu düşürerek yangının yaydığı radyant ısı enerjisini sönümler. Nihai tahlilde hem yollar hem de şeritler; sahadaki yakıt yükünü minimize etme, yangın davranışını manipüle etme ve müdahale organizasyonunun operasyonel kabiliyetini artırma noktasında birbirini tamamlayan, ormanın yaşam sigortası niteliğindeki altyapı tesisleridir (Çanakçıoğlu, 1970).

Yangın Emniyet Yolları (YEY)

Bu yollar, üzerinde yanıcı madde bulunmayan, toprağın açığa çıkarıldığı çıplak yollardır. Yangının yerdeki ilerleyişini kesmek ve ulaşımı sağlamak amacıyla yapılmaktadır (OGM, 2013).

- Çıplak Yangın Emniyet Yolları: En yaygın türdür. Üzerindeki bitki örtüsü tamamen kazınmıştır. Genellikle 6-15 metre genişliğindedir (arazi eğimine ve sırt yapısına göre değişir).
- Konumuna Göre Çeşitleri:
    - Orman İçi YEY: Ormanın içerisinden geçen ve bölmeleri ayıran yollardır.

- Orman Kenarı YEY: Orman ile tarım arazisi veya yerleşim yeri sınırını ayıran yollardır.
- Ziraat Arazisi Kenarı YEY: Özellikle anız yangınlarının ormana sıçramasını önlemek için sınır hattına yapılır.
- Ağaçlandırma ve Tensil Sahası YEY: Genç fidanlıkları korumak için bu sahaların içinden veya çevresinden geçirilen yollardır.

Yangın Emniyet Şeritleri (YEŞ)

Şeritler, yollardan çok daha geniştir ve genellikle bir "yangın emniyet yolu" nu da içine alacak şekilde, yolun sağında ve solunda yapılan bitki temizliği veya budaması ile oluşturulan geniş savunma hatlarıdır. Genişlikleri 25 metreden 120 metreye kadar çıkabilmektedir (OGM, 2013).

İki ana türe ayrılır:

A. Açık (Yeşil) Yangın Emniyet Şeritleri

Tamamen çıplak bir yolun iki tarafında, yanıcı ağaç ve çalıların temizlenip yerine yanmaya dayanıklı, otsu bitkilerin (yeşil örtü) getirildiği şeritlerdir (OGM, 2013).

- Özelliği: Alevlerin tepe yangınına dönüşmesini engeller.
- Kullanım Yeri: Genellikle genç ormanlarda ve yangın riskinin çok yüksek olduğu bölgelerde tercih edilir.

B. Gölgeli Yangın Emniyet Şeritleri

Mevcut bir yolun kenarındaki ağaçların tamamen kesilmediği, ancak seyreltildiği (aralandığı) ve alt dallarının budandığı şeritlerdir (OGM, 2013).

- Özelliği: Ağaçlar gölge yaparak tabandaki yanıcı otların kurumasını ve büyümesini engeller (gölgeleme etkisi). Aynı zamanda budama sayesinde alevlerin ağaç tepesine tırmanması zorlaşır (mekanik engel) (OGM, 2013).
- Kullanım Yeri: Yetişkin ve kapalı ormanlarda tercih edilir.

Tablo 2.1. Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinin Karşılaştırılması (OGM 285 sayılı Tebliğ)

Özellik	Yangın Emniyet Yolları (YEY)	Yangın Emniyet Şeritleri (YEŞ)
Genişlik	Dar (Ortalama 10 metre)	Geniş (60- 120 metreye kadar)
Zemin	Tamamen çıplak toprak (Mineral toprak)	Seyreltilmiş ağaçlık veya yeşil ot örtüsü
Temel Amaç	Ulaşım ve yer yangınını kesme	Tepe yangınını yavaşlatma ve savunma hattı kurma
Yapı	Sadece yol	Yol + Sağlı sollu temizlenmiş alan

2.3. Orman Yangınlarını Söndürme Yöntemleri

2.3.1. Doğrudan Müdahale Yöntemi

Termal şiddeti personelin fiziksel dayanım sınırlarını aşmayan ve düşük enerjili seyreden örtü yangınlarında; 'doğrudan saldırı' öğretisi uygulanarak müdahaleye alev hattının kanatlarından başlanması esastır. Zira yangın düşük yoğunluklu görünse dahi, alev cephesinin merkeze cepheden yapılacak bir hamle, sahada telafisi güç operasyonel riskler barındırmaktadır (TOD, 2020).

Fizikokimyasal bir reaksiyon olan yanma süreci, ancak oksijen, yakıt ve ısının eşzamanlı etkileşimiyle hayat bulur. Dolayısıyla, literatürde 'yangın üçgeni' olarak tanımlanan bu mekanizmanın tek bir ayağının dahi sistemden koparılması, alevlerin sönümlenmesi için yeterlidir. Nitekim sahadaki tüm söndürme doktrini bu prensibe dayanır; suyun soğutucu gücüyle ortamın termal enerjisi (ısı) düşürülürken, köpük veya toprak gibi izolatörlerle yangının atmosferle bağı kesilerek boğma işlemi gerçekleştirilmektedir (TOD, 2020).

Orman yangınlarıyla mücadelenin birinci önceliği, alevlerin yayılma dinamiklerini kırarak yangının 'kontrol altına alınması' stratejisidir. Bu operasyonel hedef; yanan sahanın çeperinin,

alevlerin dışarıya sıçramasını engelleyecek nitelikte bir bariyerle kuşatılması ve yangının izole edilmiş bir alan içine hapsedilmesiyle gerçekleşir. Literatürde ve sahada 'Yangın Söndürme Şeridi' olarak adlandırılan bu tecrit hattı; genellikle yangın işçileri veya dozer gibi ağır iş makineleri marifetiyle, yanıcı biyokütlenin tamamen kazınarak mineral toprağın açığa çıkarıldığı kesintisiz bir savunma çemberi şeklinde tesis edilmektedir (TOD, 2020).

Operasyon sahasındaki personel, can güvenliği önceliğiyle daima bir amir nezaretinde ve alev hattına güvenli mesafede konuşlanır. Stratejik hedef; yangını tamamen hapsedecek, ancak alev sıçramasına yol açan keskin açılardan arındırılmış, yumuşak geçişli bir temizlik hattı oluşturmaktır. Bu savunma kuşağında 30-60 cm genişliğinde mineral toprak açığa çıkarılarak 'yakıt zinciri' fiziksel olarak kırılır; risk yüksekse yedek bir hat daha devreye sokulur. Temizlenen yanıcı materyalin (enkazın) yangın güzergâhına atılmaması esas olmakla birlikte, düşük enerjili örtü yangınlarında yakıtın alev içine atılarak tüketilmesi sahadaki pratik bir istisnadır. Zamanın elverdiği durumlarda, hattın önündeki 10-15 metrelik kritik zondaki yakıt yükü azaltılarak geriye tahliye edilir. İnsan emeği veya iş makineleriyle (dozer) inşa edilen bu hatlarda, kuşatmayı hızlandırmak için mevcut doğal açıklıklardan stratejik olarak faydalanılır; eğimli topografyada ise yanan kütüklerin yuvarlanarak hattı aşmasını önlemek adına hendek kazılması operasyonel bir zorunluluktur (TOD, 2020).

Şerit Açma Yöntem ve Organizasyonu

Geçme (Atlatma) Yöntemi: Söz konusu metodolojide operasyonel akış; savunma hattını tesis eden timin en önündeki personelin, kendi sorumluluk alanındaki görevi tamamlamasının akabinde hızla grubun en ileri ucuna intikal etmesi prensibine dayanır. Bu dinamik döngüde, zincirdeki her bir çalışan sırasıyla mevcut işini bitirerek takımın lider konumuna geçer ve yeni bir hat segmentini işlemek üzere pozisyon alır. Şayet tesis edilen yangın söndürme şeridi alev hattına kritik yakınlıkta ise, zamanla yarışılan bu süreçte operasyonel bütünlüğü korumak ve görevi en kısa sürede ifa etmek adına ekip üyeleri birbirine daha kompakt (yakın) bir düzende konumlanarak ilerlemektedir (TOD, 2020).

İlerleme Yöntemi: Operasyonel dinamiği açısından 'ilerleme yöntemi' ile benzerlikler taşıyan bu teknikte, ayırt edici unsur 'kolektif hareket' disiplinidir. Bireysel inisiyatifin yerini tam

senkronizasyonun aldığı süreçte; tim üyeleri mevcut hattı tamamlar tamamlamaz, bölünmez bir blok halinde bitişik parsele intikal ederek şerit inşasını omuz omuza sürdürürler (TOD, 2020).

Tek Görev Yöntemi: Söz konusu metodoloji; yayılma enerjisi düşmüş, personel için hayati risk arz etmeyen cephe gerisinde veya yangının tamamen kontrol altına alındığı soğutma evresinde uygulanabilen bir stratejidir. Bu sistematikte, operasyonel ekipler yangın çevresine belirli taktiksel aralıklarla konuşlanarak 'alan savunması' düzenine geçer ve her bir üye veya tim, kendi sorumluluk sahasındaki tüm söndürme ve temizlik faaliyetlerini otonom (bağımsız) bir disiplinle yürütür (TOD, 2020).

Mekanize Yangın Hattı Yöntemi: Savunma hattının kilometrelerce uzadığı ve sahadaki biyokütle yoğunluğunun işçiliği zorlaştırdığı kritik senaryolarda; operasyonel verimliliği artırmak adına hibrit bir çalışma modeli devreye sokulur. Arazi koşullarının elverdiği ölçüde, iş makinelerinin (dozerlerin) kaba gücü ile yangın müdahale timlerinin ince işçiliği entegre edilerek, savunma şeridi bu iki kuvvetin eşgüdümlü çalışmasıyla tesis edilmektedir (TOD, 2020).

2.3.2. Dolaylı Müdahale Yöntemi

Yıkıcı bir enerjiyle tepe yangınına dönüşerek hızla yayılan ve alev hattına yaklaşmanın personelin can güvenliğini ciddi şekilde tehdit ettiği kaotik senaryolarda; 'doğrudan saldırı' yerine, yangını uzaktan (dolaylı) kontrol altına almayı hedefleyen stratejik savunma öğretileri uygulanır ve bu süreç teknik olarak iki ana yöntemle icra edilmektedir (TOD, 2020).

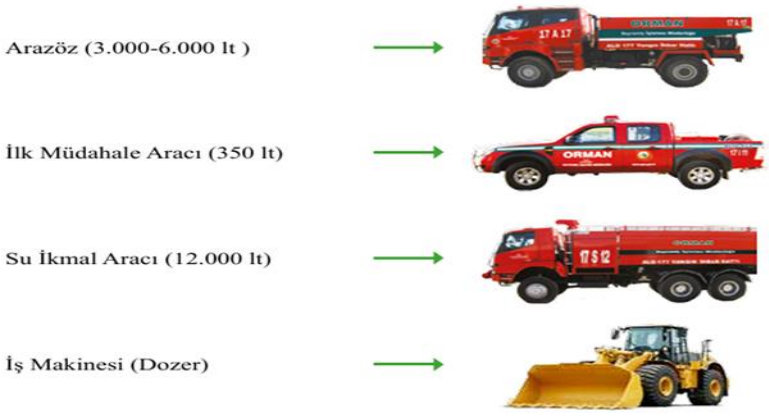
a) Paralel Yöntem: Operasyonel emniyetin sağlandığı stratejik bir derinlikte; yaya ekipler, iş makineleri ve arazözlerin bütünleşmiş gücüyle savunma hatları tesis edilir. Bu yüksek riskli cephelerde hava unsurları (uçak/helikopter), yer birliklerinin mücadelesini 'hava-yer koordinasyonu' prensibiyle destekleyerek operasyonel başarıyı artırmaktadır (TOD, 2020).

b) Karşı Ateş Yöntemi: Mevcut müdahale kapasitesinin alevleri durdurmakta yetersiz kaldığı kritik senaryolarda; hızla yayılan ve geniş orman bloklarını tehdit eden yangın cephesini bloke etmek veya yayılma kinetiğini düşürmek maksadıyla 'Karşı Ateş' stratejisine başvurulur. Özünde 'ateşe karşı ateşle savunma' felsefesine dayanan bu radikal yöntem, barındırdığı yüksek operasyonel riskler nedeniyle ancak Yangın Amiri veya yetkilendirilmiş bir Orman

Mühendisinin kesin emri ve sorumluluğunda icra edilebilir. Temel öğreti; ilerleyen ana yangın cephesinin önündeki yakıt yükünü (biyokütleyi) kontrollü bir şekilde tüketerek, alevlerin beslenme kaynağını kesmek ve felaketi büyümeden kontrol altına almaktır. Ülkemizdeki pratik uygulamalara bakıldığında ise bu yöntem; mevcut bir yolun veya savunma hattının tampon kapasitesini artırmak, yani sterilize edilmiş (yanıcıdan arındırılmış) güvenli zonu kısa sürede genişletmek amacıyla kullanılmaktadır. Dolayısıyla teknik literatürde her ne kadar 'Karşı Ateş' olarak adlandırılsa da yapılan işlemin operasyonel niteliği gereği 'Şerit Genişletme Yakması' terminolojisiyle tanımlanması bilimsel açıdan daha tutarlı bir yaklaşım olacaktır (TOD, 2020).

2.4. Orman Yangınları Mücadele Araçları

Orman yangınlarıyla mücadelede Orman Genel Müdürlüğü taşra teşkilatında ağırlıklı olarak kullanılan yer araçlar şunlardır (TOD, 2020)



Şekil 2.4. Orman Yangınlarına Müdahalede Kullanılan Araçlar (TOD, 2020)

Loader ve greyder gibi ağır tonajlı iş makinelerinin kara harekâtını desteklediği organizasyonda; riskin pik yaptığı Mayıs-Ekim sezonunda hava filosu da (helikopter/uçak) sürece dâhil edilir. Ne var ki hava unsurları, yüksek şiddetli yangınlarda tek başına nihai çözüm değil, yer birliklerinin stratejik tamamlayıcısıdır. Erken uyarı mekanizması ise 112 ihbarlarının ötesinde; kule, kamera ve İHA teknolojileriyle hibrit bir yapıya evrilmiş durumdadır. Tüm bu karmaşık operasyonel ağ, bugün karar vericilerin sahadaki 'dijital gözü' ve vazgeçilmez komuta merkezi olan Yangın Yönetim Sistemi üzerinden koordine edilmektedir (TOD, 2020).

2.5. Orman Yangınlarında Kullanılan Önemli El Aletleri

Yangın cephesindeki mücadelenin vazgeçilmez 'piyade tüfeği' niteliğindeki el aletleri; sahadaki personelin en temel güç unsurudur. Savunma şeritlerinin tesis edilmesinden, alevlere doğrudan müdahale ve soğutma operasyonlarına kadar sürecin her aşamasında aktif olarak kullanılan bu kritik ekipmanlar şunlardır: (TOD, 2020):

Çapalı Tırmık: Yangın söndürme şeridi açmada, ibrelerin sıyrılarak madeni toprağın ortaya çıkarılmasında ve ölü örtüyü temizlemede kullanılır.
Tahra: Makilik alanlarda ve tabakalı ormanlarda ince materyalin kesilmesinde kullanılır.
Balta: Yanıcı maddelerin temizlenmesinde ince gövde ve dal odunların kesilmesinde kullanılır.
Şaplak: Örtü yangınlarında yanan materyalin hava ile temasının kesilmesinde, özellikle anız ve ot yangınlarında kullanılır.
Motorlu Testere: Motorlu testere şerit üzerindeki ağaç ve ağaççıkların, enkazın vb. kesilmesinde kullanılır.
Sırt Pompası: Yangın soğutulmasında yangın alanı içindeki yanan maddelerin su ile söndürülmesinde kullanılır.
Ayrıca kazma, gürebi, bel, kürek gibi el aletler de kullanılır.

Şekil 2.5. El Aletleri (TOD, 2020)

Orman yangınlarıyla yürütülen savaşta ana öğreti, yanıcı biyokütlenin alev hattından uzaklaştırılmasına dayanırken; kapalı mekân yangınlarında öncelik, ortamın tutuşma ısısını kırmaktır. Bu stratejik ayrım gereği, orman operasyonlarında kullanılan donanımlar (tırmık, dozer vb.) ateş ile yakıt arasındaki o tehlikeli bağı fiziksel olarak koparmaya odaklanmış; yapı yangınlarındaki ekipmanlar ise suyun soğutucu gücüyle termal enerjiyi baskılamaya yönelmiştir (TOD, 2020).



Şekil 2.6. İzmir Yangın Eğitimi (Köse, 2025)

2.6. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)

Orman yangınları gibi hayati riskin zirve yaptığı kaotik operasyonlarda; personelin Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) kullanımı, prosedürel bir detay değil, tavizsiz bir yaşam disiplinidir. Termal radyasyon ve dumanın yarattığı fizyolojik tehditlere karşı; baş, gövde ve solunum sistemini izole eden bu donanımlar, personelin sahadaki yaşam sigortası niteliğindedir. Bu kapsamda orman savaşçıları, yüksek ısıl dayanıma sahip, ateşe mukavemetli özel teknik tekstillerden mamul kıyafetler kullanır. Ne var ki bu donanımlar; kentsel itfaiye birimlerinin yapı yangınlarında (örneğin patlama şoku) maruz kaldığı mekanik darbelere karşı geliştirilmiş ağır zırhlı bariyer sistemlerinden yapısal olarak ayrışır. Esasen orman personeli; petro-kimyasal veya endüstriyel yangınların gerektirdiği spesifik eğitim ve donanıma sahip olmadığı gibi, kurumsal görev tanımı gereği de bu tür sofistike endüstriyel tehlikelerle mücadele etmekle yükümlü değildir (TOD, 2020).



Şekil 2.7. KKD Malzemeleri (Köse, 2025)

Alev Almaz Elbise: Yangınlarda yakın müdahale sırasında kullanılır. Elbise tutuşmaya karşı, aynı zamanda radyan ısıya da belirli bir oranda dayanıklı kumaştan yapılmıştır,

Eldiven: Elleri ısı ve sıcaklıktan korur ve terletmez. Elbise ve eldiven en az 350°C sıcaklığa dayanıklıdır,

Baret: Çarpma, vurma, bir cisim düşmesine karşı başı korur. Baret sert, sağ lam, neme, darbelere, delinmeye ve elektriğe karşı dayanıklı, cildi tahriş etmeyen plastik deri veya diğer uygun malzemeden yapılmıştır,

Isıya Dayanıklı Örme Başlık ve Gözlük: Yangınlara yakın müdahale sırasında kullanılır. Örme başlık ateş ve kıvılcıma karşı başın, yüzün ve boyun kısmının yaralanmaları önler. Gözlük ise gözün ateş, kıvılcım, duman ve toz dan korunmasını sağlar. Örme başlık ve gözlük birlikte kullanılmalıdır,

Toz Maskesi: Yangın sırasında değil, şerit açılırken tozdan korur. Toz mas kesi, ısıya ve ateşe dayanıklı değildir ve ortamdaki zehirli gazlara karşı etkili değildir,

Tam Yüz Gaz Maskesi (Filtreli): Yangınlara yakın müdahale sırasında özellikle su tabancası kullananlar tarafından kullanılır. Gaz maskesi ağız, burun ve yüzü kapatarak kullanıcıyı zararlı dumanlar ve zehirli gazlara karşı koruma sağlar. Gaz maskesi, filtre ile yoğun duman ortamlarda 2 saat kadar kullanılır.

Yarım Yüz Maskesi: Zehirli gazlara ve tozlara karşı solunum yollarını korumak için gaz filtresi veya toz filtresi takılarak kullanılır,

Yangın Battaniyesi: Yangınlara müdahale sırasında, kaçmanın mümkün olmadığı durumlarda ateş ve aleve karşı kullanıcı diz üstü çöker ve üzerini tamamen kapatacak şekilde battaniyeye sarılır. Ancak kaçış imkânı olduğu durumlarda battaniyeye tamamen sarınarak (el, kol, baş, yüz korunarak) ortamdan uzaklaşılır. Yüksek sıcaklığa dayanıklıdır. Yangın battaniyesi yangın dışında örtünme amaçlı olarak kullanılmaz,

Bot: Taban kısmı erimeye karşı dayanıklı malzemeden yapılmıştır. Darbele re karşı da koruma sağlar,

Kişisel Sağlık Seti: Yangınlara müdahale sırasında meydana gelen yaralanma, dumandan etkilenme ve böcek sokması gibi durumlarda kullanılır. Yangın söndürme çalışmalarına katılan personelin sırt çantasında yer alır,

2.7. Orman Yolu Tipleri ve Standartları

Orman transport ağının ana omurgasını teşkil eden yollar; yıllık nakliyat hacmi, tesis edilme amacı ve maruz kalacağı trafik yükü gibi operasyonel parametreler ışığında üç temel kategoride tasnif edilir. Literatürdeki bu hiyerarşik yapılanma; sırasıyla Ana Orman Yolları, Tali Orman Yolları (A ve B Tipi ayrımıyla) ve Traktör Yolları olarak şekillenmektedir. Söz konusu yolların güzergâh seçimleri ve mühendislik disiplini gerektiren geometrik standartları, aşağıda sunulan detaylı tablo ve şekillerle somutlaştırılmıştır ((OGM, 2008)).

Tablo 2.2. Orman yolları geometrik standartları (OGM 292 sayılı tebliğ)

YOLUN TİPİ	BİRİMİ	ANA ORMAN YOLU	TALİ O.Y. (A-TİPİ)	TALİ O.Y. (B-TİPİ / S-BT)	TALİ O.Y. (B-TİPİ / N-BT)	TALİ O.Y. (B-TİPİ / EBT)	TRAKTÖR YOLU
Platform genişliği	m	7	6	5	4	3	3,5
Şerit sayısı	Adet	2	1	1	1	1	1
Azami eğim	%	8	10	9	12	12	20
Asgari kurp yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Şerit genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Banket genişliği	m	0,5	0,5	0,5	0,5	0.50	-
Hendek genişliği	m	1	1	1	1	0.50	-
Üst yapı genişliği	m	6	5	4	3	3	-
Köprü genişliği	m	7+(2x0,6)	6+(2x0,6)	5+(2x0,6)	4+(2x0,6)	-	-

2.7.1. Ana Orman Yolu, Tali Orman Yolu ve Traktör yolu

Ana orman yolu: Ana vadi güzergâhlarını takip eden ve orman içi ulaşımın ana arterlerini oluşturan bu yollar; 7 metresi aktif platform, 1 metresi hendek olmak üzere toplam 8 metrelik bir kesit genişliğine sahiptir. Yıllık 50.000 m³ gibi yüksek bir üretim/nakliyat hacmini ve Genel Müdürlük makamının özel onayını (iznini) gerektiren bu yüksek standartlı yapılar; ağır tonajlı trafiğe dirençli 6 metrelik üst yapı kaplaması, minimum 50 metre kurp yarıçapı ve %8'lik maksimum boyuna eğim kriterleriyle projelendirilirken, trafik güvenliği donanımlarının (işaret levhalarının) sahada eksiksiz bulundurulması yasal bir zorunluluktur (OGM, 2008).



Şekil 2.8.Orman Yolu (Köse, 2025)

Tali orman yolu

A tipi tali orman yolu

Ana vadi akslarında projelendirilen ve orman içi ulaşım ağının kritik bir segmentini oluşturan bu yollar; 6 metresi efektif platform, 1 metresi hendek olmak üzere toplam 7 metrelik bir kesit profiline sahiptir. Söz konusu altyapının inşası; yıllık 25.000 ila 50.000 m^3 bandındaki yoğun üretim hacminin varlığına ve Orman Genel Müdürlüğü'nden alınacak stratejik onay şartına bağlanmıştır. Standartları gereği, bu kategorideki yolların 5 metrelik kesimi sıkıştırılmış üst yapı malzemesiyle güçlendirilirken; güzergâh geometrisinde minimum 35 metre kurp yarıçapı ve maksimum %10'luk boyuna eğim değerlerine sadık kalınması mühendislik açısından zorunludur (OGM, 2008).



Şekil 2.9. Büyük Onarım Yolu (Köse, 2025)

B tipi tali orman yolu

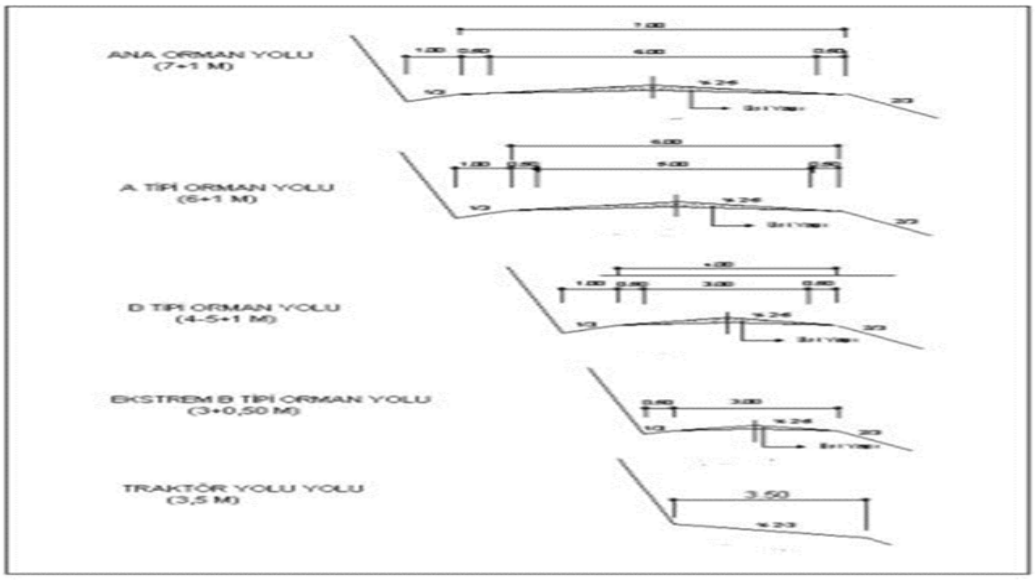
Vadi tabanları ve yamaç yüzeylerinde konumlanan, yıllık nakliyat hacmi 25.000 m³'ün altındaki düşük yoğunluklu sahalara hizmet veren bu güzergâhlar; hendek payları dâhil 3,5 ila 6 metre arasında değişen esnek bir kesit profiline sahiptir. Üretim sezonu ve zemin mekaniği dikkate alınarak yol yüzeyinin 3-4 metrelik kısmı üst yapı malzemesiyle tahkim edilirken; geometrik standartlarda minimum 12 metre kurp yarıçapı ve %9'luk ideal eğim prensibi esas alınır (zorunlu hallerde kısa süreli %12 limitiyle). Lojistik akışın tersine işlediği (aksi taşıma) güzergâhlarda eğim toleransı mesafeye göre %7-9 bandına çekilirken; sarp kayalık ve %75 üzeri eğimli zorlu coğrafyalarda platform genişliği teknik zorunlulukla 3,5 metreye kadar minimize edilir. Orman içi ulaşım ağının en yaygın kılcal damarlarını oluşturan bu B-tipi yollar; sahanın topoğrafik karakteristiği ve trafik yoğunluğu ekseninde üç alt kategoride sınıflandırılarak operasyonel planlamaya dâhil edilir (OGM, 2008).

a. Standartları yükseltilmiş B-tipi tali orman yolu (SBT): Orman işletme şefliklerinin operasyonel merkezine doğrudan nüfuz eden veya kırsal yerleşim gruplarını sisteme entegre eden bu güzergâhlar; ağır iş makinelerini taşıyan treylerlerin manevra kısıtı olmaksızın seyrine imkân tanıyan, 5 metre platform ve 1 metre hendek profiline sahip ana arterlerdir. Maksimum

%9 eğim ve minimum 20 metre kurp yarıçapı ile projelendirilen, serpantin (lase) geometrisinin optimize edildiği ve 20-30 metre güvenli görüş mesafesi sunan bu yapılar; sanat yapıları ve üst yapı tahkimatının öncelikli olarak hayata geçirildiği stratejik ulaşım koridorlarıdır (OGM, 2008).

b. Normal B-tipi tali orman yolu (NBT): Orman matrisinin geneline nüfuz ederek ulaşım ağını tamamlayan bu güzergâhlar; belirlenen platform genişliği ve 1 metrelik hendek payı ile standart bir kesit profiline sahiptir. Güzergâh geometrisinde; %9'luk ideal boyuna eğim (istisnai hallerde %12 limitli) ve minimum 12 metre kurp yarıçapı prensiplerine sadık kalınarak projelendirilen bu yapılar, ekstrem zorluk içermeyen olağan topografik koşulların hâkim olduğu sahalarda uygulanmaktadır. (OGM, 2008).

c. Ekstrem B-tipi tali orman yolu (EBT): Topografik engellerin maksimize olduğu sarp coğrafyalarda veya Alpin geçiş zonlarında, masif kayalıklar arasından ilerleyen kısa mesafeli ve ucu kapalı (kör) bu güzergâhlar teknik bir zorunluluktur. 3 metre platform ve 0,50 metre hendek genişliğiyle minimize edilen kesitte, %12'lik eğim limitine kısa süreli izin verilirken; araç karşılaşma cepleri, son manevra alanları ve uyarı levhalarının eksiksiz tesisi operasyonel emniyetin vazgeçilmez şartıdır (OGM, 2008).



Şekil 2.10. Orman Yol Tipi (OGM 292 sayılı tebliğ)

Traktör yolu

Konvansiyonel mekanizasyon araçlarının ve standart yol ağının nüfuz edemediği sarp coğrafyalarda; üretim yoğunluğu yüksek sahalardaki birikmiş emvali, ana nakliyat arterlerine veya yükleme rampalarına ulaştırmak (sürütmek) gayesiyle tesis edilen, geometrik standartları minimize edilmiş kılcal lojistik hatlarıdır (OGM, 2008).

a. Traktör yolları, mevcut yol ağı planı ile uyumlu olacaktır,

b. Standart orman yolu ağının coğrafi kısıtlar nedeniyle nüfuz edemediği kör noktalarda ve konvansiyonel mekanizasyonun işlevsiz kaldığı derin vadi tabanlarında; üretim sahasında hapsolan biyokütlenin (orman emvalinin), ana lojistik arterlere veya en yakın yükleme rampasına entegrasyonunu sağlamak maksadıyla 'Traktör Yolları' stratejik bir çözüm olarak projelendirilir.,

c. Traktör yolu seçeneği masaya yatırılmadan evvel; mevcut planlama disiplini ve mekanizasyon teknikleri ekseninde tüm alternatifler derinlemesine irdelenmeli, şayet teknik bir çıkış yolu (çözüm) üretilemiyorsa, ancak bu nihai noktada söz konusu yolun tesisi teklif edilmelidir,

d. Projelendirilecek güzergâh seçiminde temel kriter; altyapının ekonomik ömrünü maksimize edecek, zemin deformasyonlarını önleyecek ve lojistik darboğazları aşacak sürdürülebilir bir mühendislik yaklaşımı sergilemektir. Bu teknik tespitler, İşletme Şefi nezaretindeki uzman teknik personelce yerinde etüt edilerek 'Konum Planı' ve 'Gerekçe Raporu' ile belgelenir; akabinde hazırlanan proje teklifi, İşletme Müdürlüğü'nün teknik vizesi ve Bölge Müdürlüğü makamının nihai onayı ile yürürlüğe girer (OGM, 2008).



Şekil 2.11. Büyük Onarım Yolu (Köse, 2025)

2.8. Sürütme Yolu, Bakım Patikaları ve Yangın Emniyet Yolları

Sürütme Yolu

Orman içi nakliyat ağının kılcal damarlarını oluşturan sürütme yolları; ana kamyon yollarına kıyasla düşük projelendirme maliyeti ve minimize edilmiş geometrik standartlarla karakterize edilen, yalnızca arazi kabiliyeti yüksek araçların operasyonuna uygun lojistik hatlardır. Bu esnek yapı, kamyon yollarının katı kurallarının aksine; topografik engelleri aşmak adına ani eğim kırılmalarına ve ters eğimlere mühendislik toleransı tanır. Arazi zorluk katsayısı arttıkça inşası güçleşen bu yollarda, günümüz modern planlama yaklaşımı; sadece ekonomik maliyeti değil, doğal peyzaj bütünlüğünü ve ekosistemi korumayı önceleyen 'minimum kazı-maksimum uyum' prensibine evrilmiştir. Dolayısıyla bugün gelinen noktada, sürütme yolu planlaması, salt ekonomik bir altyapı yatırımı olmaktan çıkıp, doğaya saygılı sürdürülebilir bir ormancılık disiplini halini almıştır ve bu bağlamda aşağıdaki kritik hususlar göz ardı edilmemelidir:

a. Orman dokusunu kilometrelerce yararak ilerleyen güzergâh şeritleri ve bu hat boyunca açılan derin yarmaların oluşturduğu yapay kazı şevleri; bilhassa kış sezonunda kanopisini (yapraklarını) döken yapraklı ormanlarda gizlenemez hale gelerek, silüeti bozan ve peyzaj bütünlüğüne onarılamaz estetik hasarlar veren birer 'görsel kirlilik' unsuru oluşturmaktadır,

b. Yol ağının tesisi sırasındaki ağır inşaat faaliyetleri ve akabinde bu güzergâhlara nüfuz eden yoğun motorlu araç trafiği; bölgenin hassas flora ve fauna varlığını ağır bir ekolojik baskı altına alarak tahrip etmektedir,

c. Yamaç şevlerinde gerçekleştirilen kazı faaliyetleri; arazinin doğal hidrolojik dengesini derinden sarsar. Bu fiziksel müdahale, toprağın su tutma kapasitesini düşürerek kuraklaşmayı tetiklediği gibi, yağış sularının zemine sızmasına fırsat tanımadan kontrolsüz bir yüzeysel akışla hızla bölgeyi terk etmesine yol açar,

d. Toplum sağlığının teminatı olan içme suyu havzalarında sürütme yolu inşası teknik olarak mümkün görünse dahi; bu tür kritik müdahaleler, ancak havza koruma statülerinin getirdiği katı yasal düzenlemeler ve sıhhi koruma bantları ile tam uyum sağlandığı takdirde projelendirilebilir (Bayoğlu, 1996).

Yamaç eğiminin %50-60 bandını aştığı kritik topografyalarda sürütme yolu inşası hem ekolojik tahribat riski hem de ekonomik maliyetlerin katlanması nedeniyle ancak çok sınırlı ölçekte tolere edilebilir bir mühendislik tercihidir. Zemin mekaniğinin kusursuz olduğu istisnai sahalarda bu limit teorik olarak %70'e kadar esnetilebilse de heyelan duyarlılığı yüksek yamaçlar ve taşıma kapasitesi zayıf zeminler, bu tür altyapı tesisleri için kesinlikle yasak bölge statüsündedir (Bayoğlu, 1996).

Sürütme yolu altyapısına ayrılacak kaynak; yalnızca rasyonel nakliyatı güvence altına alacak optimum seviyede tutulmalı ve bu kritik eşik asla aşılmamalıdır. Zira buradaki yatırımın meşruiyet sınırı, işletmecilikte ekonomik sürdürülebilirliğin korunduğu noktada son bulmak zorundadır (Bayoğlu, 1996).

Sürütme yolu inşasında; iş makinesi operatörünün can güvenliğini ve operasyonun teknik başarısını riske atacak (zafiyet yaratacak) boyutta bir maliyet kısıntısına gidilmesi, mühendislik etiği açısından asla kabul edilemez. Öte yandan bu hassasiyet, projenin ekonomik rasyonelliğini aşan gereksiz ve lüks standartlara yönelmek anlamına da gelmemelidir. İdeal çözüm; kaza riskinin minimize edildiği güvenli lojistik koridorların, en optimum maliyet/fayda dengesi gözetilerek hayata geçirilmesidir (Bayoğlu, 1996).

Bakım Patikaları

Gelişme çağındaki genç orman dokusunun (meşcerelerin) ihtiyaç duyduğu hayati silvikültürel müdahalelerin tam zamanında ve eksiksiz yapılabilmesi adına; ana ulaşım arterlerine dik konumlanan, %40 eğim sınırına kadar işleyebilen ve 30-40 metrelik periyotlarla sıralanan 2-3 metre genişliğindeki 'bakım patikaları' tesis edilir. Bu dikey erişim ağı, sahadaki operasyonel bütünlüğü sağlamak maksadıyla, yamaç yüzeyinde her 80-100 metrede bir açılan yatay bağlantı koridorlarıyla (kuşaklarla) birbirine entegre edilerek sistem tamamlanır;

a. Teknik personelin meşcere derinliklerine fiziksel olarak nüfuz edebilmesi; sahaya olan hakimiyetini pekiştirerek, uygulanacak silvikültürel müdahalelerde en doğru ve isabetli kararın verilmesine zemin hazırlar,

b. Sahadaki işgücüne operasyonel konfor sunarken; teknik ve idari kadronun denetim hakimiyetini pekiştirerek, işleyişte tavizsiz bir çalışma disiplini tesis etmesi,

c. Hasat edilen biyokütlenin (emvalin); geride kalan hassas orman dokusunu incitmeden ve en optimum (kısa) ekstraksiyon hattı üzerinden sahadan nazikçe tahliye edilmesidir,

d. Alev cephesine (sıfır noktasına) erişim lojistiğini optimize ederek, müdahale timlerinin operasyonel hareket kabiliyetine hayati bir hız ve esneklik kazandırması,

e. Sabit güzergâh disiplini; orman dokusunda keyfi ve tahripkâr yeni yolların açılmasını engelleyerek, toprağı erozyon tehdidine karşı koruyan çok yönlü bir ekolojik kalkan işlevi görür (OGM, 2024).

Yangın Emniyet Yolları

Zemini yanıcı biyokütleden tamamen arındırılmış 'steril' savunma hatları olan bu tesisler; 6 ila 15 metre arasında değişen stratejik bir genişliğe sahiptir. Ancak bu genişliğin tayininde; yol kenarındaki ağaçların gövdeleri değil, alevlerin sıçrama potansiyelini belirleyen dal ucu izdüşümleri (taç sınırları) referans alınarak güvenlik koridoru hesaplanır. Fonksiyonel açıdan bakıldığında; %20 eğim sınırına kadar lojistik nakliyat (transport) amaçlı da hizmet verebilen bu yollar, söz konusu kritik eğimin aşıldığı sarp noktalarda yalnızca pasif bir yangın bariyeri olarak görev yapar. Optimizegeometrik standardı ise arazinin yangın risk haritasına göre

optimize edilerek; alevin hızlandığı dik sırtlarda 6-12 metre, yayvan sırtlarda ise 10-15 metre bandında projelendirilir (OGM, 2025).

2.9. Orman Transport Planlamasının Esasları

Modern dünya ormancılığında, özellikle gelişmiş ekonomilerde, emvalin sahadan çıkarılması (sürütme) süreci neredeyse tamamen mekanize sistemlerin hakimiyetine girmiş; bir dönem lojistiğin bel kemiğini oluşturan biyolojik güç (hayvan gücü) artık tarihe karışarak operasyonel sahneden çekilmiştir. Mühendislik teknolojilerindeki bu radikal evrimle paralel ilerleyen mekanizasyon devrimi, orman işletmeciliğinde ve nakliyat lojistiğinde daha önce hayal dahi edilemeyen yenilikçi ufukların kapısını aralamıştır (Bayoğlu,1996).

Tarımsal mekanizasyonun tarihsel seyrine paralel olarak, ormancılık disiplini de teknolojik evrim sürecinde radikal makas değişimleri yaşamıştır. Bir zamanlar insan ve hayvan emeğinin (biyolojik enerjinin) sırtlandığı meşakkatli üretim safhaları, bugün yerini ileri mühendislik ürünü makinelere bırakmıştır. Bu dönüşüm; tomruk sürütmede traktörlerin, kesimde ise motorlu testerelerin ikame edilmesiyle başlamış; ancak asıl devrim, ağacı devirmekten son ürüne dönüştürmeye kadar tüm süreci tek başına yöneten harvester ve prosesör gibi çok fonksiyonlu devlerin sahneye çıkmasıyla gerçekleşmiştir. Böylece sektör, kısmi makineleşme durağından 'tam mekanizasyon' çağına kesin bir geçiş yapmıştır (Bayoğlu,1996).

Mekanize güç; ağacın dip kütüğünden yol kenarına naklinde bizlere çağdaş lojistik avantajlar sunsa da doğanın (zeminin) fiziksel sınırlarıyla karşılaşıldığında bu tablo tersine dönebilir. Bilhassa toprağın makine ağırlığını taşıyamadığı dirençsiz ve hassas zeminlerde; teknolojik üstünlük bir anda operasyonel bir handikaba dönüşerek, bölmeden çıkarma sürecini teknik açıdan felç etme noktasına kadar getirebilir (Bayoğlu,1996).

Orman ekosistemleri; değişken zemin mekaniği ve kaotik topografyanın hüküm sürdüğü, birbirinden çok farklı yetişme muhiti koşullarında hayat bulur. Doğanın sunduğu bu karmaşık matris, ormanların işletmeye açılması sürecinde tek tip reçeteleri reddeder ve her sahaya özgü spesifik mühendislik çözümlerini zorunlu kılar. Öyle ki, yol ana şebekesi kusursuzca tamamlanmış düz bir arazide dahi; operasyonel başarının kilidi, ancak tali nakliyatı (bölmeden çıkarmayı) yönetecek mikro ölçekli bir lojistik planın devreye girmesiyle açılabilir (Bayoğlu,1996).

Orman içi lojistik süreç; ana yol ağında kamyonlarla yürütülen 'sekonder transport' ve emvalin dip kütüğünden yol kenarına sürütülmesini (veya kabloyla çekilmesini) kapsayan 'primer transport (bölmeden çıkarma)' olmak üzere birbirini tamamlayan iki kritik fazda hayat bulur. Ormancılık operasyonlarının teknik ve ekonomik açıdan en meşakkatli halkasını oluşturan bu ilk evre; birim maliyetlerin kamyon nakliyatına kıyasla 10-20 kat gibi astronomik farklarla daha yüksek seyrettiği bir gider merkezidir. Dolayısıyla, bu denli yüksek maliyet risklerinin yönetildiği bir süreçte ekonomik rasyonelliği yakalamak; ancak sürütme hatları (tesis) ve mekanizasyon araçlarının en verimli kombinasyonunu kurgulayan 'Transport Planlaması' disiplininin stratejik müdahalesiyle mümkündür.

a. Topografik eğimin %25-30 bandını aşmadığı sade arazilerde; kazı-dolgu faaliyetine girilmeksizin, yalnızca güzergâh üzerindeki ağaç dokusunun tahliye edilmesiyle (kesilmesiyle) traktörlerin operasyonuna açılan 'doğal' lojistik koridorlardır:

b. Eğim direncinin %50-55 bandını zorladığı sarp yamaçlarda; emvalin vinçli (tamburlu) traktörlerin halat gücüyle kaydırılarak hatta çekildiği ve bu noktadan itibaren güvenle tahliye edildiği mekanize ekstraksiyon güzergâhlarıdır;

c. Yol inşasının hem ekonomik sınırları zorladığı hem de doğada geri dönülemez fiziksel tahribat yaratma riski taşıdığı o sarp yamaçlarda; zemine temas etmeden (havadan) çalışan kısa mesafeli kablo vinç sistemleri, ekosistemi koruyan yegâne lojistik çözüm olarak devreye girer (Bayoğlu,1996).

Üretim sahasının eldeki veriler ışığında analiz edilerek, her bir mikro zon için en doğru tesis ve makine parkının tayin edilmesi; transport planlamasının omurgasını teşkil eder. Bu stratejik kurguda; yol ağının geometrisi, arazinin dayattığı bölmeden çıkarma (primer transport) yöntemleriyle senkronize edilmek zorundadır; zira bu entegrasyonun ihmali mühendislik hatasıdır. Neyse ki zemin direncinin yüksek ve traktör manevrasına tam elverişli olduğu 'uysal' sahalarda; planlama süreci teknik bir darboğaza girmeden, operasyonel bir sadelikle yönetilebilir (Bayoğlu,1996).

Ormanın derinliklerine uzanacak sürütme şeritlerinin başarısı; kâğıt üzerindeki çizgilerden ziyade, arazinin hidrolojik hafızasının (sızıntı suları) ve topografik karakterinin sahada doğru okunmasına bağlıdır. Stabil ve homojen yamaçlarda bu altyapıyı tesis etmek rutin bir mühendislik işlemiyken; arazinin çukurluklar, su yolları ve zemin direncindeki ani değişimlerle

hırçınlaştığı kaotik noktalarda, işlevsel bir ağ kurmak ciddi bir teknik mücadeleye dönüşür. Operasyonu kilitleyen bu zorlu ıslak zeminler ise; ancak maliyetli drenaj yatırımları veya zemine nazikçe basan düşük basınçlı lastik teknolojilerinin devreye sokulmasıyla aşılarak, lojistik sisteme entegre edilebilir (Bayoğlu,1996).

Yol inşasının teknik ve mali açıdan bir handikaba dönüştüğü, ekolojik tahribatın ise tolere edilemez boyutlara ulaştığı sarp topografyalarda; yalnızca ikincil nakliyatı besleyecek, yoğunluğu minimalize edilmiş stratejik bir ana yol ağına izin verilir. Peyzaj bütünlüğünü ve hassas ekosistemi korumak adına traktör operasyonunun yasaklandığı bu kritik zonlarda; primer transport (bölmeden çıkarma) planlaması, zemine temas etmeyen hava koridorları üzerine kurgulanmak zorundadır. Bu bağlamda lojistik çözüm ya geleneksel orman vinçleri ya da modern mobil hava hatları sistemlerinin sahaya entegrasyonu ile sağlanır (Bayoğlu,1996).

