T.C.
ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ İLE OLUŞTURULAN ORMAN YANGINI RİSK HARİTALARININ GERÇEKLEŞEN ORMAN YANGINLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI (MANAVGAT ÖRNEĞİ)

Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Doç. Dr. Murat ATAOL

Çankırı - 2022

T.C.
ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ İLE OLUŞTURULAN ORMAN YANGINI RİSK HARİTALARININ GERÇEKLEŞEN ORMAN YANGINLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI (MANAVGAT ÖRNEĞİ)

Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN
ORCID: 0000-0001-6601-1536

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Doç. Dr. Murat ATAOL

Çankırı – 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER ..... **v**
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ ..... **vii**
TEZ KABUL VE ONAY ..... **viii**
ÖNSÖZ ..... **ix**
ÖZET ..... **xi**
ABSTRACT ..... **xii**
KISALTMALAR ..... **xiii**
TABLO LİSTESİ ..... **xiv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
1. GİRİŞ **1**
2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE RİSK ANALİZİ **2**
2.1. Veri, Enformasyon ve Bilgi 2
2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 3
2.3. CBS'nin Bileşenleri 6
2.3.1. Donanım 6
2.3.2. Yazılım 7
2.3.3. Veri 8
2.3.4. Kişiler 8
2.3.5. Yöntemler 9
2.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Risk Analizi 9
2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Orman Yangınları Duyarlılık Değerlendirmesi 11
2.6. Önceki Çalışmalar 12
3. ORMAN YANGIN DUYARLILIK HARİTASI ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER **16**
3.1. Orman Yangını Türleri 17
3.1.1. Örtü Yangını 17
3.1.2. Tepe Yangını 18
3.1.3. Toprak Yangını 19
3.2. Orman Yangının Oluşumunda Etkin Olan Faktörler 20
3.2.1. İklim Değişikliği 20

3.2.2. Hava Koşulları 22
3.2.3. Topoğrafya Faktörü 22
3.3. Orman Yangınlarında CBS'nin Rolü 26
3.4. Orman Yangını Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler 27
3.4.1. Çok Kriterli Karar Verme Analizi 28
3.4.2. Çok Kriterli Karar Analiz İşlem Adımları 29
3.4.3. CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi 31
3.4.3.1. Lojistik Regresyon Analizi 33
3.4.3.2. Frekans Oranı Metodu 34
4. BULGULAR 36
4.1. Çalışma Alanı 36
4.1.1. Nüfus ve Yerleşme 39
4.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü 41
4.2. Çalışma Alanına Ait Orman Yangın Duyarlılık Analizi 44
4.2.1. Orman Yangın Duyarlılık Analizinde Kullanılan Veri Katmanları 44
4.2.1.1. Orman Yangın Envanteri 45
4.2.1.2. Yükseklik 50
4.2.1.3. Eğim 52
4.2.1.4. Bakı 54
4.2.1.5. Yol Hatlarına Uzaklık 57
4.2.1.6. Yerleşime Olan Uzaklık 60
4.2.1.7. Yer Yüzey Sıcaklığı 62
4.2.1.8. Meşcere Tipi 64
4.3. Çalışma Alanına Ait Çok Kriterli Karar Analizi ile Orman Yangını Duyarlılık Analizi 67
4.4. Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Yangın Gözetleme Kuleleri 70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 74
6. KAYNAKÇA 77
7. ÖZGEÇMİŞ 89

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım "*Çok Kriterli Karar Analizi İle Oluşturulan Orman Yangını Risk Haritalarının Gerçekleşen Orman Yangınları İle Karşılaştırılması (Manavgat Örneği)"* adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

26/06/ 2022

Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN

TEZ KABUL VE ONAY

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN tarafından hazırlanan "*Çok Kriterli Karar Analizi İle Oluşturulan Orman Yangını Risk Haritalarının Gerçekleşen Orman Yangınları İle Karşılaştırılması (Manavgat Örneği"* başlıklı bu çalışma, *27/07/2022* tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda *[oybirliğiyle]* başarılı bulunarak jürimiz *tarafından* Coğrafya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ (Unvanı, Adı ve Soyadı)

Danışman	: Doç. Dr. Murat ATAOL	İmza: ……..
Üye	: Prof. Dr. Barış TAŞ	İmza: ……..
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Mesut ŞİMŞEK	İmza: ……..

ONAY

Bu Tez, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 21/07/2022 tarih ve 31-10 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Coşkun POLAT

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Ormanlar, ekolojik dengenin sürdürülebilirliğini sağlayan, ekonomiye katkıları olan ve bu bağlamda çok iyi korunması gereken doğal kaynaklardır. Ancak bu bölgeler için en büyük afetler doğal ve beşeri sebeplerden kaynaklanan yangınlardır. Orman yangınları, zaman zaman doğal veya insan kaynaklı can ve mal kayıplarına sebep olabilen küresel bir olgudur. Akdeniz iklim kuşağında yer alan Türkiye için orman yangınları çok ciddi bir doğal risktir. Küresel ısınma, iklim değişikliği, sosyo-ekonomik değişiklikler ve yetersiz orman planlamaları sonucu orman yangınları son yıllarda daha sık yaşanmakta ve toprak verimliliğini ve yapısını olumsuz etkilemektedir. Son 60 yılda Türkiye'deki orman yangınları 1,5 milyon hektar ormanı yok etmiştir.

Orman yangınlarını tamamen önlemek mümkün olmadığından, yangınlarından kaynaklanan zararı en aza indirmek için orman yangın duyarlılık çalışmaları yapılmalıdır. Orman yangını duyarlılık haritaları, belirli bir coğrafi konumda orman yangını oluşumu açısından orman alanlarını göreceli olarak zonlayan haritalardır. Orman yangını duyarlılık analizinin temel amacı, riskli ve tehlikeli alanları belirlemek ve yangınların etkilerini en aza indirmektir. Orman yangını duyarlılık haritaları, genel anlamda herhangi bir bölgedeki alanların göreli orman yangını tehlikelerinin bir sınıflandırmasıdır. Son yıllarda kullanımı giderek artan bu tür haritaların oluşturulmasında coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmaktadır.

CBS, grafik ve grafik olmayan verileri toplama, yönetme, işleme, modelleme ve kullanıcıya sunma işlevlerini yerine getiren bir bilgi sistemidir. Günümüzde coğrafi bilgi sistemlerinin orman yangını araştırmalarında kullanımı, verimli ve uygulanabilir sonuçlar elde etme açısından büyük faydalar sağlaması nedeniyle önemli ölçüde yaygınlaşmıştır. Orman yangınları yönünden; iyi işleyen bir CBS ile yangınların tahmin edilmesi ve modellenmesi, oluşumunun izlenmesi, söndürülmesi için organize çalışmaların yapılması, yangın sonrası hasar tespiti gibi çalışmalarda hızlı, ucuz, hassas ve doğru analizler yapılabilmektedir. Başka bir deyişle, orman yangın duyarlılık haritasında duyarlılık değerlendirmesi sonucunda yangın riski

bakımından çok yüksek ve yüksek olan bölgelerde yangına karşı daha dikkatli olunmasını sağlayan önemli veriler elde edilebilmektedir.

Bu çalışma ile CBS tabanlı orman yangını risk modellerinde görülebilecek yanlışlıkların – eksikliklerin tespiti ile risk modellemesinin daha da geliştirilmesine katkı sağlanması planlanmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, ülkemizde son dönemlerde sıkça yaşanan orman yangınlarına ilişkin olarak Manavgat özelinde CBS tabanlı orman yangını risk modellerinin oluşturulmasını sağlamak, uygulama sırasında başarısızlık ve başarı faktörlerini belirlemek, başarılı bir CBS uygulaması için gerekli altyapıyı bulmak, CBS yayılımı ile ilgili sorunları anlamak ve sonuç olarak ortaya çıkarmaktır.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında öncelikle yoğun akademik çalışmalarına rağmen bana geniş zaman ayıran, uzak mesafeye rağmen her daim bana yardımlarını esirgemeyen, bu zorlu süreci bana kolaylaştıran, önerileri ile çalışmanın sağlıklı olarak ilerlemesinde katkıları olan danışman hocam Doç. Dr. Murat ATAOL'a teşekkürlerimi sunmayı kendime bir borç bilirim. Ayrıca yıllarca taşıdığım hayalin gerçekleşmesine sebep olan, maddi ve manevî desteklerini esirgemeyen İbrahim MAHMOOD Bey'e ve geçmişten günümüze kadar üzerimde emeği olana tüm hocalarıma içtenlikle teşekkür ederim.

26/06/2022

Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN

ÖZET

Tezin Başlığı : Çok Kriterli Karar Analizi İle Oluşturulan Orman Yangını Risk Haritalarının Gerçekleşen Orman Yangınları İle Karşılaştırılması (Manavgat Örneği)

Tezin Yazarı : Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN

Danışman : Doç. Dr. Murat ATAOL

Anabilim Dalı : Coğrafya

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Kabul Tarihi : 27.07.2022

Yangınlara karşı hassas ormanlara sahip Türkiye'de, orman alanları için CBS tabanlı orman yangını risk modellerinin oluşturulmasına dair çalışmalar artmaktadır. Ancak ortaya çıkan sonuçların gerçekleşen yangınlarla ne denli örtüştüğüne dair çalışmalara literatürde rastlanmamaktadır. Manavgat İlçesinde 2021 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında büyük ölçekli orman yangınları yaşanmıştır. Bu tez ile hem son dönemde hem de daha önceki yıllarda çıkan orman yangınları ile CBS tabanlı orman yangını risk modellerinin karşılaştırması yapılacaktır.

Orman yangınlarında meydana gelecek zararları en aza indirmek ve yangın yönetimi karar destek sürecine katkı sağlamak amacıyla yapılan CBS tabanlı orman yangını risk modellerinin gerçekleşen orman yangınları ile ne denli örtüştüğü, CBS ortamında elde edilen verilerin zayıf kaldığı, geliştirilmesi gereken yönlerinin olup olmadığı ortaya çıkarılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Analizi, Orman Yangını Risk Haritaları, Manavgat

ABSTRACT

Thesis Title : Comparıson Of Forest Fıre Rısk Maps Created By Multı-Crıterıa Decısıon Analysıs Wıth Realızed Forest Fıres (Manavgat Example)

Author : Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN

Supervisor : Doç. Dr. Murat ATAOL

Department : Geography

Thesis Type : Master's Thesis

Date :

In Turkey, which has forests sensitive to fire, studies on the creation of GIS-based forest fire risk models for forest areas are increasing. However, there are no studies in the literature on how the results match up with the actual fires. In the Manavgat District, large-scale forest fires occurred in July and August 2021. With this thesis, a comparison of forest fires in recent and previous years with GIS-based forest fire risk models will be made.

It will be revealed how the GIS-based forest fire risk models, which are made to minimize the damages that may occur in forest fires and contribute to the fire management decision support process, overlap with the forest fires that have occurred, the data obtained in the GIS environment is weak, and whether there are aspects that need to be improved.

Keywords: Multi-Criteria Decision Analysis, Forest Fire Risk Maps, Manavgat

KISALTMALAR

AA	Açıklık Alanlar
ADB	Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme
AIS	Arşiv Bilgi Sistemleri
AHP	Analytic Hierarchy Process
BT	Bilgi Teknoloji
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
C-ÇKKA	Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi
ÇKKA	Çok Kriterli Karar Analizi
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEM	Dijital Elavation Model
DSS	Karar Destek Sistemleri
LR	Lojistik Regresyon
NIR	Yakın Kızıl Ötesi
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
MIS	Yönetim Bilişim Sistemleri
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TCK	Türkiye Cumhuriyeti Karayolları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UA	Uzaktan Algılama
YTO	Yangın tehlike oranı

TABLO LİSTESİ

Tablo No: Sayfa

Tablo 1.1: Uygulama alanına göre CBS türleri 5
Tablo 3.1: Manavgat orman işletmesi müdürlüğü şeflikleri 39
Tablo 3.2: Manavgat bölgesinde ortalama sıcaklık tablosu 41
Tablo 3.3: Manavgat bölgesinin iklim özelikleri 42
Tablo 3.4: Çalışma alanını kapsayan paftalar 48
Tablo 3.5: Yükseklik sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler 51
Tablo 3.6: Eğim sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler 54
Tablo 3.7: Bakı sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler 57
Tablo 3.8: Yollara mesafe sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler 59
Tablo 3.9: Yerleşim yerlerine mesafe sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler 61
Tablo 3.10: Manavgat yer yüzey sıcaklığı (YYS) 64
Tablo 3.11: Meşcere sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler 65
Tablo 3.12: Manavgat ormanları yangın riski ve gerçekleşen yangın alanların yüzdeliği 67
Tablo 3.13: Hesaplamada kullanılan parametreler ve ağırlıkları 67
Tablo 3.14: Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Yangın Gözetleme Kuleleri 71

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No: Sayfa

Şekil 1.1. Veri, enformasyon ve bilgi ilişkisi 3
Şekil 1.2: CBS bileşenleri 6
Şekil 2.1: Yangın üçgenlerinde ve normal zamanlarda orman yanmasında etkili olan faktörler 16
Şekil 2.2: Örtü yangını 18
Şekil 2.3: Tepe yangını 19
Şekil 2.4: Toprak yangını 20
Şekil 2.5: Eğimin yangına etkisi 24
Şekil 2.6: Çok kriterli karar verme aşamaları 30
Şekil 3.1: Çalışma alanının yer bulduru haritası 37
Şekil 3.2: Manavgat orman işletme müdürlüğü orman durumu 38
Şekil 3.3: Orman İşletme Müdürlükleri itibariyle yangın duyarlılık haritası 45
Şekil 3.4: Ocak Ayı Orman Yangınlarının 2005-2010 Yılları Dağılışı 47
Şekil 3.5: Şubat Ayı Orman Yangınlarının 2005-2010 Yılları Dağılışı 47
Şekil 3.6: Çalışma alanına ait orman yangın envanter haritası 48
Şekil 3.7: Manavgat'a gerçekleşen orman yangını 49
Şekil 3.8: Manavgat OİM 2016-2018 yılları arasında gerçekleşen yangın bilgileri 49
Şekil 3.9: Yangın nedenleri ve zarar gören alanlar 50
Şekil 3.10: Manavgat yükselti grupları haritası 51
Şekil 3.11: Yükseklik ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram 52
Şekil 3.12: Manavgat orman eğim grupları haritası 53
Şekil 3.13: Eğim ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram 54
Şekil 3.14: Bakı ve günün saatlerine göre yanıcı madde sıcaklığı 55
Şekil 3.15: Manavgat bakı haritası 56
Şekil 3.16: Bakı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram 57
Şekil 3.17: Manavgat yolları mesafe haritası 58
Şekil 3.18: Manavgat yol tipleri haritası 59
Şekil 3.19: Yollara mesafe ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram 60
Şekil 3.20: Yerleşime olan uzaklık 61
Şekil 3.21: Yerleşim yerlerine mesafe ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram 61

Şekil 3.22: Manavgat yer yüzey sıcaklığı (YYS)..... 63
Şekil 3.23: Manavgat bitki örtüsü fark endeksi (NDVI)..... 63
Şekil 3.24: Yer yüzey sıcaklığı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram..... 64
Şekil 3.25: Meşcere Tipi 65
Şekil 3.26: Meşcere ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram..... 66
Şekil 3.27: Manavgat ormanları yangın riski ve tehlike potansiyeli haritası 69
Şekil 3.28: Manavgat orman yangını risk haritasının gerçekleşen orman yangınları ile karşılaştırılması 69
Şekil 3.29: Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Yangın Gözetleme Kuleleri 71
Şekil 3.30: Manavgat Orman İşletme Müdürlüğünde gerçekleşen yangın 72
Şekil 3.31: Kulelere ilişkin görünürlük analizi sonuçları..... 72
Şekil 3.32: Manavgat Orman Müdürlüğü, yeni gözetleme kuleleri öneri haritası..... 73

1. GİRİŞ

Ormanlar, ekolojik dengenin sürdürülebilirliğini sağlayan, ekonomiye katkıları olan ve bu bağlamda çok iyi korunması gereken doğal kaynaklardır. Orman yangınları, zaman zaman doğal veya insan kaynaklı can ve mal kayıplarına sebep olabilen küresel bir olgudur. Türkiye için orman yangınları çok ciddi bir doğal risktir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bu amaçla kullanılacak teknolojilerden biridir. Orman yangını risk haritaları, yangınla mücadele öncesinde ve sırasında kaynakları verimli bir şekilde düzenlemenize ve ayrıca geniş bir aralıktaki yangınlarla ilgili büyük miktarda veri elde etmenize yardımcı olur. Bu çalışma ile CBS tabanlı orman yangını risk modellerinde (Manavgat örneğinde) görülebilecek yanlışlıkların – eksikliklerin tespiti ile risk modellemesinin daha da geliştirilmesine katkı sağlanması planlanmaktadır.

Çalışmanın amacı, Türkiye'de son dönemlerde sıkça yaşanan orman yangınlarına ilişkin olarak, CBS tabanlı orman yangını risk modellerinin oluşturulmasını sağlamak, uygulama sırasında başarısızlık ve başarı faktörlerini belirlemek, başarılı bir CBS uygulaması için gerekli altyapıyı belirlemek, CBS yayılımı ile ilgili sorunları anlamak ve sonuç olarak ortaya çıkarmaktır.

Literatürde "CBS tabanlı orman yangını risk modelleri" ile ilgili Avrupa, Kanada, Avustralya ve ABD'de çok sayıda çalışma varken, Türkiye'de bu konuda daha az çalışma bulunmaktadır. Bu amaçla, orman yangını tehlikesini hesaplamak için ağaç türü, eğim, kapalılık, yükseklik, bakı, yerleşim yerlerine uzaklık, yollara uzaklık, tarım arazilerine uzaklık, sulak alanlara uzaklık ve elektrik hatlarına uzaklık gibi kriterler ele alınmıştır. Kriter değerlerinin aralıklarını belirlemek için öncelikle CBS analizleri yapılacaktır. Elde edilen veriler doğrultusunda çok kriterli karar verme analizleri ile orman yangını risk haritaları oluşturulacaktır. Arşiv uydu görüntüleri ile daha önce yanan orman alanları tespit edilecek ve CBS ortamında karşılaştırma yapılacaktır.

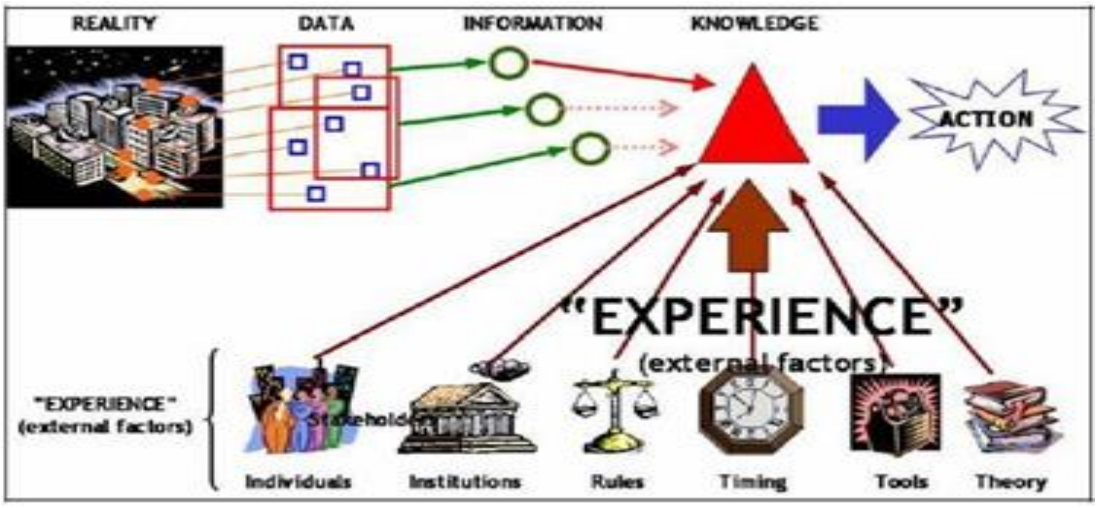
2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE RİSK ANALİZİ

2.1. Veri, Enformasyon ve Bilgi

Veri, enformasyon ve bilgi, CBS'yi tanımlamak için kullanılan önemli terimlerdir. Bu nedenle, bunları net bir şekilde tanımlamak çok önemlidir. Veriler işlendikten sonra bilgiye dönüştürülür. Hicks'e (1993) göre bilgi, karar verici için anlamlı olan verilerin işlenmiş bir versiyonudur. Longley vd. (2001), verilerin tarafsız ve neredeyse bağlamdan bağımsız sayılar, metin veya sembollerden oluştuğunu belirtir. Martin ve Powell'ın (1992) veri tanımı, olaylar ve süreçler hakkında birbirinden kopuk sözcükleri ve heceleri de içermesidir. Veriler işlenmeden ve yorumlanmadan anlamsızdır. Bu nedenle kullanıcılar tarafından daha kolay anlaşılabilecek yeni bir forma dönüştürülmelidir. Bu sayede kullanıcı bilgileri anlayabilir, amaçları doğrultusunda kullanabilir ve bu bilgilere göre karar verebilir. Verilerin değerlendirilmesi karar verici için daha sağlıklı bir karar sağlar.

