

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YANGIN GÜVENLİĞİNDE TERMAL ALGILAMA  
SİSTEMLERİNİN KULLANIMI: ORMAN  
YANGINLARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tayfun TURNALI**

**Enstitü Anabilim Dalı : YANGIN GÜVENLİĞİ VE YANMA**

**Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Murat TUNA**


**Temmuz 2020**

## BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Tayfun TURNALI

00.06.2020



## **TEŞEKKÜR**

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini aldığım, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr.Öğr. Üyesi Murat TUNA'ya ve Tez hazırlama sürecimde çok değerli yardımlarını gördüğüm Öğr. Gör. Muhammed Fatih PEKŐEN beyefendiye teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	v
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY .....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
KAVRAMSAL AÇIKLAMALAR VE LİTERATÜR TARAMASI .....	2
2.1. Türkiye Orman Varlığı ve Orman Yangınlarının Meydana Gelme Nedenleri .....	5
2.2. Orman Yangını Çeşitleri.....	14
2.3. Orman Yangını Risk Analizi .....	17
2.4. Ormanlarda Yangın Güvenliği .....	23
2.4.1. Orman yangınlarında aktif güvenlik önlemleri .....	24
2.4.2. Orman yangınlarında pasif güvenlik önlemleri.....	28
2.4.3. Yaban hayatı koruma ve tahliye .....	29
2.5. Ormanların Yangından Korunmasına İlişkin Yasal Düzenlemeler.....	30
2.6. Orman Yangınlarını Algılama İle İlgili Yapılan Araştırmalar .....	31
2.7. Sakarya İli Orman Envanteri .....	34
2.8. Sakarya İlinin Orman Yangınlarına Karşı Reaksiyon Kapasitesi.....	36
2.8.1. İdari yapılanma .....	37

2.8.2. Personel durumu .....	38
2.8.3. Araç gereç durumu .....	38
2.9. Orman Yangınlarına İlişkin İstatistikî Veriler (Sonbahar örneği).....	46
2.9.1. Türkiye’de meydana gelen yangınlar .....	53
2.9.2. Sakarya il genelinde meydana gelen yangınlar .....	54
BÖLÜM 3.	
ORMAN YANGINLARINI ALGILAMA YÖNTEMLERİ .....	57
3.1. Manual Algılama .....	57
3.1.1. Yangın ihbarı .....	58
3.1.2. Havadan kontrol .....	59
3.1.3. Karadan kontrol .....	60
3.1.4. Gözetleme kuleleri.....	61
3.2. Teknolojik Algılama Sistemleri.....	63
3.2.1. Kablosuz sensor ağı .....	63
3.2.2. Optik duman ve gaz sensorları .....	64
3.2.3. Uydu temelli algılama sistemleri.....	66
3.2.4. Termal algılama sistemleri .....	67
BÖLÜM 4.	
MATERYAL VE YÖNTEM .....	71
4.1. Kamera.....	71
BÖLÜM 5.	
BULGULAR VE ANALİZ.....	81
BÖLÜM 6.	
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	84
KAYNAKLAR .....	86
ÖZGEÇMİŞ .....	92

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CBS	: Coğrafi bilgi sistemi.
CO	: Karbonmonoksit.
FPA	: Kızılötesi odak düzlemi.
FWIR	: Uzak dalga kızılötesi.
H	: Hidrojen.
İHA	: İnsansız hava aracı.
JPG	: Görüntü sıkıştırma yazılımı.
LDR	: Işık bağımlı sensör.
LWIR	: Uzun dalga kızılötesi.
MWIR	: Orta dalga kızılötesi.
NIR	: Yakın kızılötesi.
NO	: Nitrojenmonoksit.
OBM	: Orman bölge müdürlüğü.
OGM	: Orman genel müdürlüğü.
RASS	: Radyo akustik sondaj sistemi.
SWIR	: Kısa dalga kızılötesi.
TDI	: Zaman gecikmeli entegrasyon.
WG	: Kablosuz ağ geçidi.
WSN	: Kablosuz sensör ağı.
vDSL	: Yüksek hızlı dijital hat.
YHGS	: Yaban hayatı geliştirme sahası.
YTO	: Yangın tehlike oranı.

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Türkiye Orman Varlığı Haritası.....	5
Şekil 2.2. 1973-2015 Türkiye Orman Varlığı .....	6
Şekil 2.3. Türkiye orman serveti dağılımı.....	8
Şekil 2.4. Ormancılık İstatistikleri 2018 .....	9
Şekil 2.5. Baca Etkisi .....	11
Şekil 2.6. Işınım ile ısı transferi. ....	12
Şekil 2.7. Arazi yapısı ve Rüzgâr durumuna göre Yangının yayılışı.....	13
Şekil 2.8. Gövde yangını.....	15
Şekil 2.9. Toprak yangını, Şırnak.....	16
Şekil 2.10. Örtü yangını .....	16
Şekil 2.11. Tepe yangını.....	17
Şekil 2.12. Orman yangın tehlike oranları sisteminin yapısı ve bileşenleri.....	18
Şekil 2.13. Kızılcım ağacı .....	21
Şekil 2.14. Kayın ağacı .....	21
Şekil 2.15. Servi ağacı.....	22
Şekil 2.16. CL215 Hava Tankeri.....	25
Şekil 2.17. MİL Mİ 8 MTV Helikopter .....	26
Şekil 2.18. İnsansız hava aracı İHA .....	26
Şekil 2.19. Orman Yangınlarında Kullanılan Hava Araçlarının güçlü zayıf yön analizi .....	27
Şekil 2.20. Açık yangın emniyet şeriti .....	29
Şekil 2.21. Sakarya ili orman varlığı.....	35
Şekil 2.22. Sakarya OBM İdari Haritası .....	37
Şekil 2.23. Arazöz.....	39
Şekil 2.24. Dozer.....	39
Şekil 2.25. Greyder .....	40

Şekil 2.26. Loder .....	40
Şekil 2.27. Tırmık .....	41
Şekil 2.28. Çapa .....	41
Şekil 2.29. Tahra .....	42
Şekil 2.30. Balta .....	42
Şekil 2.31. Kazma .....	43
Şekil 2.32. Gürebi .....	43
Şekil 2.33. Baltalı Kazma.....	44
Şekil 2.34. Çapalı Tırmık.....	44
Şekil 2.35. Şaplak.....	45
Şekil 2.36. Bel.....	45
Şekil 2.37. Kürek .....	45
Şekil 2.38. Sırt Pompası.....	46
Şekil 2.39. 01-24 KASIM 2018 Orman Yangınlarının İllere dağılımı. ....	48
Şekil 2.40. Kasım 2018 Yangın Çıkış Saatleri.....	49
Şekil 2.41. Ekim 2019 Yangın çıkış saatleri. ....	51
Şekil 2.42. EKİM 2019 Yangınların il bazında dağılımı. ....	52
Şekil 2.43. Sakarya OBM 2004-2018 yıllara göre yangın yoğunluğu. ....	56
Şekil 3.1. Manuel ikaz butonu .....	58
Şekil 3.2. Bilgilendirme levhası .....	58
Şekil 3.3. Havadan İHA ile yangın gözetleme.....	59
Şekil 3.4. Havadan İHA ile termal görüntüleme.....	60
Şekil 3.5. Yangın gözetleme kulelerinin dağılımı.....	61
Şekil 3.6. Yangın gözetleme kulesi.....	62
Şekil 3.7. Ormanlık alan kuleden gözetleme .....	62
Şekil 3.8. Optik sensor çalışma prensibi .....	64
Şekil 3.9. Optik (LDR) sensör .....	65
Şekil 3.10. Karbonmonoksit sensörü .....	66
Şekil 3.11. Termal görüntüleme akış şeması. ....	68
Şekil 4.1. Hedef bölgede 1500 m menzilli 90° lens açılı kamera simülasyonu. ....	72
Şekil 4.2. Simülatör Ana Ekran görüntüsü. ....	73
Şekil 4.3. TTFireSim veri giriş ekranı görüntüsü. ....	74



Şekil 4.4. Simülasyon iş akış şeması.....	75
Şekil 4.5. 300 mt. Simülasyon .....	76
Şekil 4.6. 500 mt. simülasyon .....	77
Şekil 4.7. 700 mt. Simülasyonu. ....	77
Şekil 4.8. 1000 mt. Simülasyonu. ....	78
Şekil 4.9. 1500 mt. Simülasyonu. ....	78
Şekil 4.10. 2000 mt. Simülasyonu. ....	79
Şekil 4.11. 2500 mt. Simülasyonu. ....	79
Şekil 4.12. Çeşitli algılama menzilli kameraların simülasyonda gösterimi. ....	80
Şekil 5.1. Kör bölgenin gösterimi. ....	82

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. 1988-2018 Orman yangını çıkış sebepleri .....	7
Tablo 2.2. Sakarya OBM sorumluluk alanı dağılımı .....	36
Tablo 2.3. KASIM 2018 orman yangınları(.....)	46
Tablo 2.4. Ekim 2019 orman yangınları .....	50
Tablo 2.5. 2018 Yılı Türkiye iller bazında yangın yoğunluğu sıralaması .....	55
Tablo 2.6. 2004-2018 Yangınların OBM lere dağılımı.....	55

## **ÖZET**

Anahtar kelimeler: Yangın Güvenliği, Termal Algılama Sistemleri, Orman Yangınları.

Bu alışmada, Orman yangınları ile mücadelede günümüzde sıklıkla kullanılmakta olan termal algılama sistemlerinin, gözetlenmesi hedeflenen sahaya doğru bir şekilde konumlandırılması işlemi incelenmiştir. Halihazırda konumlandırma işinde kullanılan yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri ortaya konmuş ve bu yöntemlere alternatif olarak bir simülasyon programı önerilmiştir. Gözetlenmesi istenen hedef sahada yapılacak olan konumlandırma Simülasyonu işlemi neticesinde en uygun noktaya en uygun ekipman ile en uygun maliyeti belirlemek hedeflenmiştir. Teklif ettiğimiz simülasyon programımız aynı zamanda yangın gözetleme kulesi inşaa yeri tespitindedeki kullanılabilir.

# **USE OF THERMAL DETECTION SYSTEMS IN FIRE SAFETY: FOREST FIRE**

## **SUMMARY**

Keywords: Fire Safety, Thermal Detection Systems, Forest Fires.

In this study, the process of correctly positioning the thermal sensing systems, which are frequently used today in the fight against forest fires, in the targeted area. The strengths and weaknesses of the methods currently used in the positioning work have been identified and an simulation program has been proposed as an alternative to these methods. As a result of the positioning simulation to be carried out in the target area to be monitored, it is aimed to determine the most appropriate cost and the most suitable cost with the most appropriate point. Our simulation program can also be used to determine the location of the fire watchtower.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Orman varlığının değerinin farkına varan İnsanoğlu mevcut şartlar ve riskler altında baskılanan bu değeri koruyup geliştirebilmek için bilimsel ve teknolojik çalışmalara daha çok önem vermektedir. Dünya ülkelerinin tasarrufu altında olan orman varlığı esas itibarı ile sadece o ülkenin değil tüm dünya insanlığının üzerinde hak iddia edebileceği bir durumda olmalıdır. Bu bakış açısının sebebi ise orman varlığının tüm dünya tabiatını, iklim yapısını, biyolojik çeşitliliğini direkt olarak etkilemesidir. Dolayısı ile bir orman varlığının bir ülke sınırları içinde bulunması o ülkeye bu varlığı yok etme hakkı vermemelidir. Ormanlar vahşi ağaç kesimleri dışında orman yangınları tarafındanda onarılmaz şekilde zarar görmektedir. Gelişen teknolojik imkânlar sayesinde orman varlığının korunmasında yenilikçi sistemler kullanılmaya ve yaygınlaştırılmaya devam edilmektedir. Ülkemizde teknolojik sistemler henüz tüm sahaya yayılmamışsada kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojik sistemlerin başında termal algılama sistemleri gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde aktif olarak kullanılan bu sistemler, ülkemizde yeni yeni mevcut yangın gözetleme kulelerine konumlandırılarak kullanılmaktadır. Orman yangını erken tespiti için kullanılan bu sistemler çok uzun mesafeli çalışma sahasına sahip olduklarından, sistemin en önemli bileşeni doğal olarak ilk algılamayı yapmaya imkân veren görüntüleri sağlayan termal kameralardır. Bu çalışmadaki hedefimiz, termal kameralar kıyaslanacak ve örnek bölgede harita üzerinde simülasyon uygulaması yapılarak, sistemde kullanılacak örnek termal kamera yeterlilikleri kıyaslanıp en verimli olanı belirlenmeye çalışılacaktır. Bu çalışma neticesinde orman yangını termal algılama sisteminde kullanılacak termal kameraların seçiminde dikkate alınması gereken noktalar sıralanacaktır.

## **BÖLÜM 2. KAVRAMSAL AÇIKLAMALAR VE LİTERATÜR TARAMASI**

İnsanlık tarihinde yangınlar onarılması çok zor, maddi, manevi ve çevresel zararlara sebep olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Murphy ve arkadaşları yaptıkları çalışmada günümüzde iklimlerin eskiye nazaran çok fazla değişiklik gösterdiğinden yangına müsait mevsimler daha uzun, daha sıcak ve daha kurak geçmekte [1] olduğundan bahsetmişlerdir. Çalışmada yapılan bu tespit, iklim yapılarının orman yangınlarına daha elverişli bir süreçte olduğunu göstermektedir.

Yangın felaketinin öneminin farkına varan İnsan yangınla mücadele için elindeki her türlü imkânı kullanarak Yangın Güvenliği kavramı oluşturma yoluna gitmiştir. Orman Yangınları ile mücadele konusu çeşitli yönlerden çeşitli ülke menşeli çalışmalar yapılarak birçok kez işlenmiştir. Bu çalışmalar orman yangınlarını önleme, algılama ve mücadele başlıkları altında incelenebilir.

Bir olayın gerçekleşmemesi o olaya sebebiyet veren unsurların ortadan kaldırılması ile mümkündür. Orman yangınlarının ana sebebini insan kaynaklı hatalar oluşturmaktadır. Dolayısı ile eğitilip bilinçlendirilen insan daha az hata yapacaktır ve istenmeyen durumlarla karşı karşıya kalınmayacaktır. Yangın olayı ile mücadelede resmi görevli personelin çalışmalarına bilinçlendirilen insan kaynağı sorunlarla mücadelede katılacak ve katkı vereceklerdir. Öte yandan yaptığı bir çalışmada Şeşen, eğitim sürecindeki öğrencilere çevre bilinci ve sorumluluğunun düzenlenecek olan eğitim ve saha organizasyonları ile uygulamalı olarak verilmesi durumunda sorumluluk kazanacaklarını belirtmektedir [2].

Orman Yangınlarını önleme çalışmalarında önemli bir unsur olan toplum eğitimi; bilinçlendirmek ve farkındalık yaratmak hedefine ulaşırsa orman yangınlarının asli kusurlusu olan insan faktörünün verdiği zararı azaltmada çok önemli katkılar

sunacaktır. Agrawal ve arkadaşları bu konuda, toplum eğitim programları orman yangını önleme hazırlıklarının çok önemli bir parçasıdır. Daha güçlü bir sosyal bilince sahip toplumlar, toplum faaliyetlerine katılmaya ve birlikte karşılaştıkları sorunları çözmeye çok daha istekli olacaklardır [3] tespitini yapmışlardır.

Öte yandan orman yangınları sonuçları itibarı ile önemli bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır, çevre bilinci çocuklara küçük yaşlarda aşılırken orman yangını ve çevreye etkilerinde değinilmelidir. Gür ise Yüksek Lisans tezinde çevre sorunları günden güne büyüyerek çoğalmaktadır, ileriki zamanlarda bu sorunlar katlanarak büyüyecektir. Bu tehlike çevreye karşı duyarlı ve çevre bilinci sahibi, sorunlara müdahale edip çözüm üretebilen bireyler yetiştirmenin önemini çok fazla arttırmıştır [4] demektedir.

Orman Yangınlarını algılama Orman Yangını ile mücadelede en önemli başlığı oluşturur. Yangını algılama süresi direkt olarak yangına müdahale zamanını etkileyeceğinden bu algılama ve tespit en kısa sürede olmalıdır. Orman yangınlarını algılama konulu araştırmalar incelendiğinde orman yangınlarını izlemenin birçok yolu olduğu görülmektedir. Fleming ve arkadaşları hazırladıkları bir teknik raporda “Orman yangınlarının en eski gözetleme şekli ise yüksek bir yerde kurulan gözetleme kulelerinde görevli personelin gözetleme aracı olarak kullanılmasıdır” [5] ibaresini kullanmışlardır.

Bu gözetleme şeklinde ana eleman İnsan olduğu için yapılan gözetleme ve kontrolün İnsan kaynaklı hataya açık olduğu aşikârdır. İnsan faktöründen ayrılmış otomatik sistemlerin yaptığı algılama, göreceli olarak İnsan kaynaklı algılamadan çok daha güvenilir, hatasız ve süratli olacaktır. Günümüzde teknolojik denetim sistemleri alanındaki gelişmeler sayesinde bu denetimler çok hızlı ve asgari hata ile yapılabilmektedir.

Yangın algılama sistem performansları konusunda yaptıkları bir çalışmada Othman ve arkadaşları “Mikro Elektro Mekanik Sistemler, Kablosuz İletişim, Gömülü Sensör Sistemleri, Dağıtılmış Sensör Ağları konularındaki teknolojik gelişmeler Kablosuz

Sensör Ağı sistemlerinde çok önemli ilerleme ve dönüşümler sağlamıştır, bu teknolojik yenilikler yangın algılama konusunda sistem performanslarını arttıracaktır” [6] tespitini yapmışlardır.

Bilinen bir gerçek ise yangının başlangıcından belirli bir süre sonra yangının kontrol edilmesi çok güç bir hal almasıdır, dolayısı ile yangına en kısa sürede müdahale edilmesi gerekmektedir. Bu erken müdahaleyi sağlayabilmek için yangın en kısa sürede algılanmalıdır. Erken algılamada teknolojik bir seçenek olan termal kızılötesi kamera kullanımı dünya üzerinde birçok ülkede orman yangını ile mücadelede kullanılmakta olup ayrıca birçok bilimsel çalışmada tavsiye edilmektedir. Termal kızılötesi kameralar konusunda Vicente ve arkadaşları yaptıkları çalışmada “kendi özelinde termal kızıl ötesi kamera kullanımının avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır” [7] diyerek konuyu çok yönlü işlemişlerdir.

Orman yangını ile mücadelede termal kamera kullanımının avantaj ve dezavantajları incelenerek uygun değerli kararlar verilebilir. Orman yangınlarının algılanmasında karasal uzaktan algılama sistemleri haricinde havasal uzaktan algılama sistemleride kullanılmaktadır. Havasal uzaktan algılama uydular ya da uçaklar aracılığı ile yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada; Havasal uzaktan algılama ile ilgili çalışmalarda uydu tabanlı algılamada uyduların esas algılama hedefinin yangının uzaysal ve zamansal dağılımının küresel olarak reel ölçümlerinin tespiti ve kayıt edilmesi olduğu belirtilmiştir. Yangın ve yangın izi tespiti için bu zamana kadar ana algılayıcı olarak kutup yörüngeli uydular kullanılmıştır. Bu uydulardaki gelişmiş çok yüksek çözünürlüklü radyometrelerin, optik hatların, yol tarama radyometrelerinin kullanılması ve bu algılayıcılardan gelen algoritmaların doğruluğunun değerlendirilmesi ise Amerikan LANDSAT uydusu tematik eşleştiricisi ve Fransız SPOT uydusunun yüksek uzaysal çözünürlük görüntüleri ile yapıldığından bahsedilmiştir [8].

Havasal uzaktan algılamada insanlı hava araçlarından başka insansız hava araçları da kullanılmaktadır. Watts ve arkadaşları ise İnsansız hava sistemi teknolojilerinin gelişmesi ile daha uzun süre havada kalabilmekte, otomatik uçuş hafızası ile aynı



uçuşları tekrarlayabilmekte, kullanım maliyetlerinin çok düşük olması önemli bir avantaj olarak görülmektedir [9] tespitini yapmışlardır.

Bir diğer çalışmada Merino ve arkadaşları, İnsansız hava araçlarının kullanım avantajlarını; İnsanlı hava araçlarının hem çok pahalı olması hemde operasyona katılan insanlar için yüksek risk taşıması olarak belirtmişler, İnsansız hava araçlarının kullanımı yangına yakın mesafede çalışmakta olan insanlı hava araçları ile ilgili riskleri ortadan kaldıracağı öngörülmüştür [10] ifadesini kullanmışlardır.

## 2.1. Türkiye Orman Varlığı ve Orman Yangınlarının Meydana Gelme Nedenleri

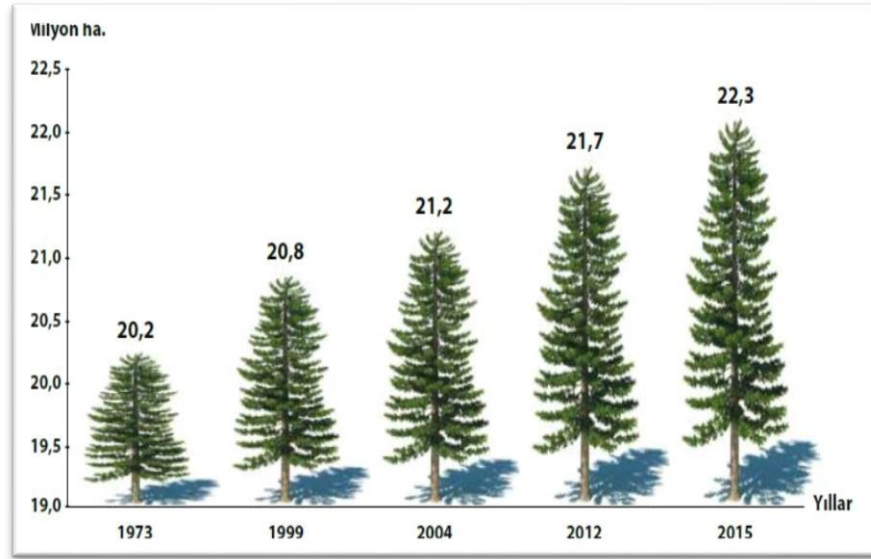
Ormanlar, Dünyamızın çevresel, ekonomik ve sosyokültürel yapısında çok büyük öneme sahiptirler. Bu gerçekler dikkate alındığında, gün geçtikçe dünyamızda ve ülkemizde tehdit altında olan ve önemli bir sorun haline gelen orman varlığının korunmasının önemi anlaşılacaktır. Ülkemiz için ekonomik değeri muazzam olan Orman varlığımızın çok dikkatlice korunup kollanması elzemdir. Şekil 2.1.'de haritalanmış olan, orman yangınlarının tehdit ettiği orman varlığımızı inceleyecek olursak söz konusu alanın 22.300.000 ha gibi muazzam bir büyüklüğe sahip olduğu karşımıza çıkacaktır.



Şekil 2.1. Türkiye Orman Varlığı Haritası (OGM)

Ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Orman Genel Müdürlüğü sorumluluğunda olan orman servetimizi koruyup kollama ve geliştirme konusu esasen her vatandaşımızın özen ve ilgi göstermesi ile çok daha sağlıklı ve etkin bir şekilde uygulanacak ve başarılı olacaktır. Orman sevgisi ve bilinci çocuklarımıza çok küçük yaşlardan itibaren aşılanmalıdır.

Orman sahalarında günümüz teknolojisini yakından takip eden çok değerli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda bilgisayar tabanlı sistemler, uydu temelli görüntüleme sistemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) faydalanılmaktadır. Orman varlığımızın dökümü tutulmaya başlanılan tarih olan 1963 yılından günümüze kadar geçen zaman zarfında akılcı ve sürdürülebilir politikalar sayesinde düzenli olarak artış göstermiştir.



Şekil 2.2. 1973-2015 Türkiye Orman Varlığı (TÜRKİYE ORMAN VARLIĞI, OGM, 2015)

Türkiye coğrafyasında orman arazisinin kapladığı alan Şekil 2.2.'de yıllara göre sıralanmıştır. 1973 yılında 20.199.296 ha ve ülke coğrafyasının %26,1'ini, 1999 yılında 20.763.248 ha ve ülke coğrafyasının %26,7'sini, 2004 yılında 21.188.747 ha ve ülke coğrafyasının %27,2'sini, 2010 yılında 21.537.091 ha ve ülke coğrafyasının %27,4'ünü, 2012 yılında 21.678.134 ha ve ülke coğrafyasının %27,6'sını, 2015 yılında 22.342.935 ha ve ülke coğrafyasının %28,6'sını kaplamaktadır [11].

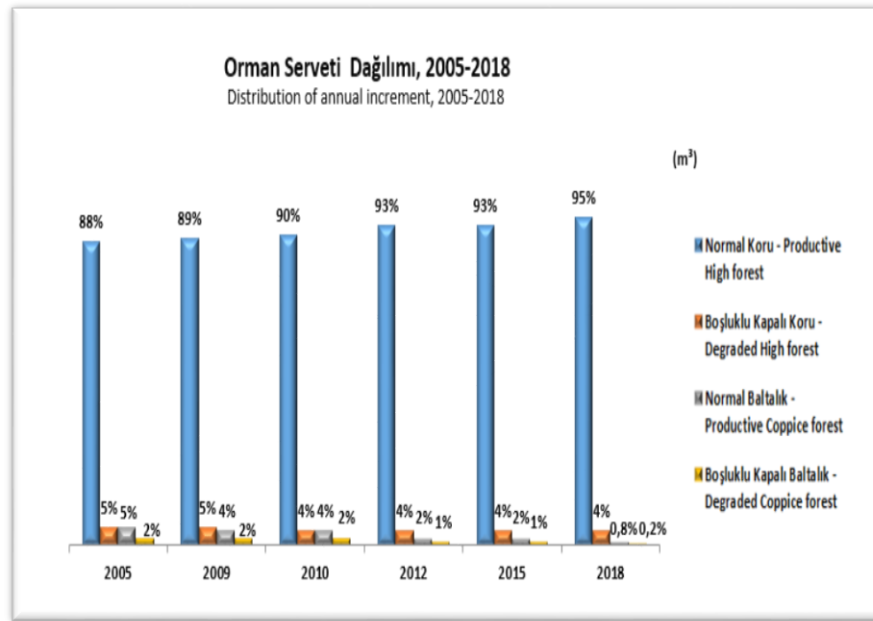
Orman Genel Müdürlüğünün 2015 yılında yapmış olduğu bir yayında, ormanlarımızı oluşturan ve sahada yoğun olarak yayılış gösteren asli ağaç türleri ise; Kızılcım 5.610.215 ha, Meşe 5.886.195 ha, Karaçam 4.244.921 ha, Kayın 1.899.929 ha, Sarıçam 1.518.929 ha, Göknar 584.781 ha, Ardıç 958.423 ha, Sedir 482.391 ha, Ladin 322.857 ha, Kızılağaç 146.730 ha, Kestanes 88.443 ha, Fıstıkçamı 161.971 ha, Gürgen 34.989 ha, İhlamur 12.574 ha, Dişbudak 7.212 ha, Kavak 16.288 ha, Akçaağaç 5.848 ha, Servi 1.470 ha, Okalptüs 1.404 ha, Çınar 691 ha, Sığla 498 ha, Huş 161 ha, Porsuk 98 ha olarak sıralanmıştır [12].

Tablo 2.1. 1988-2018 Orman yangını çıkış sebepleri. (Ormanlık İstatistikleri, OGM, 2018)

1988 – 2018 ORMAN YANGINLARI										
YANGI ÇIKIŞ SEBEBİ										
YANAN ALAN MİKTARI		YANGIN SAYISI	KASIT		İHMAL-KAZA		DOĞAL		FAİLİ MEÇHUL	
YIL	Ha	ADET	ADET	Ha	ADET	Ha	ADET	Ha	ADET	Ha
1988	18 210	1 372	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	13 099	1 633	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	13 742	1 750	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	8 081	1 481	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	12 232	2 117	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	15 393	2 545	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	30 828	3 239	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	7 676	1 770	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	14 922	1 645	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	6 317	1 339	193	923	696	3 389	78	37	372	1 968
1998	6 764	1 932	249	1 655	1 163	3 713	53	20	467	1 376
1999	5 804	2 075	279	1 926	1 151	2 808	203	126	442	944
2000	26 353	2 353	410	4 417	1 384	19 017	132	167	427	2 752
2001	7 394	2 631	251	651	1 629	4 247	188	735	563	1 761
2002	8 514	1 471	218	509	809	7 287	181	261	263	457
2003	6 644	2 177	258	655	1 317	4 520	120	694	482	785
2004	4 876	1 762	242	748	1 033	3 093	128	233	359	802
2005	2 821	1 530	272	402	867	2 084	140	48	251	288
2006	7 762	2 227	166	206	1 315	5 873	330	543	416	1 139
2007	11 664	2 829	292	1 705	1 642	7 994	407	243	488	1 722
2008	29 749	2 135	377	797	1 018	26 283	330	699	410	1 970
2009	4 679	1 793	231	792	884	3 082	333	105	345	700
2010	3 317	1 861	146	526	861	1 851	281	69	573	871
2011	3 612	1 954	153	283	1 067	2 368	130	39	604	922
2012	10 454	2 450	197	1 615	936	5 780	373	334	944	2 725
2013	11 456	3 755	260	1478	1 419	4 051	258	138	1 818	5 789
2014	3 117	2 149	127	85	801	1 682	328	77	893	1 273
2015	3 219	2 150	138	167	794	1 198	257	95	961	1 759
2016	9 156	3 188	157	240	990	5 222	310	170	1 731	3 524
2017	11 993	2 411	151	619	721	7 146	259	84	1 280	4 144
2018	5 644	2 167	92	148	693	2 216	413	141	969	3 139

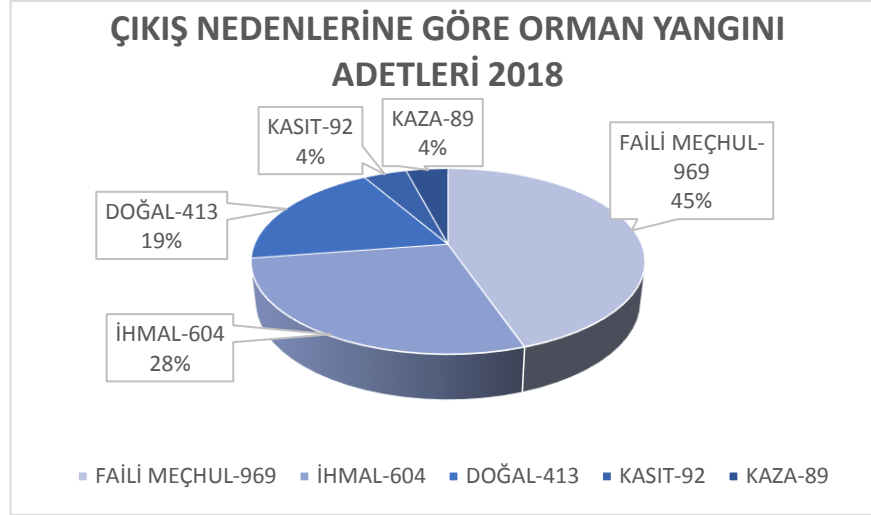
Ülkemizde orman yangınlarının çıkış sebepleri dağılımı OGM tarafından düzenli olarak tutulan kayıtlarda ayrıntılı olarak belirtilmektedir. Son yayınlanan istatistiklerde 1988-2018 yılları arası veriler yukarıdaki Tablo 2.1.'de belirtilmiştir.