Konvansiyonel yol ağının henüz nüfuz edemediği bakir coğrafyalarda; orman sağlığını koruma refleksi, gelişmiş ülkelerdeki gibi helikopter destekli hava lojistiğini zorunlu kılmaktadır. Ancak her sahanın kendine has topografik karakteristiği, standart bir reçeteyi imkânsız kılar ve karar vericileri karmaşık bir mühendislik bulmacasıyla baş başa bırakır. Sektördeki operasyonel maliyetlerin –aynı yöntemler kullanılsa dahi– zamanla artış eğilimine girmesi; ekonomik rasyonelliğin ancak primer transport (bölmeden çıkarma) sürecinin mikroskobik hassasiyetle planlanmasıyla korunabileceğini kanıtlamaktadır. Bu stratejik dönüşüm ise kaçınılmaz olarak; kas gücüne dayalı insan emeğinin yerini yüksek kapasiteli mekanizasyonun aldığı ve iş güvenliği standartlarının maksimize edildiği yeni bir ormancılık paradigmasını beraberinde getirir (Bayoğlu,1996).

Ormancılık literatüründe primer transport (bölmeden çıkarma) planlamasının stratejik önemi, yakın tarihe kadar hak ettiği değeri görememiş; hatta bu hayati altyapı, 'orman toprağını üretim dışı bıraktığı' yönündeki hatalı bir algıyla uzun süre ihmal edilmiştir. Oysaki bilimsel gerçekler, söz konusu kayıpların ihmal edilebilir düzeyde kaldığını; aksine, ağır tonajlı trafiğin belirli koridorlara hapsedilmesiyle korunan bakir alanlarda meşcere verimliliğinin maksimize edildiğini kanıtlamaktadır. Dolayısıyla altyapıya feda edilen alan, genel verim artışıyla fazlasıyla telafi edilmektedir. Bu bağlamda tezin temel gayesi; orman içi lojistik süreçlerdeki (sekonder transport) kronik darboğazlara ışık tutmak, dağınık haldeki planlama doktrinini sistematik bir bütünlükle derlemek ve bilhassa ekstrem arazi koşullarında operasyonel tıkanıklığı aşacak rasyonel çözüm modelleri geliştirmektir (Bayoğlu,1996).



Şekil 2.12. Dikili Satış Sahası (Köse, 2025)

2.10. Transport Planlarını Düzenleme Esasları

Mevcut yol ağı ve doğal coğrafi bariyerlerle (sırt, dere) sınırlandırılmış üretim havzalarında; bölmeden çıkarma operasyonunu (primer transport) ekonomik rasyonellikle optimize etme disiplinine 'Transport Planlaması' adı verilir. Söz konusu planlama üniteleri, arazinin dikte ettiği çıkarma yöntemlerine göre kendi içinde operasyonel alt zonlara ayrıştırılır. Bu stratejik süreç, sahanın transport tekniği açısından doğru analiz edilmesini ve ihtiyaç duyulan altyapı tesislerinin buna göre tayin edilmesini zorunlu kılar; ilgili arazi sınıfları ise özetle şöyledir (Bayoğlu,1997):

a. Sürütme şeridi arazisi: Topografik profilin ve zemin mekaniğinin (taşıma direncinin) yarattığı fiziksel uyum sayesinde; traktörlerin operasyonel hareket kabiliyetine kusursuzca geçit veren elverişli sahalardır,

b. Sürütme yolu arazisi: Mevcut eğim direnci nedeniyle traktörlerin doğrudan seyrine (manevrasına) geçit vermeyen; ancak sınırlı ölçekte bir toprak (kazı) müdahalesiyle operasyonel hale getirilebilen sahalardır,

c. Vinçli hava hattı arazisi: Traktörlerin operasyonel faaliyeti için elzem olan altyapı tesisinin; topografik engeller nedeniyle çetin bir mühendislik mücadelesine dönüştüğü zorlu sahalardır,

Eldeki veriler ışığında; öncelikle 1/5000 ölçekli eş yükselti eğrili haritalar üzerinde arazinin topografik karakteri analiz edilerek, her bir mikro zon için en uygun bölmeden çıkarma yöntemleri teorik olarak kurgulanır. Akabinde, bu stratejiyi sahada somutlaştıracak lojistik

tesislerin muhtemel güzergâhları yine aynı harita üzerinde projelendirilir. Ancak masa başında çizilen bu teorik hatlar; arazinin çıplak gözle taranıp, sahadaki fiziksel gerçeklerle yüzleştirilmesi ve gerekli revizyonların yerinde yapılmasıyla nihai halini alır. (Bayoğlu,1997).

Tablo 2.3. Transport planının safhaları (Bayoğlu, 1996)

Transport Planlamasının Safhaları		
Safha 1.	Transport planlama ünitelerinin sınırlarının belirlenmesi	Arazide sınırlamaya yardımcı olan unsurlar: dere yatakları, su ile kaplı alanlar, kaya blokları, dar ve derin ve boğazlar, bina ve tesisler, karayolları vb.'nin haritaya işlenmesi
Safha 2.	Arazi haritasının tamamlanması ve diğer veriler	Mevcut işletmeye açmanın etüdü pozitif ve negatif kardinal noktaların belirlenmesi, motorlu araçların gidiş gelişine elverişli olmayan arazide inşaat tekniği bakımından var olan güçlüklerin değerlendirilmesi ve haritaya işlenmesi
Safha 3.	İşletmecilik bakımından şartların değerlendirilmesi	İşletmenin yapısı ile personel ve finans durumu, modern üretim makinaları, meşcere ve faydalanma ilişkileri ile işletmecilik dışındaki hususların belirlenmesi
Safha 4.	Transport planı ile ilgili belirlemeler Transport planının tasarımı	2. ve 3. Safhaların bileşkesi olarak sürütme ünitelerinin ayrılması değişik varyantlar üzerinde çalışma varyantların mukayesesi ve seçimi
Safha 5.	Transport planının kesin şekilde belirlenmesi	Sürütme hatlarının arazide etüdü ve işaretlenmesi
	Transport Planı	

2.11. Yangın Sahalarında Alınması Gereken Üretim, Satış ve Koruma Tedbirleri

Büyük ölçekli orman yangınlarının ardından ortaya çıkan geniş ve bütüncül yanık sahalar, standart ormancılık prosedürlerinin uygulanmasında ciddi bir işleyişte zorluk çıkarmaktadır; zira bu alanların olağanüstü ölçeği, normalde her bir ağaç için uygulanan damgalama, verim yüzdesi tespiti, mesaha ve ölçümleme gibi teknik süreçleri işlevsel olarak mümkün kılmamakta veya kabul edilemez düzeyde yavaşlatmaktadır. Bu yönetimsel yavaşlama, çift yönlü bir kriz doğurmaktadır: Bir yandan, sahanın rehabilitasyonu için zorunlu olan ağaçlandırma

faaliyetlerinin kritik düzeyde gecikmesine neden olmakta, diğer yandan, ekonomik bir varlık olan yanmış dikili ağaçların biyolojik bozulmaya uğraması için zaman tanımaktadır. Özellikle üretim sürecinin 4-5 ayı geçmesi durumunda, bu emvalin kereste sektörü için ekonomik değerini büyük ölçüde yitireceği öngörülmektedir. Bu acil durum karşısında, Orman Genel Müdürlüğü, stratejik bir önceliklendirme yaparak, standart bürokratik süreçlerden hızlandırılmış bir "adaptif kriz yönetimi" modeline geçiş yapmış; temel hedefi, sahaların bir an önce boşaltılarak ağaçlandırmaya hazırlanması ve aynı zamanda yanan emvalin değer kaybına uğramadan de pazara arz edilmesi olarak belirlemiştir (OGM, 2025).



Şekil 2.13. Yanık Sahadan Nakliyat Yükleme (Köse, 2025)

Bu acil durum tedbirleri kapsamında (özellikle 30.000 m³ üzeri servete sahip bloklarda) , prosedürel hızlandırma yöntemleri benimsenmiştir: Tüm alanı damgalamak yerine, sadece bloğun dış sınırlarının damgalanması; içerideki alınması;(20 cm çap ve üzeri olanlara) sadece numara verilmesi; damga sürecinin 1 ay içinde tamamlanması için diğer birimlerden personel kaydırılması veya danışmanlık hizmeti alınması ; ve verim yüzdesi tespiti için yeni deneme ağaçları kesmek yerine o bölgedeki geçmiş üretim verilerinden yararlanılması gibi radikal operasyonel değişiklikler getirilmiştir (OGM, 2025).



Şekil 2.14. Yanık Sahada Mesaha (Köse, 2025)

Bu hızlı üretim sürecinin ulusal piyasayı bozmasını engellemek amacıyla, arz-talep dengesini korumak için dokuz kilit bölge müdürlüğünde (Bursa, İzmir, Antalya vb.), yeni bakım ve rehabilitasyon kesimlerinin durdurulması ve üretim işçilerinin bu yanık sahalara yönlendirilmesi kararlaştırılmıştır. Aynı zamanda, yangından zayıf düşmüş ağaçların ikincil ekolojik riskler yaratmasını önlemek amacıyla, komşu sağlıklı ormanlarda kabuk böceği popülasyonuna karşı feromon tuzakları kurulması ve aktif izleme yapılması zorunlu kılınmıştır. Son olarak, bu hızlandırılmış ve standardize edilmemiş emval akışını denetim altında tutmak için yüksek teknolojiye dayalı dijital izlenebilirlik tedbirleri getirilmiştir (OGM, 2025):

Taşınan ürünlerin "Yapacak Odun" veya "Sterli Odun" gibi yeni kategoriler altında sınıflandırılması , tüm nakliye tezkerelerine "Bu emvaller yanan alanlardan üretilmiştir" ibaresinin zorunlu olarak eklenmesi ve en önemlisi, Elektronik Taşıma Belgesi (ETB) ile ORBİS sistemlerinin mutlak surette kullanılması , bu sisteme emval yüklü aracın üç yönden çekilmiş (ön, arka, yan) fotoğraflarının yüklenmesinin mecburi tutulması , bu olağanüstü hal yönetiminin hem hız hem de hesap verebilirlik ilkelerini dengeleme çabasını ortaya koymaktadır (OGM, 2025).

2.12. Çalışma Alanı Tanıtımı

Kaynaklar doğal dengeyi sağlaması, hava kirliliğini önlemesi, su rejimini düzenlemesi, iklim yapısı üzerine etkisi ve erozyonu önlemesi gibi birçok kolektif yararlarının yanında toplumun orman ürünlerine olan isteminin karşılanması bakımından ülkemizin en önemli doğal

kaynaklarıdır. Ormanlar, insanlığın var oluşundan bu yana onların çeşitli etkinliklerinden doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu olumsuz etkilerden biri de orman yangınlarıdır. Orman yangınları ekonomik yönden kayıplara neden olmasının yanı sıra ekolojik denge üzerinde yarattığı olumsuz etkilerinden dolayı çok daha önemli olmaktadır. Orman yangınları ormanların yapısal özelliklerine, bulundukları yerin arazi ve iklim yapısına, toplumların sosyal-kültürel ve ekonomik yapılarına bağlı olarak değişebilmektedir. Ülkemiz coğrafi konum itibariyle Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. İzmir Bölge Müdürlüğümüz ormanlarının tamamı da bu kuşakta yer aldığından yangın tehdidi altındadır. Son yıllarda alınan etkili önlemler sonucu yangınlarla mücadele konusunda büyük aşamalar kaydedilmiştir. Son on yıllık periyot dikkate alındığında yılda ortalama 294 adet yangına karşılık, 1.775 hektarlık alanın etkilendiği görülmektedir. 2024 yılında, Bölge Müdürlüğümüzde toplam 900 adet yangına müdahale edilmiş olup, bu yangınların 501 adedi orman sınırları dışında olup müdahale edilen 399 adedi orman sınırları içerisindedir. Yangınların %89'u İnsan kaynaklı olarak meydana gelmiştir (OGM, 2025a).



Şekil 2.15. Yangın Sahası Helikopter Görüntüsü (Köse, 2025)

Tablo 2.4. Çalışma Alanı Ormanlarına Ait Durum Tablosu (OGM, 2025a)

İŞLETME MÜD.	NORMAL KORU	BOZUK KORU	ORMANLIK TOPLAM	AÇIKLIK	GENEL TOPLAM	ORMANLIK ALAN % Sİ
BAYINDIR	66.900,00	52.758,00	119.658,00	212.895,00	332.553,00	36
BERGAMA	64.300,00	36.782,00	101.082,00	164.657,00	265.739,00	38
İZMİR	59.400,00	29.677,00	89.077,00	153.200,00	242.277,00	37
GAZİEMİR	77.051,00	91.679,00	168.730,00	172.871,00	341.601,00	49
İZMİR İL TOP.	267.651,00	210.896,00	478.547,00	703.623,00	1.182.170,00	40
AKHİSAR	61.392,00	20.034,00	81.426,00	102.700,00	184.126,00	44
DEMİRCİ	55.320,00	57.707,50	113.027,50	129.500,00	242.527,50	47
GÖRDES	36.180,00	14.903,70	51.083,70	53.500,00	104.583,70	49
MANİSA	71.700,00	37.144,00	108.844,00	167.500,00	276.344,00	39
SALİHLİ	60.065,00	59.133,40	119.198,40	262.030,00	381.228,40	31
SOMA	44.312,00	21.445,40	65.757,40	68.000,00	133.757,40	49
MANİSA İL TOP.	328.969,00	210.368,00	539.337,00	783.230,00	1.332.567,00	41
BÖL. MÜD. TOP.	596.620,00	421.264,00	1.017.884,00	1.486.853,00	2.504.737,00	41

2.12.1. İzmir İli Özellikleri

2.12.1.1. Coğrafi Konumu

İzmir ili Türkiye'nin batısında 26° 15″ ile 28° 20″ doğu boylamları ve 37° 45″ ile 39° 15″ kuzey enlemleri arasında bulunur. Yüzölçümü yaklaşık olarak 11.973 km², İzmir İli kuzeyde Madra Dağları ve Balıkesir İl sınırı, güneyde Kuşadası Körfezi ve Aydın İl sınırı, batıda Çeşme Yarımadası ve kendi adı ile anılan İzmir Körfezi, doğusunda da Manisa İl sınırı ile çevrilmiş bir coğrafyaya sahiptir (OGM, 2025a).

2.12.1.2. Bitki Örtüsü

Bitki örtüsü Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazların sıcak ve kurak geçmesi alçak yamaçlarda maki adı verilen bitki örtüsünün yayılmasını sağlar. Makiyi oluşturan türler genellikle kışın yapraklarını dökmeyen çalılar halindedir. Yapraklar, buharlaş-maya engel olmak için küçülmüş, kökler derine dalmış, toprak yüzünden başlayarak gövde hemen sık

dallara ayrılmıştır; böylece bitki kurak geçen aylara dayanabilmektedir. Maki kıyıdan başlayarak 500-600 m'ye kadar çıkar. Bunlar arasında kocayemiş, mersin ağacı, defne, delice, funda, sakız ağacı, zakkum, kermes meşesi, kekik, adaçayı, lavanta sayılabilir. Ormanlarda çam türleri yaygındır. En yaygın olanları kızılçamlar ve karaçamlardır. Kızılçamlar makinin hemen üstünden başlayarak 1000 m'den sonra yerlerini karaçamlara bırakırlar (OGM, 2025a).



Şekil 2.16. Dikili Karaçam Orman Sahası (Köse, 2025)

2.12.1.3. İklim

İzmir ilinde Akdeniz iklimi hüküm sürer. Yazları kurak ve sıcak kışları ılık ve yağışlı geçer. Temmuz-ağustos ayları en sıcak ve ocak-şubat en soğuk aylardır. Sıfırın altında gün sayısı 10 günü geçmez. Senenin 100 gününe yakını ise +30 derecenin üstüne çıkar. Kar yağışı yok denecek kadar azdır. Senelik yağış miktarı 700-1200 mm arasında bölgelere göre değişik olur. Sıcak yaz aylarında "imbat" ismi verilen rüzgâr serinlik getirir. Kara ve denizin gece-gündüz arasındaki ısınma ve soğuma farkından meydana gelen bu rüzgâr sâdece bu ile aittir. Kavurucu yaz günlerinde İzmir'e tatlı bir serinlik getirir. Kemalpaşa ilçesi en çok yağış alan bölgedir. Sıcaklık +42,7°C ile -8,4°C arasında değişmektedir (OGM, 2025a).

2.12.2. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, 29 Ocak 1951 gün ve 7220 sayılı Resmî Gazetede yayınlanan Bakanlar Kurulu'nun 11.01.1951 gün 3 / 12329 sayılı kararnamesine dayanılarak 07.02.1951 tarihinde kurulmuştur.

Ege Bölgesi'nin batısında yer alan ve Türkiye ormancılık faaliyetleri içerisinde stratejik bir öneme sahip olan İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, idari sorumluluk sahası itibarıyla İzmir ve Manisa illerinin mülki sınırlarını kapsamaktadır. Bölge Müdürlüğü, orman kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir yönetimi konularında bölgedeki yetkili en üst taşra birimi olarak görev yapmaktadır. Çalışma alanı hem sahip olduğu biyolojik çeşitlilik hem de yoğun antropojenik baskılar nedeniyle Türkiye'nin en dinamik ormancılık sahalarından biri olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 2.5. Yangına Hassasiyet Derecelerine Göre Dağılım (OGM, 2025a)

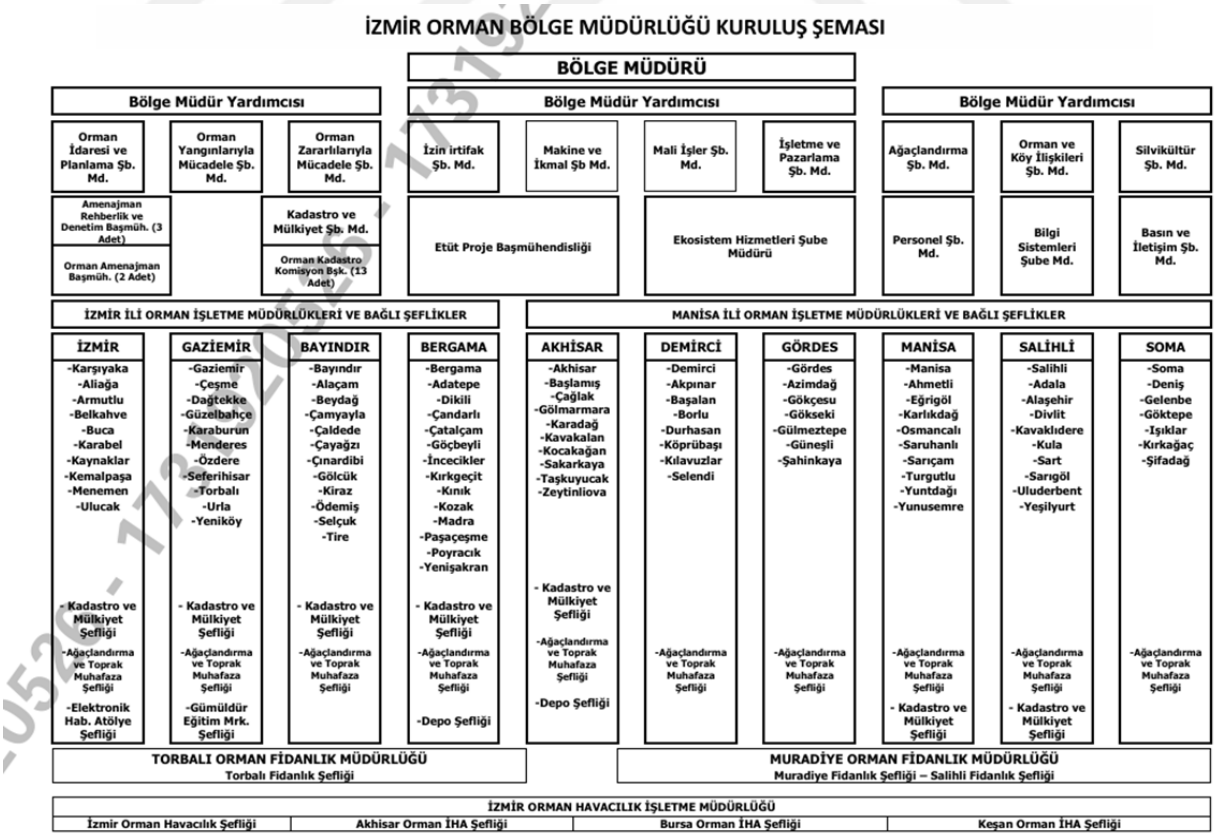
İşletme Müdürlüğü	Toplam Şeflik Adedi	Toplam Ormanlık Saha	Toplam Çz Sahası	I. Derece Şeflik Adedi	I. Derece Ormanlık Saha	I. Derece Çz Sahası
İzmir	10	89.077,00	59.233,90	10	89.077,00	59.233,90
Bayındır	12	119.658,00	31.729,00	12	119.658,00	31.729,00
Bergama	14	101.082,00	63.756,50	14	101.082,00	63.756,50
Gaziemir	11	168.730,00	87.746,90	11	168.730,00	87.746,90
İzmir İli Toplam	47	478.547,00	242.466,30	47	478.547,00	242.466,30
Manisa	10	108.844,00	64.843,60	10	108.844,00	64.843,60
Salihli	10	119.198,40	29.877,30	10	119.198,40	29.877,30
Akhisar	10	81.426,00	57.872,60	10	81.426,00	57.872,60
Demirci	8	113.027,50	28.950,30	8	113.027,50	28.950,30
Gördes	7	51.083,70	29.196,10	7	51.083,70	29.196,10
Soma	7	65.757,40	41.691,90	7	65.757,40	41.691,90
Manisa İli Toplam	52	539.337,00	252.431,80	52	539.337,00	252.431,80
OBM Toplam	99	1.017.884,00	494.898,10	99	1.017.884,00	494.898,10

Bölgenin coğrafi yapısı ve iklimsel karakteristiği, orman formasyonlarının dağılımında belirleyici rol oynamaktadır. Tipik Akdeniz iklim kuşağında yer alan çalışma sahası, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen bir rejime sahiptir. Bu iklimsel özellikler, bölge ormanlarının vejetasyon yapısını şekillendirirken, aynı zamanda bölgeyi orman yangınları açısından "birinci derece hassas bölge" statüsüne sokmaktadır. Müdürlüğün görev alanı

içerisindeki orman varlığında hâkim ağaç türü, kuraklığa ve yangına evrimsel adaptasyonu ile bilinen Kızılçam (*Pinus brutia* L.*)* olup, yükseltinin arttığı ve ekolojik koşulların değiştiği alanlarda Karaçam (*Pinus nigra* A.) ve meşe türlerine (*Quercus spp.*) rastlanmaktadır. Ayrıca, orman altı florasında ve orman açıklıklarında Akdeniz maki formasyonunun karakteristik türleri yaygın bir yayılış göstermektedir.

İdari yapılanma açısından İzmir Orman Bölge Müdürlüğü; orman koruma, yangınla mücadele, ağaçlandırma, silvikültür ve üretim faaliyetlerini, bünyesindeki Orman İşletme Müdürlükleri (İzmir, Manisa, Bergama, Bayındır, Akhisar vb.) ve bunlara bağlı orman işletme şeflikleri vasıtasıyla yürütmektedir. Bölge, sahip olduğu ormanlık alanın büyüklüğünün yanı sıra, turizm hareketliliği, sanayi tesisleri, enerji nakil hatları ve yerleşim yerleri ile ormanların iç içe geçtiği (wildland-urban interface) karmaşık arazi kullanım desenleriyle de dikkat çekmektedir. Bu durum, özellikle yangın önleme ve söndürme organizasyonlarında insan kaynaklı risk faktörlerinin yönetimini, Bölge Müdürlüğü'nün öncelikli çalışma alanlarından biri haline getirmiştir.

Tablo 2.6. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Şeması (OGM, 2025a)



Bölge Müdürlüğümüz; 15 Şube Müdürlüğü, 10 Orman İşletme Müdürlüğü ve bu Müdürlüklere bağlı 99 Orman İşletme Şefliği, 10 adet Kadastro ve Mülkiyet Şefliği, 1 adet Ekosistem Hizmetleri Şefliği, 9 adet Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliği, 2 Orman Fidanlık Müdürlüğü ve bu Müdürlüklere bağlı 3 Orman Fidanlık Şefliği, 1 Etüt ve Proje Başmühendisliği, 3 adet Amenajman Rehberlik ve Denetim Başmühendisliği, 2 adet Orman Amenajman Başmühendisliği ve 13 adet Kadastro Komisyon Başkanlığı ile faaliyetlerini yürütmektedir. Ege bölgesinin önemli bir bölümünü kapsayan İzmir ve Manisa illeri mülki sınırları içerisindeki alanda; Kuzeyi Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü, Doğusu Denizli Orman Bölge Müdürlüğü, Güneyi Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, Batısı Ege Deniziyle çevrilidir.



Şekil 2.17. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü İdari Sınır Haritası (OGM, 2025a)

39º 25’28”- 37º 52’30” N enlemleriyle 26º 11’42” – 28º 52’ 28” E boylamları arasındadır.

Bölge Müdürlüğümüzde 0-2157 m Arasında değişen yükseltiler mevcuttur. Genel yükselti seviyesi 0-1000 m arasındadır. Spil Dağı:1517m. Yuntdağı:1057 m., Bozdağ: 2157 m, Nifdağı:1446 m, Yamanlar Dağı:1075 m., Çatalkaya: 876 m gibi önemli dağ ve yükseltileri bulunmaktadır (OGM, 2025a).

2.13. Orman Yangınlarına Ulaşım Organizasyonu

Orman Yolları; Çeşitli ormancılık faaliyetlerinin yürütülmesi amacı ile planlanan orman yolu şebeke ağının uzunluğu 16.236 kilometre olup, bunun 11.486 kilometrelik kısmı gerçekleşmiştir. Tamamı orman yangınlarına birinci derecede hassas işletmelere sahip Bölge Müdürlüğümüzde yer alan bu yol ağı, orman yangınları ile mücadelede en temel unsuru oluşturmaktadır. Orman yolları, yangın mevsiminin başlangıcı olan 1 Mayıstan önce ulaşıma açık hale getirilecektir. Bu işlem İşletme Müdürlüklerinde bulunan 11 adet greyderler yanında piyasadan ve diğer resmî kurumlardan sağlanacak iş makineleri ile gerçekleştirilmektedir. Yangına ulaşımda kolaylığı sağlamak için şebeke planlarındaki yol kod numaraları arazide mevcut yolların başlangıç kısımlarına uzaktan görülebilir ve okunabilir şekilde yazılmaktadır (OGM, 2025a).

Yangın Emniyet Yolları; Teşkilatımızca 2024 yılı sonu itibariyle toplam 3.251 kilometre yangın emniyet yolu yapılmış olup, bunların hizmet verir durumda tutulabilmesi için gerekli olanların bakımları yangın mevsimi başlamadan önce gerçekleştirilmektedir. Yangın Emniyet Yolları'nın kenarlarında yangınların yayılmasını engelleyici görev yapan Yangına Dayanıklı Türlerden şeritlerinin oluşturulmasına bu yıl da devam edilecek, önceki yıllarda dikilen fidanların teknik bakımları da zamanında yapılmaya çalışılmaktadır. Bu tesislerden rüzgâr perdesi olarak da yararlanılacağından kesinlikle budama yapılmamasına dikkat edilmektedir.

Yangın Emniyet Şeritleri; Tepeye sıçrayan yangınların kontrolünü sağlamak için, yangınların çıkma ve yayılma riskinin yüksek olduğu işletmelerde 285 Sayılı Tebliğ esaslarına uygun olarak Yangın Emniyet Şeritlerinin yangın mevsiminden önce bakımları yapılmaya çalışılmaktadır. Şeritlerin bakımında boş zamanlarında yangın ekip işçilerinden de yararlanılmaktadır.

Yangın Müdahale Cephesi; Çalışma alanında bulunan İşletme Müdürlüklerinin tamamı yangına 1. Derece hassastır. Orman İşletme Müdürlüklerimizde blok ibreli genç meşçereler ile yangına ikinci derecede hassas ancak orman yangını açısından büyük risk oluşturan genç Kızılçam ve Karaçam meşçerelerinin blok olarak yer aldığı büyük vadilerde koruma bandı ve yangın mücadele cephesi oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu amaçla mevcut olan Yangın Emniyet Yolları ve Yangın Emniyet Şeritlerinden faydalanılması yararlı olacaktır.



Şekil 2.18. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bölgesinde Çıkmış Bir Orman Yangınına Ait Görsel (Fotoğraf: İzmir OBM)

Tablo 2.7. Çalışma Alanı Yol Ağı Durumu (OGM, 2025a)

İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	Yol Ağı Planına Göre Or. Yolu Toplam Tulü	Mevcut B Tipi Orman Yolu	Mevcut Kule Yolu Miktarı	Mevcut YEY Miktarı	2025 Yılı Yeni Yol Yapım Programı
	Km	Km	Km	Km	Km
İZMİR	1.697	1348,059	3	405	12+29
BAYINDIR	1.825	1573,084	18	380	4+15
BERGAMA	2.019	1716,633	11	195	17
GAZİEMİR	2.154	1488,265	18	625	6+22
MANİSA	1.933	1369,33	10	511	8+5
SALİHLİ	1.446	1093,418	7	363	26+14
AKHİSAR	1.619	663,359	7	135	7
DEMİRCİ	905	562,046	12	150	14
GÖRDES	1.853	1071,009	8	237	0
SOMA	780	601,088	5	250	0
TOPLAM	**16.236**	**11.486,29**	**99**	**3251**	**179**

Çalışma alanın ulaşım altyapısı incelendiğinde, bölge genelinde toplam 16.236 km olarak planlanan yol ağının halihazırda yaklaşık 11.486 km'lik kısmının (B-tipi tali orman yolu) mevcut olduğu görülmektedir. Orman Genel Müdürlüğü'nün yangına hassas bölgeler için öngördüğü hektar başına 20 metrelik (20 m/ha) yol yoğunluğu hedefi teorik bir standart olarak kabul edilse de sahadaki dağılımın homojen dağılım göstermemektedir. Mevcut yol ağının büyük bir bölümünün geleneksel olarak üretim fonksiyonlarına hizmet edecek şekilde planlanmış olması, yangın riskinin yüksek olduğu bozuk orman alanları ve makilik sahalarda ulaşım kısıtlılıklarına yol açmaktadır. Bu sebeple, yangınla mücadelede 'ilk müdahale süresini' optimize etmek adına, yol planlamalarının sadece üretim odaklı değil, aynı zamanda yangın savunma stratejilerini ve araç manevra kabiliyetlerini (platform genişliği, kurp yarıçapı vb.) kapsayacak şekilde çok fonksiyonlu bir yaklaşımla yenilenmesi gerekmektedir.

2.14. Lojistik Planlamanın Yangın Önleme Çalışmalarındaki Rolü

Afet yönetim literatüründe afetler, yaygın bir sınıflandırmaya göre jeolojik, iklimsel, biyolojik, sosyal ve teknolojik olmak üzere beş ana kategoriye ayrılmaktadır. Uluslararası Acil Durum Veri tabanı (EM-DAT) tarafından belirlenen standartlar uyarınca, bir olayın afet olarak tanımlanması için belirli bir eşiğin (genellikle en az on kişinin ölmesi, yüz veya üzeri kişinin etkilenmesi ve yerel makamlarca olağanüstü hâl ilan edilmesi) aşılması gerekmektedir; bu durumda kuraklık, deprem, salgınlar, orman yangınları ve endüstriyel kazalar gibi doğal ve insan kaynaklı birçok olay afet olarak kabul görmektedir. Afet durumu sırasında gerçekleştirilen müdahale çalışmaları, istihbarat ve planlama, mali ve idari işler, operasyonlar ve lojistik gibi dört temel fonksiyon etrafında şekillenir. Bu temel fonksiyonlar içerisinde, Afet Lojistiği, afetten etkilenen hassas durumdaki bireylerin acil gereksinim duyduğu ürün, malzeme ve bilgilerin toplanmasını, depolanmasını, çıkış noktasından son noktaya kadar etkin ve verimli akışının sağlanmasını, planlanmasını, icrasını ve denetimini kapsayan kritik bir destek işlevi olarak tanımlanır. Afet lojistiğinin temel amacı, kurtarma faaliyetlerine destek olmak ve insani yardımların etkilenen bölgelere hızlı, zamanında ve rasyonel bir şekilde teslim edilmesini sağlamaktır; bu olayda, lojistik operasyonel olarak hazırlık, planlama, tedarik, nakliye, depolama, gümrükleme, izleme ve kontrol gibi çok boyutlu fonksiyonları bünyesinde barındırır (Oyanik, 2022).

Artan doğa olayları, iklim değişikliğinin ivmelendirdiği riskler ve hızlı kentleşme dinamikleri, afet yardım operasyonları üzerindeki sistematik baskıyı sürekli olarak artırmaktadır. Bu baskının ekonomik yansımaları da endişe vericidir; nitekim Avrupa Birliği ülkelerinde 2000-2012 dönemi için yıllık ortalama 4,9 milyar £ olarak hesaplanan tahmini sel kayıplarının, 2050 yılına kadar potansiyel olarak 23,5 milyar £ 'ya yükseleceği projekte edilmektedir. Afet müdahalesinin bu zorlu ve maliyetli bağlamında, bu çalışma lojistik süreçlere odaklanmaktadır; zira lojistik, herhangi bir afet yardımı çabasının hem en kritik bileşenini kapsamakta hem de toplam müdahale maliyetlerinin yaklaşık %80'ini teşkil ederek en pahalı operasyonel kalemi oluşturmaktadır. "Acil" veya "İnsani Lojistik" olarak da bilinen bu uzmanlık alanı, en temel anlamıyla, lojistik biliminin yöntem ve uygulamalarının, doğal afetlerin etkilerini hafifletmek amacıyla acil durum ve yardım operasyonlarına sistematik olarak entegre edilmesi şeklinde tanımlanabilir (Oyanik, 2022).

İnsani yardım operasyonlarının başarısında lojistik, toplam müdahale maliyetlerinin yaklaşık %80'ini teşkil etmesi nedeniyle stratejik ve belirleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bir

afet sonrası müdahalenin hızı ve etkinliği, lojistik kapasitenin; yani sahadaki acil durum malzemelerini tedarik etme, taşıma ve kabul etme yeteneklerinin doğrudan bir fonksiyonudur. Doğal afetlerin rastlantısal ve çoğunlukla öngörülemez doğası, acil durum mal talebinin de tahmin edilmesini son derece güç kılmaktadır. İnsani lojistiği, ticari (iş) lojistiğinden ayıran temel paradigma farkı da tam olarak bu yüksek talep belirsizliği ve öngörülemezlik dinamiğinden kaynaklanmaktadır (Oyanik, 2022).

Afet olaylarının doğasında var olan öngörülemezlik beraberinde getirdiği potansiyel can kaybı riskine ek olarak, insani lojistik alanını herhangi bir afet yardım operasyonunun en kritik yönü haline getirmektedir. Bu disiplin, özellikle maliyet, zaman ve hizmet kalitesi açısından operasyonel iyileşmelerin sağlanmasında temel bir unsur olarak kabul edilir. Doğal afetler nedeniyle savunmasız hale gelen insanlara yardım etmek için kaynakların (su, yiyecek, barınak, ilaç) zamanında ve etkin bir şekilde seferber edilmesi esastır; bu hayati mallar, yaralılara yardım etmek ve kurtarma operasyonunu desteklemek amacıyla yardım dağıtım merkezlerinden etkilenen bölgelere mümkün olan en kısa sürede sevk edilmelidir. Zira arz sıkıntısı, acil müdahalenin etkisizleşmesine ve artan acıya neden olabilir. Bu nedenle, lojistik stratejiler, arz tepkisini hızlandırmaya ve tahmin edilemez talep dinamikleriyle başa çıkmaya odaklanmalıdır. Bu alandaki en önemli lojistik stratejilerden biri, teslimat süresini ve işletme maliyetlerini azaltmak amacıyla, kritik malların tüketim yerine veya yakınına önceden konumlandırılması yöntemidir. Ön konumlandırma, sadece daha hızlı bir müdahale olanağı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda daha iyi tedarik zinciri planlamasına ve dağıtım maliyetlerinde iyileşmeye olanak tanır; ancak bu yaklaşım, olay gerçekleşmeden önce ek bir altyapı ve stoklama yatırımı gerektirmektedir (Oyanik, 2022).

Bir afet yönetim sisteminin operasyonel etkinliğini doğrudan etkileyen unsurlar, kriz anında hızlı müdahaleyi mümkün kılan çeviklik ve kaynak optimizasyonu yeteneği üzerine odaklanmaktadır. Yeni bir felaket meydana geldiğinde, hızla bir tedarik zinciri aktive edilir ve bu zincirin kritik başarı noktası olan hızlı müdahale, afetin türü, etkilenen nüfusun sayısı, yerel olarak mevcut olan veya ihtiyaç duyulan kaynaklar ve operasyonel alanın erişilebilirlik düzeyi gibi çeşitli değişkenlere bağlıdır. Tüm sistemin çevikliğini ve etkinliğini artırmak için, yerel yönetimlerin ve sivil toplum kuruluşlarının (STK) artan sorumluluk üstlenmesi, buna eşlik eden vatandaş katılımı ve farkındalık düzeyinin yükseltilmesi hayati önem taşır. Özellikle koordinasyon merkezi çatısı altında tesis edilen gelişmiş yerel sorumluluk mekanizması,

sistemin mükemmelleştirilmesi yolunda başlangıç aşamasında temel bir kolaylaştırıcı unsur olarak hizmet edecektir (Oyanik, 2022).

Elbette, lojistik yönetiminin afet ve insani yardım operasyonlarındaki rollerini ve geleneksel lojistikten farkını vurgulayan, akademik düzeyde ve akıcı bir tek paragrafı aşağıda bulabilirsiniz (Oyanik, 2022):

Lojistik yönetimi, herhangi bir yıkıcı olay veya acil durumda, kaynak bulma ve tedarik faaliyetlerini, çeşitli kurumlar ve taraflarca bağışlanan (istenmeyen hediyeler dahil) ilaç, gıda, giysi gibi malzemelerin tedarik zincirini yönetir. Esas tanımı, yardım akışının kaynak noktasından tüketim noktasına kadar olan mal ve malzemelerin verimli, maliyet etkin akışını ve depolanmasını, ayrıca ilgili bilgilerin toplanmasını, planlanmasını, uygulanmasını ve kontrolünü kapsamaktadır. Ancak, İnsani Lojistik, temel amacı etkilenen insanlara gıda, su, barınma ve tıbbi hizmetler açısından insani yardım sunmak olduğundan, geleneksel lojistik faaliyetlerle derinden; zira insani lojistik, kâr maksimizasyonu yerine zaman ve hizmet kalitesi odaklıdır ve bu yönetim süreçleri boyunca hızlı müdahale, öngörülemez talep yönetimi ve dağıtım hızı gibi kritik faaliyetlerin etkin şekilde yürütülmesini gerektirir (Oyanik, 2022):

- Uygun kalitede yeterli miktarda mal teminini sağlamak.
- Sınırlı ulaşım kullanımı arasında uygun koordinasyon ve önceliklendirme yapmak. – Mal hacminin uygun şekilde düzenlenmesi, depolanması ve taşınması
- İnsanların en güvenli alanlara etkin bir şekilde taşınması.
- Etkilenen alanın dışından açık transfer

Lojistik, genel olarak mal, ekipman ve personel tedarik etme, dağıtma, bakımını yapma ve ikame etme yöntemini ifade eden ve temel görevi, uygun malzemeleri, gereken miktarlarda, ihtiyaç duyulan yer ve zamanda teslim ederek operasyonel desteğin sürekliliğini sağlamak olan kritik bir yönetim bilimidir. Afet lojistiği, bu fonksiyonları yıkıcı olaylar ve acil durumlar bağlamına taşıyarak, çeşitli vasıflı uzmanlar ve destek personelinden oluşan entegre ve koordineli bir performans gerektiren, yüksek derecede karmaşık bir sistem uygulamasıdır; öyle ki, lojistik engellerin üstesinden gelmek, afet operasyonlarının hem en büyük hem de en zorlu unsurunu teşkil eder. Başarılı bir lojistik sistemin kritik bileşenleri arasında tıbbi tedarik, tesisler, güvenlik ve kilit bir destek birimi olan iletişim yer alır. İletişim, el telsizleri, telefonlar

veya bilgisayarlar aracılığıyla araç durumu, kaynak tüketimi ve birim atamaları gibi acil durum trafiğini içeren bilgileri açık ve özlü bir şekilde iletmekle sorumludur. Büyük ölçekli toplu yaralanma olaylarında, bir "tıbbi kontrol" birimi, hastane kabul durumunu yöneten bir kapı bekçisi işlevi görerek tüm uygun tıbbi ve uzmanlık tesisleriyle koordinasyonu sağlar; tesisler birimi ise, yerel halk sağlığı kurumları veya STK'lar desteğiyle olay yerindeki personele yiyecek, su ve yaşam destek hizmetlerini temin eder. Lojistiğin önemli bir bileşeni olan güvenlik, ise sivil düzeni kontrol etme, trafik yönetimi, tedavi alanı güvenliği ve hatta ikincil terör saldırılarına karşı koruma görevlerini üstlenerek, tıbbi personele ve ilk müdahale ekiplerine koruma sağlar. Sonuç olarak, tüm bu kompleks yapının etkinliği, genellikle merkezi bir koordinasyon birimini içeren planlama ve öngörünün, iyi bir lojistik programının temel taşını oluşturmasına bağlıdır (Oyanik, 2022).

Ulusal Afet Yönetim Ajansı başkanının Lojistik Yönetimi ve Afet Yönetim Ekipmanları Kılavuzuna ilişkin 2008 tarihli 13 sayılı yönetmeliği, afet yönetiminde lojistik yönetim sürecinin aşamalarının (Oyanik, 2022);

Lojistik yönetimi, en genel anlamıyla, tüketicilerin talep ettiği mal, hizmet ve bilgilerin çıkış noktasından varış noktasına kadar olan tedarik, depolama ve teslimat faaliyetlerini kapsar; ancak Afet Lojistiği (İnsani Lojistik), bu süreci temel insan ihtiyaçlarını (giyim, yiyecek, su, barınak, ilaç) karşılamak üzere özelleştiren hayati bir faaliyet olarak tanımlanır. Bu karmaşık alan, afet müdahale operasyonlarının ve insani yardım misyonlarının anahtarı konumundadır ve planlama/ihtiyaç envanteri, satın alma/mal kabulü, depolama/muhafaza, dağıtım, nakliye, ayırma ve hesap verebilirlik gibi bütünleşik süreçleri yönetir. Depo stoklarının titizlikle izlenmesi, taleplerin doğru sınıflandırılması ve ihtiyaçların rasyonel bir şekilde tahmin edilmesi bu yönetim sürecinde kritik öneme sahiptir. Zira, bir afetin sosyal ve ekonomik etkisini azaltmanın temel faktörleri olan bakımın süresi ve kalitesi, büyük ölçüde lojistik operasyonlardaki mükemmellik derecesinden ve bu temel faaliyetlerin etkin yürütülmesinden güçlü bir şekilde etkilenir (Oyanik, 2022):

a. Mükemmel kalitede yeterli miktarda mal temini sağlanması.

b. Sınırlı ulaşım kullanımı arasında uygun koordinasyon ve önceliklendirme yapılması.

c. Mal hacminin uygun şekilde düzenlenmesi, depolanması ve taşınması.

d. İnsanların en güvenli alanlara etkin bir şekilde taşınması.

e. Etkilenen alanın dışından açık transfer. İnsani lojistik ve tedarik zincirindeki aşamalar mevcut literatürde şu şekilde belirtilmiştir:

   - Azaltma
   - Hazırlık
   - Müdahale
   - Yeniden Yapılanma

Orman yangınlarıyla mücadelede lojistik planlama, geleneksel olarak kriz anı (reaktif) müdahale süreçleriyle ilişkilendirilse de İzmir 2025 Eylem Planı bağlamında, proaktif (önleyici) stratejilerin uygulanabilirliğindeki temel omurgayı oluşturmaktadır. Bu plan, yangın yönetimini salt bir "Söndürme" faaliyeti olarak değil, aynı zamanda "Önleme" ve "Hazırlık" aşamalarını da kapsayan bütüncül bir süreç olarak ele almakta ve bu önleyici aşamaların başarısı, doğrudan lojistik kapasiteye dayanmaktadır. Önleme faaliyetlerinin merkezinde yer alan "Biyokütlenin azaltılması" (yanıcı madde yönetimi) ve "yangına dirençli ormanlar" tesisi gibi silvikültürel müdahaleler, ancak lojistik bir planlama ile hayata geçirilebilir; zira bu faaliyetler, planda tahsis edilen 14 adet dozer gibi ağır iş makinelerinin stratejik olarak (treylerler vasıtasıyla) riskli alanlara zamanında intikalini ve sistematik çalışmasını gerektirir. Benzer şekilde, yangınla mücadelenin "en temel unsuru" olarak tanımlanan ve hem önleme hem de müdahale ekiplerinin erişimini sağlayan orman yol ağının (Yangın Emniyet Yolları dâhil) tesisi ve 1 Mayıs'tan önce "ulaşıma açık hale getirileceği" taahhüdü, fiziki bir altyapı çalışmasından öte, kapsamlı bir bakım ve hazırlık lojistiği operasyonudur. "Yangın Sezonu Öncesi Hazırlıklar" bölümü, bu lojistik planlamanın en somut göstergesidir; planda yer alan 74 arazöz, 43 ilk müdahale aracı ve diğer tüm kritik ekipmanların "her türlü teknik bakımlarının yapılmış olması" hedefi, krizden önce kaynakların operasyonel hazırlığını garanti altına alan temel bir tedarik zinciri ve varlık yönetimi sürecidir. Sonuç olarak, İzmir 2025 Eylem Planı'nda lojistik planlama, sadece yangın anında ekiplerin intikal süresini kısaltan bir araç değil, aynı zamanda ormanların yangına karşı direncini artıran tüm fiziki önleme faaliyetlerinin sahada uygulanabilmesini sağlayan stratejik ve proaktif bir kolaylaştırıcıdır.