Longley et al. (2001), veriye göre bilginin seçim, organizasyon ve belirli bir amaca yönelik hazırlık açısından farklı olduğunu iddia etmektedir. Bilgi, verilerin yorumlanmış bir versiyonu anlamına gelen bazı fikirlere hizmet eder. Tanımlardan da anlaşılacağı gibi, veri ve bilgi kelimelerinin farklı anlamlara geldiği açıktır. Tecrübe ile veri bilgiye dönüştürülür. Harris ve Batty'ye (1992) göre bilgiye, verinin işlenmiş hali olan bilginin bazı bilimsel süreçlerden ve sebep-sonuç araştırmalarından sonra ulaşılabilir.

Şekil 1.1. Veri, enformasyon ve bilgi ilişkisi



Kaynak: (Carrera, 2004, s.26)

2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

CBS farklı alanlar için disiplinler arası bir çözüm yöntemi olduğundan, farklı bakış açılarına göre değişen CBS tanımları vardır. Her meslek, CBS uzantılarının veya modüllerinin belirli bir bölümünü kullanır; bu nedenle CBS için farklı tanımları vardır.

CBS temel olarak mekansal (coğrafi) ve mekansal olmayan (coğrafi olmayan) olarak adlandırılan iki farklı veri türünden oluşur ve bu iki veri türü arasında ilişkisel bir veri tabanına sahiptir ve dikkate değer bir bilgi sistemi aracı olarak kabul edilmiştir. Yollar, nehirler, binalar ve trafik lambaları mekansal somut unsurlar olarak kabul edilir. Bu elemanlar noktalar, çizgiler ve çokgenler olarak gösterilebilir. Öte yandan, uzamsal olmayan öğeler, bu uzamsal öğeler hakkında bilgi içerir. Maguire (1991) ve Burrough (1990), CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayırır, çünkü CBS, öznitelik verilerinden çok konumsal verilere daha fazla önem verir. Department of Environment (DoE) (1987), CBS'in uzamsal olarak referanslı verileri yakaladığını, depoladığını, kontrol ettiğini, manipüle ettiğini, analiz ettiğini ve görüntülediğini beyan eder (Maguire, 1991'de alıntılandığı gibi). Bu, CBS'nin en yaygın tanımıdır.

Dueker (1979), CBS'nin, veri tabanının uzayda noktalar, çizgiler veya alanlar olarak tanımlanabilen uzamsal olarak dağıtılmış özellikler, faaliyetler veya olaylar üzerindeki gözlemlerden oluştuğu bilgi sistemlerinin özel bir durumu olduğunu

belirtmektedir. Bir CBS, geçici sorgular ve analizler için veri almak üzere bu noktalar, çizgiler ve alanlar hakkındaki verileri manipüle eder.

Smith vd. (1987) teknik bir tanım olan Dueker ile hemen hemen aynı tanıma sahiptir. Smith vd. (1987), CBS'nin, verilerin çoğunun uzamsal olarak indekslendiği ve veri tabanındaki uzamsal varlıklar hakkındaki sorguları yanıtlamak için üzerinde bir dizi prosedürün çalıştırıldığı bir veri tabanı sistemi olduğunu belirtmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, CBS'nin diğer teknolojilerle güçlü bir bağlantısı vardır. Yönetim Bilişim Sistemleri (MIS), CBS ile iyi bir koordinasyon içinde çalışan bunlardan biridir. Şehir Bilgi Sistemleri (CIS) ve Arşiv Bilgi Sistemi (AIS), hem CBS hem de MIS teknolojilerini aynı anda kullanan iki somut örnektir. Devine ve Field (1986), genel bilgilerin harita sunumuna izin veren bir MIS (Yönetim Bilgi Sistemi) tipini ifade eder.

En yaygın olarak kullanılan CBS yazılım üreticisi ESRI'nin de CBS için iyi bir tanımı vardır. ESRI (1997), CBS'nin konumsal bilgilerin envanteri, analizi ve görselleştirilmesi için bilgisayar tabanlı bir araç olduğunu belirtmektedir. Disiplinler arası yapıları sayesinde kurumsal ağ oluşturma da kolaylaştırılır.

CBS'nin de her bilgi teknolojisi gibi bazı bileşenleri vardır. Dangermond (1988), CBS'nin beş temel bölümden oluştuğunu ileri sürer: veri, donanım, yazılım, prosedür ve insanlar. Ayrıca DeMers (1997), CBS'nin temel olarak donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemlerden oluştuğunu belirtmektedir.

CBS kullanmak devlet kurumları ve özel kuruluşlara birçok avantaj getirmektedir. Zaman, verimlilik ve para, CBS'nin kurumlar için başlıca avantajlarıdır. Carter (1989), CBS uygulamasının teknoloji, veri tabanı, uzmanlık ve sürekli mali desteği birleştiren bir organizasyonel yapı gerektirdiğini vurgulamaktadır. CBS'nin zamanla CBS kullanan kuruluşlara bazı finansal avantajlar da getireceği kesindir.

CBS Türkiye'de uzun yıllardır sadece bir çizim aracı olarak görülse de günümüzde faydalı bir bilimsel araç olarak kabul edilmektedir. Mühendisler, sosyal bilimciler, coğrafyacılar tarafından Karar Destek Sistemi (DSS) aracı, çizim aracı ve yönetim aracı olarak kullanılmıştır. CBS disiplinler arası bir yöntem olduğu için bu yöntemin

farklı alanlar hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Goodchild (1992), CBS, uzaktan algılama, haritacılık ve haritacılığı içeren GIScience'ın, disiplinin kalıcı bir geleceği olduğundan emin olmak için veri girişi yapılması gerektiğini öne sürmektedir.

Zietsman (2002), GIScience ve coğrafya, bilgisayar bilimi, haritacılık, jeodezi, fizik, matematik, istatistik ve jeoloji, ormancılık ve planlama gibi uygulamalı bilimler gibi diğer disiplinlerle olan ilişkilerinden de bahseder.

CBS'nin farklı uygulamaları olduğundan, farklı meslekler CBS'nin farklı kısımlarını kullanır. Tablo 1.1 CBS'nin uygulama alanlarını özetlemektedir. Bunları CBS için alternatif isimler olarak da değerlendirmek mümkündür.

Tablo 1.1: Uygulama alanına göre CBS türleri

Kadastro bilgi sistemi
Görüntü tabanlı bilgi sistemi
Arazi veri sistemi
Coğrafi referanslı bilgi sistemi
Doğal kaynak yönetimi bilgi sistemi
Piyasa analizi bilgi sistemi
Çok amaçlı kadastro
Planlama bilgi sistemi
Mülk bilgi sistemi
Toprak bilgi sistemi
Mekânsal bilgi sistemi
Mekânsal karar destek sistemi
Kentsel bilgi sistemi

Kaynak: (Maguire, 1991, s.12)

Kaynak yöneticileri, planlayıcılar ve haritacılar, CBS'yi “manuel olarak yapıldığında çok sıkıcı veya pahalı veya yanlış olan coğrafi veriler üzerinde işlemler gerçekleştirmek için bir araç” olarak tanımlamaktadır (Noongo,2007). Araştırmacılar ve yatırımcılar, CBS'yi “coğrafi bilgide başka türlü görünmez olanı ortaya çıkarmak için bir araç” olarak tanımlamaktadır (Noongo, 2007). Kamu hizmetleri yöneticileri, ulaşım görevlileri ve kaynak yöneticileri, CBS'yi “coğrafi olarak dağıtılmış özelliklerin ve tesislerin mekanize bir envanteri” olarak tanımlar (Noongo, 2007).

Karar vericiler, topluluk grupları ve araştırmacılar, CBS'yi “coğrafi problemleri çözmek için bilgisayarlı bir araç” olarak tanımlamaktadır (Noongo, 2007). Genel halk, CBS'yi “dijital formdaki haritalar kabı” olarak tanımlamaktadır (Noongo, 2007).

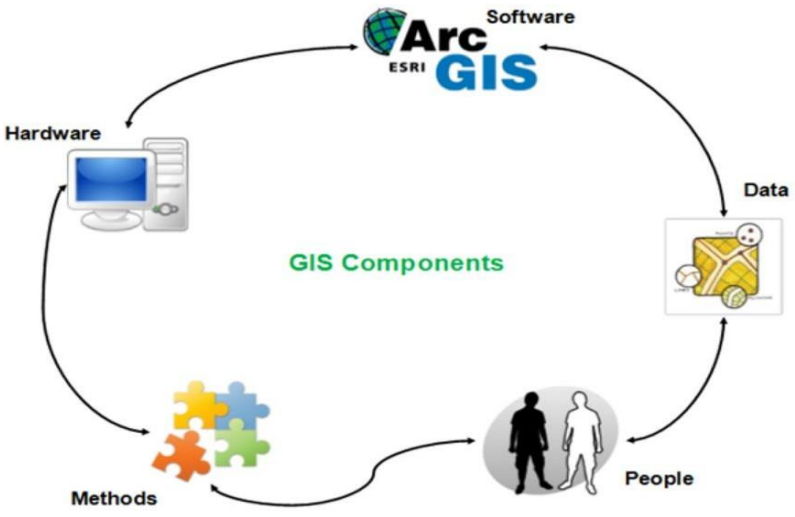
2.3. CBS'nin Bileşenleri

CBS Bileşenleri: Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), her türlü mekansal veya coğrafi veriyi yakalamak, depolamak, işlemek, analiz etmek, yönetmek ve görüntülemek için oluşturulmuş bir bilgisayar sistemidir.

Coğrafi Bilgi Sistemi Bileşenleri

- Donanım
- Yazılım
- Veri
- İnsanlar
- Yöntemler

Şekil 1.2: CBS bileşenleri



2.3.1. Donanım

Donanım, CBS yazılımının üzerinde çalıştığı bilgisayardır. Günümüzde farklı bir bilgisayar yelpazesi bulunmaktadır, masaüstü veya sunucu tabanlı olabilir.

Bilgisayarın iyi performans göstermesi için tüm donanım bileşenlerinin yüksek kapasiteye sahip olması gerekir. Donanım bileşenlerinden bazıları şunlardır: Anakart, sabit sürücü, işlemci, grafik kartı, yazıcı vb. Bu bileşenlerin tümü, bir CBS yazılımını sorunsuz bir şekilde çalıştırmak için birlikte çalışır.

Ana Donanım Bileşenleri:

1. Anakart: Ana donanım parçalarının kurulu olduğu karttır veya tüm bileşenlerin birbirine bağlandığı yerdir.
2. Sabit Disk: Sabit disk, verilerin saklandığı yer olarak da adlandırılır.
3. İşlemci: İşlemci bilgisayardaki ana bileşendir, hesaplama yapar. Merkezi İşlem Birimi (CPU) olarak adlandırılır.
4. RAM (Random Access Memory): Çalışan tüm programların geçici olarak yüklendiği alandır.
5. Yazıcı: Çıktı aygıtıdır ve resim, harita veya belge yazdırmak için kullanılır. Piyasada çeşitli yazıcı türleri mevcuttur.
6. Harici Disk: USB sürücü, DVD, CD veya harici disk gibi taşınabilir depolama alanlarıdır.
7. Monitör: Çıktı bilgilerinin görüntülendiği ekrandır. Günümüzde çeşitli monitör türleri vardır: CRT (katot ışın tüpü), LCD (Sıvı Kristal Ekran), LED (Işık Yayan Diyotlar)

2.3.2. Yazılım

Sonraki bileşen, mekansal bilgileri çalıştırmak ve düzenlemek için araçlar sağlayan CBS yazılımıdır. CBS verilerini sorgulamaya, düzenlemeye, çalıştırmaya ve görüntülemeye yardımcı olur. Verileri depolamak için RDBMS'yi (İlişkisel Veritabanı Yönetim Sistemi) kullanır. Birkaç CBS yazılım listesi: ArcGis, ArcView, MapInfo, QGIS, SAGA GIS.

Yazılım Bileşenleri:

1. CBS Araçları: CBS verilerinin taranmasını destekleyen temel araçlar
2. RDBMS: CBS verilerini depolamak için İlişkisel Veritabanı Yönetim Sistemi. CBS yazılımı, RDBMS'den veri alır veya RDBMS'ye veri ekler.

3. Sorgu Araçları: Sorgulama, ekleme, silme ve diğer SQL (Standart Sorgu Dili) için veritabanı yönetim sistemi ile çalışan araçlar.
4. GUI: Kullanıcı ve yazılımın iyi etkileşim kurmasına yardımcı olan Grafik Kullanıcı Arayüzü.
5. Düzen: Harita tasarlamak için bir düzen penceresi.

2.3.3. Veri

Coğrafi Bilgi Sisteminin en önemli ve pahalı bileşeni, genellikle CBS için yakıt olarak bilinen veridir. CBS verileri, grafik ve tablo verilerinin birleşimidir. Grafik vektör veya raster olabilir. Her iki tür veri de CBS yazılımı kullanılarak oluşturulabilir veya satın alınabilir. Analog verilerden veya kağıt formatından CBS verilerinin oluşturulması işlemine sayısallaştırma denir. Sayısallaştırma işlemi, birkaç GCP (yer kontrol noktası) veya bilinen koordinatlar kullanılarak raster görüntünün kaydedilmesini içerir. Bu işlem yaygın olarak georefrencing olarak bilinir. Raster görüntü sayısallaştırılarak çokgen, çizgiler ve noktalar oluşturulur. Raster görüntünün kendisi, bir projeksiyon sisteminde bilinen koordinatlarla kaydedilebilir. Kayıtlı görüntü çoğunlukla TIFF formatında dışa aktarılır.

CBS Veri Tipleri:

1. Raster: Raster görüntü, bilgileri hücre tabanlı bir şekilde depolar. Hava fotoğrafı, uydu görüntüsü, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) olabilir. Raster görüntüler normalde sürekli verileri depolar.
2. Vektör: Vektör verileri ayrıktır. Bilgileri x, y koordinat formatında saklar. Üç tür vektör verisi vardır: Çizgi, nokta ve alan.

2.3.4. Kişiler

Kişiler coğrafi bilgi sistemi kullanıcısıdır. CBS yazılımını çalıştırırlar. Donanım ve yazılım, insanları CBS yazılımını çalıştırmayı kolaylaştıran muazzam bir gelişme geçirmiştir. İnsanlar CBS görevi için bilgisayarları kullanırlar. Bu görevler basit bir harita oluşturmak veya ileri düzey CBS analizi yapmak olabilir. Başarılı CBS'nin ana bileşeni insandır.

2.3.5. Yöntemler

Başarılı bir CBS operasyonu için iyi tasarlanmış bir plan ve iş operasyon kuralları önemlidir. Yöntemler farklı kuruluşlara göre değişebilir. Herhangi bir kuruluş, CBS operasyonu için süreç planını oluşturur. Bu süreç, CBS yöntemleriyle ilgili nicelik sorusunu ele alır: Gereken CBS uzmanı sayısı, CBS yazılımı ve donanımı, verileri saklama süreci, ne tür VTYS (veritabanı yönetim sistemi) ve daha fazlası. İyi tasarlanmış bir plan tüm bu unsurları ele alacaktır.

2.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Risk Analizi

Sistematik bir süreç olarak tasarlanan risk yönetim durumu; riskin tanımlanabilmesi, risk analizi ve risk olgularının tayin edilmesinden oluşmaktadır. Olası bir yangın durumunda ise can ve mal kaybını minimize etmek ve yangın unsurunun olumsuz etkilerinin minimize etmesi adına yapılması gereken çalışmalar yangına zemin hazırlayan alanlarındaki risk yönetimleriyle gerçekleştirilebilmektedir. Risk yönetimleri çalışmaları kapsamında; tehlikeler ve riskler oluşturulur, risk senaryoları hazırlanır, koruma ve azaltım önlemleri seçilir, sonuçlar güncel harita ve grafikler kullanılarak sunulur, kullanılabilecek kaynaklar ve fırsatlar belirlenir, en uygun alternatifler ve öncelikler konusunda kararlar alınır, afetten korunma ve müdahale yöntemleri seçilir ve uygulanır (Özcan vd., 2009).

Dünyada yangın risk yönetimi bağlamında, farklı türde yöntemler ve araçların geliştirildiği belirlenmiştir. Bu araçlardan en önemlilerinden bir tanesi de coğrafi bilgi sistemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. CBS'nin bilhassa risk senaryolarının analizlerinde kullanımının her geçen gün daha da arttığı aşikardır. Uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinin beraber ve geniş bir coğrafi yapıda kullanılabilir oluşları, bu aracı çok cazip hale getirmektedir.

CBS'nin kullanım durumunun dünya genelinde konumsal bilgiyle ilgilenen kişi ve kurumlar nezdinde her anlamda kullanılmaya başlıyor oluşu, yeni çalışmaları ve uygulamaları da beraberinde getirdiği bilinmektedir. Bu bakış açısıyla CBS, bir yandan konumsal bilgi sistemlerinin tamamını içermekte olan bilimsel bir kavram, diğer yandan da konumsal bilgileri dijital yapılarına kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç ve veri tabanı yönetim sistemi olarak bilinmektedir (Yomralıoğlu, 2002). Söz

konusu sistem, coğrafi olaylara ait verilerin toplanıyor olması durumunu, depolanma durumlarını, sınıflandırılmalarını, güncelleştirilmelerini, sentezlenmesini ve alternatif stratejiler üretilmesini çok kısa bir zaman içinde gerçekleştirilen bir yapıya da beraberinde sahiptir. Farklı bakış açılarına göre hazırlanmakta olan bütün araştırmalar, CBS'nin tanınması ve kullanımının yaygınlaştırılması için önem arz etmektedir.

Günümüzde farklı disiplinlere hizmette bulunan CBS'nin en önemli işlev mekanizmalarından bir tanesi de çevresel sorunların belirlenebilmesi ve söz konusu problemlerin çözümü niteliğindedir. Bu çevresel sorunlardan bir tanesi de riskin tayini ve ölçülme durumudur. Finansal risk; kısacası yapılan yatırımın geri dönmeme olasılığı, beklenen getirinin gerçekleşenden farklı olduğu bir durumdur (Jones, 1998). Finans teorisi kapsamında yer alan riskin, kaynaklarına göre sınıflandırıldığı görülmektedir. Buna göre riskler; sistemik risk, sistematik risk ve sistematik olmayan risk şeklinde sınıflandırılmaktadır. Sistemik risk; sistem kaynaklı, işletmenin kontrolü dışında gerçekleşen ve piyasadaki tüm menkul kıymetleri etkileyen bir risk türüdür (Okka, 2010). Piyasa aktörleri sistematik riskin temel kaynakları olduğundan, ülkelerin ve işletmelerin bu risk üzerinde herhangi bir tasarrufları bulunmamaktadır. Sistematik riskle ilgili etkenlerden birçoğu aynı zamanda finansal risk faktörlerini de içerir. Öte yandan, bir ülkenin finansal yönetiminde ve ekonomisinde yaşanan değişiklikler, o ülke ticareti üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Hoti ve McAleer, 2005).

Ülkelere özgü riskler ise temel anlamda finansal, ekonomik ve politik risk faktörlerinden oluşmaktadır. Bu faktörler içerisinde hem ülkeler hem de işletmeler için çok daha önemli olan finansal risk faktörleridir. Finansal risk kapsamında parayla ilgili her çeşit risk yer almaktadır. Alacak tahsil edememe, azalan gelir, borçları ödeyememe, işsizlik, enflasyon vb. çok sayıda değişken finansal risk faktörleri içerisinde gösterilmektedir (Altan vd., 2016). Bütünden ziyade bütünü meydana getiren parçalar açısından bu risk faktörlerini incelemenin pek çok faydası vardır. Örneğin bir ülkeye yönelik finansal risk tanımlanırken, söz konusu risk değerlerinin coğrafi yönden bölgesel ayrıştırılması, yatırımcı ve ülke perspektifinden daha dinamik bir analiz yapılmasına olanak sağlayacaktır.