Orman Genel Müdürlüğü tarafından belgelenmiş orman servetimizin yıllara göre gösterdiği gelişim ise Şekil 2.3.'te aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Türkiye orman serveti dağılımı (2018 Ormanlık İstatistikleri OGM)

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi yurdumuzda da ormanların varlığını tehdit eden tehlikelerin başında İnsan faktörü gelmektedir. Tablo 2.1.'deki veriler 1988-2018 yılları arasında ülkemizde çıkmış ve kayıt altına alınmış orman yangınlarının çıkış sebeplerini, yanan alan miktarını ve yangın çıkış sebeplerine sayısal dağılımını göstermektedir. Bu veriler incelendiğinde doğal sebep kaynaklı orman yangınlarının en düşük sayılara sahip olduğu görülmektedir. Dolayısı ile geri kalan tüm yangınların oluş sebebi insan sebeplidir.



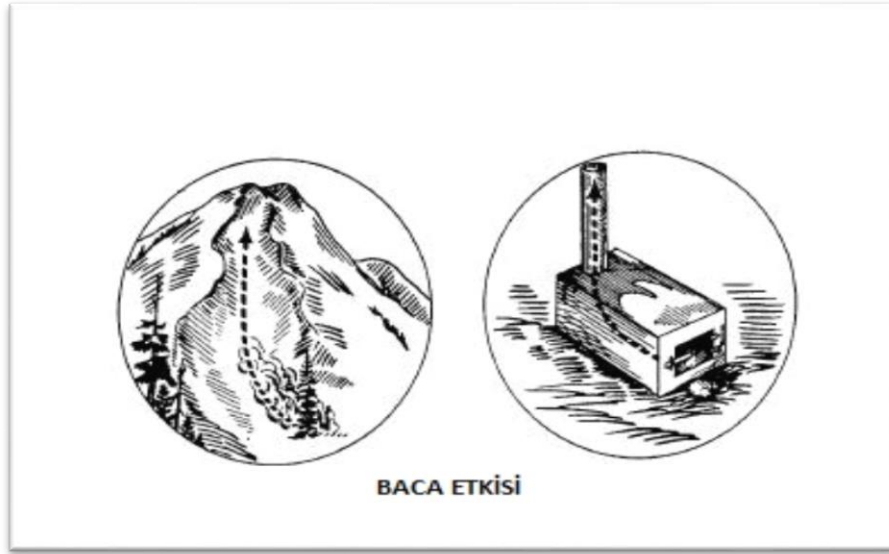
Şekil 2.4. Ormanlık İstatistikleri 2018, (OGM 2018)

2018 yılı özelinde incelendiğinde, Şekil 2.4.'te toplam orman yangını sayısı 2167 olup bu sayının sebeplere dağılımı ise; 969 sebebi bulunamayan, 604 ihmal, 413 doğal, 92 kasit olarak kayıtlara geçmiştir. İnsan faktörü ile beraber orman yangını başlaması tamamen iklim koşulları ile alakalıdır. İnsan popülasyon'unun olmadığı ve sürekli yağış alan veya nem oranı belli bir miktarın altına düşmeyen coğrafi bölgelerde orman yangını riski minimumdur. Buna karşılık insan popülasyon'unun yoğun olduğu, sıcak ve yağış almayan coğrafi bölgelerde, uzun ve yağışsız yaz mevsimlerinde orman yangınının olması kaçınılmazdır. Orman yangını çeşitlerini kısaca tanım ve tasnif etmek gerekirse; “Yangının ormanda ve ağaçlarda zarar verip etkili olduğu kısımlara” bakmamız gerekir. Bu yolla orman yangını üç çeşit olarak tasnif edebiliriz. Bunlar; örtü yangını, tepe yangını ve toprak yangını, gövde yangınıdır ve ileriki bölümlerde bu başlıklara ayrıntılı olarak değinilecektir.

Literatürde orman yangını çıkış nedenleri incelendiğinde İnsan faktörü ana sebep olarak saptanmaktadır. Bir başka tespit ise Küçükosmanoğlu M.A. ve arkadaşları “Ayrıca yangınlar yüzyıllar boyunca oluşmuş olan orman toprağına, hayvan varlığına ve iklimine de olumsuz etkiler yaparak ormanda mevcut düzeni bozar. Bu afetin en az zararlı atlatılabilmesi, alınacak köklü önlemler ve kurulacak iyi bir yangın koruma ve savaş organizasyonu ile sağlanabilir” [13] ifadesini kullanmışlardır.

Orman yangınına direkt olarak etkileyip şekillendiren faktörler incelendiğinde; yangının gerçekleştiği sahadaki yanıcı maddelerin yoğunluğu (yatay ve dikey) ve kalibresi ile yanıcı maddenin sahada dağılım devamlılığında çok belirleyicidir. Çolak ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, “Yanma yüksek ısıya maruz kalan odunun kimyasal yapısındaki değişme ile başlar. Yüksek ısı organik yapıyı gaz ve karbon taneciklerine dönüştürür. Hava ile gaz yeterli ısı olduğu takdirde yanma reaksiyonunu başlatır” [14] ifadesini kullanmışlardır. Yanma kimyasal bir reaksiyon olduğundan bu reaksiyonun devamlılığı yanan maddenin ürettiği ısının yanacak olan diğer maddeleri yanma ısısına ulaştıracak boyutta olmasına bağlıdır. Meteoğlu Yüksek Lisans Tezinde “yakıt taneciklerinin boyutlarının yanma reaksiyonunun hızını belirlediği ve küçük boyutlu malzemenin hızlı ve tam yanma sağladığını [15] söylemiştir. Dolayısı ile yanacak olan maddenin fiziki boyutları ne kadar büyük olursa tutuşmaya olan ısı ihtiyacında o derece yüksek olacak ve yanma olayı çok daha zor gerçekleşecektir. Daha açık ve net izah etmek gerekirse sahadaki çalı çırpı'nın tutuşması için ısı ihtiyacı ağaç kütüklerinin tutuşmasının ihtiyaç duyduğu ısı miktarından çok daha azdır. Yangının devamlılığını sağlayan bir diğer faktör ise sahadaki yanıcı maddelerin bir biri ile çok yakın veya temas halinde bulunmasıdır.

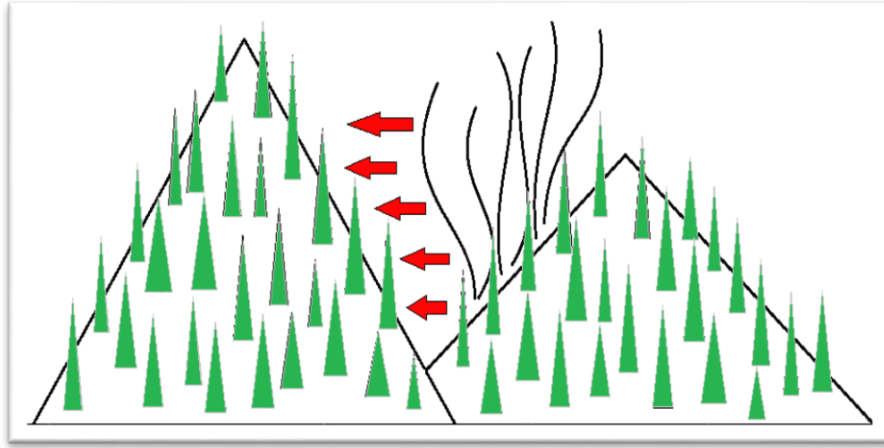
Orman yangınlarını etkileyen faktörler içinde Topografya konusu ise yangının hem yayılma sahasını hemde ilerleme yönünü belirler. Dağlık, tepelik bir arazide orman yangını sahanın topografik yapısının oluşturacağı “baca etkisi” ile yukarı yönde ve çok hızlı ilerleyecektir.



Şekil 2.5. Baca Etkisi (Bilgili,2014)

Şekil 2.5.'te görseli bulunan Baca etkisi; teknik olarak sıcaklık ve nem farklılıklarından dolayı havanın yoğunluğunun değişmesi ile meydana gelir. Baca etkisi iki vertical açıklık arasındaki iç sıcaklık farkının, bu açıklıklar düzeyindeki dış sıcaklık farkından daha büyük olması durumunda havayı sirküle eder, bu dolaşım doğal konveksiyon hareketi ile meydana gelir ve oksijenli hava beslemesi yaparak yanmayı hızlandırır. Sahanın meyilli olmasının yangın hızına etki edeceği; arazi meyillinin her 10 derece civarında artması orman yangını hızını yaklaşık ikiye katlayacaktır.

Howell ve arkadaşları yaptıkları yayında “İşinim ile ısı transferi, üç ısı transfer şeklinden birisidir” [16] ifadesini kullanarak temassız ısı transferinden bahsetmişlerdir. Sahanın topografik yapısı nedeni ile yamaçları bir birine çok yakın olan vadilerde meydana gelen orman yangınlarında ise ısının iletim yollarından biri olan ışınım (radyasyon) ile taşınımı sonucunda Şekil 2.6.'da ifade edildiği gibi karşı yamaçtaki yanıcı maddelerin yanma ısısına ulaşması neticesinde yangının o bölgeye sirayeti kaçınılmaz olacaktır.



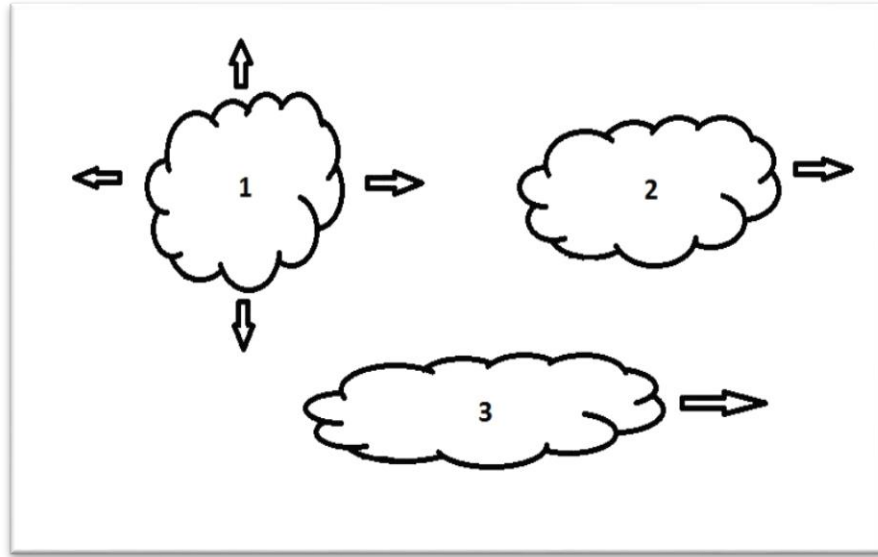
Şekil 2.6. Işınım ile ısı transferi.

Sahanın topografik yapısı engebeli ve vadilerden oluşuyorsa bu sahada topografik yapı sebebiyle rüzgârların oluşması kaçınılmazdır. Vadiler doğal rüzgâr kanalı davranışı göstererek sahada hava akımları oluşacak ve burada oluşabilecek bir orman yangınında yangına taze hava beslemesi yaparak yangının hem hızlanmasına hem de istikamet olarak yönlenmesine sebep olacaktır.

Sahanın topografik özelliklerinden olan bakı ise arazinin yönünü ifade etmektedir. Güney ve güney doğu istikameti orman yangını çıkması açısından en elverişli bakılardır. Yön; güneş radyasyonu ve rüzgâr alma nispetini belirleyen başlıca etkidir. Kuzey yönlü orman arazisi gölgelik ve nemli olacağından yanıcı malzeme yapısında ağır yanıcı malzeme sınıfında olacaktır. Dolayısı ile güneş radyasyonu az, nem oranı yüksek, yanıcı malzeme tipi kalın olan kuzey yönlü ormanlarda yangın meydana gelmesi ihtimali çok azalacaktır. Güney yönlü orman arazisinde ise güneşlenme süresi çok daha uzun olduğundan güneş radyasyonu etkisi fazla, nem oranı çok daha düşük, yanıcı madde yapısı hafif (kolay tutuşabilen çalı, çırpı) olacağından orman yangını riski diğer bakılara nazaran çok daha yüksek olacaktır.

Topografi ve hava durumu tiplerine göre orman yangınları Şekil 2.7.'deki gibi değişik geometrik tiplerde yayılım gösterirler. Bu yayılım geometrisini sahadaki yanıcı maddelerin dağılım şeklinide etkilemektedir.





Şekil 2.7. Arazi yapısı ve Rüzgâr durumuna göre Yangının yayılışı.

Şekildeki okların yönleri yangının rüzgâr etkisi ile ilerleyiş yönünü göstermekle beraber; Bir (1) numaralı senaryoda; düz arazide, homojen yapıdaki bir ormanda rüzgârsız havada orman yangını yayılımı gösterilmiştir. İki (2) numaralı senaryoda; düz arazide, homojen yapıdaki bir ormanda orta şiddetli rüzgârda orman yangını yayılımı gösterilmiştir. Üç (3) numaralı senaryoda; düz arazide, homojen yapıdaki bir ormanda şiddetli rüzgârda orman yangını yayılımı gösterilmiştir.

Orman yangınının sahadaki yayılımı çok sayıda etkene bağlıdır. Bu yayılımı etkileyen faktörler; Arazi yapısı, hava ve rüzgâr durumu, Yanıcı materyalin sahada dağılım şekli, yanıcı materyalin sahada cins karışımı olarak sayılabilir.

Orman yangınlarının meydana gelme sebepleri birçok çalışmada saptanıp sıralanmıştır. Bu çalışmalarda en dikkat çeken husus İnsan faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. “Orman yangınları ile ilgilenen kamu kurumları yangın sebeplerinden oluşan bilgileri depolama yoluna gitmektedir. Öncelikle yangın adeti ve zarar gören alan verileri depolanır. Sonrasında ise yangın çıkış sebebi ve bu sebeplerin dağılımı verileri depolanır” [17] ifadesi Leone ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada geçmektedir. İnsanın bulunduğu her yerde yangın riski çok fazla yükselmektedir. Tabiat şartlarının sebebiyet verdiği yangınlar toplam yangın âdetinin % 1’ini

oluşturmaktadır. Buradan yola çıkarak dünya üzerindeki yangınların bir numaralı sebebi ve suçlusu insan olarak görülmektedir. Sebebi insan olan bir afetin önlenmesi sebebi tabiat olan bir afetin önlenmesinden çok daha kolaydır; çünkü İnsan eğitilebilen bir varlıktır. Konuya bu yönden baktığımızda bu afetin önlenmesi için maliyet hesaplaması yapılırsa İnsan eğitiminin çok daha ekonomik olacağı aşikârdır. Yapılan araştırmalar ve tutulan istatistikler göstermektedirki insan varlığı ve yerleşiminin orman arazisine olan yakınlığı bu riski en üst seviyeye ulaştırmaktadır. Ülkemizde de bu istatistikler düzenli olarak tutulmaktadır.

Orman yangınları ile mücadelede sadece oluşan bir yangının nasıl ve ne şekilde söndürüleceğini bilmek yeterli değildir; aynı zamanda yangın tehlikesini tahmin etmek, yangına karşı tedbirleri almak, araştırmak gereklidir. Orman yangınlarına engel olmak için çeşitli önlemler alınabilir. Fakat hangi bölgede hangi tedbirlerin ne şekilde ve ne düzeyde alınacağını bu konudaki faaliyetin hangi sahalara dağıtılacağını ve bu önlemlerin etki derecesini sağlıklı tutulmuş istatistikler ile saptayabiliriz. “Bir yangın tehlikesi endeksi oluşturmak için, genellikle hava durumu, yakıt ve topografya gibi çok çeşitli faktörleri göz önünde bulundurmaya gerektirir” [18] tespiti ise Bradshaw ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada kullanılmıştır.

## **2.2. Orman Yangını Çeşitleri**

Orman yangını çeşitleri; yangının arazi ve ağaçlarda etkili olduğu kısma göre sınıflandırılıp adlandırılır. Orman yangını türleri içinde sirayet etme ve zarar verme oranı en yüksek olanı tepe yangınıdır [19] bu vesile ile yangın ağaçların tepelerinde etkili oluyorsa bu yangına “Tepe yangını” denir. Ağaç gövdesi yangını literatürde “cansız ve içerisi çürümüş veya boşalmış ağaçlarda meydana gelen münferit yangınlardır” [20] bu tanıma istinaden yangın ağaçların gövdelerinde etkili oluyorsa bu yangına “Gövde Yangını” denir. Yangın ormanlık alanın zeminindeki yanıcı materyalde gerçekleşmişse bu yangına “ Örtü Yangını” denir. Yapılan bir çalışmada, Orman İşletme Müdürlüğünün sorumluluk alanında 42 yıllık zaman diliminde meydana gelen yangınlar kayıt altına alınmış ve cereyan eden yangın türleri içerisinde “Örtü yangını” adet olarak ilk sırayı almıştır [21]. Örtü yangınları Çalışmalardanda

anlaşılabileceği gibi orman yangını türleri içinde en çok vuku bulan yangın türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Atay çalışmasında “Kömürleşmiş durumdaki bitki kalıntıları yada humus tabakada meydana gelen yangın türü toprak yangını olarak adlandırılır” [22] demiştir. Diğer bir tanımla yangın toptak tabakası üstündeki kökler ve torf malzemedede etkili oluyorsa buna “Toprak Yangını” ismi verilir fakat toprak yangını ülkemiz için önemli bir tehlike teşkil etmemektedir. Bu sınıflandırma aşağıdaki gibi tanımlanabilir. Yukarıda sıraladığımız yangın tiplerinin en tehlikelisi örtü yangınıdır. Örtü yangını tabiatı gereği tutuşması en kolay olan materyallerden oluşan orman zemini örtüsünde gerçekleşen bir yangındır ve bu yangın türünün ileriki safhalarında gövde ve tepe yangınına evrilme davranışı içine girmesi çok kuvvetle muhtemeldir. Bu yangın türlerinin en zarar vericisi olarak tepe yangınlarıdır fakat tepe yangınlarının başlangıcı ekseriyetle örtü yangınlarıdır, dolayısı ile örtü yangınları tetikleyici olarak en tehlikeli yangınlar olarak dikkate alınmalıdır.

Şekil 2.8.’de görseli bulunan gövde yangını, ağaçların gövdelerinde etkili olan yangın türüdür, kurumuş ağaç gövdelerine yıldırım düşmesi sonucu veya insanların bal toplamak amacı ile kurumuş ağaç gövdelerini tutuşturması neticesi meydana gelir.



Şekil 2.8. Gövde yangını (California Orman Yangını, BBC, 2018)

Toprak Yangını, Şekil 2.9.’daki gibi mineral toprak üstünde yatan kalın organik madde tabakalarının yanmasıyla meydana gelir. Bataklık bölgelerin kurutulması neticesinde

zeminde kalan bitkilerin çürümesi neticesi oluşan yanıcı gazların tutuşması ile başlar ve belli bir kalınlıktaki toprağımsı karışık tabakanın yanması ile yayılır.



Şekil 2.9. Toprak yangını, Şırnak. (İnternet kaynağı 1, 2018)

Şekil 2.10.'daki Örtü yangını, toprağı örten ölü ve diri örtüde (ot, çayır, funda, yaprak, yosun, fide, fidan, humus, kuru dal, kütük, kesim artıkları vb.) meydana gelen yangındır, tepe yangınına evrilme olasılığı çok yüksektir.



Şekil 2.10. Örtü yangını (internet)

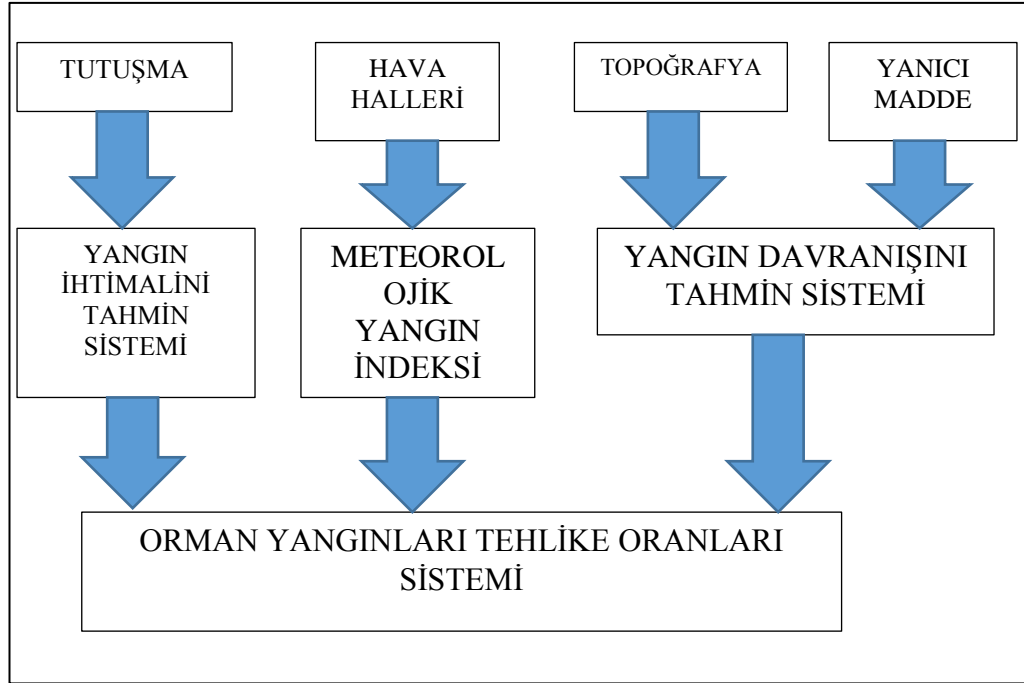
Tepe yangını, orman sahasının ve ağaçların tüm kesimlerine zarar veren, ağaçların tepelerini, gövdelerini, örtü tabakasını yakarak ilerleyen yangındır, çıkış sebebi ekseriyetle örtü yangınıdır. Şekil 2.11.'de Kanada'dan tepe yangınına güzel bir örnek bulunmaktadır.



Şekil 2.11. Tepe yangını (Parks Canada/Ryan Peruniak, 2018)

### 2.3. Orman Yangını Risk Analizi

Orman yangını risk analizi, orman varlığımızın ve ormanlık alanlarımızın yangından korunmasında ve önlem alınmasında çok önemli bir yere sahiptir. Yangın Risk Analizi konulu yaptığı bir çalışmada Finney “Orman yangını risk analizleri, önleme faaliyetleri ve önleme yatırımları yapılmasında yol gösterici olacaktır” [23] tespitinde bulunmuştur. Gelişen teknolojiler sayesinde çok büyük alanların görüntülemeleri yapılabildiğinden, bu alanlarda özellikle başlıklar altında ihtiyaç duyulan çalışmalar yapılarak bu çalışmalar katmanlar halinde üst üste getirilir ve hedef görüntü ve bilgi kümeleri elde edilebilir. Genel tabiri ile CBS (coğrafi bilgi sistemleri) tamda bu noktada faydalanılan çok değerli bir bilim alanıdır. Orman sahasında mevcut riskler orman yangınının şiddetini, yayılım yönünü, menfi ve müspet müdahale olanaklarını önemli ölçüde belirler. Ormanlık mevkinin risk haritası oluşturulmuş ise olaya doğru ve etkin biçimde müdahale etmek çok daha kolay olacaktır. Coğrafi bilgi sistemleri birden çok faktörü bir arada analiz edebildiğinden risk alanlarını haritalayıp riskleri değerlendirmede etkin fayda sağlayacaktır [24].



Şekil 2.12. Orman yangın tehlike oranları sisteminin yapısı ve bileşenleri (Bilgili vd., 2001)

Yangın çıkma olasılığını menfi ya da müspet yönde değiştiren etkenlerle sahanın o anki şartları altında çıkabilecek bir orman yangınının olabirliğinin saptanması YTO “Yangın Tehlike Oranı” olarak ifade edilir.

Orman yangınlarının başlaması için gerekli olan şartlar; çok değişkenli faktörlerin bir araya gelmesi ile ideal yangın başlama ortamının oluşması neticesinde gerçekleşir. Etken faktörler ise; iklim şartları, topografik şartlar, yanıcı madde şartları, yangın başlama risk şartları ana başlıklar olarak sıralanabilir.

Bir ormanlık bölgenin risk analizi yapılırken istatistik veriler’de çok önemli katkı sağlar. İstatistik konusuna bir diğer bakış şekli ise “Yangın oluşumunda mekansal ve zamansal modellerin varlığının ve öneminin değerlendirilmesi, yangın olaylarının tahmini üzerine yapılacak çalışmalarda büyük bir etkiye sahip olabilir” [25]. olarak ifade edilmiştir.

İstatistik veriler sahanın geçmişe dönük yangın davranışı biçiminin anlaşılmasına ve bu davranışa uygun önlemler alınmasında çok değerli dayanaklar oluşturur. Bir diğer çalışmada Acatay “Herhangi bir ormanlık sahada hangi önlemlerin ne kadar

alınacağını ve bu konudaki çalışmaların hangi alanlara yönlendirileceği ve bu önlemlerin etkinliğini hassasiyetle tutulmuş istatistikler gösterir” [26] demiştir. Bir orman yangını istatistiği yapılandırılırken dikkat edilmesi gereken önemli hususlara hassasiyet gösterilmelidir. Orman yangını alanında etkili ve sağlıklı istatistik tutmak için saptanacak konuların başlıcaları şunlardır olmalıdır.

Kronolojik tespit, orman yangınının yılın hangi mevsiminde ve hangi ayında gerçekleştiği. Ürün çeşitlilik tespiti, orman yangınında yanan sahadaki ağaçların türleri, yaşları, miktarları vs. vejetasyon tespiti, orman yangını davranışının tespiti için yanan alanın vejetasyonu. Orman yangını süreci tespiti, yangın ihbarından söğütme çalışmasına kadarki tüm aşamaları kapsamaktadır. Meteorolojik durum tespiti, orman yangını esnasındaki hava durumu ve hareketleri yangının ilerleyiş hızını ve yayılım yönünü direkt etkilemektedir. Meydana gelme sebebi tespiti, orman yangını başlangıç sebebinin bulunması. Maddi kayıp tespiti, yanan sahadaki kaybın “ÜRÜN MİKTARI x ÜRÜN FİYATI” cinsinden tespiti.

Bir orman yangını İstatistiği tutulurken yukarıdaki maddeler dikkatlice değerlendirilirse gerçek durumu izah edebilecek güvenilebilir bir kaynağa sahip olmuş oluruz.

Orman yangınlarında istatistiğin önemi yangını önleme ve yangınla mücadelede bizlere fikir verip yol ve yöntem göstermesi açısından çok büyüktür. Geçmişte gerçekleşmiş orman yangınlarının sebep ve sonuçlarını ilişkilendirip anlamamızda, mücadelede uygulanacak teknik ve yöntemlerin belirlenmesine yol gösterici ışık tutacaktır. Bu veriler incelendiğinde olasılık oranı belirlenip öncelik değerlendirmesi yapılabilir. Bir ormanlık sahanın risk analizi yapılırken çeşitli faktörler dikkate alınmalıdır. Bu faktörler, iklim, bitki örtüsü, topografya, nüfus yoğunluğu olarak karşımıza çıkar. Yangın riski çok yönlü zararların olasılık oranı olduğundan, Yapılan bir çalışmada, orman yangınlarının ağaçların yanı sıra kültür hayvanları, insanlar ve yapılarada muazzam zararlar verdikleri, dolayısı ile hayatın yanı sıra ekonomiyede yıkıcı zararlar verdiklerinden bahsedilmiştir [27]. Söz konusu faktörleri açıklamak gerekirse; iklim, iklimsel rejim bitki örtüsü ve nem koşullarının oluşmasında başlıca

etkendir. Bölgenin bol yağış alan ve soğuk bir iklime sahip olması yangın riskini minimuma indirirken, çok sıcak ve az yağış alan bir iklime sahip olması yangın riskini maksimuma çıkaracaktır. Diğer bir çalışmada ise Sannikov, Yıldırım düşen orman sahasını oluşturan ağaçların türlerinin yangın çıkış sebebi olarak direkt etken olduğu belirtilmiş, iğne yapraklı ağaçların bulunduğu alanların yıldırım sebepli yangınların çıkmasına çok daha fazla müsait olduğundan bahsetmiştir [28].

İklim yapısı gereği yıldırımların peşinden yağış geliyorsa yıldırım sebepli orman yangını olmayacak, yine iklim yapısı gereği yağışsız havalarda yıldırım oluşuyorsa orman yangını çıkma ihtimali yüksek olacaktır.