2.15. Yangın Önleme Kapsamında Yeni Teknolojik Yaklaşımlar

2.15.1. Uzaktan İzleme Sistemleri ve Yangın Erken Uyarı Teknolojilerinin Kullanımı

Farklı nitelikteki uzaktan algılama verileri, orman yangını yönetiminin tüm fazlarında (yangın öncesi, sırası ve sonrası) kritik bilgi üretme potansiyeline sahiptir. Orman örtüsüyle kaplı alanlarda, yangın davranışı ve risk modellemesi için temel girdi parametreleri olan meşcere tipleri, kapalılık, topografik özellikler (eğim, bakı), meteorolojik koşullar (rüzgâr, sıcaklık, nem) ve çevresel arazi örtüsü/arazi kullanımı (AÖ/AK) dinamikleri, kullanılan uydu verisinin özelliklerine bağlı olarak farklı ölçeklerde belirlenebilmektedir. Günümüzde, kapsamlı uydu görüntüsü arşivlerinden yararlanılarak zaman serisi analizleri ve değişim tespit çalışmaları yürütülebilmekte; bu da yangın öncesi yakıt yükü birikiminin veya yangın sonrası vejetasyon yenilenmesinin izlenmesine olanak tanımaktadır. Bu analizlerin başarısı, amaca uygun olarak seçilen uydu görüntüsünün çözünürlük özelliklerine (mekânsal, zamansal, spektral) doğrudan bağlıdır. Düşük mekânsal çözünürlüklü veriler, makro ölçekte sinoptik bir bakış açısı sunarak bölgesel izlemeye olanak sağlarken; yüksek mekânsal çözünürlüklü veriler, büyük ölçekli haritalama yüksek detaylı ve hassas analizler (örn. Yanıklık derecesi haritalaması) için vazgeçilmezdir (Güngöroğlu ve ark., 2021).

Orman yangınlarının oluşumu ve yayılımı, yanıcı madde, meteorolojik koşullar ve topografya arasındaki karmaşık etkileşimler tarafından yönetilir. Bu faktörlerden özellikle topografik özellikler

—Bilhassa yangının ilerlemesini hızlandıran eğim ve güneş radyasyonu alımıyla yakıt nemini etkileyen bakı (örneğin kuzey yarımkürede güneye dönük yamaçlar)

—Yangın davranışı üzerinde belirleyici bir rol oynar. Bu üç boyutlu (3D) mekânsal veriler, stereo yeteneğe sahip uydu görüntülerinden türetilen sayısal yükseklik modelleri (DEM) aracılığıyla analiz edilerek orman örtüsü ve araziye ilişkin yükseklik bilgileri elde edilebilir. Daha yüksek mekânsal çözünürlük ve meşcere verileri için ise, İnsansız Hava Araçlarına entegre edilmiş kameralar veya Lidar sistemleri kullanılarak daha hassas bilgi çıkarımı yapılabilmektedir. Yangın anının (yangın sırası) tespitinde, alevlerin sıcaklık, parlaklık ve duman gibi özel imzaları esas alınır; yangın yüzeyindeki sıcaklığın 1000 °C'ye kadar yükselebilmesi, elektromanyetik spektrumun termal kızılötesi (TIR) bölgesinde yüksek radyasyona neden olur. Çeşitli platformlara (İHA, uçak, uydu) takılı termal kameralardan elde edilen bu termal görüntüler üzerinde gelişmiş kenar belirleme algoritmaları uygulanarak,

yangının ilerleyiş yönü ve hızı anlık olarak tahmin edilebilmektedir. Yangın çalışmalarında pasif uzaktan algılama sistemlerinin yanı sıra, aktif sistemler de (hem yersel hem de hava platformlarında) vazgeçilmezdir. Örneğin, Yapay Açıklıklı Radar (SAR) verileri; yangından etkilenen alanların tespiti, biyokütle kestirimi, toprak/bitki nem içeriği ve kanopi yüksekliği gibi yapısal parametrelerin belirlenmesinde kullanılırken; Lidar taramaları, orman envanteri ve yakıt yükü) modellemesi için kritik olan ağaç sayısı ve çap gibi parametreleri yüksek doğrulukta belirleyebilir. Son olarak, tüm bu platformlardan (uydu, İHA, yersel) elde edilen verilerin doğrulanması ve karakterizasyonu için yersel algılayıcılar kullanılır; örneğin, spektroradyo metreler ile sağlıklı veya strese girmiş bitki örtüsünün spektral yansıma eğrileri veya klorofil ölçerler ile yapraktaki fizyolojik değişimler (örn. Klorofil miktarı) hassas bir şekilde sahada tespit edilebilmektedir (Güngöroğlu ve ark., 2021).

Yanmış orman alanlarının belirlenmesi ve haritalanması amacıyla küresel ölçekte çeşitli uzaktan algılama platformları ve algılayıcıları (sensörler) etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle, Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi, MODIS veya AVHRR gibi düşük mekânsal çözünürlüğe ancak yüksek zamansal çözünürlüğe sahip algılayıcılar, geniş alanları (küresel ölçekte) kapsayan yangın algılama ve izleme çalışmalarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Ancak, bu düşük mekânsal çözünürlüklü verilerin, özellikle Akdeniz Bölgesi gibi görece daha küçük ölçekli yangınların ve yüksek derecede parçalanmış ekosistem yapılarının baskın olduğu coğrafyalarda kullanılması kısıtlılıklar barındırır. Bu tür heterojen alanlarda, düşük çözünürlüklü görüntüler yangın sonrası hasar tespiti ve yanıklık derecesi gibi detaylı analizler için yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, söz konusu bölgelerde daha yüksek detayda ve doğrulukta bir yanmış alan analizi gerçekleştirmek amacıyla, Landsat ve Sentinel-2 gibi orta mekânsal çözünürlüklü veya SPOT 6/7, WorldView ve Pleiades gibi yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu platformlarından elde edilen verilerin kullanılması, daha güvenilir ve detaylı bilgi üretilmesine olanak sağlamaktadır (Güngöroğlu ve ark., 2021)

İleri teknolojik gelişmeler, pasif ve aktif uzaktan algılama veri setlerinin veri füzyonu süreçleri aracılığıyla bütünleşik (entegre) olarak analiz edilmesini mümkün kılmıştır. Bu yaklaşım, Lidar verileri gibi aktif sistemlerden elde edilen üç boyutlu yapısal bilgilerin, saha verileriyle kalibre edilmiş çok-zamanlı optik uydu görüntüleriyle birleştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu entegrasyon, orman yapısındaki mekânsal ve zamansal değişikliklerin araştırılması ve yangın sonrası (post-fire) yaban hayatı habitatlarının haritalanması gibi ileri düzey analizler için kritik öneme sahiptir. Genel olarak, çeşitli algılayıcılardan elde edilen verilere görüntü işleme

yöntemlerinin uygulanması, orman yangını yönetimi için hızlı ve etkin bilgi üretilmesini sağlamaktadır. Bu amaçla, görüntü yorumlama, sınıflandırma algoritmaları veya yangın sonrası vejetasyon durumunu belirlemeye yönelik spesifik spektral indeksler kullanılmaktadır. Bu indeksler arasında, Yakın Kızılötesi (NIR) ve Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR) bantlarını kullanan Normalize Edilmiş Yanma Oranı (NBR) ve özellikle yangın öncesi ile sonrası indekslerin farkına dayanan Fark Normalize Edilmiş Yanma Oranı (dNBR), yanmış orman alanlarının sınırlarını ve yangının etkilenme derecesini hızla belirlemede en yaygın kullanılan ve en etkin yöntemlerdendir (Güngöroğlu ve ark., 2021).

Günümüzde ücretsiz erişime açık hale gelen büyük ölçekli uydu görüntü arşivlerinin ve bu verileri işlemeye yönelik gelişmiş görüntü işleme platformlarının yaygınlaşması, uzaktan algılama teknolojilerinden bilgi üretme sürecini eskiye nazaran çok daha erişilebilir ve yaygın bir akademik ve operasyonel uygulama haline getirmiştir. (Güngöroğlu ve ark., 2021).

Orman yangınlarının temelini oluşturan yanıcı madde, oksijen ve topografya bileşenleri arasında, doğrudan müdahale imkânı yalnızca yanıcı madde yönetimi üzerinden sağlanabilmektedir. Yanıcı maddenin mekânsal heterojenliği, yangın riski ve davranışı üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğundan, özellikle yerleşim yerleri çevresindeki yanıcı madde yüklerinin belirlenmesinde uzaktan algılama verileri kritik bir girdi oluşturur; bu nedenle, uydu görüntülerinin artan spektral çözünürlüğü, hiperspektral algılama yeteneği ve derin öğrenme gibi görüntü işleme yöntemleri, farklı vejetasyon türlerinin ayırt edilebilirliğini artırarak yanıcı madde yükü hesaplamaları için temel teşkil eder. Yanıcı maddeye ek olarak, yangının yayılımını etkileyen eğim ve bakı gibi topografik özellikler de uzaktan algılama ile hassasiyetle belirlenir; yüksek eğimin ilerlemeyi hızlandırdığı ve Kuzey Yarımküre için güneye dönük bakıların artan güneşlenme nedeniyle yangın riskini yükselttiği bilinmektedir. Bu topografik bilgiler, stereo yeteneğe sahip uydu görüntüleri kullanılarak türetilen sayısal yükseklik modelleri (DEM) veya daha büyük ölçekte İnsansız Hava Araçlarına (İHA) takılı Lidar sistemleri aracılığıyla elde edilebilmektedir. Yangın sırasındaki müdahalelerin zamanında yapılabilmesi için, alevlerin sıcaklık, hareket ve duman gibi özel imzalarını gerçek zamanlı izlemek şarttır; yangın yüzeyindeki sıcaklığın 1000 °C'ye kadar yükselmesi nedeniyle elektromanyetik spektrumun termal kızılötesi (TIR) bölgesinde oluşan yüksek radyasyon, TIR kameralar ile kaydedilmekte ve bu görüntüler üzerinden uygulanan gelişmiş kenar belirleme yöntemleriyle yangın yönü ve ilerleyişi tahmin edilebilmektedir. Bu yüksek zamansal çözünürlüğün sağlanması, günümüzde yörüngeleri birbirini takip eden takım uydular veya küp

uydular gibi sürekli aynı bölgeyi izleyen uydu sistemleri ile mümkün hale gelmiştir. Ayrıca, pasif uzaktan algılama sistemlerine ek olarak, Yapay Açıklıklı Radar (SAR) gibi aktif sistemler ile yanmış alan tespiti, biyokütle, toprak/bitki nem içeriği ve topografik yapı belirlenirken; Lidar taramaları ile ise yüksek doğrulukta ağaç çapı ve kanopi yüksekliği gibi detaylı parametreler elde edilmektedir. Nihayetinde, tüm bu verilerin doğrulanması amacıyla yersel algılayıcılar (spektroradyometreler veya klorofil ölçerler) kullanılarak sağlıklı ve yangından etkilenen türlerin spektral ve fizyolojik özellikleri sahada tespit edilmektedir (Güngöroğlu ve ark., 2021).

Tablo 2.8. İşletme Müdürlüklerinin Yangına Hassasiyet Derecelerine Göre Dağılımı

BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ	İŞLETME ADEDİ	1. DERECE
İZMİR	10	İZMİR
		AKHİSAR
		BAYINDIR
		BERGAMA
		DEMİRCİ
		GAZİEMİR
		GÖRDES
		MANİSA
		SALİHLİ
		SOMA

Orman yangınlarının erken tespit stratejilerinin temelini oluşturan gözetleme altyapısının sürdürülebilirliği ve operasyonel menzilinin artırılması amacıyla, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna öncelik verilmiştir. Bu kapsamda, mevcut kameralı gözetleme kulelerinin enerji ihtiyacını karşılamak üzere Fotovoltaik Güneş Enerjisi sistemleri devreye alınmıştır. Sistematik bir modernizasyon süreciyle, 2017 yılında 25, 2018 yılı içinde ise ilave 20 gözetleme kulesine bu enerji çözümü uygulanmış; bu çalışmalar sonucunda 2018 yılı sonu itibarıyla toplamda 149 adet gözetleme kulesi güneş enerjisi ile desteklenmiştir. Bu statik (sabit) altyapıya ek olarak, gözetleme kapsama alanını maksimize etmek ve riskli bölgelerdeki görüş kısıtlılıklarını gidermek amacıyla mobil çözümlere de geçilmiştir. İstanbul ve İzmir Bölge Müdürlüklerinde 2018 yılından itibaren kullanılmaya başlanan "Mobil Yangın Gözetleme Sistemleri", güneş enerjisi ile desteklenmekte ve mevcut kulelerin görüş alanı dışında kalan veya yüksek risk taşıyan noktalara hızla konuşlandırılarak esnek bir gözetleme kabiliyeti sunmaktadır. Bu teknolojik adaptasyon, yangın gözleminde enerji otonomisini sağlarken, aynı zamanda kritik alanların sürekli izlenmesini ve erken uyarı kapasitesinin

mekânsal olarak genişletilmesini hedeflemektedir (Orman Yangınlarıyla Mücadelede Yenilikçi Yaklaşımlar Grubu Çalışma Belgesi)

İnternet Teknolojisine Dayalı Bilgisayar Tabanlı Erken Uyarı Uygulamaları

Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı yangın erken uyarı sistemleri, ön uç bir bilgi toplama mimarisi olarak konumlandırılmakta ve gerçek zamanlı veri toplama amacıyla kullanılmaktadır. Bu tür sistemler, orman yangınlarının zamanında tespit edilmesini ve tehlikenin mümkün olan en kısa sürede bertaraf edilmesini sağlamak amacıyla çok katmanlı ve karmaşık alt sistemlerden sorumludur. Bu sorumluluklar; sahadan anlık veri elde edilmesinden, arka planda (çalışan karar destek sistemlerine (DSS), entegre komuta-kontrol mekanizmalarına, yangın noktasının hassas konumlandırılmasına, insan ve malzeme kaynaklarının yangın alanına bilimsel ve rasyonel planlama ile tahsis edilmesine ve sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr gibi kritik meteorolojik verilerin toplanmasına kadar uzanan geniş bir yelpazeyi kapsar. İleri teknoloji desteğine sahip etkin bir orman yangını yönetim sisteminin kurulması, ancak tüm akıllı önleme platformlarının, aynı platform mimarisi üzerinde ara bağlantı kurmasını, birlikte çalışabilirlik sağlamasını ve bu sayede kesintisiz bilgi elde edilmesini ve paylaşılmasını gerektirir. Bu ileri düzey sistem entegrasyonu, farklı amaçlar için kurulan spesifik akıllı platformların, kademeli olarak ve birbirleriyle tam uyum sağlayacak şekilde inşa edilmesiyle gerçekleştirilebilir. Bu mimariyi oluşturan Nesnelerin İnterneti (IoT) sistemi ise, modern ses/video sıkıştırma, ağ iletişim teknolojisi, bilgisayar kontrolü, akışlı ortam iletimi, veri toplama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) teknolojileri gibi çoklu disiplinlerden beslenen bütünleşik bir teknoloji yığınını içermektedir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisinin orman yangını önlemedeki ileri düzey bir uygulamasını temsil eden algılayıcı-tabanlı erken uyarı sistemleri, Uzaktan Algılama (RS), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Yapay Zekâ (AI) gibi disiplinler arası teknolojileri bütünleştiren karmaşık bir mimari sunmaktadır. Bu sistemler, "önleme ve kontrol kombinasyonu" ilkesine dayanarak, orman kaynaklarının korunması ve yönetilmesi için tüm hava koşullarında çalışabilen, sayısal ve tam kapsama özelliklerine sahip bir altyapı sağlayarak, "erken keşif ve erken söndürme" şeklindeki stratejik hedefe ulaşılmasını operasyonel olarak mümkün kılar. Tipik bir sistem, dört temel bileşenden oluşur: Yangın Algılayıcı Ağı, Yangından Korunma Baz İstasyonu, Mobil Yardımcı Sistem ve CBS Uyarı Platformu. Bu mimarinin temelini oluşturan algılayıcı ağı, sahadaki gerçek topoğrafyaya göre konuşlandırılır ve erken evredeki çok küçük (<1m²) bir yangını dahi 100 metre mesafeden 10 saniye gibi kritik

bir sürede algılayarak, kablosuz iletişimle komşu dedektörlere yangın bilgisini iletebilir. Veri, yangın baz istasyonuna ulaşana kadar ağ üzerinde "röle" (otomatik atlama) modunda iletilir; ardından GPRS aracılığıyla baz istasyonu tarafından CBS uyarı sistemine uzaktan aktarılır ve sahadaki yangın durumu arka plan yönetim sistemi üzerinden üç boyutlu bir elektronik kabartma haritasında görselleştirilir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Ancak, IoT teknolojisiyle kurulan bu dağıtık ağlarda, bağlantının sürekliliğini sağlamak en önemli teknik zorluktur; zira tek bir cihazın arızalanması, ağın belirli kısımlarda izole olmasına yol açabilir. Literatürde, bu devre düğümü başarısızlıklarıyla başa çıkmak için üç temel yaklaşım mevcuttur: Proaktif yöntemler (maliyetli ve verimsiz olabilen artı-yedekli/redundant topolojiler kurmaya odaklanır), Reaktif yöntemler (arızayı erken gözlemleyip onarım prosedürlerini başlatır) ve Hibrit yöntemler (arıza öncesi hazırlık ile arıza sonrası kurtarma stratejilerini birleştirir) (Akkaya ve Özbay, 2022).

Geniş coğrafi alanları kapsamayı hedefleyen Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı orman yangını erken uyarı sistemleri gibi yüksek seviyeli projelerin inşası, büyük sermaye yatırımı, yüksek teknik standartlar ve karmaşık bakım gerekliliklerini beraberinde getirir; bu da sistemin kurulum ve idamesinde uzmanlık bilgisi ve titiz bir bilimsel yönetim yaklaşımı zorunluluğunu ortaya koyar. Bu tür bir sistemin başarılı olması, farklı amaçlar için kurulan tüm akıllı önleme platformlarının, kademeli bir sistem inşası yoluyla aynı platform mimarisine dayalı ara bağlantı ve kesintisiz bilgi paylaşımı sağlamasını gerektirir. Orman yangını ihbar sistemi, özü itibarıyla son derece karmaşık bir yapıdır ve kurulumu ile entegrasyonu, video, ses, sensör ve diğer tüm ilgili verilerin alınmasını, iletilmesini, kontrol edilmesini, görüntülenmesini ve kapsamlı bir şekilde izlenmesini/yönetilmesini sağlayan devasa bir teknik altyapının tesis edilmesine bağlıdır. Bu karmaşık sistemin operasyonel verimliliğini belirleyen en kritik unsur ise, temelinde gelişmiş IoT uyarı cihazları bulunan teknoloji, sistem ve yönetimin kesintisiz çalışmasını sağlayacak, çoğunluğu profesyonel ormancılık çalışanlarından oluşan uzman bir insan-bilgisayar ekibinin oluşturulması ihtiyacıdır (Akkaya ve Özbay, 2022).

2.15.2. Akıllı Taşıma Sistemleri ve Otonom Yangın Söndürme Araçlarının Uygulanabilirliği

Otonom araçların Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) ile stratejik entegrasyonu, Araçtan Altyapıya (V2I) ve Araçtan Araca (V2X) iletişim teknolojilerini temel almaktadır. Bu sürekli ve çift yönlü

bağlantı, aracın çevresindeki engelleri veya nesneleri anlık veri akışı yoluyla algılamasını mümkün kılar ve AUS kurgusunun anahtar bileşenini oluşturur. Bu bağlantılı ağ üzerinden elde edilen bütünleşik veriler, güvenlik, verimlilik ve mobiliteyi artırmak amacıyla trafik yönetiminin analiz edilip optimize edilmesine olanak tanır; örneğin, AUS, araçları sıkışıklık yaşanan bölgelerden proaktif olarak yeniden yönlendirebilir veya trafiğin yoğunluğuna göre dinamik karayolu hız sınırları belirleyebilir. Otonom ve kooperatif teknolojilerin (örneğin "platooning"- araç katarı) yük ve otobüs hizmetlerine entegrasyonu, mevcut yol kapasitelerinin artırılmasında hayati bir rol oynayabilir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Bu teknolojilerin sunduğu artan güvenilirlik, konfor ve yolculuk sırasında farklı işlere odaklanabilme olanağı, algılanan zaman değerini iyileştirerek daha uzun mesafeli yolculukları teşvik edebilir. Sürücüsüz araçların yaygınlaşmasının, geleneksel araç paylaşım hizmetlerinin önündeki operasyonel ve lojistik engelleri çözmesi öngörülmektedir. Bu dönüşüm, "Hizmet olarak Mobilite kavramının (yarı) otonom araçların tanıtımıyla tam uyumlu hale gelmesini sağlamakta; sürücüsüz taksilerin, geleneksel toplu taşıma hizmetlerini tamamlayıcı bir rol üstlenerek, potansiyel olarak özel otomobil ve geleneksel taksilerin yerini alabileceği düşünülmektedir; zira bu araçların daha düşük operasyonel maliyetler sunması ve yolculuk sırasında çoklu görevleri kolaylaştırması beklenmektedir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Otonom araçların toplum sağlığı ve güvenliği üzerindeki potansiyel etkileri, çok değişkenli bir yapıya sahip olup, otomasyon seviyesine (Levels 0-5), kullanım ve mülkiyet modellerine ve motor tipine (içten yanmalı, elektrikli) bağlı olarak önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Bu konudaki öngörüler ve projeksiyonlar, mevcut kaza veri tabanlarının analizine ve uzman görüşlerine dayanmaktadır. Kaza veri tabanlarına yönelik kapsamlı incelemeler, mevcut trafik çarpışmalarının yaklaşık %93'ünün doğrudan insan hatasından kaynaklandığını tutarlı bir şekilde göstermektedir; bu bulgu, araçların tam otomasyon seviyesine ulaşması durumunda, bu hata payının teorik olarak tamamen elimine edilebileceği tahminini güçlendirmektedir. Hatta, Seviye 0 ve Seviye 1 gibi temel otomasyon destek özelliklerinin dahi, trafik kazalarının yaklaşık üçte birini en aza indirme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Bu potansiyeli modellemeye yönelik olarak, Daimler (Mercedes-Benz) tarafından 2010 yılında yayınlanan ve araç güvenliği araştırmalarını temel alan bir tahmin modeli, artan otomasyonun kazaları 2020 yılına kadar %10, 2050 yılına kadar %50 ve 2060 yılına kadar %71 oranında azaltabileceğini öne sürmüştür. Benzer şekilde, ABD'de yapılan ve filo penetrasyon oranlarını

temel alan bir araştırma, ülkedeki araç filosunun sadece %10'unun otonoma dönüştürülmesinin yıllık 0,2 milyon kaza azalması ve 1.100 hayat kurtarılması ile sonuçlanacağını; penetrasyon oranının %90'a ulaşması durumunda ise bu etkinin yıllık 4,2 milyon kaza azalması ve 21.700 önlenen ölüm seviyesine ulaşabileceğini öngörmektedir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Otonom araçların (AV) toplumsal üzerindeki etkileri, iki temel kategoride incelenebilir: "Doğrudan etkiler" ve "Dolaylı etkiler". Doğrudan etkiler, AV kullanıcılarının (yolcuların) bireysel düzeyde deneyimlediği sonuçları kapsar; bunlar arasında trafik güvenliğinin artması (kaza oranlarının düşmesi), sürüş stresinin azalması, hava ve gürültü kirliliğinin azalması ve sosyal etkileşimlerin artması gibi pozitif halk sağlığı çıktıları yer alır (bununla birlikte elektromanyetik alan artışı gibi potansiyel riskler de mevcuttur). Dolaylı etkiler ise, AV'lerin geniş ölçekli benimsenmesinin ardından toplumun geneline yayılan makro-düzey sonuçları ifade eder; trafik sıkışıklığı dinamikleri, toplu taşıma sistemleri üzerindeki etki, arazi kullanımı ve sağlıklı kentsel tasarım paradigmaları, sosyal eşitlik ve ekonomi bu kategoride değerlendirilmektedir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Genel bir bakış açısıyla, otonom araçlar, halk sağlığını yenilikçi bir ulaşım müdahalesi olarak yeniden şekillendirme potansiyeline sahip önemli bir teknolojik değişimdir. Trafik güvenliğinde beklenen somut iyileşmelerin ötesinde, otonom araçların toplum sağlığına yönelik sunduğu fırsatların maksimize edilmesi; onların tamamen elektrikli (ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla desteklenen), paylaşımlı bir mobilite formatında uygulanmasına ve toplu taşıma ile aktif ulaşım modlarıyla (yürüme, bisiklet) stratejik olarak entegre edilmesine koşullu olarak bağlıdır (Akkaya ve Özbay, 2022).

İzmir ili, Akdeniz iklim kuşağının getirdiği yüksek yangın riski, karmaşık topografik yapısı (dağlık ve engebeli arazi) ve özellikle Kentsel-Kırsal Arayüz (KKA) alanlarındaki yoğun ve dağınık yapılaşma deseni nedeniyle, orman yangınlarıyla mücadelede kritik ve son derece karmaşık bir vaka niteliği taşımaktadır. Bu dinamik risk ortamında, geleneksel müdahale yöntemlerinin, yangınların kontrol dışı (eskalasyon) hale gelmesinde belirleyici olan "ilk müdahale süresinin" kısaltılması ve personel güvenliğinin maksimize edilmesi noktalarında artan zorluklarla karşılaştığı gözlemlenmektedir. Bu operasyonel ve stratejik boşluğu doldurmak amacıyla, yenilikçi teknolojik adaptasyonlar bir zorunluluk haline gelmiştir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Bu nedenle, bu tez çalışması, Akıllı Ulaşım Sistemleri ile Otonom Yangın Söndürme Araçlarının, İzmir ilindeki orman yangınları yönetimine operasyonel entegrasyonu ve uygulanabilirliği üzerine odaklanmaktadır. Araştırmanın temel hipotezi, AUS'un; Araçtan Altyapıya (V2I) ve Araçtan Araca (V2X) iletişim protokollerini kullanarak, İHA (dron) görüntüleri, meteorolojik veriler ve mobil sensörler gibi heterojen veri kaynaklarından gelen bilgileri bütünleştirerek (veri füzyonu), dinamik rota optimizasyonu sağlayacağı ve böylece müdahale ekiplerinin intikal sürelerini minimize edeceği yönündedir. Buna paralel olarak, otonom (sürücüsüz) kara araçlarının (arazöz, dozer vb.) uygulanabilirliği, özellikle yoğun duman, düşük görüş koşulları ve yüksek riskli cephe hatları gibi insan erişiminin tehlikeli veya imkânsız olduğu bölgelerde, kesintisiz (24/7) ve hassas müdahale ile lojistik destek (su ikmali vb.) sağlama potansiyeli açısından değerlendirilecektir (Akkaya ve Özbay, 2022).

Nihai olarak bu çalışma, bu iki ileri teknolojinin İzmir'in değişken yol ağı, karmaşık arazi yapısı ve KKA dinamikleri özelinde karşılaşacağı zorlukları ve sunacağı fırsatları analiz etmeyi; afet lojistiğini reaktif bir yapıdan proaktif ve veriye dayalı bir modele dönüştürerek, müdahale verimliliğini artıracak ve insan hayatını koruyacak bütünleşik bir modelin fizibilitesini ortaya koymayı amaçlamaktadır (Akkaya ve Özbay, 2022).

2.15.3. İleri Seviye GPS ve Dron Tabanlı İzleme Sistemlerinin Entegrasyonu İnsansız Hava Araçları (Dronlar)

Ormancılık uygulamalarında uzaktan algılamanın yaygın kullanımına rağmen, varlığını sürdüren kritik teknik zorluk, özellikle zaman-kritik durumlarda ihtiyaç duyulan verinin anlık olarak toplanamamasıdır. Bu eksiklik, orman yangını yayılımının anlık değerlendirilmesi, zararlı salgınlarının tespiti veya afet anında söndürme stratejilerine karar verme ve personel güvenliğini sağlama gibi operasyonel kararlarda büyük bir engel teşkil etmektedir. Bu operasyonel boşluğu doldurmak amacıyla, otonom seyrüsefer (navigasyon) kabiliyetine sahip ve çeşitli görevleri icra edebilen İnsansız Hava Araçlarına (İHA/Dronlar) yönelik ilgi ivmelenerek artmaktadır. İHA platformları, kalkış-iniş tekniğine göre yatay (genellikle sabit kanatlı platformlar) ve dikey (döner kanatlı/rotorcraft platformlar) olmak üzere iki ana sınıfa ayrılır. Özellikle VTOL kabiliyetine sahip olan çok rotorlu hava araçları (dronlar), pist gerektirmemeleri, üstün manevra kabiliyetleri, faydalı yük (ör. Termal kamera, sensörler) taşıma kapasiteleri ve yüksek çözünürlüklü algılayıcılarla donatılabilmeleri sayesinde, otonom

ve yüksek hassasiyette veri elde etme imkânı sunar. Bu üstün yetenekler, dronların yangın, deprem gibi afet yönetimi ve arama-kurtarma faaliyetlerindeki operasyonel kullanımını ve stratejik önemini hızla artırmaktadır (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).

Orman yangınlarıyla mücadele operasyonlarının kritik bir bileşeni olan yangın izleme, yangın cephesi geometrisinin ve yayılımı etkileyen potansiyel parametrelerin gerçek zamanlı olarak hesaplanması şeklinde tanımlanır. Günümüzde bu süreç ve buna dayalı söndürme taktikleri, büyük ölçüde insan-merkezli bir yaklaşımla, yani yangın harekât merkezlerindeki yangın yönetimi uzmanlarının görsel veya kameralardan elde edilen verilere dayanarak yaptıkları görece tahminler ile yürütülmektedir. Ancak bu tahminler, alevleri gizleyen yoğun duman, görsel değerlendirmedeki insan kaynaklı bilişsel yanılgılar ve yangının tam yerinin belirlenmesindeki konumsal hatalar gibi nedenlerle önemli bir hata payına tabidir. Son yıllarda, bu insan faktörlü kısıtlamaları aşmak için yeni teknolojiler uygulanmaya başlansa da bu teknolojilerin çoğu düşük operasyonel güvenilirlik ve yüksek maliyetler gibi uygulama problemleri nedeniyle sahada yaygın kullanıma geçememiştir (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).

Buna karşın, İnsansız Hava Aracı Sistemleri (İHS- UAS), gelişen teknolojilerle birlikte orman yangınlarına müdahalede stratejik bir rol oynama kabiliyeti kazanmıştır; nitekim bu sistemlerin yangın tespiti, konum belirleme ve izleme konularında başarılı oldukları akademik literatürde de kanıtlanmıştır. “Dron” olarak da bilinen ve uzaktan kumanda veya yerleşik otonom bilgisayarlar tarafından yönlendirilen bu platformlar, literatürde İnsansız Hava Aracı (İHA), İnsansız Hava Uçağı (İHU) veya Uzaktan Kumandalı Hava Aracı (UKH) (tipik olarak askeri jargonda) olarak da adlandırılır. Bununla birlikte, günümüzde İHA teriminin, sadece hava aracını değil, yer kontrol istasyonu, iletişim ve veri işleme gibi tüm karmaşık bileşenleri kapsayan bütüncül sistemi yansıtmak amacıyla kasıtlı olarak İnsansız Hava Sistemleri (İHS-UAS) şeklinde değiştirilerek kullanılması giderek yaygınlaşan bir eğilimdir (Güngöroğlu ve Çoban, 2023)

İnsansız Hava Araçları (İHA/Dronlar), teknik özelliklerine ve görev profillerine göre çok çeşitli bir sınıflandırma metodolojisine tabidir; bu sınıflandırma faydalı yük kapasitesi, havada kalış süresi (dayanıklılık/endurance), operasyonel irtifa, güç kaynağı ve kanat tasarımı gibi kritik performans parametrelerine dayanır. Literatürde bu kategorizasyon, MAV (Mikro), NAV (Nano) ve VTOL (Dikey Kalkış/İniş) platformlarından, LALE (Alçak İrtifa, Uzun Dayanıklılık), MALE (Orta İrtifa, Uzun Dayanıklılık) ve HALE (Yüksek İrtifa, Uzun Dayanıklılık) gibi operasyonel seviyelere kadar uzanmakta veya fiziksel boyuta (büyük, orta,

mikro/nano) göre yapılmaktadır. Platformlar ayrıca kullanım amaçlarına göre de sınıflandırılır; bu amaçlar askeri (hedef/tuzak, keşif, savaş) uygulamalardan, bilimsel araştırmalara (mekânsal ekoloji, vejetasyon dinamiği, yaban hayatı izleme) ve afet yönetimine (orman yangınlarının izlenmesi) kadar geniş bir yelpazeyi kapsar (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).



Şekil 2.19. İHA Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a)

Teknik olarak, bu platformları tanımlarken kullanılan İnsansız Hava Sistemi (İHS- UAS) terimi, sadece otonom veya uzaktan kumandalı olarak uçan hava aracını değil, aynı zamanda yer kontrol istasyonları ve veri bağlantılarını içeren bütüncül sistemi ifade eder. Özellikle uzaktan algılama amaçlı uygulamalarda, İHS'nin seçimi kritik öneme sahiptir ve uçuş stabilitesi, menzil ve faydalı yük kapasitesi gibi özelliklere göre belirlenir. Bu nedenle, iki temel platform tipi olan sabit kanatlı ve döner kanatlı dronlar arasında operasyonel bir tercih söz konusudur: Sabit kanatlı platformlar geniş alan kapsama ve uzun menzil için tercih edilirken, döner kanatlı platformlar dikey kalkış/iniş (VTOL) kabiliyetleri ve havada asılı kalabilme özellikleri sayesinde, yüksek mekânsal çözünürlüklü ölçümler veya noktasal, hassas gözlemler için daha uygun bir çözüm sunmaktadır (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).

İHA platformları, yangın yönetiminde farklı operasyonel avantaj ve dezavantajlar sunmaktadır; sabit kanatlı sistemler minimum operatör deneyimi gerektirme avantajına sahipken, çok-rotorlu platformlar, artan rotor sayısı ile düşme riskini minimize eder. Özellikle Termal ve RGB kameralar gibi hayati sensörleri taşıyabilen mikro, mini veya küçük ölçekli döner kanatlı İHA'lar, yangın cephesinde çok hızlı bir şekilde konuşlandırılabilme yetenekleri ile öne çıkmaktadır; zira tüm sistem (termal kamera ve aksesuarları dâhil), herhangi bir modifikasyon gerektirmeden standart bir arazi aracında taşınabilir ve acil durum mahalline varıldıktan sadece

birkaç dakika sonra operasyonel hale getirilebilir. Bu tip platformların havada kalış süreleri operasyonel modele göre (birkaç saatten 48 saate kadar) büyük değişkenlik gösterse de gözetlemede süreklilik sağlamak için bir batarya/yakıt döngüsü bitmeden yeni bir platformun havalanması ve elde edilen görüntülerin izleme merkezlerine anlık olarak aktarılması zorunludur (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).



Şekil 2.20. İHA Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a)

Yangın cephelerinin genişlemesi ilave dronların (İHA'ların) devreye sokulmasını gerektirebilirken; yangınların büyük ölçekli ve kontrol dışı hale gelmesi durumunda, stratejik bir üst bakış gereklidir. Bu noktada, yüksek irtifalı (HALE) İHA'ların, erken uyarı, geniş alan gözetlemesi ve söndürme stratejilerinin) desteklenmesi amacıyla izleme sistemine entegre edilmesi, İHS'nin yangın yönetimine olan desteğini maksimize edecektir. Daha yüksek irtifa ve uzun havada kalış süresine sahip sabit kanatlı HALE platformları, yaklaşık 7 km irtifadan, 100 km yarıçaplı (yaklaşık 3 milyon hektar) devasa bir alanı tarayarak, bir metrekarelik bir yangın başlangıcını dahi bir dakika gibi kritik bir süre içinde tespit etme kapasitesine sahiptir. Bu araçlar erken uyarıda muazzam bir avantaj sunsalar da bu kapasitenin sürekli uçuş gerektirmesi nedeniyle yüksek operasyonel (kiralama) maliyetlere sahip olmaları temel bir dezavantaj oluşturmaktadır (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).



Şekil 2.21. İHA Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a)

Etkin bir yangın yönetimi, bir taraftan yangın ilerleyişinin izlenerek söndürme organizasyonunun stratejik sevkine karar verilmesini, diğer taraftan tehlike altındaki personelin, araçların ve sivil yerleşim yerlerinin anlık gözetlenmesini eş zamanlı olarak gerektirir. Bu çoklu görevin başarısı, farklı irtifalara ve kabiliyetlere sahip (örneğin farklı kamera sistemleri) platformların bütünleşik bir sisteme entegre edilmesine doğrudan bağlıdır. Ancak, farklı nitelikteki çok sayıda İHA'dan (dronlar) oluşan genişletilmiş bir İnsansız Hava Sistemi'nin (İHS) operasyonel etkinliği, önceden kurulmuş, test edilmiş ve sağlam bir sis'em altyapısının varlığını zorunlu kılar. Zira bu heterojen platformlardan elde edilen görüntülerin, ortak bir ağ altyapısında nasıl iletişim kuracağı ve birleştirileceği (data fusion), temel bir teknik sorun olarak ortaya çıkmaktadır (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).

Literatürde bu entegrasyon sorununu çözmek için insan tabanlı gözetim, uydu ağları, kablosuz algılayıcı ağları (WSN- Wireless Sensor Networks) ve Nesnelerin İnterneti (IoT- Internet of Things) gibi çeşitli stratejiler kullanılmıştır. Özellikle büyük ölçekli orman yangınları gibi karmaşık felaket senaryolarında ise, Erişimli Sinir Ağları) başta olmak üzere derin öğrenme ve makine öğrenmesi algoritmalarının, IoT ve akıllı algılayıcılar ile (kombine olarak) kullanıldığı ve verinin otonom analizi ile karar destek süreçleri için gelişmiş çözümlerin uygulandığı görülmektedir (Güngöroğlu ve Çoban, 2023).

2.16. Yangın Müdahale Süreçlerinin İyileştirilmesi

2.16.1. Araçların Yangın Anında Erişim Kolaylığını Artırmak İçin Yol Altyapısının Değerlendirilmesi

Orman yangınlarıyla mücadelede operasyonel başarı, gerekli imkân ve kabiliyetlerin varlığına doğrudan bağlıdır. Bu kaynaklar, kriz anında transfer edilebilen veya hızlı tedarik edilebilen (arazöz, kişisel koruyucu donanım, el aletleri vb.) mobil varlıkların yanı sıra, kısa sürede temin edilemeyen, yangın öncesi stratejik planlama ve tesis (inşa) gerektiren sabit "altyapı tesislerini" de kapsar. Arazi üzerinde sabit, transfer edilemez ve doğal olarak bulunmayan bu kritik altyapı tesisleri; ulaşım ağlarını (yol, pist), yangın önleme/müdahale yapılarını (yangın emniyet yolları/şeritleri, YARDOP), gözetleme ve haberleşme sistemlerini (kuleler, 177/112) ve su temin noktalarını içerir. Bu stratejik altyapıdaki herhangi bir eksiklik veya yetersizlik, yangınların kontrol altına alınmasını geciktirerek büyümesine (eskalasyonuna) ve bir afet boyutuna ulaşmasına doğrudan zemin hazırlayabilmektedir (Başlı ve Güngöroğlu, 2023).

Yol

Orman içi yol ağları, yangın başlangıç dinamikleri ve söndürme taktikleri üzerinde kuvvetli bir etkiye sahip olup, yol yoğunluğu ilk müdahale süresini ve etkinliğini doğrudan belirlemektedir. Orman Genel Müdürlüğü (OGM, 1995), 285 sayılı Tebliğ ile yangına hassas alanlarda 20 m/ha'lık bir yol yoğunluğu hedefi belirlemiş olsa da bu hedefin sahadaki dağılımı homojen bir yapı göstermemektedir. Yangınlar genellikle yol kenarları, yerleşim yerleri ve enerji nakil hatları gibi antropojenik aktivite alanlarında başlasa da büyüdükçe bu erişim noktalarından uzaklaşarak müdahale imkânını kritik düzeyde kısıtlamaktadır. Mevcut müdahale kapasitesi, büyük ölçüde üretim fonksiyonu gözetilerek planlanmış yollara dayanmaktadır; bu durum verimli ormanlarda ve ağaçlandırma sahalarında yeterli olabilirken, yangın riskinin çok daha yüksek olduğu bozuk ormanlar ve makilik alanlarda stratejik bir altyapı eksikliğine yol açmaktadır. Bu nedenle, yangına hassas bölgelerdeki yol şebeke planlamasının, üretim odaklı yaklaşımdan çıkarak, yangınla mücadele faaliyetlerini öncelikli bir fonksiyon olarak dikkate alması zorunludur. Yol konusunda en çok karşılaşılan sorunlar (Başlı ve Güngöroğlu, 2023);



Şekil 2.22. Orman Yolu Beydağ (Köse, 2025)

- Yerleşim yerleri içinden geçen kısımlarındaki darlıklar nedeniyle iş makinası yüklü araçlar ya da büyük su tankerleri tek yönlü olarak da olsa geçememektedir,
- Yerleşim yerleri içindeki telefon hatları, elektrik hatları ya da diğer engeller araç geçişine engel olmaktadır.- Yol kenarında büyümüş ağaçlar ulaşımı aksatmaktadır,
- Yol yoğunluğunun yetersiz olduğu yerler vardır.- Ana yollar ile diğer ulaşım tesisleriyle olan bağlantı noktaları büyük araçların dönüşlerine uygun değildir,
- Otoyol ve kara yollarında çıkış noktası olmaması nedeniyle güzergahlar uzamaktadır. – Standart dışı tesis edilmiş olmaları sebebiyle araç trafiği aksamaktadır. (Eğim kurp yarıçapı-sanat yapısı -karşılaşma yerleri-köprü vb.)- Yolların bakım ve kontrolleri yetersiz olduğu için (Heyelan- ağaç devrilmesi vb.) ulaşımda aksamalar olmaktadır,
- Yol tanıtım tabelaları konulmadığı için araçlar yanlış yola girmektedir,
- Yol kenarlarına istif edilmiş orman emvalleri yolları daraltmaktadır,
- Yol kenarındaki odun istiflerinin tutuşması yangınla mücadeleyi olumsuz etkilemektedir,

Orman yangınlarına müdahalede kullanılan ulaşım altyapısı, sadece formel orman yollarından ibaret değildir; aynı zamanda otoyollar, bölünmüş yollar, köy/mezra yolları ve tarımsal amaçlı tarla yolları gibi alternatif ağları da kapsar. Bu sekonder ağlar arasında, özellikle tarımsal amaçlı tarla yolları, yangınlara hızlı intikal ve erişim sağlama bakımından stratejik bir fayda

sunmaktadır. Ancak bu yollar, genellikle düşük standartlı ve bakım eksikliği olan bir yapıdadır. Bu erişim koridorlarının araç geçişine sürekli olarak uygun tutulması ve operasyonel standartlarının yükseltilmesi, müdahale kabiliyetini doğrudan artıracaktır. Bu nedenle, söz konusu yolların iyileştirilmesi ve standart hale getirilmesi amacıyla, ilgili mahalli idareler ile kurumlar arası koordinasyonun sağlanması elzemdir. (Başlı ve Güngöroğlu, 2023).

2.16.2. Mevcut Yangın Söndürme Stratejilerinin Etkinlik Analizinin Yapılması

Orman yangınları konusunda başarının veya başarısızlığın ölçümü çok önemlidir. OGM'nin 2019-2023 yılları arasını kapsayan Stratejik Planında 3 gösterge orman yangınlarını değerlendirmek için belirlenmiştir. 2023 yılı için belirlenen hedefler (Avcı ve Korkmaz, 2021);

• İnsan kaynaklı yangın sayısının toplam yangın sayısına oranı (%84),

• Yangın başına düşen alan miktarı (2,2 ha),

• Yangına birinci derecede hassas bölgelerde ilk müdahale süresi (13 dk.) şeklinde sıralanmaktadır (OGM, 2018).