İlgili literatür incelendiğinde finansal risk haritalarının ortaya çıkarılmasın ile ilgili bazı çalışmalara rastlamak mümkündür. Örneğin Cecchetti vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada sistematik riske maruz kalmış ülkelerin risk haritası uluslararası bankacılık sektöründeki veriler kullanarak çıkartılmıştır. Pegion vd. (2008) ise çalışmalarında CBS kullanarak bir risk değerlendirme çalışması geliştirmiştir. Colletaz vd. (2013) benzer şekilde çalışmalarında risk altındaki değeri kullanarak bir risk haritası oluşturmuşlardır. Altan vd. (2016) çalışmalarında Türkiye'deki finansal risk haritasını çıkarmışlardır. Çalışmada ortalama finansal risk faktörlerini kullanılarak haritalama yapılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar sırasında, CBS yöntemleri haricinde grafiksel analizler yapılarak belirlenen risk haritaları üretilmiştir. Ayrıca mekansal regresyon ve CBS analizini kullanan çalışmalar da mevcuttur. Çelik (2017), Türkiye'deki teşvik politikalarının ne kadar etkin olduğunu araştırmak için mekansal regresyon analizi yapmıştır. Baktemur ve Özmen (2017) tarafından yapılan çalışmada ise mekansal ekonometri kullanılarak AB üyesi olan gelişmiş ülkelerdeki işsizlik yakınsamaları analiz edilmiştir. Çalışma neticesinde işsizlik üzerinde mekansal bir etki olduğu belirlenmiştir. Akıncı vd. (2017), coğrafi ağırlıklı regresyon analizi kullanarak terörizmin sosyoekonomik belirleyicilerini araştırmışlardır.

2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Orman Yangınları Duyarlılık Değerlendirmesi

Dünyanın yapısını ve olaylarını haritalara dönüştürmek ve çeşitli analizler yapmak için ihtiyaç duyulan bilgisayar destekli araçlardan meydana gelen CBS, aynı zamanda, ortak veri tabanlarını entegre edebilen bir sistemdir. Diğer bir deyişle, CBS teknolojisiyle kullanıcılara sorgulama, görüntüleme, istatistiksel ve coğrafi analiz imkanları sağlanmaktadır. Bu özelliğinden dolayı CBS, kamu ve özel sektör çalışmalarını tanımlamak ve geleceğe yönelik pratik planlar yapmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

CBS ile sayısal yükseklik modeli kullanılarak eğim ve bakı haritaları ve yükseklik verileri kullanılarak 3D görüntüleri oluşturulması, nesneler hakkında istatiksel bilgilerin elde edilmesi, mesafe ve alan değerlerinin bulunması ve çeşitli tematik haritaların çakıştırılması gibi normal görevlerin gerçekleştirilmesi mümkündür (Bektaş, 2003).

Türkiye’de orman yangınlarının etkilerinin azaltılmasında veya ortadan kaldırılmasında CBS'nin önemli bir rolü bulunmaktadır. CBS teknolojisi yardımıyla yangına duyarlı ormanların yangın riskleri ve tehlikeleri haritalandırılır ve yangına eğilimli alanlar önceden belirlenir. Böylelikle yangın ile mücadeleden sorumlu yöneticiler yangın riski olan alanlara odaklanarak gerekli önlemleri alabilir (Özşahin, 2014). Orman yangını yönetimi kapsamında halkın bilgilendirilmesi, eğitim, modelleme, planlama ve analiz, yangın söndürme faaliyetleri, tehlike altında olan yerlerin belirlenmesi ve rehabilitasyon gibi faaliyetlerde CBS kullanılabilmektedir (Şahin, 2006).

2.6. Önceki Çalışmalar

Karabulut vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada Kahramanmaraş Başkonuş dağında coğrafi bilgi sistemleri kullanarak orman yangını risk alanları belirlenmeye çalışılmıştır. Tüm katmanlara yangına neden olma duyarlılıklarına veya kapasiteleri göre ağırlıklar atanmış ve bölgedeki yangın risk alanları tespit edilmiştir. Yapılan analiz neticesinde yangın riskinin yüksek bulunduğu yerleşkeler ve bu yerleşkeleri birbirine bağlayan yollar çevresinde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Hacısalihoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmada Karabük OİM sınırları içerisinde 2012-2016 yıllarında yaşanmış olan 123 orman yangınının ilk başladığı noktalar baz alınarak, mekânsal dağılımlarının tespiti amaçlanmıştır. Bu tespitin yapılabilmesi için bu çalışmaya özel bir orman yangın envanter haritası oluşturulmuştur. Orman yangınında etkili olan her bir faktörün yangını oluşumundaki ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile belirlenmiştir. Belirlenen bu ağırlıklar doğrultusunda analizler yapılmış ve orman yangın duyarlılık haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu duyarlık haritaları düşük, orta, yüksek ve çok yüksek yangın duyarlılığı şeklinde 4 kategoriye ayrılmıştır. Üretilmiş olan duyarlık haritasının gerçekle ne kadar uyumlu olduğunun belirlenebilmesi için orman yangın envanter haritası ile elde edilen orman yangın duyarlılık haritaları karşılaştırılmıştır. Bu mukayese sonucunda ÇKKA yöntemine göre %92’lik bir oranda uyum olduğu belirlenmiştir.

Gayır (2019) tarafından yapılan çalışmanın amacı 2011-2015 yılları arasında Muğla orman bölgesinde gerçekleşen orman yangınlarının konumsal istatistik analizi ve risk

haritalarının oluşturulmaya çalışılmasıdır. Bu çalışmada orman yangınlarının çıkış konumları dikkate alınarak, öncelikle yangınlar arasında kümelenme çalışması/örüntü araştırması yapılmıştır. Regresyon çalışmaları ile risk parametrelerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda yangınları etkileyebilecek değerler belirlenmiş ve en küçük kareler regresyonu ve coğrafi olarak ağırlıklandırılmış regresyon modelleri kullanılmıştır. Uygulanan modellerin doğrulukları irdelenerek, modellerin doğruluğu test edilmiştir. Elde edilen modeller anlamlılık oranlarına göre yapılacak çalışmalarda altlık teşkil edebilecektir. Ayrıca önleyici tedbirlerin alınması konusunda devlete katkıda bulunarak, yapılacak proje ve planlamaların bütçesinin azalmasını sağlayabilecektir.

Dilekçi (2019) tarafından yapılan çalışmada çalışma alanı olan Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlüklerine ait alanlarda orman yangınına etki eden faktörleri belirlemek ve söz konusu alanın orman yangını risk haritasını oluşturmak amaçlanmıştır. 2008-2018 yılları arasında ilgili bölgede çıkan yangınlar uydu görüntüsü üzerinde işaretlenmiştir. Sonrasında ise literatürdeki çalışmalar, ilgili işletme şeflerinin görüşleri ve yangın sicil fişleri çerçevesinde çalışma sahasında orman yangınlarına sebep olan en etkili faktörler tespit edilmiştir. Buna göre yangına etki eden faktörler yol hatlarına mesafe, yerleşim yerlerine mesafe, yükseklik, bakı, eğim ve arazi örtü tipi/kullanımıdır. Orman yangınına her bir faktörün ne derece etki ettiğinin belirlenebilmesi için “Analitik Hiyerarşi Prosesi” (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Kolay uygulanabilir ve sade olması nedeniyle AHP, literatürde en sık kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Arazinin örtü tipini belirleyebilmek için Landsat 8 uydu görüntüsüyle bir sınıflandırma haritası hazırlanmış ve yangınla ilgili sınıflar tespit edilmiştir. ArcGIS 10.5 programı kullanılarak orman yangınını etkileyen her bir unsurun haritası oluşturulmuştur. Bu faktörlerin kendi içerisindeki önem dereceleri bu programda yapılan sorgulamalar ile netleştirilmiştir. 30x30 m çözünürlükte raster veri formatına çevrilen her bir harita analize uygun duruma getirilmiştir. Oluşturulan bütün bu haritalar CBS ortamında birleştirilerek çalışma alanına yönelik orman yangını risk haritası elde edilmiştir. Bu risk haritasından elde edilen verilere göre toplam alanın %18'inin düşük risk, %43'ünün orta risk, %39'unun ise yangına en hassas olan yüksek risk sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Karadeniz (2020) tarafından yapılan çalışmada araziden elde edilen topografik özellikler, bitki özellikleri, meteorolojik özellikler ve peyzaj özellikleri çerçevesinde 2019 senesinde İzmir'in Urla ilçesinde yaşanmış olan orman yangını değerlendirilmiş ve yangın risk modelleri oluşturulmuştur. Ayrıca araştırmadan elde edilen bulgulara göre bir yangın simülasyonu yapılmıştır. Araştırma neticesinde değerlendirilen tüm parametreler doğrultusunda oluşturulmuş olan yangın risk haritası verilerine göre riski düşük alanların %2; orta derece risk değerine sahip alanların %28'lik bir alanı kapladığı, en riskli alanların ise %70'lik bir bölgeyi kapladığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanında 2008, 2009 ve 2019 yıllarında yaşanan yangınların risk durumu yüksek alanlarda ortaya çıktığı önemli bir bulgu olarak tespit edilmiştir. Buradan hareketle oluşturulan modelin gerçek yangın lokasyonları ile uyumluluk gösterdiği belirlenmiştir.

Özenen Kavlak, Kurtipek ve Çabuk (2020) tarafından yapılan çalışmada coğrafi bilgi sistemleri (CBS) olanakları kullanılarak Kütahya-Ören Orman İşletme Şefliği'ndeki orman yangını riskinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan araştırma neticesinde 2005-2009 arası dönemde ilgili bölgede toplam 128 yangının meydana geldiği ve bu yangınlarda toplam 99,18 hektar alanın zarar gördüğü tespit edilmiştir. Araştırma ile yangınların neden olduğu gerek maddi gerek fiziksel zararların önlenmesine katkı sağlanması, yangından kaynaklanan risklerin asgari düzeye indirilmesi ve oluşabilecek yangınlara hazırlıklı olunması hedeflenmiştir. Çalışmada ilk olarak çalışma alanını yansıtan CBS destekli bir yangın risk haritası oluşturulmuştur. Bununla birlikte görülebilirlik analizi ile bölgedeki yangın kulelerinin ilgili alanın ne kadarına hakim olduğu da tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda CBS ortamında elde edilmiş olan yangın risk haritaları ve görülebilirlik analizi sonuçlarına göre risk ve tehlikelerin önlenmesine yönelik tavsiyelerde bulunulmuştur.

Baltacı (2021) tarafından yapılan çalışmada, orman yangınlarına yönelik mücadelelerde karar destek sistemlerinde kullanılan orman yangını risk analizi yapılmıştır. Bu çalışmada kapalılık, ağaç türü, eğim, çağ sınıfları, rakım, bakı, yerleşim yerlerine mesafe, yollara mesafe, enerji nakil hatlarına mesafe, sulak alanlara mesafe ve tarım alanlarına mesafe gibi 11 kriter orman yangını riskinin hesaplanmasında dikkate alınmıştır. Çalışmada kriter değer aralıklarının belirlenebilmesi için ilk olarak CBS analizleri yapılmış, sonrasında bunların doğru

olup olmadığını kontrol için arazi çalışmaları yapılmıştır. Çalışma neticesinde önceki çalışmalardan farklı olarak rakım arttıkça orman yangını riskinin azaldığı, eğim arttıkça orman yangını riskinin azaldığı, "insan faaliyetlerine mesafe" yönünden en yüksek riskli değer aralığının 0-25 metre olduğu belirlenmiştir. Ayrıca alan çalışmaları ve CBS analizleri sonucunda elde edilen bulgularla arazide gerçekten yangın çıkabilecek noktaların çok büyük ölçüde uyumlu olduğu belirlenmiştir.

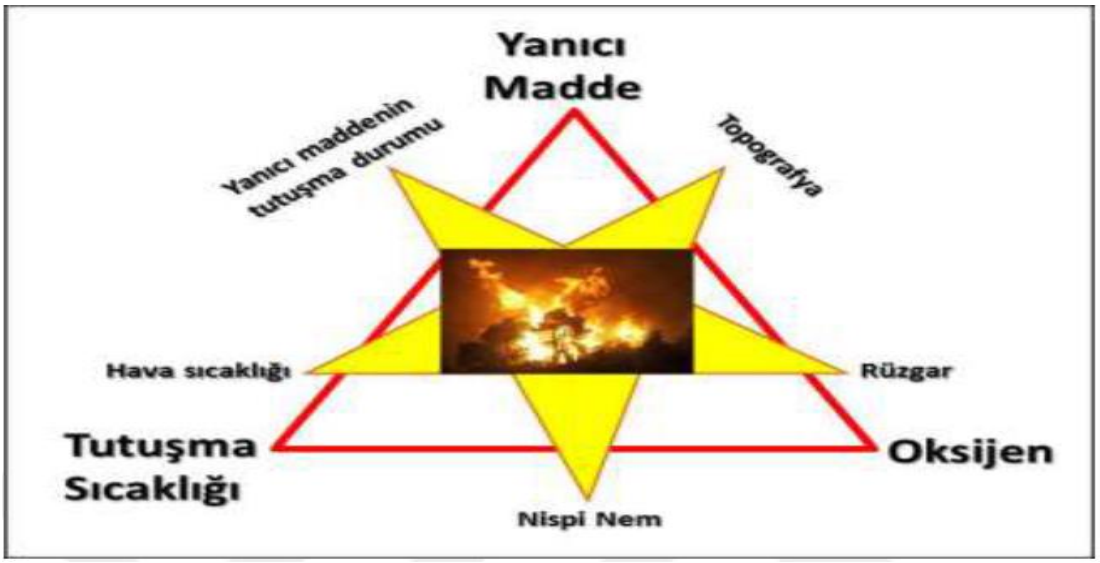
Dilekçi, Marangoz ve Ateşoğlu (2021) tarafından yapılan çalışmada 2008-2019 yılları arasında Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlüklerine bağlı ormanlık alanlarda yaşanmış olan 126 orman yangınının yangın sicil formu incelenmiştir. İlgili alanlarda yangına neden olan arazi kullanım sınıfları, topoğrafik faktörler ve insan faktörü tespit edilmiştir. Google Earth üzerinden yol ve yerleşim ağlarına ilişkin vektörel çıkarımlar yapılmıştır. Arazi kullanım verileri için Landsat 8 uydu verisi, topoğrafik veriler için de Sayısal Yükseklik Modeli verisi kullanılmıştır. Sonrasında Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemiyle uygunluk puanları değerlendirmeye alınan her bir faktör için ayrı ayrı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda CBS ortamında bölgenin düşük, orta ve yüksek risk grubu olmak üzere sınıflandırılmış orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Analiz neticesinde toplam alanın %39'unun yüksek, %43'ünün orta, %18'inin ise düşük risk sınıfında olduğu belirlenmiştir.

3. ORMAN YANGIN DUYARLILIK HARİTASI ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Orman yangınları, ormanda bulunan yanıcı maddeleri, yatık ve dikili kütükleri, ağaçlar, ibre, ot, kuru ağaçlar ve yapraklar gibi maddeleri tamamen ya da kısmen yakan ve etrafının açık olması nedeniyle serbestçe yayılma eğilimi gösteren yangınlardır (Hacisalihoğlu, 2018). Orman yangını "Orman Genel Müdürlüğü" tarafından orman yaşamı içerisinde yer alan canlı-cansız tüm varlıkları yok edebilen ve serbest yayılma eğiliminde olan ateş şeklinde tanımlanmaktadır (OGM, 1995). Yönetmeliklerde ise "Serbest yayılma eğiliminde olan ve ormanda yaşama birliği içinde bulunan canlı ve cansız bütün varlıkları yakarak yok eden ateştir" şeklinde tanımlanmaktadır (OGM, 2008).

Bir orman yangınının çıkması için yangın üçgeni olarak tanımlanan yanıcı maddeler, oksijen ve tutuşma sıcaklığı şeklindeki üç bileşenin bir arada olması gerekmektedir (Bahadır, 2010). Bu üç bileşen orman yangınlarında etkili olan diğer unsurlar Şekil 2.1 gösterilmiştir.

Şekil 2.1: Yangın üçgenlerinde ve normal zamanlarda orman yanmasında etkili olan faktörler



Kaynak: (Asri ve ark. 2015, s.4).

Bu üç bileşenden herhangi birinin eksik olması veya herhangi birinin yetersiz olması durumunda yangın oluşmamaktadır. Yangınla mücadelede bu üç bileşenden birinin ortadan kaldırılması da önemlidir. Bununla birlikte bu üç bileşenin miktarı ve kalitesi orman yangınlarının şiddetini ve yaygınlığını belirlemektedir (Turnalı, 2020). Öyle ki yanacak maddeler için sıcaklığın 260-400 ºC'nin üzerinde olması, oksijenin %15'ten fazla olması ve yanabilecek yeterli materyalin bulunması gerekmektedir (OGM, 2008).

3.1. Orman Yangını Türleri

Orman yangınları, yanan alana göre farklı türlere ayrılmaktadır. Bu ayrıma göre üç tür yangın vardır. Bunlar örtü yangını, tepe yangını ve toprak yangınıdır (OGM, 1995).

3.1.1. Örtü Yangını

Orman toprağını kaplayan kuru dal, kütük, kesim artıkları gibi ölü örtüler ile fide, funda, yosun, çayır, ot ve yaprak gibi canlı örtüyü yakan yangın, örtü yangını olarak adlandırılmaktadır (Bilgili, 2014). Örtü yangını ormandaki toprağı örten ölü ve diri örtüyü yakan yangınlardır. Aynı zamanda ormanlık alanlarda en sık karşılaşılan yangın türüdür. Orman yangınlarının gelişimi ölü ve diri örtünün durumuna göre farklılık göstermektedir. Orman yangınlarının hemen hepsi örtü yangını olarak başlamakta ve gelişim göstermektedir (Küçük vd., 2009).

Meşcere asli ağaçlarına genel olarak zarar vermemekle birlikte, toprağı örten yanıcı maddelerin yoğun olması durumunda bu ağaçlara zarar verebilmektedir (Bahadır, 2010). Bu durumun yaşanmaması için yangın sonrası yanan bölgenin takip ve kontrolünün iyi bir şekilde yapılması gerekmektedir (OGM, 1995).

Şekil 2.2: Örtü yangını



Kaynak: (Reynolds vd, 2013)

Örtü yangını, yangına karşı toleranslı türlerin gelişebilmesi için uygun bir ortam yaratmaktadır (Bekar, 2016). Örneğin bitkisel atıkların yoğun olduğu örtü yangını bölgelerinde meşe gibi kalın kabuklu ağaçlara kıyasla, zeytin ve ceviz gibi ince kabuklu ağaçlar, yangından daha fazla etkilenmektedirler (Bulut, 2011). Ayrıca yanabilecek döküntü miktarını azalttığı için örtü yangınlarının yoğun görüldüğü alanlardaki hafif yüzey yangınları, ağır tepe yangını tehlikesini en aza indirmektedir (Bahadır, 2010).

3.1.2. Tepe Yangını

Örtü yangınlarının geniş bir alana ilerlemesi nedeniyle ağaç ve ağaççıkların tepelerini de yakmaya başlayan yangınlar tepe yangınları olarak adlandırılmaktadır (Küçük vd., 2009). Yangınların tepe yangınına dönüşmesi, aşırı sıcaklıkla birlikte iğne yapraklı ormanlarda oluşan gaz çıkışının örtü yangınına etki ederek tutuşturması ve yangını tepe yangınına dönüştürmesi şeklinde oluşabildiği gibi kolay tutuşabilen ve gövde üzerinde bulunan liken, yosun, kuru dal vb. yanıcı maddelerin dikey sürekliliğini koruyan etkenlerin örtü yangını ile tutuşturulması neticesinde oluşabilmektedir (Kula, 2018). Bu sebeple tepe yangınları daha çok iğne yapraklı ormanlarda görülmektedir. Aşağıdaki resimde bir tepe yangını görüntüsü verilmiştir.

Şekil 2.3: Tepe yangını



Kaynak: (Peruniak, 2018)

Orman yangınları içerisinde en hızlı büyüyen ve en tehlikeli olan yangınlar tepe yangınlarıdır. Tepede ilerleyen yangın, çok hızlı bir şekilde yayıldığı için müdahale edilmesi ve kontrol altına alınabilmesi de o derece zor olmaktadır. Ağaç ve ağaççıkların gelişiminde olumsuz etkileri olan tepe yangınları, bu anlamda meşcerenin canlılığını kaybetmesine sebep olmaktadır (OGM, 1995).