Bitki örtüsü, klasik yangın üçgenini oluşturan, yanıcı madde, yakıcı madde, Isı elemanlarından “Yangının büyüklüğünü ve şiddetini belirleyen yanıcı madde olan ağaçlar” orman yangınının asli unsuru olduğundan yangın davranışını ve yangın büyüklüğünü belirleyen majör etkidir. Lifu’nun benzer bir çalışmasında ise bazı ağaç türleri laboratuvar ortamında incelenmiş ve sonuç olarak iğne yapraklı ağaçların geniş yapraklı ağaçlardan çok daha yangın başlatıcı olduğu tespit edilmiştir [29]. Karaçam, Sarıçam, Şekil 2.13.’de görseli bulunan Kızılcım gibi iğne yapraklı, kuru ve reçineli ağaçlar bol güneş alan kurak saha ağaçları olduğundan çok kolay tutuşup yanabilirler. Büyük orman yangını sınıfına giren 500 Ha ve üzeri sahayı etkileyen orman yangınlarında ağaç türleri incelendiğinde ilk sırada iğne yapraklı ve reçineli ağaçlar gurubunu oluşturan çam ağacı türleri bulunduğu görülmektedir. Bu ağaç türlerini geniş yapraklı ağaç türlerinden meşe ağacı izlemektedir.

Orman yapısını oluşturan ağaçlar sınıflandırılırken; iğne yapraklı ağaçlar, geniş yapraklı ağaçlar, gölge bölge ağaçları, güneşli bölge ağaçları ayrımı bizlere orman yangınlarında ağaç türlerinin rolleri hakkındada fikir vermektedir.





Şekil 2.13. Kızılcam ağacı. (İnternet)

2011 yılı Mayıs ayında yayınlanan bir çalışmada “Ağaçların yangına dayanıklılığını belirleyen özellikleri, doku yoğunluğu, gövde kalınlığı, bünyesinde barındırdığı nem oranı ve kabuk yapısının ısıyı iletim oranı olarak sıralanmıştır” [30] tespiti Vanderweide ve arkadaşlarına aittir. Diğer yandan çalışmada belirtilen fiziki özelliklere sahip kayın ağacı ve servi ağacı gibi ağaçlar zor tutuşup yanabilen ağaçlar olduğundan bölgenin bitki örtüsünün yapısı yüksek öneme sahiptir.



Şekil 2.14. Kayın ağacı (Depositphotos-1258488)

Yukarıda Şekil 2.14.’deki kayın ağacı zor yanan ağaçlar gurubundan sayılabilir.



Şekil 2.15. Servi ağacı (Roberto Bertoli/Flickr)

Şekil 2.15.’teki Servi ağacı türü olan “*Cupressus sempervirens* var. *Pyramidalis*” yangına dirençli ağaçlardandır.

Topoğrafya ise, kelime anlamı yeryüzünün fiziksel yapısı olan topoğrafya orman yangınlarında fiziki etken olarak karşımıza çıkar. Orman yangını ile başarılı bir mücadele için yangın yönünü ve şiddetini belirleyen bir kaç ana etkenden biri olan arazi topoğrafyasını bilmek gerektiği [31] Küçük ve arkadaşlarına ait çalışmada vurgulanmıştır. Ormanlık arazinin eğimi ne kadar yüksek ise yangın o derecede hızlı ilerler, arazi yapısı düz ise yangın yavaşlar. Arazi yapısı gereği vadili sahalarda rüzgâr koridorları oluşacak ve bu rüzgârlar orman yangınının yayılma hızını ve yayılma yönünü etkileyecektir. Güneye bakan yamaç ormanlarında güneşlenme süresi daha uzun ve güneş ışınları açısı daha dik olduğundan bölgedeki ısı yükselir, nem oranı düşer ve yangın için ideal bir ortam oluşur. Bir başka topoğrafik faktör’de yerleşim alanları ve yolların ormanlık alana yakınlığıdır. İnsan orman ilişkisinin incelendiği bir çalışmada ise; Son zamanlarda insanlar kentleşmeden kaçarak ormanlık alanların sınırına kadar dayanmış ve bu durumun klasik orman yangınlarını evrimleştirilmesi neticesinde “orman ve yerleşim yeri yangını” şeklini almasına yol açmıştır yorumu yapılmıştır [32]. Bu yakınlık İnsan kaynaklı yangınların oluşma riskini de maksimum seviye çıkarmaktadır.

Orman yangını risk analizi yapılırken, yukarıda sıralayıp açıkladığımız faktörler dikkate alınarak bölgede risk değerlendirmesi yapılır. Nüfus yoğunluğu, nüfus yoğunluğu canlılar için kullanılan bir tabirdir. Nüfus yoğunluğu beher alanda hayatını idame ettiren canlılar için kullanılır. Birim olarak “ALAN / ADET” kullanılır.

#### **2.4. Ormanlarda Yangın Güvenliği**

Yangın güvenliği kavramı algılama, önleme, sınırlandırma, tahliyeden oluşan bir bütün olarak görülmelidir. “orman yangınları ile mücadele sadece yangını söndürmek olarak düşünülmemeli, yangın öncesi, yangın anında ve yangın sonrası yapılması gerekenler olarak düşünülmalıdır.” [33].

Yangının yanıcı madde, yakıcı madde ve ısı kaynağının bir arada bulunduğu her yerde meydana gelme ihtimali vardır. Erdoğan yüksek lisans tez çalışmasında Yangın’ın “başladığı alanda kalmayan ve süratle yayılma eğilimi gösteren bir afet” olduğunu vurgulamıştır [34]. Konu etrafıca incelendiğinde yaşam alanlarının her türlü ve tabiat daima yangın riski altındadır. Her maddenin yanma potansiyeli olduğundan havanın bulunduğu her durumda yanma için sadece ısı kaynağı gerekmektedir. Isı kaynağı ise maddeyi yanma sıcaklığına ulaştırabilecek ısı ve ısı enerjisine kolaylıkla dönüşebilecek enerji türleri olarak tanımlanabilir. Bu enerji türleri ise; elektrik enerjisi, güneş enerjisi, kinetik enerji ve ekzotermik kimyasal reaksiyonlar olarak sayılabilir. Dolayısı ile yanma olayının başlayabilmesi için ortamda mevcut olan enerji türünün ısı enerjisine dönüşmesi ve yanıcı maddeyi yanma sıcaklığına ulaştırması yeterlidir.

Alt başlıklar olarak yangın güvenliği kavramına baktığımızda ise, algılama; meydana gelebilecek bir yangın olayının süratli bir şekilde algılanması için çeşitli algılama sistemlerinin kullanılması ve doğru olarak konuşlandırılması gereklidir, bu algılama sistemleri sayesinde yangının erken algılanması yangına müdahale ve tahliye için gerekli olan zamanı sağlayacaktır. Yaptıkları bir çalışmada Turhan ve arkadaşları, yangın güvenliği kavramının bir bütün olarak ele alınması gerektiği ve sürekli geliştirilmeye ihtiyacı olan bir prosedür olduğundan bahsetmiştir [35]. Söz konusu prosedür yapılan ve yapılacak olan çalışmalar ile sürekli güncellenmelidir.

Yangın güvenliği kavramı; önleme; muhtemel yangın olayının başlamasının önlenmesi için yanmayı başlatabilecek risklerin mümkün olduğu kadar güvenli hale getirilmesi ve yüksek yangın riski olan sahalarda yangına dayanıklı meşçerelerin oluşturulması gerekmektedir. Yangın güvenliği kavramı, sınırlandırma; muhtemel yangının ve yanma ürünlerinin tüm sahaya yayılmasının önlenmesi için gerekli önlemlerin alınması ve uygulanmasıdır. Uygun yangın söndürme metotlarının kullanılması ile yangının baskı altına alınarak sınırlandırılması hedeflenmelidir. Yangın güvenliği kavramı, tahliye; muhtemel yangın olayı esnasında sahada bulunan insan ve/veya diğer canlıların rahat ve akıcı şekilde tahliyesinin sağlanması için stratejilerin önceden belirlenmesidir. Açıl ve arkadaşları ise tahliye konusu ile alakalı bir çalışmada, afet bölgesinin tahliyesinin önceliğinin insan hayatı olduğunu belirtmişler ve tahliye esnasında zamanın verimli kullanılmasının önemini vurgulamışlardır [36]. Afet bölgesi tahliye planlaması sadece masa başında değil, saha araştırması ve bilimsel metodlar kullanılarak yapılmalıdır.

#### **2.4.1. Orman yangınlarında aktif güvenlik önlemleri**

Esas itibarı ile Orman yangınları tabiatın ihtiyaç duyduğu bir nevi temizlik görevi de görmektedir. Orman yangınlarına bakış açısı zaman içinde değişiklik göstermiş ve orman yangınlarının tabiatın ihtiyaç duyduğu bir olgu olduğu unutulmuş, yangın söndürme odaklı bir yaklaşım benimsenmiştir [37]. Söndürme odaklı bir yaklaşım benimsenmesi sonucunda yangın ile mücadele türleri çoğalıp gelişmiştir. Orman yangınları ile aktif mücadele konulu araştırmalar incelendiğinde ise orman yangınları ile mücadele teknikleri ana hatları ile havadan mücadele ve karadan mücadele olarak incelenebilir. Bu mücadele tekniklerinden havadan mücadele seçeneği için “orman yangınlarına müdahalede hava araçlarının kullanımı gün geçtikçe çok daha fazla önem arz etmektedir.” diyebiliriz. Son zamanlarda orman yangınları ile mücadelede bilimsel çalışmalarda konu seçilen ve teknolojileri muazzam gelişen “insansız hava araçları tek ya da guruplar halinde organize edilerek kullanılması” [38] konusunda çalışmalar ziyadesi ile çoğalmıştır.

Orman yangınlarında havadan mücadele araçlarını sıralamamız gerekirse; uçaklar, helikopterler ve insansız hava araçlarını sayabiliriz. Bu hava araçlarının her birinin orman yangını ile mücadelede güçlü ve zayıf yanları vardır. Örnekleme gerekirse; uçakların güçlü yönleri yüksek taşıma kapasiteleri olarak söylenebilir. Zayıf yönleri ise vadiler gibi dar sahalarda manevra kabiliyetlerinin olmaması, yüksek hızla hareket etmek zorunda olmaları ve yüksek ekonomik maliyetli olmaları söylenebilir. Yapılmış olan bir çalışmada “bir sorumluluk sahasında Orman yangınlarına havadan müdahale etmenin karadan müdahale etme ile ekonomik kıyaslaması yapılmış ve eldeki bütçenin büyük bir kısmının havadan mücadele giderlerine harcandığı” belirtilmiştir [39].

Bir diğer hava aracı olan Helikopterleri inceleyecek olursak zayıf yönleri göreceli olarak uçaklar kadar taşıma kapasitesine sahip olmaması, güçlü yönleri ise dar alanlarda manevra kabiliyetine sahip olması ve düşük hızlarda seyredebilmesidir. İnsansız hava araçlarını incelediğimizde ise; güçlü yönleri maliyetlerinin az olması, uydusal konumlandırma sistemleri sayesinde hedefe nokta müdahale yapılabilmesi, insansız oldukları için personelin yangın yeri tehlikelerinden muaf olması sayılabilir. Zayıf yönleri ise taşıma kapasitelerinin çok sınırlı olması olarak söylenebilir [40].



Şekil 2.16. CL215 Hava Tankeri ([https://tr.wikipedia.org/wiki/Canadair\\_CL-215](https://tr.wikipedia.org/wiki/Canadair_CL-215))

Yukarıdaki Şekil 2.16.’daki orman yangınlarına müdahalede kullanılan hava tankeri örneği; CL215 hava tankerinin su taşıma kapasitesi yaklaşık 5 tondur.



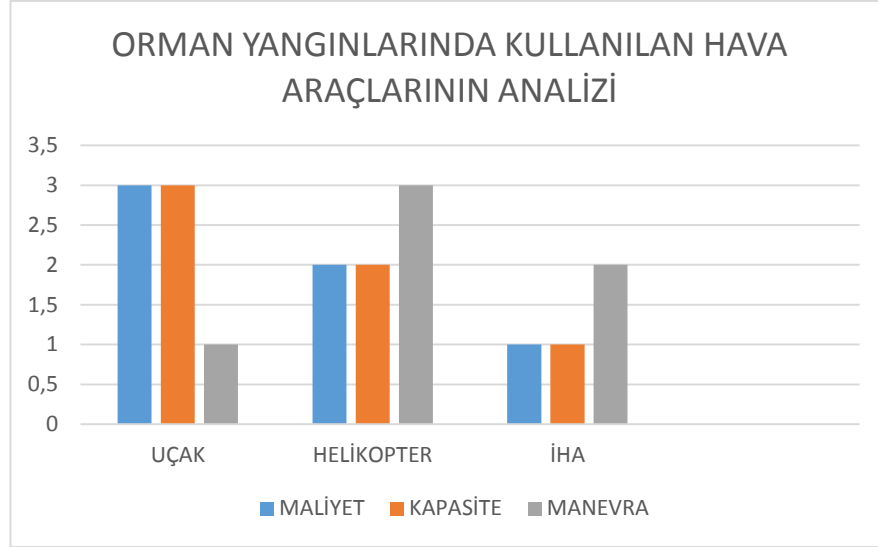
Şekil 2.17. MİL Mİ 8 MTV Helikopter ([https://en.wikipedia.org/wiki/Mil\\_Mi-8](https://en.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-8))

Şekil 2.17.'deki orman yangınlarına müdahalede kullanılan helikopter örneği; MİLMİ MTV8 helikopter 20 personel ve 2,5 ton su taşıma kapasitesine sahiptir.



Şekil 2.18. İnsansız hava aracı İHA (<http://baykarmakina.com/sistemler-2/bayraktar-taktik-ih>)

Ülkemizde üretilen Şekil 2.18.'deki insansız hava aracının faydalı yük taşıma kapasitesi 55 kg dır.



Şekil 2.19. Orman Yangınlarında Kullanılan Hava Araçlarının güçlü zayıf yön analizi

Orman yangınları ile mücadelede kullanılan hava araçları incelendiğinde herbir aracın değerine göre güçlü ve zayıf yönleri bulunduğundan, müdahale edilen orman yangınının karakterine uygun olan hava aracının belirlenip kullanılması müdahalenin etkili ve başarılı olup olmaması açısından belirleyici olacaktır.

Şekil 2.19.'da hava araçlarının müspet menfi mukayesesi yapılmıştır. Hava yoluyla taşıma, operasyonel orman yangını faaliyetlerinde artan bir rol oynamaktadır. Hava araçları orman yangını söndürme ve itfaiye ekiplerinin taşınmasına ilave olarak, yangın izleme ve gelişmiş ülkelerde yangın algılama için de kullanılmaktadırlar. Bu uygulamalarda uçak mürettebatı, yangında izleme veya yangın tespitinde deneyimli insanlardan oluşmalıdır. İnsanlı hava araçları ayrıca orman yangını ilgilileri tarafından yanmış alanın ölçümü için kullanılmaktadır [41].

Diğer taraftan orman arazileri genellikle arazi arızalarının çokça görüldüğü sahalar olduğundan yangın yerine ulaşabilmek için bozuk arazilerde ilerleyebilecek araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Orman yangını söndürmede ana aktör olan arazözler her ne kadar arazi aracı özelliğinde olsada orman yollarının planlanması ve imalatının düzgünlüğünde bir yandan önemli rol oynamaktadır [42]. Bu açıdan bakıldığında bozuk arazilerde ilerleyebilecek söndürücü araç, personel taşıyıcı araç, malzeme taşıyıcı araç,

arazi temizleyici araç gibi çeşitli işlevdeki araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçlara binaen bu konularda çeşitli araç geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Mevcut orman arazilerindeki arazi bozuklukları karadan yangına müdahale edecek olan personel açısından çok önemli engel oluşturur. Yangınla mücadele makineleri olmadan yapılan müdahale çok yetersiz ve sınırlı kalacaktır. Yaya olarak yangın yerine ulaşmak hem çok vakit alacak, personel yorulacak, hemde yaya personelin taşıyabileceği donanım yangınla mücadelede çok sınırlı kalacaktır [43]. Dolayısı ile bozuk arazide yol alabilecek kabiliyete sahip araçlar orman yangınına müdahalede söndürme ekibinin elini çok güçlendirecektir.

#### **2.4.2. Orman yangınlarında pasif güvenlik önlemleri**

Orman yangınlarında pasif güvenlik önlemleri orman yangınları ile mücadeleyi etkin ve başarılı kılmakta önemli rol oynamaktadır. Orman yangınlarında pasif güvenlik önlemlerini sıralamak gerekirse; yangın gözetleme kuleleri, sarnıçlar, göl, gölet ve havuzlar, ilk müdahale binaları, hazır kuvvet ekip binaları, orman yolları, yangın emniyet yolları, yangın emniyet şeritleri, sivilkültürel çalışmalar sıralanabilir. Sivilkültürel çalışmalar orman varlığının zenginleştirilip verimli, sağlıklı ve sürdürülebilir bir yapıya ulaştırılması için hayati rol oynamaktadır [44]. Sivilkültürel çalışmalar; insan eli ile oluşturulmuş ormanları ifade etmektedir. Diğer taraftan bu alanda en yaygın olarak kullanılan yangın gözetleme kuleleri, yangını algılayıp, en kısa sürede müdahale safhasının başlatılmasının esas unsuru olduğundan çok önemlidir.

Yangın emniyet yolları büyük orman sahalarının yangın ya da emniyet yolları ile bölümlendirilmesi ile yangından etkilenecek olan sahalarının sınırlandırılması mantığını güder. Orman yangınlarına hızlı müdahalenin sağlanabilmesi için yangın yollarının yaygınlığı ve kalitesi çok önemlidir [45] bunun yanında büyük orman sahalarının bağımsız bölümlendirilmesi bu devamlılığı sekteye uğratacak ve yangının ilerlemesi bu yolla engellenecektir. Dolayısı ile orman kaybı asgari seviyede tutulmuş



olacaktır. Yangın emniyet yolları toprak zeminli yada çayırılık zeminli yangın emniyet yolu olarak iki tipte oluşturulabilir.



Şekil 2.20. Açık yangın emniyet şeriti (<https://kahramanmarasobm.ogm.gov.tr>)

Esası itibarı ile bu bölümlendirme orman yangınları ile mücadelede fiziki pasif önlemler sıralamasının en önemli maddesini oluşturmaktadır.

Şekil 2.20.'de görüldüğü gibi yangın emniyet şeritleri orman yangınlarının ilerleyişini engellemek maksadıyla orman sahasının ağaçlardan temizlenmiş koridorlarla bölümlendirilmesi ile yada yangın emniyet yollarının bir veyahut iki kenarı boyunca söz konusu yanıcı madde temizliğinin yapılması ile tesis edilirler.

### 2.4.3. Yaban hayatı koruma ve tahliye

Yapılan çalışmalarda yaban hayatı çok yönlü olarak incelenmiş ve mevcut duruma değişik açılardan bakılmıştır. Bir çalışmasında Redford “Ağaç dolu bir ormanın bizi her şeyin yolunda olduğuna inandırıp kandırmasına izin vermemeliyiz” [46] demektedir ve bu çok anlamlı bir sözdür. Orman yangınları tabiat üzerinde muazzam yıkıcı etkilere sahiptir. Yaşam alanı orman olan canlıların bu felaketten etkilenmeleri kaçınılmazdır. Bu yıkıcı etki can kaybı yada yaşam alanı kaybı olarak tesir edecektir. Orman habitatı içerisinde çok önemli rollere sahip olan bu canlıların zarar görmesi neticesinde dolaylı yönlerden zincirleme yıkıcı etkiler meydana gelecektir.

Türkiyede yaban hayatını koruma ve geliştirme konusu avrupa ile entegrasyon kapsamında yönetmelikler ile sürdürülmektedir. Ülkemizde YHGS'ler (Yaban Hayatı Geliştirme Sahası) tanzim edilerek korunup geliştirilmeye çalışılan canlılar için en önemli tehditlerden biride orman yangınlarıdır. Yaban hayatı geliştirme sahaları hayvan çeşitliliğinin korunması ve sürdürülebilirliği açısından hayati önem taşır [47] tespiti ile Oğurlu konunun önemini vurgulamıştır. Yaban hayatını oluşturan bitki ve hayvan çeşitliliğinin korunması çalışmalarının en önemli başlığı orman yangınlarından koruma olmalıdır.

## **2.5. Ormanların Yangından Korunmasına İlişkin Yasal Düzenlemeler**

Orman korumanın tarih içindeki yerine ve evrimine bakıldığında, dünyada ilk orman kanunları 1827 yılında İsviçre ve Fransa da yayınlanıp uygulamaya koyulmuştur. Ülkemizde ise ormanlar Cibal-i mübaha yani mübah dağlar olarak sayılmış, halkın kullanımı için serbest bırakılmış ve bu uygulama 1870 yılına kadar sürmüştür. Osmanlı imparatorluğu zamanı boyunca halkın kullanımına açık olan ormanlar çok büyük oranda tahrip edilmiştir. 2018 yılında yaptığı çalışmasında Gümüş “Ülkemizde Ormancılık açısından en önemli icraat 1937 yılında çıkarılan 3116 sayılı ormancılık yasasıdır” [48] demiş ve bu yasayı bir ormancılık devrimine benzetmiştir. Tanzimat reformu sonrası 18 Şubat 1839 yılında ilk kez’’orman müdürlüğü’’kurulmuş, 1870 yılında orman nizamnamesi ilan edilmiştir.

Günümüzde gittikçe artan dünya nüfusu ve bu nüfusun ihtiyaçlarının karşılanmasında yeryüzü doğal kaynaklarının payı gittikçe artmaktadır. Dolayısı ile bu kaynakların önemli bir parçası olan ormanların korunup geliştirilmesi kaçınılmaz bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Milli servetimiz olan ormanlarımızın korunması büyük önem arz etmektedir. Ülkemizin büyük bölümünü oluşturan Anadolu coğrafyası genelde orman varlığı bakımından çok fakir durumdadır. Yaptığı Yüksek Lisans çalışmasında Benli “Anadolu coğrafyasının 5000 yıl geçmişine kadar orman bakımından fakir” olduğundan söz edilmiştir [49]. Zaten kısıtlı olan orman varlığımızı korumanın bir amacı da ormanlarımızın devamlılığını sağlamaktır. Dünyadaki gelişmiş ülkelerin, uygulanabilir ve etkin orman koruma politikaları vardır. Bu politikalar sayesinde

ormanların zarar görmesi minimize edilirken ormanların gelişip daha verimli ve sağlıklı olması maksimize edilmektedir. Ormanları korumada alınacak önlemler iki başlıkta incelenebilir. Koruyucu önlemler, aslen ormana zarar veren aktörleri orman sahasından uzak tutmak amacını taşır. Savaş teknikleri, ormanlara zarar veren etkenlerin zararlarını en aza indirme mücadelesi olarak tanımlanabilir. Bu mücadele teknikleri, meşcere oluşturulmasından, zararlılar ile ilaçlı mücadeleye kadar geniş bir yelpazede olabilir.

Evveliyatta ormanlar insanların kısıtlamalar olmaksızın faydalandığı varlıklardı. Dünyada ormanlarla ilgili ilk kanunlar 1827 yılında İsviçre ve Fransada yürürlüğe konmuştur. Ülkemizde ise Osmanlı İmparatorluğu tarafından ormanlar vatandaşlar için “Cibal-ı Mübaha” kabul edilmiş ve serbest ve sınırsız kullanım izni verilmiştir. Bu serbestiyet neticesinde oldukça zarar gören ormanların serbest kullanımına 1870 yılında orman nizamnamesi ilan edilerek son verilmiştir. 18 Şubat 1839’da merkezi İstanbulda olmak üzere bazı bazı bölgelerimizde orman müdürlükleri kurularak orman servetimizin denetim altına alınması sağlanmıştır. “504 sayılı Türkiye ormanlarının bilimsel yöntemlerle yönetimi ve işletilmesi yasası” 22 Nisan 1924’de, 1937’de “3116 Sayılı Orman Kanunu” ile Devlet tamamıyla ormancılık konusunda tek yetkili merci olmuştur. 1956 yılında ise “3116 sayılı yasa” yerine “6831 sayılı Orman Yasası” yürürlüğe konularak mevcut durum güncellenmiştir.

## **2.6. Orman Yangınlarını Algılama İle İlgili Yapılan Araştırmalar**

Teknolojik gelişmeler neticesinde algılama işi yapan cihazlar çoğalıp çeşitlendikçe orman yangını algılama teknik ve yöntemleride çoğalıp çeşitlenmiştir. Orman yangınlarını algılama çalışmalarında ekseriyetle görüntü işleme teknikleri kullanılan video tabanlı algılama sistemleri alanında çalışmalar yapılmıştır. Video tabanlı algılama çalışmaları kendi arasında sabit görüntü işleme ve hareketli görüntü işleme olarak ikiye ayrılmaktadır [50] ve her iki yöntemin de avantaj ve dezavantajları vardır. Uydu temelli teknolojik uzaktan algılama sistemleri ile coğrafi bilgi sistemlerinin birleşimi neticesinde orman yangınlarının takibi ve tespiti yapılabilmektedir. Bir başka yöntem ise kablosuz sensör ağı (WSN) teknolojisidir. Bazı çalışmalarda ise Radyo

Akustik Sondaj Sistemi (RASS) kullanılmıştır. Optik duman ve gaz sensörleride yangın algılamada araştırılan ve kullanılan yöntemler arasındadır. Uydusal algılama ve “Coğrafi Bilgi Sistemleri” orman yangını konusunda yangını analiz etme ve yangını izleme açısından bir çok avantaj barındırır. Bilhassa yangını takip etme, önleme ve zarar tespitinde uydusal görüntüleme ile elde edilen veriler çok yönlü bilgi içeriği barındırır [51].

Uydusal algılama ile çok büyük sahalarda etüdüler yapılabilmekte ve neticelere çok hızlıca varılabilmektedir. “Coğrafi Bilgi Sistemi” denilen bilgisayar program yazılımı, bilgilerin biraraya getirilerek analiz edildiği bir ortamdır. Coğrafi bilgi sisteminin en önemli ve büyük bilgi kaynağı uydusal görüntüleme neticesinde elde edilen görüntüsel verilerdir. Çalışmalarında Adıgüzel ve arkadaşları “Coğrafi bilgi sistemi yazılımı bu görüntülerden elde edilen bilgileri analiz eder ve bir netice üretir” [52] tespitinde bulunmuşlardır.

Bir başka teknolojik yangın algılama çalışması ise sensör ağları vasıtası ile yapılagelmektedir. Sistemin yapısı, denetlenecek orman sahasına sıcaklık ölçerli mikrodenetleyicilerin bulunduğu sensör düğümlerinin gelişgüzel konumlandırılmasından meydana gelmektedir. Konumlandırılan sensörler sahanın sıcaklık durumunu belli zaman arayla ölçerler. Bu bilgiler Mikrodenetleyiciler vasıtası ile sayısal verilere dönüştürülürler. Küresel konumlama sisteminden sağlanan saat ve konum bilgileri ile birleştirilerek ağ geçidi vasıtası ile bilgisayara ulaştırılan bilgi paketleri kullanılan bir yazılım ile görüntüleme çevrilerek çıktı olarak sunulur. Düzenli olarak elde edilen bu bilgi paketleri depolanarak saklanır. Bu bilgi akışı sırasında oluşabilecek bir kriz durumunda çeşitli yollarla belirlenebilecek yerlere uyarı bilgisi gönderilebilir [53].

“Radyo Akustik Sondaj Sistemi” ise yangın algılamasına yeni bir bakış açısı sunmuştur. Araştırmalar ses dalgalarının rüzgar ve sıcaklık değişimlerinden etkilendiklerini göstermektedir. Ses dalgalarının bu etkenler vasıtası ile yayılım hızlarında değişim göstermeleri durumu kullanılarak, Akustik kaynak ve radar merkezinden kurulacak sistemlerle havadaki sıcaklık değişimleri ve sıcaklık

değişimine bağlı olarak hava akım hızı değişiklikleri tespit edilebilir. Kontrol edilen sahanın normal durumdaki ses dalgası yayılım haritaları oluşturulup, diğer ölçümlerde meydana gelebilecek değişimler algılanıp tespit edilerek normal verilerle karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar neticesinde elde edilecek anormallikler kriz olarak algılanıp uyarı verilebilir [54].

Bir diğer yandan, bilinen teknolojilere ilave edilerek yada tek başlarına optik duman ve gaz sensörleri orman yangını algılamada kullanım sahasına sahiptir. Yangın algılama sistemlerinin bir parçası olan bu sensörler, yanlış alarm verilmesine sebep olan havadaki su buharı yoğunlaşması, toz, partikül ve nemden “gaz geçirgen” bir ileri teknoloji ürünü kapak sayesinde dış şartlardan etkilenmeden, sağlıklı bir sensör sistemi olarak bu zorlu şartlarda doğru ölçümler yapabilirler [55].

Kızılötesi dedektörler, 1800 yılında kızılötesi ışınının keşfi ile kullanım imkanına sahip olunmuştur [56]. Sistem incelendiğinde; yangınlardan yayılan kızılötesi radyasyonu algılayan sensörler 1 ile 2,5 mikron dalga boyu aralığında çalışmaktadır. Bu dedektörler odaklanmış bir optik kırılma ünitesinden kızılötesi radyasyon alan bir kızılötesi sensör içerir. Dedektöre ulaşan radyasyon filtrelenerek sadece gerekli frekans bandındaki radyasyonun geçmesine izin verilir. İstenen kızılötesi frekans bandındaki radyasyona karşılık gelen elektirik sinyallerinin üretilmesi için sinyal ve güç amplifikasyon devresi bulunur. Dış ortamlarda meydana gelen yangınların tespitinde kızılötesi dedektörler özellikle çok daha etkin olmalarına rağmen sensörün algılama yaptığı sahadaki bitki örtüsü veya zeminden yansıyan ışınım değişimi sebebiyle bazen yanlış alarm verilmesine sebep olur. Kızılötesi termal kamera tabanlı bir orman yangını uyarı sistemini özetlemek gerekirse; gözetlenen sahada konumlandırılmış bir termal kamera vardır, bu kamerada bir ön sıcaklık dedektörü bulunur, alarm eşiğini bir sıcaklık izleme yazılımı kontrol eder. Önceden tanımlanmış kritik sıcaklık eşiği aşıldığında sistem alarm verir. Bu sistemler belirli durumlarda yanlış alarmlar verebilmektedir. Yanlış alarmlar sistemin güvenilirliğini bozduğu gibi gereksiz efor kayıplarına da sebebiyet vermektedir. Yapılmış olan bir çalışmada bu yanlış alarmları önlemek için basit bazı algoritmaların [57] kullanılabileceğinden bahsedilmiştir.