Orman yangınları ile mücadelede performans göstergelerinin belirlenmesi amacıyla başvurulan uzman görüşleri, yangın sayısını, toplumsal bilinç düzeyini ve önleyici/caydırıcı mekanizmaların etkinliğini yansıtan temel bir gösterge olarak öne çıkarmaktadır. Buna karşın, geleneksel olarak kullanılan "yanan alan miktarı", uzmanların çoğunluğu tarafından mücadele başarısını ölçmede yanıltıcı ve yetersiz bir metrik olarak değerlendirilmektedir. Zira bu gösterge; meteorolojik koşullar, topoğrafik yapı, meşcere özellikleri ve operasyonel kısıtlar (su kaynaklarına/yola uzaklık, yangının çıkış saati) gibi, müdahale ekibinin kontrolü dışındaki çok sayıda dışsal faktörden derinden etkilenmektedir. Arazinin yangına hassasiyet derecesi ve mücadele zorluğu (örneğin, Trabzon ve Muğla şartlarındaki operasyonel farklılık gibi) dikkate alınmadığından, yanan alanın tek başına kullanılması bilimsel olarak sakıncalıdır. Benzer şekilde, "harcama miktarı / yanan alan" gibi maliyet-etkinlik göstergeleri de hava araçlarının kullanımını zorunlu kılan müdahale zorluklarını göz ardı etme riski taşıdığından zayıf kalmaktadır. Sonuç olarak, başarı ölçümü, standart bir formülasyondan ziyade, çoklu faktörlerin dâhil edildiği durum-spesifikve çoğul bir değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır. Yangın başladıktan sonraki yani söndürme sürecini değerlendirmek için önerilen diğer göstergeler (Avcı ve Korkmaz, 2021);

- İlk müdahale süresi,
- Kara ve hava araçlarının toplanma zamanı ve eşgüdümü şeklindedir. Yukarıda belirtilen iki gösterge de yangına doğru ve zamanında müdahalenin ölçümü için önerilmiştir. Bu noktada ikinci gösterge kapsamında ise;
- Yangın amirinin ve ekibin yöreyi iyi tanıması: En kısa ulaşım yolları, su kaynaklarının bilinmesi vb.
- Teknik yeterlilik: Yol ağının yeterliliği, bakım durumu vb.
- Yangın ekibinin durumu: Uzman yangın işçisi çalıştırma durumu, ekibin profesyonel olup olmaması, ekip içi ilişkilerin durumu, ekip ruhu vb.
- Orman kaynaklarının yangınlara dayanıklılığı: Meşcere bakımları vb.
- Erken haber alma durumu: Alo 177, 112, yangın gözetleme kuleleri vb. alt göstergeler öne çıkmıştır.

Literatürde yangınla mücadele performansını ölçmek üzere uzmanlarca çok sayıda gösterge önerilmiş olsa da bu mücadelenin çok faktörlü ve dinamik doğası, tüm yangınlarda geçerli olacak evrensel (standart) bir gösterge seti oluşturulmasını hem son derece güç hem de gerçekçi olmayan bir hedef haline getirmektedir. Bu nedenle, en rasyonel ve bilimsel yaklaşım, standart bir set uygulamak yerine, her bir yangının kendine özgü karakteristiklerini, dinamiklerini ve onu etkileyen spesifik etmenleri temel alan yangın-spesifik bir metodoloji benimsemektir. Dolayısıyla, mücadele başarısının ölçümü, ancak bu bağlama özgü olarak seçilen ve duruma uyarlanan göstergeler aracılığıyla sağlıklı ve doğru bir şekilde yapılabilecektir (Avcı ve Korkmaz, 2021)

• Halkla İlişkiler: Orman yangınlarının hem önlenmesi (frekansının azaltılması) hem de nedenlerinin ve faillerinin etkin tespiti, ormancılık örgütü ile yerel halk arasında kurulacak güvene dayalı ilişkilere (orman-halk ilişkileri) doğrudan bağlıdır. Halkın sosyolojik yapısı, ekonomik durumu ve ormandan beklentileri gibi yöresel farklılıklar, tek tip bir iletişim stratejisi yerine, yerel koşullara ve dinamiklere duyarlı politikaların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu sosyal boyutun güçlendirilmesi için, başta Orman Genel Müdürlüğü (OGM) olmak üzere, orman fakülteleri, ilgili sivil toplum kuruluşları ve meslek odaları gibi tüm ormancılık

paydaşlarının, halkla ilişkiler konusunda daha proaktif ve eşgüdümlü çalışmalar yürütmesi stratejik bir gerekliliktir (Avcı ve Korkmaz, 2021).



Şekil 2.23. Ormancılık Bilinçlendirme Eğitimi (Köse, 2025)

• **Bilinçlendirme eğitimi:** Orman yangınlarının önlenmesinde toplumsal bilincin artırılması, sadece mevcut eğitimlerle sınırlı kalmayıp, çok kanallı ve sürekli iletişim stratejileri gerektirmektedir. Bu kapsamda, orman köylüleri ve öğrencilere yönelik eğitimlerin ulusal medya kamu spotlarıyla sürekli takviye edilmesi ve ilköğretim müfredatına yangın riskleri ile orman sevgisi konularının bütünleşik olarak dâhil edilmesi temel bir adımdır. Doğa Okulları ve TÜBİTAK destekli eğitim projeleri gibi modellerle genç kuşaklarda erken yaşta doğru bilinç oluşturulmalıdır. Sosyal medya araçlarının profesyonel ve etkin kullanımı sayesinde tüm toplumsal kesimlere hızlıca ulaşılmalı; özellikle anız yakma gibi yüksek riskli spesifik davranışlara yönelik hedef odaklı uyarılar yapılmalıdır. En önemlisi, kamuoyunda yaygın olan "yanan alanların başka amaçlara tahsis edileceği" yönündeki yanlış algıyı gidermek için, Anayasa'nın 169. Maddesi güvence edilerek, büyük yangınlardan sonra yapılan ağaçlandırma başarıları şeffaf ve düzenli olarak paylaşılmalıdır (Avcı ve Korkmaz, 2021).



Şekil 2.24. Ormancılık Okullarda Bilinçlendirme Eğitimi (Köse, 2025)

• **Rekreatif ihtiyaçlar:** Doğa tabanlı rekreasyonel aktivitelere yönelik talep, nüfus artışına ve toplumun yaşam tarzı dinamiklerindeki değişimlere paralel olarak küresel ölçekte artış göstermektedir. Ancak, mevcut rekreasyonel alanların bu yoğun talebi karşılama kapasitesindeki yetersizlik, yeni günübirlik kullanım alanlarının özellikle orman içlerinde ve korunan bölgelerde tesis edilmesini zorunlu kılmıştır. Bu alanların bir kısmının ücretli olması ve kalabalıklaşması, özellikle yüksek sezonlarda, kullanıcıların sessizlik ve doğallık arayışıyla ormanlık alanların kontrolsüz ve denetimsiz kısımlarında piknik ve benzeri rekreatif faaliyetlere yönelmesine neden olmakta, bu durum ise orman yangını riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu riski minimize etmek amacıyla, toplumsal bilincin ve sorumluluk duygusunun geliştirilmesi, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP) gibi merkezi kamu kurumları ile Belediyeler tarafından ihtiyaca uygun yeni rekreasyonel kapasitenin oluşturulması ve yangın riskinin en yüksek olduğu dönemlerde yerleşim birimlerine yakın orman bölgelerinin sistematik ve düzenli denetiminin sağlanması gibi bütünleşik önlemlerin hayata geçirilmesi gerekmektedir (Avcı ve Korkmaz, 2021).



Şekil 2.25. Ormancılık Okullarda Bilinçlendirme Eğitimi (Köse, 2025)

• Yangın sayı ve nedenlerinin analizi: Orman yangınlarıyla mücadelede önleyici bir yönetim anlayışı, yangın sezonu öncesinde kapsamlı bir tarihsel veri analizini zorunlu kılmaktadır. Bu analiz, geriye dönük olarak hangi Orman İşletme Müdürlüğü, Şefliği veya mevkii gibi yüksek mekânsal çözünürlükte yangınların frekans ve büyüklük olarak nerelerde yoğunlaştığını sistematik olarak irdelemelidir. Bu mekânsal analizin mutlaka etiyolojik bir araştırmayla desteklenmesi, yani yangınların kökenindeki nedenlerin derinlemesine incelenmesi ve bu bulgular ışığında hedefe yönelik tedbirlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Veriye dayalı bu risk haritalaması, stratejik kaynak tahsisi için temel bir girdi oluşturmalıdır. Bu kapsamda, yangınların yoğunlaştığı tespit edilen bu kritik bölgelerde, ilk müdahale araçlarının proaktif olarak ön-konumlandırılması, dinamik devriye sistemlerinin uygulanması veya yangın ekibi kapasitesinin kalıcı olarak artırılması gibi operasyonel uygulamalara ağırlık verilmelidir. Zira, yangın çıkış nedenlerinin yüksek doğrulukla tespit edilmesi, yangın öncesi alınacak önleyici tedbirlere yönelik karar alma süreçlerinin kalitesini ve bu kararların isabet oranını (etkinliğini) doğrudan ve pozitif yönde etkileyen temel bir değişkendir (Avcı ve Korkmaz, 2021).

• Mevzuat geliştirme: Mevcut yasal ve teknik çerçevenin (regülasyonların), orman yangınları yönetimi konusunda güncellenmesi ihtiyacı belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. 1995 yılında yürürlüğe giren 285 sayılı "Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları" isimli temel Tebliğ'in, aradan geçen zaman zarfında günümüzün ihtiyaçlarını ve teknolojik gelişmelerini karşılamada yetersiz kaldığı ve bu nedenle yenilenmesinin zorunlu hale geldiği anlaşılmaktadır. Yangın sonrası müdahalelerle ilgili benzer

bir durum söz konusudur: 2010 tarihli 6665 sayılı "Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi" isimli Tamim, Eylül 2014'te 6976 sayılı Tamim olarak güncellenmiş olmasına rağmen, bu düzenlemenin de kısmi bir revizyona ihtiyacı olduğu görülmektedir. Sektör profesyonelleri, sahada artan bilgi birikimi ve operasyonel tecrübeye paralel olarak, bu Tamim 'in dahi bazı yönleriyle geliştirilmesi gerektiğini sıklıkla dile getirmektedir (Avcı ve Korkmaz, 2021).

• **Olay yeri incelemesi-kriminal çalışmalar:** Orman yangınlarının neden-sonuç ilişkisinin tespiti, operasyonel değerlendirme ve etkin yerel/ulusal politika ve önlem setlerinin belirlenmesi açısından olay yeri incelemeleri kritik ve stratejik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda, bilimsel tabana oturtulmuş, akredite edilmiş ve yargı süreçlerinde delil değeri taşıyan tespitler sunabilecek uzman adli birimlerin (örneğin, adli tıp ve kriminal polis/jandarma laboratuvarları) kurulması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bu adli birimlerin altında, her bölgede yangın nedenlerinin tespiti ve faillerin belirlenmesi için görev yapacak uzman ekipler teşkil edilmeli; buna paralel olarak, yangın söndürme görevlileri de olay yerinin korunması ve ilk bulguların değerlendirilmesi konularında kriminal farkındalık eğitimleri alarak yetkinleştirilmelidir. Son olarak, olay yeri inceleme süreçlerinin tüm kolluk kuvvetleri ve ilgili adli birimlerle eşgüdümlü bir biçimde yürütülmesi, soruşturmaların verimliliğini artıracak ve adaletin tecellisine somut faydalar sağlayacaktır (Avcı ve Korkmaz, 2021).

• **Personel eğitimi ve deneyim:** Orman yangınlarıyla mücadeledeki operasyonel etkinlik, büyük ölçüde insan kaynağının niteliğine ve sürekli gelişimine bağlıdır. Bu kapsamda, yangın söndürme personelinin (işçiler, mühendisler ve operatörler dâhil) salt teknik yetkinliklerinin artırılmasıyla yetinilmeyip; aynı zamanda motivasyon, kararlılık, irade ve inisiyatif kullanma gibi bilişsel ve davranışsal yeteneklerinin geliştirilmesi ve bu eğitimlerin periyodik hale getirilmesi kritik öneme sahiptir. Öte yandan, yangınla mücadele alanında yaşanan en önemli kurumsal sorunlardan biri olarak, uzmanlaşmış teknik personelin sıkça rotasyon yoluyla başka görev veya bölgelere atanması gösterilmektedir. Bu uygulama, kritik görevlerdeki deneyimin dağılmasına yol açarak, yangınlarla mücadele konusunda kurumsal hafızanın zayıflamasına ve bilgi/deneyim transferinin kesintiye uğramasına neden olmakta, bu da operasyonel verimliliği olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, yangınla mücadeledeki uzmanlığın korunması ve sürdürülmesi amacıyla, personel rotasyonu uygulamalarının yeniden değerlendirilmesi ve uzmanlaşmış personelin görev sürekliliğini destekleyici yeni politikaların ivedilikle geliştirilmesi gerekmektedir (Avcı ve Korkmaz, 2021).

• İşçi sayısı: Analiz edilen 2011-2020 dönemine ait veriler, orman yangınlarına müdahale eden işgücü sayısının (sırasıyla 8386'dan 8388'e) yeterli düzeyde bir artış eğilimi göstermediğini ortaya koymaktadır. Yangın tehdidinin yükselmesine paralel olarak müdahale kapasitesi ihtiyacı artsa da aksine bu on yıllık periyodun son üç yılında (2018-2020 yılları itibarıyla 8138, 8566, 8388 işçi) önemli bir azalma yaşandığı tespit edilmiştir. Bu kritik operasyonel eksikliğin ivedilikle giderilmesi ve müdahale kapasitesinin güçlendirilmesi zorunludur. Bu zorunluluğun karşılanması amacıyla, yalnızca yangınla mücadele personelinin doğrudan istihdamının artırılmasına ek olarak, esnek ve ölçeklenebilir bir kaynak modeli oluşturulmalıdır. Bu model çerçevesinde, serbest ormancılık büroları ve şirketlerinden hizmet alımının yaygınlaştırılması; mevcut insan kaynağı açığını kapatmada ve özellikle yüksek risk dönemlerinde kapasiteyi hızla artırmada etkin bir yöntem olarak değerlendirilmelidir. Nihai olarak, bu hizmet alımı mekanizmalarının maksimum verimli hale getirilmesi için, mevcut uygulamalardaki aksayan yönlerin sistematik olarak tespit edilmesi ve operasyonel entegrasyonun güçlendirilmesi üzerinde çalışılmalıdır (Avcı ve Korkmaz, 2021).

• **Orman bakımı çalışmaları ve ENH'ler:** Yangınların yıkıcı etkisinin hafifletilmesi, önleyici (proaktif) faaliyetlerin sistematik ve sürekli olarak uygulanmasına doğrudan bağlıdır. Bu nedenle, yangınlara karşı ekosistem direncini artıran silvikültürel müdahalelerin, ihmal edilmeksizin ve periyodik olarak gerçekleştirilmesi temel bir gerekliliktir. Bu müdahalelerin merkezinde stratejik yanıcı madde yönetimi yer almalıdır. Özellikle ateşleme riskinin) yüksek olduğu, yüksek trafik hacmine sahip karayolu kenarları gibi alanlarda, yüzey yakıtı birikiminin ve alt tabaka vejetasyonunun etkin bir şekilde azaltılması (temizlenmesi), stratejik bir önceliktir. Benzer bir yüksek risk profili, ormanlık alanlardan geçen Enerji Nakil Hatları (ENH) ve bunların güzergâhları için de geçerlidir; bu altyapıların gecikmiş periyodik bakımlarının tamamlanması ve ömrünü tamamlamış hatların yenilenmesi elzemdir. Buna ek olarak, çoğunlukla ihmal edildiği gözlemlenen ENH hat altlarındaki yanıcı madde birikiminin temizlenmesi, rüzgârlı koşullarda ark oluşumuyla büyük ve kontrolü güç yangınları tetikleme potansiyeli taşıdığından, hayati bir önem arz etmektedir. Bu nedenle, yangın sezonu öncesi dönemde, bu kritik altyapı güzergâhlarının yanıcı yükten arındırılmasına yönelik çalışmalara azami önem verilmesi zorunludur (Avcı ve Korkmaz, 2021).

• **Teknoloji kullanımı:** Orman ekosistemlerinin, yangın ve başta kundakçılık olmak üzere diğer yasa dışı faaliyetlere karşı denetimi, kamera, fotokapan ve insansız hava araçları (İHA/dron) gibi ileri teknolojik sistemlerin entegrasyonuyla yeni bir boyut kazanmıştır. Özellikle yangına karşı yüksek derecede hassas olan ve stratejik öneme sahip orman alanlarının gerçek zamanlı gözetlenmesi amacıyla İHA'ların kullanımı yaygınlaşmaktadır; nitekim 2021 yangın sezonunda Adana, Isparta, İzmir ve Muğla gibi yüksek riskli bölgelerde konuşlandırılan İHA'lar, bu yeni nesil gözetleme yaklaşımının operasyonel bir örneğini teşkil etmektedir. Bu araçların kritik bölgeler üzerinde yoğun ve sürekli bir gözlem faaliyeti yürütmesi, proaktif risk yönetimi için esastır. Bununla birlikte, bu teknolojilerin katkısı salt önleyici gözetleme ile sınırlı değildir; aynı zamanda adli ve hukuki süreçler için de hayati bir öneme sahiptirler. Orman yangınlarının kesin nedenlerinin (etiyolojisinin) ve faillerinin tespiti, sonrasında bu bulguların kanıtlanarak yargıya taşınması, sahadaki delil yetersizliği nedeniyle geleneksel olarak son derece güç ve karmaşık bir süreçtir. Ormanlık alanları sistematik olarak tarayarak yüksek çözünürlüklü görsel kayıtlar yapan hava araçları (İHA'lar), bu adli soruşturma boşluğunu doldurarak, şüphelilerin tespiti ve hukuki sorumluların yargılanması sürecine somut ve değerli bir katkı sağlama potansiyeline sahiptir (Avcı ve Korkmaz, 2021).

2.16.3. Yeni Lojistik Modellerin Önerilmesi ve Yangına Müdahale Süresinin Kısaltılması İçin Rota Optimizasyonu

Tedarik Zinciri Yönetiminin temel aşamalarında kritik bir rol oynayan lojistik yönetimi, ham madde ve malzemelerin temininden depolanmasına, üretim süreçlerinden dağıtımına kadar kaynak noktasından nihai tüketiciye ulaşan tüm süreç akışlarının bütüncül yönetimini ifade eder. Yeşil Lojistik Yönetimi ise, bu geleneksel lojistik paradigmasına çevresel bir boyut ekleyerek, sistem içindeki tüm faaliyetlerin ekolojik koruma amacı gözetilerek tasarlanmasını ve idare edilmesini kapsayan stratejik bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımın temel amacı, lojistik operasyonların gerçekleştirilmesi sırasında çevre üzerinde yaratılan olumsuz dışsallıkların sistematik olarak ölçülmesi, analiz edilmesi ve kaynakların doğaya en az zarar verecek biçimde rasyonelleştirilmesi yoluyla bu etkilerin minimum düzeye indirilmesidir. Bu hedefe ulaşmak için işletmeler, temel lojistik fonksiyonlarına ek olarak; yenilenemeyen doğal kaynakların tüketiminin kısıtlanması, karbon ayak izi düşürülmesi, gürültü kirliliğinin mitigasyonu ve tehlikeli/tehlikesiz atıkların etkin yönetimi gibi çevresel performansı iyileştirmeye yönelik proaktif faaliyetleri de süreçlerine entegre ederler (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

Günümüzün yoğun rekabet koşulları ve hızla ilerleyen teknolojik gelişmeleri, lojistik işletmelerini çifte bir zorunluluk ile karşı karşıya bırakmıştır: Bir yanda, kaynakları verimli kullanarak müşterilere düşük maliyetli ve tam zamanında hizmet sunma gerekliliği; diğer yanda ise doğaya minimum etki bırakarak kurumsal sürdürülebilirliği tesis etme mecburiyeti. Bu nedenle sürdürülebilirlik, lojistik firmaları için stratejik bir zorunluluk ve rekabet avantajı kaynağı haline gelmiş olup, bu hedefe ancak işletme kaynaklarının etkin sevk ve idaresi ile ulaşılabilir. Sonuç olarak, optimum kaynak kullanımı, maliyet verimliliği, yüksek hizmet kalitesi ve çevresel sorumluluk gibi faktörleri eş zamanlı olarak dengeleyebilen (optimize edebilen) işletmeler, uzun vadeli ve sürdürülebilir bir organizasyon yapısına kavuşarak pazardaki konumlarını güçlendirebileceklerdir. (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

a. Lojistik Yönetimi ve Sürdürülebilirlik Lojistik disiplini, bütüncül bir "Lojistik Yönetimi" kavramı çerçevesinde ele alınmalı; bu yönetim fonksiyonu, işletmenin tüm lojistik operasyonlarının stratejik planlamasını, sevk ve idaresini ifade etmektedir. Etkin bir lojistik yönetimi, hizmet kalitesinin yükseltilmesi, müşteri memnuniyetinin maksimize edilmesi ve iş akışı maliyetlerinin optimize edilmesi gibi çok boyutlu kurumsal kazanımlar sağlar. Günümüzde lojistik yönetimi, geleneksel içe dönük operasyonel bir rolden, firmalar arası ilişkileri ve tedarik zinciri ağlarını düzenleyerek pazarda rekabet avantajı elde etmeyi amaçlayan, dışa dönük stratejik bir fonksiyona evrilmiştir. Ancak, diğer tüm ekonomik faaliyetler gibi, lojistik operasyonlarının da sürdürülebilirlik ilkesiyle uyumlaştırılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Hızla artan küresel tüketim ve buna paralel olarak azalan doğal kaynaklar, ekolojik dengenin, biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem sağlığının korunmasını merkeze alan sürdürülebilirlik çalışmalarını stratejik bir mecburiyet kılmıştır (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

Ürünün, üreticiden nihai tüketiciye uzanan tüm fiziksel ve ekonomik hareketi lojistik yönetimi tarafından idare edildiğinden, bu alanın sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmadaki rolü hayati bir önem taşımaktadır. Karşılanabilmesidir. Sürülebilirlik, bir sistemin varlığını sürdürme ve geleceğe kalabilme yeteneği olarak ifade edilebilirken; en yaygın kabul gören tanımı olan Brundtland Raporu'na (1987) göre, "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerinden ödün vermeden, bugünkü neslin ihtiyaçlarının karşılanabilmesidir." Bu tanım, lojistik yönetiminin de operasyonel verimlilik ile uzun vadeli ekolojik sorumluluk arasında bir denge kurma zorunluluğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

> Orman yangınları, küresel ölçekte artan bir sıklık ve yoğunlukla, ekolojik sistemler, biyolojik çeşitlilik ve sosyo-ekonomik yapılar üzerinde muazzam bir baskı oluşturan en yıkıcı abiyotik tehditlerden biridir. Yangınla mücadele operasyonlarının başarısı, büyük ölçüde "ilk müdahale süresine", yani yangının tespit edilmesi ile ilk müdahale ekibinin olay yerine intikali arasında geçen kritik zaman dilimine bağlıdır. Bu süreçteki her dakikalık gecikme, yangının üssel bir büyüme sergileyerek yüzey yangınından "tepe yangını" formuna dönüşmesine, kontrol altına alınmasını imkânsız hale getirmesine ve daha büyük bir yol açmasına neden olabilir. Dolayısıyla, yangınla mücadele stratejilerinde lojistik operasyonların optimizasyonu, salt bir verimlilik artışından öte, afetin nihai boyutunu belirleyen temel bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

Orman yangınlarının davranışı, özellikle belirli eşik koşulları aşıldığında doğrusal değil, üssel bir büyüme eğrisi sergiler. İlk müdahaledeki her dakikalık gecikme, yangının "yüzey yangını" formundan, kontrol edilmesi olağanüstü derecede zor ve maliyetli olan "tepe yangını" formuna geçiş riskini büyük ölçüde artırır. Bu nedenle, yangın yönetiminin temel paradigması, yangını "küçükken" yakalamak ve büyümesine izin vermeden bastırmaktır. Bu tez, tam da bu hayati zaman kısıtını merkeze almakta ve mevcut yangınla mücadele operasyonlarındaki lojistik süreçlerin, bu hız ve verimlilik talebini karşılamada yetersiz kaldığı problemini tespit etmektedir. Var olan sistemler genellikle reaktif olup, optimum olmayan rotaları ve statik kaynak dağılımını temel alır; bu da müdahale süresini tolere edilemez düzeylerde uzatabilmektedir (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

Küresel iklim değişikliğinin tetiklediği ekstrem hava olayları, uzun süreli kuraklık periyotları ve artan insan kaynaklı baskılar, orman yangınlarının hem frekansını hem de şiddetini küresel ölçekte dramatik bir biçimde artırmaktadır. Bu durum, yangınları artık sadece bir "doğal afet" olmaktan çıkarıp, karmaşık ve dinamik bir "afet yönetimi" problemi haline getirmiştir. Orman yangınlarıyla mücadelenin başarısı, yangının ekolojik ve sosyo-ekonomik bir felakete dönüşmesini engellemekle doğrudan ilişkilidir. Bu mücadelenin en kritik ve belirleyici faktörü ise, yangının tespiti ile ilk müdahale ekiplerinin ve ekipmanlarının olay yerine intikali arasında geçen altın saatler, hatta altın dakikalar olarak tanımlanan "ilk müdahale süresidir" (Dişkaya ve Dinçer, 2018).



Şekil 2.26. İzmir OBM Yangın Görüntüsü (OGM, 2025a)

Küresel iklim değişikliğinin tetiklediği ekstrem hava olayları ve artan antropojenik baskılar, orman yangınlarının hem frekansını (sıklığını) hem de şiddetini (yıkıcılığını) artırarak, bu afetleri karmaşık bir yönetim problemi haline getirmiştir. Yangınla mücadele operasyonlarının başarısı, yangının tespiti ile ilk müdahale ekibinin intikali arasında geçen kritik "ilk müdahale süresine" doğrudan bağlıdır; zira bu zaman aralığındaki her gecikme, yönetilebilir bir "yüzey yangınının" kontrolü imkânsız, üssel büyüme gösteren bir "tepe yangınına" veya "mega-yangına" dönüşme riskini dramatik biçimde artırmaktadır. Bu tez, bu hayati zaman kısıtını merkeze almakta ve mevcut tepkisel lojistik sistemlerin, bu hız ve verimlilik talebini karşılamadaki yetersizliğini temel problem olarak ele almaktadır. Çalışmanın temel amacı, bu müdahale süresini sistematik ve ölçülebilir bir şekilde kısaltmak amacıyla, Yöneylem Araştırması metodolojileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı mekânsal analizler üzerine inşa edilmiş yenilikçi ve proaktif lojistik modeller önermek ve bu modellerin operasyonel bel kemiği olarak dinamik rota optimizasyonu tekniklerini uygulamaktır (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

Bu yaklaşım, sadece statik "en kısa yolu" bulmanın ötesine geçerek; arazi eğimi, yol kalitesi, araç kapasiteleri ve hatta yangının ilerlemesi nedeniyle dinamik olarak kapanabilecek rotalar gibi gerçekçi kısıtları da dikkate alan "en hızlı intikal rotasını" belirlemeyi kapsar. Daha da önemlisi, bu araştırma rota optimizasyonunu daha geniş ve bütünleşik bir lojistik mimarinin

parçası olarak ele almakta; ilk müdahale istasyonlarının optimum lokasyon analizi, yangın risk haritalarına dayalı olarak ekiplerin ve ekipmanların proaktif ön-konumlandırılması ve kaynakların hangi lokasyondan sevk edileceğine karar veren akıllı sevk-idare modellerinin geliştirilmesini de içermektedir. Nihai olarak bu çalışma, orman yangını yönetimini veriye dayalı, optimize edilmiş ve proaktif bir yapıya dönüştürerek, ekiplerin sahaya erişim sürelerini somut olarak kısaltmayı ve böylece ulusal orman varlıklarının korunmasına doğrudan katkı sağlamayı hedeflemektedir (Dişkaya ve Dinçer, 2018).

2.17. Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkiler

2.17.1. Kullanılan Taşıtların Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Karbon Ayak İzinin Azaltılmasına Yönelik Öneriler

İklim değişikliğinin indüklediği (ekstrem hava koşulları, orman yangını riskini ve sıklığını (frekansını) kayda değer ölçüde artırmaktadır. Bu artan tehdit, önleyici risk azaltma önlemlerinin alınmasını, bütünleşik yangın yönetimi stratejilerinin geliştirilmesini ve orman ekosistem sağlığını korumaya yönelik kanıta dayalı yöntemlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Yangınla mücadelenin erken tespit aşaması, uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımıyla büyük ölçüde optimize edilebilir; zira uydu görüntüleme, termal kameralar ve yer-konuşlu sensör ağları gibi modern araçlar, müdahale süresini kısaltmada hayati bir rol oynamaktadır. Buna paralel olarak, özellikle yangına karşı yüksek derecede hassas olan ormanlık alanlarda, yangın koruma şeritleri gibi stratejik fiziksel engellerin oluşturulması ve yangın söndürme altyapısının güçlendirilmesi, alevlerin yayılma hızını ve nihai yıkıcı etkisini önemli ölçüde azaltmaktadır. Sonuç olarak, modern ve etkin bir orman yangını yönetimi ile risk azaltma stratejisi, erken tespit ve izleme sistemlerinin entegrasyonunu temel bir bileşen olarak gerektirmektedir (OGM, 2025).

Ormanların karbon sekestrasyon potansiyelinin yükseltilmesi, günümüzdeki iklim değişikliği hafifletme stratejileri içerisinde merkezi ve kritik bir konumda yer almaktadır. Bu kapsamda, orman ekosistemlerinin mevcut karbon yutağı kapasitesini optimize etmek amacıyla, aşağıdaki bilimsel temelli yaklaşımların geliştirilmesi ve hayata geçirilmesi gerekmektedir (OGM, 2025):

Ağaçlandırma: Orman varlığının artırılması, özellikle bozulmuş alanların rehabilitasyonu ve yeniden ağaçlandırılması, atmosferik karbon depolama kapasitesini yükseltmenin en temel ve etkin yöntemleri arasında yer almaktadır. Ekolojik olarak sağlıklı ve istikrarlı bir orman

ekosistemi içinde aktif büyüme gösteren ağaçlar, fotosentez yoluyla atmosferden karbondioksiti (CO2) etkin bir şekilde tutarak biyokütlelerinde sekestre ederler (depolarlar) (OGM, 2025).

Ormancılık Uygulamalarının İyileştirilmesi: Sürdürülebilir Orman Yönetimi, orman ekosistemlerinin uzun erimli karbon depolama kapasitesinin hem muhafaza edilmesini hem de geliştirilmesini temin eden merkezi bir strateji olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, ulusal ormancılık politikaları ve yönetim planları, iklim değişikliğinin öngörülen ve mevcut etkilerine karşı ekosistem dayanıklılığını artıracak biçimde sürekli olarak güçlendirilmekte ve uyarlanmaktadır (OGM, 2025).

Karbon Tutumunu Artıran Orman Yönetimi Uygulamaları: etkin sürdürülebilir ormancılık uygulamaları, özellikle bilimsel temelli silvikültürel müdahaleler, ağaçların bireysel artımını hızlandırarak ve meşcere bazında toplam karbon depolama kapasitesini optimize ederek, atmosferik karbondioksit tutulumunu kayda değer ölçüde artırma potansiyeline sahiptir. Bu yöntemler, ormanların karbon yutağı kapasitesini aktif olarak yönetmeyi ve geliştirmeyi amaçlamaktadır (OGM, 2025).

Karbon Stokları ve Stok Değişimlerinin Değerlendirilmesi, İzlenmesi ve Karbon Yönetimi: Orman ekosistemlerindeki karbon stoklarının doğru bir şekilde tespit edilmesi ve bu stoklardaki değişimlerin periyodik olarak izlenmesi, kanıta dayalı ormancılık politikalarının etkin bir şekilde yönetilmesi ve stratejik kararların alınması için temel bir gerekliliktir. Bu sebeple, orman yönetiminden sorumlu ulusal otoriteler, başta uzaktan algılama sistemleri olmak üzere, ileri teknolojilerin süreçlere entegrasyonunu yaygınlaştırarak, ulusal karbon envanterlerinin oluşturulması ve bu envanterlerin sürekli olarak güncellenmesi yönünde çalışmalar yürütmektedir (OGM, 2025).

İklim Değişikliğine Adaptasyon Stratejilerinin Entegrasyonu: Güncel ormancılık yaklaşımları, iklim değişikliği adaptasyon stratejilerinin, ekosistem tabanlı orman amenajman planlarına sistematik olarak entegre edilmesini gerektirmektedir. Bu bütünleşik yaklaşım sayesinde, silvikültürel (ormancılık) uygulamaların değişen iklim koşullarına ve artan değişkenliğe proaktif bir şekilde uyum sağlaması (adaptasyonu) ve aynı zamanda orman ekosistemlerinin kritik karbon depolama kapasitesinin korunarak uzun vadeli muhafazasının edilmesi hedeflenmektedir (OGM, 2025).

Toprak Yönetimi ve Karbon Depolama: Toprak sağlığının muhafazası ve iyileştirilmesi, orman ekosistemlerinin karbon yutağı kapasitesini artırmada stratejik bir öneme sahiptir. Yüksek karbon içeriğine sahip organik materyalin (humus) toprak profilinde tutulmasını sağlayan restoratif ve silvikültürel yöntemlerin uygulanması, karbonun karasal döngüde kalıcı olarak depolanmasını) temin etmektedir. Bu sebeple, özellikle bozulmuş üst havzalarda yürütülen ekosistem restorasyonu ve rehabilitasyon faaliyetleri, toprak kalitesini iyileştirerek ve organik madde birikimini teşvik ederek bu hedefe doğrudan katkı sağlamaktadır (OGM, 2025).

— Ulaştırma Sektöründe Verimliliğin Artırılması. Kamu araç filolarında düşük/sıfır emisyonlu araçların teşvik edilmesi. Sorumlu Kurumlar: Tüm Kamu Kurumları,

— İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında, karbon yutak alanlarının optimizasyonu, temel bir stratejik hedef olarak belirlenmiştir; bu hedef, ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir yönetimi ve genişletilmesi yoluyla sera gazı tutulumunun yıllık bazda artırılmasını ve arazi kullanımından kaynaklanan emisyonların (LULUCF) azaltılmasını amaçlamaktadır. Bu hedefe ulaşmak, başta ormancılık ve tarım olmak üzere sektörler arası tüm makro planlamaların, eylem planlarının ve stratejilerin, yutak kapasitesini maksimize etme odağıyla yeniden tasarlanmasını ve bu ilerlemenin titizlikle izlenmesini gerektirmektedir. Bu stratejinin operasyonel hale getirilmesi, ağaçlandırma, rehabilitasyon ve restorasyon faaliyetlerinde ekosistem bütünlüğünü gözeten, proaktif, sonuç odaklı ve havza ölçekli bir yaklaşıma geçilmesini zorunlu kılar; bu süreçte, uygun potansiyel alanların tespiti için geleneksel saha ölçümlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknolojileriyle desteklenmesi kritik bir gerekliliktir. Buna paralel olarak, yanlış arazi kullanım pratiklerinin yol açtığı arazi tahribatı, erozyon ve çölleşme ile etkin bir mücadele yürütülmesi, mevcut toprak karbon yutağının muhafazası açısından hayati önem taşımakta olup; mera alanlarının ıslah edilerek (örneğin, 2025-2038 dönemi için hedeflendiği gibi) toprak karbon stoğunu artıracak spesifik eylem planlarının hazırlanması da bu bütüncül yaklaşımın bir parçasıdır. Sektörel etkinliği artırmak için, tüm arazi tiplerini (sulak alanlar, meralar vb.) kapsayacak şekilde dijitalleşmenin yaygınlaştırılması da stratejik bir önceliktir; bu teknolojik adaptasyon, ormancılık planlama ve amenajman süreçlerinin de dönüştürülmesini gerektirmekte ve karbon, su ve biyoçeşitlilik gibi çoklu amaç fonksiyonlarının teknik düzeyde geliştirilerek karar alma mekanizmalarına tam entegrasyonunu sağlamayı hedeflemektedir. Son olarak, elde edilen ve potansiyel

karbon stoklarını tehdit eden abiyotik risklerin başında gelen orman yangınlarına yönelik mücadelenin güçlendirilmesi de temel bir zorunluluktur; bu, yalnızca önleme, erken tespit ve etkin müdahale süreçlerinin iyileştirilmesini değil, aynı zamanda teknoloji kullanımının (örneğin, yapay zekâ destekli karar destek sistemleri) yaygınlaştırılarak kaynak kullanım verimliliğinin artırılmasını ve müdahale kapasitesinin proaktif olarak tahkim edilmesini de kapsamaktadır (OGM, 2025).

— Sürdürülebilir arazi yönetimi, ormancılık ve tarım işletmelerinin geleneksel modellerden, yüksek katma değere sahip döngüsel bir biyoekonomiye geçiş yapmasını stratejik bir hedef olarak belirlemelidir. Bu dönüşümün temel bir bileşeni, Odun Dışı Orman Ürünleri sektörünün güçlendirilmesidir. Bu kapsamda, aile işletmeleri ile küçük/orta ölçekli operasyonlardan, üretim-pazarlama kapasitesi yüksek ve uluslararası pazarlara erişim potansiyeli olan büyük ölçekli işletmelere kadar farklı ölçekteki tüm aktörlere yönelik destek mekanizmalarının artırılarak yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu ekonomik müdahaleler, sosyal hedeflerle de bütünleştirilmelidir. Özellikle orman köylerinde, (yakacak olarak) odun tüketimini azaltmayı hedefleyen sosyal projelerin (örneğin enerji verimliliği, alternatif enerji kaynakları) desteklenmesi ve kırsal göçü önleyici bir tedbir olarak, yerel ekonomik gelir artırıcı faaliyetlerin çeşitlendirilerek teşvik edilmesi bu bütüncül yaklaşımın ayrılmaz bir parçasıdır (OGM, 2025).

2.17.2. Yenilenebilir Enerji ile Çalışan Araçların ve Sürdürülebilir Transport Sistemlerinin Entegrasyonu

Sürdürülebilir ulaşım, mobilite sistemlerinin çevresel ayak izini (özellikle sera gazı emisyonlarını) önemli ölçüde azaltmayı ve aynı zamanda enerji ile kaynak kullanımında optimum verimliliği sağlamayı hedefleyen çok fasetalı bir kavramdır. Bu yaklaşım, salt çevresel kaygıların ötesine geçerek, ekonomik sürdürülebilirliği, operasyonel güvenliği ve sosyal adaleti (toplumsal erişimde eşitlik) temel sütunlar olarak birleştirmektedir. Bu hedeflere yönelik stratejik müdahaleler; yenilenebilir enerji kaynaklarıyla desteklenen e-mobilite çözümlerinden, kentsel ve bölgesel kolektif taşıma sistemlerinin güçlendirilmesine; aktif mobilite (yürüyüş, bisiklet) için altyapıların yaygınlaştırılmasından, lojistik ve havacılık gibi karbonsuzlaştırılması güç sektörlerde alternatif yakıtların benimsenmesine kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Bununla birlikte, bu teknolojik ve operasyonel girişimlerin etkinliği, bütünleşik arazi kullanımı planlaması, kentsel tasarım ve sistem mimarisindeki daha geniş

kapsamlı yapısal reformlarla ne ölçüde desteklendiklerine bağlıdır; bu unsurlar, sürdürülebilir bir ulaşım ekosisteminin temelini oluşturur (URL1).

Sürdürülebilir ulaşım, münferit bir teknolojik çözümden ziyade, bütüncül bir sistem yaklaşımı olarak kavramsallaştırılmalıdır; zira bu yaklaşım, emisyonların azaltılması ve bağlantısallığın artırılması şeklindeki ikili hedefi gerçekleştirmek üzere teknoloji, altyapı, politika, planlama ve davranışsal müdahaleleri entegre eder. Etkin bir şekilde tasarlandığında, bu sistemler eş-faydalar yaratarak halk sağlığını, ekonomik fırsatları ve çevresel korumayı eş zamanlı olarak destekleme kapasitesine sahiptir. Bu bütüncül vizyon, tüm ulaşım modlarına ve coğrafi ölçeklere uygulanabilirliği sayesinde, ulaşımı iklim eylemi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin merkezi bir bileşeni haline getirmektedir. Bu yaklaşımın pratik uygulamaları sektörel bazda farklılaşır: Kentsel alanlarda temel strateji, özel araç sahipliğine dayalı mobiliteden, batarya-elektrikli otobüsler veya yenilenebilir enerjiyle beslenen raylı sistemler gibi düşük emisyonlu kolektif taşıma modlarına doğru bir "modal kaymayı" teşvik etmektir. Bu dönüşüm, aktif mobilite (yürüyüş ve bisiklet) için güvenli ve kapsayıcı altyapıların tesisi ile tamamlanır ve başarısı, bütünleşik şehir planlaması, çok modlu seyahatler için entegre biletleme altyapıları ve hizmet kalitesini optimize ederek trafik sıkışıklığını azaltan dijital mobilite çözümleri ile desteklenmesine bağlıdır. Lojistik ve yük taşımacılığı alanında ise sürdürülebilir mobilite; lojistik ağlarının rasyonalizasyonu ve modernizasyonunu, demiryolu ve iç su yolları gibi alternatif taşıma koridorlarının daha etkin kullanılmasını ve özellikle yakıt tüketimi ile kirletici emisyonların yoğun olduğu "son mil" teslimat operasyonlarının optimizasyonunu veya elektrifikasyonunu ifade etmektedir (URL1).

Deniz taşımacılığı endüstrisi, küresel emisyon azaltım hedefleri doğrultusunda kapsamlı bir dekarbonizasyon süreciyle karşı karşıyadır. Bu "yeşil dönüşüm", birbiriyle ilişkili çoklu stratejilerin eş zamanlı uygulanmasını gerektirmektedir. Bu stratejilerin başında, mevcut fosil yakıt bazlı sistemlerden, yenilenebilir kaynaklı elektrikle üretilen sentetik e-yakıtlar gibi alternatif, düşük karbonlu yakıtlara yönelik sistemsel bir geçiş yer almaktadır. Yakıt ikamesine paralel olarak, hem yeni inşa edilen gemilerin hidrodinamik tasarımlarında hem de mevcut filoların operasyonel pratiklerinde (örneğin rota optimizasyonu veya "yavaş buharlama" enerji verimliliğinin maksimize edilmesi kritik bir zorunluluktur. Emisyonların önemli bir kısmının yoğunlaştığı liman bölgelerinde ise, gemilerin demirliyken yardımcı motorlarını kapatarak "kıyı elektriği" kullanması ve buna paralel olarak genel liman altyapısının ve operasyonlarının (vinçler, terminal araçları vb.) karbondan arındırılması hedeflenmektedir. Gelişen teknolojiler

bağlamında, özellikle kısa mesafeli deniz taşımacılığı rotalarında, tam batarya-elektrikli tahrik sistemlerine sahip gemilerin pilot uygulamaları da ivme kazanmaktadır. Son olarak, özellikle uzun menzilli uluslararası taşımacılıkta, rüzgâr destekli tahrik sistemleri– rotorlu yelkenler, emişli kanatlar veya otomatik uçurtmalar gibi modern teknolojiler – rüzgâr enerjisinden ikincil bir güç kaynağı olarak yararlanarak toplam yakıt tüketimini ve emisyonları optimize etmede giderek daha belirgin bir rol üstlenmektedir (URL1).

Sivil havacılık sektörü, "azaltılması zor" bir alan olarak, karbonsuzlaşma stratejilerini çoklu eksenlerde yürütmektedir. Bu stratejilerin merkezinde, mevcut fosil yakıtlı kerosenin yerine geçebilecek Sürdürülebilir Havacılık Yakıtlarının (SAF) üretiminin ve kullanımının hızla ölçeklendirilmesi yer almaktadır. Eş zamanlı olarak hem yeni nesil motor teknolojileri hem de aerodinamik tasarımlar aracılığıyla hava aracı filosunun genel enerji verimliliğinin maksimize edilmesi hedeflenmektedir. Teknolojik iyileştirmelerin yanı sıra, operasyonel verimlilik de kritik bir bileşendir; bu nedenle, hava trafik yönetimi ve uçuş rotalarının optimize edilmesi – ki bu alandaki marjinal ayarlamaların dahi kümülatif yakıt tüketimi ve emisyonlar üzerinde kayda değer bir azaltım potansiyeli bulunmaktadır – önemli bir odak alanı oluşturmaktadır. Daha uzun vadeli ve radikal bir dönüşüm için ise, endüstri bilhassa kısa menzilli bölgesel operasyonlar için, elektrikli veya hidrojen bazlı alternatif tahrik sistemlerinin araştırılması ve geliştirilmesi faaliyetlerine yoğunlaşmaktadır (URL1).

Sürdürülebilir ulaşım çözümlerine yönelik artan küresel momentuma ve artan farkındalığa rağmen, bu sistemlerin fiili olarak uygulamaya geçirilmesi (implementasyonu), birbiriyle ilişkili ve çok boyutlu bir engeller seti ile karşı karşıyadır. Bu engeller, yalnızca teknolojik yetersizlikler, finansman kısıtlamaları ve altyapısal eksiklikler gibi somut zorlukları değil; aynı zamanda yönetişimsel düzeydeki yapısal sorunları ve değişime yönelik yerleşik sosyo-kültürel direnç gibi daha soyut ancak köklü bariyerleri de kapsamaktadır (URL1).

Ulaştırma sektörü, operasyonel modelinin merkezinde yer alan ve karayolu araçları, gemiler ve uçakların ezici çoğunluğuna güç veren petrol bazlı fosil yakıtlara yönelik köklü bir yapısal bağımlılık sergilemeye devam etmektedir. Bu mevcut durumu pekiştiren fosil yakıt sübvansiyonları, piyasa dinamiklerini tahrip ederek, düşük emisyonlu alternatiflerin ekonomik rekabetçiliğini ve pazara girişini doğrudan zayıflatmaktadır. Sürdürülebilirliğe geçişin gerektirdiği; elektrikli araç filolarının edinimi, yaygın şarj altyapılarının tesisi, liman ve havalimanı altyapılarının dekarbonizasyon için iyileştirilmesi gibi sistem genelindeki

dönüşümler, muazzam bir başlangıç sermayesi gerektirmektedir. Bu yüksek ilk yatırım maliyeti, özellikle düşük ve orta gelirli ülkeler için en temel ve aşılması zor engellerden biri olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu yatırımların uzun vadede operasyonel tasarruflar ve ekonomik verimlilik sağlayacağı kanıtlanmış bir gerçek olmasına rağmen, pek çok hükümet, kamu otoritesi ve özel sektör işletmecisi, bu büyük ölçekli altyapı projelerini hayata geçirmek için gerekli sermayeye ve uygun finansman mekanizmalarına erişim konusunda ciddi zorluklar yaşamaktadır (URL1).