3.1.3. Toprak Yangını

Toprak yüzeyin altında yer alan turba ve ham humus gibi kalın organik maddelerin yanmasıyla meydana gelen yangınlar toprak yangını olarak adlandırılmaktadır (Bilgili, 2014). Toprak yangınları bataklık alanlarının kurutulması sonrasında zeminde kalan bitkilerin çürümesiyle oluşan yanıcı gazların tutuşması neticesinde başlamakta ve belli kalınlıktaki toprağımsı karışık tabakanın yanması ile daha geniş alanlara yayılmaktadır (Özdemir ve Çelik, 2020). Toprak altında yavaş bir şekilde ilerleyen bu yangın, bazen toprak yüzeyine çıkarak örtü yangınına dönüşebilmektedir. Türkiye'deki ormanlarda kalın ham humusun ve turbaların çok az olması nedeniyle toprak yangınlarına Türkiye'de fazla rastlanmamaktadır (OGM, 1995).

Şekil 2.4: Toprak yangını



Kaynak: (Watts ve Kobziar, 2013)

Resimde de görüldüğü üzere toprak yangınları toprak içerisinde alevsiz bir şekilde gelişen, oldukça sıcak bir yanma hadisesidir. Toprak yangınları topraktaki organik maddenin tamamını tüketerek mineral maddeye dönüştürdüğünden, doğayı en çok tahrip eden yangın türü olarak görülmektedir. Toprak yangınına maruz kalmış alanlarda yeniden bir bitki örtüsünün oluşması imkânsızdır (Şakar, 2018).

3.2. Orman Yangının Oluşumunda Etkin Olan Faktörler

Orman yangınları önceden tahmin edilememekle birlikte, yangın riskini ve olasılığını artıran bazı faktörler vardır. Yangın oluşumunda etkili olan bu faktörler arasında iklim değişikliği, hava ve hava durumu endeksleri ile kentsel ve insani faaliyetler sayılmaktadır.

3.2.1. İklim Değişikliği

Hava: Yangın durumunun en dinamik unsuru havadır. Hava aynı zamanda belli bir günde yangın tehlikesinin derecesini belirleyen en baskın faktördür. Uzun süreli hava koşullarından sorumlu olan iklim ile atmosfer koşullarında günlük dalgalanmayı ifade eden havayı ayırt etmek önemlidir. Yangınlara etki eden atmosferik koşullar

yağış, sıcaklık, nem ve rüzgardır. Bu dört faktör, yangınla ilgili pek çok özelliği etkilemektedir (Calda vd., 2020).

Nem: Nem hâkim sıcaklıktaki havanın su buharına doygunluk yüzdesinin bir göstergesidir. Dolayısıyla bağıl nemin yüksek olması havada çok fazla nem olduğu anlamına gelmektedir (Küçük ve Sağlam, 2004). Havada bulunan nem miktarı yakıttaki nem miktarına da etki etmektedir. Çevresel ve nemli yakıtların büyük bir bölümü güçlükle yanmaktadır (Santiago ve Kheladze, 2011). Yangın riski özellikle bağıl nemin %30'un altına düştüğü durumlarda daha yüksektir. Bağıl nem %60'ın altına düştüğünde de yangın riski artmaktadır (Karadeniz, 2020).

Yüzey sıcaklığı: Yanıcı maddenin sıcaklığını düzenlediği için yangın riskini doğrudan etkileyebilmektedir. Daha yüksek sıcaklıklar, maddenin tutuşma noktasına daha yakın olduğu anlamına gelmektedir. Bu açıdan yangının yayılma hızı yüksek sıcaklıklarla karakterize bir ortamda daha yüksektir (Çolak ve Sunar, 2018).

Rüzgarlar: Yangın davranışını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Yakıtın ön ısıtması ile kuruma hızını etkiler ve oksijen tedarikini arttırır. Ek olarak, rüzgarlar yanan veya için için yanan kömürlere neden olarak sıçramalara veya alevlere neden olabilir (Küçük ve Sağlam, 2004). Aşırı rüzgar basıncı, zeminde konvektif etkiye neden olarak, yakıtın yangından önce ön ısınmasına ve hızlı kurumasına neden olabilir ve yangın bu yönde hızla yayılabilir. Rüzgar ayrıca yakıtın nem içeriğini de etkileyebilir. Yüksek rüzgar hızlarında, orman yakıtındaki nem daha hızlı kurur ve yangınlar daha kolay yayılır. Orman yangınlarında rüzgarları etkileyen ana faktörler yangının yayılma hızı ve yönüdür (Santiago ve Kheladze, 2011).

Sedimantasyon: Yakıta batırarak tutuşma riskini azaltabilir veya halihazırda yanan yangını söndürebilirler. Bitkiye ve toprağa giren su, yakıtın nemini arttırır. Yüksek nem içeriği, buharlaşmayı ve tutuşmayı hızlandırmak için önemli miktarda ısı yayar. Bu nedenle, uzun süreli kuraklık koşulları yangınların artmasına ve yangınlardan etkilenen alanlarda önemli hasarlara neden olmaktadır (Erdem, 2018).

3.2.2. Hava Koşulları

Hava şartlarının, orman yangınlarının oluşumunda önemli bir etkisinin olduğu düşünülmektedir (Flannigan vd., 2005). Orman yangınları ve iklim bilimi arasındaki ilişki her yerde mevcuttur. Yılda çıkan yangın sayısı ve yanan toplam yüzey alanı olarak ifade edilen yangınla mücadele, güneş ışığının varlığı ile ilgili olan maksimum ve mutlak maksimum yüzey sıcaklığı ile yakından ilişkilidir (Koutsias ve ark. 2013). Normalde, kuraklık ve çevresel etkiler büyük yangınların meydana gelme olasılığını artırmaktadır. Farklı hava bileşenlerinin yangınlar üzerinde göreceli bir etkisi vardır (Avcı ve Korkmaz, 2021). Portekiz'de yanan alanlar mevsimsel yağışlar ve yakıt nemi ile ilişkilidir (Carvalho ve diğerleri, 2008). ABD'nin Kalifornia eyaletinde sıklıkla görülen büyük yangınlar ise yağışlardan ziyade rüzgarların insidansından daha çok etkilenmektedir (Freedman, 2008).

3.2.3. Topoğrafya Faktörü

Topografya, yangının potansiyel davranışı üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı olarak yangın üzerinde etkisi olan bir faktördür (Alkayış, Karslıoğlu ve Onur, 2022). Topografya veya arazi özellikleri, "kanallar" ve "oluklar" aracılığıyla yangının genişlemesine katkıda bulunmakla birlikte, göller, çıplak toprak veya kayaların varlığıyla da yangının daha geniş alana yayılmasına engel teşkil etmektedir. Bu anlamda topagrafik özellikler bir taraftan yangının genişlemesini sağlarken, diğer taraftan daha fazla yayılmasına engel olabilmektedir. Buna göre yangına etki eden topografik faktörler bakı, yükseklik (rakım) ve eğimdir (Yılmaz, vd., 2021).

Bakı: Bir eğimin baktığı yönün ifade etmektedir**.** Bakı derece cinsinden 0° (Kuzey), 180° (Güney) ile 360° (Kuzey) arasında ölçülmektedir. Düz yüzeylere -1° değeri verilmektedir. Kuzey yarım kürede güneş ışınlarına en çok maruz kalan yamaçlar güneye bakan yamaçlardır. Bunun yanı sıra güneydoğu ve güneybatı yamaçları da hakim rüzgarlara maruz kalmaktadırlar. Bu iki faktörün kombinasyonu ile güney yamaçlarda daha düşük bağıl nem ve daha yüksek sıcaklıklar görülmektedir. Sonuç olarak, bu yamaçlarda daha fazla bitki yakıtı bulunmaktadır (Burgess, 2011; Heyerdahl vd., 2001). Bununla birlikte kuzeye bakan yamaçlarda nem miktarı daha fazla, sıcaklık ise daha düşük olduğundan yangın ihtimali daha düşüktür. Türkiye'nin

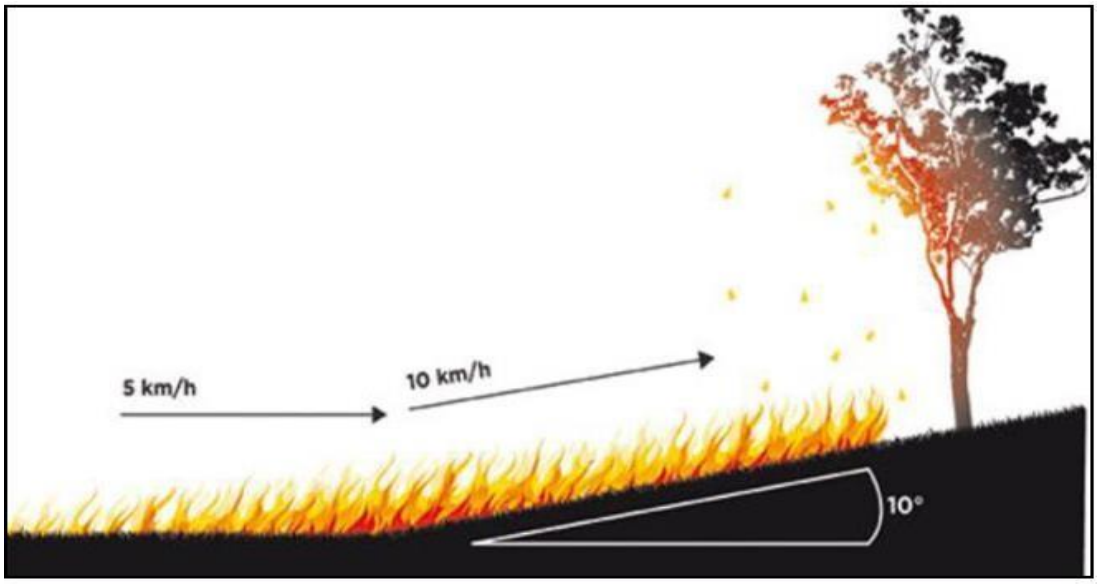
de yer aldığı Kuzey Yarım Küre'de genel olarak güney ve güneydoğu bakılar güneş ışığını doğrudan aldığından ve sıcak havayla yanıcı maddenin sıcaklığı daha da arttığından yangınlar daha hızlı yayılmaktadır (Dilekçi, Marangoz ve Ateşoğlu, 2021).

Rakım (Yükselti): Rakım deniz seviyesinden başlamakta ve iklimin genel özelliklerini etkilemektedir (Baltacı ve Yıldırım, 2020). Düşük rakımlar genellikle yüksek sıcaklıklar ve düşük bağıl nem ile karakteri iken; yüksek rakımlar, orografik yağış nedeniyle yakıt nemi ve bağıl nemin daha yüksek olduğu alanlardır. Bu durum tutuşma veya yangının yayılma olasılığını sınırlandırmaktadır (Cüce vd., 2020). Yükseklik arttıkça karın yerde kalma süresi de artmaktadır. Böyle yükseltilerde yakıt neme daha fazla doymakta bu da yakıtın tutuşmasını önlemektedir (Geçen ve Topuz, 2021).

Eğim: Arazinin engebelik derecesi "eğim" olarak ifade edilmektedir. Yangınlar geniş bir sahaya yayıldığında eğimin etkisi çok daha büyüktür. Diğer koşulların eşit olduğu bir alanda, şayet arazi eğimli ise yangın daha hızlı ilerlemektedir. Eğim genellikle derece veya yüzde olarak ölçülmektedir ve yangının alev uzunluğu ve yayılma hızına olan etkisinden dolayı yangını doğrudan etkileyebilmektedir (Kavlak, Kurtipek ve Çabuk, 2020). Alevden yayılan ısı arttıkça, yakıtın sıcaklığını tutuşma sıcaklığına yükselttiği ve nem içeriğini azalttığı için yangın yokuş yukarı hızla yayılmaktadır (Baltacı ve Yıldırım, 2020). Eğim ne kadar yüksek olursa, yangın o kadar hızlı yayılmaktadır. Yangın, rüzgarın etkisiyle bir yelpaze şeklinde yokuş yukarı hareket etmektedir. Yangınların atmosfere salınmasına konveksiyon sütunu da katkıda bulunmaktadır ve diğer ormanlık alanları tutuşturabilen bir süreci ifade eden "üfleme" riskini artırmaktadır (Burgess, 2011).

Bir arazideki her 10 derecelik eğim artışı, yangının yayılma hızını iki kat artırmaktadır. Bu durum Şekil 2.5'te gösterilmiştir.

Şekil 2.5: Eğimin yangına etkisi



Görüldüğü üzere eğim topografik faktörler arasında yangına etki eden en önemli faktördür. Rüzgar hızına ve eğimin açısına bağlı olarak yangının yayılma hızının belirlenmesinde eğim bazen rüzgardan daha etkili olabilmektedir (Rawat, 2003).

İklim değişikliği, hava koşulları ve topoğrafya dışında yanıcı madde kaynakları, yanıcı maddelerin yanması, yangın davranışı ve yangın tehlike oranı da orman yangınlarının oluşumunda etkilidir.

Yanıcı Madde Kaynakları: Ormanı oluşturan canlı bitkiler, türler ve komplekslerinin büyüme, gelişme ve çeşitli gerekçelerle ölmesi sonucunda ormandaki yanıcı madde kaynakları oluşmaktadır, yayılış yönünden ormanda bulunan yanıcı maddeler çeşitli değişiklikler göstermektedir. Ormanda bulunan yanıcı maddeler; genel özellikleri ve dikey yayılışlarına göre toprak içi yanıcı maddeler, toprak üstü yanıcı maddeler ve yüksek boylu yanıcı maddeler olmak üzere üç gruba ayrılabilmektedir (Çanakçıoğlu, 1993).

- **Toprak İçi Yanıcı Maddeler:** Üst topraktaki tüm yanıcı maddeleri kapsayan bu maddeler içerisinde gübre ve turbalar, çürümekte olan organik madde artıkları, ağaç kökleri, humus vb. yer almaktadır
- **Toprak Üstü Yanıcı Maddeler**: Canlı materyal veya ölü örtülerdir. Toprağın üst yüzündeki tutuşabilen tüm materyali kapsayan toprak üstü

yanıcı maddeler arasında ince ve çürümüş dallar, dökülmüş yapraklar ot ve çayırlar, kabuk ve kozalaklar, fideler, alçak boylu çalılar, küçük boylu fidanlar, hatta 1,5 m yüksekliğe kadar olan çalılar, kütükler, devrikler ve toprak yüzeyindekikalın dallar yer almaktadır.

- **Yüksek Boylu Yanıcı Maddeler:** Genellikle topraktan 1,5 m yükseklikten daha yukarı olan, orman çatısı içinde bulunan ve canlı veya ölü olan maddelerdir. Bu maddeler arasında, çalılar ve alt tabaka ağaççıklar, ağaç dal ve yaprakları, dikili kurular, sarılıcı bitkiler, yüksek boylu çalılar, liken ve yosunlar yer almaktadır.

Yanıcı Maddelerin Yanması: Ormanda bulunan maddeler yanmaya başladığında, reçine, odun ve diğer yanabilen maddeler ile havada bulunan oksijen arasında kimyasal bir kombinasyon ortaya çıkmaktadır. Orman yangınlarının bir kıvılcım çıkması, sonra bir tütme oluşması ve son olarak yanıcı bir maddenin tutuşması şeklinde birçok aşaması vardır. Yangın bazen oldukça şiddetli bir biçimde kendisini hissettirmektedir. Yoğun duman, alevlerin sıçraması, seyrek patlamalar, gürültülü sesler ve şiddetli ısı gibi hadiseler yangın sürecinin belirgin doğal yasaları ve ilkeleri içerisinde düzenlenip yönetilmektedir. Çeşitli çevre etkinlikleri ile bu ilke ve yasaların yangın üzerinde olan etkilerini iyi bilmek, karar döneminde büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Bilici, 2008).

Yangın Davranışı: Yanıcı madde, hava halleri, topografya gibi çıkan bir yangına etki eden tüm faktörler karşısında yangının nasıl hareket ettiği ve edebileceği yangın davranışı olarak ifade edilmektedir. Yangının çıktığı anda ne yaptığı ve ilerideki süreçlerde neler yapabileceğinin tahmini, çıkan bir yangınla savaşan insan için en önemli sorundur. Yangınla savaşmak ve başarılı olmak için bu konuda yeterli düzeyde bilgiye sahip olunursa daha kolay sonuç alınmaktadır (Castillo vd., 2021).

Yangın Tehlike Oranı: Yangın tehlike oranı (YTO), yangına etki eden faktörlere bağlı olarak, mevcut şartlar altında oluşabilecek muhtemel bir yangının potansiyelinin belirlenmesidir (Şenyaz, 2000). Sabit ve değişken yangın faktörlerinin bir sonucu olan yangın tehlikesi, yangınların başlama, yangınla savaş güçlüğü, yayılma ve sebep olduğu zararı belirlemektedir. Yangın tehlike oranı ise yangınla savaş planının bir elemanı olup güncel koruma gereksinimlerine bağlı olarak indisler

şeklinde seçilmiş yangın tehlike faktörlerinin düzenlenerek uygulanmasını ifade etmektedir (Coşkuner ve Bilgili, 2020).19.

Çevreyle ilgili bir faktör olarak yangınların meydana getirdiği etkiler, yangın sonrası ekosistemlerin iyileşmesi şeklinde devam eden bir yeniden yapılanma sürecini başlatmaktadır (Doussi ve Thanos, 1994). Yangınlar ekosistemin var olan floristik bileşim ve yapısal özelliklerden uzaklaşması ve genel olarak insan kaynaklı nedenlerle bozulmasıyla (degradasyonu) da sonuçlanabilmektedir (Moreira ve Vallejo, 2009). Yani gerek antropojen kaynaklı diğer değişimler (Pausas ve Keeley, 2014) ve gerekse iklim değişimi (Pausas, 2004) bölgesel yangın rejimlerinde belirgin değişikliklere neden olmaktadır (Tavşanoğlu, 2017). Bu bağlamda orman yangını, yukarıda sayılan faktörlerle birlikte insan ve insan faaliyetlerinin işin içine girmesiyle doğal döngü dışında değerlendirilmesi gereken büyük bir afete dönüşebilmektedir.

3.3. Orman Yangınlarında CBS'nin Rolü

Orman yangınları dünyada ve Türkiye'de, özellikle yaz aylarında ciddi düzeyde can ve mal kayıplarına sebep olabilmektedir. Bu kayıpların en aza indirilebilmesi için yangınların önceden tahmin edilebilmesi son derece önemlidir. Benzer şekilde yangının şiddeti ve yayılma oranının da önceden tahmin edilmesi yangınla mücadelede oldukça ekilidir. Ancak tüm bunların yersel ölçümlerle bilinmesi uzun uğraşlar, ciddi zaman harcamanın yanı sıra oldukça maliyetlidir (Yavuz ve Sağlam 2011).

Orman yangınları ile başarılı bir şekilde mücadele edebilmek için gereken her türlü tedbirin alınması gerekmektedir. Kaynaklar verimli ve ekonomik kullanılmasının yanı sıra sürecin her aşamasında ileri teknolojilerin de kullanılması gerekmektedir. Günümüzde yangın yönetiminde kullanılan önemli teknolojilerin başında "Coğrafi Bilgi Sistemi" (CBS) gelmektedir (Tecim, 2008). Ortaya koyduğu verilerle birçok alanda kullanılan bu sistemin en önemli uygulama alanlarından biri ormanlardır (Karabulut vd., 2013). CBS teknolojisi günümüzde orman yönetimi, orman işletmeciliği, orman taşımacılığı, orman yangınları vb. ormancılıkla ilgili birçok uygulamada kullanılmaktadır (Akay vd., 2008; Gümüşay ve Şahin, 2009; Sivrikaya

vd. 2007; Yüksel vd., 2008; Wing vd., 2010). CBS, sayesinde istediğiniz bilgiye ulaşmak çok hızlı, kolay ve ekonomiktir. (Küçük ve Bilgili 2006). Böylece sadece yangınlar sırasında değil, yangın öncesi ve sonrası araştırmalar için de çok faydalı bilgiler elde etmek mümkündür. (Şahin, 2006).

CBS'nin bir karar verme sistemi olarak kullanılması nedeniyle, orman yangınlarına ilk müdahalenin ve yangın söndürme topluluğunun planlanması, taşınması ve koordine edilmesi mümkün olan en iyi zamanda yapılabilmektedir (Akay ve Şakar, 2009; Varol vd., 2010; Akay vd., 2011). CBS yardımı ile yangına meyilli bir alandaki havanın yapısı, detaylı topografyası ve alanda etkin olan yanıcı maddelerin özellikleri, güvenli ve uygun bir ortamda yangının giderilmesini sağlayabilmektedir.