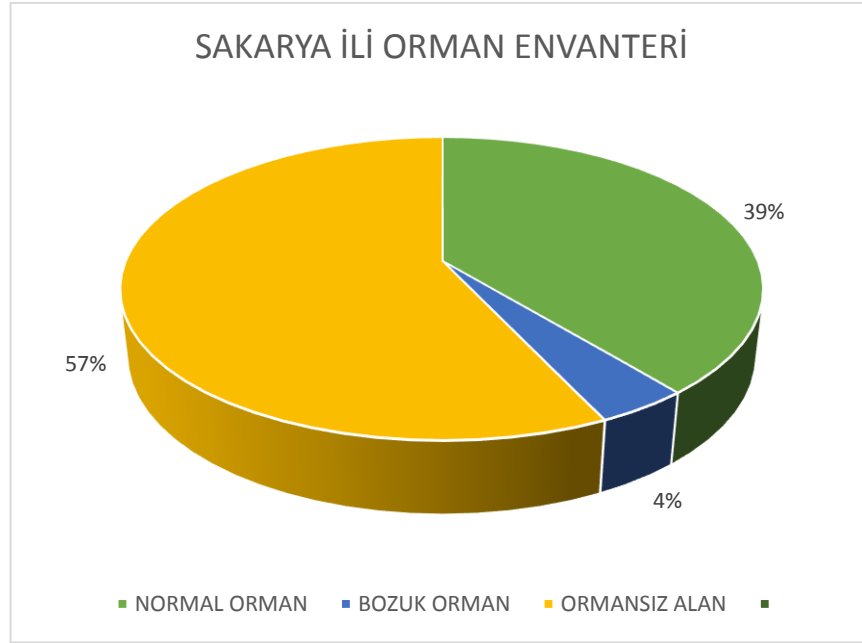
## 2.7. Sakarya İli Orman Envanteri

T.C. Orman Genel Müdürlüğüne bağlı Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü; Marmara bölgesinin doğusunda 40 derece, 17 dakika ve 41 derece 12 dakika kuzey enlem ile 29 derece 57 dakika ve 31 derece 22 dakika doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Doğusunda Bolu, batısında İstanbul, güneyinde Bolu ve Bursa bölge müdürlükleri bulunmakla beraber kuzeyde karadenize açılmaktadır.

Sakarya orman bölge müdürlüğünün en yüksek yerleri Keremali dağları üzerinde Dikmen tepesi 1720 mt, Keltepe 1606 mt, Erikli Tepe 1500 mt, Çiçektepe 1547 mt dir. Önemli akarsuları Sakarya Nehri, Mudurnu Çayı, Dinsiz Çayıdır. Önemli gölleri ise Sapanca Gölü, Poyrazlar Gölü ve Akgöldür.

Sakarya orman bölge müdürlüğünün iklimi doğu marmara bölgesine has karadeniz bölgesinin ılıman ve yağışlı iklimi ile doğu marmara bölgesinin yazları sıcak ve kurak geçen iklimi arasında bir geçiş iklimidir. Yazları sıcak ve kurak, kışları kısmen soğuk ve az yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 864 mm.dir.

Sakarya orman bölge müdürlüğünün 2015 yılında yenilenen amenajman planlarına göre genel sahası 826.076 Ha.dır. Bu genel sahanın 351.453 Ha. kısmı ormanlık saha, 474.623 Ha. kısmı ormansız saha, ormanlık sahanın 208.226 Ha. kısmı Sakarya İlinde, 143.227 Ha. kısmı Kocaeli İlinde bulunmaktadır. Ormanlık sahanın genel sahaya oranı % 43 pay kaplamaktadır. Orman sahasının % 11 lik kısmı verimsiz orman, % 89 kısmı ise verimli ormanlardan oluşmaktadır.



Şekil 2.21. Sakarya ili orman varlığı (OGM, 2017)

Sakarya orman bölge müdürlüğü ormanlık sahasının asli orman ağaç türleri olarak yapraklılardan Kayın, Meşe, Gürgen, Dişbudak, Kestane, Ihlamur, Kavak. İnce yapraklılardan Göknar, Karaçam, Kızılcım. Orman ağaç türlerinden; Taflan, Defne, Kızılcık, Üvez, Şimşir, Orman gülü. Yabani Fındık, Mürver ve Karayemiş bulunmaktadır. Orman altı florası olarak çok çeşitli otsu bitkiler mevcuttur. Ormanların biyolojik çeşitliliği fazladır. Ormanlarda fauna olarak çeşitli av hayvanları mevcuttur. Şekil 2.21.'de Sakarya ilinin orman varlığının yapısı gösterilmiştir.

Sakarya orman bölge müdürlüğü orman alanları kapalılık itibarıyla 311.335 Ha. kısmı normal kapalı, 40.118 Ha. kısmı ise boşluklu kapalıdır. Kapalılık ifadesinin anlamı ise; tepe kapalılığı %10 ve daha az olan ormanlara boşluklu kapalı orman, tepe kapalılığı %11- %40'a kadar olan ormanlara gevşek kapalı orman, tepe kapalılığı %41-%70'e kadar olan ormanlara orta kapalı orman, tepe kapalılığı %71-%100'e kadar olan ormanlara ise kapalı ve tam kapalı orman, tepe kapalılığı %100'den fazla olan ormanlar ise sıkışık veya girift orman şeklindedir. Normal kapalı ormanlarda servet 35.420.296 m<sup>3</sup>, boşluklu kapalı ormanlarda 309.055 m<sup>3</sup> servet bulunmaktadır. Cari artım normal kapalı ormanlarda 1.217.646 m<sup>3</sup>, boşluklu kapalı ormanlarda 8245 m<sup>3</sup> tür. Bölge müdürlüğü ormanlarında yıllık ortalama eta 495.120 m<sup>3</sup> tür.

Tablo 2.2. Sakarya OBM sorumluluk alanı dağılımı. (Sakarya Orman Bölge-internet sayfası)

SAKARYA OBM. SORUMLULUK ALANI HEKTAR	SAKARYA	KOCAELİ	TOPLAM
Ormanlık Alan (Ha.)	208.226	143.227	351.453
Ormanlık Alan (%)	%43	% 42	% 43
Verimli Or. Alanı (Ha.)	188.426	122.909	311.335
Verimli Or. Alanı (%)	%90	% 86	% 89
Boş. Kapalı Or. Alanı (Ha.)	19.800	20.318	40.118
Bozuk Or. Alanı (%)	% 10	% 14	% 11
Orman Serveti (m <sup>3</sup> )	26.759.863	8.969.488	35.729.351
Yıllık Artım(m <sup>3</sup> )	809.241	416.650	1.225.891
Yap. Or. Alanı (Ha.)	140.389,8	124.280,8	264.670,6
Yap. Or. Alanı (%)	% 67	% 87	% 75
İbr. Or. Alanı (Ha.)	51.416,4	13.834,4	65.250,8
İbr. Or. Alanı (%)	% 25	% 10	% 19
Yap.+ İbr. Or. Alanı (Ha.)	16.419,8	5.111,8	21.531,6
Yap.+ İbr. Or. Alanı (%)	% 8	% 3	% 6

Tablo 2.2.'de Sakarya orman bölge müdürlüğü orman sahasını teşkil eden Sakarya ve Koceli ili orman varlığının ayrıntılı dökümü gösterilmiştir.

## 2.8. Sakarya İlinin Orman Yangınlarına Karşı Reaksiyon Kapasitesi

Sakarya orman bölge müdürlüğünün sorumluluk sahası 826.076 Ha'dır. Sakarya orman bölge müdürlüğüne bağlı 7 adet orman işletme müdürlüğü ve 55 adet orman işletme şefliği mevcuttur. Bölge müdürlüğü bünyesinde 194 adet personel görev yapmaktadır. Araç gereç ve yapı kapasitesi ise; 5 adet haberleşme santrali, 436 telsiz, 14 adet ayangın gözetleme kulesi ve 617 km yangın emniyet Yolu bulunmaktadır. Araç durumu ise; 9 Arazöz, 12 Su tankı, 3 Dozer, 2 Loder, 3 Greyder, 2 Treyler, 1 Tır, 13 Motorsikletten oluşmaktadır [58].

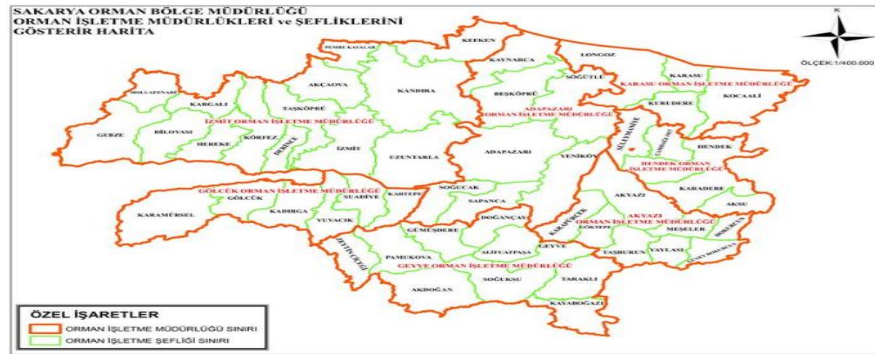
Bir organizasyonun orman yangınlarına karşı reaksiyon kapasitesi; yetişmiş personel sayısı, araç gereç sayısı ve kalitesi, personelin eğitim durumundan müteşekkildir.

Orman yangını ile etkin mücadele edebilmek için orman yangınına müdahale eden personelin moral ve motivasyonunun üst seviyede olması gerekir. Moral ve motivasyonu üst seviyeye taşıyabilmek için personelin çalışma şartlarının iyi olmasının yanında maddi kazanımı ve özlük haklarında yüksek olması gerekir.



Organizasyonun sorumluluk sahasının büyüklüğü ve bu sahanın coğrafi özellikleri organizasyonun istihdam etmesi gereken personel sayısını ve personel niteliğininde belirleyecektir. Orman yangınına müdahale edecek organizasyonun sorumluluk sahasının büyüklüğü ve bu sahanın topografik özellikleri organizasyonun ihtiyaç duyacağı araç ve gerecin hem sayısal durumunu hemde araç gereç cinsini belirlemede etken olacaktır. Organizasyonun istihdam ettiği personelin eğitimi hem mesleki melekelerinin geliştirilmesine yönelik hemde organizasyon sorumluluk sahasının tüm yönleri ile tanınıp bilinmesine yönelik olmalıdır. İstihdam edilen personelin orman yangınına müdahalede kullanacağı araç gereçlerin doğru ve etkin kullanım şekillerini özümsemelerine yönelik eğitimler periyodik olarak tekrarlanmalıdır.

### 2.8.1. İdari yapılanma



Şekil 2.22. Sakarya OBM İdari Haritası. (Sakarya Orman Bölge-internet sayfası)

Sakarya orman bölge müdürlüğü 1959 tarihinde kurulmuştur. Sakarya ve Kocaeli illerinin tamamını kapsamaktadır. Sakarya orman bölge müdürlüğü sorumluluk sahası Şekil 2.22.'de gösterilmiştir. Sakarya ilinde Adapazarı, Akyazı, Geyve, Hendek ve Karasu ilçelerinde olmak üzere 5 adet orman işletme müdürlüğü, Kocaeli ilinde İzmit ve Gölcükte olmak üzere 2 adet orman işletme müdürlüğünden teşkil 7 adet işletme müdürlüğü vardır.

Sakarya İlinde 5 orman işletme müdürlüğüne bağlı olarak 34 orman işletme şefliği, Kocaeli ilinde 2 orman işletme müdürlüğüne bağlı olarak 21 orman işletme şefliği olmak üzere toplam 55 orman işletme şefliği; 1 adet Sakarya ve 1 adet Kocaelide olmak üzere 2 adet ağaçlandırma ve toprak muhafaza şefliği, 7 adet kadastro ve

mülkiyet şefliği ile Adapazarı orman işletme müdürlüğüne bağlı 1 adet emlak şefliği bulunmaktadır. Bölge müdürlüğüne bağlı Sakarya orman fidanlık müdürlüğü bünyesinde 3 adet orman fidanlık şefliği vardır. Ayrıca bölge müdürlüğünde 1 adet etüd proje başmühendisliği ile 12 adet orman kadastro başmühendisliği vardır.

### **2.8.2. Personel durumu**

Sakarya orman bölge müdürlüğü bünyesinde 194 adet personel görev yapmaktadır. organizasyonun sorumluluk sahasının niceliği (miktarı) ve bu sahanın niteliği (coğrafi özellikleri) organizasyonun istihdam etmesi gereken personel sayısını ve personelin niteliğininide belirleyecektir. Dolayısı ile organizasyonların sorumluluk sahalarının büyüklüğü ve topografik yapıları farklılıklar göstereceğinden personel ihtiyacı sayı ve nitelik olarak birbirinden farklı olacaktır.

Orman yangını ile etkin mücadele edebilmek için organizasyonda görevli personelin işini sevmesi, moral ve motivasyonunun üst seviyede olması gerekir. Moral ve motivasyonu üst seviyeye taşıyabilmek için personelin çalışma şartlarının makul olmasının yanında maaş kazanımı ve özlük haklarında tatmin edici olması gerekir. Organizasyonun istihdam ettiği personelin eğitilmesi hem mesleki melekelerinin geliştirilmesine yönelik hemde organizasyon müdahale sahasının tüm özellikleri ile tanınıp bilinmesine yönelik olmalıdır. İstihdam edilen personelin orman yangınına müdahalede kullanacağı araç gereçlerin doğru ve etkin kullanım yöntemlerini ezberlemelerine yönelik eğitimler periyodik olarak tekrarlanmalıdır.

Organizasyonların personel yapısı, gözetleme personeli, haberleşme personeli, müdahale personeli guruplarından oluşmaktadır.

### **2.8.3. Araç gereç durumu**

Sakarya orman bölge müdürlüğünün araç durumu ise; 9 Arazöz, 12 Su tankı, 3 Dozer, 2 Loder, 3 Greyder, 2 Treyler, 1 Tır, 13 Motorsikletten oluşmaktadır. Orman yangınına müdahale edecek organizasyonların araç gereç sayı ve cins ihtiyaçlarını belirleyen

faktör ise organizasyonun sorumluluk sahasının topografik yapısı ve bu sahanın büyüklüğüdür. Dolayısı ile organizasyonların sorumluluk sahalarının büyüklüğü ve topografik yapıları farklılıklar göstereceğinden araç gereç sayı ve cins ihtiyaçlarında farklı farklı olacaktır. Orman yangınına müdahale edecek personelin kullandığı araç ve makinalar; Şekil 2.23.'de görseli bulunan Arazöz, Şekil 2.24.'de görseli bulunan Dozer, Şekil 2.25.'de görseli bulunan Greyder, Şekil 2.26.'da görseli bulunan Loder, Su Tankeri, Treyler, Motorsiklet, Helikopter ve Uçaktan oluşmaktadır.



Şekil 2.23. Arazöz (Çanakkale OBM İnternet sayfası)



Şekil 2.24. Dozer (OGM İnternet sayfası)



Şekil 2.25. Greyder (OGM İnternet sayfası)



Şekil 2.26. Loder (Artvin OBM İnternet sayfası)

Yangına müdahale personeli ayrıca; Çapa, Çapalı Tırmık, Tırmık, Motorlu Testere, Balta, Tahra, Gürebi, Kürek, Kazma, Baltalı Kazma, Şaplak, Su Bidonu, Matara, Sırt Çantası, El Feneri, Miğfer, Kaçış Maskesi ve İlk yardım çantası gibi el aletleri ve personel ekipmanları da kullanmaktadır.



Şekil 2.27. Tırmık (internet)

Şekil 2.27.'deki tırmık; ormanlarda koridor yapmada, yaprakların toplanarak alt toprağa ulaşılmasında ve cansız tabakayı bertaraf etmede kullanılır.



Şekil 2.28. Çapa (internet)

Şekil 2.28.'deki çapa, otsu sahalarda, otsu tabakanın altındaki toprağa ulaşımada kullanılır.



Şekil 2.29. Tahra (internet)

Şekil 2.29.'daki tahra; ormanlarda ve makilik alanlarda ince malzemenin kesilmesinde kullanılır.



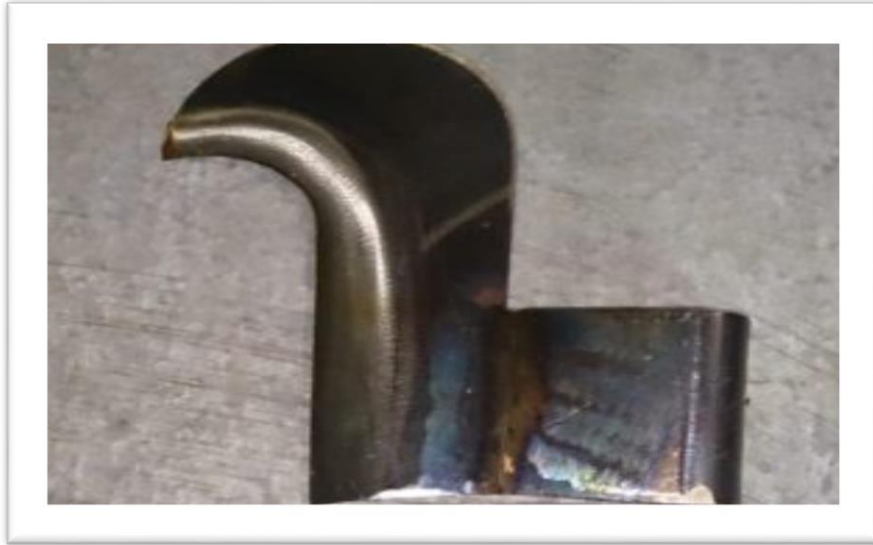
Şekil 2.30. Balta (internet)

Şekil 2.30.'daki balta, ormanlarda yakıt malzemenin temizlenmesinde çalı, çırpı ve dal malzemenin budanmasında kullanılır.



Şekil 2.31. Kazma (internet)

Şekil 2.31.'deki kazma, arazide hendek, çukur açılmasında, yanar köklerin çıkarılmasında kullanılır.



Şekil 2.32. Gürebi (internet)

Şekil 2.32.'deki gürebi, dikensi sahalarda koridor açmada, ince malzemenin ve çalı, çırpı kümelerinin kesilmesinde kullanılır.



Şekil 2.33. Baltalı Kazma (internet)

Şekil 2.33.'teki baltalı kazmanın kazma tarafı toprağın kazılmasında, balta tarafı ise canlı örtü malzemesinin kesilmesinde kullanılır. Ekseriyetle ağaçsı malzemenin çok bulunduğu yangınlarda koridor yapmada kullanılır.



Şekil 2.34. Çapalı Tırmık (internet)

Şekil 2.34.'deki çapalı tırmık, muhtelif yangınlarda, yakıt malzemenin bertaraf edilmesinde, çıplak toprağa ulaşılmasında kullanılır. otluk alanlarda, eğimli bölgelerde çukur açılmasında ve bariyer yapımında kullanılır.





Şekil 2.35. Şaplak (internet)

Şekil 2.35.'deki şaplak, örtü yangınlarında yakıt malzemenin hava ile temasının önlenmesinde, ekseriyetle anız ve çayır yangınlarında kullanılır.



Şekil 2.36. Bel (internet)

Şekil 2.36.'daki bel, arazide çukur ve hendek açmada kullanılır.



Şekil 2.37. Kürek (internet)

Şekil 2.37.'deki kürek, örtü altındaki toprağın nakil edilmesinde, çukur açılmasında, bariyer oluşturulmasında ve yanan malzeme üzerine toprak serpilmesinde kullanılır.



Şekil 2.38. Sırt Pompası (internet)

Şekil 2.38.'deki sırt pompası; kontrol altına alınan orman yangınlarının söndürülmesinde kullanılır.

## 2.9. Orman Yangınlarına İlişkin İstatistik Veriler (Sonbahar örneği)

Tablo 2.3. KASIM 2018 orman yangınları. (OGM İNTERNET SİTESİ 2018)

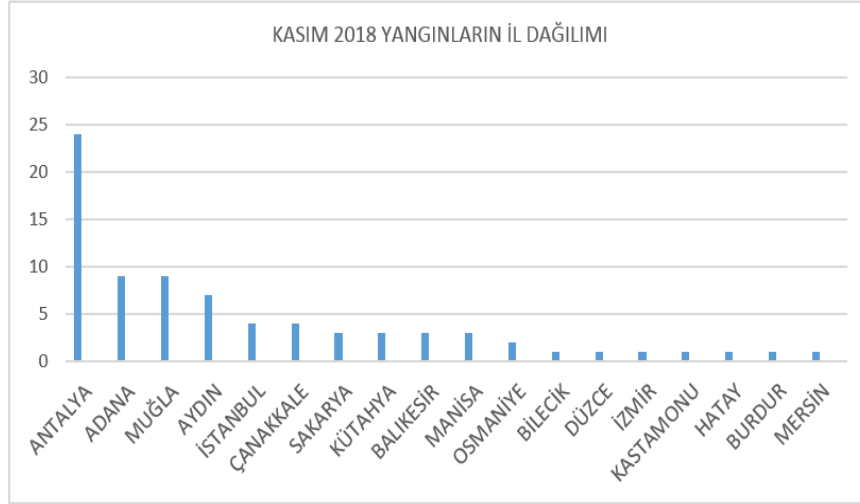
L ADI	YANGIN TARİHİ	YNG. BAŞLA SAATİ/İNTİKAL SÜRESİ (dk.)	YNG. MÜD. SAATİ	YANGININ SÖN. TARİHİ VE SAATİ	YNG. MÜC. SÜRE. (dk.)	GÖREVLİ İŞÇİ/ MEMUR/ TEKNİK ELEMAN	MD H. KU LL. AR AÇ SAY ISI	SIR A NO
ANTALYA	24.11.2018	11. 35 - 45dk.	12. 20	24.11.2018-16.00	220 dk.	5+1+1	2	1
ADANA	22.11.2018	13. 30 - 15dk.	13. 45	23.11.2018-08.30	1125dk.	25+4+1	3	2
MUĞLA	19.11.2018	17. 00 - 15dk.	17. 15	21.11.2018-09.00	2385dk.	10+1+1	2	3
ADANA	19.11.2018	15. 30 - 15dk.	15. 45	20.11.2018-10.00	1095dk.	8+0+6	-	4
ADANA	19.11.2018	03. 45 - 15dk.	04. 00	19.11.2018-17.00	780dk.	13+2+1	2	5
B.ESİR	16.11.2018	12. 52 - 13dk.	13. 05	16.11.2018-17.00	235dk.	4+2+1	2	6
ANTALYA	16.11.2018	11. 00 - 20dk.	11. 20	16.11.2018-20.00	520dk.	40+5+10	10	7
ANTALYA	16.11.2018	10. 45 - 15dk.	11. 00	20.11.2018-10.00	5700dk.	15+4+8	6	8
MUĞLA	16.11.2018	07. 20 - 15dk.	07. 35	16.11.2018-15.15	500dk.	10+2+1	3	9
MANİSA	15.11.2018	13. 20 - 15dk.	13. 35	16.11.2018-14.30	1505dk.	13+4+3	4	10
MUĞLA	15.11.2018	04. 45 - 05dk.	04. 50	15.11.2018-09.30	280dk.	9+4+1	4	11
ANTALYA	15.11.2018	09. 55 - 20dk.	10. 15	15.11.2018-20.00	585dk.	40+5+4	10	12
ADANA	15.11.2018	18. 00 - 15dk.	18. 15	16.11.2018-10.00	945dk.	35+4+4	6	13
AYDIN	15.11.2018	11. 55 - 10dk.	12. 05	17.11.2018-12.55	2930dk.	40+3+7	11	14
Ç.KALE	14.11.2018	14. 50 - 12dk.	15. 02	16.11.2018-10.00	2578dk.	0+0+2	5	15
ANTALYA	14.11.2018	11. 45 - 15dk.	12. 00	14.11.2018-16.30	270dk.	11+2+2	3	16
Ç.KALE	14.11.2018	17. 40 - 08dk.	17. 48	14.11.2018-18.20	32dk.	0+0+1	1	17
MANİSA	14.11.2018	02. 38 - 12dk.	02. 50	14.11.2018-14.50	720dk.	3+1+1	1	18
ANTALYA	14.11.2018	19.54 - 21dk.	20.15	15.11.2018-12.00	945 dk.	50+9+5	8	19
SAKARYA	13.11.2018	15.10 - 09dk.	15.19	13.11.2018-17.00	101dk.	10+2+1	3	20
ANTALYA	13.11.2018	12.20 - 15dk.	12.35	14.11.2018-12.15	1420dk.	20+2+2	5	21
Ç.KALE	13.11.2018	16.10 - 15dk.	16.25	13.11.2018-18.00	95dk.	-	2	22
B.ESİR	12.11.2018	21.05 - 25dk.	21.30	12.11.2018-21.40	10dk.	-	2	23
KÜTAHYA	12.11.2018	14.10 - 20dk.	14.30	12.11.2018-16.20	110dk.	2+1+1	-	24
MUĞLA	12.11.2018	15.55 - 10dk.	16.05	13.11.2018-11.24	1159dk.	28+2+2	6	25
ANTALYA	12.11.2018	11.40 - 20dk.	12.00	13.11.2018-11.40	1420dk.	15+3+1	3	26
ANTALYA	12.11.2018	22.30 - 15dk.	22.45	13.11.2018-02.00	195dk.	4+1+1	2	27
AYDIN	12.11.2018	07.55 - 15dk.	08.10	13.11.2018-17.35	2005dk.	10+2+1	2	28
ANTALYA	12.11.2018	19.10 - 20dk.	19.30	13.11.2018-07.00	560dk.	9+3+1	2	29
KÜTAHYA	11.11.2018	14.45 - 25dk.	15.10	12.11.2018-11.00	1190dk.	16+0+1	3	30
B.ESİR	11.11.2018	21.13 - 05dk.	21.18	11.11.2018-21.33	15dk.	-	2	31
ANTALYA	11.11.2018	12.13 - 27dk.	12.40	12.11.2018-15.20	1600dk.	15+2+1	3	32

Tablo 2.3. (Devamı)

ADANA	10.11.2018	19.10 - 10dk.	19.20	11.11.2018-12.10	1010dk.	10+5+3	3	33
AYDIN	10.11.2018	15.30 - 15dk.	15.45	11.11.2018-11.20	1175dk.	3+1+1	2	34
ANTALYA	10.11.2018	17.30 - 15dk.	17.45	10.11.2018-23.00	315dk.	7+1+2	2	35
MUĞLA	10.11.2018	19.20 - 15dk.	19.35	12.11.2018-10.00	865dk.	13+1+3	3	36
AYDIN	10.11.2018	18.20 - 20dk.	18.40	11.11.2018 -11.00	980 dk.	9+2+1	3	37
ANTALYA	10.11.2018	17.53 - 97dk.	19.30	15.11.2018 -08.40	6550 dk.	65+0+10	12	38
ANTALYA	09.11.2018	15.00 - 10dk.	15.10	10.11.2018 -17.00	1180 dk.	10+20+2	6	39
SAKARYA	09.11.2018	14.50 - 08dk.	14.58	09.11.2018 -11.00	122 dk.	4+2+1	1	40
ANTALYA	09.11.2018	20.15 - 15dk.	20.30	10.11.2018-11.20	870 dk.	22+2+2	4	41
MUĞLA	09.11.2018	15.40 - 10dk.	15.50	17.11.2018 -09.30	11250 dk.	20+2+3	7	42
OSMANİYE	08.11.2018	11.45 - 15dk.	12.00	09.11.2018 -16.00	1290 dk.	32+2+1	4	43
BİLECİK	08.11.2018	12.30 - 15dk.	12.45	08.11.2018 -09.00	195 dk.	10+2+3	3	44
ANTALYA	08.11.2018	16.55 - 10dk.	17.05	09.11.2018 -02.00	955 dk.	13+0+1	4	45
DÜZCE	08.11.2018	14.00 - 15dk.	14.15	-	-	-	-	46
ADANA	07.11.2018	15.00 - 10dk.	15.10	08.11.2018-08.00	1010 dk.	0+3+2	3	47
İZMİR	07.11.2018	11.45 - 05dk.	11.50	08.11.2018-12.15	1465 dk.	40+2+3	15	48
K.MONU	07.11.2018	14.30 - 15dk.	14.45	08.11.2018 -16.00	1515 dk.	15+8+6	4	49
ADANA	07.11.2018	11.00 - 15dk.	11.15	08.11.2018 -15.00	1665 dk.	14+5+2	3	50
MUĞLA	07.11.2018	18.30 - 15dk.	18.45	09.11.2018 -14.00	2595 dk.	4+6+1	2	51
KÜTAHYA	07.11.2018	15.45 - 15dk.	16.00	07.11.2018 -20.20	260 dk.	15+0+2	3	52
MANİSA	07.11.2018	14.50 - 10dk.	15.00	09.11.2018 -12.00	2700 dk.	32+2+2	9	53
İSTANBUL	07.11.2018	14.05 - 07dk.	14.12	07.11.2018 -14.40	28 dk.	2+1+0	2	54
AYDIN	07.11.2018	14.10 - 10dk.	14.20	10.11.2018 -08.30	3970 dk.	60+5+7	13	55
ANTALYA	06.11.2018	17.50 - 25dk.	18.15	07.11.2018 -16.40	1345 dk.	20+5+4	8	56
İSTANBUL	06.11.2018	10.34 - 06dk.	10.40	06.11.2018 -11.30	50 dk.	3+1+2	2	57
ANTALYA	05.11.2018	16.20 - 25dk.	16.45	06.11.2018 -10.00	1035 dk.	12+3+1	4	58
ANTALYA	05.11.2018	22.26 - 22dk.	22.48	06.11.2018 -17.30	1122 dk.	15+0+2	4	59
AYDIN	05.11.2018	20.38 - 02dk.	20.40	06.11.2018 -09.45	785 dk.	7+0+0	2	60
ANTALYA	04.11.2018	11.20 - 20dk.	14.40	05.11.2018 -12.00	1280 dk.	6+1+0	3	61
ADANA	04.11.2018	04.00 - 15dk.	04.15	05.11.2018 -11.00	1845 dk.	16+2+2	3	62
HATAY	04.11.2018	01.00 - 10dk.	01.10	05.11.2018 -08.00	1850 dk.	32+5+2	8	63
SAKARYA	04.11.2018	21.00 - 10dk.	21.10	05.11.2018 -00.25	195 dk.	4+2+1	2	64
OSMANİYE	04.11.2018	18.25 - 10dk.	18.35	06.11.2018 -09.00	2245 dk.	35+2+7	6	65
MUĞLA	04.11.2018	22.10 - 10dk.	22.20	06.11.2018 -10.00	3560 dk.	7+1+1	2	66
İSTANBUL	04.11.2018	14.00 - 10dk.	14.10	04.11.2018-14.50	40 dk.	1+1+1	2	67
ANTALYA	04.11.2018	19.50 - 30dk.	20.20	05.11.2018 -11.20	900 dk.	3+3+3	1	68
İSTANBUL	03.11.2018	13.10 - 08dk.	13.18	03.11.2018 -13.40	22 dk.	6+1+1	2	69
ANTALYA	03.11.2018	12.00 - 35dk.	12.35	05.11.2018 -10.15	2750 dk.	21+1+2	8	70
BURDUR	02.11.2018	22.15 - 15dk.	22.30	02.11.2018 -23.30	60 dk.	4+1+2	2	71
MUĞLA	02.11.2018	14.15 - 10dk.	14.25	02.11.2018 -17.15	170 dk.	12+1+2	4	72
ANTALYA	02.11.2018	16.45 - 15 dk.	17.00	10.11.2018 -08.30	180 dk.	14+3+1	5	73
MERSİN	01.11.2018	13.14 - 15 dk.	13.29	07.11.2018 -16.40	1185 dk.	10+5+4	4	74
Ç.KALE	01.11.2018	15.18 - 10 dk.	15.28	06.11.2018 -11.30	152 dk.	-	2	75
ANTALYA	01.11.2018	10.05 - 35 dk.	10.40	06.11.2018 -10.00	5660 dk.	0+42+5	8	76
AYDIN	01.11.2018	09.40 - 10 dk.	09.50	06.11.2018 -17.30	5710 dk.	20+3+2	5	77
ADANA	01.11.2018	16.00 - 40 dk.	16.40	06.11.2018 -09.45	7100 dk.	10+1+1	5	78