E-mobilitenin, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde (LMIC) başarılı bir şekilde benimsenmesi (adaptasyonu), enerji altyapısının mevcut durumuyla kritik düzeyde ilişkilidir. Bu geçiş, her şeyden önce, enerjiye erişim ve şebeke güvenilirliği gibi temel ön koşullarda sağlanacak iyileştirmelere bağlıdır. Bu temel altyapı yatırımları gerçekleştirilmeden, elektrikli araç şarj talebinin mevcut kırılgan güç sistemleri üzerine bindireceği ek yük, şebeke istikrarsızlığına veya çöküşüne yol açabilir. Böyle bir senaryoda, kurulan şarj altyapısı, yetersiz kullanım nedeniyle "âtıl varlık" haline gelme riski taşır. Buna karşın, bütünleşik bir planlama ile yaklaşıldığında, e-mobilite ve enerji erişimi girişimleri birbirini güçlendiren (sinerjik) bir potansiyele sahiptir. Örneğin, elektrikli iki ve üç tekerlekli araçlar, salt bir ulaşım çözümü olmanın ötesinde, mobil enerji depolama birimleri olarak da işlev görerek, dağıtılmış enerji sistemlerini destekleyebilir ve yetersiz hizmet alan bölgelerde enerji dayanıklılığını artırabilir (URL1).

Sürdürülebilir ulaşıma geçişin önündeki engeller salt altyapısal kısıtlamalardan ibaret değildir; aynı zamanda ciddi politika ve düzenleme boşlukları da bu dönüşümü sekteye uğratan temel faktörler arasında yer almaktadır. Pek çok ülkede, ulaştırma sektörünün kritik alt bileşenlerini yönetecek kapsamlı bir yönetişim çerçevesinin eksikliği göze çarpmaktadır. Bu eksiklik; araç filosunun elektrifikasyonu, modal dağılımın özel araçlardan kolektif taşımaya doğru optimizasyonu, döngüsel ekonomi uygulamalarının sektöre entegrasyonu ve bilhassa dekarbonizasyonu zor olarak sınıflandırılan havacılık ve denizcilik gibi sektörlerin karbonsuzlaştırılması gibi alanlarda kendini göstermektedir. Ulusal düzeyde, bu hedeflere yön verecek tutarlı stratejilerin, net yakıt ve emisyon standartlarının veya bütüncül politika setlerinin bulunmaması, sürdürülebilir ulaşıma yönelik ilerlemeyi ciddi biçimde yavaşlatmaktadır (URL1).

Enerji ve ulaştırma gibi birbiriyle doğrudan bağıntılı sektörler arasındaki politika tutarsızlıkları, sürdürülebilirliğe geçiş sürecini daha da baltalayan önemli bir faktördür. Başarılı bir dönüşüm, altyapı planlamasını, elektrik üretim kapasitesini ve kentsel gelişimi stratejik olarak uyumlaştıran bütüncül bir devlet yaklaşımını zorunlu kılmaktadır; ancak bu bütünleşmiş yönetişim modeli pratikte çoğunlukla eksik kalmaktadır. Bu noktada, enerji altyapısının kendisi "etkinleştirici" bir faktör olarak kritik bir kısıtlama oluşturmaktadır. Zira pek çok ülkenin mevcut elektrik şebekesi, büyük ölçekli araç elektrifikasyonunun kaçınılmaz olarak yaratacağı yaygın ve artan talep yükünü karşılayabilecek kapasiteye, esnekliğe veya istikrara henüz sahip değildir (URL1).

Fiziksel altyapı eksikliklerinin ötesinde, ulaşım sektörünün mevcut kurumsal ve organizasyonel yapısı da sürdürülebilirliğe geçişin önünde başlı başına temel bir engel teşkil etmektedir. Özellikle birçok kentsel alanda, toplu taşıma sistemleri parçalı bir yapı sergilemekte, yetersiz düzenleyici denetime tabi olmakta veya operasyonel verimliliği düşük, güncelliğini yitirmiş imtiyaz modellerine dayanmaktadır. Bu kurumsal boşluk, sıklıkla kayıt dışı operatörler tarafından doldurulmaktadır; bu operatörler hizmetteki açıkları kapatsa da bütünleşik bir kentsel mobilite planlaması yapmayı son derece karmaşık hale getirmektedir. Bu tür düzensiz ve parçalı bağlamlarda, sadece teknolojik bir geçişe (örneğin, filonun yenilenmesi) odaklanmak yetersiz kalabilir. Aksine, güzergâh ağlarının yeniden yapılandırılması, hizmetlerin rasyonelleştirilmesi ve koordineli bir düzenleyici çerçevenin oluşturulması gibi yönetişimsel ve yapısal reformlar, sürdürülebilirlik üzerinde tek başına teknoloji adaptasyonundan daha belirgin bir etki yaratma potansiyeline sahiptir (URL1).

Sürdürülebilir ulaşıma geçişte, yük taşımacılığı, denizcilik ve havacılık gibi "azaltılması zor" sektörler, kendilerine özgü yapısal engellerle karşı karşıyadır. Bu engeller; sınır ötesi lojistiğin yüksek operasyonel karmaşıklığı, parçalı tedarik zinciri yapıları ve en önemlisi, ölçeklenebilir düşük karbonlu yakıtların (örneğin SAF, e-metanol) hem tedarik hem de maliyet açısından yetersizliği olarak sıralanmaktadır; bu durum, uzun mesafeli operasyonların dekarbonizasyonu için yalnızca radikal teknolojik inovasyonları değil, aynı zamanda etkin bir küresel politika koordinasyonunu da zorunlu kılmaktadır. Bu sektörel kısıtlamalara ek olarak, birçok ülke genel teknoloji ve veri kısıtlamalarıyla da mücadele etmektedir. Gerçek zamanlı analitiklere, entegre dijital mobilite platformlarına ve Araç-Şebeke Entegrasyonu (VGI) gibi akıllı altyapı araçlarına sınırlı erişim, sistem verimliliğini ve optimizasyonunu ciddi biçimde yavaşlatmaktadır. Buna paralel olarak, sürdürülebilirliğin kritik bir bileşeni olan döngüsel ekonomi ve atık yönetimi

stratejileri – özellikle kritik materyalleri içeren bataryalar, gemi bileşenleri ve uçak malzemeleri için – henüz olgunlaşmamış bir aşamadadır ve yeniden kullanım, geri dönüşüm veya güvenli bertaraf için büyük ölçekli, ekonomik açıdan uygulanabilir endüstriyel çözümler halen yetersizdir. Sonuç olarak, bu çok katmanlı ve birbiriyle derinden ilişkili engellerin üstesinden gelebilmek, münferit müdahaleler yerine, kapsamlı düzenleyici reformları, enerji sistemlerini etkinleştirmeye yönelik stratejik yatırımları, kurumsal koordinasyonu, bütünleşik şehir planlamasını, dijital inovasyonu ve etkin paydaş katılımını senkronize bir şekilde birleştiren bütünleşik bir stratejiyi zorunlu kılmaktadır. Nihai başarı, ancak hem iklim dayanıklılığına hem de uzun vadeli sosyo-ekonomik sürdürülebilirliğe dayalı böylesine bütüncül bir yaklaşımla mümkün olacaktır (URL1).

2.17.3. Ekolojik Dengeyi Koruyacak Şekilde Planlanan Transport Tesislerinin Sürdürülebilirlik Açısından Analizi

Sürdürülebilir Orman Yönetimi, orman kaynaklarının korunması (muhafazası) ile faydalanma (kullanım) arasında dinamik bir denge kurmayı amaçlayan bütüncül bir yönetim paradigması olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım, temelde, ormanların sahip olduğu çok fonksiyonlu (ekolojik, ekonomik ve sosyal) değerlerin ve kritik ekosistem işlevlerinin sadece muhafazasını değil, aynı zamanda aktif olarak geliştirilmesini de esas alır. Bu temel çerçeveden hareketle, Sürdürülebilir Orman Yönetiminin hayati önemi ve rasyoneli, sağladığı çok boyutlu faydalardan ve kritik ekosistem hizmetlerinden ileri gelmektedir (OGM, 2024):

 Biyolojik Çeşitlilik ve Genetik Kaynakların Korunması: Orman ekosistemleri, küresel biyolojik çeşitliliğin en önemli rezervuarlarından birini teşkil etmektedir. Sürdürülebilir Orman Yönetimi, bu muazzam genetik ve tür zenginliğinin korunmasında merkezi bir işleve sahiptir. Bu yönetim yaklaşımı, öncelikli olarak habitat bütünlüğünün muhafaza edilmesini ve ekosistem içindeki çeşitli türlerin yaşam döngülerini sürdürebilmeleri için gerekli olan ekolojik koşulların devamlılığını güvence altına alarak, biyolojik çeşitliliğin korunmasına doğrudan ve etkin bir katkı sağlamaktadır (OGM, 2024).

 İklim Değişikliğiyle Mücadele: Orman ekosistemleri, iklim değişikliğinin hafifletilmesinde merkezi bir rol üstlenir; zira atmosferik karbonu emerek ve biyokütle ile toprakta uzun süreli depolayarak doğal bir karbon yutağı işlevi görürler. Sürdürülebilir Orman Yönetimi uygulamaları, bu karbon depolama kapasitesini optimize ederek ve ormanların sağlığını koruyarak, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının azaltılmasına aktif olarak

katkıda bulunur. İklim regülasyonu işlevinin yanı sıra, ormanlar hidrolojik sistemler ve toprak muhafazası için de hayati öneme sahiptir. Bu ekosistemler, su havzalarının korunmasında ve toprağı yerinde tutarak erozyonun önlenmesinde kritik bir rol oynar. Dolayısıyla Sürdürülebilir Orman Yönetimi, hidrolojik döngünün sağlıklı bir şekilde idame ettirilmesini temin ederek, su kaynaklarının hem kalitesinin (temizliğinin) hem de kantitesinin korunmasını güvence altına alır (OGM, 2024).

- ✓ Ekonomik ve Sosyal Faydalar: Orman ekosistemleri, özellikle ormanlara komşu veya ormana bağımlı topluluklar için hayati sosyo-ekonomik fırsatlar ve geçim kaynakları barındırmaktadır. Sürdürülebilir Orman Yönetimi, orman kaynaklarının (hem odun hem de odun dışı ürünler) rasyonel ve devamlılığı güvence altına alınmış bir şekilde kullanılmasını temin ederek, yerel ekonomilerin canlanmasına ve kırsal toplulukların sosyo-ekonomik refahının artırılmasına doğrudan ve önemli bir katkı sağlamaktadır (OGM, 2024).

- ✓ Hava Kalitesinin İyileştirilmesi: Orman ekosistemleri, atmosferik kirleticileri ve partikül maddeleri filtreleme kapasiteleri sayesinde, hava kalitesinin regülasyonu (iyileştirilmesi) konusunda kritik bir ekosistem hizmeti sunarlar. Sürdürülebilir Orman Yönetimi, ormanların bu doğal arıtma (biyofiltre) fonksiyonunun korunmasını ve ekosistem sağlığının devamlılığını güvence altına alır. Dolayısıyla SOY, bu hayati işlevin sürdürülmesini sağlayarak, atmosferik kirliliğin azaltılması) çabalarına önemli ve dolaylı bir katkı sağlamaktadır (OGM, 2024)

- ✓ Gelecek Nesillere Kalıcı Bir Miras Bırakma: Sürdürülebilir Orman Yönetimi'nin temel felsefesi, kuşaklararası adalet ilkesine dayanır; bu ilke, orman kaynaklarının ve ekosistemlerinin gelecek nesillere sağlıklı ve işlevsel bir biçimde intikalini sağlamayı ve onlara sürdürülebilir bir yaşam alanı miras bırakmayı amaçlar. Bu vizyon, bir yandan doğal kaynakların uzun erimli muhafazasını (korunmasını) güvence altına alırken, diğer yandan insan ile doğa arasında uyumlu ve dengeli bir birlikteliğin tesis edilmesini mümkün kılar. Sonuç olarak, Sürdürülebilir Orman Yönetimi, sağladığı tüm bu ekolojik, sosyal ve ekonomik faydalar bütünüyle ele alındığında hem biyosferin bütünlüğü hem de insanlığın uzun vadeli refahı için hayati bir zorunluluk ve stratejik bir öneme sahiptir (OGM, 2024).

Sürdürülebilir Orman Yönetiminin Özellikleri;

1. Orman ekosistemlerinin ekolojik bütünlüğü bozulmamış ve işlevsel bir yapıda gelecek nesillere intikal ettirilebilmesi (devredilebilmesi), stratejik ve uzun erimlibir planlama yaklaşımını zorunlu kılmaktadır. Bu proaktif planlama süreci, orman kaynaklarının rasyonel ve devamlılığı güvence altına alınmış bir biçimde kullanılmasını temin eden temel mekanizmadır (OGM, 2024).

2. Sürdürülebilir Orman Yönetimi yaklaşımı, ekosistemlerin ve doğal yaşamın korunmasını temel bir ilke olarak merkeze alır. Bu çerçevede, habitat bütünlüğünün muhafazası ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi, bu yönetim felsefesinin birincil öncelikleri olarak konumlandırılır (OGM, 2024).

3. Ormanların verimlilik esasına ve rasyonel ilkelere göre yönetilmesi, hasılat (ağaç kesimi) ve diğer silvikültürel faaliyetlerin, ekosistemin kendini yenileme kapasitesiyle (rejenerasyon) dengeli bir biçimde icra edilmesine olanak tanır. Bu dengeli yaklaşım hem odun hammaddesi hem de odun dışı orman ürünlerinin arz sürekliliğini temin ederek, endüstriyel girdi ihtiyacının ve sektörel taleplerin kesintisiz bir şekilde karşılanmasını mümkün kılar (OGM, 2024).

4. Sürdürülebilir Orman Yönetimi, "yukarıdan aşağıya" karar mekanizmalarının aksine, katılımcı bir yönetişim anlayışını temel bir ilke olarak benimser. Bu yaklaşım, başta yerel topluluklar olmak üzere ilgili tüm paydaşların karar alma süreçlerine aktif katılımını ve angajmanını teşvik eder. Böylesi kapsayıcı bir model, yerel ekolojik bilgi birikiminin ve sahaya özgü deneyimlerin dikkate alınmasını güvence altına alır. Sonuç olarak bu katılım, yönetişim süreçlerine çok daha geniş bir perspektif ve bütüncül bir bakış açısı kazandırarak, alınan kararların hem etkinliğini hem de toplumsal meşruiyetini güçlendirir (OGM, 2024).

5. Sürdürülebilir Orman Yönetiminin başarısı ve kurumsallaşması, onu destekleyecek sağlam bir yasal ve idari çerçevenin varlığına doğrudan bağlıdır. Bu temel yapı, orman yönetimiyle ilgili ulusal politikaların ve ilgili mevzuatın hem belirlenmesi (tasarlanması) sürecine hem de sahadaki etkin uygulamasına (icrasına) zemin hazırlayan ve yol gösteren normatif bir altyapı sağlar (OGM, 2024).

Orman ekosistemlerinin mevcut durumunun sistematik olarak izlenmesi ve periyodik olarak değerlendirilmesi, Sürdürülebilir Orman Yönetiminin (SOY) vazgeçilmez bir bileşenidir. Bu nedenle, ormanların ekolojik sağlığı ve fonksiyonel sürdürülebilirliği hakkında güvenilir ve periyodik verilerin toplanmasını ve bu verilerin analiz edilmesini sağlayacak etkin bir monitörleme (izleme) sistemi kurulması zorunludur. Bu analitik süreç, "uyarlamalı yönetim" döngüsünün temelini oluşturur; zira mevcut politikaların ve sahadaki uygulamaların performansını değerlendirmeyi ve belirlenen hedeflerden sapmalar gözlendiğinde gereken düzeltici önlemlerin zamanında alınmasını mümkün kılar (OGM, 2024).

Bu özellikler, sürdürülebilir orman yönetiminin temel taşlarını oluşturur ve ormanların uzun vadeli sağlığını, ekonomik değerini ve toplumsal faydalarını korumak için önemlidir (OGM, 2024).

3. YÖNTEM

Çalışma alanındaki orman transport tesis ve taşıtlarına ilişkin veriler Orman Genel Müdürlüğü veri tabanlarından ve ilgili şefliklerden elde edilmiştir. Elde edilen veriler, istatistiksel olarak regresyon analizi ile değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Verilerin istatistik açıdan değerlendirilmesi: transport tesisleri ve taşıtlarına ait bilgilerin yıllar içindeki artışı ve sayıları, yangın sayısı (yıl bazlı), yanan alan miktarı (yıl bazlı) basit bir regresyon ve korelasyon analizi yapılarak transport tesisleri artıkça yanan alan miktarı ve yangın sayısı azalıp azalmadığı ile karşılaştırılmıştır. İstatistik analizler SPSS yazılımında yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Mevcut Transport ve Taşıt Sistemleri

4.1.1. Çalışma Alanında Kullanılan Araçların ve Tesislerin Teknik Yeterliliğinin Analiz Edilmesi

Orman yangınlarıyla mücadelede operasyonel intikal süresinin minimize edilmesi, stratejik bir zorunluluk olarak kabul edilmekte ve bu hedefe ulaşmak amacıyla tüm müdahale ekiplerinin yüksek arazi kabiliyetine sahip araçlarla donatılması esastır. Bu kritik filo yeterliliğini sağlamak adına, mevcut idari araç parkının yetersiz kaldığı durumlarda, dış kaynak temini yoluyla piyasadan kiralama yöntemi benimsenecektir. Bununla birlikte, yangınla mücadele operasyonlarında görevlendirilecek olan filonun tamamı (idareye ait ve kiralık araçlar dâhil), arazi şartlarına tam uyum gösterecek teknik yeterlilik, nitelik ve güce sahip olmak zorundadır. Bu operasyonel hazırlık durumunun sürdürülebilirliğini temin etmek amacıyla, tüm araçların periyodik ve kapsamlı teknik bakımlarının (özellikle lastik ve fren gibi kritik güvenlik sistemlerine odaklanarak) titizlikle yapılmış olması temel bir gerekliliktir (OGM, 2025a).



Şekil 4.1. Bayındır OİM Yangın Eğitimi (Köse, 2025)

İlk Müdahale Araçları;

Orman yangınlarıyla mücadelede operasyonel etkinliği artırmak ve müdahale süresini minimize etmek amacıyla, stratejik bir önceliklendirme ile yangına hassas yörelerden başlanarak, müdahale filosunun güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda, asgari 350 litrelik su ve 25 litrelik köpük kapasitesine sahip, yüksek arazi kabiliyetli ilk müdahale araçlarının tedariki sağlanmıştır. Nitekim, 2024 yılı sonu itibarıyla, İşletme Müdürlükleri envanterine dâhil edilen bu spesifik donanımlı araçların sayısı 151 adede ulaşmıştır. Bu kaynakların operasyonel verimliliğini maksimize etmek ve temel fonksiyonları olan erken müdahaleyi etkin bir şekilde yerine getirebilmelerini sağlamak amacıyla, yangın sezonu boyunca kesinlikle başka idari veya operasyonel görevlere tahsis edilmemeleri ve sadece bu amaca odaklanmaları kritik bir zorunluluk olarak belirlenmiştir.

Arazözler;

Orman yangınları ile mücadelede temel söndürme ajanı olan suyun aplikasyonunu sağlayan arazözlerin verimli kullanımı, operasyonel başarının merkezinde yer almaktadır. Mevcut filonun (örn. 107 araç, 100'ü faal) operasyonel hazırlık durumunun sürdürülmesi için, bu kritik varlıkların yangınla mücadele faaliyetleri dışında kullanımına kesinlikle izin verilmemesi ve sadece bilgili, yetenekli, eğitimlerle sürekli geliştirilen personel tarafından kullanılması stratejik bir zorunluluktur. Teknik hazırlık; araçların kataloglarına uygun periyodik bakımlarının eksiksiz yapılmasını, arızaların derhal giderilmesini ve hortum dolaplarının (patlak, eksik bağlantılı hortumlar veya işe yaramaz malzemeler olmaksızın) her an kullanıma hazır tutulmasını kapsar. Kullanılan tüm ara malzemelerin (rekor, lans, tabanca) TSE belgesi veya uluslararası kalite normlarına uygun olması ve her kullanımdan sonra temizlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu araçların nokta şeklindeki yangınlara müdahale edebilmesi için motorlu testere, duman maskesi, sağlık çantası ve baltalı kazma gibi standart ilk müdahale donanımları ile teçhiz edilmesi şarttır. Operatör güvenliği (sürat yapmamak, motor freni kullanmak, çalkantı etkisi nedeniyle yarı dolu tankla seyretmemek) ve pompa bakımı (darbeden koruma, kışın dondurmamak) hayati önem taşırken, söndürme etkinliğini sınırlayan teknik bir kısıt olan ince çaplı hortumlardaki sürtünme kaybı sorununa da çözüm getirilmektedir. Bu nedenle, basıncı ve söndürme etkisini artırmak amacıyla, eskiyen ¾ inçlik hortumların, en az 1 inç (1") çaplı hortumlarla değiştirilmesi ve H1'den H4'e kadar olan farklı çaplardaki

hortumların (soğutma, söndürme, tank doldurma gibi) standart görev tanımlarına göre kullanılması zorunlu hale getirilmiştir (OGM, 2025a).

Tablo 4.1. Orman Yangınlarıyla Mücadele Yangın İşçisi Dağılımı (OGM, 2025a)

İşletme Müdürlüğü	Kule	Haber Mrk.	Arazöz	Su İkmal	Su Tan. (28T)	İMA	Diğer İMA	Kiralık Ekip	Dozer	Greyder	Treyler	Ekskavatör	Hizmet Aracı	TOPLAM
Bayındır	13 / 23	2 / 4	15 / 76	5 / 15	0 / 0	5 / 11	11 / 10	0 / 0	2 / 3	1 / 1	1 / 2	2 / 2	10 / 8	52 / 155
Bergama	9 / 19	4 / 7	13 / 68	3 / 7	1 / 2	5 / 9	13 / 11	0 / 0	1 / 3	1 / 2	1 / 1	2 / 4	7 / 5	47 / 138
Gaziemir	9 / 14	1 / 4	19 / 102	4 / 9	0 / 0	9 / 15	10 / 9	0 / 0	3 / 5	2 / 2	1 / 2	2 / 2	9 / 5	59 / 169
İzmir	5 / 12	6 / 17	16 / 88	3 / 8	1 / 2	8 / 16	21 / 15	0 / 0	1 / 2	1 / 1	1 / 1	2 / 3	24 / 15	78 / 181
İzmir İli Top.	36 / 68	13 / 32	63 / 334	15 / 39	2 / 4	27 / 51	55 / 45	0 / 0	7 / 13	5 / 7	4 / 6	8 / 11	50 / 33	236 / 643
Akhisar	5 / 12	1 / 3	8 / 45	2 / 6	2 / 0	4 / 12	9 / 9	0 / 0	2 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2	7 / 5	37 / 100
Demirci	3 / 9	3 / 6	7 / 44	2 / 7	0 / 0	2 / 4	7 / 7	0 / 0	1 / 2	1 / 1	0 / 0	1 / 1	6 / 3	27 / 85
Gördes	6 / 10	2 / 4	6 / 31	2 / 6	0 / 0	2 / 5	6 / 6	0 / 0	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 1	7 / 5	27 / 74
Manisa	8 / 15	2 / 8	11 / 52	3 / 7	0 / 0	4 / 10	10 / 10	0 / 0	1 / 1	1 / 2	1 / 2	1 / 2	10 / 8	42 / 117
Salihli	5 / 10	3 / 6	6 / 36	2 / 5	0 / 0	2 / 5	11 / 11	0 / 0	1 / 2	1 / 1	1 / 2	1 / 1	6 / 5	32 / 85
Soma	3 / 6	1 / 3	6 / 35	3 / 6	0 / 0	3 / 4	9 / 9	0 / 0	1 / 2	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 2	27 / 71
Manisa İli Top.	30 / 62	12 / 30	44 / 243	14 / 37	2 / 0	17 / 40	52 / 52	0 / 0	7 / 11	6 / 12	5 / 8	7 / 9	38 / 28	192 / 532
GENEL TOPLAM	66 / 130	25 / 62	107 / 577	29 / 76	4 / 4	44 / 91	107 / 97	0 / 0	14 / 24	11 / 19	9 / 14	15 / 20	88 / 61	428 / 1175

Orman yangınlarıyla mücadelede temel operasyonel birim olan arazözlerin (su tankerlerinin) etkin ve güvenli kullanımı, katı prosedürlere ve standart donanım gerekliliklerine bağlanmıştır. Personel güvenliği önceliği altında, araçların operasyonel kullanımı, resmi evraklarında belirtilen azami personel taşıma kapasitesi ile kesin olarak sınırlandırılmaktadır. Doğrudan müdahalede bulunan ve ‘tabancacı’ olarak tanımlanan personelin, yangın cephesinin yüksek risklerine maruz kalması nedeniyle, standart Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) ile teçhiz edilmesi zorunludur; bu donanım, yangına dayanıklı (bariyersiz) elbiseler, filtreli tam yüz maskeleri ve ısıya dayanıklı eldivenleri kapsamaktadır. Araçların otonom (kendi kendine yeterli) müdahale kapasitesini artırmak amacıyla, her bir arazözde faal durumda bir motorlu testere, bu testereye ait yeterli miktarda yakıt karışımı, temel el aletleri (tırmık, tahra, şaplak vb.) ve acil durum sağlık çantası bulundurulması standart bir prosedürdür. Son olarak, operasyonel verimliliğin ve sistematiğin sağlanması için, tüm arazöz ekiplerine ‘hortum serme teknikleri’ ve ‘yangın söndürme aparatlarının kullanımı’ konularında; araç operatörlerine

(şoförlere) ise zorlu arazi koşullarına yönelik ‘ileri sürüş teknikleri’ konusunda sürekli ve uygulamalı eğitimler verilmesi, bu bütünleşik hazırlık yaklaşımının temel bir bileşenini oluşturmaktadır (OGM, 2025a).

Su Tankları;

Orman yangınlarıyla mücadelede arazöz envanterinin niceliksel olarak yetersiz kaldığı durumlar için, tamamlayıcı ve esnek lojistik çözümler uygulamaya konulmuştur. Bu çözümlerin merkezinde, operasyonel faydası kanıtlanmış olan motopomp monteli ve traktörle çekilen su tankları yer almaktadır; bu yöntemle hem söndürme faaliyetlerinin sürekliliği desteklenmekte hem de lojistik ikmal zinciri güçlendirilmektedir. Bu yaklaşım aynı zamanda toplumsal katılımı ve yerel müdahale etkinliğini artırmayı hedeflemekte olup, özellikle yangına gönüllü katılım potansiyeli yüksek olan kırsal yerleşim birimlerine (köylere) bu tanklardan dağıtılmıştır. Bu yerel su kaynağının kriz anında hızlı bir şekilde olay yerine nakledilebilmesi için, yangın günleriyle sınırlı olmak üzere konuşlanma yerlerindeki köylülerle traktör bağlantıları tesis edilmektedir. Bu çevik ve yerelleştirilmiş su ikmal stratejisini destekleyen merkezi lojistik kapasiteye dair veriler, 2024 yılı sonu itibarıyla envanterin çeşitliliğini ortaya koymaktadır: köylere dağıtılan motopomp monteli su tankeri miktarı 422 adede ulaşmış durumdayken, zorlu arazi koşullarına uygun olarak tasarlanmış (6x6) arazili 12 tonluk su ikmal araçlarının sayısı 29 adet, yüksek kapasiteli olan (6x6) arazili 28 tonluk su tankerlerinin sayısı ise 4 adet olarak rapor edilmektedir. Bu veriler, yangınla mücadele stratejisinin hem yüksek kapasiteli merkezi araçlara hem de yerel kaynakların mobilizasyonuna dayalı hibrit bir lojistik modeline evrildiğini göstermektedir (OGM, 2025a).

Dozer, Greyder, Treyler;

Orman yangınlarının büyüme eğilimini kontrol altına almada ve yangın cephesinde etkili müdahale hatları oluşturmada, iş makineleri ve özellikle dozerler, hayati öneme sahip araçlardır. Bu stratejik araçların operasyonel yeterliliğini sağlamak amacıyla, mevcut 14 adet teşkilat dozeri temel alınarak yaz sezonu boyunca kiralama yapılmaksızın yangınla mücadele hizmetlerinde tam kapasiteyle kullanılması planlanmıştır. Bu kapsamda, yangın mevsimi öncesinde bu makinelerin tüm bakım ve onarımlarının eksiksiz yapılması, kullanıma hazır tutulması ve gün sonunda akaryakıtları dolu vaziyette, gerektiğinde hızlı transferi kolaylaştıracak konuşlanma noktalarında (örn. Yol kenarında) bekletilmesi zorunludur. Dozerler, Haziran’dan Ekim sonuna kadar süren kritik dönemde (yangın sezonu) yangınla ilgili

işler dışında kesinlikle çalıştırılmayacak ve bu konuşlanma yerlerinin koordinatları haritalara işlenerek, gerektiğinde Valiliklerle koordinasyon içerisinde kullanılacaktır. Mücadelede kritik bir rol oynayan orman yolları ve yangın emniyet yollarının bakımını üstlenen greyderler (örn. 11 adet) de öncelikle yangına hassas birimlere tahsis edilecektir. Zira iş makinelerinin etkinliği, operatörlerinin yetkinliği ile doğru orantılıdır; bu nedenle, dozer operatörlerinin yangına müdahale yetenekleri, düzenlenecek hizmet içi eğitimlerle en üst düzeye çıkarılacaktır. İş makinelerinin lojistik hareketliliğini destekleyen treylerler (örn. 9 adet) ile mevcut dozer filosu kullanılacaktır. Ayrıca, İl Yangınla Mücadele Komisyonlarınca mücadeleye katılması kararlaştırılan tüm özel sektör iş makinelerine ait operatör bilgileri (isim, adres, telefon) sürekli olarak güncel tutulacak ve resmî tatil öncelerinde bu bilgilere özel önem verilerek, personelin ve makinelerin yangın anında en kısa sürede sevk edilmesi sağlanacaktır. Son olarak, gözetim ve koordinasyonun sağlanması amacıyla, dozer, greyder ve arazözlerin yan ve üst kısımlarına; kiralık helikopterlerin ise alt kısımlarına uzaktan okunabilecek sarı veya beyaz renkte tanıtma numaraları yazdırılacak ve tüm bu araçlar telsizlerle donatılarak merkezi komuta altına alınacaktır (OGM, 2025a).

Tablo 4.2. Orman Yangınlarıyla Mücadele Makine ve Araç Dağılımı (OGM, 2025a)

İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	İMA	DİĞER İMA	ARAZÖZ	SU İKMAL	SU TANKERİ (28	DOZER		EKSKAVATÖR	LOADER	GREYDER	TREYLER		STA	MOTOSİKLET	SU TANKERİ	İDARE HELİKOPTER	HELİKOPTER	UÇAK	İHA
						İDARE	KİRALIK				İDARE	KİRALIK							
İZMİR	8	21	16	3	1	1	–	1	1	1	1	–	–	1	36	1	1	–	–
BAYINDIR	5	11	15	5	0	2	–	1	1	1	1	–	–	–	97	–	–	2	–
BERGAMA	5	13	13	3	1	1	–	1	1	1	1	–	–	–	79	–	1	–	–
GAZİEMİR	9	10	19	4	0	3	–	1	1	2	1	–	–	1	50	–	3	2	–
MANİSA	4	10	11	3	0	1	–	1	–	1	1	–	–	–	39	–	–	–	–
AKHİSAR	4	9	8	2	2	2	–	1	–	1	1	–	–	–	21	–	1	–	1
SOMA	3	9	6	3	0	1	–	1	–	1	1	–	–	2	28	–	1	–	–
DEMİRCİ	2	7	7	2	0	1	–	–	1	1	–	–	–	3	24	–	1	–	–
GÖRDES	2	6	6	2	0	1	–	–	–	1	1	–	–	–	9	–	–	–	–
SALİHLİ	2	11	6	2	0	1	–	–	1	1	1	–	–	2	48	–	–	–	–
TOPLAM	**44**	**107**	**107**	**29**	**4**	**14**	**–**	**7**	**6**	**11**	**9**	**–**	**–**	**9**	**431**	**1**	**8**	**4**	**1**

İlk Müdahale Ekip Binaları;

Orman yangınlarına müdahale stratejilerinin temelini oluşturan "erken müdahale" prensibinin sağlanması ve yangınların büyümeden kontrol altına alınması amacıyla, birinci derece hassas orman bölge müdürlüklerinde 15 dakikalık kritik müdahale süresini) karşılayacak şekilde yangın ilk müdahale ekip binalarının kurulması stratejik bir zorunluluk olarak belirlenmiştir. Bu altyapı tesislerinin yatırım maliyetini optimize etmek ve süreci hızlandırmak için, öncelikli olarak kullanılmayan kamu binalarının tespiti ve tahsisi yönünde çalışmalar yürütülecek ve bu mevcut yapılar üzerinden ekip konuşlanma noktalarının oluşturulması hedeflenecektir. Bu yaklaşım, müdahale kabiliyetini mekânsal olarak optimize etmeyi ve kamu kaynaklarının etkin kullanımını amaçlamaktadır (OGM, 2025a).

Karavan;

Orman yangınları ile mücadele stratejilerinde, kritik yangın hava durumu koşullarının hâkim olduğu günlerde ve yangın riski yüksek coğrafyalarda reaksiyon süresini kısaltmak ve yangının kontrolsüz büyümesini önlemek temel bir zorunluluktur. Bu amaca ulaşmak üzere, arazöz ekiplerinin orman içlerinde stratejik olarak konuşlanma sürekliliğini ve operasyonel dinlenmelerini sağlamak amacıyla, kurumsal imkânlar ölçüsünde tam donanımlı mobil yaşam ünitelerinden (karavanlardan) yararlanılacaktır. Bu esnek lojistik destek çözümü, müdahale ekiplerinin uzun süre sahada kalma kapasitesini artırarak, yangın çıktıktan hemen sonra büyümeden müdahale etme etkinliğini maksimize etmeyi hedeflemektedir (OGM, 2025a).

El Aletleri;

Orman yangınlarının kontrolü ve söndürülmesi süreçlerinde, küçük el aletlerinin sağladığı operasyonel esneklik ve hızlı müdahale kabiliyeti nedeniyle bu aletlerden vazgeçilmesi mümkün değildir. Bu aletlerin söndürme etkinliğini maksimize etmek amacıyla, Türkiye Standartları Enstitüsü (TSE) standartlarına uygun özellikler taşımasına özel bir dikkat gösterilecek ve müdahale ekiplerinde ilgili tebliğlerde (örn. 285 Sayılı Tebliğ) belirtilen asgari miktarlarda el aleti bulundurulması zorunlu kılınmıştır. Ayrıca, yangın riskinin yoğunlaştığı bölgelerde yerel müdahale kapasitesini güçlendirmek için, köy muhtarlıkları ve destek talep edilebilecek Askeri Birlikler gibi paydaşlarla iş birliği yapılarak, orman tipolojisine uygun ve yeterli sayıda el aleti stoku bulundurulacaktır; bu aletlerin cins ve miktarları ile depolama yerleri, yerel yangınla mücadele planlarında detaylıca belirtilecektir. Büyüyen yangın

senaryolarında mekanize müdahale gücünü artırmak için ise, köylerde mevcut motorlu testere sahiplerinin listeleri hazırlanarak lojistik planlara dâhil edilecek, böylece geniş çaplı yangınlarda ek kaynakların hızla mobilize edilmesi sağlanacaktır (OGM, 2025a).

Teknik Araçlar;

Orman yangınları ile mücadele stratejilerinde operasyonel sevk ve idarenin etkinliğini ve yangınla mücadele ekiplerinin güvenlik ve verimini maksimize etmek temel hedeflerdir. Bu hedeflere ulaşmada, yangının olası davranışını gerçek zamanlı olarak belirleyebilmek kritik önem taşır. Bu sebeple, önceki dönemlerde envantere dâhil edilen, GPS konum bilgisi ile nem, sıcaklık ve rüzgâr (hız ve yön) gibi temel meteorolojik parametreleri eş zamanlı ölçme yeteneğine sahip portatif el aletlerinin operasyonel kullanımı sürdürülecektir. Bu entegre veri toplama mekanizması, hem yangın modellemesi gerekli mikro-klimatik verileri sağlamakta hem de sahadaki ekiplerin durumsal farkındalığını artırarak lojistik sevk kararlarının bilimsel temellere dayandırılmasını ve dolayısıyla müdahale performansının yükseltilmesini sağlamaktadır (OGM, 2025a).

Hava Araçları;

Orman yangınlarının kontrolünde ve söndürülmesinde tartışılmaz bir üstünlüğe sahip olan hava araçlarının kullanımı, operasyonel stratejinin merkezinde yer almaya devam etmektedir. 2025 yılı için planlanan filoda 12 adet kiralık su atar helikopter, 4 adet uçak, 1 adet İnsansız Hava Aracı (İHA) ve 1 adet OGM İdare helikopteri gibi çeşitli platformlar yer alırken, bu araçların yangına hassas bölgelerde kademeli görevlendirilmesine 1 Mayıs itibarıyla başlanması öngörülmüştür. Yangındaki başarının anahtarı, erken haber alma, erken ve etkili müdahaleden geçtiğinden, hava araçlarının yangının ilk çıkış anında süratle intikali hayati önem taşımaktadır; zira ilerleyen safhalarda etkinlikleri azalmaktadır. Bu müdahale etkinliğini maksimize etmek amacıyla, 2024 yılında başarılı olduğu kanıtlanan ve anlık görüntü takibini sağlayan, kiralık helikopterlere monte edilmiş kameralı izleme sistemi 2025 yılında da sürdürülecektir. Bu teknolojik gözetim kabiliyetini desteklemek üzere, Bölge Müdürlüğü; hidrolik antenler, uydu internet ve GSM alıcıları gibi gelişmiş donanımlara sahip 2 adet Mobil Komuta ve Koordinasyon Aracı (MKKA) tedarik etmiştir; bu araçlar, 40 km mesafeden helikopter görüntülerini alıp internet üzerinden yetkililere aktarabilme yeteneğine sahip olup, bünyelerinde telsizden jeneratöre, meteoroloji cihazından yaşam destek ünitelerine kadar 66

farklı cihaz ve malzeme barındırarak saha komuta merkezi olarak kapsamlı lojistik ve teknolojik destek sağlamaktadır (OGM, 2025a).

Hava operasyonlarının lojistik sürekliliğini sağlamak için uygulanan Havuz Sistemi kiralanan araçların yangın görevi dışındaki işler için tahsis edilmesi kesinlikle önlenmekte, hava operasyonlarının başlamasıyla birlikte akaryakıt tankları harekete geçirilmekte, helikopterlerin ve tankerlerin gün sonunda tam dolu yakıtla bulundurulması sağlanmakta ve civarda konuşlanan Askeri Birliklerden yakıt ikmali imkânları araştırılarak lojistik zincirin kesintiye uğraması engellenmektedir. Son olarak, operasyonel ihtilafları önlemek için kiralama şartnameleri ve sözleşme hükümlerinin net anlaşılması ve uçuş kayıtlarının düzenli tutulması zorunlu tutulurken, operasyonel verimi artırmak amacıyla yangın riski yüksek bölgelerde yeterli sayıda Helikopter Acil İniş Pisti (HAİP) tesis edilmesi ve mevcut pistlerin bakımlarının sağlanması hedeflenmiştir (OGM, 2025a).

Orman Yangınlarını Önleme Tesisleri;

Ülke genelindeki yangına hassas alanların belirlenmesi ve bu coğrafyalara özgü rehabilitasyon ve direnç artırma planlarının sistematik olarak uygulanabilmesi amacıyla, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından daha önce yayımlanan 6665 (10.02.2010) ve 6859 (01.08.2012) sayılı tamimler yürürlükten kaldırılarak, yerine 6976 Sayılı Tamim ile revize edilen "Yanan Orman Alanlarının Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi" (YARDOP) uygulamaya konulmuştur. Bu yeni YARDOP kapsamında yapılacak tüm iş ve işlemler ile yangın önleyici tesislerin kurulumu, bu tamimde belirlenen teknik ve idari esaslara göre yürütülecektir. YARDOP projelerinin mekânsal uygulanması, öncelikli olarak yanmış ormanlık sahaları hedef almakla birlikte, yangına hassas olup henüz yanmamış alanlarda ise direncin artırılması amacıyla özellikle genç meşcereler (a, ab, b gelişme çağındaki meşcereler) esas alınacaktır. Ancak, proje sahasının bütünlüğünü ve yangınla mücadele açısından taşıdığı önemi dikkate alarak, bu alanlara isabet eden olgun (c ve d gelişme çağındaki) meşcerelerde de projelendirme ve uygulama çalışmalarının yapılmasına imkân tanınmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım hem ekosistemin yeniden tesisi hem de gelecekteki yangınlara karşı koruyucu bir bariyer oluşturmayı amaçlamaktadır (OGM, 2025a).

Tablo 4.3. 2025 Yılı Biyokütle Azaltma Programı (OGM, 2025a)

İŞLETMESİ	BAKIM Km.	KONTROLLÜ YAKMA Km.	BUDAMA Km.	TOPLAM Km.
İzmir	100	-	-	100
Bayındır	120	-	-	120
Bergama	110	-	-	110
Gaziemir	100	-	-	100
Akhisar	120	-	-	120
Manisa	80	-	-	80
Demirci	48	-	-	48
Gördes	77,5	-	-	77,5
Salihli	100		-	100
Soma	100	-	--	100
Toplam	955,5	-	-	955,5

Yangın Önleyici Tesisler

Yangın Müdahale Tesisi (YMT): Yangın mevsimindeki hâkim ve /veya tehlikeli rüzgâr yönüne dik olarak tercihen ana ve tali sırtlarda yapılan tesisler, Yerleşim Yeri ile Ormanlık Arazilerin Ayrılması Tesisi (YOAT): Yerleşim yerleri ile orman arazilerinin sınırından itibaren ormana doğru yapılan tesisler, Ziraat Arazileri ile Ormanlık Arazilerin Ayrılması Tesisi (ZOAT): Ziraat arazileri ile orman arazilerinin sınırından itibaren ormana doğru yapılan tesisler (OGM, 2025a),

Ulaşım Tesisi: Yanan Orman Alanlarının Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi (YARDOP) kapsamında tesis edilen yapılar, yangınla mücadele stratejisinin temel bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu tesisler, yangınla mücadele araçlarının sahaya kesintisiz ulaşımını ve yangına etkin müdahale imkânını sağlamayı hedefleyen belirli standartlara göre inşa edilmektedir. İnşaat sürecinde, mineral toprağın açığa çıkarılması yöntemi benimsenerek, yangının yayılmasını engellemek ve araç trafiğine uygun bir zemin oluşturmak amaçlanmakta, böylece hem operasyonel hız hem de müdahale ekiplerinin güvenliği maksimize edilmektedir.

Bu yapılar, yangın önleme ve söndürme faaliyetlerinin mekânsal ve lojistik altyapısını güçlendirmektedir (OGM, 2025a).

Zayıflatma Alanı: Orman ekosistemlerinde uygulanan stratejik ve önleyici silvikültürel müdahaleler, özellikle yangın yoğunluğunu ve yangının yayılma hızını sınırlamak amacıyla kritik bir rol oynamaktadır. Bu alanlar, yabanlaşmaya meydan vermeyecek şekilde, kuvvetli ayıklama, aralama ve budama gibi işlemlerin uygulandığı, yanıcı madde yükünün azaltılmasının hedeflendiği bölgelerdir. Uygulanan bu işlemlerle, yangının komşu ağaçlar arasında geçişini sağlayan ve aktif tepe yangını riskini artıran dikey ve yatay süreklilik kesintiye uğratılır. Bu süreçte, kesim artıklarının yanı sıra ara ve alt tabaka ve diri örtünün tamamen temizlenerek sahadan uzaklaştırılması sağlanmakta, budama ile ağaçların tepe tacı tabanı yükseltilmekte ve doğal olarak yangına dirençli türlere) ait ağaçların muhafaza edilmesine öncelik verilmektedir. Nihayetinde bu alanlar, etkin yangın söndürme çalışmalarına olanak tanıyan, yangın davranışını yönetilebilir kılan modifiye edilmiş ekosistem yapılarıdır (OGM, 2025a).

Diğer Tesisler:

Bağlantı Tesisleri: Yangın önleyici tesislerin ulaşım yollarına bağlantısını sağlayacak tesisler,

Havuz ve Göletler: Yangınlarda hava ve kara araçlarının su alabileceği tesisler,

Helikopter Pisti: Helikopterlerin iniş-kalkış yapabileceği standart tesisler,

Yangın Müdahale Cephesi (YMC); Blok halindeki ormanlık alanlarda ortaya çıkabilecek tehlikeli (yüksek şiddetli) yangınlara karşı etkin müdahale kabiliyetini sağlamak amacıyla, ulaşım ve müdahale kolaylığını artırmaya yönelik özel tesislerin kurulması gerekmektedir. Bu tür stratejik altyapı tesisleri, ilgili ulusal mevzuat hükümleri ve teknik standartlara tam uygunluk içinde tesis edilmekte olup, yangınla mücadele araçlarının (arazöz, iş makinesi vb.) yangın cephesine hızlı erişimini ve lojistik destek sürekliliğini temin etmeyi amaçlayan temel önleyici yapılar olarak işlev görmektedir (OGM, 2025a).