CBS, yangın yöneticilerinin yangınla mücadele davranışını etkileyen fiziksel bilgileri ve ilişkileri daha iyi anlamalarına ve görmelerine yardımcı olmaktadır. Yangının yerini ve nerede yoğun yaşanacağını belirlemek için eğim, bakı ve bitki örtüsü gibi faktörler görüntülenebilmektedir (Gayır ve Arslan, 2018). Bu bilgiler sayesinde kültürel kaynaklar, önemli tesisler, kritik yerleşim yerleri ve doğal yaşam alanları görüntülenebilir ve karşılaştırılabilir. Geçmiş orman yangınları elektrik hatları, yollar, fabrikalar, yerleşim yerleri vb. yangına sebep olan muhtemel kaynaklar ile birlikte görülebilmekte ve yangın çıkabilecek alanlar belirlenebilmektedir. Ayrıca önemli varlıklar ve kolay tutuşan ormanlar ile yangın çıkma ihtimali yüksek olan yerler birlikte görüntülenerek temel orman yangını yönetim faaliyetleri belirlenebilmektedir (ESRI, 2000).

3.4. Orman Yangını Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler

Topografik ve çok boyutlu insan ve doğal kaynaklı birçok unsurun bir arada düşünülmesi gereken orman yangını duyarlılık haritalarının üretiminde ve analizinde, günümüzde karar ağacı metodu, destek vektör makineleri ve sezgisel algoritmalara dayalı yapay sinir ağları, olasılığa dayalı “frekans oranı” gibi metotlar ve istatistiksel yöntemlere dayalı “lojistik regresyon metodu”nun kullanımı önerilmektedir (Hacısalihoğlu, 2018). Bu metodlar dışında pek çok araştırmacının tercih ettiği ve geliştirdiği yöntemlerden biri de CBS’deki teknolojik gelişmelerle birlikte CBS’ye dayalı “Çok Kriterli Karar Analizi” (ÇKKA) yöntemidir (Şahin 2012).

3.4.1. Çok Kriterli Karar Verme Analizi

İnsanlar, tercih yapması gereken bir durumda karar verme aşamasında bir tek kriter üzerinden değerlendirmelerde bulunmamaktadırlar. İnsanlar gibi kurumlar da bir değerlendirme yapacakları zaman, uzun dönem fayda elde adına birden fazla kriteri göz önünde bulundurmaya çalışmaktadırlar. Ancak bir karar probleminde çoğu zaman, tüm kriterleri aynı anda karşılayabilen mükemmel bir çözüm bulmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle karar problemlerinde tüm kriterler değerlendirilerek mevcut alternatifler içerisinden ideal bir çözüme ulaşılmaya çalışılmaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013).

Eylem gerektiren durumda verilen tepkiler karar (İmrek, 2003), hareket tarzları içerisinden en uygun olan seçeneğin belirlenmesi ise karar vermedir (Saat, 2000). Karar verme eyleminin bir süreç olması, karar ve karar verme arasındaki temel farktır (Tuncer vd., 2009). Karar verme, bir karar vericinin veya karar verme ekibinin istenen amaca ulaşmak ve belirli bir sorunu çözmek için mevcut seçeneklerden doğru olan bir veya birkaç tanesinin tercih edilmesi sürecidir. (Doğramacı, 2009).

Karar problemleri, kararda kullanılan yöntemlere ve çözümlerin bulunacağı duruma göre büyük farklılıklar gösterir. Birbiriyle çelişen birçok kriter/tutumun varlığında verilen karar, çok kriterli karar olarak bilinmektedir. Buna göre belirlenmiş kriterlere göre en uygun kararın belirlenmesi süreci "çok kriterli karar verme" olarak adlandırılmaktadır (Bazzazi vd., 2011). Kriterler çoğu zaman birbiriyle çeliştiğinden, tüm kriterleri aynı anda karşılayan bir çözüm bulunmamaktadır. Bu durumda karar, karar vericinin tercihleri doğrultusunda uzlaşık bir çözüm ya da bir çözümler kümesi olur (Sayadi vd., 2009). Birbiriyle çelişen kriterleri olan bir sorunun uzlaşık çözümü, karar verici tarafından ideal/istenen düzeye en yakın çözümü bulmasını sağlamaktadır. Tipik bir ÇKKV problemi genel olarak "alternatifler", "kriterler" ve "her bir kriter için nisbi önem" (ağırlıklar) olmak üzere üç temel bileşeni içermektedir. Bu şekilde çok sayıda kriter ve alternatifi birlikte değerlendirmesi ÇKKV yöntemlerinin en büyük avantajıdır (Chatterjee, 2010).

Karar analizi, matematiksel modelleme, sistematik işlemler ve istatistiksel analiz yoluyla karmaşık bir karar problemini çözme sürecidir (Malczewski 1999). Bu

süreçte karar verici tüm alternatifleri içerisinde ya en iyi alternatifi seçmek ya da tüm alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralamak ister (Kaya, İpekçi Çetin ve Kuruüzüm, 2011).

Karar analizinde; sorunlar gerçekçi bir çözüm sağlamak ve mantıklı bir şekilde bütünleştirmek için küçük, anlamlı kombinasyonlara ayrılmaktadır.

Karmaşık problem yapılarının farklı ve uyumsuz kriterlere göre değerlendirilerek çözümüne çok kriterli karar analizi (ÇKKV) denmektedir (Malchevsky 1999). Bir başka ifadeyle ÇKKV birbiriyle çatışan ve benzer ölçülere sahip olmayan kriterlerle karakterize edilebilen problemlerle karşılaşılması durumunda, çözümü istenen problemle ilgili değer yargılarına uygun tercihler yapılmasını sağlamak için tasarlanmış olan yöntem veya teknikleri kapsayan bir kavramdır (Gökbek, 2014: 30).

Çok kriterli karar analizinde anlama (intelligence), tasarım (design) ve seçim (choice) olmak üzere üç aşama vardır (Demirtaş, 2009).

Anlama: Ham verilerin elde edildiği, işlendiği ve fırsatların ve zorlukların belirlendiği bu süreçte, karar verici doğru olan kararı verebilmek için araştırma ve tarama yaparak mevcut ve istenen durum arasındaki farkı değerlendirmektedir.

Tasarım: Karmaşık belgeleri basit ve anlaşılır yapılara dönüştürmek için temel bir model kullanılan bu aşamada, sorunları belirlemek için kullanılabilecek olası çözümlerin geliştirilmesi ve analizi yapılmaktadır. Bu aşama ile karar vericilerin çeşitli seçenekleri belirlemesi çok daha kolay olmaktadır.

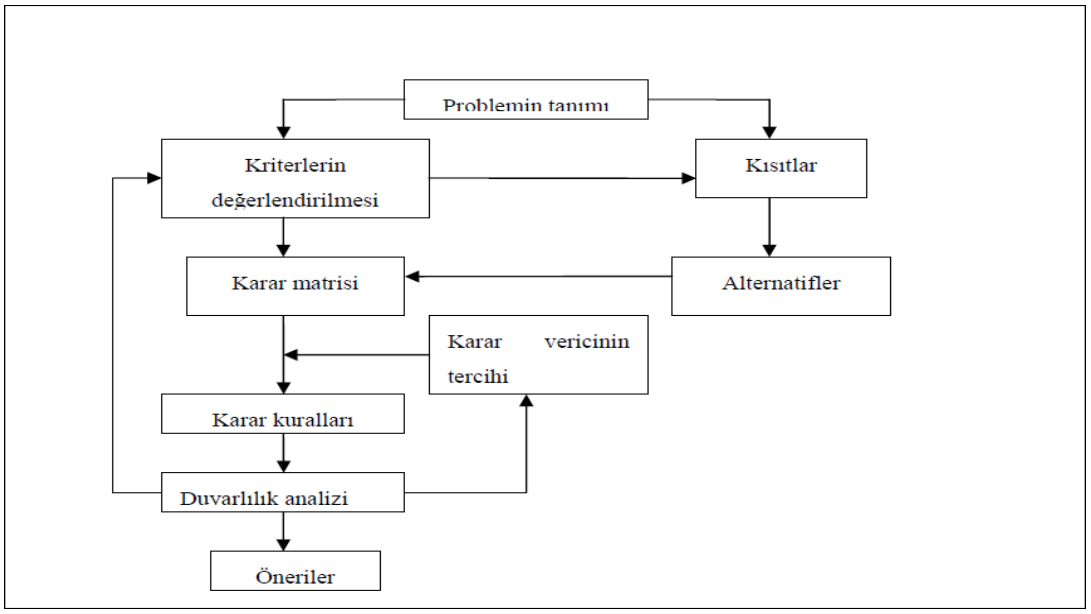
Seçim: Bu aşamada tasarım aşamasında oluşturulmuş olan alternatif kararlarla ilgili değerlendirmeler yapılmaktadır. Hangisinin daha uygun olduğunun belirlenmesi için mevcut tüm alternatifler değerlendirilmekte ve tanımlanmış karar kurallarıyla birbirleri ile olan ilişkileri analiz edilmektedir.

3.4.2. Çok Kriterli Karar Analiz İşlem Adımları

Karmaşık yollarla dolu, bilgi araştırmasını içeren, bilgi toplamayı ve elemeyi içeren ve geri beslemelerle zenginleştirilmiş dinamik bir süreç olan karar vermede, ister

basit ister karmaşık olsun tüm kararlar aynı temel süreçlerden geçerek alınmaktadır (Demirtaş, 2009). Çok kriterli karar verme aşamaları şekilde gösterilmiştir.

Şekil 2.6: Çok kriterli karar verme aşamaları



Kaynak: (Demirtaş, 2007)

Problem Tanımlama: Karar verme süreçlerinin tümü karar problemini anlamak ve tanımlamakla başlamaktadır. Bunu yapabilmek için ilk olarak sistemin mevcut durumu ile istenen durum arasındaki farklar belirlenir (Doğramacı, 2009). Problemin tanımlanması aşamasında çözüm şartlarının incelenmesi, verilerin elde edilmesi ve işlenmesi gerçekleşmektedir (Malchevsky, 1999). Bu aşama herkesçe anlaşılır, gerçekçi, üzerinde uzlaşılmış ve açık hedef ya da hedeflerin belirlenmesiyle sona ermektedir (Doğramacı, 2009).

Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi: Problemin tanımlanmasından sonraki aşamadır. Bu aşamada değerlendirme kriterleri belirlenmektedir. Kriterler açık ve görevin hedefleriyle tutarlı olmalıdır. Değerlendirme kriterlerinin tek bir kaynaktan alınması ile belirli kriterlerin içeride veya dışarıda bırakılması engellenmektedir. Ayrıca işlemlerin karmaşıklığından kaçınmak için kriter sayısının minimumda tutulmasında fayda vardır ((Majumder, 2015).

Alternatifler: Analizin yapıldığı sahada birbiriyle mukayese edilen her bir bölge veya ölçütler kullanılarak karar uzayına getirilebilecek olan daraltma sonrasında geriye kalan elverişli seçeneklerdir. Alternatiflerin çalışmanın amaçlarına ne derece uygun olduğu elverişsiz, orta derecede elverişli ve elverişli kavramlarıyla açıklanmaktadır (Zardari vd., 2014).

Kriter Değerleme/Karar Matrisleri: Bu aşamada her bir kriterin başarısı her bir alternatife göre ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Karar matrisinin sonucu aynı zamanda çok kriterli değerlendirmenin de temelidir (Arca 2015).

Kriter Ağırlıkları: Kriterler arasındaki farklılıkların öneminin tespiti, her bir kritere ağırlık tanımlanmasıyla yapılmaktadır. Kriterlere verilen ağırlıklar bir bütün olarak değerlendirmenin sonucunu etkileyeceğinden, karar vericinin öncelikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bir başka ifadeyle karar verici ve gruplar ÇKKA sürecine dahil edilmelidir (Doğramacı, 2009; Sarımehmet vd. 2020).

Karar Kuralları: **A**lternatiflerin sorgulanan kriterleri karşılayıp karşılamadığına göre oluşturulmuş olan sayısal kalite puanlarına göre sıralanarak hangisinin seçilmesi gerektiğini belirlemeye yardımcı olan temel unsurdur (Deniz ve Topuz, 2018).

Duyarlılık analizi: Bir kararın ne kadar doğru olduğunu sormak ve ölçümlerden sonra oluşan veya analize dahil olan verilerdeki hataların etkisini göstermek için duyarlılık analizi yapılır (Şahin, 2012). Duyarlılık analizi, hangi değerlerin kararı daha çok etkilediğini anlamayı kolaylaştıran bir aşamadır (Özşahin, 2013).

Öncelik/Tavsiye: Bir veya daha fazla alternatifin yer aldığı bir sıralamada, ÇKKA süreçleri sonlandırılır ve kullanıcıya tek bir alternatif veya belirlenen birçok alternatiften biri önerilir (Şahin 2012).

3.4.3. CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi

CBS'nin yeteneklerinin artmasında çevresel yönetimlerdeki ihtiyaçlar ve konumsal tabanlı karar verme analizlerinin önemli etkisi olmuştur. Bunun yanı sıra CBS ile Çok Boyutlu Karar Analizi (ÇKKA) yöntemi de kendisini geliştirmiştir (Selçuk vd. 2016). Karar analizlerinin sıklıkla kullanıldığı alanlarda haritalardan veya coğrafi verilerden faydalanılarak gerçekleştirilen CBS destekli ÇKKA, C-ÇKKA olarak

adlandırılmaktadır (Doğramacı 2009). C-ÇKKA yöntemi, coğrafi ve coğrafi olmayan bilgileri birlikte değerlendiren nihai karar verme sürecidir (Malczewski 1999).

C-ÇKKA'da CBS kullanılarak veri toplama, depolama, düzenleme ve analiz etme işlemleri yapılırken; ÇKKA ile karar vericilerin tercihlerinin ve coğrafi verilerin bir karar için birleştirilmesi işlemleri yapılmaktadır (Ünaldık, 2019). CBS ve ÇKKA, karar vericilerin birden fazla kriteri belirlemesine, değerlendirmesine ve bu kriterler arasındaki ilişkiyi tanımlayan mekansal karar verme konularında daha kolay ve daha etkili kararlar almasına izin verir (Malczewski 1999).

C-ÇKKA'nın uygulama aşamaları; kararın amacını belirlemek, kriterleri tanımlamak, göstergenin değerini belirlemek, ölçütlerin değerini normalleştirmek, ölçütlerin ağırlığını belirlemek ve normalleştirilmiş ölçüt değerlerinin ölçüt ağırlıklarıyla birleştirilmesi, tercihlerin sınıflandırılması, duyarlılık analizi ve sonuçtur (Jankowski, 1995). Problem belirlendikten ve C-CKKA süreci için değerlendirme kriterleri belirlendikten sonra, bu kriterler her bir test katmanı birbiriyle karşılaştırmak için bir CBS katmanı şeklinde hazırlanır. Ancak bu kriterler farklı ölçü birimleri şeklinde olabileceğinden, birbirleri ile karşılaştırılabilmesi için bunların normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalleştirmenin ana yöntemleri "Değer/Fayda Fonksiyonu", "Doğrusal Ölçek Dönüşümü" ve "Bulanık Mantık" yaklaşımlarıdır (Malczewski 1999).

Basit ve normalleştirme işlemleri için yaygın olarak kullanılan bir yöntem olan "lineer dönüşüm" işleminin formülü şu şekildedir:

$$x_i = \frac{(R_i - R_{min})}{(R_{max} - R_{min})} * SR$$

Bu denklemde minimum test puanı R_{min} ve maksimum test puanı R_{max}'tır. Normalleştirme aralığı ise *SR* olarak ifade edilir. Normalleştirme işlemi 0-1 arası değerler alınması sağlanarak yapılmaktadır. Böylelikle göstergelerin birbirleri ile mukayesesi mümkün olabilmektedir. Bu işlem sırasında hassas olunması gerekli olan temel nokta, kriterlerden hangisinin 0 veya 1 olması gerektiğine dair doğru kararın verilmesidir (Chakhar and Mousseau 2007).

Normalleştirme işleminde tercih edilen yöntemlerden biri de Eastman (1977) tarafından belirsiz küme üyelik fonksiyonu olarak kullanılması önerilen ve kriterlerin 0-255 arasında standardize edildiği "bayt ölçekli standartlaşma" yöntemidir. Yönteme göre 0-255 aralığında, 0 değeri istenen koşuldan en uzak mesafeyi, 255 değeri ise istenen koşula en yakın koşulu belirtmektedir. Bu yöntem, hesaplamaları optimize etme ve verilerin analizinin ayrılmasını en üst düzeye çıkarma avantajlarına sahiptir (Şahin, 2012).

3.4.3.1. Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik regresyon (LR), birden çok bağımsız değişken ile kategorik olarak sınıflandırılmış bağımlı bir değişken arasındaki ilişkinin ortaya konmasında tercih edilen olasılıklı istatiksel bir yöntemdir (Alkevli 2015, Lee 2005). Bağımlı değişkenler, değeri başka değişkenlerden etkilenen aynı zamanda diğer değişkenlerin değerinde bir değişim olduğunda bu değişimden de etkilenen değişkenlerdir. Bağımsız değişkenler ise başka değişkenlerin değişimi üzerine etkide bulunan, bağımsız olarak değişim gösteren ve özellikle değeri rastgele koşullara göre belirlenen değişkenlerdir (Altural 2012).

Lojistik regresyon analizi sınıflandırma amacıyla ve genel olarak bağımlı değişkenin ikili biçimde olduğu durumlarda alternatif bir yaklaşım olarak tercih edilebilmektedir (Johnson ve Wichern, 2002). Sınıflandırma amacıyla kullanılabilen diğer istatistiksel tekniklerin varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda lojistik regresyondan çok daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Birçok araştırmacı söz konusu varsayımlar sağlanmış olsa dahi doğrusal regresyon modeline benzediği için lojistik regresyon analizini tercih edebilmektedir (Baş ve Çakmak, 2012).

Lojistik regresyon modelinde, uygulamalar iki değişkenli ve çok değişkenli olmak üzere iki grupta yapılmaktadır. İki değişkenli lojistik regresyon; bağımsız değişkenin kategorik sınıfta olduğu ve süreklilik gösterdiği bir model olarak kabul edilirken, çok değişkenli lojistik regresyon ise birden fazla kategorik değişkenin yer aldığı bir modeldir (Alkevli 2015).

Lojistik regresyon analizinin tercih edilme nedenleri olarak şunlar sıralanabilir (Baydemir, 2014): Bağımlı değişken kategoriktir. Sürekli veya süreksiz olmasına yönelik bağımsız değişkenlere herhangi bir kısıtlama getirmemektedir.

- Model kurulumu model doğrusal hale getirilerek daha kolay hale getirilmektedir.
- SPSS, SAS vb. lojistik regresyon analizleri yapabilen paket programlar yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Olasılık fonksiyonlarının dağılımıyla ilgili bağımsız değişkenlere yönelik herhangi bir şart bulunmamaktadır.
- Lojistik regresyonda negatif bir olasılıkla karşılaşma ihtimali yoktur.
- Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olması lojistik regresyon analizinde zorunlu değildir. Bu değişkenler arasındaki ilişkipolinom ya da üstel ilişkisi de olabilmektedir.

3.4.3.2. Frekans Oranı Metodu

Frekans oranı, bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı olarak tanımlanmaktadır (Erener vd, 2010). Frekans oranı yöntemi, incelenen olay ile geçmiş olayın konumlarını etkileyen her bir faktör arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla kullanılmaktadır. Anlaşılır ve uygulaması çok kolay bir olasılık modeline sahip olan bu metot, bu özelliğinden dolayı literatürde sıklıkla tercih edilmektedir (Hacısalihoğlu, 2018).

Literatürde koşullu olasılık ve istatistiksel indeks gibi kavramlar da kullanılan Frekans oranı yönteminin temeli yoğunluk analizine dayanmakta olup, temel prensibi dikkate alınacak tüm parametrelerin CBS ortamına aktarılıp, yangın envanter haritası ile ilişkilendirilerek, yoğunluk analizlerinin yapılması esasına dayanmaktadır (Lee ve Talib, 2005).

Orman ve bozkır yangınlarının koşullu olasılık değerlendirmesi, yangına katkıda bulunan faktörlerin bağımsız bir değerlendirmesine dayanmaktadır. Değerlendirilen faktörler yangın yoğunluğuna göre sınıflandırılır, her sınıfın ağırlığı verilir ve yangının şiddetine göre sınıflar puanlanarak indeks hesaplanır. Faktör sınıflandırmasındaki alanlar toplam alandır (Üzel Gününi, 2019). İki değişkenli

istatistiksel yöntemlerden biri olan frekans oranı yönteminin avantajı, uzmanın sonuç çıkarmasına olanak sağlaması, dezavantajı ise durumsal varsayımların kullanılmasıdır (Arca 2015). Frekans oranı yöntemini kullanan duyarlılık haritalaması, alt sınıftaki orman yangınlarını etkileyen faktörlerin her birinin frekans oranlarını dikkate almaktadır (Altural, 2012).