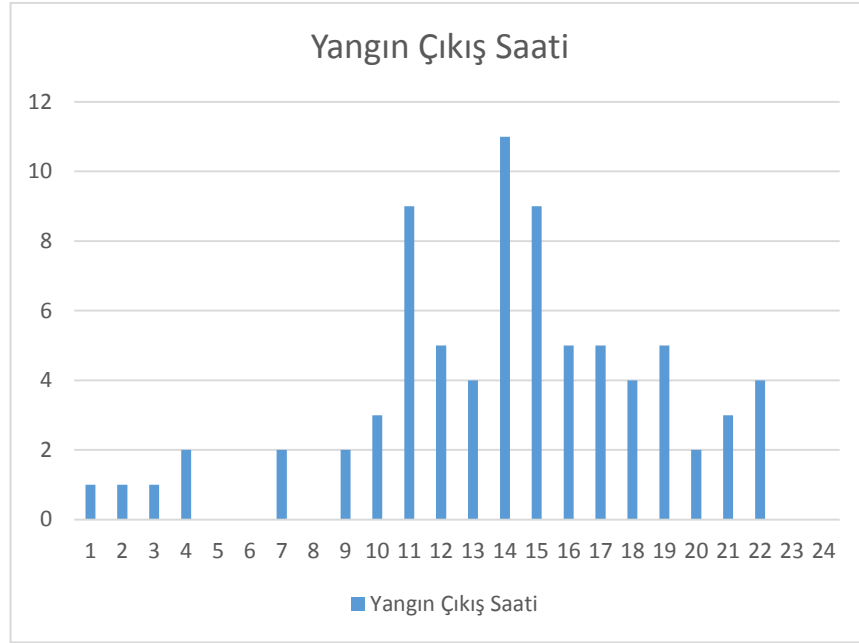
Orman yangınları ile alakalı İstatistikî veriler orman genel müdürlüğümüz tarafından düzenli olarak tutulmaktadır. Orman yangınları gerçek zamanlı olarak OGM internet sitesinden erişime açık şekilde genel bilgileri ile yayınlanmaktadır. Orman yangınlarının yurdumuzdaki durumunu bölgesel ve zamansal açıdan değişik yıllarda aynı mevsimde (SONBAHAR) birer aylık zaman dilimlerinde analiz etmeyi hedefledik. OGM internet sitesinde yayınlanan gerçek zamanlı orman yangını bilgilerinden faydalandık. Tablo 2.3’de 01.11.2018 ile 24.11.2018 tarihleri arasında gerçekleşmiş olan 78 adet orman yangını ve 10.10.2019 ile 31.10.2019 tarihleri arasında gerçekleşmiş olan 174 adet orman yangınının yayınlanan verilerini alarak bir inceleme yaptık ve derlediğimiz verileri listeler halinde sıraladık.

01.11.2018 ile 24.11.2018 tarihleri arasındaki söz konusu 78 adet orman yangınının illere göre dağılımını grafikleştirerek aşağıda Şekil 2.39.'da yayınladık.



Şekil 2.39. 01-24 KASIM 2018 Orman Yangınlarının İllere dağılımı.

Kasım ayı meteorolojik açıdan yaz mevsimine göreceli olarak gün sıcaklıklarının düşük olduğu ve yağışların sıkça görüldüğü bir ay olsada Şekil 2.39.'da görüldüğü gibi Akdeniz ve Ege bölgesinde yer alan şehirlerimiz orman yangını görülme sıklığı olarak ilk sıralarda yer almaktadırlar. Bu bölgelerimizi ise Marmara bölgemiz takip etmektedir. İncelenen 78 orman yangınında orman yangınına ortalama müdahale süresi ise (1287/78 Dakika/Adet) 16,5 dk olarak hesaplanmıştır. İncelenen orman yangınlarının ortalama yangınla mücadele süresi ise (114436/60/78 Dakika/Adet) 24,45 saat olarak hesaplanmıştır, ortalama bir orman yangını ile mücadelenin yaklaşık bir gün sürdüğü görülmüştür. Bu orman yangınlarına müdahalede ise yangın başına yaklaşık (869/78 Kişi/Yangın) 11 kişilik orman yangını ile mücadele personeli görev almıştır. Bu orman yangınlarına müdahalede kullanılan araç sayısı incelendiğinde ise orman yangınına müdahale başına yaklaşık (331/78 araç/yangın) 4 araç hesaplanmıştır.



Şekil 2.40. Kasım 2018 Yangın Çıkış Saatleri

İnceleme konusu olan 01.11.2018 ile 24.11.2018 Tarihleri arasında çıkmış olan orman yangınları yangının başlama saati açısından grafikleştirilmiş ve yukarıda yayınlanmıştır. Şekil 2.40.'daki grafik incelendiğinde ise 2018 kasım ayında vuku bulmuş olan 78 adet orman yangınının başlangıç saatleri günün öğlen saatlerinde yoğunluk göstermekle beraber; Saat 14: 00'de 11 adet yangın, saat 11.00'de 9 adet yangın, saat 15.00'de 9 adet yangın ile maksimum düzeye ulaşmıştır. Diğer orman yangını çıkış saatlerinin dağılımı ise yangın adedi birden fazla olanlar sırasına göre şu şekilde dağılım göstermiştir. Saat 12.00'de 5 adet yangın. Saat 16.00'da 5 adet yangın. Saat 17.00'de 5 adet yangın. Saat 19.00'da 5 adet yangın. Saat 13.00'de 4 adet yangın. Saat 22.00'de 4 adet yangın. Saat 10.00'da 3 adet yangın. Saat 21.00'de 3 adet yangın. Saat 04.00'de 2 adet yangın. Saat 07.00'de 2 adet yangın. Saat 09.00'da 2 adet yangın. Saat 20.00'de 2 adet yangın gerçekleşmiştir.

İkinci inceleme konumuz olan 10.10.2019 ile 31.10.2019 tarihleri arasındaki 174 adet orman yangını OGM internet sitesinde yayınlanan gerçek zamanlı verilerden derlenerek aşağıda Tablo 2.4.'de listeler halinde verilmiştir.

Tablo 2.4. Ekim 2019 orman yangınları (OGM internet sitesi 2019)

SIRA NO	İL ADI	YNG. TARİHİ	ÇIKIŞ SAATİ	SIRA NO	İL ADI	YNG. TARİHİ	YNG ÇIKIŞ SAATİ
1	OSMANİYE	10.10.2019	15.15	26	MERSİN	14.10.2019	05.53
2	A.K.HİSAR	10.10.2019	16.30	27	ŞIRNAK	14.10.2019	08.00
3	ISPARTA	10.10.2019	16.32	28	MERSİN	14.10.2019	11.40
4	D.BAKIR	11.10.2019	10.15	29	ANTALYA	14.10.2019	11.46
5	MALATYA	11.10.2019	11.30	30	MERSİN	14.10.2019	12.00
6	BİNGÖL	11.10.2019	16.00	31	ISPARTA	14.10.2019	12.15
7	ANTALYA	11.10.2019	18.50	32	ANKARA	14.10.2019	12.20
8	ADANA	12.10.2019	09.50	33	K.MARAŞ	14.10.2019	13.00
9	İSTANBUL	12.10.2019	12.50	34	MERSİN	14.10.2019	13.41
10	MUĞLA	12.10.2019	13.00	35	BOLU	14.10.2019	14.10
11	ELAZIĞ	12.10.2019	15.00	36	ANKARA	14.10.2019	14.10
12	İZMİR	12.10.2019	16.05	37	BOLU	14.10.2019	15.00
13	ADANA	12.10.2019	19.20	38	ERZURUM	14.10.2019	15.15
14	ERZİNCAN	12.10.2019	20.00	39	A.K.HİSAR	14.10.2019	20.15
15	MANİSA	13.10.2019	10.35	40	ADANA	15.10.2019	06.00
16	ANTALYA	13.10.2019	11.00	41	ERZURUM	15.10.2019	12.15
17	MANİSA	13.10.2019	12.00	42	ERZİNCAN	15.10.2019	12.20
18	ANTALYA	13.10.2019	12.30	43	HATAY	15.10.2019	12.26
19	HATAY	13.10.2019	12.30	44	ÇANKIRI	15.10.2019	13.00
20	ANTALYA	13.10.2019	12.30	45	BOLU	15.10.2019	13.30
21	K.MARAŞ	13.10.2019	13.10	46	MERSİN	15.10.2019	14.24
22	MARDİN	13.10.2019	13.50	47	MERSİN	15.10.2019	14.40
23	BİNGÖL	13.10.2019	15.30	48	MERSİN	15.10.2019	14.42
24	MUĞLA	13.10.2019	20.15	49	MERSİN	15.10.2019	14.45
25	ADANA	13.10.2019	22.50	50	MERSİN	15.10.2019	14.50
51	MERSİN	15.10.2019	14.50	76	ANTALYA	16.10.2019	16.36
52	MERSİN	15.10.2019	14.55	77	ISPARTA	16.10.2019	17.02
53	MERSİN	15.10.2019	14.55	78	KİLİS	16.10.2019	19.00
54	MERSİN	15.10.2019	15.15	79	ŞIRNAK	16.10.2019	21.45
55	ADANA	15.10.2019	16.05	80	HATAY	16.10.2019	22.00
56	ERZURUM	15.10.2019	16.30	81	K.MARAŞ	16.10.2019	12.10
57	MUĞLA	15.10.2019	16.40	82	MERSİN	17.10.2019	04.00
58	MUĞLA	15.10.2019	17.50	83	HATAY	17.10.2019	06.13
59	MUĞLA	15.10.2019	18.25	84	MERSİN	17.10.2019	12.22
60	MERSİN	15.10.2019	18.40	85	ERZURUM	17.10.2019	13.30
61	A.K.HİSAR	15.10.2019	18.45	86	ELAZIĞ	17.10.2019	13.35
62	MUĞLA	15.10.2019	19.10	87	HATAY	17.10.2019	14.55
63	AYDIN	15.10.2019	20.34	88	ERZURUM	17.10.2019	15.05
64	KARAMAN	15.10.2019	20.50	89	MUĞLA	17.10.2019	15.15
65	Ç.KALE	15.10.2019	21.47	90	ADANA	17.10.2019	15.20
66	MERSİN	15.10.2019	23.00	91	ADANA	17.10.2019	15.25
67	MERSİN	15.10.2019	23.00	92	BURDUR	17.10.2019	15.50
68	MUĞLA	15.10.2019	23.39	93	MUĞLA	17.10.2019	16.05
69	MUĞLA	16.10.2019	00.10	94	ANTALYA	17.10.2019	17.13
70	K.MARAŞ	16.10.2019	12.00	95	ELAZIĞ	17.10.2019	17.38
71	MUĞLA	16.10.2019	12.00	96	ADANA	17.10.2019	19.30
72	MERSİN	16.10.2019	13.00	97	ADANA	18.10.2019	13.30
73	ALANYA	16.10.2019	16.36	98	MERSİN	18.10.2019	14.28
74	ISPARTA	16.10.2019	17.02	99	ADANA	18.10.2019	14.45
75	MERSİN	16.10.2019	13.00	100	KONYA	18.10.2019	15.30
101	KARS	18.10.2019	16: 00	126	K.MONU	22.10.2019	15: 30
102	ARDAHAN	18.10.2019	16: 00	127	ANTALYA	23.10.2019	10: 40
103	İSTANBUL	18.10.2019	18: 02	128	DENİZLİ	23.10.2019	12: 05

Tablo 2.4. (Devamı)

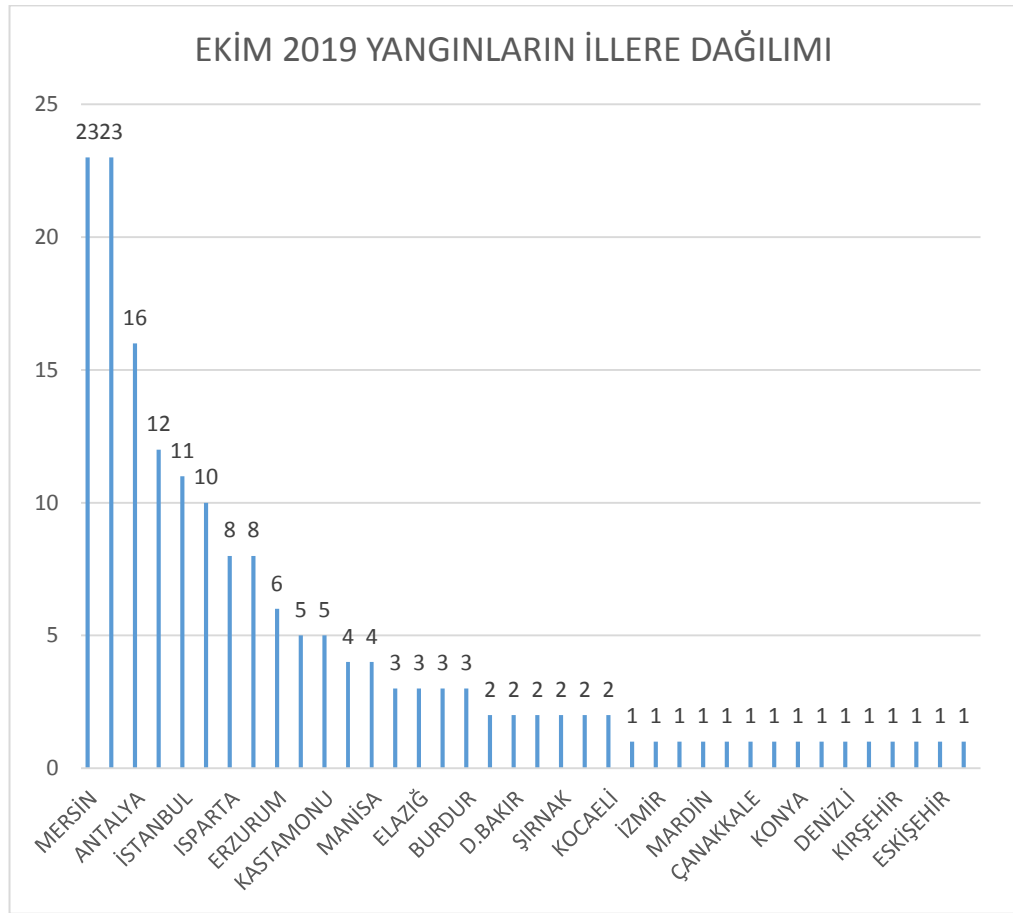
104	TOKAT	19.10.2019	15: 30	129	K.MONU	23.10.2019	13: 00
105	BOLU	19.10.2019	15: 40	130	KIRŞEHİR	23.10.2019	14: 15
106	MUĞLA	19.10.2019	16: 15	131	B.ESİR	23.10.2019	15: 20
107	MUĞLA	19.10.2019	18: 18	132	ANKARA	23.10.2019	19: 40
108	MUĞLA	19.10.2019	19: 00	133	ADANA	24.10.2019	11: 35
109	MUĞLA	20.10.2019	05: 10	134	BOLU	24.10.2019	15: 00
110	ANTALYA	20.10.2019	10: 30	135	KOCAELİ	24.10.2019	16: 25
111	MUĞLA	20.10.2019	13: 10	136	İSTANBUL	24.10.2019	18: 10
112	D.BAKIR	20.10.2019	13: 45	137	MANİSA	24.10.2019	19: 10
113	K.MARAŞ	20.10.2019	14: 30	138	MUĞLA	25.10.2019	00: 00
114	K.MARAŞ	20.10.2019	14: 40	139	ANTALYA	25.10.2019	10: 40
115	ISPARTA	20.10.2019	14: 50	140	İSTANBUL	25.10.2019	12: 52
116	HATAY	20.10.2019	15: 10	141	K.MONU	25.10.2019	13: 00
117	K.MARAŞ	20.10.2019	16: 40	142	MERSİN	25.10.2019	14: 55
118	KOZAN	20.10.2019	17: 00	143	ANTALYA	26.10.2019	11: 00
119	B.ESİR	21.10.2019	05: 45	144	ISPARTA	26.10.2019	11: 30
120	MUĞLA	21.10.2019	13: 08	145	İSTANBUL	26.10.2019	12: 19
121	HATAY	21.10.2019	22: 20	146	KOCAELİ	26.10.2019	14: 45
122	MUĞLA	22.10.2019	00: 50	147	MUĞLA	26.10.2019	16: 37
123	ANTALYA	22.10.2019	14: 30	148	İSTANBUL	26.10.2019	21: 31
124	İSTANBUL	22.10.2019	14: 44	149	OSMANİYE	26.10.2019	19: 00
125	K.MONU	22.10.2019	14: 51	150	MUĞLA	27.10.2019	02: 21
151	ADANA	27.10.2019	09: 45	163	ISPARTA	28.10.2019	19: 52
152	OSMANİYE	27.10.2019	12: 10	164	ANTALYA	29.10.2019	07: 00
153	İSTANBUL	27.10.2019	12: 59	165	ISPARTA	29.10.2019	14: 00
154	BURDUR	27.10.2019	17: 15	166	MUĞLA	30.10.2019	02: 44
155	BURDUR	27.10.2019	18: 05	167	ANTALYA	30.10.2019	09: 40
156	HATAY	27.10.2019	20: 45	168	İSTANBUL	30.10.2019	12: 22
157	ANTALYA	28.10.2019	07: 30	169	A.K.HİSAR	30.10.2019	16: 20
158	MERSİN	28.10.2019	10: 40	170	ANTALYA	31.10.2019	01: 20
159	HATAY	28.10.2019	11: 00	171	MANİSA	31.10.2019	11: 12
160	MUĞLA	28.10.2019	12: 00	172	ERZURUM	31.10.2019	12: 15
161	K.MONU	28.10.2019	15: 30	173	İSTANBUL	31.10.2019	13: 12
162	ESKİŞEHİR	28.10.2019	15: 40	174	İSTANBUL	31.10.2019	13: 34



Şekil 2.41. Ekim 2019 Yangın çıkış saatleri.

Diğer inceleme konumuz olan 10.10.2019 ile 31.10.2019 tarihleri arasında çıkmış olan orman yangınları yangınların başlama saati açısından grafikleştirilmiş ve yukarıda

Şekil 2.41.'de yayınlanmıştır. Grafik incelendiğinde ise 2019 Ekim ayında gerçekleşmiş olan 174 adet orman yangınının başlangıç saatleri günün öğlen saatlerinde yoğunluk göstermekle beraber; Saat 12: 00 ile 16.00 arasında maksimum düzeye ulaşmıştır. Bu incelemede bir aylık zaman aralığında gerçekleşen 174 adet orman yangınının çıkış sayısı 01.00 ile 09.00 saatleri arasında çok düşük olarak tespit edilmiştir.



Şekil 2.42. EKİM 2019 Yangınların il bazında dağılımı.

Şekil 2.42.'deki grafik incelendiğinde 14.10.2019 - 31.10.2019 tarih aralığında gerçekleşen orman yangınlarının yoğunlukla akdeniz bölgesi İllerimizde meydana geldiği tespit edilmiştir. 2018 yılı kasım ayı ile 2019 yılı ekim ayı verileri akdeniz bölgesi illerimizin sonbahar mevsimindedeki orman yangını yoğunluğu bakımından Türkiye'de ilk sırayı işgal ettiğini göstermiştir.



2018 yılında Antalyada meydana gelmiş olan 244 orman yangınının 24 âdeti kasım ayında gerçekleşmiştir. Kasım ayı 2018 yılı Antalya orman yangınları toplamının yaklaşık % 10 luk bölümünü teşkil etmiştir.

### **2.9.1. Türkiye’de meydana gelen yangınlar**

Yurdumuz ormanlarında cumhuriyet öncesi dönemde meydana gelen orman yangınları ile ilgili bilgiler kayıt edilmemiştir. Cumhuriyet sonrası döneme ait orman yangını bilgileri ise azda olsa 1937 yılından sonra kayıt edilmeye başlanmıştır. Bu tarih ise 3116 sayılı orman kanununun çıkışına tesadüf etmektedir [59].

1937-1939 yılları arasında 3 yıllık sürede meydana gelen ve kaydı tutulan 4044 adet orman yangınında 40.284 hektar ormanlık alan zarar görmüş, Bu 3 yıllık sürede yangın başına yaklaşık 10 hektar, yıl başına ise 13.428 hektar alan yanmış, yıl başına düşen orman yangını sayısı ise 1348 adet olmuştur.

1940-1961 yılları arasındaki 22 yıllık sürede ise 17.489 adet orman yangını olmuş 981.950 hektar alan zarar görmüş, yangın başına ortalama 56 hektar alan ve yıl başına ise 44.634 hektar orman yanmış, bu zaman aralığında yılda 795 adet orman yangını meydana gelmiştir.

1960-1987 yılları arasındaki 28 yıllık süre zarfında ise 24.949 adet orman yangınında 343.207 hektar alan yanmıştır. Bu 28 yıllık sürede yangın başına 14 hektar, yıl başına ise 12.257 hektar alan zarar görmüş, bu dönem aralığında yılda 891 adet orman yangını meydana gelmiştir [60].

Günümüzde ise ülkemizde meydana gelen orman yangınlarının istatistikleri orman genel müdürlüğümüz tarafından ayrıntılı ve eksiksiz şekilde tutulmaktadır. Orman yangınları ile ilgili OGM verileri incelendiğinde 1988-2018 yılları arasında 63.480 adet orman yangınının meydana geldiğini görmekteyiz. Verilerine sahip olduğumuz bu 30 yıllık süre zarfında yılda ortalama 2.116 adet orman yangını gerçekleşmiştir. Bu 30 yıllık zaman zarfında 63.480 adet orman yangını neticesinde 313.499 hektar orman

zarar görmüş, yangın başına düşen zarar gören orman alanı yaklaşık 5 hektar, yıl başına düşen yanan alan ise yaklaşık 10.450 hektar olarak gerçekleşmiştir. Yanan alan miktarları sırası ile 1994 (30.828Ha), 2008 (29.749Ha), 2000 (26.353 Ha) yıllarında zirveye ulaşmıştır.

Elimizdeki bu bilgiler ile 1937-2018 yılları arasındaki istatistiği tutulan 83 yıllık süredeki ülkemizin orman yangınları ile ilgili durumunu yorumlarsak; toplam 109.962 adet orman yangını olmuştur. Bu yangınlarda toplam 1.678.940 hektar orman zarar görmüştür. Yangın başına zarar gören alan ise ortalama 85 hektar olarak gerçekleşmiştir. Bu 83 yıllık süre zarfında her yıl ortalama 20.228 hektar orman yanmıştır.

### **2.9.2. Sakarya il genelinde meydana gelen yangınlar**

Sakarya ilinin ve Sakarya orman bölge müdürlüğünün ülkemizde gerçekleşen orman yangınlarının neresinde olduğuna en güncel hali ile Tablo 2.5.'e bir göz atacak olursak, 2018 yılında Sakarya ilinde 22 adet orman yangını, Sakarya orman bölge müdürlüğü sorumluluk sahasında ise 31 adet orman yangını olmuştur. Sakarya ilinde 2017 yılında 33 adet, 2018 yılında 22 adet orman yangını olmuştur, bu rakamlar Sakarya ilinin orman yangını açısından Türkiye sıralamasında ortalarında olduğuna işaret etmektedir. Türkiye 2018 yılı orman yangını oluş sıralamasında Sakarya ili 22 adet yangın ile 27. sırada yer almaktadır. Sakarya ili orman yangınlarının oluş yoğunluğu açısından 2018 yılı Türkiye ortalaması olan 26, 75 adet yangın rakamının altındadır.

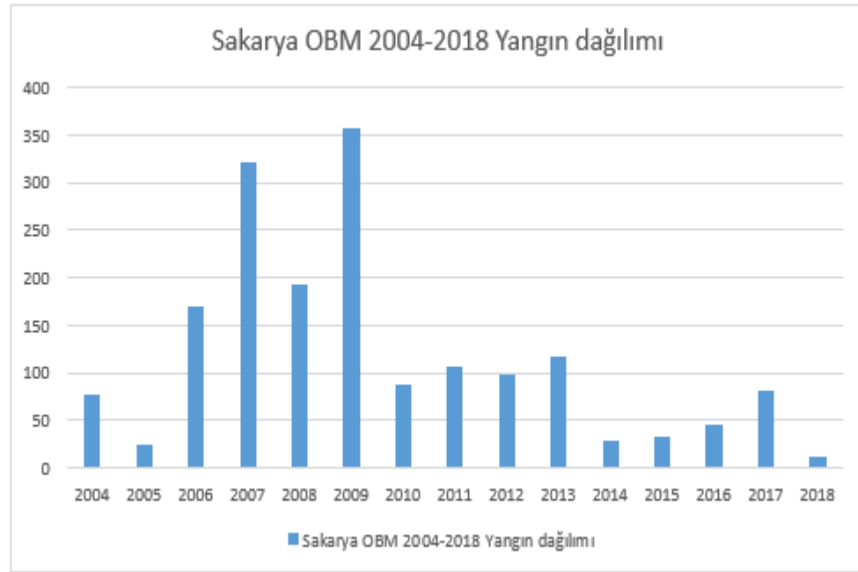
Tablo 2.5. 2018 Yılı Türkiye iller bazında yangın yoğunluğu sıralaması. (OGM verilerinden yararlanılmıştır)

S. NO	İL ADI/ YANGIN SAYISI	S. NO	İL ADI/ YANGIN SAYISI	S. NO	İL ADI/ YANGIN SAYISI
1	MUĞLA /299	30	ESKİŞEHİR /16	59	GÜMÜŞHANE /5
2	ANTALYA /244	31	KARABÜK /16	60	ERZİNCAN /5
3	İZMİR /167	32	SİNOP /15	61	TEKİRDAĞ /4
4	MANİSA /98	33	A.K.HİSAR /14	62	KARAMAN /3
5	HATAY /96	34	SAMSUN /12	63	YOZGAT /3
6	ADANA /90	35	AMASYA /12	64	BARTIN /3
7	İSTANBUL /74	36	BİTLİS /12	65	ARTVİN /3
8	MERSİN /71	37	MARDİN /12	66	HAKKÂRİ /3
9	BALIKESİR /60	38	BİLECİK /11	67	DÜZCE /2
10	AYDIN /55	39	KONYA /11	68	ERZURUM /2
11	KÜTAHYA /52	40	EDİRNE /10	69	KARS /2
12	KASTAMONU /51	41	ŞIRNAK /10	70	TUNCELİ /2
13	ÇANAKKALE /50	42	KOCAELİ /9	71	NİĞDE /1
14	K.MARAŞ /47	43	KIRŞEHİR /8	72	BAYBURT /1
15	DIYARBAKIR /46	44	KAYSERİ /8	73	AĞRI /1
16	ÇORUM /37	45	SİVAS /8	74	ARDAHAN /1
17	OSMANİYE /34	46	ÇANKIRI /8	75	KİLİS /1
18	BURSA /29	47	MALATYA /8	76	BATMAN /1
19	DENİZLİ /28	48	ŞANLIURFA /8	77	KIRKLARELİ /0
20	ISPARTA /25	49	KIRIKKALE /7	78	YALOVA /0
21	TOKAT /25	50	NEVŞEHİR /7	79	İĞDIR /0
22	ADİYAMA /24	51	TRABZON /7	80	VAN /0
23	SİİRT /24	52	ORDU /7	81	MUŞ /0
24	BOLU /23	53	GİRESUN /7		
25	ANKARA /23	54	AKSARAY /6		
26	ELAZIĞ /23	55	ZONGULDAK /6		
27	SAKARYA /22	56	BİNGÖL /6		
28	BURDUR /18	57	UŞAK /5		
29	GAZİANTEP /18	58	RİZE /5		

Aşağıda Tablo 2.6.'daki OGM verilerinden elde ettiğimiz bilgiler bizlere 2004-2018 yılları arasındaki 15 yılda Sakarya orman bölge müdürlüğünün sorumluluk sahasına düşen 839 yangın ile 16.sırada yer aldığını göstermektedir.