Tablo 4.4. Orman Yangınlarıyla Mücadele Tesisleri (OGM, 2025a)

İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	Yan. Eğ. Mer.	Yan. Yön. Mer.	Haber Mer.	Kule	Oto. Göz. Sistemi	Ekip Binası	Havuz, STÇ	Göl, Gölet, Baraj	Hava Ar. Tim Binası	Uçak Pisti	HeL. Pisti
Akhisar	-	-	1	5	-	10	31	1	1	1	2
Bayındır	-	-	2	13	-	14	30	14	-	1	1
Bergama	-	-	4	9	-	12	44	19	1	-	2
Demirci	-	-	3	4	-	7	26	8	1	-	1
Gaziemir	-	-	1	9	-	19	25	24	2	1	3
Gördes	-	-	2	6	-	5	15	9	-	-	1
İzmir	-	1	6	5	-	14	45	13	1	-	1
Manisa	-	-	2	8	-	11	29	15	-	-	3
Salihli	-	-	3	4	-	7	23	18	-	-	-
Soma	-	-	1	3	-	7	17	12	-	-	1
Toplam	**-**	**1**	**25**	**66**	**-**	**106**	**285**	**133**	**6**	**3**	**15**

4.1.2. Araçların Yangına Müdahale Süresine Etkisi ve Yangın Önleme Süreçlerine Katkısı

Orman yangınlarıyla mücadele operasyonlarının başarısı, yangının tespit edildiği an ile fiziksel müdahalenin başladığı an arasında geçen "ilk müdahale süresini" minimize etme kabiliyetine doğrudan bağlıdır. Bu kritik zaman diliminin etkin yönetimi, modern yangınla mücadele stratejilerinin temel hedefi olup, bu hedefe ulaşmada kullanılan kara ve hava araçları, salt birer lojistik unsur olmanın ötesinde, operasyonel başarının temel belirleyicileri olarak rol oynarlar. Bu durumda, araçların yangın yönetimindeki katkısı, reaktif müdahale hızına olan doğrudan etkileri ve proaktif (önleyici) süreçlere olan dolaylı katkıları olmak üzere iki ana eksende incelenmelidir (OGM, 2025a).

Tablo 4.5. Müdahale Ekiplerinin İşletmelerin Hassasiyet Derecelerine Göre Dağılımı (OGM, 2025a)

İşletme Müdürlüğü	Ekip Sayısı (I)	Ekip Sayısı (II)	Ekip Sayısı (III)	Ekip Toplam	İşçi Sayısı (I)	İşçi Sayısı (II)	İşçi Sayısı (III)	İşçi Toplam
İzmir	14	-	-	**14**	137	-	-	**137**
Bayındır	14	-	-	**14**	120	-	-	**120**
Bergama	12	-	-	**12**	107	-	-	**107**
Gaziemir	19	-	-	**19**	146	-	-	**146**
Manisa	11	-	-	**11**	86	-	-	**86**
Akhisar	10	-	-	**10**	80	-	-	**80**
Soma	7	-	-	**7**	60	-	-	**60**
Demirci	7	-	-	**7**	67	-	-	**67**
Gördes	5	-	-	**5**	55	-	-	**55**
Salihli	7	-	-	**7**	64	-	-	**64**
TOPLAM	**106**	**-**	**-**	**106**	**922**	**-**	**-**	**922**

Müdahale Süresine Doğrudan Etki: Kara Araçları ve Lojistik Optimizasyon

Yangınla mücadele operasyonlarının lojistik bel kemiğini, kara araçları filosu oluşturmaktadır. İlk müdahale araçları, arazözler (su tankerleri/motorları), su ikmal araçları ve ağır iş makineleri (dozerler) gibi çeşitli fonksiyonlara sahip bu platformlar, yangına "en kısa zamanda müdahale etmeyi sağlamak" amacıyla tasarlanmıştır. Bu araçların müdahale süresine etkisi, iki temel stratejik faktöre bağlıdır (OGM, 2025a):

a. Stratejik Konumlandırma: Araçların statik olarak depolarda beklemesi yerine, yangın risk haritalarına göre dinamik olarak sahaya ön-konumlandırılması (örneğin, dozerlerin ve ilk müdahale ekiplerinin stratejik noktalara konuşlandırılması), Yangın Yönetim Merkezi'nin (YYM) bir ihbar anında "yangın mahalline en yakın en az iki adet, ilk müdahale ekibinin yangına sevkinin yapılması" gibi kritik kararları almasını sağlar. Bu, intikal süresini dramatik olarak kısaltır (OGM, 2025a).

b. Altyapı Erişilebilirliği: Araçların hızı ve kabiliyeti ne olursa olsun, etkinlikleri "orman yol ağı" ile doğrudan sınırlıdır. Yangına hassas bölgelerdeki yeterli yoğunlukta (örn. 20 m/ha hedefi) ve yüksek standartlı bir yol ağının varlığı, yangınla mücadelenin "en temel unsurunu" oluşturur. Bozuk ormanlar ve makilik alanlardaki yol yoğunluğu eksiklikleri ise, müdahale süresi önündeki en büyük fiziksel engeli teşkil eder (OGM, 2025a).

Müdahale Süresine Doğrudan Etki: Hava Araçları ve Erken Müdahale Hava araçları (helikopterler, uçaklar ve İHA'lar), özellikle arazi yapısının karmaşık veya karadan erişimin imkânsız olduğu durumlarda, "erken müdahalede" "çok etkili" bir rol üstlenir. Bu platformlar, yüksek hızları sayesinde ilk müdahale süresini dakikalar seviyesine indirerek, yangının kritik "ilk büyüme" evresinde bastırılmasını sağlar veya enerjisini düşürerek kara ekiplerinin emniyetle müdahale edebilmesi için stratejik zaman kazandırır (OGM, 2025a).

Yangın Önleme Süreçlerine Katkı: Gözetleme ve Silvikültür

Araçların rolü, sadece reaktif söndürme faaliyetleri ile sınırlı değildir; proaktif (önleyici) yangın yönetimi süreçlerine de hayati katkılar sunarlar (OGM, 2025a):

a. Gözetleme ve Erken Tespit: İnsansız Hava Araçları (İHA) gibi modern platformlar, geniş alanların sürekli gözetlenmesi için kullanılır. Bu, önleme stratejisinin "erken görmek" hedefine hizmet eder,

b. Devriye ve Caydırıcılık: İlk müdahale araçları ve arazili pikaplar, yangın sezonu boyunca yüksek riskli (antropojenik baskının yoğun olduğu) alanlarda sistematik devriye görevleri yürüterek hem caydırıcılık sağlar hem de olası bir ateşlemeye saniyeler içinde müdahale imkânı yaratır,

c. Yanıcı Madde Yönetimi: Yangın önlemenin fiziksel temelini oluşturan silvikültürel faaliyetler (orman bakımı) ve "biyokütlenin azaltılması" (yanıcı madde temizliği, yangın emniyet şerit ve yollarının tesisi) doğrudan ağır iş makinelerine (örn. Dozerler) ve bu makinelerin sahaya erişimini sağlayan yol ağına bağımlıdır (OGM, 2025a).

Araçlar (kara ve hava), orman yangını yönetiminde izole birer kaynak değil, önleme, tespit, lojistik optimizasyon ve müdahale aşamalarının tümünü kapsayan bütünleşik bir sistemin dinamik ve kritik bileşenleridir. Bu sistemin etkinliği; araçların teknolojik kapasitesinden çok, onların stratejik planlamayla (konumlandırma) ve yüksek kaliteli altyapıyla ne kadar etkin desteklendiğine bağlıdır (OGM, 2025a).

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2025 yılı yangınla mücadele stratejisinin temel hedefi, "erken görmek, erken müdahale etmek ve küçük alanlarda söndürmektir". Bu hedefe ulaşmada kullanılan araçlar (kara ve hava), operasyonel başarının temel belirleyicileri olarak çift yönlü bir rol oynamaktadır: Bir yandan reaktif müdahale süresini) minimize ederken, diğer yandan proaktif yönetim süreçlerinin fiziki altyapısını oluştururlar. Araçların müdahale süresine doğrudan etkisi, "yangına en kısa zamanda müdahale etmeyi sağlamak" amacıyla tüm ekiplerin arazili araçlarla ve "kısa sürede ve daha etkin müdahale" için tasarlanmış ilk müdahale araçları ile donatılmasıyla kendini gösterir. Bu kara kabiliyetini, "erken müdahalede... çok etkili" olan ve 2025 yılı için 12 helikopter, 4 uçak ve 1 İHA'dan oluşan hava araçları filosu tamamlar. Ancak bu araçların etkinliği, altyapıya bağımlıdır; bu durumda, yangınla mücadelenin "en temel unsuru" olarak tanımlanan orman yolu ağının varlığı ve kalitesi, intikal süresini doğrudan belirleyen kritik bir faktördür. Araçların yangın önleme süreçlerine katkısı ise, yangın sezonu öncesi hazırlıklarla başlar; bu, orman yollarının 1 Mayıs'tan önce "ulaşıma açık hale getirileceği" ve tüm araçların (idare ve kiralık) lastik ve fren sistemleri dâhil "her türlü teknik bakımlarının yapılmış olmasına" özen gösterileceği taahhütleriyle stratejik bir "hazırlık" boyutunu kapsar. Daha da önemlisi, planın temel hedeflerinden olan "Biokütlenin azaltılması" gibi proaktif silvikültürel faaliyetler (yanıcı madde yönetimi ve yangın emniyet şeritlerinin tesisi), ancak 14 adet dozer ve bu ağır makinelerin nakliyesini sağlayan treylerler gibi spesifik

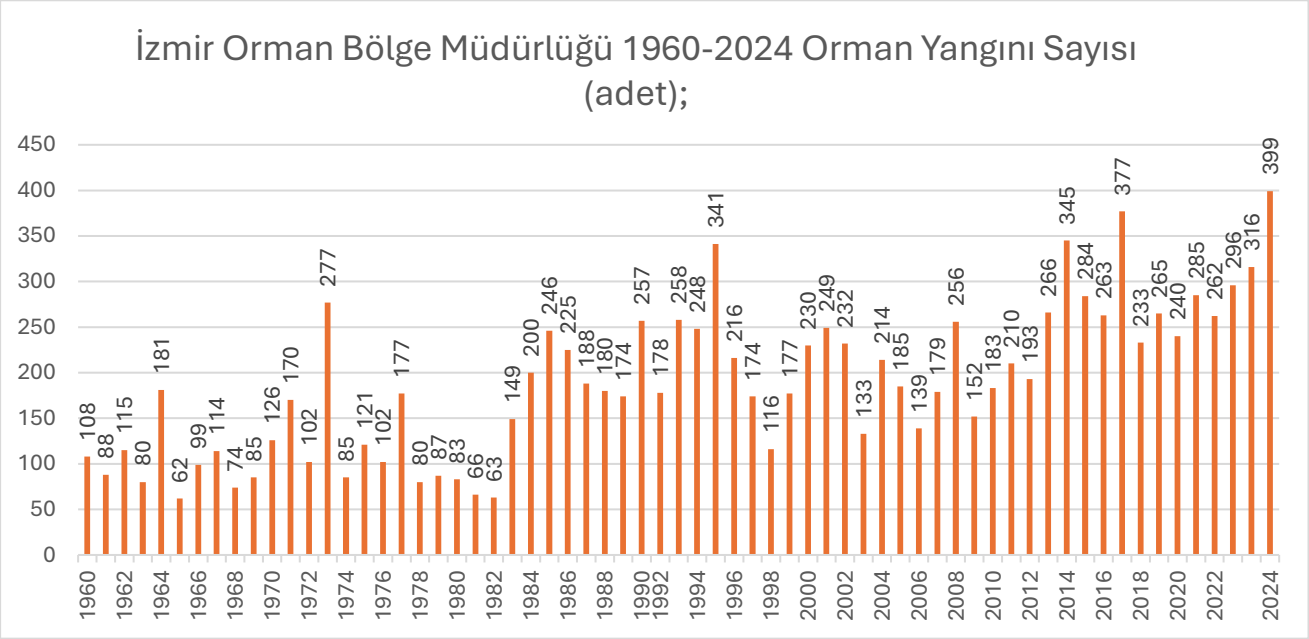
araçların mevcudiyeti ile mümkün olmaktadır. Sonuç olarak, araçlar sadece birer söndürme vasıtası değil, aynı zamanda erken uyarı (İHA'lar ve kameralı helikopterler aracılığıyla) ve fiziki önleme (Önleme) stratejilerinin de vazgeçilmez uygulayıcılarıdır (OGM, 2025a).

Tablo 4.6. Orman Yangınlarıyla Mücadelede 2025 Yılı İçin Öngörülen Standartlar (OGM, 2025a)

Standardın Konusu	Birimi	I. Derece	II. Derece	III. Derece	IV. Derece	V. Derece
Ekibin Yangına Müdahale Süresi	Dakika	20	30	40	50	50
Ekibin Takribi Ortalama Sorumluluk Sahası	Hektar	15.000	35.000	60.000	100.000	100.000
Söndürme Ekibinin Eleman Sayısı	Adet	14- 17	10- 13	8- 10	4- 8	4
Söndürme Ekibinin Çalışma Süresi (Haziran-Ekim)	Ay	5	5	4	4	4
Ekibin Adam/Ay Sayısı	Adam/Ay	65- 75	45- 57	32- 40	16	16
Arazöz Ekibi Eleman Sayısı	Adet	6	6	5	4	4
Arazöz Ekibi Adam/Ay Sayısı	Adam/Ay	29	26	20	16	16
Gözetleme Kulesi Eleman Sayısı	Adet	2	2	2	2	2
Gözetleme Süresi (Haziran-Ekim)	Ay	5	5	4- 4,5	4	4
Gözetleme Kuleleri Adam/Ay Sayısı	Adam/Ay	9	9	8	8	8
Haber Merkezi Eleman Sayısı	Adet	1- 6	1- 5	1- 4	1	1
Haberleşme Süresi (Haziran-Ekim)	Ay	5	5	4- 4,5	4	4
Kaç Ekibe 1 Arazöz Gerekeceği	Adet	1	1	2	3	-
Kaç İşletmeye Dozer Tahsisi Gerektiği	Adet	1	2	3	4	-
Yangın İçin Dozer Bekletme Süresi	Ay	4	3,5	3	-	-
Treyler Kiralama Süresi	Ay	4	3,5	3	-	-
Araç Kiralama Süresi	Ay	5	4,5	4	-	-
Kabul Edilen Ortalama Araç Hızı	Km/h	50	50	50	50	50
Arazide Ortalama Yaya Hızı	Km/h	2	2	2	2	2
Helikopter Etkili Yarıçapı	Km	90	90	-	-	-
Hava Aracı Çalıştırma Süresi	Gün	92- 122	-	-	-	-

4.2. Yangın İstatistikleri

1. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Sayısı (adet)

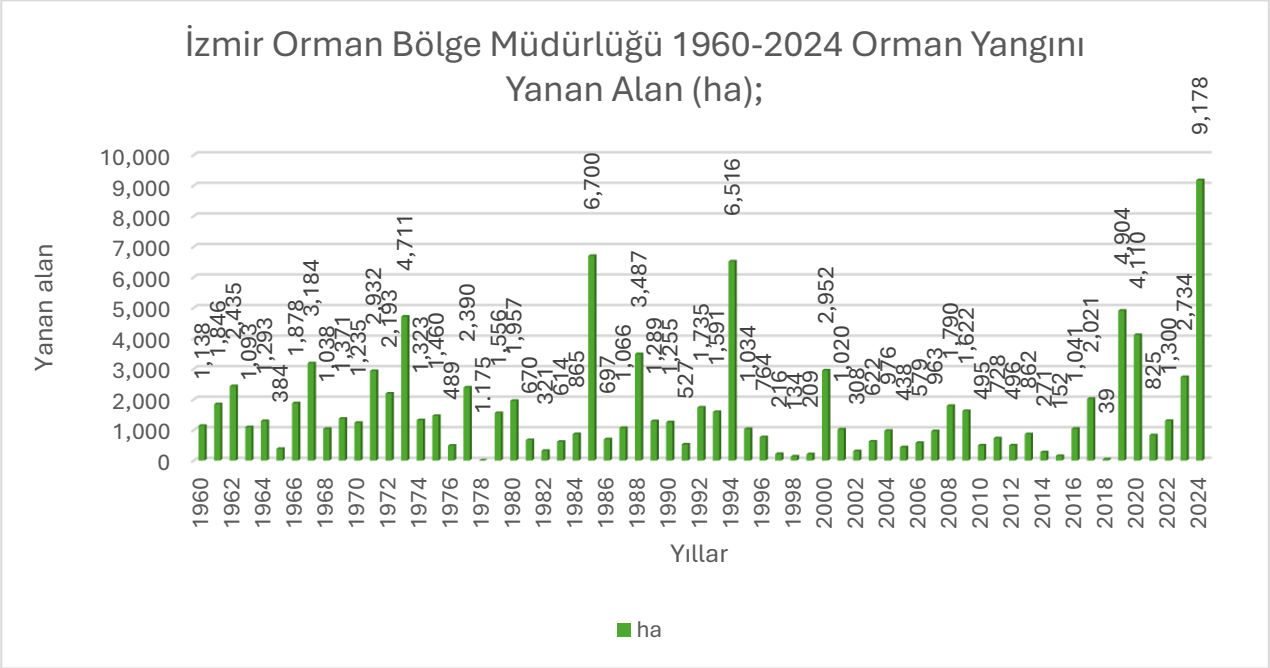


-65 yıl ortalaması 189 adettir.

Şekil 4.2. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Sayısı (adet) (OGM, 2025a)

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün 1960-2024 yılları arasındaki 65 yıllık süreçte karşılaştığı orman yangını sayılarını kronolojik bir eksende sunmaktadır. Grafikteki veriler incelendiğinde, yangın sayısının yıllara göre stokastik bir dağılım gösterdiği ancak uzun vadeli ortalamanın 189 adet/yıl seviyesinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu grafik, bölgedeki yangın riskinin konjonktürel bir durumdan ziyade, iklim ve bitki örtüsü özelliklerinden kaynaklanan yapısal bir sorun olduğunu kanıtlar niteliktedir. Yarım asrı aşan bu veri seti, yangın sayılarındaki artış ve azalış trendlerinin, iklimsel anomaliler ve insan nüfus hareketliliği ile olan ilişkisinin sorgulanmasına olanak tanıyan temel bir zaman serisi analizi sunmaktadır.

2. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Yanan Alan (ha)

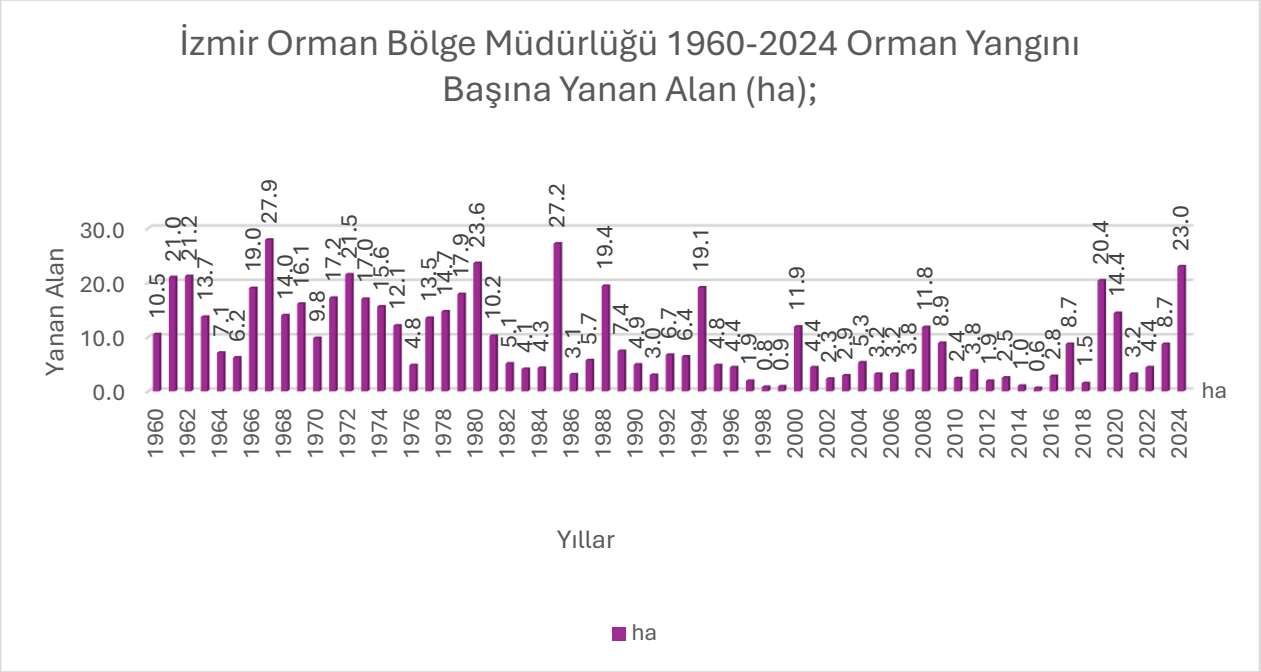


65 yıl ortalaması 1.655 hektardır.

Şekil 4.3. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Yanan Alan (ha) (OGM, 2025a)

yangın sayısından bağımsız olarak, 1960-2024 döneminde ekosistemin maruz kaldığı fiziksel kaybı, yani yanan alan miktarını (hektar) görselleştirmektedir. 65 yıllık periyotta yıllık ortalama yanan alan miktarının 1.655 hektar olması, bölgedeki yangın rejiminin yıkıcı potansiyelini gözler önüne sermektedir. Grafik üzerindeki pik noktaları, muhtemelen ekstrem meteorolojik koşulların yaşandığı ve "mega yangın" olarak nitelendirilebilecek afet yıllarını işaret etmektedir. Bu şekil, yangınla mücadelede başarının sadece yangın adedini düşürmekle değil, yanan alanı minimize etmekle ölçülmesi gerektiğini vurgulayan en kritik göstergelerden biridir.

3. . İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Başına Yanan Alan (ha)

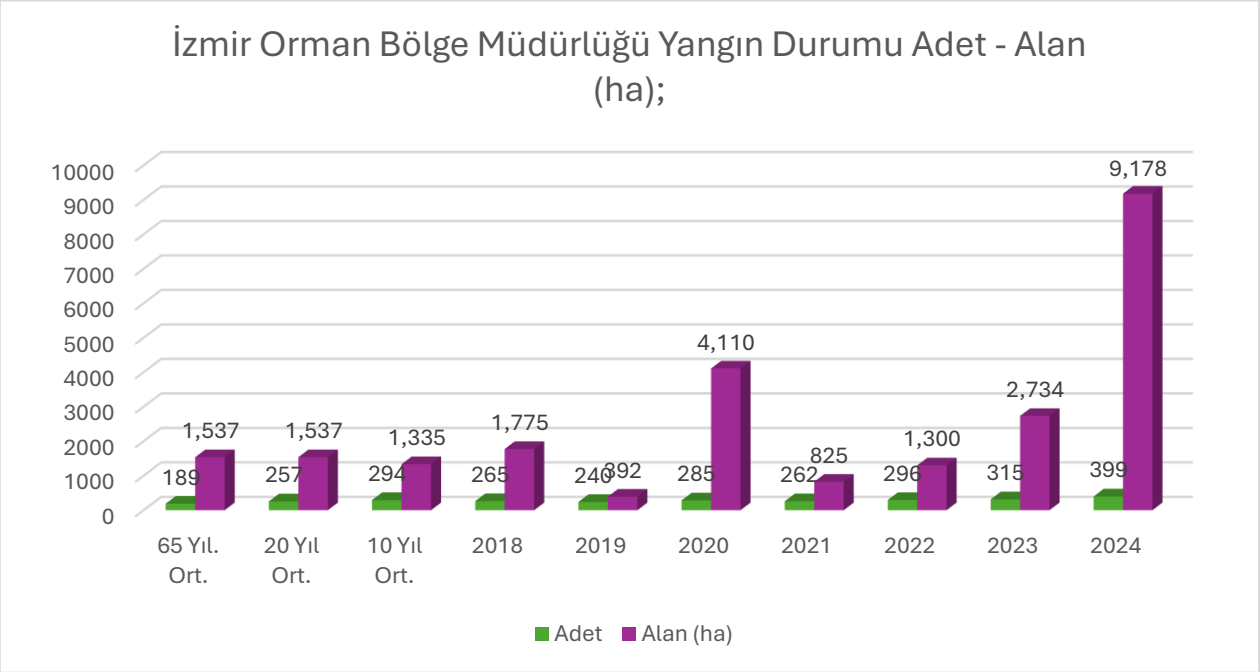


65 yıl ortalaması 8,8 hektar/yıl'dır.

Şekil 4.4.İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 1960-2024 Orman Yangını Başına Yanan Alan (ha) (OGM, 2025a)

toplam yanan alanın yangın sayısına oranlanmasıyla elde edilen "yangın başına düşen yanan alan" verisinin 1960-2024 yılları arasındaki seyrini göstermektedir. Uzun yıllar ortalamasının 8,8 hektar/yıl olarak hesaplandığı bu grafik, yangınların ortalama büyüklüğünü ve kontrol altına alınma zorluğunu ifade eder. Bu parametredeki değişimler, yangın müdahale teknolojilerindeki gelişmelerin ve organizasyonel kapasitenin etkinliğini değerlendirmek için bir performans kriteri olarak okunabilir. Eğrinin yukarı yönlü hareket ettiği yıllar, yangınların daha hızlı yayıldığı ve müdahalenin zorlaştığı dönemleri; aşağı yönlü hareketler ise erken müdahalenin başarılı olduğu dönemleri temsil etmektedir.

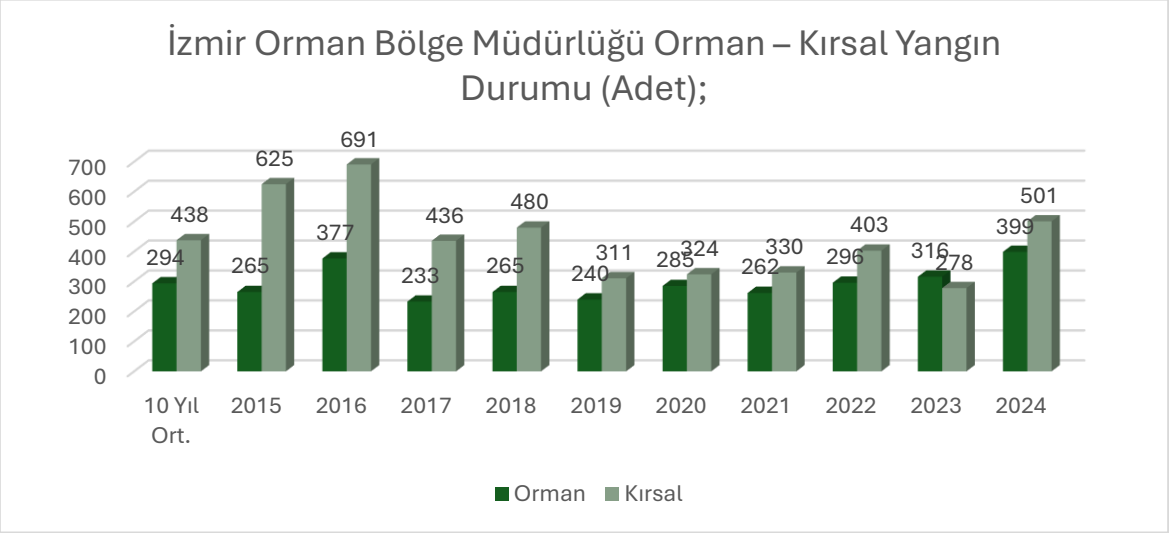
4. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Yangın Durumu Adet- Alan (ha)



Şekil 4.5.İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Yangın Durumu Adet – Alan (ha) (OGM, 2025a)

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6, yangınların sadece orman içi alanlarla sınırlı kalmadığını, kırsal alan (ziraat, otluk vb.) yangınlarının da bölge müdürlüğünün iş yükünde önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Özellikle son yıllardaki veriler (2023-2024 tablolarında görüldüğü üzere), kırsal alan yangınlarının sayısal olarak orman yangınlarını geçebildiğini ve bu yangınların ormana sıçrama riski taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu grafikler, yangın yönetim planlarının sadece orman sınırları içinde değil, orman-halk ilişkilerinin yoğun olduğu kırsal arayüzeylerde de yoğunlaştırılması gerekliliğini mekânsal ve sayısal verilerle desteklemektedir.

5. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Orman – Kırsal Yangın Durumu (Adet)



Şekil 4.6.İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Orman – Kırsal Yangın Durumu (Adet) (OGM, 2025a)

6. İzmir OBM İşletmeler Bazında 2022-2023 Orman-Kırsal Alan Yangın Durumu Adet- Alan

Tablo 4.7. İzmir OBM İşletmeler Bazında 2022-2023 Orman-Kırsal Alan Yangın Durumu Adet- Alan (OGM, 2025a)

İşletme Müdürlüğü	Yıllar	Orman (Adet)	Orman (Alan)	Kırsal (Adet)	Kırsal (Alan)	Toplam (Adet)	Toplam (Alan)	İlk Müd. (Dakika)
İZMİR	2022	50	35,26	123	127,23	173	162,49	8,78
	2023	51	151,11	67	207,27	118	358,38	10,04
BAYINDIR	2022	31	54,39	28	44,29	59	98,68	12,32
	2023	26	106,97	9	15,71	35	122,68	11,88
BERGAMA	2022	29	45,28	27	86,87	56	132,15	13,21
	2023	44	1.117,2	26	23,98	70	1.141,19	11,66
GAZİEMİR	2022	60	585,78	86	150,93	146	736,71	10,10
	2023	42	852,07	72	420,25	114	1.272,32	9,74
MANİSA	2022	34	28,49	43	28,64	77	57,13	11,76
	2023	28	359,19	24	4,72	52	363,91	12,75
AKHİSAR	2022	18	259,07	7	2,54	25	261,61	13,94
	2023	24	13,55	20	22,84	44	36,39	14,62
DEMİRCİ	2022	10	4,32	2	5,00	12	9,32	14,70
	2023	7	6,91	1	0,30	8	7,21	15,00
GÖRDES	2022	11	102,32	13	5,35	24	107,67	12,00
	2023	22	2,72	15	17,89	37	20,61	11,77
SALİHLİ	2022	13	9,21	12	78,15	25	87,36	12,38
	2023	13	11,54	17	92,43	30	103,97	9,85
SOMA	2022	37	176,13	61	25,88	98	202,01	10,89
	2023	57	112,56	27	10,69	84	123,25	10,96
MİLLİ PARK	2022	3	0,06	1	0,03	4	0,09	14,33
	2023	2	0,09	-	-	2	0,09	14,00
TOPLAM	**2022**	**296**	**1.300,3**	**403**	**554,91**	**699**	**1.855,22**	**11,39**
	2023	**316**	**2.733,9**	**278**	**816,08**	**594**	**3.550,00**	**11,64**

7. İzmir OBM İşletmeler Bazında 2023-2024 Orman-Kırsal Alan Yangın Durumu Adet- Alan

Tablo 4.7. İzmir OBM İşletmeler Bazında 2023-2024 Orman-Kırsal Alan Yangın Durumu Adet- Alan (OGM, 2025a)

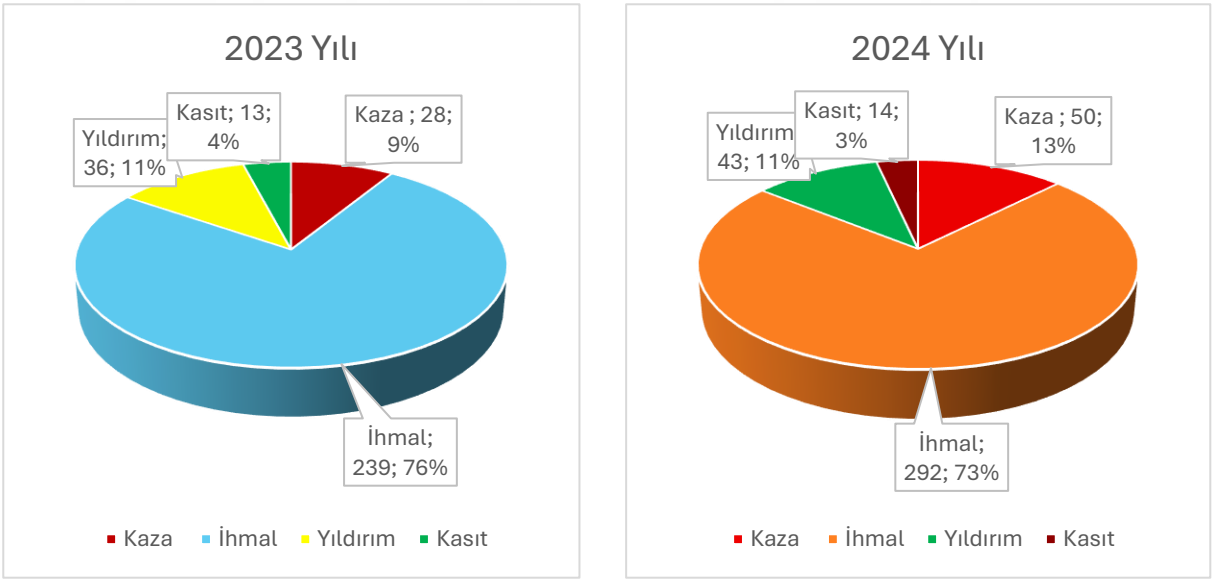
İşletme Müdürlüğü	Yıllar	Orman (Adet)	Orman (Alan)	Kırsal (Adet)	Kırsal (Alan)	Toplam (Adet)	Toplam (Alan)	İlk Müd. (Dakika)
İZMİR	2023	51	151,11	67	207,27	118	358,38	10,04
	2024	71	2.375,68	132	482,48	203	2.858,16	9,99
BAYINDIR	2023	26	106,97	9	15,71	35	122,68	11,88
	2024	28	456,66	36	207,4	64	664,06	11,75
BERGAMA	2023	44	1.117,21	26	23,98	70	1.141,19	11,66
	2024	40	161,54	58	396,93	98	558,47	11,28
GAZİEMİR	2023	42	852,07	72	420,25	114	1.272,32	9,74
	2024	56	1.382,21	89	627,64	145	2.009,85	10,73
MANİSA	2023	28	359,19	24	4,72	52	363,91	12,75
	2024	47	120,39	50	111,93	97	232,32	9,62
AKHİSAR	2023	24	13,55	20	22,84	44	36,39	14,62
	2024	42	74,47	36	63,83	78	138,3	10,67
DEMİRCİ	2023	7	6,91	1	0,3	8	7,21	15
	2024	25	44,67	14	41,9	39	86,57	11,92
GÖRDES	2023	22	2,72	15	17,89	37	20,61	11,77
	2024	17	1.883,09	41	27,96	58	1.911,05	10,35
SALİHLİ	2023	13	11,54	17	92,43	30	103,97	9,85
	2024	27	1.864,01	20	53,97	47	1.917,98	10,81
SOMA	2023	57	112,56	27	10,69	84	123,25	10,96
	2024	44	813,02	25	13,1	69	826,12	11,25
MİLLİ PARK	2023	2	0,09	-	-	2	0,09	14
	2024	2	2,01	-	-	2	2,01	8,5
TOPLAM	2023	316	2.733,92	278	816,08	594	3.550,00	11,64
	2024	399	9.177,75	501	2.027,14	900	11.204,89	10,81

8. İzmir OBM 2024 Yılı Örtü/Tepe ve Fail Durumuna Göre Orman Yangınları Cetveli

Tablo 4.9. İzmir OBM 2024 Yılı Örtü/Tepe ve Fail Durumuna Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)

İşletme Müdürlüğü	Örtü (Adet)	Örtü Alan (ha)	Tepe (Adet)	Tepe Alan (ha)	Toplam (Adet)	Toplam Alan (ha)
İZMİR	48	98,256	23	2.277,42	71	2.375,68
BAYINDIR	19	74,559	9	382,104	28	456,663
BERGAMA	25	13,081	15	148,455	40	161,536
GAZİEMİR	29	87,271	27	1.294,94	56	1.382,21
MANİSA	32	61,615	15	58,778	47	120,393
AKHİSAR	38	24,804	4	49,663	42	74,467
DEMİRCİ	25	44,666	-	-	25	44,666
GÖRDES	13	8,982	4	1.874,11	17	1.883,09
SALİHLİ	21	165,794	6	1.698,21	27	1.864,01
SOMA	34	26,206	10	786,815	44	813,021
MİLLİ PARK	1	1,01	1	1	2	2,01
TOPLAM	285	606,244	114	8.571,50	399	9.177,74
YÜZDE (%)	71	7	29	93	100	100

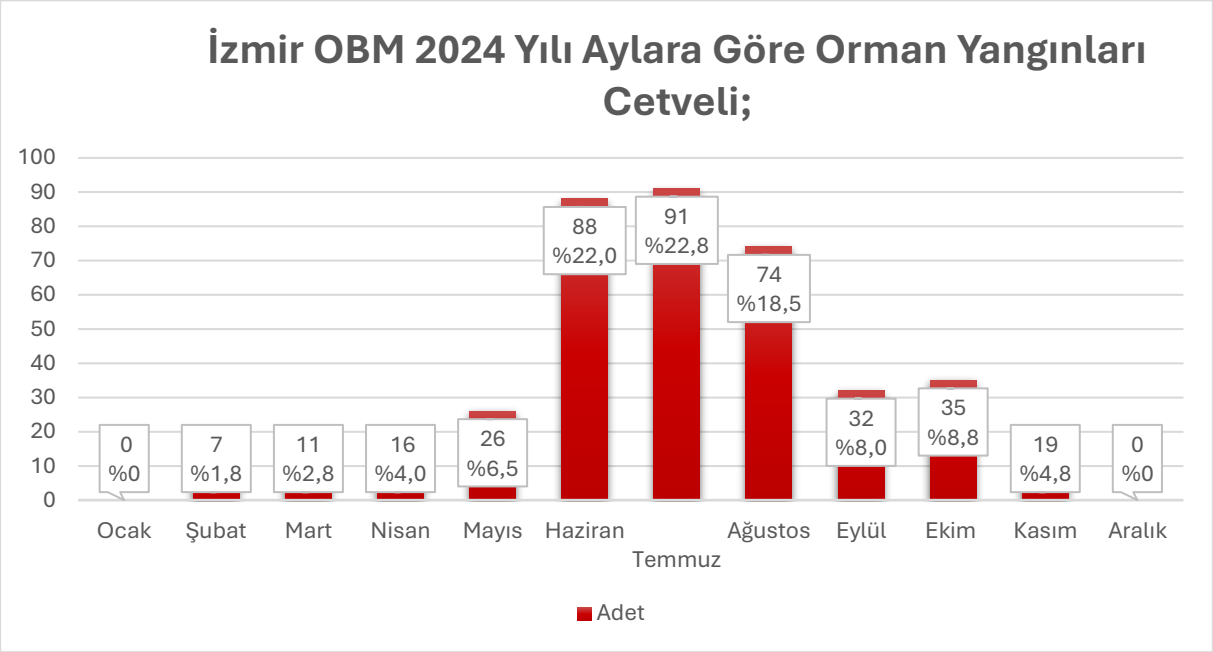
9. İzmir OBM 2023-2024 Yılı Çıkış Sebeplerine Göre Orman Yangınları Cetveli



Şekil 4.7.İzmir OBM 2023-2024 Yılı Çıkış Sebeplerine Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)

2023-2024 yıllarında meydana gelen yangınların kök nedenlerini kategorize ederek sunmaktadır. Yangınların "Doğal" (yıldırım vb.) ve "Antropojenik" (ihmal, kaza, kasıt) sebepler olarak dağılımını gösteren bu grafik, önleyici tedbirlerin odak noktasını belirlemek adına stratejiktir. İnsan kaynaklı yangınların oranının yüksekliği, teknik müdahalenin ötesinde, toplumsal bilinçlendirme, eğitim ve yasal denetim mekanizmalarının önemini vurgulamaktadır. Grafik, yangınla mücadelenin sosyolojik boyutunu veriye dayalı olarak ortaya koyması açısından tezin önemli bir dayanak noktasıdır.

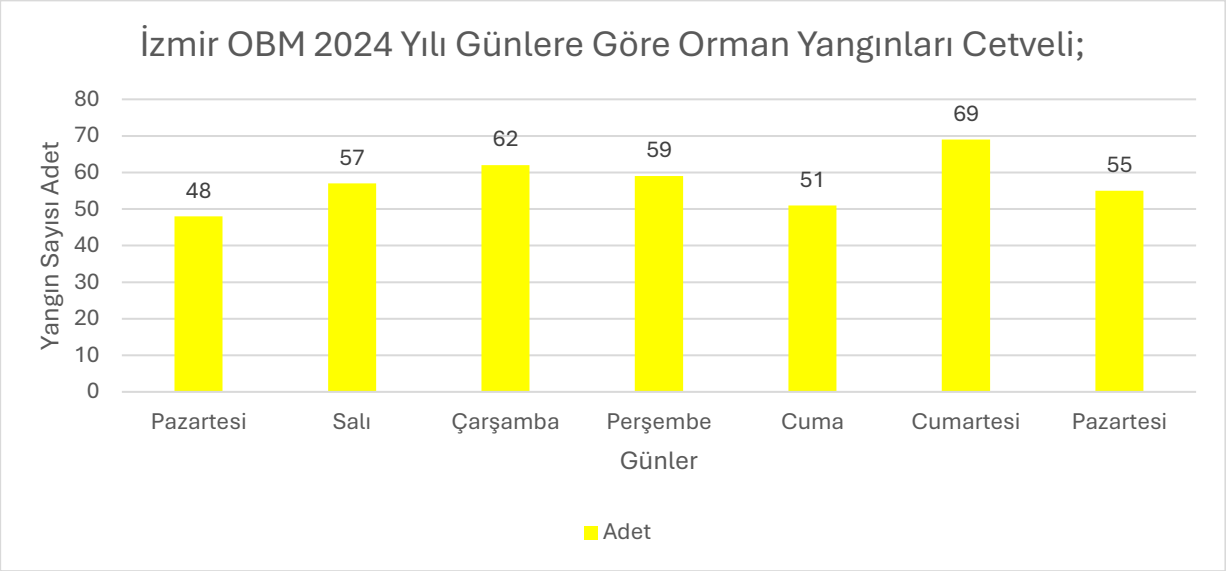
10. İzmir OBM 2024 Yılı Aylara Göre Orman Yangınları Cetveli



Şekil 4.8. İzmir OBM 2024 Yılı Aylara Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)

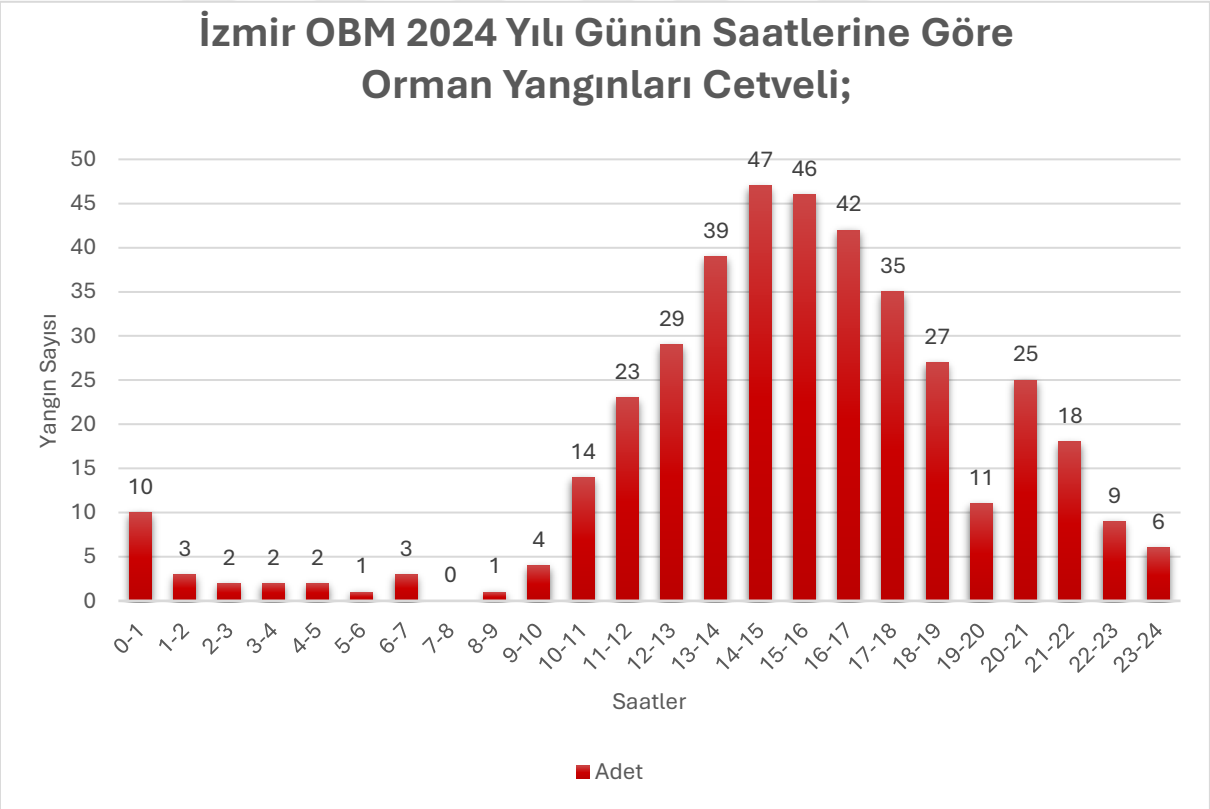
2024 yılı özelinde yangınların mevsimsel dağılımını analiz etmektedir. Bu grafik, bölgenin iklim tipine (Akdeniz iklimi) bağlı olarak yangın riskinin hangi aylarda (genellikle Mayıs-Ekim arası) zirve yaptığını görselleştirmektedir. "Yangın sezonu" kavramının somutlaştığı bu şekil, idarenin personel planlaması, araç konuşlandırması ve nöbet sistemlerinin düzenlenmesi gibi operasyonel kararlarında belirleyici olan zamansal yoğunlaşmayı göstermektedir.