4. BULGULAR

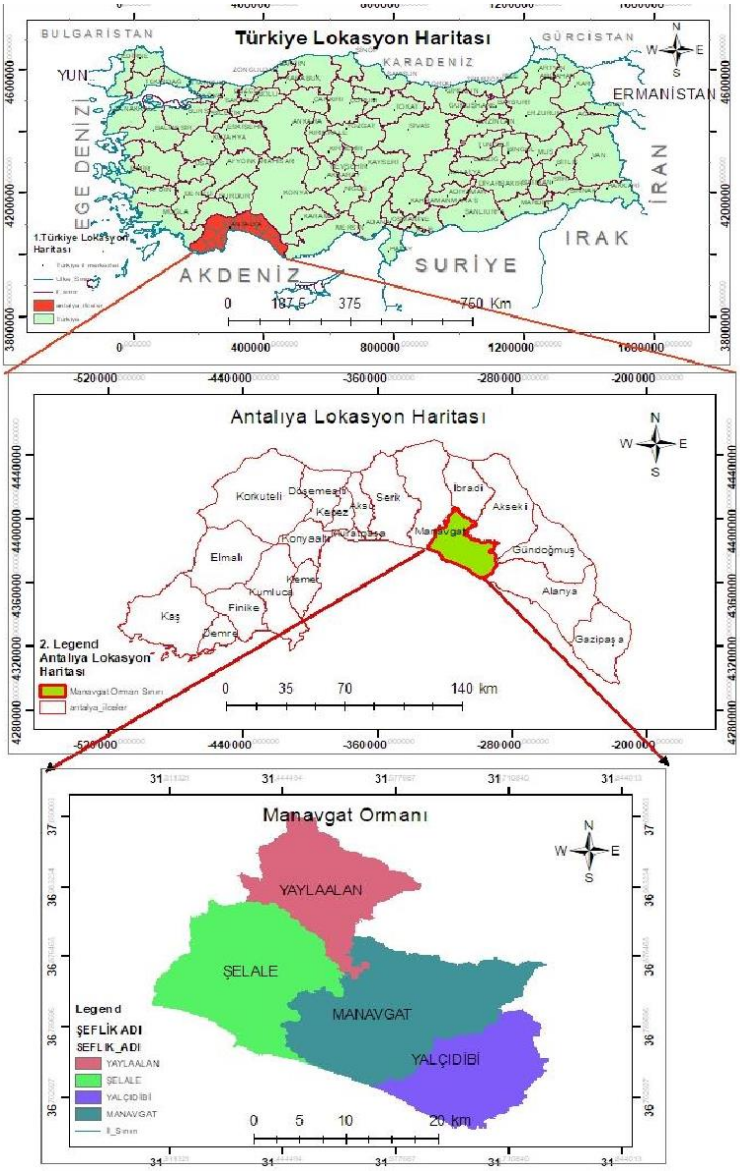
Bu bölümde, çalışma alanı olarak seçilen bölgenin orman yangın duyarlılık durumu incelenmiştir. Çalışma alanı olarak ormanlık alanlarının tamamının yangın kuşağı içerisinde olması dışında, tarımsal ve yerleşim amaçlı olduğu kadar turizm yönünden de çok amaçlı yoğun insan kullanımı, yörenin kurutucu karasal (poyraz) rüzgârlardan etkilenmesi, 0-400 m yükseltide toplam orman alanının %64,7'sine denk gelen ve geniş alanları kaplayan yangına son derece duyarlı kızılçam ve maki ağaçlarının bulunması (Başaran vd. 2004) gibi özellikleri nedeniyle Manavgat OİM sınırları seçilmiştir.

Orman yangını duyarlılık haritaları oluşturabilmek için eğim, bakı, yükseklik, yerleşime olan uzaklık, yol hatlarına uzaklık, meşcere tipi ve yer yüzey sıcaklığı parametreleri kullanılmıştır. Bu çalışmada orman yangınlarına duyarlı alanları belirlemek için mekansal verilerle ilgili karar verme sürecinde ortaya çıkan sorunları çözme noktasında birden fazla çözüm önerisi sunabilen, bağımsız kriterlerin birlikte değerlendirilmesine izin veren ve birbirinden farklı özelliği olan CBS tabanlı ÇKKA yöntemi kullanılmıştır (Boroushaki ve Malchevski 2008; Reis vd., 2009).

4.1. Çalışma Alanı

Araştırma sahası olarak seçilen Manavgat, Akdeniz Bölgesi'nde Antalya il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Antalya'nın doğu bölgesinde bulunan Manavgat'ın kuzey sınırını Isparta Sütçüler ve Konya Derebucak; doğusunu Antalya'ya bağlı Akseki, İbradı, Alanya ve Gündoğmuş; batı sınırını ise Serik ilçesi vardır. 64 km'lik güney sınırının tamamını ise Akdeniz kıyıları oluşturmaktadır (Şekil 3.1).

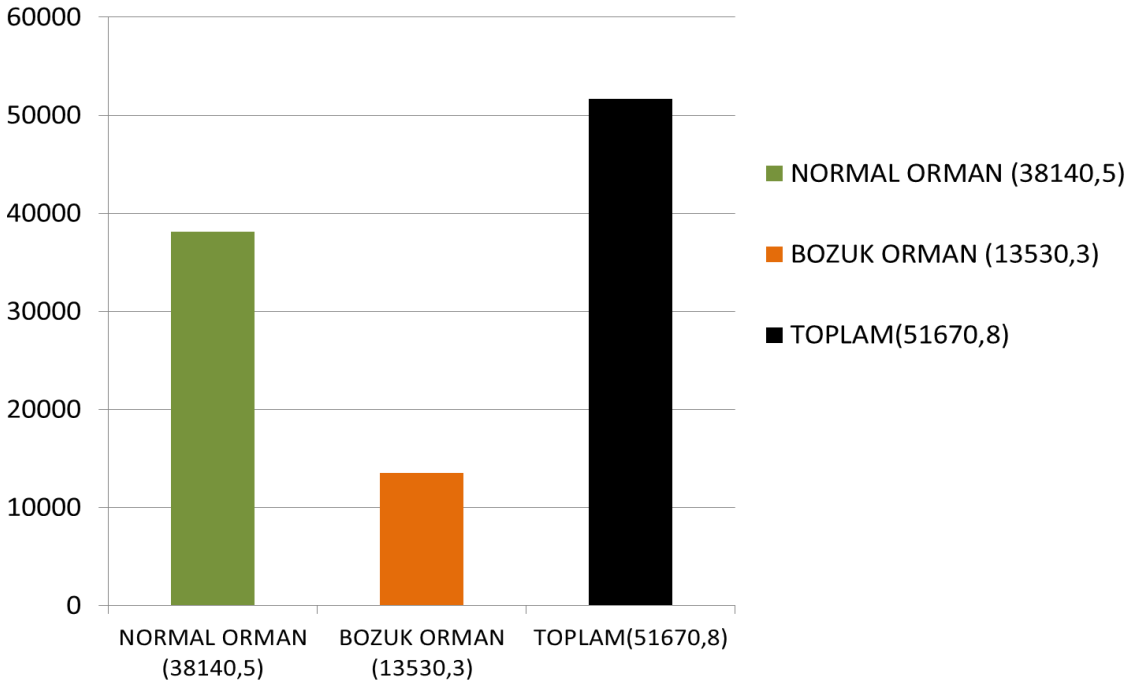
Şekil 3.1: Çalışma alanının yer bulduru haritası



Manavgat ile Serik arasında Köprüçay Vadisi, Alanya arasında ise Alara Çayı vardır. İlçe 0 m deniz seviyesinden başlamak üzere kuzeye doğru uzanan Manavgat kıyı ovasından oluşmaktadır. Bu geniş ovanın bitiminden itibaren Toros etekleri başlamaktadır. Toros dağları kuzey kısmının tamamına yakınını kaplayan değişik yükselti basamaklarından oluşmaktadır. Bu yükseltileri yöredeki Köprüçay, Manavgat ve Alara akarsuları derin vadilerle yarmıştır. Kıyı ile dağ etekleri arasında yer alan bölgede Köprüçay, Manavgat ve Alara akarsularının taşımış olduğu materyaller, irili ufaklı pek çok ovanın oluşmasını sağlamıştır (Ak, 2019).

Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü; 03.12.1943 tarihinde Manavgat İlçesi mülki hudutları içerisinde Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı olarak kurulmuş bir müdürlüktür. Bu müdürlük 02.03.2000 tarihinde "Taşağıl Orman İşletme Müdürlüğü" ve "Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü" olarak iki bölgeye ayrılmıştır. Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki orman durumu Şekil 3.2 de gösterilmiştir.

Şekil 3.2: Manavgat orman işletme müdürlüğü orman durumu



Antalya Orman Bölge Müdürlüğü verilerine göre müdürlüğün sorumluluğundaki toplam alan 90.208,9 hektardır. Bu rakamın %57'si yani 51670,8 hektarı doğrudan ormanlık alandır. Kalan %43'lük kısım ise (38538 hektar) açık alan veya ormansız alandır. Toplam ormanlık alanın ise %26'sı (13530,3 hektar) bozuk koru niteliğinde iken, %74'ü (38140,5 hektar) normal korudur (https://antalyaobm.ogm.gov.tr/ManavgatOIM/ Sayfalar/default.aspx).

Manavgat Orman İşletmesi Müdürlüğü, kendi içerisinde 4 Orman İşletme Şefliği'nden (OİS) oluşmaktadır. Bu şeflikler ve sahip oldukları ha alanı Tablo 3.1 de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Manavgat orman işletmesi müdürlüğü şeflikleri

ŞEFLİK ADI	ALAN (Ha)
MANAVGAT	30.563,70
ŞELALE	25.524,20
YAYLAALAN	18.000,30
YALÇIDİBİ	16.120,70
TOPLAM	90.208,920

Buna göre Manavgat OİM'nin toplam alanı 90.208,920 hektar olup bu alanın 30563,70 hektarı Manavgat, 25524,20 hektarı Şelale, 18000,30 hektarı Yaylalan, 16120,70 hektarı ise Yalçıbidi şefliğinin sorumluluğundadır (Manavgat OİM Yangın Yönetim Planı, 2019).

4.1.1. Nüfus ve Yerleşme

Manavgat'ın nüfusunda tarihsel süreç içerisinde meydana gelen değişimler göz önüne alındığında nüfusla ilgili ilk bilgilerin Osmanlı dönemine atıfta bulunması dikkat çekicidir. Osmanlı İmparatorluğu döneminde, özellikle XV. ve XVI. yüzyıl kadastro defterlerinde şehir ve şehir özellikleri taşıyan yerleşim yerleri "nefs" olarak adlandırılmıştır (Göğünç, 1979: 56). Tahrir defterlerinde küçük bir kasaba gibi görünen Manavgat'ın merkez nüfusuna ilişkin veriler Nefs olarak verilmiştir. Buna göre Nefs-i Manavgat'taki şehrin nüfusunun 1455 yılında 400-600 civarında olduğu sanılmaktadır. (Karaca, 2009).

Tarihsel süreçte büyük bir değişim yaşayan Manavgat'ın nüfus yönünden en fazla artışın yaşandığı dönem 1985-90 arası dönemdir. Bu dönemde Side-Manavgat sahili Antalya ilinde turizmde önemli rol oynamıştır. Turizm faaliyetleri yoluyla artan yatırım 1985-1990 döneminde hızlı nüfus artışına neden olmuştur. Bu nüfus artışı ile birlikte alan kullanımı açısından yeni alanlara ihtiyaç duyulmuş ve kıyı boyunca uzanan ormanlık alanlar, verimli tarım arazileri ve kumullar hızla yerleşime açılmıştır (Alpaslan, 2009: 67). 1985 yılında 21.520 olan şehrin nüfusu 1990 yılında 16.978 artarak 38.498'e ulaşmıştır. Bu dönemde, nüfus sayımının tüm yılları için yıllık nüfus artışı en yüksek değere (‰ 116) ulaşmıştır. İlçenin turizm yönünden cazibe merkezi olması nedeniyle nüfus yönünden sürekli bir artış söz konusudur. Günümüzde ise 2283 km²'lik bir yüzölçüme sahip olan ve Antalya iline bağlı en

büyük 2. İlçe konumunda olan Manavgat'ın 2021 nüfus verilerine göre nüfusu 245.740'tır (https://nufusukac.com/manavgat-nufusu).

Deniz seviyesinden 8 m yükseklikte bulunan Manavgat'ın kuzey tarafı Toros Dağları ile çevrilidir. Güney bölgesini saran Akdeniz sahil şeridi ise eşsiz plajları ile turistler için bir cazibe merkezidir. Sahil kesiminden iç bölgelere doğru ekim yapılabilir düz ovaların yanı sıra engebeli araziler de bulunmaktadır. Bölgede Toros dağlarının arasına gizlenmiş Eynif Ovası ünlüdür. Toros Dağları'nda yörükler tarafından kullanılan çok sayıda yayla vardır (Dinç, 2020).

İlçenin doğusu sınırında yer alan Karpuz ve Alara Çayı ile ilçe merkezinde yer alan Manavgat Nehri ve üzerinde bulunan Manavgat şelalesi Türkiye'nin yanı sıra tüm dünyada tanınmaktadır. İlçede Manavgat Çayı üzerinde Manavgat Barajı ve Oymapınar Barajı olarak adlandırılan iki adet hidroelektrik santral bulunmaktadır.

Manavgat, kıyıdan 4-5 km içeride, düz ve düze yakın bir alanda yer almaktadır. Verimli tarım arazilerinin bulunduğu düz arazi, kuzeyde yükselen Toros sıradağları ve şehrin orta kesimlerinden geçerek güneyde Akdeniz'e dökülen Manavgat Çayı kentin en önemli morfolojik unsurlarıdır. Manavgat şehrinin önemli bir bölümü düz bir arazi üzerine kurulmuştur. Kenti çevreleyen alanlar, özellikle güneybatı ve doğu bölgelerinde, dalgalı ovalardan oluşmaktadır. Kentin orta kesiminde yer alan Türk Beleni, kenarları dik yamaçlardan oluşmakta ve çevresine göre daha yüksekte yer almaktadır (Asker, 2015).

Doğu-batı doğrultusunda Akdeniz'e neredeyse paralel uzanan Toros Dağları, Batı Akdeniz bölgesindeki birçok yerleşim yerinin aksine Manavgat'ta kuzeyden başlamakta ve bu düzenleme şehrin kuzeye doğru daha fazla gelişmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle kent hem kuzeyde hem de doğuda, batıda ve güneyde gelişme göstermektedir. Özellikle son yüzyılda Manavgat şehrinin oluşumunda ve gelişmesinde topografik faktörlerin büyük etkisi olmuştur. Nitekim günümüz yerleşiminin çekirdeğini oluşturan Yukarı Pazarcı bölgesinin eğiminin ve yüksekliğinin diğer alanlara göre daha yüksek olması, ovada meydana gelen sel ve sıtmanın etkilerini daha az fark edilir hale getirmiştir. Manavgat Çayı'nın doğu ve batı yakasındaki yerleşim alanlarında sıtmanın etkisi değerlendirilirken, doğu

yakasında görece daha yüksek bir alanda, konglomera arazi üzerinde ve yağmura maruz kalan bir alanda yerleşim alanının gelişmesi sivrisineklerin olumsuz etkisinin daha az hissedilmesine yönelik bir önlemdir. Böylece Manavgat Çayı'nın doğu yakasına yerleşen insanların coğrafi koşulları dikkate alma konusunda daha bilinçli hareket ettikleri görülmektedir (Akengin ve Dinç, 2018).

4.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Manavgat bölgesinde iklim olarak karakteristik Akdeniz iklimi hakimdir. Manavgat'taki iklim tipinin Thornthwaite'in iklim sınıflandırmasına göre C2 B'3 s2 b'4 olduğu yani yarı nemli, mezotermik, yazın su seviyesi düşük ve çok kuvvetli, tam deniz etkisine yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Öte yandan kış aylarında İç Anadolu bölgesini etkisi altına alan soğuk hava kütlesi zaman zaman Toros Dağları'ndaki vadilerden geçerek Manavgat'a ulaşmaktadır. Bu, hava sıcaklığının nadiren 0 °C'nin altına düştüğü ve sebzelerin donma riski ile karşı karşıya kaldığı anlamına gelmektedir (Manavgat OİM Yangın Yönetim Planı, 2019).

Manavgat'ta 1959 – 2020 yıllar içerisinde genel anlamda ortalama sıcaklık 10°C ila 28°C arasında değişmektedir. Bununla birlikte nadiren de olsa 4°c altında ve 37°C üzerinde sıcaklığın olduğu da görülmektedir. Manavgat bölgesine ait 1959-2020 arası aylık sıcaklık ortalamaları Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Manavgat bölgesinde ortalama sıcaklık tablosu

Yükseklik 38 Boylam 31 Enlem 36	**17954-MANAVGAT 1959 - 2020**											
Parametre	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	10,6	10,9	13	16,2	20,3	24,9	27,9	27,9	24,8	20,4	15,4	12
Ortalama Sıcaklığın 5 °C ve Büyük Günler Sayısı Ortalaması	29,8	27,1	30,5	29,5	30,4	29,9	30,9	30,8	29,7	31	29,8	30,4

Ortalama Sıcaklığın 10 °C ve Büyük Günler Sayısı Ortalaması	19,6	19,3	27,6	29,4	30,4	29,9	30,9	30,8	29,7	31	28,8	24,9
Maksimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	15,3	15,8	18,4	21,7	25,7	30,5	33,6	34	31,4	27	21,4	16,9
Minimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	7,1	7,1	8,5	11,2	14,8	18,8	21,9	22	19,1	15,4	11,3	8,5

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Aylara göre değerlendirildiğinde ise aylık sıcaklık farkı 17.3 °C'dir. Çalışma alanını oluşturan Manavgat OİM verilerine göre bölgedeki ormanlık alanın aylık sıcaklık farkı ise 20 °C'den azdır. Bunun temel nedeni deniz etkisidir. Yıl içindeki seyrine göre aylık ortalama sıcaklık eğrisine bakıldığında en soğuk ayların Ocak ve Şubat (10,6 °C); en sıcak ayın ise Temmuz ve Agustus (27,9 °C) oldukları görülmektedir Bununla birlikte şubat ayından Agustus ayına kadar sıcaklıktaki sürekli artış ve Agustus'tan itibaren sürekli düşüş dikkat çekicidir. Yıllık ortalama sıcaklık 18,7°C'dir.

Manavgat içinde bulunduğu Akdeniz ikliminin karakteristik özelliği olarak özellikle kış aylarında yoğun yağış almaktadır. Tablo 3.3'te Manavgat bölgesinin iklim özelikleri gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Manavgat bölgesinin iklim özelikleri

Yükseklik 38 Boylam 31 Enlem 36	**17954-MANAVGAT 1959 - 2020**											
Parametre	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	10,6	10,9	13	16,2	20,3	24,9	27,9	27,9	24,8	20,4	15,4	12
Ortalama Toprak Üstü	5,4	5,2	6,6	9,7	13,4	17,6	20,7	20,7	17,5	13,7	9,4	6,7

Minimum Sıcaklık (°C)												
Ortalama Buhar Basıncı (hPa)	8,5	8,7	10	12,6	16,2	19,6	22,9	23,2	19,3	14,4	11,4	9,9
Ortalama Bulutluluk	5,1	4,8	4,4	4,2	3,2	1,8	1,1	1,1	1,4	2,9	4	5,1
Ortalama Açık Günler Sayısı	8	7,4	8,4	8,2	11,7	18,9	23,5	23,5	21,4	14,3	10,2	7,4
Toplam Yağış Ortalaması (mm)	236,3	159,2	87,6	47,7	23,3	8,5	1,4	3,7	13,2	87,4	151,9	243,1
Maksimum Yağış (mm)	204	137,7	97,3	69,7	73,7	41,8	32,1	75,9	52,1	165,1	199,9	140,6
Ortalama Rüzgar Hızı (m_sec)	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	2,3	2,3	2,1	2,1	2	2,1	2,4
Ortalama 5 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9,3	10,6	14,8	20,1	26,5	32,8	36,3	35,3	30,3	22,6	14,8	10,5
Ortalama 10 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	9,6	10,6	14,6	19,7	25,9	31,6	35	34,5	30,2	23	15,4	10,9
Ortalama 50 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	11,4	11,3	14,3	18,1	23,2	28,9	32,4	32,7	29,3	23,5	17,6	13,5
Ortalama 100 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	13,2	12,4	14,2	17	20,9	25,5	29,1	30,5	28,9	25	19,9	15,8

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Tabloda da görüldüğü üzere Manavgat'ta en fazla yağış Aralık (243,1 mm) ayında görülürken, en az yağış olan ay Temmuz (1,4 mm) ayıdır. Yağış miktarında Aralık'tan Temmuz ayına kadar ciddi bir düşüş söz konusudur. Temmuz ayında en düşük yağış miktarı oluşurken, Ağustos ayından itibaren yağışların artmaya başladığı görülmektedir. Yağışların mevsimsel dağılımı göz önüne alındığında, çoğu kış

aylarında düşmektedir. Manavgat'ta kışın Akdeniz üzerinde kutupsal ve tropikal hava kütleleri buluştuğundan, burada kutup cephesinden dolayı cepheden yağışlar meydana gelmektedir. Ayrıca dağların yamaçları boyunca denizden gelen nemli havanın aniden yükselmesi orografik yağışların oluşmasına neden olmaktadır. Bölgenin yıllık ortalama yağış miktarı 1117,7 mm'dir (Manavgat OİM Yangın Yönetim Planı, 2019).