Tablo 2.6. 2004-2018 Yangınların OBM lere dağılımı. (OGM 2018 Yangın İstatistikleri)

SIRA NO	YANGIN SAYISI	ORMAN BOLGE MUD	SIRA NO	YANGIN SAYISI	ORMAN BOLGE MUD.
1	4709	MUGLA OBM.	15	981	ISPARTAOBM.
2	3542	İZMİR OBM.	16	839	SAKARYA OBM.
3	3348	ANTALYA OBM.	17	770	KÜTAHYA OBM.
4	2197	İSTANBU LOBM.	18	704	ELAZIG OBM.
5	1945	K.MARAŞ OBM.	19	655	URFA OBM.
6	1732	ADANA OBM.	20	596	ESKİŞEHİR OBM.
7	1404	AMASYA OBM	21	568	KONYA OBM.
8	1307	DENİZLİ OBM.	22	527	BOLU OBM.
9	1259	MERSİN OBM.	23	414	GİRESUN OBM.
10	1249	KASTAMONU OBM.	24		KAYSERİ OBM.
11	1233	ANKARA OBM.	25	290	TRAB ZON OBM.
12	1211	BALIKESİR OBM.	26	230	ERZURUM OBM.
13	1090	BURSA OBM.	27	163	ÇANAKKALE OBM.
14	983	ZONGULDAK OBM.	28	87	ARTVIN OBM.



Şekil 2.43. Sakarya OBM 2004-2018 yıllara göre yangın yoğunluğu.

Bu 15 yıllık sürede yukarıdaki Şekil 2.42.'de görüldüğü gibi 2009 ve 2007 yıllarında yangın sayıları tavan yapmış, son yıllarda ise azalma eğilimine girmiştir.

2004-2018 İstatistiği bu 15 yıllık zaman zarfında Sakarya orman bölge müdürlüğü sorumluluk sahasında yılda ortalama 56 adet orman yangını meydana geldiğini göstermektedir.

OGM nine en güncel istatistiği olan “2018 Ormancılık İstatistikleri” verilerinden Sakarya orman bölge müdürlüğü sorumluluk sahasında 2004-2018 yılları arasında meydana gelen yangınların neticesinde yanan sahanın 1753 hektar olduğu anlaşılmaktadır. 15 yıllık zaman aralığında 1753 Ha/839 yangın hesabı neticesinde yangın başına yanan alan 2, 08 hektar olarak hesaplanmaktadır. Diğer bir hesaplama (839 yangın/15 Yıl) sonucu ise yılda ortalama 55, 9 adet orman yangını gerçekleşmektedir. Elimizdeki veriler neticesinde yılda 116, 8 hektar sahanın zarar gördüğüde anlaşılmaktadır. 2018 yılında Sakarya OBM sorumluluk sahasında çıkan orman yangınlarının çıkış sebepleri incelenecek olursa 2018 yılındaki toplam 31 yangının 8 adeti anız yakma, 6 adeti faili meçhul, 2 adeti doğal sebepli, 1 adeti enerji nakil hattı sebepli, 14 adeti ise “diğer” diye nitelenen kategoriye girmektedir. Sakarya bölgesi tarım yapılan bir bölge olduğundan anız yakılması sıkça görülen bir durumdur ve önüne geçilememektedir.

## **BÖLÜM 3. ORMAN YANGINLARINI ALGILAMA YÖNTEMLERİ**

“Algılama” manası itibarı ile bir nesnenin yada vuku bulan bir olayın farkına varılması yada tespit edilmesi olarak ifade edilebilir. Algılama işini temaslı yada temassız algılama olarak sınıflandıracak olursak, fiziki temaslı algılamaya “yakından algılama” fiziki temassız algılamaya “uzaktan algılama” diyebiliriz. Nesneye yada olaya olan mesafemiz sebebi ile bazı durumlarda fiziki temassız (uzaktan) algılama zorunluluğu vardır. Uzaktan algılama ise beşeri ve teknolojik olmak üzere ikiye ayrılmalıdır. Örneğin bir yangın gözetleme kulesinde çalışan bir personelin ormanı çıplak gözle bile olsa kontrolu sırasında göreceği bir orman yangını “beşeri uzaktan algılama” ile tespit edilmiş olmaktadır. Teknolojik uzaktan algılama ise uydular, kameralar, termal kameralar, sensorler, sonarlar, radarlar gibi çeşitli teknolojik cihazlar kullanılarak yapılan algılama (tespit) işidir. Dolayısı ile bir orman yangınının algılanması (tespiti) işi tabiatı gereği uzaktan (temassız) algılama sınıfına girmektedir.

### **3.1. Manual Algılama**

Fransızca kökenli olan, Şekil 3.1.’de görseli bulunan “manuel” kelimesinin anlamı “insan eli ile çalıştırılan” dır. Algılama işlemi manuel veya otomatik olabilir. Manuel algılama; olmuş veya olmakta olan bir olayın İnsan tarafından tespit edilmesi olarak özetlenebilir. İnsan tarafından yapılan algılama işinin bir sistem şekline oturtulabilmesi için sistemde insan ve uyarı cihazlarının beraber işlem yapması gerekmektedir. Böyle bir sistemin bileşenleri, insan ve ikaz buton’undan oluşur. Acil bir durumu gören bir insanın ikaz butonuna basarak sesli, ışıklı yada hem sesli hem ışıklı bir ikaz sistemini aktif etmesi durumu örnek olarak verilebilir.



Şekil 3.1. Manuel ikaz butonu. (İnternet 2019)

### 3.1.1. Yangın ihbarı

Yanan bir ormana müdahale edilebilmesi için öncelikle bu yangından haberdar olunması gereklidir. Orman yangınlarının haber alınması iki kanaldan gerçekleşebilir. Birinci kanal resmi kanal, ikinci kanal ise sivil kanaldır. Resmi kanal devlet kurumları ve personelidir. Görevleri icabı ormanları koruma ve kontrolle görevli kurum yada personel veya devletin diğer kurumlarında görevli personel resmi kanalı oluşturur. Sivil kanal ise halktır. Herhangi bir orman yangınına şahit olan vatandaş bu yangını ihbar etmeyi kendine vazife bilmelidir. Sivil kanal orman koruma ve kontrolde faydalanılabilecek çok önemli ve etkin bir imkandır. Vatandaşların eğitilerek bilinçlendirilmesi sayesinde devletin maaş ödemedi orman koruma ve kontrolde faydalanabileceği milyonlarca gönüllü personeli olacaktır. Vatandaşlarını eğiterek bu bilince ulaştırmak ise tüm eğitim imkanlarını kullanarak devletin vazifesidir.



Şekil 3.2. Bilgilendirme levhası. (www.Hürriyet.com.tr 2016)

Şekil 3.2.'de görülen örnekte İzmir orman bölge müdürlüğü kentin yüksek yerlerindeki ağaçsız alanlara “ALO177” tabelası dikerek halkın dikkatini orman yangınına ve orman yangını ihbarına çekmeyi hedeflemiştir. Ülkemizde orman yangını ihbarı “ALO 177” hattından tüm telefon operatörlerinden ücretsiz olarak yapılabilmeyle beraber asılsız ihbarlarla kötü amaçlı da kullanılmaktadır. Acil çağrı numaraları 122 Acil çağrı numarası altında toplanarak tek merkeze dönüştürülmektedir. Daha çok bilinirliğe sahip olan 112 acil durum çağrı numarası bir çalışmada da belirtildiği gibi asılsız ihbarlar sebebi ile verim düşüklüğü yaşamaktadır [61]. Harici yangın ihbarı kaynakları ise, hava yolu yolcu ve uçakları, hava kuvvetleri, karakollar, muhtarlıklar, belediyeler olarak sıralanabilir.

### 3.1.2. Havadan kontrol

Orman yangınları, kaçak orman kesimleri, biyolojik sebeplerle ormanlık alanların gördüğü zararların tespitinde [62] uçak, helikopter, İnsansız hava araçları ve uydular kullanılarak havadan kontrol etme prosesine havadan kontrol denir. Havadan kontrol işinde kullanılacak hava araçlarının belirli kurallar çerçevesinde kullanılması havadan kontrol işinin etkin ve ekonomik olmasını sağlayacaktır.



Şekil 3.3. Havadan İHA ile yangın gözetleme. (Yenişafak 2019 İnternet)



Şekil 3.4. Havadan İHA ile termal görüntüleme. (Yenişafak 2019 İnternet)

Örnek görselleri Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.'de bulunan havadan kontrol işinin yapılabilmesi için yangına elverişli hava halleri ve karadan gözetlemeye elverişsiz hava hallerinin mevcut olduğu zaman dilimleri seçilmelidir. yangına elverişli hava halleri; rüzgarlı ve bağıl nemin %20 seviyesinin altında olduğu zaman dilimleri ve havanın sisli olduğundan dolayı yangın kulelerinden gözetleme yapılamayan zaman dilimleridir. Havadan gözetlemede uyulması gereken prensipler, gözetlemenin etkin ve verimli olabilmesi için çok önem arz etmektedir. Yangınların daha çok öğlen saatleri aralığında çıktığı yaz aylarında havadan kontrol saat 12.00 ile 17.00 arasında yapılmalıdır. Havadan gözetleme yapacak olan ekipte araziye tanıyan ve harita okumasını iyi bilen bir personel bulundurulmalıdır. Teknik olarak havadan gözetleme yaparken, sırtların üzerinden ve doğrusal bir rotada uçulmalı, gözetleme yapılan aracın hızı, sağlıklı bir gözetleme yapılabilmesi için 190 km/s'i geçmemelidir [63].

### 3.1.3. Karadan kontrol

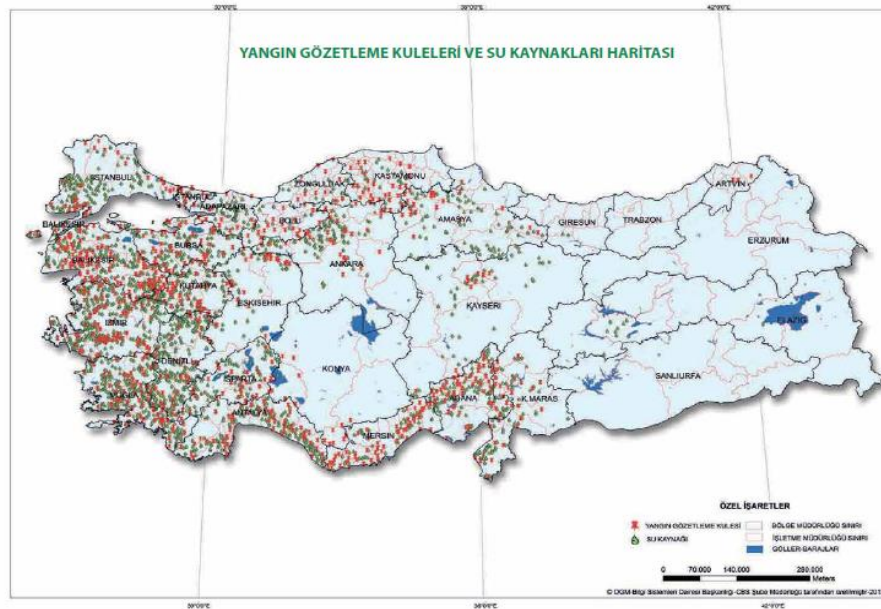
Orman yangınlarının yangın kuleleri ve kulübeleri, gezici gözetleyiciler, sabit gözetleyiciler marifeti ile kontrol edilip gözetlenmesine karadan kontrol denir. Yapılan bir çalışmada yangın gözetleme kulelerinin zaman içinde sayılarının arttığından ve gözetleme işindeki öneminden bahsedilmiş ve orman yangınlarının gözetlenip



tespitinde ülkemiz ormanlarında yaklaşık 800 adet yangın gözetleme kulesi kullanılmaktadır [64] denilmiştir. Yangın gözetleme kulelerinin yoğunluklu olarak coğrafi bölgeler olarak yerleşimi, kuzeyden güneye sıralayacak olursak, batı karadeniz, marmara, ege ve akdeniz bölgesi olarak sayılabilir. Sabit gözetleyiciler kapsamına yangın gözetleme kule ve kulübelerinde görev yapan personel girmektedir. Sabit gözetleme ekipleri en az iki kişiden oluşmalı ve 24 saat kesintisiz gözetleme yapmalı, gözetleme yaptığı sahayı çok iyi tanınmalıdır. Gezici gözetleme işi ise sahadaki mevcut orman yangını gözetleme kulelerinden görülemeyen alanların yaya yada motorize ekiplerle gözetlenmesidir. Gezici gözetleyici ekipler en az iki kişiden oluşmalı, haberleşme için telsiz, gözetleme için dürbün bulundurulmalıdır. Görev esnasında yanlarında yangın söndürme ekipmanları bulunmalıdır 65].

### 3.1.4. Gözetleme kuleleri

Ormanlık alanlarımızda yangınlarının gözetlenip tespitinde sayıları 800 adet civarında olan yangın gözetleme kuleleri aktif olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.5. Yangın gözetleme kulelerinin dağılımı (2017 Orman Atlası OGM)

Ülkemizde orman yangınlarının kontrolü Şekil 3.5.'te Türkiye coğrafyasındaki dağılımı gösterilen çoğunlukla sabit gözetleme yapılan gözetleme kuleleri ile

sağlanmaktadır. Son zamanlarda her ne kadar gözetleme kulelerine termal kameralar yerleştirilmeye başlansada bu henüz çok az sayıdadır. Yangın gözetleme kulelerinin etkili ve verimli olabilmesi arazide konumlandırıldığı nokta ile alakalıdır. Kısaca izah etmek gerekirse “gözetleme kulesi konumlandırılırken çevresine hakim nispeten ulaşımı kolay ve inşaa maliyeti düşük olan yüksek bir nokta seçilir”.Türkiye orman coğrafyasının ekseriyetle dağlık ve engebeli arazilerden oluşması ormanlık sahaların rahatlıkla gözetlenebilmesini oldukça zorlaştırmaktadır. Prensip olarak gözetleme kuleleri konumlandırılırken engebeli arazinin iki ayrı kuleden görünebilir olması hedeflenir [66]. Gözetleme kulesi konumlandırılırken, ormanlık arazi yapısı gereği iki ayrı kuleden gözetlenemiyor ise en az bir kuleden gözetlenebilir olması sağlanmaya çalışılır.



Şekil 3.6. Yangın gözetleme kulesi. (Anadolu Ajansı 2019 İnternet)



Şekil 3.7. Ormanlık alan kuleden gözetleme. (Anadolu Ajansı 2019 İnternet)

Ormanlık arazide yangın gözetleme kulelerinin kurulabileceği en iyi noktaların belirlenmesinde genellikle “kesit alma” (eş yükselti eğrili haritadan profil çıkarma) , Son zamanlarda ise kısmen “küme örtüleme” tekniği kullanılmaktadır. “küme örtüleme” tekniğinde hedef arazideki potansiyel noktaların yükseklikleri, görülebilirlikleri, inşaa maliyetleri bir bilgisayar programında kıyaslayarak tüm sahanın gözetlenebilmesini sağlayacak olan optimum noktaların belirlenmesi hedeflenmektedir [67].

Şekil 3.6.’da örnek gözetleme kulesi görseli, Şekil 3.7.’de ise hakim noktadan gözetleme işinin görseli bulunmaktadır.

### **3.2. Teknolojik Algılama Sistemleri**

Teknolojik algılama sistemleri aktif ve pasif algılayıcılar olarak iki grupta değerlendirilebilir. Pasif algılama sistemleri cisimlerden yansıyan güneş ışını yada cisimlerin yaydığı elektromanyetik dalgaları algılamaya dayanır. Aktif algılama sistemleri ise sistem tarafından üretilerek yayılan elektromanyetizmanın yine sistem tarafından algılanması esasına dayanır. Pasif algılama sistemleri, mikrodalga esaslı sistemler, video kameralar, dijital kameralar, tarayıcılar olarak sıralanabilir. Aktif algılama sistemleri ise, laser tabanlı sistemler (LİDAR) yaydıkları lazer ışınlarının yansımalarından mesafe ölçerek çalışırlar, yapay açıklıklı radarlar olarak söylenebilir. Yapay açıklıklı radar sistemi (SAR), uydudan yeryüzüne gönderdiği mikrodalga ışınların yansımalarını ölçerek [68] çalışır ve bu çalışma gece yada gündüz yapılabilir. Kullanılan elektromanyetik enerjinin dalga boyu ayarlanabildiğinden atmosferik şartlardanda etkilenmez.

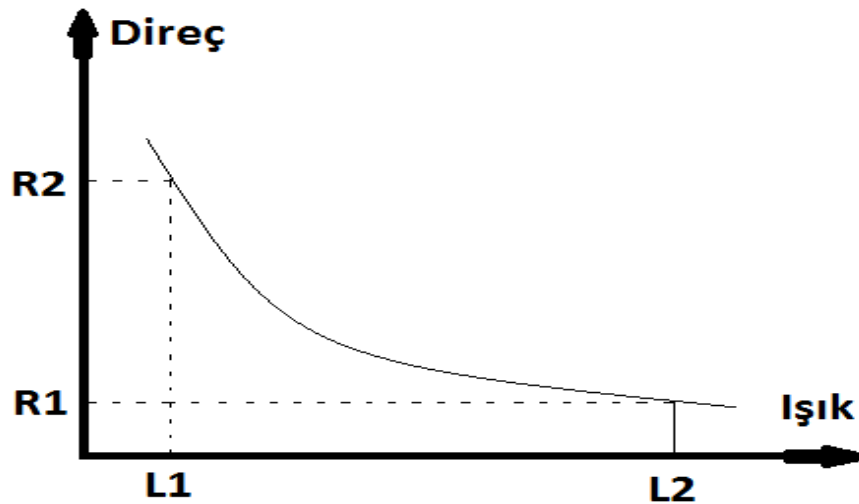
#### **3.2.1. Kablosuz sensor ağı**

Kablosuz sensör ağları hesaplama, algılama kabiliyetlerine sahip küçük düğümlerden müteşekkildir. Bu sensörler doğrudan yada kendi aralarında harici bir baz istasyonu aracılığı ile iletişim sağlarlar [69]. Kullanıldıkları uygulamalar ise, izinsiz girişlerin belirlenmesi, hava durumu izleme, gözetim ve güvenlik, sıcaklık gibi ortam

durumlarının algılanması, hareket, ses, ışık, nesne varlığı algılanması, afet yönetimi, stok kontrolü olarak sıralanabilir. Avantajları ise düşük maliyetli olmaları, bakım gerektirmemeleri, yüksek güvenlik sağlamaları, lokal uygulamalara çok uygun olmaları, ihtiyaca göre esnek yapılanma avantajları sayılabilir. İncelendiğinde kablosuz sensör ağı teknolojisi yazılım ve donanım olmak üzere iki bileşenden oluşur. Yazılım bileşeni işletim sistemi, yazılım deposu, veri tabanından müteşekkildir. Donanım bileşeni ise anakart, Wireless ağ adaptörü, hafıza kartı, sensör ve güç ihtiyacını karşılayacak olan bir güç kaynağından oluşur. WG (Kablosuz Ağ Geçidi); öteki ölçüm noktaları ile Wireless bağlantı kurulabilmesi için Wireles bağlantı özelliği olan vDSL modeme ihtiyaç vardır. Sunucu olarak bir ana bilgisayar görevlendirilir. İstemci olarak ise ağ tarayıcı yazılımlı istemci bilgisayarlar kullanılır. Sistem kurulumu ise Wireles sensör ağı (WSN), kablosuz ağ geçidi (WG), sunucu (SERVER), istemci (CLIENT) bileşenlerinden oluşur.

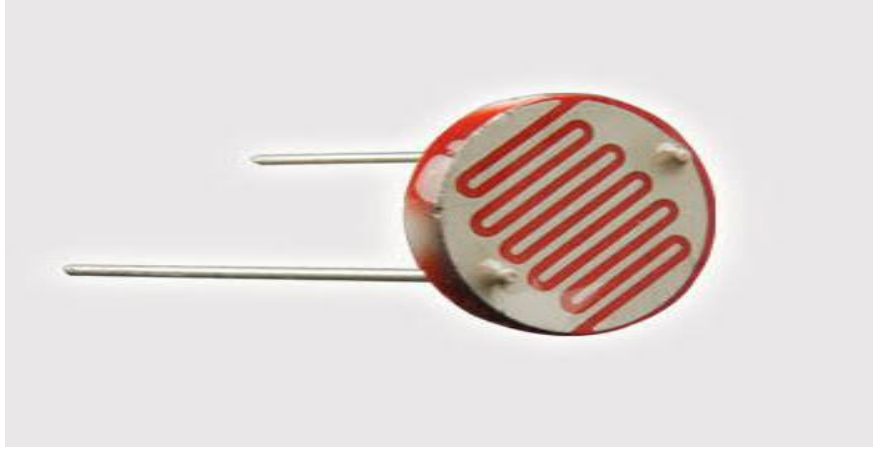
### 3.2.2. Optik duman ve gaz sensorları

Maruz kaldığı ışık miktarına bağlı olarak üzerinden geçen akım miktarını farklılaştıran malzemelere optik eleman denir.



Şekil 3.8. Optik sensor çalışma prensibi

Şekil 3.8.'de çalışma prensibi görseli bulunan ve genellikle yangın algılama sistemlerinde kullanılan optik duman sensörleri dağınık ışık ilkesine göre çalışırlar.



Şekil 3.9. Optik (LDR) sensör. (İnternet 2019)

Şekil 3.9.'da Işık bağımlı sensor de denilen bir LDR optik sensor görülmektedir, bu sensörler teknolojinin her alanında kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada aydınlatmada enerji tasarrufu sağlamak [70] amacı ile kullanılmış, bir diğer çalışmada ise “nefelometrik” yöntem ile su bulanıklığını ölçmede [71] kullanılmıştır. Teorik olarak uygulama; ölçüm alanına tanımlanan belli bir açı ile ışık iletilerek yapılır. Yangın esnasında ışık dumanı oluşturan parçacıklar tarafından saçılır ve foto diyotlarına isabet ederler bunun sonucunda ışık miktarı oransal bir elektrik sinyaline çevrilir. Gün ışığı ve yapay ışık kaynaklarının tesirleri optik gün ışığı filtreleri ile elektronik filtreleme neticesinde filtrelenerek ortadan kaldırılarak ortam ışık dengesi sağlanır. Dedektörlerin farklı ışıklar yayan diyotları ve foto diyotları aktif hale geçerek duman ve parazit yayan faktörleri ayrıştırmayı sağlayan ve dumanın algılanması için en iyi sinyal üretimini sağlarlar. Sensör uygulamalarında, geliştirilecek yöntemin hızlı sonuç vermesi ve düşük maliyetli olması istenir [72]. Kimyasal sensörler incelendiğinde iki temel gruba ayrılabilir. İlki sıvı ortam konsantrasyon veya aktivite belirleyici, bir diğeri ise gaz konsantrasyon belirleyici. gaz sensorleri prensip olarak yangın tarafından üretilen karbonmonoksiti (CO), ilaveten Hidrojen (H) ve Nitrojenmonoksiti (NO) algırlarlar.



Şekil 3.10. Karbonmonoksit sensörü. (İnternet 2019)

Temel ölçüm prensipi ise elektrot üzerindeki CO oksitlenmesi ve bu oksitlenme neticesinde meydana gelen ölçülebilir elektriksel akımdır. Şekil 3.10.'da görseli bulunan Karbonmonoksit sensörünün sinyal değeri şiddeti ise gazın ortamdaki yoğunluğu ile doğru orantılıdır.

### 3.2.3. Uydu temelli algılama sistemleri

Uydular günümüzde teknolojik alanlarda gelişmiş dünya ülkelerinin sahip oldukları, insan hayatının ve bilimin hemen hemen her noktasında faydalanılan ileri teknolojik sistemlerdir. Dünyamızda bu teknolojik yarış tüm hızıyla sürmektedir. Yapılan bir çalışmada bu teknolojik yarış şu şekilde özetlenmiştir. “Fiili olarak yaklaşık 30 adet uyduya sahip olan ABD, 1994 yılından beri küresel konumlandırma sistemini aktif olarak kullanmaktadır. Bir diğer yanda ise yaklaşık 15 adet uyduya sahip Rusya, global navigasyon uydu sistemi “GLONASS” ı hayata geçirmiştir. Avrupa ise “GALİLEO” uydu sistemini tamamlamak için çalışmalara devam etmektedir” [73]. Uydu temelli teknolojinin bir diğer çalışma sahası olan “Uzaktan Algılama” ve “Coğrafi Bilgi Sistemleri” nin entegrasyonu ile oluşan bir teknolojiye vardır. Bu teknolojinin ekseriyetle kullanıldığı alanları sıralayacak olursak; iklim bilimi, çevre bilimi, su bilimi, jeoloji, harita bilimi, madencilik, tarım ve ormancılık, yerleşim planlama, askeri planlama, doğal afet risk ve etkileri sayılabilir. Haritacılıkta uydu temelli algılama sistemleri topografik harita oluşturma ve yeryüzü hareketlerinin izlenmesi gibi alanlarda etkin olarak kullanılmaktadır. Hidrolojide ise yeryüzü su kaynaklarının

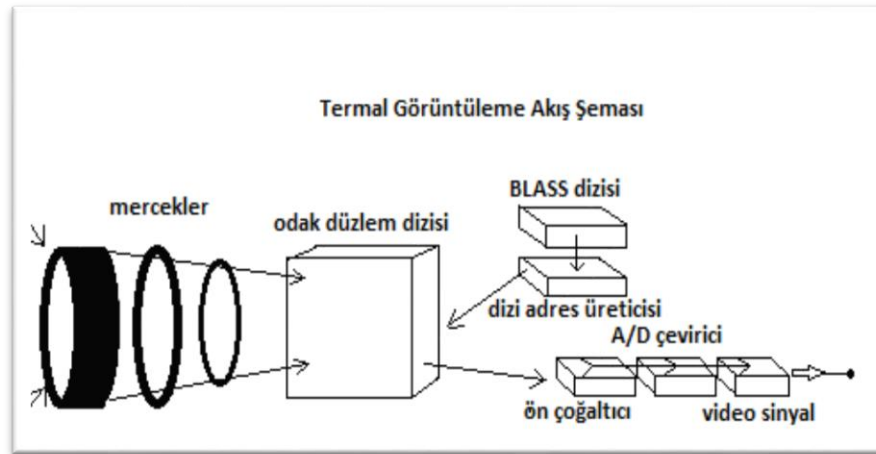
tespit ve takibi ile su kaynaklarının efektif olarak değerlendirilmesi, su ile alakalı tsunami, taşkın, sel gibi afet risklerinin belirlenip gerçek zamanlı olarak takip edilmesi ve erken uyarı sistemlerinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Sönmez ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemi kullanılarak, çalışmaya konu olan bölge arazilerinin toprak özellikleri ve kullanım tarzları belirlenmiştir [74]. İnsanlık için hayati önem taşıyan tarım ve ormancılık alanında ise tarım yapılan ve tarım yapılabilecek arazilerin tespit ve takibi yapılmaktadır. Ayrıca ürün verimliliği tespiti ile tarım arazilerinin gerçek zamanlı ürün takibi ve ürün bakımı yapılmaktadır.

Ülkemizde uydu temelli algılama sistemleri kullanılarak tarım alanında gerekli çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Uydu temelli algılama sistemleri orman rezervlerinin izlenmesinde ve ormanların korunup kollanmasında, yeni orman sahaları üretilmesinde kullanılmaktadır. Uydu temelli algılama sistemleri kullanılarak doğal afet risk ve etkileri takip edilmektedir. Takibi sağlanan bu doğal afetler ise sıra dışı hava hareketleri, sıra dışı yağış hareketleri, depremler, tsunamiler ve orman yangınları olarak sıralanabilir. İklim bilimi ise uydu temelli algılama sistemlerini hava hareketleri, yağış hareketleri, sıcaklık takibi, kuraklık takibi gibi klimatolojik olayların tespit ve takibinde kullanmaktadır [75].

### **3.2.4. Termal algılama sistemleri**

Termal algılama; termal video, kızılötesi termografi ve termal görüntüleme kızılötesi görüntülemeye verilebilecek örneklerdir. “Kızılötesi termografi ışınımı ve bununla ilişkili olarak yüzey sıcaklığını algılamak ve ölçmek üzere, elektronik optik cihazlar kullanma bilimidir” [76]. Faundez ve arkadaşları ise iki tip termal kamera olduğunu belirtmişler ve bu iki tip termal kameranın farkının sensör yapılarından dolayı olduğundan bahsetmişlerdir [77]. Termografik kameralar ekseriyetle elektromanyetik spektrumun uzun kızılötesi dalga aralığında yaklaşık 9,000 ile 14,000 nanometre aralığında radyasyon algırlarlar. Algıladıkları bu radyasyonun “termogram” adı verilen görüntülerini Şekil 3.11.’deki iş sıralaması ile üretirler. “Bir maddenin sıcaklığı eğer mutlak sıfırın üzerinde ise bu madde mutlaka kızılötesi radyasyon

üretir.” Termal kamera ile bakıldığında sıcak olan tüm maddeler yaydıkları bu sıcaklık sonucu üretilen radyasyonun şeklini verirler. Termal kameranın algıladığı kızılötesi radyasyon cismin yaydığı sıcaklık oranında artar ve ekranda bir şekil olarak görünür. Kosikowski ve arkadaşlarının çalışmasında; katı cisimlerin ışıyım özelliklerinin frekansları ve süreleri arasındaki farkların o cismin termal görüntülerini oluşturdukları belirtilmiştir [78]. Dolayısı ile termal kameraların görüntü alabilmesi için gün ışığına yada herhangi bir ışık kaynağına ihtiyaçları yoktur, ışısız ortamlardada çok kolaylıkla görüntü üretebilirler ve ürettikleri bu görüntüleri genellikle düşük çözünürlüklü JPG formatında kayıt ederler. Daha anlaşılabilir olması açısından termal görüntüleme cihazları İnsan gözü ile aynı sistematikte çalışırlar.