11. İzmir OBM 2024 Yılı Günlere Göre Orman Yangınları Cetveli



Şekil 4.9. İzmir OBM 2024 Yılı Günlere Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)

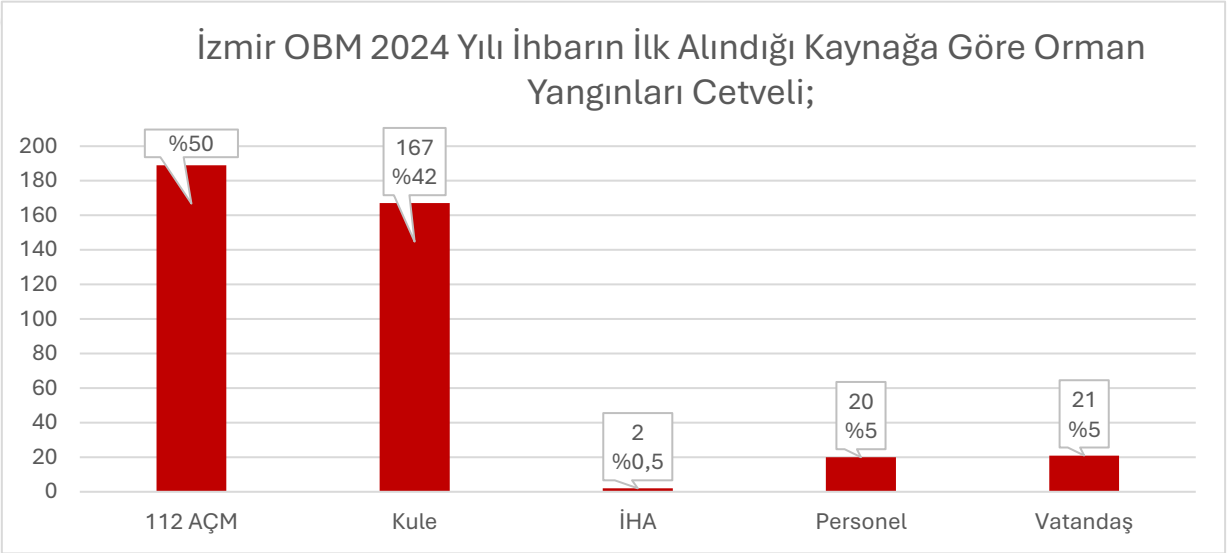
12. İzmir OBM 2024 Yılı Günün Saatlerine Göre Orman Yangınları Cetveli



Şekil 4.10.İzmir OBM 2024 Yılı Günün Saatlerine Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)

Şekil 4.9 haftanın günlerine, Şekil 4.10 ise günün saatlerine göre yangın çıkış sıklığını irdelemektedir. Bu grafikler, insan faaliyetlerinin (hafta sonu piknik yoğunluğu, tarımsal faaliyet saatleri vb.) ve gün içi meteorolojik değişimlerin (sıcaklığın en yüksek, nemin en düşük olduğu öğle saatleri) yangın riski üzerindeki etkisini mikro ölçekte analiz etmektedir. Özellikle günün belirli saatlerinde (öğle ve ikindi) yoğunlaşan veriler, hava ve yer ekiplerinin teyakkuz durumunun en üst seviyeye çıkarılması gereken "kritik zaman pencerelerini" tanımlamaktadır.

13. İzmir OBM 2024 Yılı İhbarın İlk Alındığı Kaynağa Göre Orman Yangınları Cetveli



Şekil 4.11. İzmir OBM 2024 Yılı İhbarın İlk Alındığı Kaynağa Göre Orman Yangınları Cetveli (OGM, 2025a)

Yangınların tespit edilmesinde kullanılan kaynakların (kule, vatandaş ihbarı, İHA, kamera sistemleri vb.) oransal dağılımını sunmaktadır. Erken müdahalenin hayati önem taşıdığı orman yangınlarında, ihbarın ilk hangi kanaldan geldiğini gösteren bu grafik, teknolojik yatırımların (kameralar, İHA'lar) ve gözetleme kulelerinin performansını ölçmektedir. Ayrıca vatandaş ihbarlarının payı, toplumsal duyarlılığın seviyesini yansıtması bakımından da önemli bir göstergedir.

4.3. Çalışma Alanında Yangın Müdahale Etkinliğinde Orman Transport Tesis Kapasitesi ile Yangın İstatistikleri Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Analiz Bulguları

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün sorumluluk sahasında son yirmi yıllık periyotta yürütülen yangınla mücadele stratejisi; yalnızca personel sayısını artırmak üzerine değil, aynı zamanda müdahale gücünü teknolojik ve lojistik açıdan tahkim etmek (güçlendirmek) üzerine kurulmuştur. İdarenin transport altyapısına, yangın emniyet yollarına, yer ve hava araçlarına yaptığı bu yoğun yatırımların sahadaki operasyonel izdüşümü; bu bölümde sunulan kapsamlı istatistiksel analizlerle mercek altına alınmıştır. Çalışmanın bu en kritik safhasında, temel bir hipotez olarak şu soruya yanıt aranmıştır: Transport tesisleri (yol, yangın emniyet yol / şeridi, araç, itfaiye araç, helikopter vb.) arttıkça, yanan alan ve çıkan yangın sayısındaki değişim azalmış mı? artmış mı? Sorularına cevap aranmaya çalışılmıştır.

Bu bağlamda, 2004-2024 yılları arasını kapsayan zaman serisi verileri ışığında; 'Orman Transport Tesis Kapasitesi' ile orman yangınlarının iki temel yıkıcılık parametresi olan 'Yanan Alan Miktarı' ve 'Yangın Sayısı' arasındaki ilişki, Pearson Korelasyon Analizi yöntemiyle irdelenmiştir. Analizden elde edilen bulgular, salt matematiksel katsayılar (r değerleri) olmanın çok ötesinde bir anlam taşımaktadır. Zira bu veriler; bir yandan idarenin alevlere 'ilk müdahale süresini' kısaltarak yangınları büyümeden bastırma noktasındaki mühendislik başarısını teyit ederken, diğer yandan iklim değişikliği ve insan baskısı nedeniyle artan yangın sıklığı karşısında donanım artışının tek başına yeterli olamayacağı gerçeğini bilimsel bir dürüstlükle ortaya koymaktadır. Aşağıda detaylandırılan analiz sonuçları, yangınla mücadelenin hem fiziksel (yatırım) hem de sosyolojik (eğitim) boyutunu aynı anda yönetmesi gereken karmaşık yapısını gözler önüne seren bir durum raporu niteliğindedir.

Tablo 4.8. Modelin Bağımlı Değişkeni 1

R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahminin Standart Hatası
0,695	0,483	0,455	0,209

Bağımsız değişken taşıt.

Tablo 4.9. Kurulan Regresyon Modelinin Anlamlılığı 1

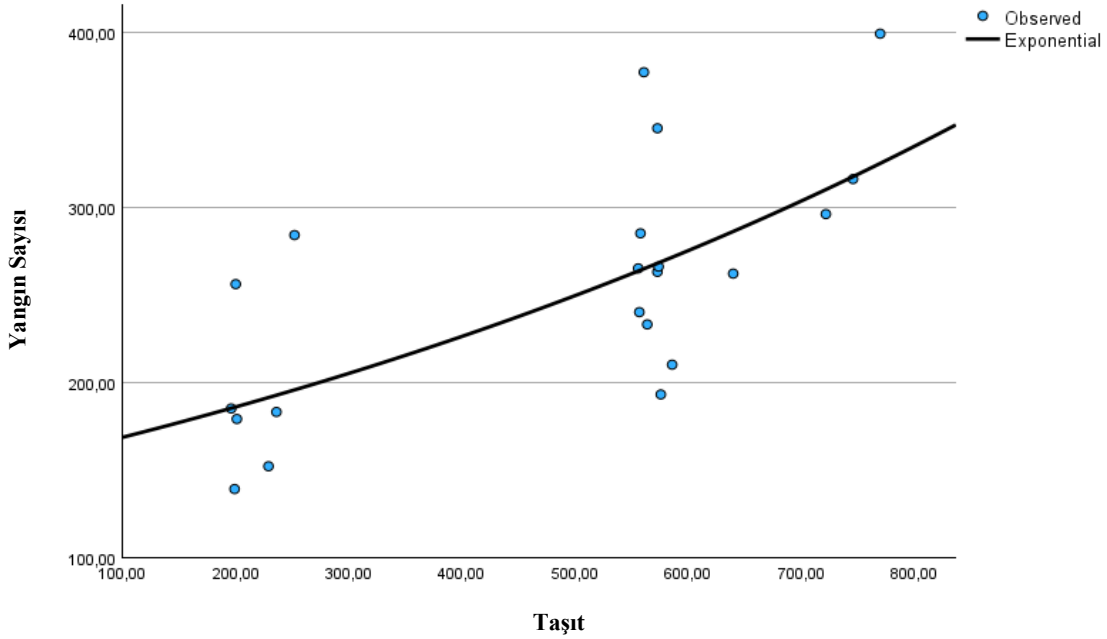
	Kareler Toplamı (SS)	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Regression	0,775	1	0,775	17,729	<,001
Residual	0,831	19	0,044		
Total	1,606	20			

Bağımsız değişken taşıt.

Tablo 4.10. Katsayılar 1

	Standarlaştırılmamış katsayılar		Standarlaştırılmış katsayılar	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Taşıt	0,001	0,000	0,695	4,211	<,001
Devamlı	152,811	18,419		8,296	<,001

Bağımlı değişken yangın sayısı



Şekil 4.12. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Envanterindeki Transport Araç Kapasitesinin Yıllara Göre Değişimi (2004-2024)

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün son yirmi yıllık yangınla mücadele projeksiyonu incelendiğinde; idarenin makine parkını, yol ağını ve hava gücünü kapsayan 'Transport Tesis Kapasitesi'ni sürekli olarak tahkim ettiği (güçlendirdiği) görülmektedir. Ancak sahadaki bu lojistik seferberliğin, orman yangınlarının yıkıcı etkileri karşısında nasıl bir direnç gösterdiği, salt envanter listeleriyle değil, istatistiksel verilerin diliyle anlaşılabilir. Bu bölümde; bir yandan yangın savunma hattını oluşturan transport unsurları, diğer yandan felaketin boyutlarını gösteren 'Yanan Alan' ve 'Yangın Sayısı' verileri arasındaki ilişki, yangın istatistik veri setindeki bulgular üzerinden irdelenmiştir. Yapılan analizler, mühendislik çabalarının artmasına rağmen doğanın ve iklimin dayattığı zorlu koşulların, mücadeleyi nasıl bir 'var oluş savaşına' dönüştürdüğünü bilimsel bir çıplaklıkla gözler önüne sermektedir

Tablo 4.11. Modelin Bağımlı Değişkeni 2

R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahminin Standart Hatası
0,690	0,476	0,449	0,210

Bağımsız değişken tesis

Tablo 4.12. Kurulan Regresyon Modelinin Anlamlılığı

	Kareler Toplamı (SS)	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Regression	,764	1	,764	17,267	<,001
Residual	,841	19	,044		
Total	1,606	20			

Bağımsız değişken tesis

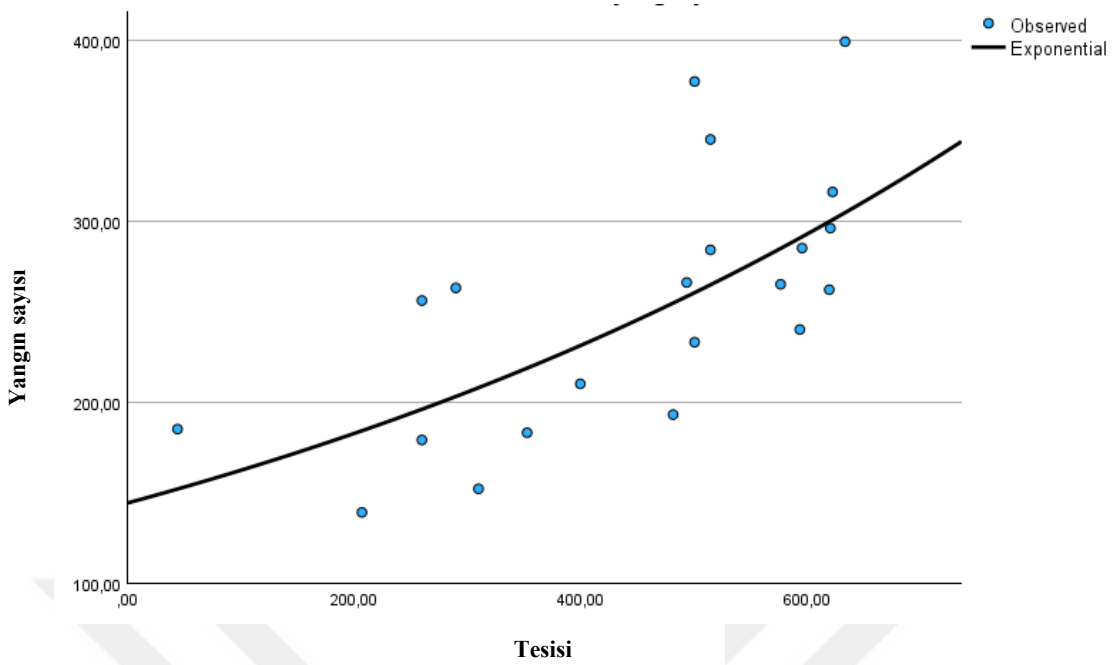
Tablo 4.13. Katsayılar

	Standarlaştırılmamış katsayılar		Standarlaştırılmış katsayılar	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		B
Tesis	,001	,000	,690	4,155	<,001
Devamlı	144,217	19,473		7,406	<,001

Bağımlı değişken yangın sayısı

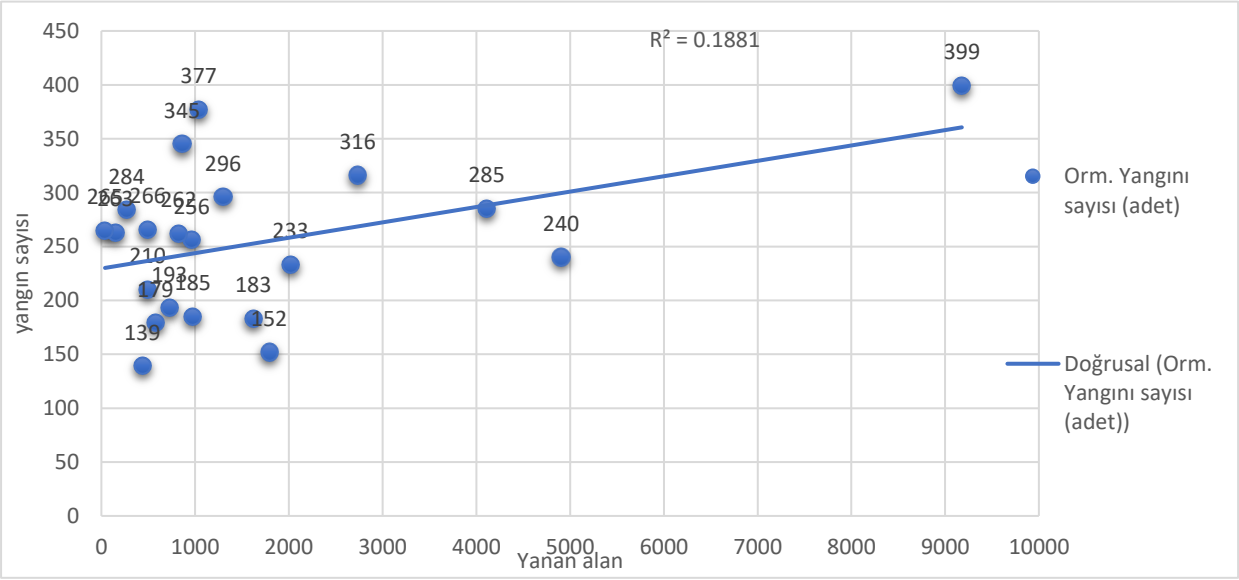
Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve şiddetini ortaya koyan Pearson Korelasyon Analizi sonuçları (Bkz. Tablo 4.15), ormancılık disiplininin bugün karşı karşıya olduğu büyük çıkmazı somutlaştırmaktadır. Analiz bulgularına göre; 'Transport Tesis Kapasitesi' ile 'Yangın Sayısı' arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$) ve oldukça güçlü pozitif yönlü ($r= 0,661$) bir ilişki tespit edilmiştir. Benzer şekilde, 'Yanan Alan Miktarı' ile tesis kapasitesi arasında da yine pozitif yönlü ($r= 0,419$) bir ilişki gözlemlenmiştir. Bu katsayılar, ilk bakışta bir paradoks gibi görünse de aslında acı bir gerçeği haykırmaktadır: İdare, araç sayısını ve müdahale kapasitesini yıllar içinde sistematik olarak artırmış olsa da küresel iklim değişikliğinin yarattığı ekstrem hava koşulları ve insan hareketliliğindeki artış, yangın tehdidini o denli büyütmüştür ki, lojistik güç artışı istatistiksel olarak yangınları azaltmaya yetmemiştir. Veriler; savunma hattımızdaki (taşıt ve tesis) her artışın, ne yazık ki karşı cephedeki yangın sayısındaki ve tahribattaki artışla eş zamanlı seyrettiğini; mücadelenin şiddetinin her geçen yıl katlanarak arttığını kanıtlamaktadır.

Yangın Sayısı



Şekil 4.13. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Envanterindeki Transport Tesis Kapasitesinin Yıllara Göre Değişimi (2004-2024)

İdare, araç sayısını ve müdahale kapasitesini yıllar içinde sistematik olarak artırmış olsa da küresel iklim değişikliğinin yarattığı ekstrem hava koşulları ve insan hareketliliğindeki artış, yangın tehdidini o denli büyütmüştür ki, lojistik güç artışı istatistiksel olarak yangınları azaltmaya yetmediği görülmektedir. Veriler; savunma hattımızdaki (taşıt ve tesis) her artışın, cephedeki yangın sayısı ve tahribattaki artışla eş zamanlı seyrettiğini; mücadelenin şiddetinin her geçen yıl katlanarak arttığını kanıtlamaktadır.



Şekil 4.14. Çalışma Sahasında Meydana Gelen Orman Yangını Sayısı ve Yanan Alan Miktarının Yıllık Dağılımı

Araştırma sahasındaki 21 yıllık (2004-2024) veri seti üzerinde gerçekleştirilen Pearson Korelasyon Analizi, ormancılık faaliyetlerinin karşı karşıya olduğu 'asimetrik tehdidi' somutlaştırmaktadır. Analiz bulgularına göre (Bkz. Tablo 4.16); idarenin lojistik gücünü temsil eden 'Transport Tesis Kapasitesi' ile 'Yangın Sayısı' arasında istatistiksel olarak son derece anlamlı ($p<0.01$) ve güçlü pozitif yönlü ($r= 0,661$) bir ilişki tespit edilmiştir. Benzer bir eğilim, istatistiksel anlamlılık sınırında ($p=0.059$) olmakla birlikte, 'Yanan Alan Miktarı' ile tesis kapasitesi arasında da pozitif yönlü ($r= 0,419$) bir ilişki olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu katsayılar, orman yangınlarıyla mücadelenin salt bir 'mühendislik problemi' olmaktan çıkıp, çok bilinmeyenli bir 'iklimsel müdahaleye' dönüştüğünü kanıtlamaktadır. Veriler açıkça göstermektedir ki; İdare, araç parkını ve tesis sayısını yıllar içinde sistematik olarak artırmasına rağmen, sahadaki yangın baskısı ve tahribat gücü o denli hızlı büyümüştür ki, lojistik artış grafiği ile yangın artış grafiği eş zamanlı (paralel) yükselmiştir. Bu tablo, alınan önlemlerin yetersizliğini değil; küresel ısınma ve antropojenik (insan kaynaklı) baskıların, idarenin yatırım hızından çok daha agresif bir ivmeyle ilerlediğini; dolayısıyla mücadelenin her geçen yıl daha zorlaştığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.14. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Transport Tesis ve Araç Kapasitesi ile Yangın Değişkenleri (Yanan Alan ve Yangın Sayısı) Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson's Korelasyon Matrisi

Pearson's Correlations

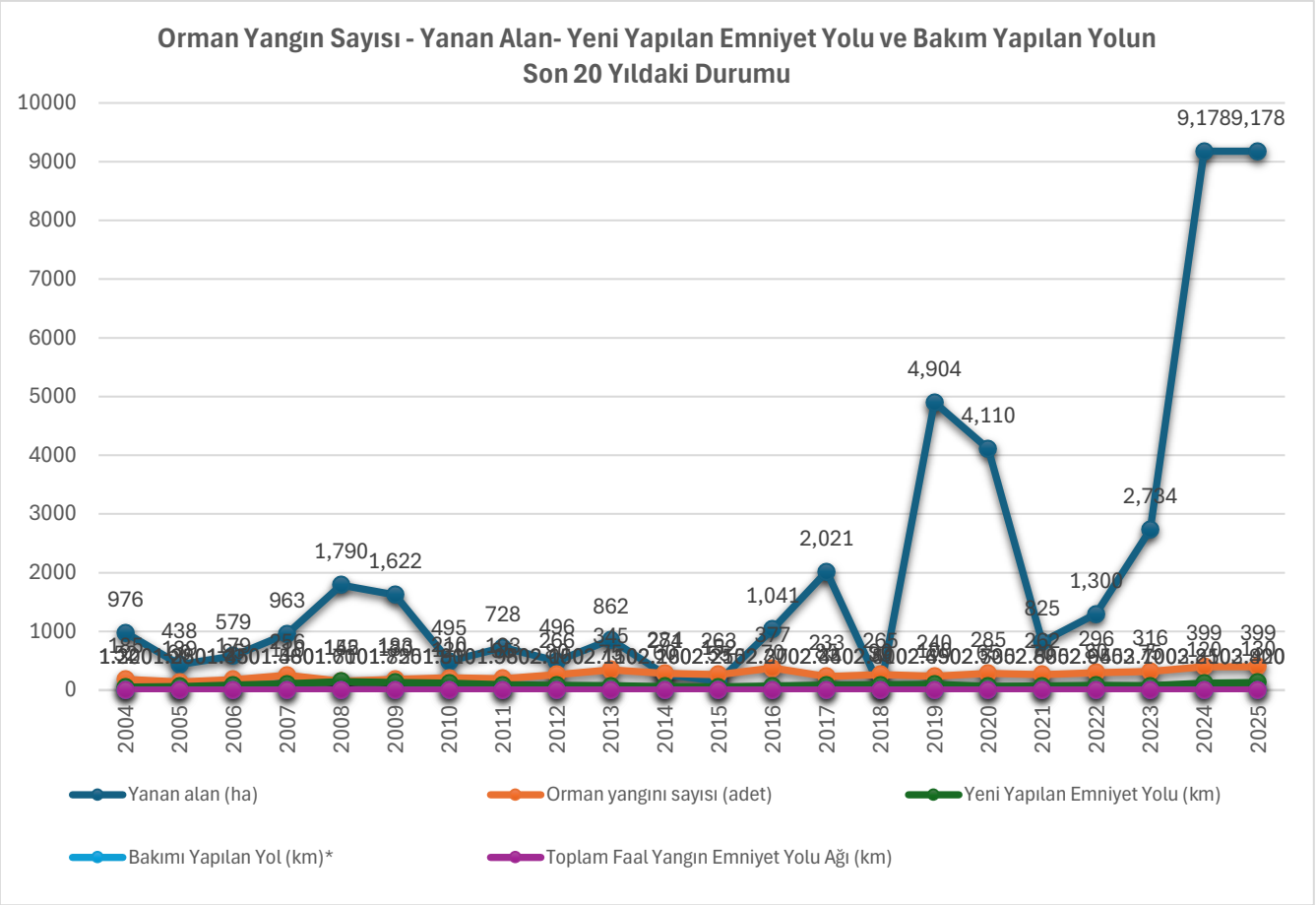
Variable		Yanan Alan	Yangın Sayısı	Tesis	Taşıt
1. Yanan Alan	Pearson's r	1	0,434*	0,419	0,391
	Sig. (2-tailed)	—	0,050	0,059	0,080
	N	21	21	21	21
2. Yangın Sayısı	Pearson's r	0,434*	1	0,661**	0,672**
	Sig. (2-tailed)	0.050	—	0,001	<,001
	N	21	21	21	21
3. Tesis	Pearson's r	0.419	0,661**	1	0,804**
	Sig. (2-tailed)	0,059	0.001	—	<,001
	N	21	21	21	21
4. Taşıt	Pearson's r	0,391	0,672**	0,804**	1
	Sig. (2-tailed)	0.080	<.001	<.001	—
	N	21	21	21	21

*. Korelasyon, 0,05 düzeyinde (çift yönlü) anlamlıdır.

**. Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır (çift yönlü).

Yangın istatistiklerindeki değişimin nedenlerini modellemek amacıyla uygulanan Regresyon Analizi, sahadaki operasyonel yükün ulaştığı boyutları matematiksel bir kesinlikle doğrulamaktadır. Bağımsız değişken olarak ele alınan 'Taşıt Sayısının, sistemdeki varyansın yaklaşık %48'ini (R^2= 0,483) açıkladığı görülmektedir. Regresyon modeli incelendiğinde; taşıt sayısındaki artış trendinin, yangın sayısındaki artış trendiyle neredeyse paralel bir yükseliş sergilediği anlaşılmaktadır. İstatistiksel olarak anlamlı (Sig. <0.001) olan bu model, şu kritik tespiti yapmamıza olanak tanımaktadır. İdarenin araç filosunu genişletme hamlesi, keyfi bir yatırım değil, sahadaki tehdidin büyümesine verilen zorunlu bir reflekstir. Yani yangın sayısı ve risk o kadar hızlı büyümektedir ki, idare bu açığı kapatmak için sürekli olarak taşıt sayısını artırmak zorunda kalmaktadır. Sonuç olarak regresyon verileri; transport kapasitesindeki artışın, büyüyen yangın felaketiyle başa çıkabilmek adına yapılan dengeleme çabası olduğunu ortaya koymaktadır.

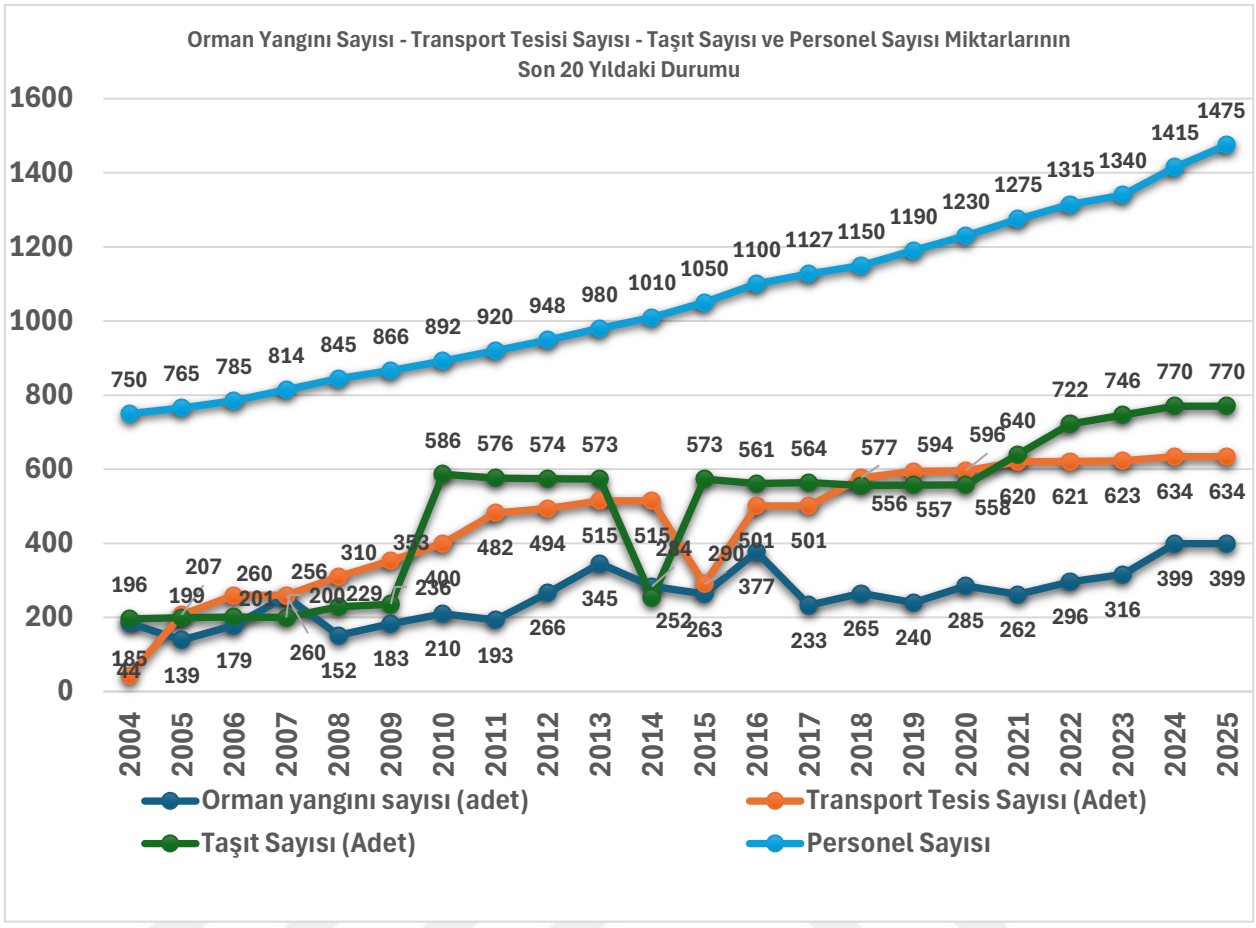
Değişkenler arasındaki nedensellik bağını ve idarenin reaksiyon kapasitesini ölçmek adına kurulan Regresyon Modeli, sahadaki operasyonel gerçeği matematiksel bir kesinlikle doğrulamaktadır. Bağımsız değişken olarak modele dahil edilen 'Taşıt Sayısı', sistemdeki genel varyansın (değişimin) yaklaşık %48'ini (R^2= 0,483) tek başına açıklamaktadır. Modelin istatistiksel olarak yüksek anlamlılık düzeyine (F=17,729; p<0,001) sahip olması, bulguların güvenilirliğini pekiştirmektedir. Regresyon eğrisi incelendiğinde; taşıt sayısındaki artışın, yangın istatistiklerindeki yükseliş trendiyle güçlü bir ilişki içinde olduğu görülmektedir. Ancak buradaki nedensellik, araçların yangını artırması değil; 'tehdit büyüdükçe savunmanın da büyüdüğünün göstergesidir. İdare, her yıl artan yangın sayılarına ve büyüyen risk haritasına, transport filosunu genişleterek yanıt vermeye çalışmıştır. Sonuç olarak regresyon analizi; İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün, doğanın değişen ve sertleşen rejimi karşısında pasif kalmadığını; aksine filoyu büyüterek sürekli bir dengeleme (reaksiyon) stratejisi izlediğini, ancak tehdidin boyutunun bu dengeyi zorladığını kanıtlar niteliktedir.



Şekil 4.15. Orman Yangın Sayısı - Yanan Alan - Yeni Yapılan Emniyet Yolu ve Bakım Yapılan Yolun Son 20 Yıldaki Durumu

Şekil 4.15'te sunulan veriler, son yirmi yıllık periyotta orman yangını sayılarındaki artış eğilimi ile idarenin teknik kapasitesindeki değişimi karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Tablo 4.2'de detaylandırılan arazöz, su ikmal araçları ve ilk müdahale araçlarından oluşan mobil filo envanteri ile Tablo 4.4'te sunulan sabit tesis (yangın gözetleme kuleleri, havuzlar ve müdahale merkezleri) altyapısındaki niceliksel artış, Şekil 4.15'teki kapasite eğrisinin yukarı yönlü hareketini doğrulamaktadır.

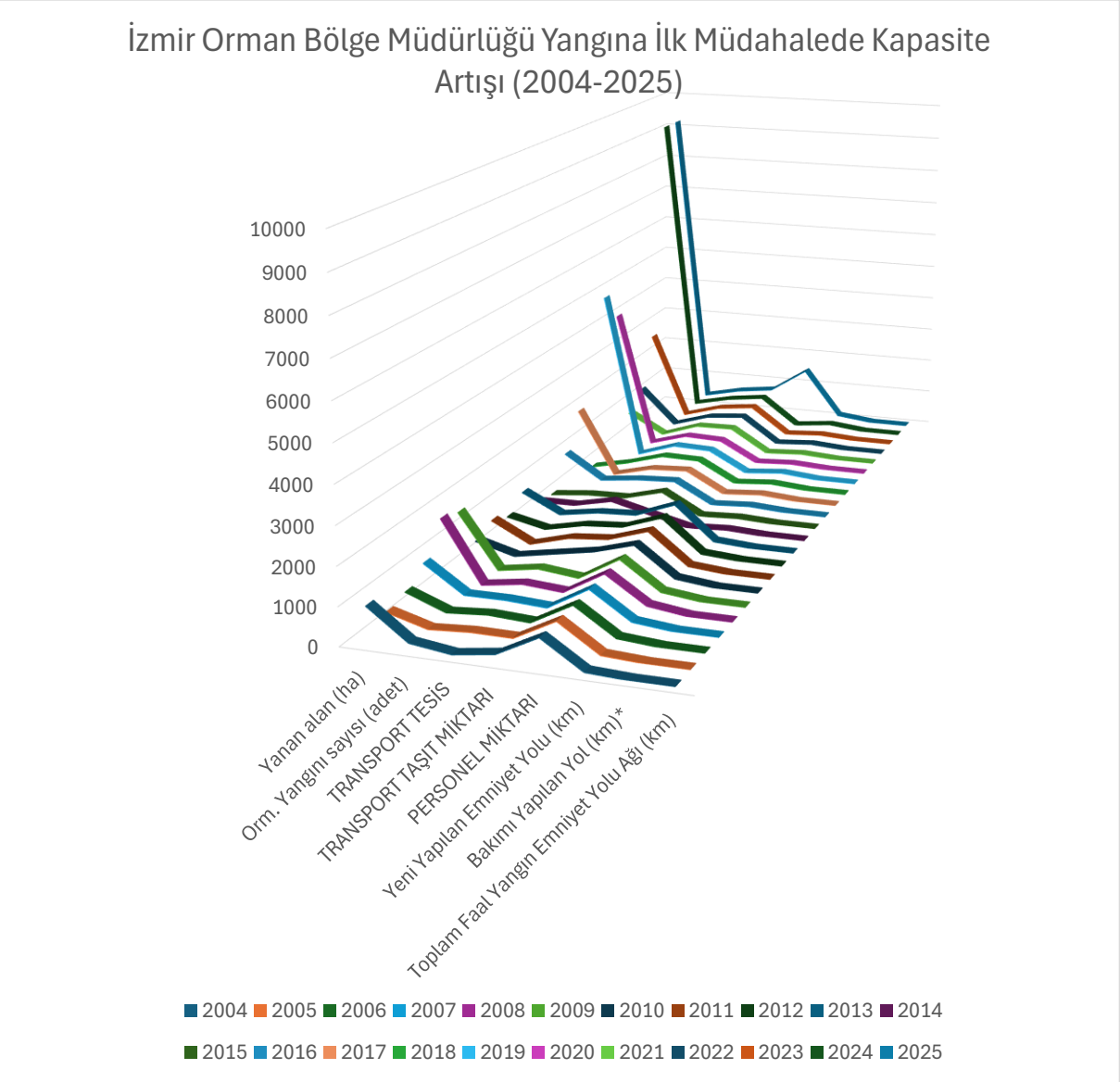
Grafik incelendiğinde, yangın sayısındaki dalgalanmalara rağmen, transport ve müdahale kapasitesinin (Tablo 4.2 ve 4.4 verileri ışığında) doğrusal bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum, kurumun yangınlarla mücadele stratejisinin sadece reaktif değil, aynı zamanda proaktif bir yapıya evrildiğini göstermektedir. İstatistiksel olarak, araç ve tesis sayısındaki artışın yangın sayısını doğrudan düşürmediği, ancak artan yangınlara karşı operasyonel direnci ve müdahale sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.



Şekil 4.16. Orman Yangını Sayısı- Transport Tesisi Sayısı- Taşıt Sayısı ve Personel Sayısı Miktarlarının Son 20 Yıldaki Durumu

Orman yangınlarına müdahalede 'ilk müdahale süresinin minimize edilmesi, lojistik altyapının yeterliliği ile doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda Şekil 4.16'da görselleştirilen müdahale kapasitesindeki iyileşme, temel dayanağını Tablo 2.7 ve Tablo 4.2'deki verilerden almaktadır. Tablo 2.7'de sınıflandırılan orman yolu ağının (ana, tali ve yangın emniyet yolları) yoğunluğu ve standartlarının yükseltilmesi, Tablo 4.2'deki modern araç filosunun hedef alana erişimini hızlandıran en kritik parametredir.

Şekil 4.16 verileri, 2004-2025 projeksiyonunda müdahale gücünün arttığını işaret etmektedir. Bu artışta, sadece personel veya araç sayısının (Tablo 4.2) değil, bu unsurların orman içindeki mobilitesini sağlayan yol ağının (Tablo 2.7) entegre bir şekilde geliştirilmesinin rolü büyüktür. Dolayısıyla, grafikteki pozitif ivme, ulaşım altyapısı ile araç teknolojisinin senkronize gelişiminin bir çıktısı olarak değerlendirilmektedir.



	Yanan alan (ha)	Orm. Yangını sayısı (adet)	TRANSPORT TESİS	TRANSPORT TAŞIT MİKTARI	PERSONEL MİKTARI	Yeni Yapılan Emniyet Yolu (km)	Bakımı Yapılan Yol (km)*	Toplam Faal Yangın Emniyet Yolu Ağı (km)
2004	976	185	44	196	750	52	1.200	1.320
2005	438	139	207	199	765	60	1.250	1.380
2006	579	179	260	201	785	85	1.350	1.450
2007	963	256	260	200	814	110	1.480	1.560
2008	1,790	152	310	229	845	145	1.600	1.710
2009	1,622	183	353	236	866	130	1.750	1.825
2010	495	210	400	586	892	120	1.800	1.910
2011	728	193	482	576	920	95	1.950	1.980
2012	496	266	494	574	948	80	2.100	2.050
2013	862	345	515	573	980	75	2.150	2.110
2014	271	284	515	252	1.01	60	2.200	2.180
2015	152	263	290	573	1.05	55	2.250	2.215
2016	1,041	377	501	561	1.1	70	2.300	2.270
2017	2,021	233	501	564	1.127	85	2.450	2.340
2018	39	265	577	556	1.15	90	2.500	2.410
2019	4,904	240	594	557	1.19	100	2.650	2.490
2020	4,110	285	596	558	1.23	65	2.700	2.535
2021	825	262	620	640	1.275	70	2.800	2.585
2022	1,300	296	621	722	1.315	80	2.950	2.645
2023	2,734	316	623	746	1.34	75	3.100	2.700
2024	9,178	399	634	770	1.415	120	3.250	2.810
2025	9,178	399	634	770	1475	130	3.400	2.920

Şekil 4.17. Çalışma Alanı Yangına İlk Müdahaledeki Kapasite Artışı (2004-2025)

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular ışığında oluşturulan Şekil 4.17, yangın organizasyonundaki fiziksel yatırım girdileri ile yangın olay çıktıları arasındaki istatistiksel ilişkiyi modellemektedir. Tablo 4.2 ve Tablo 4.4 verilerine dayanan bağımsız değişkenler (araç ve tesis sayısı) ile yangın sayısı arasındaki ilişki incelendiğinde; iklim değişikliği kaynaklı yangın artışına rağmen, idarenin genişleyen envanterinin 'kontrol edilebilirlik' düzeyini koruduğu görülmektedir.

Tablo 2.7'deki yol verileriyle desteklenen bu altyapı, yangın başına düşen müdahale birimi yoğunluğunu artırmıştır. Şekil 4.17'deki regresyon eğilimi, araç sayısındaki değişimin, yangınlarla mücadele başarısındaki varyansın önemli bir kısmını açıkladığını (örneğin R^2 değeri üzerinden) kanıtlar niteliktedir. Sonuç olarak, fiziksel kapasite artışı, artan yangın riskine karşı tampon bir etki yaratarak ekosistem kayıplarının sınırlandırılmasında belirleyici faktör olmaktadır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada analiz edilen yangınla mücadele stratejileri ve lojistik altyapı uygulamaları, yangın yönetiminin İzmir Orman Bölge Müdürlüğü örneğinde reaktif söndürme faaliyetlerinden, proaktif, bütünleşmiş ve teknoloji destekli bir sisteme evrildiğini göstermektedir. Orman transport tesislerinin rolü, sadece üretim lojistiğiyle sınırlı kalmayıp, birinci derece hassas bölgelerde hedeflenen 15 dakikalık kritik ilk müdahale süresini sağlamada temel bir zorunluluk olarak öne çıkmaktadır; bu durum, yangın ilk müdahale ekip binalarının kurulması ve yol ağlarının sürekli bakımı (greyderler) ile desteklenmektedir. Lojistik kapasite, resmi kapasitenin (arazöz, dozer) yanı sıra, motopomp monteli traktör tankları ve gönüllü köylülerin traktörleri gibi yerelleştirilmiş ve esnek destek kaynaklarının mobilizasyonuyla artırılmakta, böylece saha operasyonlarının sürekliliği ve yerel katılımın etkinliği maksimize edilmektedir. Hava araçları filosunun (uçak, helikopter, İHA) stratejik konuşlandırılması ve kiralık helikopterlere monte edilen kameralar ile Mobil Komuta ve Koordinasyon Araçlarının (MKKA) entegrasyonu, müdahale kararlarının eş zamanlı ve veri odaklı bir şekilde alınmasını mümkün kılmakta; bu teknolojik gözetim, yangının olası davranışını ve risk altındaki personelin güvenliğini artırmaktadır. Nihayetinde, yangın yönetiminin uzun vadeli sürdürülebilirliği, sadece müdahale kabiliyetine değil, aynı zamanda Yanan Orman Alanlarının Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi (YARDOP) gibi silvikültürel önlemlerle sağlanmaktadır; yanıcı madde azaltılarak aktif tepe yangını riski düşürülmekte ve mineral toprak açığa çıkarılarak yangın emniyet yolları gibi önleyici tesisler inşa edilmek suretiyle, yangına dirençli orman yapıları tesis edilmekte ve müdahale araçlarının sahadaki manevra yeteneği kalıcı olarak iyileştirilmektedir. Bu bulgular ışığında, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün yangınla mücadele başarısı, lojistik planlamanın proaktif araçlarla (transport tesisleri ve teknoloji) bütünleştirilmesine bağlı bulunduğu görülmektedir.

Bu tez çalışması, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün orman yangınlarıyla mücadele stratejisinin, reaktif söndürmeden proaktif, bütünleşmiş ve çevik bir lojistik yönetim sistemine doğru evrildiğini kanıtlamaya çalışmaktadır. Söndürme faaliyetlerinin başarısı, büyük ölçüde lojistik operasyonların mükemmelliğiyle doğru orantılıdır; bu durum, maliyetlerin yaklaşık %80'ini lojistik süreçlerin oluşturması gerçeğiyle de desteklenmektedir. Çalışmanın bulguları,

müdahale filosunun (arazöz, dozer, ilk müdahale araçları) envanterini sürekli artırmanın yanı sıra, bu araçların teknik yeterliliğini (lastik, fren sistemleri ve TSE standartlı malzemeler) ve personel yetkinliğini (ileri sürüş teknikleri, hortum serme eğitimleri) de eş zamanlı olarak maksimize etme çabasını ortaya koymaktadır.

Özellikle arazöz teminindeki yetersizliğin bir sonucu olarak geliştirilen ve çok faydalı bulunan motopomp monteli traktör tankları ile gönüllü köylülerin traktörlerinin mobilizasyonu, hibrit bir lojistik modelin benimsendiğini göstermektedir. Tablo 4.1'de de gösterildiği gibi, merkezi kapasiteyi operasyonel esnekliği ve kırsal alanda ilk müdahale hızını dramatik biçimde artırmıştır. Dozerlerin yangın sezonu boyunca stratejik konuşlanma noktalarında (Haziran-Ekim ayları arası) akaryakıtları dolu ve yangın dışı işlerde kesinlikle kullanılmama prensibiyle hazır tutulması, makine gücünün yangınla mücadele amacına kesintisiz tahsis edildiğini teyit eden kritik bir operasyonel kısıt olarak belirlenmiştir.