Zengin bir bitki örtüsü bulunan bölgedeki ormanların tahrip edilmesiyle -özellikle kızılçam ormanlarının- maki formasyonunda yer alan olan yemiş, defne, mersin, sarıağaç, delice ve keçiboynuzu geniş bir yayılım göstermektedir. Kıyı şeridinden Toros Dağlarına kadar uzanan bölge tamamen tarım alanıdır. Çeşitli bitki, meyve ve ağaçlarla kaplı olan tarım arazilerinden sonra Toros Dağları'na çıkıldıkça orman ve maki alanları başlamaktadır (Sabancı, 2012). Toros Dağları ise bütünüyle maki ve çalı türü bitkilerle kaplıdır. Makiler tür olarak çilek, mersin, kara diken ve gevendir. Bölgede kızılçam da vardır ve daha çok Toros Dağları'nın güneyindeki alçak kesimlerde yer almaktadır. Yükseldikçe kızılçamın yerini karaçam, ardıç, sedir ve ladin almaktadır. Bölgedeki çok sayıda akarsu vadisinde ise çınar ve söğüt ağaçları yaygın olarak yer almaktadır (Ak, 2019).

4.2. Çalışma Alanına Ait Orman Yangın Duyarlılık Analizi

4.2.1. Orman Yangın Duyarlılık Analizinde Kullanılan Veri Katmanları

Orman yangınlarına yönelik duyarlık değerlendirmelerinde kullanılan yöntemlerin yanı sıra kullanılan parametreler de son derece önemlidir. Bir başka ifadeyle bir orman yangınının çıkmasına sebep olan parametreler doğru belirlenirse üretilecek haritaların yangının mevcut durumunu daha iyi yansıtacağı ifade edilebilir (Mazman, 2005).

CBS ile oluşturulmuş uygulamalarda en fazla dikkat ve zaman isteyen süreçlerin başında “veri üretimi” gelmektedir. Bu çalışmada orman yangını risk alanlarını belirlemek için değerlendirilmiş olan faktörler hem literatür hem de Antalya Orman Bölge Müdürlüğü orman yangını envanteri kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Risk alanlarının belirlenmesinde kullanılan faktörler; eğim, yükseklik, yol hatlarına

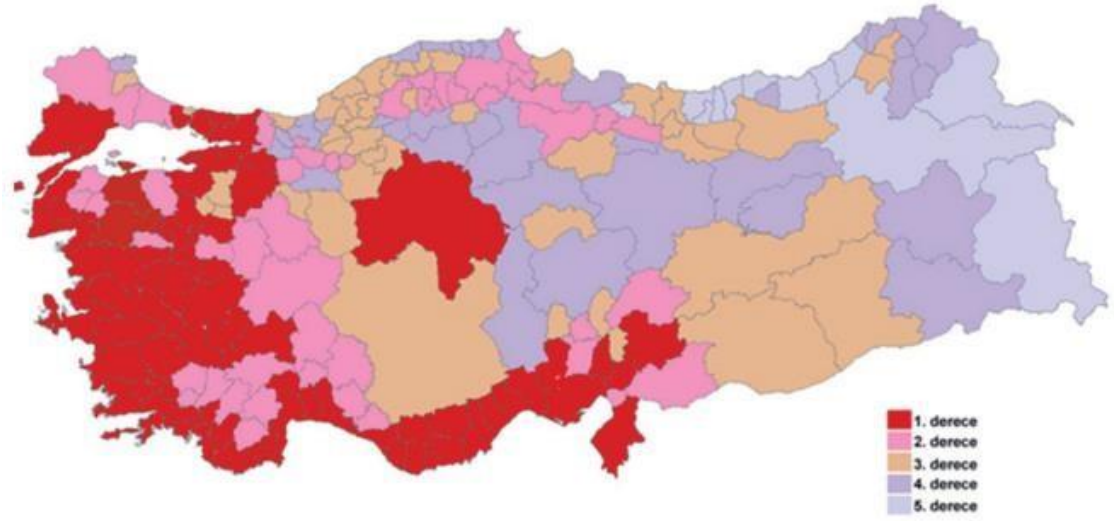
uzaklık, bakı, mescere tipi, yer yüzey sıcaklığı ve yerleşim yerine uzaklıktır (Kapluhan, 2014).

4.2.1.1. Orman Yangın Envanteri

Orman yangını envanter haritaları, bölgedeki orman yangınlarının mevcut oluşum yerlerini yansıtan haritalardır. Orman yangını haritaları hazırlanırken yangınların doğru konumları ve etkiledikleri alan çok önemlidir. Orman yangını duyarlılığı, tehlike ve risk modellemesinin temeli olduğu için büyük önem taşımaktadır. Orman yangını envanter haritalarının amacı, orman yangınlarının ne şekilde yayıldığını göstermektir (Hacısalihoğlu, 2018).

Orman İşletme Müdürlükleri tarafından Türkiye geneli bölgeler yangına hassasiyet yönünden beş dereceye ayrılmıştır. (Şekil 3.3).

Şekil 3.3: Orman İşletme Müdürlükleri itibariyle yangın duyarlılık haritası



Kaynak: (OGM 2017).

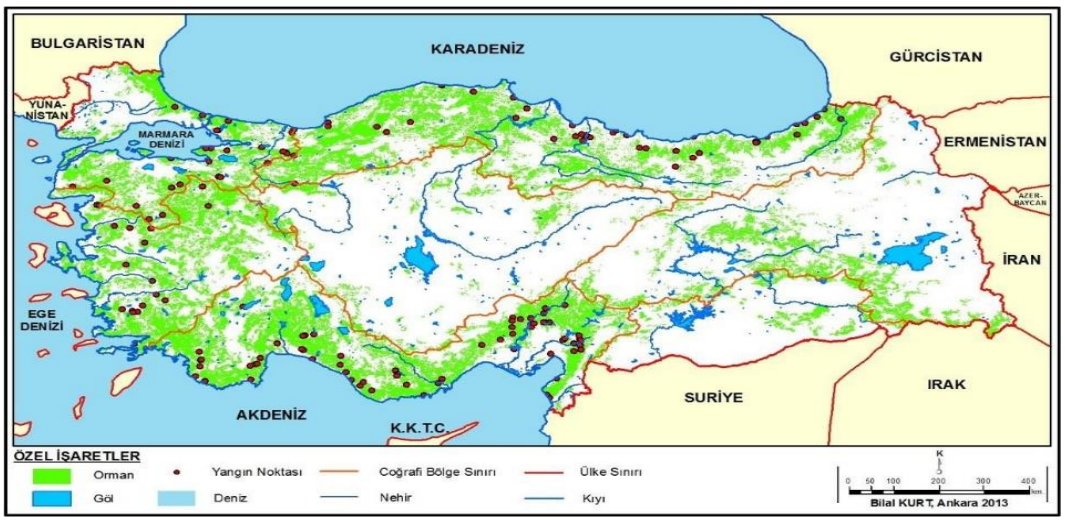
Haritada da görüldüğü üzere tüm Akdeniz ve Ege sahil bölgesi birinci derecede yangın hassasiyetine sahip bölgelerdir. Akdeniz bölgesinde yer alan Manavgat da bu anlamda birinci derecede yangın hassasiyetine sahip bir alandır. Bu nedenle özellikle yaz aylarında sıcaklıkların artması ile birlikte sık sık orman yangınları yaşanabilmektedir.

Kurt (2016) tarafından 2005 – 2010 arasını inceleyen çalışmada, kış aylarının yangın çıkış nedenleri ve bu yangınların dağılışı incelenmiştir. Buna göre 2005-2009 arası Ocak aylarında çıkan orman yangınları daha çok Akdeniz Bölgesi'nde görülürken; 2010 yılında daha çok Karadeniz Bölgesi'nde çıktığı görülmektedir. Çalışmada Orman Genel Müdürlüğü'nden elde edilen veriler doğrultusunda orman yangınlarının ana nedenleri belirlenmiştir. Buna göre ihmal ve dikkatsizliğe bağlı nedenlerle çıkan yangın sayıları ile çıkış nedeni bilinmeyen yangın sayılarının aynı olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra kasten yakmaya bağlı 13, kaza sonucu çıkan 10, yıldırım düşmesine bağlı çıkan 5 yangın noktası belirlenmiştir. Bu ana nedenler dışında ocak aylarında çıkan yangınların alt nedenleri arasında en çok görülenler; kundaklama ve yıldırım (5 yangın), enerji nakil hattı (6 yangın) ve çoban ateşidir (22 yangın) (Şekil 3.4).

Şubat ayları değerlendirildiğinde ise Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi'nde 2005 yılında neredeyse aynı sayıda orman yangını çıkarken, diğer bölgelerde neredeyse hiç yangın çıkmadığı görülmektedir. 2006 yılı Şubat ayında ise Akdeniz Bölgesi'nde yalnızca 1 yangın görülürken; Şubat 2007'de yangınlar kıyı şeridi olan bölgelerde düzenli ve daha çok Türkiye'nin sol yarısına isabet edecek şekilde bir dağılım göstermektedir.

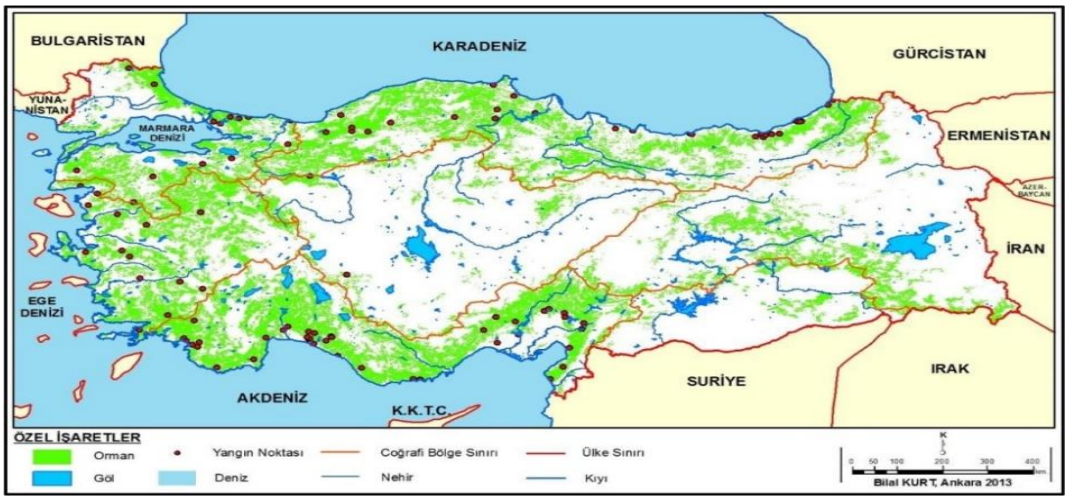
Şubat 2008 ise çalışma alanında en çok orman yangınının olduğu zaman dilimi olmuştur. Bu dönemde 23 ile en çok miktar Akdeniz Bölgesi'nde görülmüştür. 2009 Şubat döneminde ise Türkiye'de yalnızca 6 yangın çıkarken, bu yangınların çoğu Doğu Karadeniz Bölgesi'nde görülmüştür. Benzer şekilde 2010 Şubat'ında da yangınlar daha çok Karadeniz Bölgesi'nde çıkmıştır. Görüldüğü üzere ilgili dönemlerde yangınların önemli bir bölümü Akdeniz ve Karadeniz Bölgesi'nde çıkarken; Türkiye'nin iç bölgelerinde yalnızca iki yangın çıkmış, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise hiç yangın görülmemiştir. Yangınların nedenleri olarak ise ocak ayında olduğu gibi ihmal ve dikkatsizlik başı çekmektedir. Bu yangınların 11 tanesi çoban ateşi nedeniyle çıkarken, diğer yangınlar belirli bir alt nedene bağlı çıkmamış ve düzenli bir dağılım göstermiştir. Elde edilen bu veriler ocak ve şubat aylarında çoban ateşlerine dikkat edilmesi gerektiğine işaret etmektedir (Şekil 3.5).

Şekil 3.4: Ocak Ayı Orman Yangınlarının 2005-2010 Yılları Dağılışı



Kaynak: Kurt, 2014 , s.43

Şekil 3.5: Şubat Ayı Orman Yangınlarının 2005-2010 Yılları Dağılışı



Kaynak: Kurt, 2014, s. 50

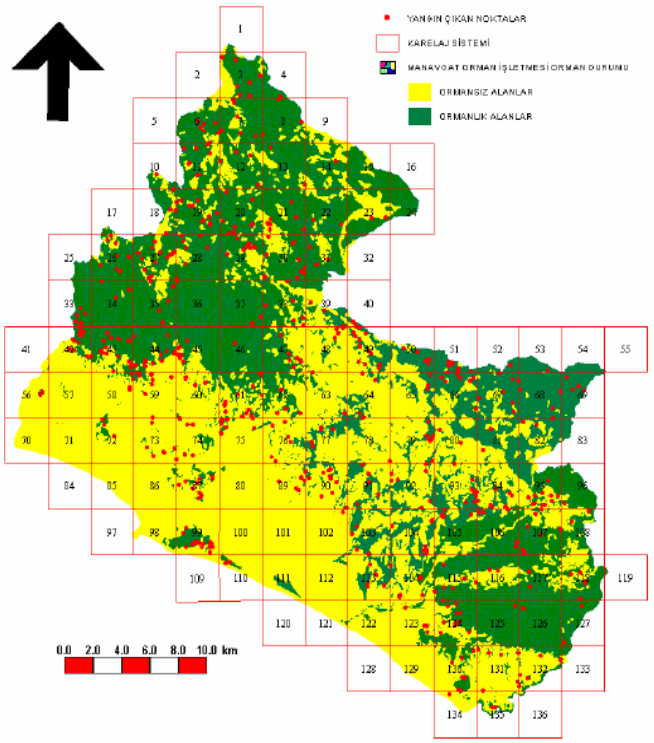
Çalışma alanı olan Manavgat, Antalya Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı ormanlık alanlarının %4.34‟ünü oluşturmaktadır. Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü, European 1950 datumu ve UTM sistemine göre 347627-389214 doğu ve 4058440-4102522 kuzey koordinatları arasında bulunmaktadır. Bölge 15 adet 1/25000 ölçekli memleket haritası içerisinde kalmaktadır (Tablo 3.4).

Tablo 3.4: Çalışma alanını kapsayan paftalar

	26		27		
N		N26c3	N27d4		
O	O26b1	O26b2	O27a1	O27a2	
	O26b4	O26b3	O27a4	O27a3	O27b4
		O26c2	O27d1	O27d2	O27c1

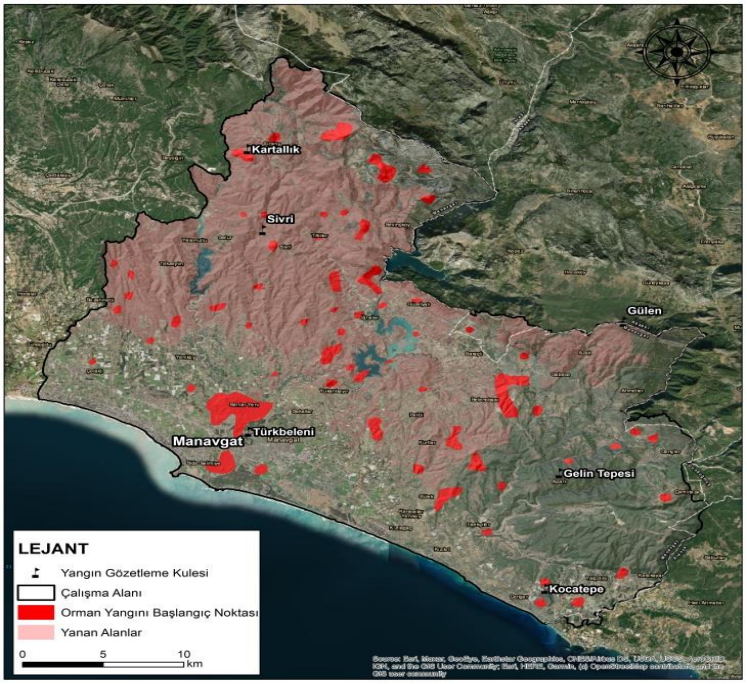
Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Antalya bölgesinde en çok orman yangını yaşanan işletmelerden biridir. Çalışma alanındaki toplam orman alanı 48483.4 ha (%53.68), ormansızlaştırılan alan ise 41830.5 ha'dır (%46.32). Manavgat'a ait orman yangın envanteri Şekil 3.6'da ve son yılda yaşanan orman yangınları da Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

Şekil 3.6: Çalışma alanına ait orman yangın envanter haritası



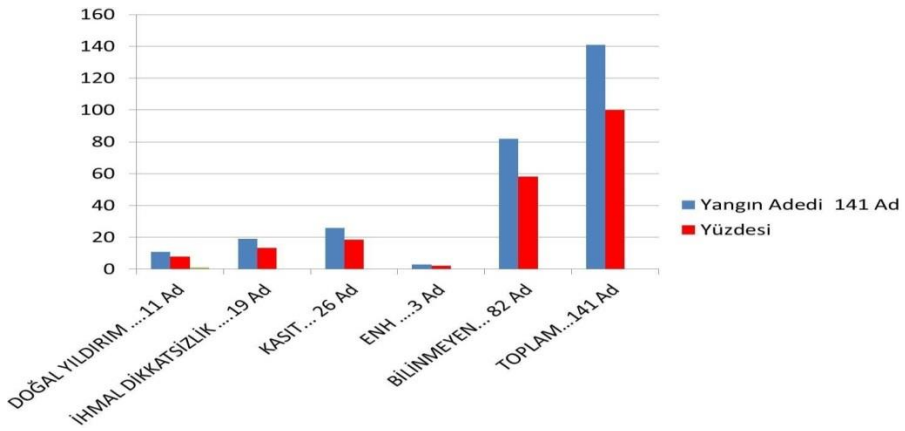
Kaynak: Başaran, Sarıbacak ve Cengiz (2018).

Şekil 3.7: Manavgat'a gerçekleşen orman yangını



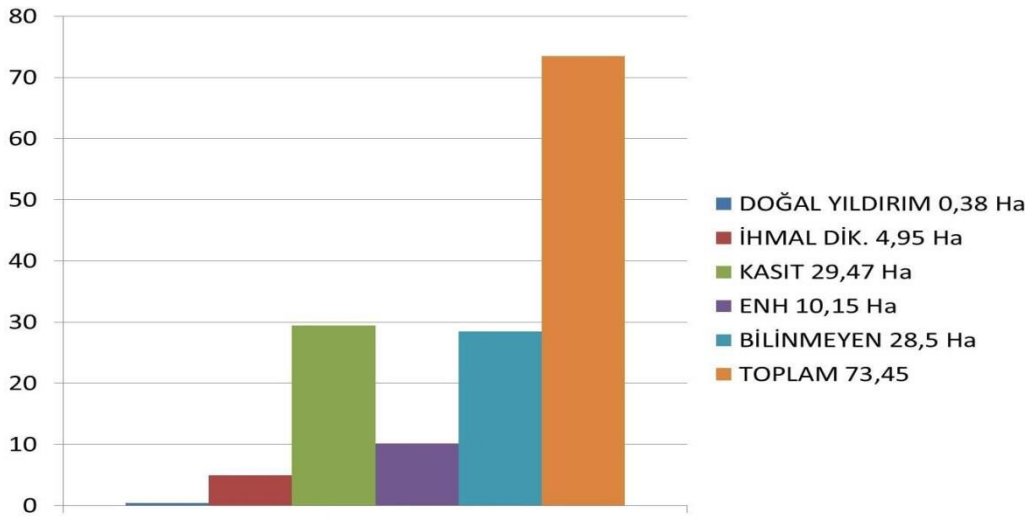
2016-2018 yılı verilerine göre Manavgat OİM sınırları içerisinde 141 tane yangın meydana gelmiştir. Bu yangınların ortaya çıkış nedenleri çeşitlilik arz etmektedir (Şekil 3.8).