Şekil 3.11. Termal görüntüleme akış şeması.

Termal görüntüleme cihazları çok küçük bağıl sıcaklıkları ölçerler. Gözle görülemeyen ısı emisyonlarını bir vizör veya monitörden görülen net, görünür görüntülere dönüştürürler. Fakat termal görüntüleme cihazları duvarlardan, camdan veya diğer katı nesnelere ardından işlem yapamazlar, ancak bir nesnenin yüzeyine aktarılan ısıyı algılayabilirler, görünür ışıktan daha uzun ancak 1 mm'den kısa dalga boylarında çalışırlar. Elektromanyetik tayf şu dalga boyu aralıklarına bölünmüştür; yakın kızılötesi (NIR), 0,75  $\mu\text{m}$  - 1,4  $\mu\text{m}$ , kısa dalga kızılötesi (SWIR), 1,4  $\mu\text{m}$  - 3  $\mu\text{m}$ , orta dalga kızılötesi (MWIR), 3  $\mu\text{m}$  - 5  $\mu\text{m}$ , uzun dalga kızılötesi (LWIR), 8  $\mu\text{m}$  ila 12  $\mu\text{m}$ , çok uzun dalga kızılötesi (VLWIR), 12  $\mu\text{m}$  - 25  $\mu\text{m}$ , uzak dalga kızılötesi (FWIR), 25  $\mu\text{m}$  ila 1 mm. Termal görüntüleme cihazlarının çalışma şekli şöyle ifade edilebilir;



Özel bir mercek, görüntülenen tüm nesnelere yaydığı kızılötesi ışığa odaklanır. Odaklanmış ışık, elektrik darbeleri yaratan kızılötesi dedektör elemanları tarafından taranır, darbeler, bilgiyi elemanlardan gelen (gösterime) veriye çeviren bir sinyal işleme ünitesine gönderilir. Sinyal işleme ünitesi, bilgileri infrared salınımının yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli renklerde görüldüğü ekrana gönderir.

Tarihte termal görüntüleme cihazlarının gelişimine bakacak olursak; İlk kızılötesi tarayıcıyı ABD ordusu 1947 yılında geliştirmiştir. Bu ilk termal görüntüleme cihazının ilk termal resmi üretmesi yaklaşık 60 dakika sürmüştür. 1966 yılında İlk ticari termal görüntüleme cihazı üretilmiştir. 1990 lı yıllarda yüksek çözünürlüklü, soğutmasız odak düzlemi dizileri piyasaya tanıtıldı ve termal görüntüleme cihazları uygun fiyatlarla piyasaya sunuldu. Geçen zaman içinde geliştirilen termal görüntüleyiciler dedektörler açısından incelendiğinde ilk kuşak kameralar bir veya birkaç elemanlı dedektörler içermektedir. Bu kameralarda İki boyutlu bir görüntü oluşturmak için genellikle iki boyutlu bir mekanik tarayıcı kullanılmıştır. İkinci kuşak kameralarda genellikle 64 elemanlı dedektörler kullanıldı. Bu termal kameralar hala tarama gerektirmekle beraber tek yönde ve karmaşık elektronik sinyal gürültü oranına sahiptirler. Üçüncü kuşak kameralarda birkaç element kolonu içeren iki boyutlu diziler kullanıldı. Bu termal kameralar hala bir yönde tarama işlemi yapar ve sinyal-gürültü oranını iyileştirmek için tarama yönünde sinyalin zaman gecikmeli entegrasyonunu (TDI) gerçekleştirir. Dördüncü kuşak kameralarsa, iki boyutlu dizi dedektörleri içerirler. İki boyutlu resim elde etmek için herhangi bir tarama mekanizması gerektirmezler. Günümüzün nesil termal kameraları iki boyutludur. İki boyutlu dizi dedektörleri (160 x 120, 320 x 240, 640 x 480) herhangi bir tarama mekanizması gerektirmeyen iki boyutlu resmin elde edilmesini sağlar. Bunlara kızılötesi odak düzlemi dizileri (infrared focal plane arrays: FPA) denir.

Termal görüntüleyici uygulamaları hayatın her alanında kullanılmaktadır. Gözetim, yangın algılama, araştırma ve geliştirme çalışmaları, Üretim proses kontrolü, diagnostic öngörücü bakım, tahribatsız test, enerji denetimleri, izolasyon, tıp bu alanlara örnek olarak sıralanabilir. Termal görüntüleme sistemlerinin gelecekte dahada geliştirileceği aşikardır. Kriyojenik soğutmaya ihtiyaç duymayan FPA lar tam bir

devrim niteliğinde olacaktır. Dedektör performansı alanında gelişmiş elektronik, azaltılmış gürültü eşdeğeri ve sıcaklık farkı oluşturacaktır. Daha büyük dizileri (640 x 480, 1024 x 1024) kullanabilmek, daha küçük yapılı, daha az enerji kullanan daha hafif kameraların üretilmesine izin verecektir.

## **BÖLÜM 4. MATERYAL VE YÖNTEM**

Çalışma sahamız olan Poyrazlar gölü tabiat parkı ormanlık alan ile çevrilidir. Tabiat parkını çevreleyen ormanlık alan yaklaşık 25,52 km<sup>2</sup> sahayı kaplamaktadır. Bu 25,52 km<sup>2</sup> ormanlık alan tarafımızdan yangın riski açısından bölümlendirilerek derecelendirilmiştir. Bu derecelendirme neticesinde yangına hassas ikinci öncelikli alan 8,92 km<sup>2</sup> olarak değerlendirilmiştir. Poyrazlar gölü tabiat parkını çevreleyen ormanlık alanın yangına hassas birinci öncelikli ormanlık alanı ise 2,17 km<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Ormanlık alanın yangına hassas olma durumu ise, tabiat parkını ziyarete gelen insanların ormanlık alan ile en çok temasta olduğu bölge ve bu bölgeye yakın diğer bölgeler olarak yangın tehlikesine açık olma durumu bakımından sıralanmıştır. Poyrazlar gölü tabiat parkı ormanlık alanının yangın tehlikesinden korunması birkaç yöntemle sağlanabilir.

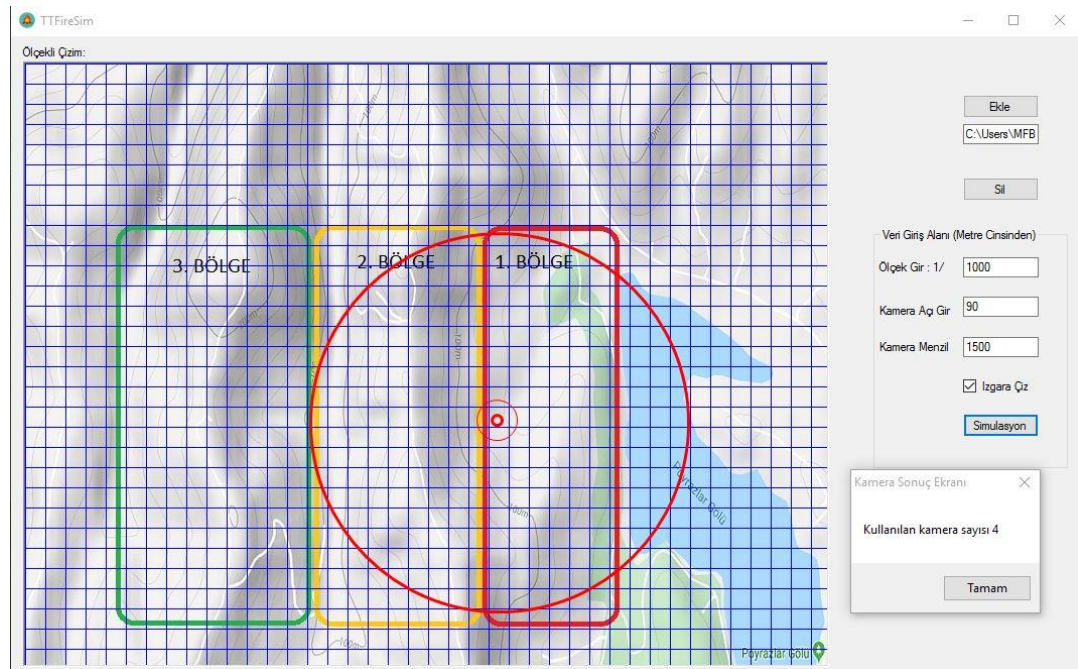
1. İnsan, personel istihdam edilip görevlendirilerek.
2. Uydu, Uydu tabanlı CBS teknikleri kullanılarak.
3. Kullanıma kapatma, insan trafiğine kapatarak.
4. Kamera, termal kamera konumlandırarak.

### **4.1. Kamera**

Bu çalışmada Google earth üzerinden alınıp Sketchup öğrenci deneme sürümünü üzerinde işlenmiş Poyrazlar gölü haritası kullandık. Bahse konu bölge haritasını Sketchup uygulamasında grid görüntülerine çevirdik ve bölgede çevreyi en rahat görebilen en yüksek hakim noktaları tespit ettik. Çalışma neticesinde yangına hassas ikinci bölgede 230 m yükseklikte konumlandırma noktası bulduk. Yine aynı çalışma neticesinde yangına hassas birinci bölgede 180 m yükseklikte konumlandırma noktası tespit ettik. Olası bir orman yangınının birinci bölgede başlayıp ikinci bölgeye sirayet

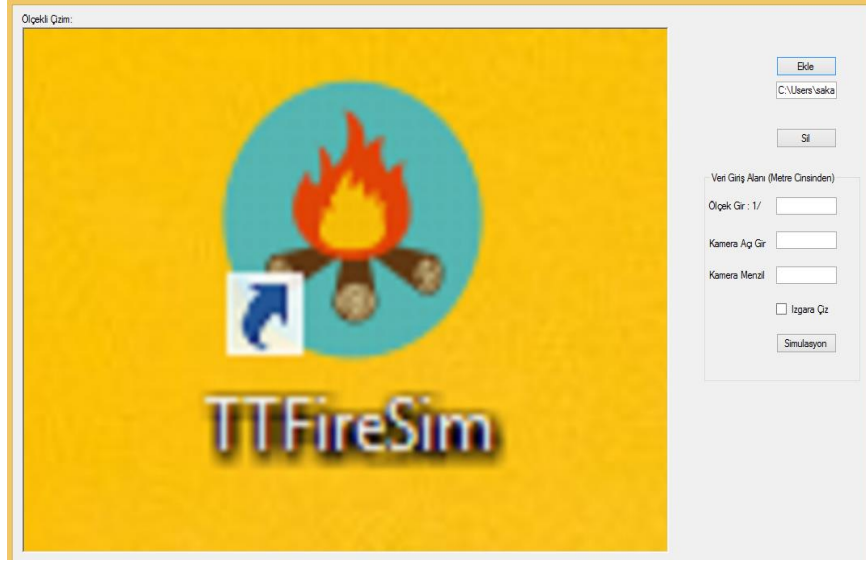
edeceği ve devamında tüm bölgeyi etisi altına alacağı kuvvetle ihtimaldir. Dolayısı ile yangına hassas birinci bölgenin kontrol altına alınması geriye kalan ormanlık alandaki yangın riskini oldukça azaltacaktır.

Simülasyon programımızda, yangına hassas birinci bölgede tespit ettiğimiz 180 m yükseklikteki hakim noktaya 1500 m menzilli A marka sabit termal kamerayı konumlandırdık. 90° lens açılı ve 1500 m menzilli A marka termal kamera ile yangına hassas birinci ve ikinci bölgenin tamamının kontrol altına alınabildiğini tespit ettik. Söz konusu simülasyon işlemi ile hakim noktadan yangın gözetleme işi için 90° lens açılı, 1500 m algılama menziline sahip 4 adet A marka termal kamera gerektiğini ve bu kameraların gözetleme yetisinin kapsadığı alanın Şekil 4.1.'deki görselini elde ettik.



Şekil 4.1. Hedef bölgede 1500 m menzilli 90° lens açılı kamera simülasyonu.

Çalışmada kullanılan Simülasyon yazılımı ise Windows 10 ortamında Visual Stüdyo 2017 öğrenci versiyonu ile C# kodlama dilinde yazılmıştır.



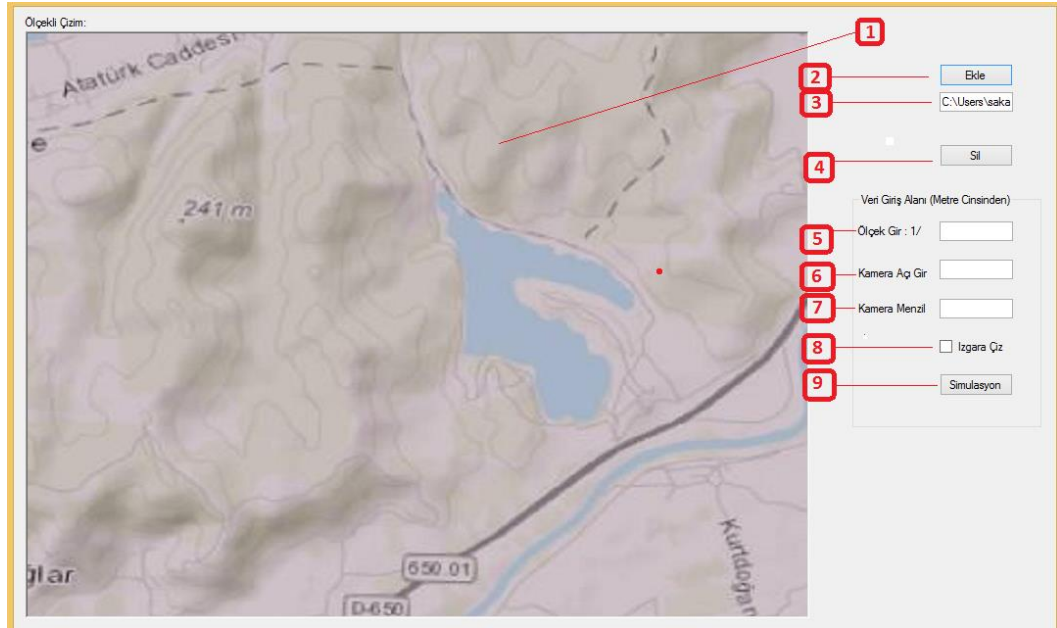
Şekil 4.2. Simülâtör Ana Ekran görüntüsü.

Şekil 4.2.'de açılış ekranı görülen bu simülasyon, Windows 10 ortamında Visual Stüdyo 2017 öğrenci versiyonu ile C# kodlama dilinde yazılmıştır. Simülâtör, hedef arazinin orman yangını tehlikesine karşı kontrol altına alınabilmesi için termal kameraların arazide konumlandırılması gereken noktaları ve ihtiyaç duyulacak termal kamera sayısını ve / veya kullanılması planlanan termal kameraların hedef arazide kapsama alanlarının göreceli mukayesesini yaparak maximum fiyat fayda veriminin elde edilmesine yardımcı olmak amacını taşımaktadır. Simülâtörün oluşturulduğu Visual Stüdyo 2017 nin yüklenip çalıştırılabileceği sistemler ise;

- Windows 10 sürüm 1507 veya üzeri: Home, Professional, Education ve Enterprise.
- Windows Sever 2016. (Standart ve Datacenter)
- Windows 8. 1; Core, Pofessional, Enterprise.
- Windows Server 2012 R2: Essentials, Standart, Datacenter.
- Windows 7 SP1: Home Premium, Professional, Enterprise, Ultimate.

Donanım: 1,8 GHz veya daha hızlı işlemciler. Çift çekirdekli veya daha üst versiyonlar tavsiye edilmekte. 2 GB RAM yada 4 GB RAM tavsiye edilmekte. ( sanal makinada çalıştırılacaksa en az 2,5 GB RAM gerekmekte) Sabit disk alanı ihtiyacı ise yüklenecek olan özelliklere istinaden 130 GB'a kadar kullanılabilir alan, standart

yüklemeler için 20 ila 50 GB boş alan gerekmektedir. Sabit disk hızı performansı arttırmak için Windows ve Visual Studio nun SSD katı hal sürücüsüne yüklenmesi gerekmektedir. En az 720 p (1280x720) ekran çözünürlüğü destekleyen ekran kartı, Visual Studio WXGA (1366x768) ve daha yüksek çözünürlükte en verimli şekilde çalışmaktadır.

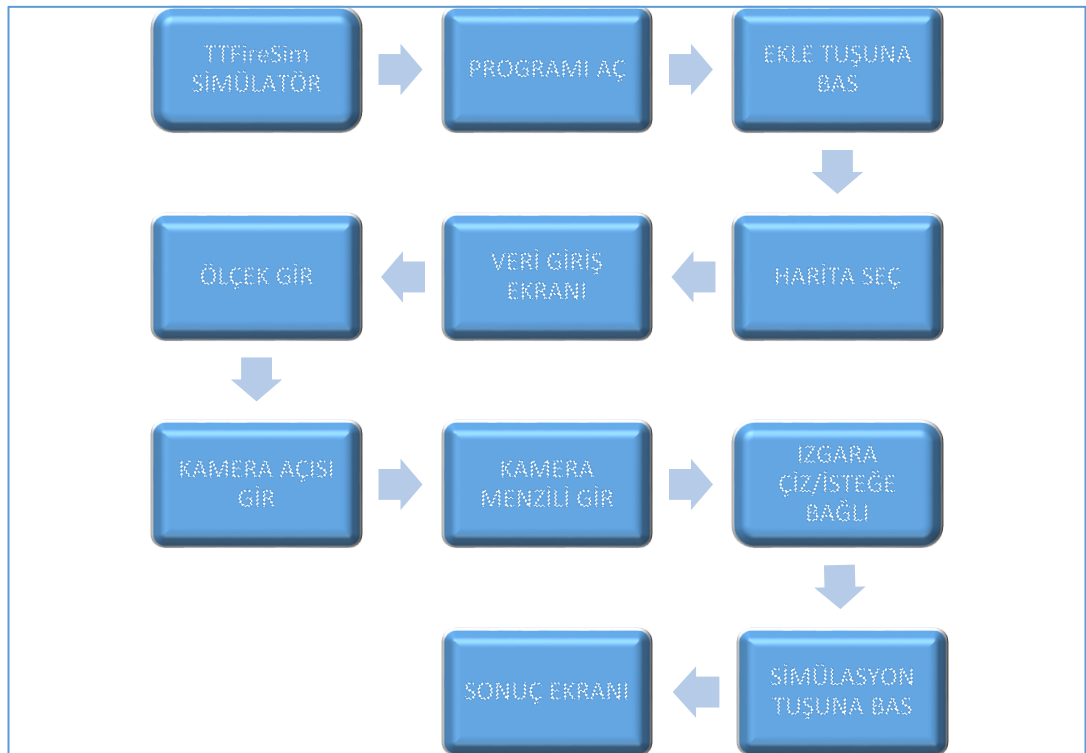


Şekil 4.3. TTFireSim veri giriş ekranı görüntüsü.

Şekil 4.3.'de TTFireSim termal kamera konumlandırma simülatörü veri giriş arayüzü görülmektedir. Şekildeki ekranda numaralandırılmış buton ve veri giriş kutucukları sırası ile:

1. Harita ekranı, simülatör'de işlem yapılacak olan haritanın program arayüzüne aktarıldığı ekrandır.
2. Ekle butonu aktif edildiğinde bilgisayarda yer alan haritanın seçimini sağlamaktadır.
3. Seçilen haritanın bilgisayarda bulunduğu konumu gösteren Textbox'tır.
4. Ekranı çağırılan haritanın değiştirilmesi/ silinmesini sağlayan butondur.
5. Programa aktarılan görüntünün ölçeklendirilmesini sağlayacak verinin girileceği Textbox'tır.

6. Ekranla aktarılan harita ve ölçeklendirme yapıldıktan sonra kullanılması planlanan kameranın görüş açısı değerinin girileceği Textbox'tır.
7. Görüş açısının seçildiği termal kameranın algılama menzilinin girileceği Textbox'tır.
8. Program ekranına aktarılan haritaya grid çizme (ölçeklendirme) komutunun verilmesi istendiğinde işaretlenecek Checkbox'tır.
9. Programın çalışması için gerekli bilgiler girildikten sonra simüle işleminin gerçekleşmesi için kullanılacak olan butondur.

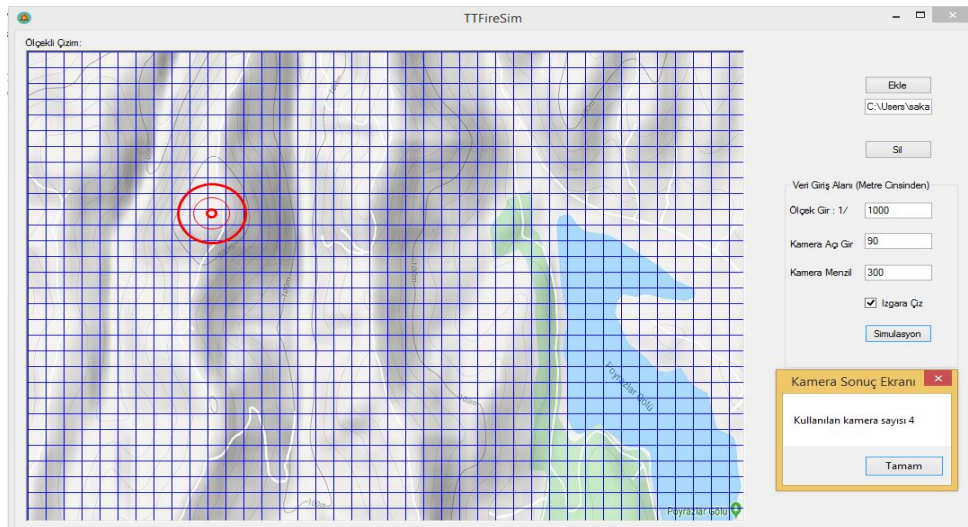


Şekil 4.4. Simülasyon iş akış şeması.

Şekil 4.4.'de TTFireSim termal kamera konumlandırma simülatörünün iş akış şeması verilmiştir. İlk adım olarak simülatör programı aktif edilir. Açılan veri giriş ekranındaki “ekle” butonu vasıtası ile çalışma yapılması düşünölen haritanın bulunduğu konuma gidilir ve istenilen harita işaretlendir, “aç” butonuna basılarak seçilen harita simülatör ekranına çağırılır. Geliştirme çalışmalarımızın içinde olan “ölçek gir” kutucuğuna, çağırılan haritanın olması istenilen ölçek değeri girilir. Veri ekranındaki “kamera açısı gir” kutucuğuna ise kullanılması planlanan termal

kameranın görüş açısı değeri girilir. “Kamera menzili gir” kutucuğuna ise kullanılması planlanan termal kameranın algılama mesafesi metre cinsinden girilir. Veri ekranındaki “ızgara çiz” butonu ise isteğe bağlı olarak kullanılabilir. “Kamera menzili gir” kutucuğuna metre cinsinden girilen değer neticesinde, simülatör harita üzerinde belirlenen bir nokta merkezli, girilen metre cinsinden yarı çaplı “algı kapsama” daresi çizecektir. “Izgara çiz” kutucuğu ise isteğe bağlı olarak işaretlenebilir. “Izgara çiz” kutucuğu işaretlendiği takdirde program harita üzerine bir ızgara çizecektir. Çizilen bu ızgara çizgileri harita üzerinde mesafe okumayı sağlayacaktır. Veri giriş arayüzüne tüm veriler girildikten sonra “simülasyon” butonuna basıldığında, girilen harita ve verilerle elde edilen simülasyon ekranda görünecektir. Programda yeni bir simülasyon işlemi yapmak için “sil” butonuna basılarak ekran boşaltılır ve program çalıştırma adımları tekrar edilir.

Simülasyon programı, 300 m, 500 m, 700 m, 1000 m, 1500 m, 2000 m, 2500 m algılama menziline sahip termal kameraların alandaki kapsama alanlarını simüle edebilmekte ve kullanılacak kameranın lens açısı ° cinsinden veri olarak girildiğinde istenilen derece (°) aralığında gözetim yapabilmek için ihtiyaç duyulan kamera sayısını hesaplamaktadır.

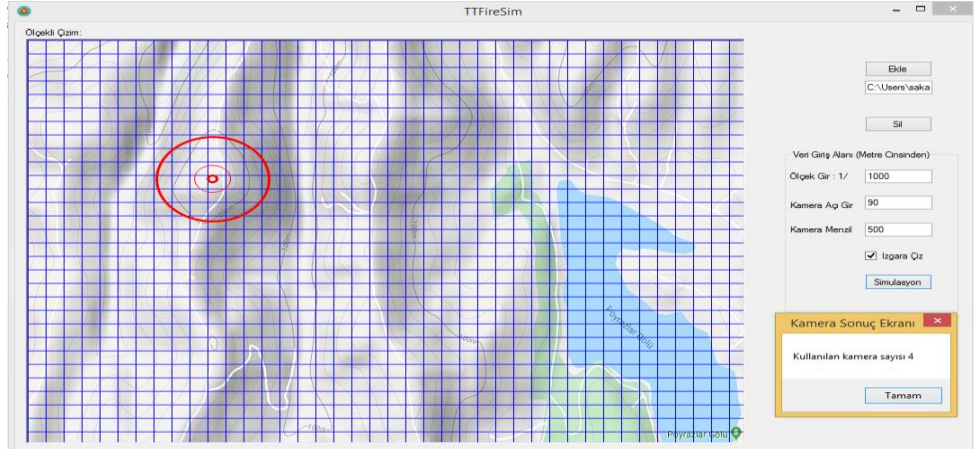


Şekil 4.5. 300 mt. Simülasyon

300 metre yarı çaplı kamera kullanımının görsel şekillendirilmesi yukarıdaki Şekil 4.5.'de paylaşılmıştır. Simülasyonun yapılabilmesi için poyrazlar göölünün ölçekli

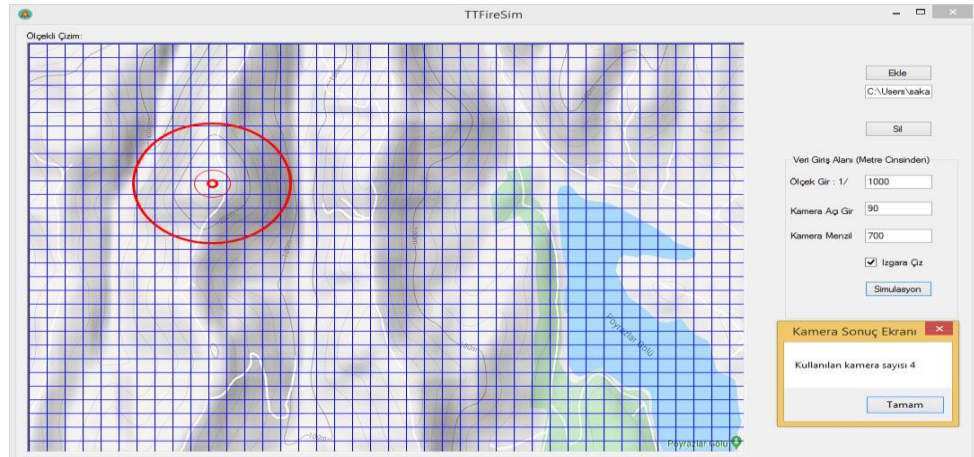


haritası ekle tuşu kullanılarak program içerisine dahil edilir. Kullanıcı tarafından uygun olan bölgeler işaretlenir. Simülasyon butonuna basılarak kullanılması gereken kamera adet sayısı belirlenir.



Şekil 4.6. 500 mt. simülasyon

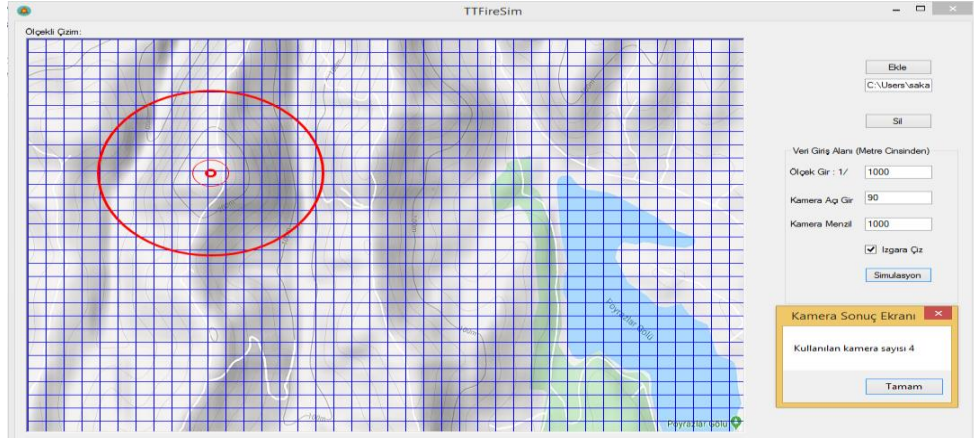
500 metre yarı çaplı kamera kullanımının görsel şekillendirilmesi yukarıdaki Şekil 4.6.'da paylaşılmıştır. Simülasyonun yapılabilmesi için poyrazlar gölünün ölçekli haritası ekle tuşu kullanılarak program içerisine dahil edilir. Kullanıcı tarafından uygun olan bölgeler işaretlenir. Simüle et butonuna basılarak kullanılması gereken kamera adet sayısı belirlenir.



Şekil 4.7. 700 mt. Simülasyonu.