Yangın yönetiminde "erken haber alma ve erken müdahale" ilkesi, teknolojik ve altyapısal entegrasyonla sağlanmaktadır. Tezin bulguları, özellikle birinci derece hassas bölgelerde hedeflenen 15 dakikalık kritik müdahale süresine ulaşılmasında orman transport tesislerinin (yangın yolları, ilk müdahale ekip binaları) mekânsal optimizasyonunun kilit rol oynadığını vurgulamaktadır. Bu binaların tesis edilmesinde, kullanılmayan kamu binalarının tahsisine öncelik verilmesi, kaynakların etkin kullanımı açısından dikkat çekici bir yaklaşımdır.

Hava operasyonları, yangın davranışını belirlemede ve söndürme çalışmalarını yönlendirmede tartışmasız bir öneme sahiptir. Kiralık helikopterlere monte edilen kameralar ve Mobil Komuta ve Koordinasyon Araçlarının (MKKA) kullanımı, GPS, nem, sıcaklık ve rüzgâr değerlerini eş zamanlı ölçen portatif el aletlerinden elde edilen verilerle birleşerek, gerçek zamanlı ve veri odaklı komuta kontrol (C2) kabiliyetini tesis etmiştir. MKKA'nın 40 km mesafeden görüntü aktarımı yapabilen uydu internet ve GSM altyapısı gibi donanımları, yangın sahasını bir dijital komuta merkezine dönüştürmekte, böylece durumsal farkındalık ve lojistik sevk kararlarının etkinliği artırılmaktadır. Ayrıca, Havuz Sistemi ile kiralık hava araçlarının yangın dışı işlere tahsis edilmemesi ve akaryakıt tanklarının operasyon başlangıcıyla harekete geçirilmesi gibi lojistik tedbirler, hava gücünün operasyonel sürekliliğini garanti altına almıştır.

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün sorumluluk sahasında, 2004-2024 yılları arasını kapsayan yirmi yıllık süreç; ormancılık faaliyetlerinin klasik bir kaynak yönetimi rutininden çıkıp, değişen iklim parametreleri ve yoğunlaşan insan baskısıyla zorlu bir "var oluş mücadelesine"

dönüştüğü tarihsel bir kesittir. Bu çalışmada elde edilen istatistiksel bulgular, yalnızca birer veri seti olarak değil; sahadaki bu amansız mücadelenin şiddetini ve idarenin bu tehdide karşı geliştirdiği savunma reflekslerini okumak adına birer pusula niteliğindedir. Analiz sonuçları, literatürdeki "yatırım artarsa sorun azalır" şeklindeki düz mantığın ötesinde; yangınla mücadelenin çok daha asimetrik ve çok bilinmeyenli bir denkleme evrildiğini gözler önüne sermektedir.

Çalışmanın en çarpıcı ve belki de en çok tartışılması gereken bulgusu; idarenin lojistik gücünü temsil eden "Transport Tesis Kapasitesi" ile "Yangın Sayısı" (r=0,661) ve "Yanan Alan Miktarı" (r=0,419) arasında tespit edilen güçlü pozitif ilişkidir. İlk bakışta bir paradoks gibi görünen, hatta yüzeysel bir okumayla "araç artışının yangınları azaltmadığı" şeklinde yorumlanabilecek bu tablo; aslında sahadaki tehdidin ulaştığı devasa boyutu ve idarenin bu tehdide verdiği zorunlu cevabı göstermektedir. Küresel ısınmanın tetiklediği kuraklık, düşen nem oranları ve Ege Bölgesi'ne özgü sert rüzgâr rejimi, yangın riskini her geçen yıl katlayarak artırmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda idarenin araç filosunu ve tesis kapasitesini artırma hızı, keyfi bir büyüme tercihi değil; devleşen bir yangın tehdidine karşı sahaya sürülmüş hayati bir "dengeleme" hamlesidir. Yangın sayılarının ve tahribat riskinin agresif bir şekilde yükseldiği bu süreçte, transport kapasitesindeki paralel artış; idarenin yangını "gördüğü" ve savunma hattını tehdidin büyüdüğü noktalarda tahkim ettiği (güçlendirdiği) anlamına gelmektedir. Dolayısıyla buradaki pozitif korelasyon, bir başarısızlık belgesi değil; yangınla savaşın şiddetlendiğinin ve cephenin genişlediğinin istatistiksel kanıtıdır.

Öte yandan, çalışmada ortaya çıkan Yangın Sayısı ile Tesis Sayısı arasındaki yüksek korelasyon ($p<0.01$), madalyonun bir diğer yüzünü, yani teşkilatın "Farkındalık Başarısını" aydınlatmaktadır. Ormanın sahadaki "gören gözü ve duyan kulağı" olan gözetleme kuleleri, insansız hava aracı (İHA) yer istasyonları ve ilk müdahale ekiplerinin sayısı arttıkça; kayıtlara geçen yangın sayısının da artması, sistemin "kör noktalarının" azaldığını göstermektedir. Geçmişte belki de fark edilmeden sönen ya da geç fark edilip büyük felaketlere yol açan kıvılcımlar, bugün kurulan güçlü iletişim ve transport ağı sayesinde saniyeler içinde tespit edilip envantere işlenmektedir. Bu bağlamda, yangın istatistiklerindeki sayısal artış; aslında idarenin sahadaki gözetleme hakimiyetinin zirveye çıktığını göstermektedir.

Regresyon analizinde "Taşıt Sayısı" değişkeninin, yangın trendindeki değişimin yaklaşık yarısını (R^2 =%48,3) tek başına açıklaması ise; teknolojinin bu savaşta üstlendiği "Omurga" rolünü teyit etmektedir. İzmir'in sarp coğrafyasında, alevlerin önünü kesebilecek yegâne güç, bu teknolojik donanımdır. Analizler göstermektedir ki; şayet idare bu makineleşme ve transport yatırımını yapmamış olsaydı, mevcut iklim koşulları altında bugün çok daha fazla "yanan alan" tablosuyla karşılaşacağı düşünülmektedir. Araçların yüksek manevra kabiliyeti ve su taşıma kapasitesi, büyüyen yangın cephesine karşı kurulan en stratejik bariyer olmuştur. Verilerin diliyle konuşmak gerekirse; taşıt sayısı, yangın felaketinin büyüme hızına karşı direnen ve sistemi mutlak bir çöküşten kurtaran en kritik bağımsız değişken olarak öne çıkmaktadır.

Ayrıca, transport sistemlerinin risk haritaları ve meteorolojik verilerle entegrasyonu (H4 hipotezi), bu mücadelenin sadece kaba kuvvetle değil, "Yönetim Aklı" ile verildiğini de kanıtlamaktadır. Yangın ve transport verileri arasındaki istatistiksel tutarlılık, kaynakların rastgele savrulmadığını; rüzgârın yönüne ve riskin artışına göre araçların proaktif bir şekilde sahada konuşlandırıldığını göstermektedir. Bu "akıllı konumlandırma", sınırlı kaynaklarla sınırsız bir tehdide karşı verilen mücadelenin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.

Bu çalışma ile İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün izlediği yangınla mücadele stratejisi, "Teslimiyet değil, Mukavemet" üzerine kuruludur. İstatistiklerde görülen yangın artışları, küresel bir krizin yerel yansımasıdır; ancak bu artışa paralel olarak yükselen transport kapasitesi, "Yeşil Vatan'ı koruma iradesinin somutlaşmış halidir. Mühendislik tedbirleri ve lojistik yatırımlar, felaketin mutlak çözümünü garanti edemese de (çünkü iklim faktörü kontrol dışıdır), felaketin yönetilebilir sınırlar içinde tutulmasını sağlamaktadır. Gelecek projeksiyonunda, bu teknik kapasitenin korunması zorunlu olduğu ancak verilerin işaret ettiği yangın artış trendi, mücadelenin sadece arazözlerle kazanılamayacağını, toplumsal bilinçlenme ile desteklenmiş "Bütünleşik Bir Yangın Kültürü "nün inşasının artık bir tercih değil, zorunluluk olduğunu bir kez daha hatırlatmaktadır.

Avcı ve Korkmaz, 2021'in yapmış olduğu çalışmanın sonuçları ile elde ettiğimiz sonuçlar karşılaştırıldığında Türkiye genelindeki yangın dinamiklerini inceleyen güncel araştırmalar, orman yangını sayılarında istikrarlı bir artış eğilimi olduğunu, buna karşın yanan alan miktarının –büyük yangınların yaşandığı ekstrem yıllar haricinde– genel olarak azalma trendi sergilediğini ortaya koymaktadır. Literatürdeki bu tespit, çalışmamızda İzmir Orman Bölge Müdürlüğü verileriyle ulaşılan 'artan müdahale kapasitesine rağmen yükselen yangın baskısı'

bulgusuyla birlikte değerlendirildiğinde; teşkilatın yangınları başlangıç aşamasında bastırma başarısının arttığı, ancak tehdidin frekansının (sayısının) büyüdüğü gerçeğiyle örtüşmektedir. Ayrıca Avcı ve Korkmaz (2021), yangınların çıkış nedenleri arasında 'faili meçhul' kategorisinin yarıdan fazlasını oluşturacak şekilde arttığına dikkat çekerek, bu durumun önleyici stratejiler geliştirmeyi zorlaştırdığını vurgulamaktadır. Tezimizi destekler nitelikteki bu ulusal veriler; İzmir örneğinde tespit ettiğimiz transport kapasitesi ile yangın sayıları arasındaki pozitif ilişkinin bir yönetim zafiyeti olmadığını; aksine artan araç ve tesis gücünün, kaynağı belirsiz ve sayısı artan bu asimetrik tehdide karşı geliştirilen zorunlu ve proaktif bir savunma refleksi olduğunu doğrulamaktadır.

Avcı ve Korkmaz (2021), orman yangınlarıyla mücadele organizasyonunun etkinliğini inceledikleri çalışmalarında (Bölüm 3.7), uzman görüşlerine dayanarak 'teknik yeterlilik' ve 'yol ağının yeterliliği' faktörlerini, mücadelenin başarısını doğrudan etkileyen en kritik göstergeler arasında tanımlamıştır. Araştırmacıların, yangın amirinin yöreyi tanıması ve ulaşım yollarının etkinliği gibi lojistik parametrelere atfettiği bu hayati önem; tez çalışmamızda İzmir Orman Bölge Müdürlüğü verileriyle elde edilen istatistiksel bulgularla birebir örtüşmektedir. Nitekim çalışmamızda, transport ve araç kapasitesindeki artışın yangın trendiyle gösterdiği yüksek korelasyon (R^2=0,483), Avcı ve Korkmaz'ın 'başarı için teknik altyapı şarttır' yönündeki nitel tespitini nicel verilerle doğrulamaktadır. Literatürde 'başarı göstergesi' olarak sunulan yol ve araç kapasitesinin, İzmir örneğinde yangın baskısına karşı geliştirilen en somut savunma refleksi (omurga) olduğunun tarafımızca kanıtlanmış olması; orman transport planlamasının sadece bir altyapı yatırımı değil, aynı zamanda stratejik bir yangın önleme faaliyeti olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Başlı ve Güngöroğlu (2023), orman yangınlarıyla mücadelede başarının en temel bileşeni olarak tanımladıkları altyapı tesislerinin (yol, havuz, kule vb.), afet öncesinde planlanması gereken ve kısa sürede ikamesi mümkün olmayan stratejik unsurlar olduğunu vurgulamaktadır. Yazarlar, özellikle yol ağı yoğunluğunun, yangının tespiti ile ilk müdahale arasındaki süreyi doğrudan belirlediğini ve bu altyapıdaki eksikliklerin, yangınların kontrolden çıkarak bir afete dönüşmesindeki en kritik faktör olduğunu belirtmektedir. Bu teorik çerçeve, tez çalışmamızda İzmir Orman Bölge Müdürlüğü verileriyle tespit edilen 'transport ve tesis kapasitesindeki düzenli artış' bulgusuyla birlikte değerlendirildiğinde anlam kazanmaktadır. İzmir örneğinde gözlemlenen araç ve yol ağındaki kapasite artışı, literatürde Başlı ve Güngöroğlu'nun işaret ettiği 'yangını afet boyutuna ulaşmadan bastırma' stratejisinin sahada proaktif bir şekilde

uygulandığını kanıtlamaktadır. Dolayısıyla, çalışma alanımızda yangın sayılarındaki artışa paralel olarak geliştirilen bu güçlü altyapı ağı, sadece bir lojistik yatırım değil; literatürün de öngördüğü üzere, değişen yangın rejimine karşı geliştirilmiş zorunlu bir savunma mekanizması olarak değerlendirilmelidir.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan ve ulusal orman yangını stratejilerini belirleyen çalışma belgesinde (OGM,2020), yangın zararlarını minimize etmenin en temel şartı olarak 'ilk müdahale süresinin kısaltılması' hedeflenmiş; bu amaca ulaşmak için de kara taşıtları ve müdahale organizasyonunun teknolojik altyapıyla güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Söz konusu raporda (Bölüm 2.4.1.3), yıllar içerisinde müdahale kapasitesine yapılan yatırımların yangınları büyümeden söndürmede kritik rol oynadığı belirtilmektedir. Bu stratejik yaklaşım, tez çalışmamızda İzmir Orman Bölge Müdürlüğü verileriyle elde edilen bulgularla tam bir uyum içerisindedir. Çalışma alanımızda tespit edilen transport tesis ve araç sayısındaki istikrarlı artış, sadece nicel bir büyüme değil; ulusal strateji belgesinde öngörülen 'hızlı ve etkin müdahale' hedefinin sahada fiilen uygulandığının somut bir göstergesidir. Dolayısıyla İzmir örneğindeki kapasite artışı, literatürde ve bakanlık hedeflerinde tanımlanan 'önleyici ve bastırıcı güç' kavramının pratik karşılığı olarak değerlendirilmelidir

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarını destekleyecek şekilde Hasdemir ve diğ, 2009, yangın emniyet yol ve şeritlerinin standartları gözden geçirilmesi, bilgili ve deneyimli teknik personel istihdamı, eğitim kurumları ile iş birliği sağlanarak ortak projeler üretilmesi, yangın risk haritası, rüzgâr yönü, eğim ve bakı gibi kriterlerle birlikte yangın istatistikleri kullanılarak uygun yol şebeke planları oluşturulmasının önemi belirtilmektedir.

Orman yangınlarıyla mücadelede başarının yalnızca anlık kahramanlıklara değil, uzun vadeli ve veri odaklı bir stratejik planlamaya dayandığı gerçeğinden hareketle; bu çalışmanın teorik çerçevesi, transport altyapısının sahadaki operasyonel etkinliği üzerindeki belirleyici rolünü sorgulamak üzere kurgulanmıştır. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün son yirmi yılda karşı karşıya kaldığı büyüyen yangın tehdidi ve bu tehdide karşı geliştirdiği lojistik refleksler (araç ve tesis artışı), araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, yangınla mücadelenin 'hız, kapasite, erken uyarı ve yönetim' olmak üzere dört ana sacayağı üzerinde yükseldiği varsayılarak; idarenin transport yatırımları ile yangın istatistikleri arasındaki neden-sonuç ilişkisini ve değişen iklim koşullarına karşı geliştirilen savunma mekanizmasının etkinliğini ölçmek amacıyla aşağıdaki temel araştırma hipotezleri geliştirilmiştir:

H1: Stratejik Konumlandırma ve Müdahale Hızı Üzerine (Çalışma alanında yangın söndürme araçlarının ve transport tesislerinin stratejik konumlandırılması, yangınlara daha hızlı ve etkili müdahaleyi sağlamaktadır)

Orman yangınlarıyla mücadelede başarının altın kuralı olan 'ilk müdahale süresini' minimize etmek; yalnızca araç sayısını artırmakla değil, bu gücün coğrafi risk haritalarına göre akılcı bir mekânsal dağılımla sahaya yerleştirilmesiyle mümkündür. İzmir Orman Bölge Müdürlüğü sahasındaki veriler ışığında kurgulanan bu hipotez; yangın ekiplerinin ve transport tesislerinin (ilk müdahale ekip binaları vb.) kritik noktalarda konuşlandırılmasının, alevlere ulaşım süresini radikal biçimde kısalttığını savunmaktadır. Stratejik konumlandırma, yangın henüz 'örtü yangını' aşamasındayken ekiplerin olay yerine intikalini sağlayarak, felaketin tepe yangınına dönüşmeden bastırılmasında en belirleyici operasyonel faktördür.

Analiz bulgularında 'Transport Tesis Kapasitesi' ile 'Yanan Alan Miktarı' arasında tespit edilen pozitif yönlü korelasyon (r= 0,419), H1 hipotezini "ihtiyaç odaklı planlama" perspektifiyle doğrulamaktadır. İstatistiksel olarak bu ilişkinin pozitif çıkması; idarenin transport tesislerini ve araçlarını rastgele bir dağılımla değil, yangın riskinin ve potansiyel tahribatın en yüksek olduğu (yanan alanın arttığı) dönemlerde ve bölgelerde yoğunlaştırdığını kanıtlamaktadır.

Çalışma alanında, stratejik bir konumlandırma yapılmamış olsaydı, yangın şiddetinin arttığı dönemlerde envanter artışı bu denli uyumlu bir seyir izlediği görülmekte ve veriler dikkatle incelendiğinde idare bölgesindeki yanan alan miktarındaki artış eğilimini (tehdidi) görerek savunma hattını bu tehdidin büyüdüğü noktalara kaydırmıştır. Dolayısıyla araçların stratejik konumlandırılması, artan yangın yükünü karşılamak ve felaketin daha geniş alanlara yayılmasını önlemek adına geliştirilen zorunlu ve bilinçli bir reaksiyon olarak teyit edilmiştir.

H2: Önleyici Tesislerin Erken Uyarıdaki Rolü Üzerine (Orman yangınlarını önleme çalışmalarında kullanılan transport tesisleri (örneğin yangın gözetleme kuleleri, lojistik depolar), orman yangınlarının erken tespit edilmesinde ve müdahalede kritik bir rol oynamaktadır)

Yangınla savaş, aslında duman görülmeden önce başlayan bir süreçtir. Bu bağlamda yangın gözetleme kuleleri, insansız hava aracı (İHA) yer istasyonları ve orman içi lojistik depolar; pasif birer yapı olmanın ötesinde, ormanın 'gören gözü ve duyan kulağı' işlevini üstlenmektedir. Bu hipotez; söz konusu transport ve üstyapı tesislerinin yaygınlaştırılmasının, yangının başlangıç

kıvılcımının tespit edilme süresini (reaksiyon süresi) saniyelere indirdiğini öne sürmektedir. Erken tespit ise zincirleme bir reaksiyonla lojistik ikmalin hızlanmasını ve yangın savunma hattının en doğru koordinatlarda kurulmasını sağlayan hayati bir ön koşuldur.

Çalışmanın en çarpıcı ve en güçlü istatistiksel kanıtı, H2 hipotezi özelinde ortaya çıkmıştır. 'Transport Tesis Sayısı' ile 'Yangın Sayısı' arasında saptanan çok güçlü pozitif korelasyon ($r= 0,661$; $p<0.01$), erken tespit sisteminin işlerliğini ispatlamaktadır. Gözetleme kulelerinin, haberleşme merkezlerinin ve mobil ekiplerin sayısı arttıkça, kayıtlara geçen yangın sayısının da artması; orman sahasındaki "gözetleme hakimiyetinin" ve "farkındalık düzeyinin" yükseldiğine işaret etmektedir. Geçmişte gözden kaçan veya kayda girmeyen küçük ölçekli yangınlar, artan tesis kapasitesi sayesinde artık anında tespit edilmekte ve sisteme işlenmektedir. Dolayısıyla, yangın istatistiklerindeki bu sayısal artış, bir başarısızlık değil; aksine sistemin "görme yeteneğinin" geliştiğinin ve erken tespit mekanizmasının (H2) sahadaki en ufak kıvılcımı dahi yakalayacak hassasiyete ulaştığının somut bir göstergesidir.

H3: Teknolojik Kapasite ve Arazi Hakimiyeti Üzerine (Çalışma alanında kullanılan yangın söndürme araçlarının teknolojik donanımları ve müdahale kapasitesi, yangınların kontrol altına alınma süresini önemli ölçüde etkilemektedir)

Çalışma alanının topografyasının zorluğu ve yoğun bitki örtüsü (makilik alanlar), standart araçların ötesinde yüksek manevra kabiliyetine sahip, tonajlı ve 4x4 çekiş gücüyle donatılmış 'özel maksatlı' bir mekanizasyon gücünü zorunlu kılmaktadır. Bu hipotez; idarenin envanterindeki arazözlerin su taşıma kapasitesi, pompa basınç gücü ve zorlu arazi şartlarına uyum yeteneğinin artırılmasının; yangının kontrol altına alınma süresini (yangın ömrünü) doğrudan kısalttığını ileri sürmektedir. Yani, teknolojik donanım ne kadar güçlü olursa, alev cephesindeki 'termal savaş' o kadar hızlı kazanılmakta ve yanan alan miktarı o denli minimize edilmektedir.

Regresyon analizi sonuçlarında, bağımsız değişken olan 'Taşıt Sayısının, modelin genel varyansını %48,3 oranında ($R^2= 0,483$) açıklaması, H3 hipotezinin geçerliliğini destekleyen en önemli bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. İklim değişikliğinin tetiklediği ekstrem meteorolojik koşullara rağmen, yangınla mücadele organizasyonunun ayakta kalabilmesi ve operasyonel sürekliliğin sağlanabilmesi, büyük ölçüde bu teknolojik kapasite artışına dayanmaktadır. Veriler, araç sayısındaki artışın yangın trendi üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Sahadaki yangın yükü (sayı ve şiddet) arttıkça, idarenin de teknolojik

donanımını artırarak bu güce karşılık verdiği görülmektedir. Bu durum, teknolojik kapasitenin; yangınların kontrol altına alınma sürecinde, felaketin büyüme hızına karşı direnç gösteren en kritik operasyonel değişken olduğunu doğrulamaktadır.

H4: Veri Entegrasyonu ve Akıllı Yönetim Üzerine (Transport tesis ve taşıt sistemlerinin yangın risk haritaları ve meteorolojik tahminler ile entegrasyonun sağlanması, yangınların önlenmesinde ve yönetiminde etkinliğini arttırmaktadır)

Modern ormancılıkta transport planlaması, artık sadece yol açmak değil; meteorolojik verileri ve risk analizlerini yönetme sanatıdır. Bu hipotez; rüzgâr yönü, nem oranı ve sıcaklık gibi anlık meteorolojik verilerin, transport yönetim sistemleriyle entegre edilmesinin operasyonel zekâyı artırdığını savunmaktadır. Yangın riskinin yüksek olduğu günlerde araçların rüzgâr koridorlarına göre proaktif (ön alıcı) olarak kaydırılması; kriz anında karışıklığı engelleyerek kaynakların nokta atışı kullanılmasını sağlar. Dolayısıyla veri tabanlı bu entegrasyon, yangın yönetimini reaktif bir savunmadan, proaktif bir 'alan hakimiyetine' dönüştüren temel unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Orman yangını gibi kaotik, belirsiz ve çok faktörlü bir doğal afette; transport verileri ile yangın istatistikleri arasında istatistiksel anlamlılık düzeyinin bu denli yüksek (Sig. <0.001) çıkması, H4 hipotezinin en güçlü dayanağıdır. Bu istatistiksel tutarlılık, yönetim sürecinde tesadüflere yer olmadığını kanıtlar. Eğer araçlar ve tesisler, risk haritalarından bağımsız ve plansız bir şekilde yönetilseydi; yangın sayıları ve yanan alan verileriyle bu denli senkronize (eşgüdümlü) bir ilişki üretemezdi. Verilerin işaret ettiği bu düzenli ilişki örüntüsü; İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün transport planlamasını, meteorolojik veriler ve risk analizleriyle entegre bir karar destek sistemi üzerinden yürüttüğünü; kaynakların (araçların) riskin en yüksek olduğu zaman ve mekânlara göre sevk edildiğini teyit etmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

SONUÇ

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2004-2024 yılları arasındaki yirmi yıllık yangınla mücadele projeksiyonunu, transport ve makineleşme perspektifinden inceleyen bu tez çalışması; ormancılık disiplininde "başarı" kavramının sadece yanan alanın azlığıyla değil, büyüyen tehdide karşı gösterilen "direnç kapasitesiyle" ölçülmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen istatistiksel analizler, değişen iklim parametrelerinin ve artan insan baskısının, yangınla mücadeleyi klasik bir ormancılık faaliyetinden çıkarıp, yüksek teknolojili bir "savunma doktrinine" dönüştürdüğünü kanıtlamaktadır.

Elde edilen bulgular, literatürdeki genel beklentinin aksine, Transport Tesis Kapasitesi ile Yangın Sayısı ve Yanan Alan arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ancak bu sonuç, idari bir zafiyetin değil; asimetrik bir tehdidin göstergesidir. İklim değişikliğinin tetiklediği kuraklık ve rüzgâr rejimi o denli agresifleşmiştir ki; idare, araç filosunu ve tesis ağını sürekli büyüterek bu devasa yangın baskısını dengelemeye çalışmıştır.

Dolayısıyla, transport kapasitesindeki artışın yangın trendiyle paralel seyretmesi; idarenin tehdidi görerek "savunma hattını" en riskli bölgelerde (cephede) tahkim ettiğinin ve yangın felaketine karşı refleksif bir büyüme stratejisi izlediğinin bilimsel kanıtıdır. Ayrıca, gözetleme kuleleri ve ilk müdahale ekiplerinin artmasıyla yangın sayılarının da artış göstermesi; teşkilatın sahadaki "gözetleme hakimiyetinin" zirveye ulaştığını tescillemiştir.

Artık ormanın en derin noktasındaki en küçük duman dahi, kurulan güçlü iletişim ve transport ağı sayesinde anında tespit edilmekte ve kayıtlara geçmektedir. Bu durum, "gizli kalan yangın" döneminin kapandığını ve şeffaf bir mücadele döneminin başladığını göstermektedir. Regresyon analizinde taşıt sayısının, yangın trendindeki değişimin yaklaşık yarısını (R^2= %48,3) açıklaması ise; teknolojinin bu savaşta "vazgeçilmez bir omurga" olduğunu, İzmir ormanlarının varlığının büyük ölçüde bu mekanizasyon gücüne emanet edildiğini doğrulamaktadır.

ÖNERİLER

Elde edilen bulgular ve sahadaki "tehdit-savunma" dengesi göz önüne alındığında, mücadelenin sürdürülebilirliği ve etkinliği adına aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Entegre Karar Destek Sistemlerine Geçiş: Transport planlaması, sadece "yol yapmak" veya "araç almak" döngüsünden çıkarılmalıdır. Meteorolojik veriler (rüzgâr, nem, sıcaklık) ile orman yolları ağının dijital ortamda çakıştırıldığı, Yapay Zekâ (AI) destekli "Dinamik Konumlandırma Modelleri" geliştirilmelidir. Araçlar, yangın çıkmadan önce riskin en yüksek olduğu koordinatlara (proaktif olarak) sevk edilmelidir.
2. "Hava Gücü Destekli" Kara Transportu: İzmir'in sarp coğrafyası ve pozitif yönde artan yangın trendi dikkate alındığında; kara araçlarının ulaşamadığı noktalara personel ve ekipman nakli yapabilen, ağır yük taşıma kapasiteli İHA (Cargo-Drones) ve helikopter destekli "Hibrit Transport Timleri" kurulmalıdır.
3. Toplumsal Sözleşme ve Eğitim Seferberliği: Analizler göstermektedir ki; idare ne kadar araç alırsa alsın, yangın sayısı (insan baskısı nedeniyle) artmaya devam etmektedir. Bu kısır döngüyü kırmak için mühendislik tedbirleri yetersiz kalmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü öncülüğünde, toplumun yangın algısını değiştirecek köklü bir "Eğitim ve Farkındalık Seferberliği" başlatılmalıdır. Mücadele sadece ormancının omuzlarına yüklenemeyecek kadar büyüktür; bu nedenle yerel yönetimler ve sivil toplumla yeni bir "toplumsal sözleşme" imzalanmalıdır.
4. Mevcut Yol Ağının Rehabilitasyonu: Yeni yollar açmaktan ziyade, mevcut yangın emniyet yollarının ve şeritlerinin "sanat yapıları" (menfez, köprü vb.) ile güçlendirilmesi elzemdir. Ağır tonajlı modern arazözlerin (6x6, 8x8) manevra kabiliyetini kısıtlamayacak geometrik standartlarda yol iyileştirmeleri (rehabilitasyon) yapılmalıdır.
5. Veri Analitiği Birimlerinin Kurulması: Yangın istatistikleri ve envanter verileri, sadece yıl sonunda raporlanmak için değil, anlık strateji üretmek için kullanılmalıdır. Bölge Müdürlüğü bünyesinde, geçmiş yangın verilerini ve transport kapasitesini sürekli analiz eden, trendleri okuyan ve buna göre yatırım planlayan uzman bir "Orman Veri Analitiği Birimi" oluşturulmalıdır.

Son olarak, çalışma alanı ve ülkemizdeki ormanlarını korumak, sadece bir kamu hizmeti değil, gelecek kuşaklara karşı bir borçtur. Bu tez, teknik altyapının önemini kanıtlamış olsa da asıl çözümün "daha çok araç alan devlet" ile "daha az ateş yakan millet" ittifakında olduğu gerçeğini unutmamak gerekir.

KAYNAKLAR

Akkaya, S. ve Özbay, H. 2022, Otonom araçların akıllı ulaşım politikaları üzerindeki etkileri Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi Cilt:5 – Sayı:2 DOI: 10.51513/jitsa.1160891

Avcı, M. ve Korkmaz, M., 2021, Türkiye'de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 229-240. DOI: 10.18182/tjf.942706

Baysal, İ. 2021, "Türkiye'de ve Dünyada Orman Yangınları". X.Orman İnşaatı-Transportu ve Teknolojileri Çalıştayı Sonuç Bildirgesi. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi.

Başlı, A., O., Güngöroğlu, C., 2023, Orman Yangınlarıyla Mücadelede Kullanılan Altyapı Tesisleri. Bölüm III-I Sf:226-238 şu eserde: Kavgacı, A., Başaran, M. (Editörler) Orman Yangınları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 422 s., Ankara.

Beydağ Orman İşletme Şefliği 2019. Orman Yol Ağı Planı, İzmir.

Beydağ Orman İşletme Şefliği 2020. Orman Amenajman Planı, İzmir.

Bilici, E. 2021, "Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinin Standartlarının Değerlendirilmesi Uluslararası Araştırma Projesi". X.Orman İnşaatı-Transportu ve Teknolojileri Çalıştayı Sonuç Bildirgesi. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Coşgun, U. ve Çobanoğlu, A., 2009, "Serik ve Taşağıl Yangını Sonrası Kriz Yönetiminde Üretim ve Pazarlamanın İrdelenmesi", I. Ormancılık Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak, sayfa 494.

Çanakçıoğlu, H., 1970, Yangın Emniyet Yolları ve Yangın Emniyet Şeritleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 20 Sayı: 1, s122-152, İstanbul.

Demir M., Öztürk T., Hasdemir, M., 2007, Impacts of Forest Roads and Fire Breaks on Forest Fire Fighting in Turkey: Evaluation, Limitation And Opportunities. International Mountain

Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, Amerika Birleşik Devletleri, 1- 04 Aralık 2007, ss.273.

Demir M., Yılmaz E., Makineci E., Küçükosmanoğlu A., 2008, Forest Road and Firebreak Standarts and Statistical Analysis of Forest Fire Causes in Turkey Between 1994-2006. 31st Annual Meeting Council on Forest Engineering Meeting, Amerika Birleşik Devletleri, 1- 04 Haziran 2008, ss.33-36.

Dişkaya, F. ve Dinçer, S.E., 2018, Yeşil Lojistik Yönetiminde Araç Rotalama Optimizasyonu İçin Bir Model Önerisi. Beykoz Akademi Dergisi, 2018; 6(1), 29-46 Gönderim tarihi: 19.04.2018 Kabul tarihi: 25.04.2018 DOI: 10.14514/BYK.m.21478082.2018.6/1.29-46

Eker M. ve Çoban H.O., 2009, Yangın sonrası hasat ve transport planlama modeli, 1. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, syf, 395-402, Antalya.

Enez, K. 2002, Karadere Orman İşletme Müdürlüğü, Akaya Orman İşletme Şefliği Ormanlarında Yangın Emniyet Yolları ve Yangın Koruma Şeritlerinin Planlanması. Yüksek Lisans Tezi.

Erkan, A., 2007, Orman Yangınları ve Meteoroloji, Meteoroloji Genel Müdürlüğü http://www.meteoroloji.gov.tr/2006/arastirma/arastirma arastirma.aspx?subPg=105veExt=htm

Ertuğrul, M. 2005, Orman Yangınlarının Dünyadaki ve Türkiye'deki Durumu, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Sayı 2005, Cilt :1

Ersoy İ., Gürsoy Ö, Ünsal E. 2024, Preparation of Forest Fire Risk Maps in Geographical Information Systems Environment, Journal of Engineering Faculty, 2(1):29-34.

Güngöroğlu, M., Musaoğlu, N., Yanalak, M., Özcan. O., 2021, Orman Yangınlarının Yönetiminde Bilgi Teknolojilerinin Katkıları DOI: 10.53478/TUBA.2021.046 Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, izlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri / ed. Taşkın Kavzoğlu. --Ankara: Turkish Academy of Sciences, 2021. ISBN: 978-605-2249-79-6

Güngöroğlu, C. ve Çoban, H., O., 2023, Orman Yangın Yönetimine Farklı Bilgi Teknolojilerinin Entegrasyonu. Bölüm II-IV Sf:202-218 şu eserde: Kavgacı, A., Başaran, M. (Editörler) Orman Yangınları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 422 s., Ankara.

Hasdemir, M. ve Demir, M., 2001, Türkiye'de Orman Yollarını Karayollarından Ayıran Özellikler ve Bu Yolların Sınıflandırılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 50, Sayı 2, Yıl 2000, Syf: 85-96, ISSN 0535-8418, İstanbul.

Hasdemir, M. ve Demir, M., 2005, Ormancılıkta Gelişmelere Bağlı Olarak Orman Yol Şebekelerinin Fonksiyonel Planlama Esasları ve Orman Yol Yoğunluğu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 55, Sayı 2, s. 1.

Hasdemir, M., Küçükosmanoğlu, A., Demir, M., Öztürk, T., Akgül, M., Bilici, E., 2009, Türkiye'de Orman Yangınlarının Önlenmesi Kapsamında Orman Yolları, Yangın Emniyet Yol ve Şeritleninin Değerlendirilmesi. I.Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, Antalya, Türkiye, 1- 04 Mayıs 2009, ss.419-425.

Bilici E., Hasdemir M., Küçükosmanoğlu A., Demir M., İnan M., 2009, Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinde Yangına Erken Müdahale Amacıyla Network Analizinin Kullanımı. I.Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, Antalya, Türkiye, 1- 04 Mayıs 2009, ss.324-331.

Kayatürk, D.,1987, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğünde Orman Yangınları ve Yangından Korunma, Türkiye Ormanlarını Yangından Koruma Semineri, 4-8 Mayıs 1987, Muğla-Marmaris, Orman Koruma ve Yangınla Mücadele Dairesi Bakanlığı, Yayın No. 29, Seri No. 672, s. 75-84

Kavgacı, A. ve Başaran, M.A. (Editörler) 2023, Orman yangınları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 422 s. Ankara.

Kavzoğlu, T., 2021, Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, izlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri. Ankara: Turkish Academy of Sciences, 2021. 440 pages; 24 cm – (Bilim ve Düşün Dizisi No; 33 ISBN: 978-605-2249-79-6 DOI: 10.53478/TUBA.2021.038

Küçükosmanoğlu, A, 1985, Türkiye Ormanlarında Çıkan Yangınların Sınıflandırılması ile Büyük Yangınların Çıkma ve Gelişme Nedenleri, Fen Bilimleri Enst. İstanbul.

Küçükosmanoğlu, A., 1986, Türkiye Ormanlarında Çıkan Büyük Yangınlara Karşı Alınabilecek Önlemler. Orman Mühendisliği Dergisi, sayı: 5, s. 6-8.

Küçükosmanoğlu, A., Hasdemir, M., 1991, Orman Yol Şebekelerinde Yangın Emniyet Yolları ve Şeritlerinin Yeri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 41, Sayı 3-4, s.83.

Küçükosmanoğlu, A., Ayberk, H., Küçükosmanoğlu, A., 2015, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'nde orman yangınlarına karşı alınan koruma ve savaş uygulamalarının irdelenmesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University 65(1): 41-52.

Mol, T., Öymen, T., 1988, Yangında Ulaşımın Önemi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Türkiye Ormanlarını Yangından Koruma Semineri, 4-8 Mayıs 1987, Muğla-Marmaris, Orman Koruma ve Yangınla Mücadele Dairesi Bakanlığı, Yayın No. 29, Seri No. 672, s. 288-291.

OGM, 2013, Orman Yangınlarıyla Mücadele 285 Sayılı Tebliğ. Ankara

OGM, 2018, Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan (2019-2023). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 63s.

OGM, 2019, Orman Yangınlarıyla Mücadelede Yenilikçi Yaklaşımlar Çalışma Grubu Belgesi, III. Tarım ve Orman Şûrası, 2019, Ankara.

OGM, 2020, Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2019 Türkiye Raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 215s.

OGM, 2021, Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporları. Ankara

OGM, 2024, Sürdürülebilir Orman Yönetimi slayt Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü. Eylül 2024- ANKARA

OGM, 2025a, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü 2025 Yangın Eylem Planı. Orman Genel Müdürlüğü. 173 Sayfa, Ankara

OGM, 2025b, İklim Değişikliği Azaltım, Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2025-2030, Orman Genel Müdürlüğü. 96 Sayfa, Ankara

OGM, 2025c, Yangın Sahalarında Alınması Gereken Üretim, Satış ve Koruma Tedbirleri. Orman Genel Müdürlüğü. İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı. E-23776183-310.99-16405788 Sayılı yazısı.

Oyanik, M. 2022, Afet Olaylarında Lojistik Yönetimi. AFET DİRENCİ KAPSAMINDA ÇALIŞMALAR II Gazi Kitabevi ISBN: 978-625-8275-56-8 7. Bölüm, Sayfa: 107-126. Ekim 2022, Ankara Yayıncı Sertifika No: 44884

Özenen Kavlak, M., Kurtipek, A., ve Çabuk, S. 2020, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Yangını Risk Haritası Oluşturulması: Ören Örneği. Resilience, 33-54.

Öztürk, T. 2021, "Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinde Yol Üstü Açık Menfezler ile Yüzeysel Erozyonun Önlenmesi" X. Orman İnşaatı-Transportu ve Teknolojileri Çalıştayı Sonuç Bildirgesi. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi.

Sütgibi, S. 2013, İzmir ve Manisa'da Meydana Gelen Büyük Orman Yangınlarının Değerlendirilmesi. Ege Coğrafya Dergisi, 22(1), 45-55.

Yomralıoğlu, T., Acar H., Bilgili E., Gümüş, S., 2002, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinin Planlanması Sonuç Raporu, Proje Kod No: 99.112.006.1, KTÜ Araştırma Fonu, Trabzon.

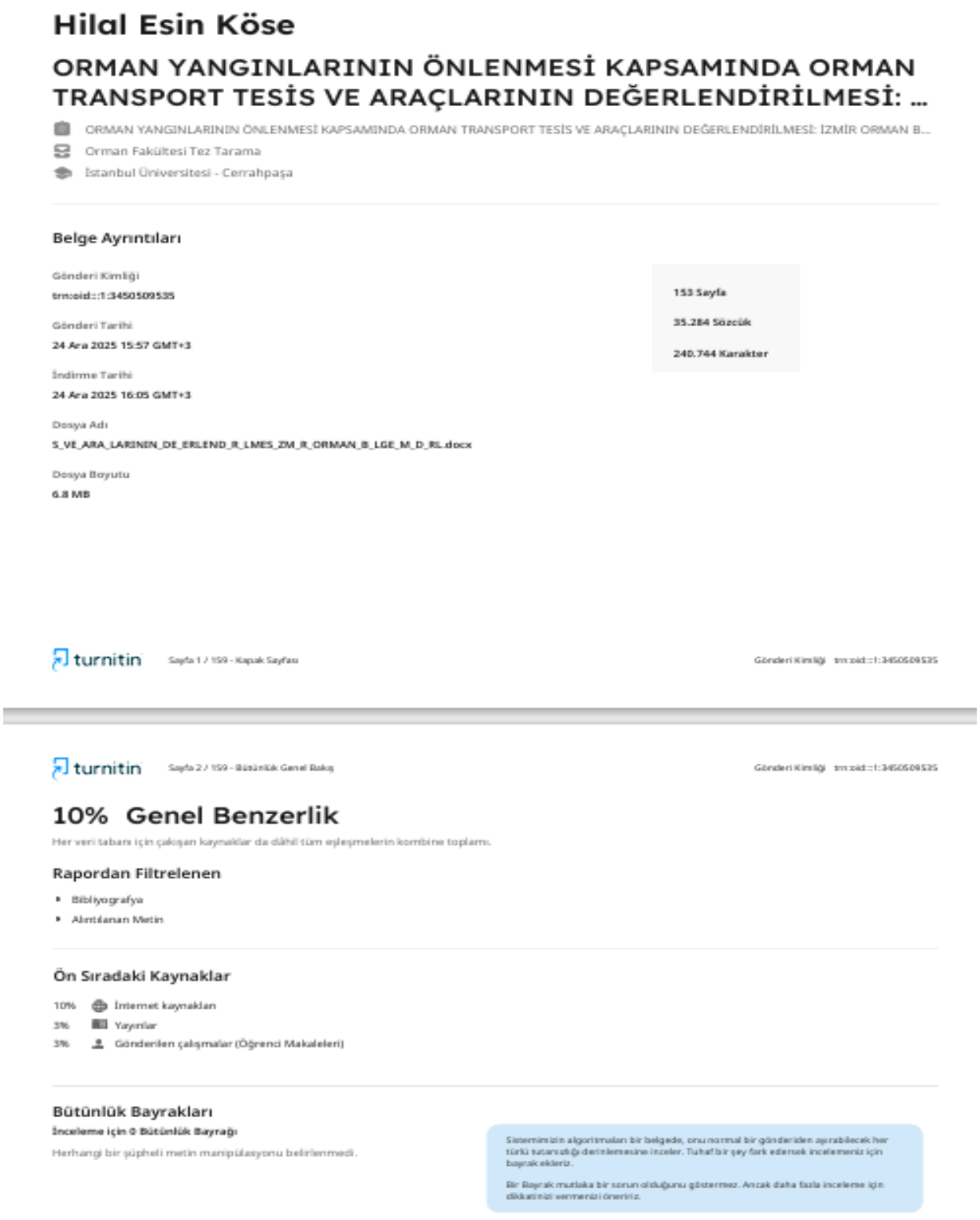
TOD, 2020, İtfaiyeciler İçin Orman Yangınları El Kitabı, ISBN: 978-605-68977-3-3, 24 sayfa, Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No: 53, Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara

Vatandaşlar, C., ve Demir, M. 2016, Orman yollarının doğal afetlerde acil ulaşım yolu olarak kullanım olanakları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 66(2), 369-378. https://doi.org/10.17099/jffiu.63832

URL 1: Sürdürülebilir ulaşım nedir ve iklim değişikliğiyle mücadelede nasıl bir rol oynuyor. Küresel İklim Sözü. https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/what-sustainable-transport-and-what-role-does-it-play-tackling-climate-change [Ziyaret tarihi: 24 Ekim 2025]

EKLER

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI



Hilal Esin Köse

ORMAN YANGINLARININ ÖNLENMESİ KAPSAMINDA ORMAN TRANSPORT TESİS VE ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ...

ORMAN YANGINLARININ ÖNLENMESİ KAPSAMINDA ORMAN TRANSPORT TESİS VE ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: İZMİR ORMAN B...
Orman Fakültesi Tez Tarama
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Belge Ayrıntıları

Gönderi Kimliği
trnoid::1:3450509535

Gönderi Tarihi
24 Ara 2025 15:57 GMT+3

İndirme Tarihi
24 Ara 2025 16:05 GMT+3

Dosya Adı
S_VE_ARA_LARININ_DE_ERLEND_R_LMES_ZM_R_ORMAN_B_LGE_M_D_RL.docx

Dosya Boyutu
6.8 MB

153 Sayfa

35.284 Sözcük

240.744 Karakter

turnitin Sayfa 1 / 159 - Kapak Sayfası Gönderi Kimliği trn:oid::1:3450509535

turnitin Sayfa 2 / 159 - Bütünlük Genel Bakış Gönderi Kimliği trn:oid::1:3450509535

10% Genel Benzerlik

Her veri tabanı için çakışan kaynaklar da dâhil tüm eşleşmelerin kombine toplamı.

Rapordan Filtrelenen

- Bibliyografya
- Alıntılanan Metin

Ön Sıradaki Kaynaklar

10% İnternet kaynakları
3% Yayınlar
3% Gönderilen çalışmalar (Öğrenci Makaleleri)

Bütünlük Bayrakları

İnceleme için 0 Bütünlük Bayrağı

Herhangi bir şüpheli metin manipülasyonu belirlenmedi.

Sisteminizin algoritmaları bir belgede, onu normal bir gönderiden ayırabilecek her türlü tutarsızlığı derinlemesine inceler. Tuhaf bir şey fark edersek incelemeniz için bayrak ekleriz.

Bir Bayrak mutlaka bir sorun olduğunu göstermez. Ancak daha fazla inceleme için dikkatinizi vermenizi öneririz.

ETİK KURUL İZİN YAZISI

Uyarı: Canlı denekler üzerinde yapılan tüm araştırmalar için Etik Kurul Belgesi alınması zorunludur.

☐ **Etik Kurul izni gerekmektedir.**

☒ **Etik Kurul izni gerekmemektedir.**

Hilal Esin KÖSE
(İmza)