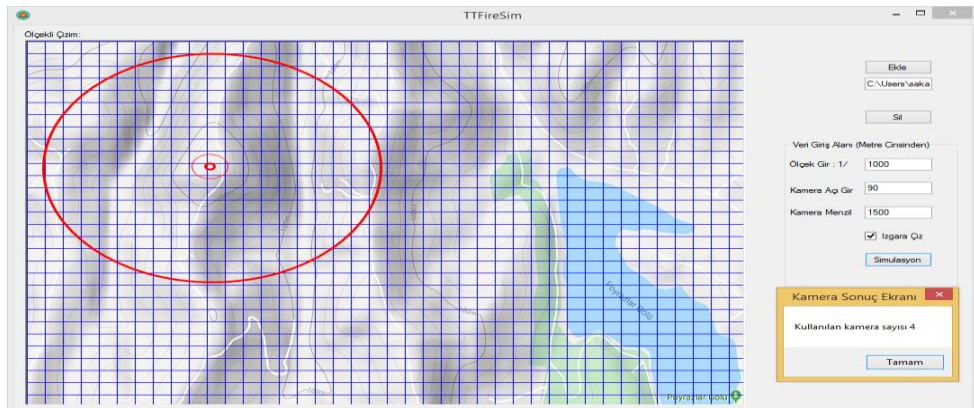
700 metre yarı çaplı kamera kullanımının görsel şekillendirilmesi yukarıdaki Şekil 4.7'de paylaşılmıştır. Simülasyonun yapılabilmesi için poyrazlar gölünün ölçekli

haritası ekle tuşu kullanılarak program içerisine dahil edilir. Kullanıcı tarafından uygun olan bölgeler işaretlenir. Simülasyon butonuna basılarak kullanılması gereken kamera adet sayısı belirlenir.



Şekil 4.8. 1000 mt. Simülasyonu.

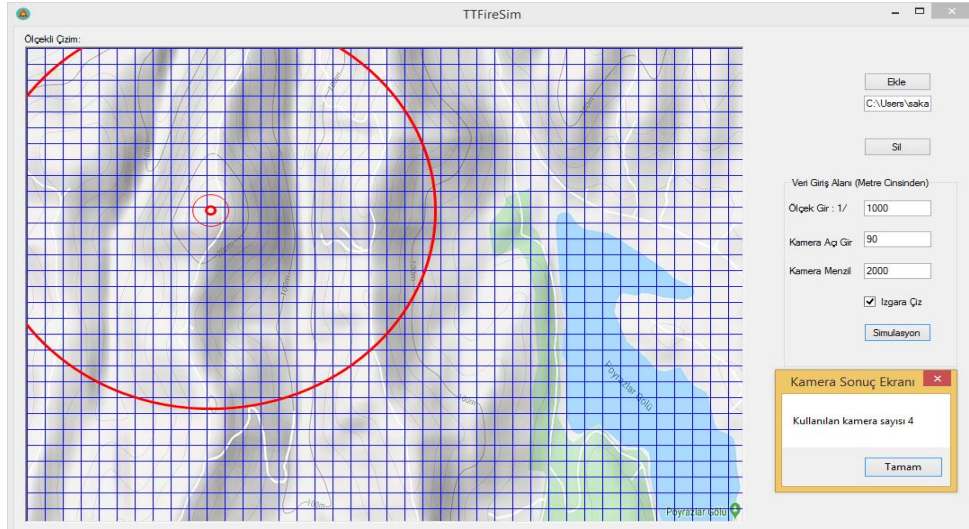
1000 metre yarı çaplı kamera kullanımının görsel şekillendirilmesi yukarıdaki Şekil 4.8.'de paylaşılmıştır. Simülasyonun yapılabilmesi için poyrazlar gölünün ölçekli haritası ekle tuşu kullanılarak program içerisine dahil edilir. Kullanıcı tarafından uygun olan bölgeler işaretlenir. Simüle et tuşuna basılarak kullanılması gereken kamera adet sayısı belirlenir.



Şekil 4.9. 1500 mt. Simülasyonu.

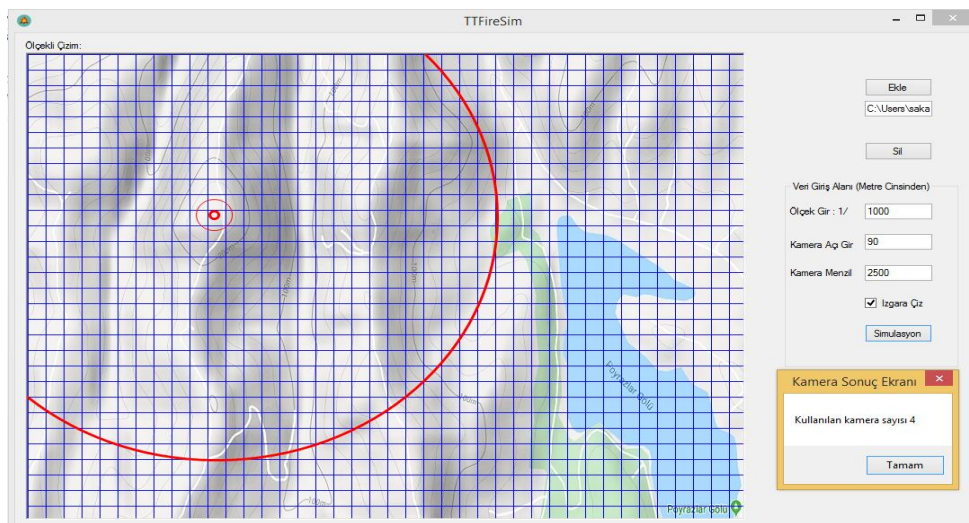
1500 metre yarı çaplı kamera kullanımının görsel şekillendirilmesi yukarıdaki Şekil 4.9.'da paylaşılmıştır. Simülasyonun yapılabilmesi için poyrazlar gölünün ölçekli haritası ekle tuşu kullanılarak program içerisine dahil edilir. Kullanıcı tarafından

uygun olan bölgeler işaretlenir. Simülasyon butonuna basılarak kullanılması gereken kamera adet sayısı belirlenir.



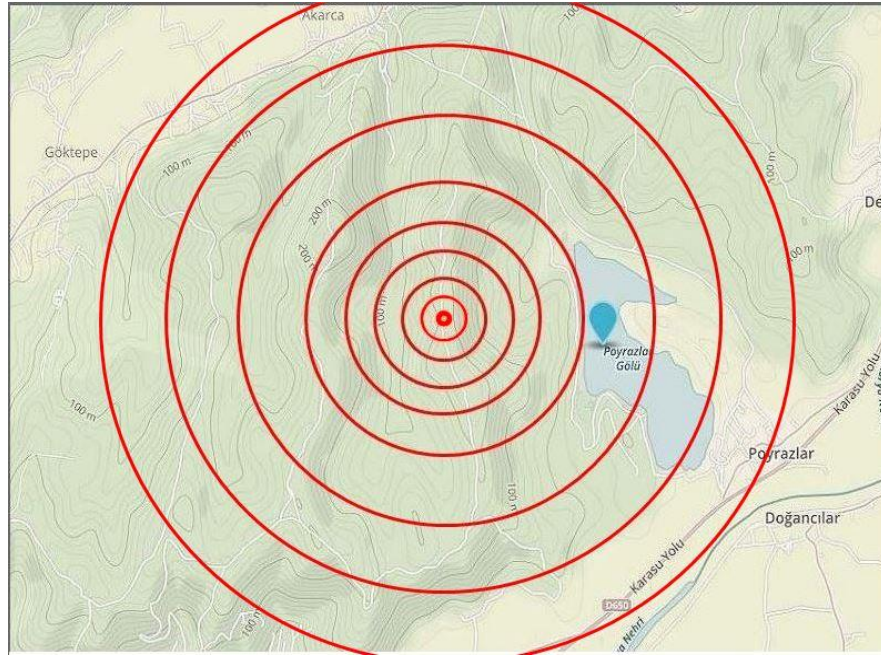
Şekil 4.10. 2000 mt. Simülasyonu.

2000 metre yarı çaplı kamera kullanımının görsel şekillendirilmesi yukarıdaki Şekil 4.10.'da paylaşılmıştır. Simülasyonun yapılabilmesi için poyrazlar gölünün ölçekli haritası ekle tuşu kullanılarak program içerisine dahil edilir. Kullanıcı tarafından uygun olan bölgeler işaretlenir. Simüle et butonuna basılarak kullanılması gereken kamera adet sayısı belirlenir.



Şekil 4.11. 2500 mt. Simülasyonu.

2500 metre yarı çaplı kamera kullanımının görsel şekillendirilmesi yukarıdaki Şekil 4.11.'de paylaşılmıştır. Simülasyonun yapılabilmesi için poyrazlar gölünün ölçekli haritası ekle tuşu kullanılarak program içerisine dahil edilir. Kullanıcı tarafından uygun olan bölgeler işaretlenir. Simülasyon butonuna basılarak kullanılması gereken adet sayısı belirlenir.



Şekil 4.12. Çeşitli algılama menzilli kameraların simülasyonda gösterimi.

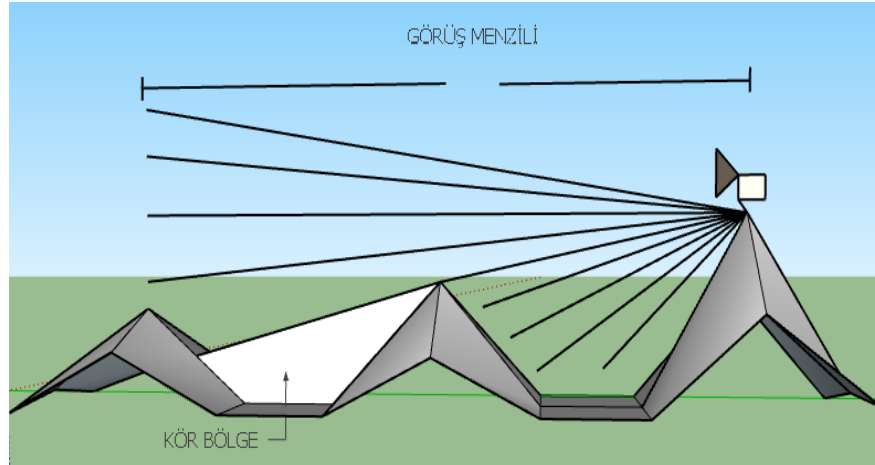
Şekil 4.12.'de simülasyon programımızın menzil seçenekleri olan 300m, 500m, 700m, 1000m, 1500m, 2000m, 2500m'lik yarı çaplardaki kapsama alanlı kameraların konumlandırma noktasından arazide gözetleme yapabildikleri alanlar harita üzerinde uygulanmış ve sonuç görüntüsü alınmıştır.

## **BÖLÜM 5. BULGULAR VE ANALİZ**

Bu simülasyon çalışması, Sakarya ili sınırları içinde olan Poyrazlar gölü tabiat parkı ormanlık alanı için yapılmıştır.

Poyrazlar gölü tabiat parkı, Sakarya ili merkez Adapazarı ilçesi sınırları içinde, 40° 50'Kuzey, 30° 27'Doğu koordinatlarında yer almaktadır. Yüzey alanı 0,6 km<sup>2</sup>, deniz seviyesinden yüksekliği 26 m dir. Yakın çevresindeki en yüksek nokta 230 m'dir. Küçük boyutlu bir göldür. 38,0 Ha alana sahip B tipi mesire yeri iken 2011 tarihinde tabiat parkı olarak tescil edilmiş, park sahası sınırları bakanlık onayı ile 2012 yılında 231,0 Ha'a genişletilmiştir. 2018 yılı verileri ile Sakarya ili nüfusu 1.010.700 kişi olmuştur. Halk tarafından yoğun olarak piknik yapmak için kullanılmaktadır, Göl çevresi ağırlıklı olarak meşe ve çam ağaçlarından oluşan ormanlık alanla kaplı olduğundan piknik esnasında yakılan ateşler sebebiyle yangın riski taşımaktadır.

Çalışmanın hedefi olan görülebilirlik, gözetleyici olarak bulunulan noktadan çıplak göz, dürbün, kamera, uydu ya da sensörler ile çevrede olan olayların tespit edilebilmesi kabiliyetidir. Görülebilirlik, olmakta olan ya da olması muhtemel istenmeyen durumların tespit edilip önlem alınması veyahut en kısa sürede müdahale edilebilmesi açısından hayati önem taşır. Herhangi bir ova'da bir gözetleme kulesinden o anki meteorolojik şartlara bağlı olarak değişsede çok geniş alanlar gözetlenebilir. Engebeli bir arazide ise gözetlenebilecek alan, bulunulan engebe ile bir sonraki engebe arasındaki mesafe ile sınırlıdır. Aşağıdaki Şekil 5.1.'de gözlem alanı dışında kalan kör bölgenin gösterimi yapılmıştır.



Şekil 5.1. Kör bölgenin gösterimi.

Engelibeli bir alanda maksimum sahayı gözetleyebilmek için sahaya kaç tane ve sahada hangi noktalara gözetleyici konulacağıın tespiti çok önem taşımaktadır. Alanda gözetleyicilerin konumlandırılması gereken noktaların tespitinde çeşitli yöntem ve araçlar kullanılmaktadır.

Orman yangınlarının gözetimi için kullanılan yangın gözetleme kulelerinin kurulum yerlerinin tespitinde topografik haritalardan profil çıkarma (kesit alma) yada CBS ve uydular kullanılarak sayısal yükseklik modeli ve bilgisayar yazılımları ile görünürlük analizi tekniği kullanılabilir.

Topografik haritalardan kesit alma ile yangın gözetleme kulesi yeri tespit edildikten sonra söz konusu noktayı gidip arazide yerinde tekrar kontrol etme gerekliliği vardır. Ülkemizde yangın kulelerinin yerleri geçmişten beri çoğunlukla kesit alma tekniği ile belirlenmiştir. Günümüzde kesit alma tekniği ile yeri belirlenmiş bazı yangın gözetleme kulelerinin yerleri uydu tabanlı CBS yazılımları ile kontrol edildiğinde hatalı yer seçimleri yapılabildiği tespit edilmiş ve bazı kulelerin yerleri değiştirilmiştir.

Uydu tabanlı CBS sistemleri en yeni teknoloji olması yanında maliyetlerinin çok yüksek olduğu gerçeği vardır. Böyle bir sistemin bileşenlerinin ana başlığı olan bir uydunun üretim, yörüngeye fırlatım, bakım ve işletim maliyetleri elbette çok yüksektir.



## **BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bu çalışmada yangın gözetleme kulesi ve orman yangını erken algılamada kullanılacak termal kameraların konumlandırılması gereken en uygun yerlerin tespiti için kullanılan tekniklere en az maliyetle yeni bir alternatif üretme çalışmasının ilk adımlarını atmaya çalıştık. Bizim tekniğimiz, mevcut tekniklerin sağladığı konumlandırma işine ilaveten kullanılması gereken kameraların yeterlilik kriterlerini de belirlemektedir.

Yapılan çalışmada herhangi bir kaynaktan edinilebilecek topografik harita üzerinde termal kameraların konumlandırılması gereken noktaları, kaç tane termal kamera ile istenilen bölgenin gözetlenebileceğini, bu kameraların görüş menzilinün kaç metre olması gerektiğini, bu kameraların lens açısı yeterliliğinin ne olması gerektiğinin tespit edilmesi ile en uygun yere en uygun cihazların konumlandırılması yapılmıştır. Gözetleme noktası seçiminin önemi ve termal kamera fiyatlarının yüksek oluşu göz önüne alındığında bu tespit işinin değeri bir kat daha artmaktadır. Bir orman yangınının ülke ekonomisi ve ekolojisine verecek olduğu zararlar düşünüldüğünde yapılan işin kıymeti daha net anlaşılmaktadır. Yangın gözetleme kuleleri ve bu kulelerde görevli personel istihdamı ile gözetleme ve uydu tabanlı gözetleme seçenekleri karşısında yangını erken algılamada alınabilecek önlemlerin maliyetleri içinde en makul olanının termal kamera ile gözetleme olduğunu söyleyebiliriz.

Gözetlenmesi hedeflenen sahada tek kamera ile gözetleme işini yapmanın sakıncaları vardır. Olması muhtemel bir arıza durumunda, sabotaj durumunda, enerji kesilmesi durumunda yada kış mevsimi gibi konumlandırma bölgesine ulaşımın zor olduğu durumlarda gözetlemenin devam edebilmesi için yedek kameralı çalışma planlaması yapılması uygun olabilir.



Simulatör programımız ise temel seviyede tasarlanmış olup ilave özellikler eklenerek geliştirilebilir. Simulatörün geliştirilebilecek yönleri ise şöyle sıralanabilir; Simulatör iki boyutludur üç boyutluya geliştirilebilir, simulatöre haritalar kayıtlı bir dosyadan seçilmektedir, internet vasıtası ile online haritalardan resim alınabilecek seviyeye getirilebilir. Harita ölçeklendirme seçeneği geliştirilme aşamasındadır, bitince simulatörde aktif edilebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Murphy, B.P., Yocom, L.L., Belmont, P., Beyond the 1984 perspective: Narrow focus on modern wildfire trends underestimates future risks to water security. *Earth's Future.*, 6: 1495, 2018.
- [2] Şeşen, E., Çevre Eğitiminde Kamusal Halkla İlişkiler ve STK'lar ile İşbirliği, *Selçuk İletişim*, 9(1):430-431, 2015.
- [3] Agrawal, S., Monroe, M. C., Using and improving social capital to increase community preparedness for wildfire. In: McCaffrey, SM, tech. ed. *The public and wildland fire management: social science findings for managers*. Gen. Tech. Rep. NRS-1. Newtown Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 163-167, 2006.
- [4] Gür, K., İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin çevre bilinci kazanım düzeylerinin belirlenmesi. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [5] Fleming, J., ve Robertson, R. G., *Fire Management Tech Tips: The Osborne Fire Finder*. Technical Report 0351 1311-SDTDC, USDA Forest Service, 2003.
- [6] Othman, M.F., Shazali, K., *International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors*, 2012.
- [7] Vicente, J., Guillemant, P., *International Journal of Thermal Sciences* 41, 1113–1120, 2002.
- [8] Fuller, D.O., *Progress in Physical Geography* 24(4): 543–561, 2000.
- [9] Watts, A.C., Ambrosia, V. G., Hinkley, E.A., *Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use*. *Remote Sensing.*, 4(6): 1671-1692, 2012.
- [10] Merino, L., Caballero, F., Dios, J.R.M., Maza, I., Ollero, A., *An unmanned aircraft system for automatic forest fire monitoring and measurement*. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 65 (1-4): 533-548, 2012.
- [11] Türkiye Orman Varlığı 2015, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 13-14, 2015.

- [12] Türkiye Orman Varlığı 2015, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 24-25, 2015.
- [13] Küçükosmanoğlu, M.A., Ayberk, H., Küçükosmanoğlu, A., İstanbul Orman Bölge Müdürlüğünde orman yangınlarına karşı alınan koruma ve savaş uygulamalarının irdelenmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 65 (1): 41-52, 2015.
- [14] Çolak, S., Çolakoğlu, G., As, N., Ağaç Malzemenin Yanması ve Yangında Diğer Yapı Elemanlarıyla Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 52, 1, 2002.
- [15] Meteoğlu, M., Çeşitli Biyokütle Numunelerinin Yanma Özelliklerinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [16] Howell, J.R., Menguc, M.P., Siegel, R., Thermal Radiation Heat Transfer. NASA, 2010
- [17] Leone, V., Lovreglio, R., Martin, M.P., Martinez, J., Vilar, L., Human Factors of Fire Occurrence in the Mediterranean. Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems. pp. 149-170, 2009.
- [18] Bradshaw, L.S., Deeming, J.E., Burgan, R.E., Cohen, J.D., The National Fire-Danger Rating System, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Ogden, UT. 1978.
- [19] Küçük, Ö., Bilgili, E., Durmaz, B.D., Sağlam, B., Baysal, İ., Örtü Yangınının Tepe Yangınına Geçişinde Etkili Olan Faktörler. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.9 (2): 80-85, 2009.
- [20] Çanakçıoğlu, H., Türkiye Orman Yangın İstatistiklerinin Temeline İlişkin Tartışmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 29 (2): 12, 1979.
- [21] Küçük, Ö., Ünal, S., Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi. 6 (1-2): 31, 2005.
- [22] Atay, İ., Sivilkültürde Yangın Kültürü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 25 (1): 62, 1975.
- [23] Finney, M.A., The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire. Forest Ecology and Management. 211 (1-2): 97-108, 2005.
- [24] Karabulut, M., Karakoç, A., Kızılelma, Y., Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Başkonuş Dağında (Kahramanmaraş) Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 6(24): 171-179, 2013.

- [25] Tuia, D., Ratle, F., Lasaponara, R., Telesca, L., Kanevski, M., Scan statistics analysis of forest fire clusters. 13 (8): 1689-1694, 2008.
- [26] Acatay, A., Orman Yangınları, İstatistik ve Yangın Emniyet Yolları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 11(1): 35, 1961.
- [27] Ertuğrul, M., Orman Yangınlarının Dünyadaki Ve Türkiye'deki Durumu. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 7 (7): 45-46, 2005.
- [28] Sannikov, S.N., Zakharov, A.I., Smolnikova, L.G., Sannikova, N.S., Forest Fires Caused by Lightning As an Indicator of Connections between Atmosphere, Lithosphere, and Biosphere. Russian Journal of Ecology. 41 (1): 1-6, 2010.
- [29] Lifu, S., Xiaorui, T., Hong, L., Xiaojun, K., Studies on Fire Resistance Forest Species. The Institute of Forest Protection CAF Beijing. 2000.
- [30] Vanderweide, B.L., Hartnett, D.C., Fire resistance of tree species explains historical gallery forest community composition. Forest Ecology and Management. 261(9): 1530-1538, 2011.
- [31] Küçük, Ö., Sağlam, B., Orman Yangınları ve Hava Halleri. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 4 (2): 220-230, 2004.
- [32] Ertuğrul, M., Orman Yangınlarının Yerleşim Alanlarına Etkisi Ve Koruma Yöntemleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 12 (17): 101-109, 2010.
- [33] Sayın, S., Güney, C. O., Sarı, A., "Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği", SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15, 168-175, 2014.
- [34] Erdoğan, G. Y., Yangından Korunma ve Binalarda Yangın Güvenlik Önlemleri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2002.
- [35] Turhan, S., Erçetin R., Özdemir, N.C., Yangın Ve Yangın Güvenlik Eğitimleri. ISHAD 2018-page: 825-833, 2018.
- [36] Açıl, B., Oduncu, O., Turnalı, T., Kömcü, S., Soysal, T., Coşkun, G., Soyhan, H. S., Yangın Güvenliği ve Tahliye Yönetimi. International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science. 692-700, 2018.
- [37] Yılmaz, E., Koçak, Z., Coşgun, U., Ay, Z., Bilgin, F., Şafak, İ., Orman Yangınları Yönetiminin Bütünleyici Karmaşıklık Yöntemiyle Değerlendirilmesi. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 41, 2012.

- [38] Kumar, M., Cohen, K., Wild Land Fire Fighting using Multiple Uninhabited Aerial Vehicles. AIAA Infotech@Aerospace Conference. Seattle, Washington. 2009.
- [39] Eker, Ö. , Abdurrahmanoğlu, D ., Orman Yangınlarıyla Mücadele Harcamalarının Analizi: Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü Örneği. Turkish Journal Of Forest Science. 2(1): 48-34, 2018.
- [40] Öymen, T., “Orman Yangınlarıyla Havadan Savaş”, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Sayı 2, 95-100, 1990.
- [41] Ollero, A., ve Merino, L., Unmanned aerial vehicles as tools for forest-fire fighting. Forest Ecology and Management, 234(1), S263, 2006.
- [42] Ateşoğlu, A., Melemez, K., Uğur, B., Orman Yangınına Hassas Bölgelerde Arazöz İle Müdahale Oranının Belirlenmesi (Bartın Orman İşletmesi Örneği). Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 16 (2): 132-143, 2015.
- [43] Brown, C. C., U.S. Patent No. 5,476,146. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 1995.
- [44] Sivilkültürel Uygulamaların Teknik Esasları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Silvikültür Dairesi Başkanlığı. Tebliğ No: 298, 2014.
- [45] Küçükosmanoğlu, A., Türkiye Orman Yangınlarına Ait Bazı Verilerin Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 43 (1-2), 91, 1993.
- [46] Redford, K. H., The empty forest. BioScience, 42(6), 412-422, 1992.
- [47] Oğurlu, İ., Yaban Hayatı Kaynaklarımızın Yönetimi Üzerine. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 2, 35-88, 2008.
- [48] Gümüş, C., Türk Orman Devrimi. Türkiye Ormancılar Derneği. Yayın No:43, Ankara. 2018.
- [49] Benli, M., Türkiye Cumhuriyeti’nde Ormancılık Politikaları (1923–1946). Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 2014.
- [50] Arslan, İ., Hareketli Kamerada Gerçek Zamanlı Orman Yangın Dumunu Tespiti. Hacettepe Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- [51] Esemen K., Forest Fires Analysis Using Satellite Imagery, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2011.

- [52] Adıgüzel, F., Kaya, E., Çerçioğlu, M. Orman Yangınlarının Topografik Özelliklere Bağlı Olarak CBS ve Uzaktan Algılama Verileriyle Analiz Edilmesi: İbecik Orman İşletme Şefliği Örneği. Tücaum. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 2016.
- [53] Yazar, M., Kablosuz Sensör Ağları İle Yangın Uyarı Sistemi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- [54] Şahin, Y.G., İnce, T., Early Forest Fire Detection Using Radio-Acoustic Sounding System. Sensors 2009, 9: 1485-1498, 2009.
- [55] Krüll, W., Tobera, R., Willms, I., Wahl, N., Early forest fire detection and verification using optical smoke, gas and microwave sensors. 2012 International Symposium on Safety Science and Technology, 2012.
- [56] Aydın, R., İnfrared Dedektörlere Genel Bir Bakış. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi. Fen Dergisi. 41: 55-64, 2015.
- [57] Briz, S., de Castro, A.J., Aranda, J.M., Melendez, J., Lopez, F., Reduction of False Alarm Rate in Automatic Forest Fire İnfrared Surveillance Systems. Remote Sensing of Environment.86 (1): 19-29, 2003.
- [58] www.Haberler.com., Erişim Tarihi: 15.12.2019.
- [59] Küçükosmanoğlu, A.1987a. İstatistiklerle Türkiyede Orman Yangınları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 37 (3): 105, 1987.
- [60] Küçükosmanoğlu, A. 1987b. İstatistiklerle Türkiyede Orman Yangınları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 37 (3) :105-106, 1987.
- [61] Ekşi, A., Kamu Hizmetinde Etkililik Ve Etkinlik Tartışmaları Bağlamında 112 Acil Çağrı Hizmetlerinin Kötüye Kullanımı. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 18(3): 387-408, 2016.
- [62] Cömert, R., Avdan, U., Şenkal, E., İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları Ve Gelecekteki Beklentiler. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. Zonguldak, 2012.
- [63] Öymen T. Orman yangınlarıyla havadan savaş, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 40, No 2; 95-100, 1990.
- [64] Doğanay, H., Doğanay, S., Türkiye’de Orman Yangınları Ve Alınması Gereken Önlemler. Doğu Coğrafya Dergisi. 9 (11): 45, 2004.
- [65] kms.kaysis.gov.tr 129296

- [66] Kılıç, A., Ateşi Tutan Eller-Ateş Kahramanları. Teknik Yayıncılık Grubu, 93-144, 2010.
- [67] Güngör İ., Kümeleme Problemlerine Küme Örtüleme Modeli Yaklaşımı ve Bir Uygulama, D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt; 14, Sayı; 2, Sayfa: 123-136, 1999.
- [68] Demirkesen, C., Gürbüz, S. Z., Sakarya, U., Deveci, H. S., Tankız, S., Öztoprak, F., ... & Mişe, Ö., Afet Yönetiminde Algılayıcı Teknolojilerinin Kullanımı. V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. İstanbul, 2014.
- [69] Tree, S., Wireless sensor networks. Self, 1(R2), C0. 2014.
- [70] Salim, G. M., Ismail, H., Debnath, N., & Nadya, A., Optimal light power consumption using LDR sensor. In 2015 IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS) (pp. 144-148). IEEE. 2015.
- [71] Siahaan, A. P. U., Aryza, S., & Nasution, M. D. T. P. Arduino Uno-based water turbidity meter using LDR and LED sensors. 2018.
- [72] Yabaş, E., Kimyasal Temelli Yeni Kolorimetrik Gaz Sensörler. Geleceğin Dünyasında Mesleki ve Bilimsel Çalışmalar, 49, 2019.
- [73] Beutler, G., Moore, A. W., & Mueller, I. I. The international global navigation satellite systems service (IGS): development and achievements. Journal of Geodesy, 83(3-4), 297-307. 2009.
- [74] Sönmez, N. K., Sarı, M., Aksoy, E., Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Ve Toprak Koruma Planının Oluşturulması: Antalya-Altınova Örneği, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1), 11-22, 2007.
- [75] Sönmez, N , Sarı, M ., Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları Ve Uygulama Alanları. Derim , 21 (1) , 54-68 , 2004.
- [76] Çalışan, M., & Türkoğlu, İ., Termal Kameralar Ve Uygulamaları. Fırat Üniversitesi. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, 2011.
- [77] Faundez-Zanuy, M., Mekyska, J., & Espinosa-Duró, V., On the focusing of thermal images. Pattern Recognition Letters, 32(11), 1548-1557, 2011.
- [78] Kosikowski, M., Suszyński, Z., Bednarek, M., Processing and recognition of the thermal images using wavelet transforms. Microelectronics Reliability, 51(7), 1271-1275, 2011.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Tayfun TURNALI, 01.09.1971 Trabzon'da doğdu. İlköğretim ve Lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2013 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Sakarya Meslek Yüksek Okulu Gaz ve Tesisatı Teknolojisi Programını 2015 yılında bitirdi ve hemen ardından Açıköğretim Fakültesinden öğrenim hayatına devam etti. 2017 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi'nden mezun oldu. 2017 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yangın Güvenliği ve Yanma Bölümünde Yüksek Lisans eğitime başladı ve 2018 yılında bu bölümü bitirdi. 2018 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yangın ve Yangın Güvenliği Bölümünde 2. Yüksek Lisansına başladı. Halen Sakarya Üniversitesi'nde İşçi olarak görev yapmaktadır.