Şekil 3.8: Manavgat OİM 2016-2018 yılları arasında gerçekleşen yangın bilgileri



Şekilde de görüldüğü üzere 141 yangının 11 tanesi yıldırım nedeniyle başlarken, 19'u ihmal ve dikkatsizlik, 26'sı kasıt, 3'ü ENH (enerji nakil hattı**)**, 82'si ise bilinmeyen nedenlerle başlamıştır. Çeşitli nedenlerle ortaya çıkan bu yangınlarda toplam 73,45 hektarlık bir orman alanı zarar görmüştür (Şekil 3.9).

Şekil 3.9: Yangın nedenleri ve zarar gören alanlar



Şekilde de görüldüğü üzere 141 yangın içerisinde bilinmeyen nedenlerle çıkan yangınlar %28,50 ha, kasıt nedeniyle çıkanlar 29,47 ha, ihmal ve dikkatsizlik nedeniyle çıkanlar 4,95 ha, ENH nedeniyle çıkan yangınlar %10,15 ha, yıldırım nedeniyle çıkan yangınlar ise 0,38 ha'lık alana zarar vermiştir.

4.2.1.2. Yükseklik

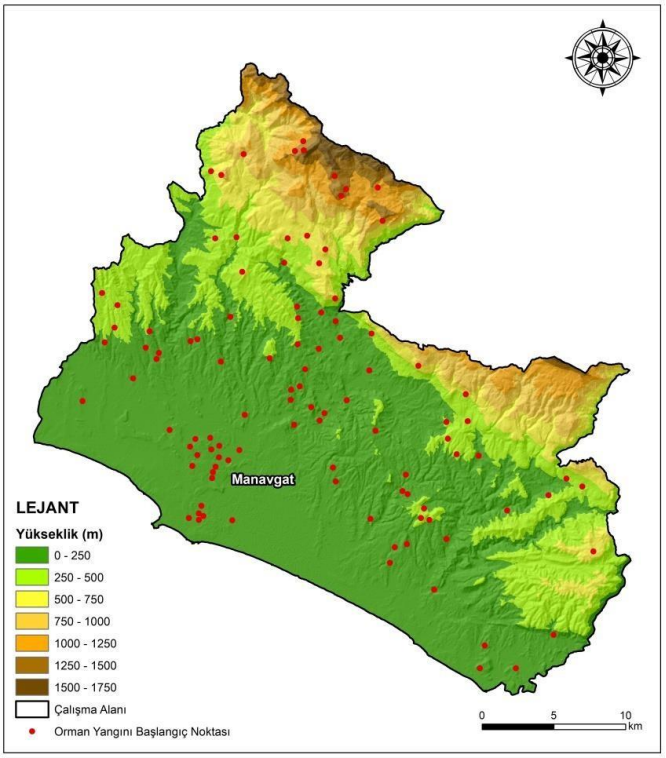
Orman yangınlarının incelenmesinde sıklıkla kullanılan parametrelerden biri de yüksekliktir. Yüksek dağlık bölgelerde sıcaklıklar azaldıkça yangın riski de azalmaktadır (Gai ve ark. 2011). Bununla birlikte rakımın artmasına paralel olarak nem değeri düşeceğinden, bu durum yangının yayılma riskini artırmaktadır (Özelkan 2008).

Hava sıcaklığı ve nem ile bitki örtüsünün tür ve yapısal bileşiminde yükseklikle birlikte değişiklikler yaşanmaktadır. Gün içinde sıcaklıktaki değişiklikler de doğrudan yükseklikle ilgilidir. Bu nedenle yangın tehlikelerinin tespit edilmesi ile ilgili araştırmalarda yüksekliğin dikkate alınması gerekmektedir. Daha düşük sıcaklık ve nem nedeniyle yüksek rakımlarda daha düşük rakımlara göre daha az yanıcı madde bulunmaktadır. Bunun bir sonucu olarak, daha yüksek rakımlar daha az yangın riski taşımakta, dolayısıyla yangın sezonu da çok daha kısa sürmektedir. Hayes (1944), Amerika Birleşik Devletleri'nin North Rocky Mountain bölgesinde yaptığı yerel bir çalışmada rakım seviyelerinin bölgedeki yangınlara etkisini incelemiş ve her seviyede rüzgar ve nemi ölçerek bir yanma indeksi oluşturmuştur.

Yangın tehlikesi bakımından aynı yanıcı maddenin alçak rakımlarda yükseklerden, öğle saatlerinde geceden, güney bakılarda ise kuzeyden daha fazla etkili olduğunu belirlemiştir (Başaran, Sarıbacak ve Cengiz, 2018).

Manavgat Ormanı sınırları içerisinde bulunan meşcerelerin en düşük rakımı deniz seviyesi, en yüksek rakımı 1710 m, ortalama rakım ise 185 m'dir Manavgat OIM topografyasının kuzey kısımları, kaya komplekslerinin sertliği nedeniyle oluşan dik kenarlı vadiler ve tepeler nedeniyle oldukça engebelidir (Şekil 3.10)

Şekil 3.10: Manavgat yükselti grupları haritası

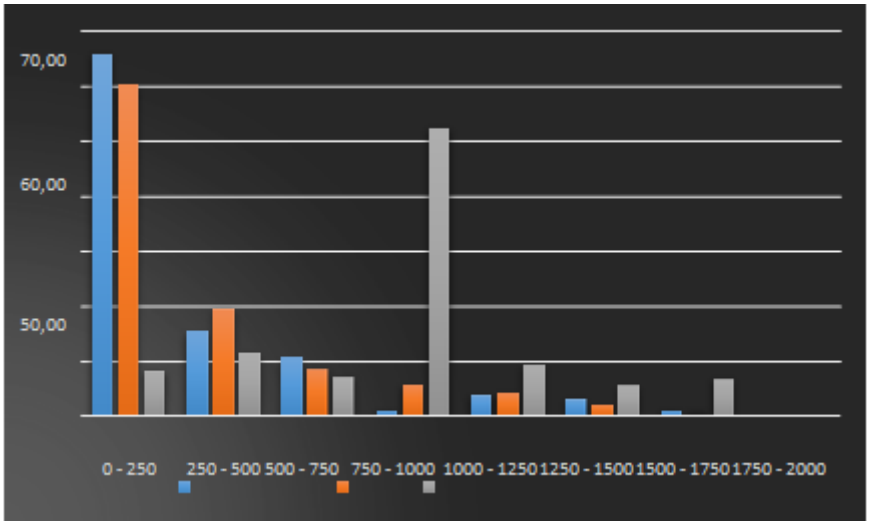


Tablo 3.5: Yükseklik sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler

Yükseklik (m)	Yangın Sayısı		Alan		% (B/A)	Yangın Sayısının Alansal Oranı
	Adet	% (A)	Ha	% (B)		
0 - 250	69	65,71	54,204	60,09	0,91	8,07
250 - 500	16	15,24	17,52	19,42	1,27	11,25
500 - 750	11	10,48	7,594	8,42	0,8	7,09
750 - 1000	1	0,95	5,093	5,65	5,93	52,33
1000 - 1250	4	3,81	3,573	3,96	1,04	9,18

1250 - 1500	3	2,86	1,572	1,74	0,61	5,39
1500 - 1750	1	0,95	652	0,72	0,76	6,69
1750 - 2000	0	0	0	0	0	0
Toplam	105	100	90,208	100	11	100

Şekil 3.11: Yükseklik ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram



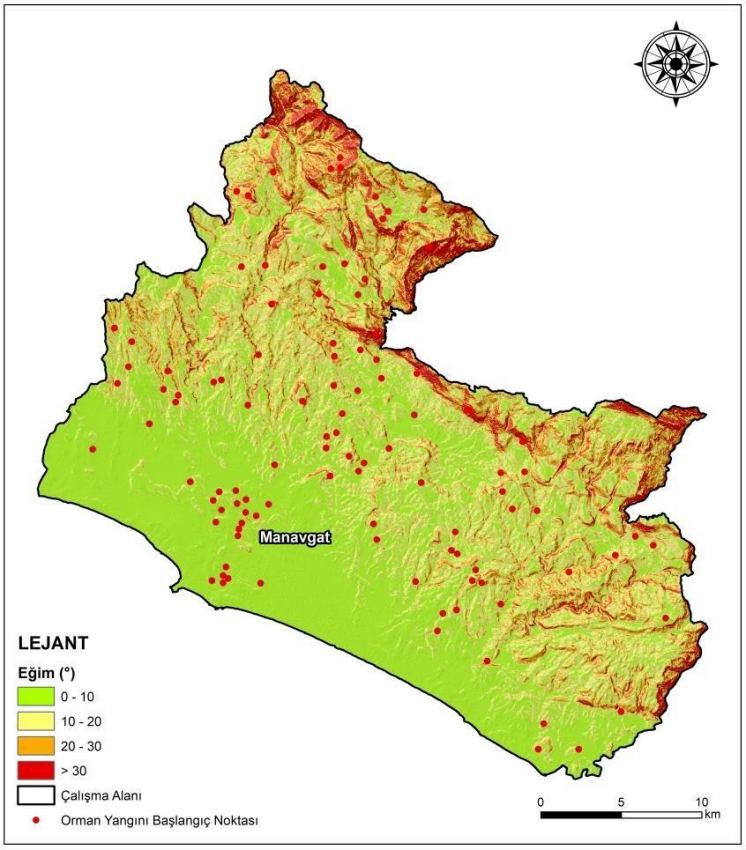
4.2.1.3. Eğim

Eğim, yangının yayılmasında en etkili faktörlerden biridir. Yanıcı düzeydeki maddelerin ön ısınmalarını sağlayacak biçimde alevleri yakınlaştırdığı için yanmayı kolaylaştırmaktadır. Rüzgar olmadığı varsayıldığında, ısı ve alevler, yamaç eğimindeki artışa paralellik göstermektedir. Teie'nin (1997) yapmış olduğu bir çalışmada, %50'lik bir eğimin, 8 km/h hızla esen bir rüzgarla yangının yayılmasını eşit derecede etkilediği bulunmuştur. Alev, yamaç eğiminin yukarısına doğru hareket etme eğiliminde olduğundan, yamacın alt kısımlarının ısıdan uzak kaldığı düşünülebilir (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Fakat eğimdeki artışa paralel olarak yanan malzemenin aşağı yuvarlanma olasılığı da artmaktadır. Dolayısıyla eğim yangının daha hızlı yayılmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle eğim, yangınla mücadele çalışmalarında süreci zorlaştıran bir faktör olarak görülmektedir (Teie, 1997). Perry (1990) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise yangının yayılma hızını eğim oranındaki her %20'lik artışın ikiye katladığı belirlenmiştir. Zeminin eğiminin yangınların büyümesi üzerindeki etkisi rüzgârın yapmış olduğu etkiyle hemen hemen

aynı düzeydedir. Bu etki "diğer özellikler aynı olmak koşuluyla eğimli arazilerde yangınlar daha hızlı ilerler" gerçeğiyle açıklanabilir (Andrews ve Chase, 1989).

Bu çalışmada bölgeye yönelik eğim verilerini elde etmek için 1/25000 ölçekli sayısal yükseklik haritası kullanılmıştır. Manavgat orman eğim grupları haritası Şekil 3.12'da gösterilmiştir.

Şekil 3.12: Manavgat orman eğim grupları haritası

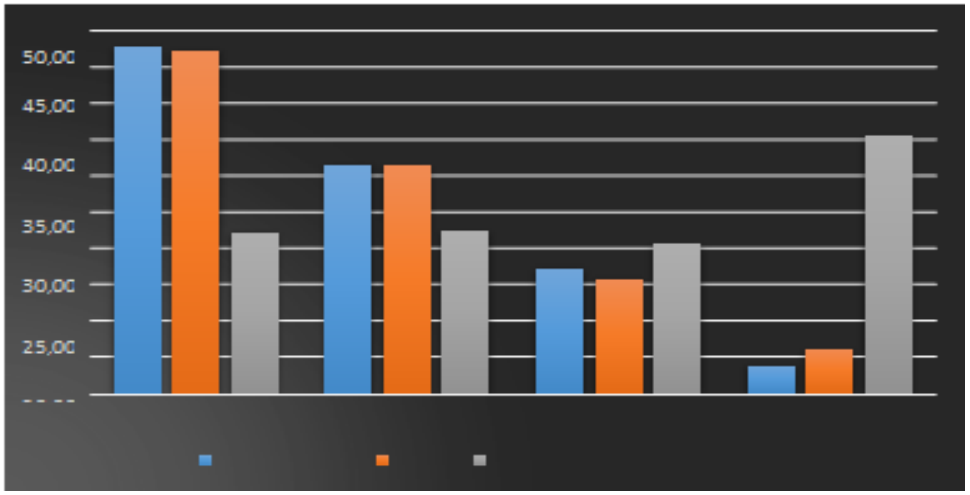


Çalışma alanının eğimi ile orman yangınları arasındaki ilişkinin belirlenmesi için orman yangını envanter haritası ile oluşturulan eğim haritası karşılaştırılarak eğim sınıfına göre orman yangınlarının dağılımı belirlenmiştir. Orman yangınlarının ve eğim sınıflarının etkilemiş olduğu alanlar ile bölgede yaşanan yangın sayısının alansal oranları (%) hesaplanmıştır. Buna göre ortaya çıkan veriler Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.6: Eğim sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler

Eğim (%)	Yangın Sayısı		Alan		% (B/A)	Yangın Sayısını nAlansal Oranı
	Adet	% (A)	Ha	% (B)		
0 - 10	50	47,62	42,362	47,07	0,99	8,73
10-20	33	31,43	28,144	31,27	0,99	8,78
20 - 30	18	17,14	14,089	15,65	0,91	8,06
> 30	4	3,81	5,405	6,01	1,58	13,92
Toplam	105	100	89,999	100	4	39,48

Şekil 3.13: Eğim ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram



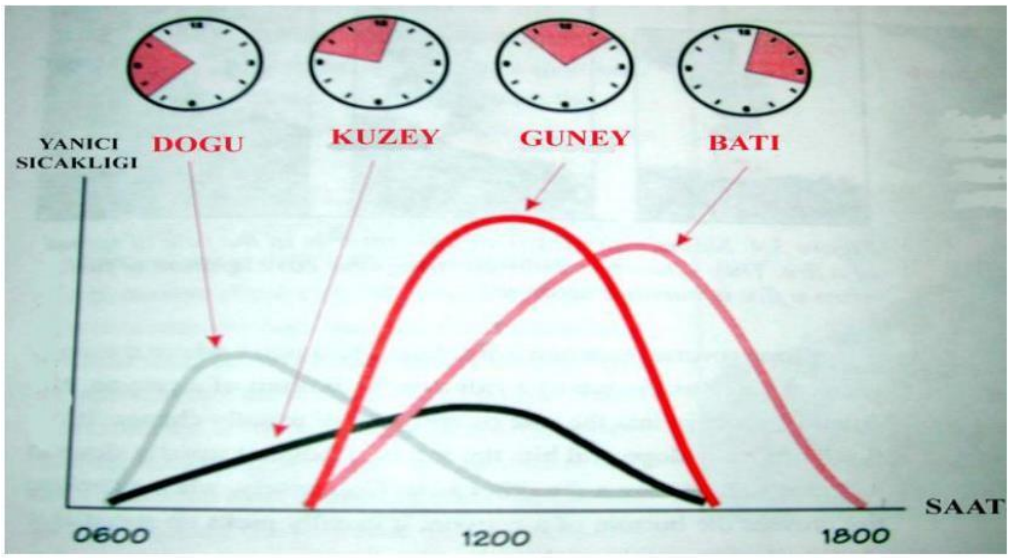
Manavgat OİM sınırları içerisinde kalan ağaçlandırma eğimlerinin alan ağırlıklı değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama ile Manavgat OİM meşcerelerinin en yüksek eğimi %98, en düşük eğimi %0 ve ortalama eğimi %30'dur. OİM sınırları içerisinde kalan alanlarının %42,362'sı %0-10 eğim grubuna, %28,144'si %10-20 eğim grubuna, %14,089'i %20-30 eğim grubuna, %5,9405'i ise > 30 eğim grubuna aittir (Tablo 3.6; Şekil 3.13).

4.2.1.4. Bakı

Yangınların oluşma ve yayılma sürecinde etkili olan topografik özelliklerden bir diğeri de "bakı"dır. Bakılarda eğim açısı, güneşlenme süresi, rüzgar, hava nemi, yoğunluklarına bağlı olarak yanıcı madde nemi ve yanıcı madde miktarları ve bitki örtüsünü oluşturan türler farklılık göstermektedir (Özelkan 2008).

Orman yangınlarının ortaya çıkması ve yayılmasında genel olarak batı ve güney bakılar daha elverişli koşullara sahiptir. Daha çok güneş ışığına maruz kaldıkları için bu bakılarda yanıcı maddelerin nem içerikleri düşük, sıcaklıkları ise yüksektir (Çanakçıoğlu, 1981). Güneşin durumuna göre güneşten gelen ısı miktarı da değişmektedir. Buna bağlı olarak yanıcı maddelerin tutuşma özellikleri de günün saatine göre değişiklik göstermektedir (Şekil 3.14).

Şekil 3.14: Bakı ve günün saatlerine göre yanıcı madde sıcaklığı



Kaynak: (Teie, 1997)

Bakıya bağlı olarak yanıcı malzemelerin türü ve çeşitliliği de büyük ölçüde değişmektedir. Doğu bakılarda yüzey ısınması daha erken gerçekleşirken, yanıcı maddeler kuzey bakılarda daha düşük sıcaklık ve daha yüksek neme sahiptir. Güneşin doğudan doğması nedeniyle ilk etkisi de doğal olarak doğu bakısında olmaktadır. Öğleden sonraki soğuma da yine ilk olarak doğu bakısında meydana gelmektedir.

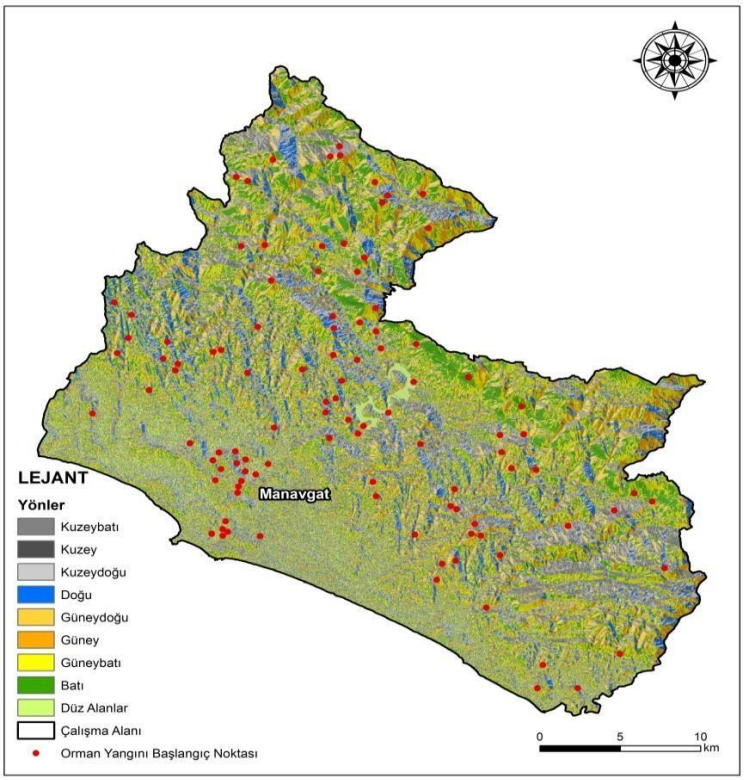
Güney bakılar güneşin etkisine en yüksek düzeyde maruz kaldıklarından en yüksek sıcaklıklar da bu bakılarda görülmektedir. Bu nedenle Genellikle daha düşük nem içeriklerinden dolayı yanıcı maddeler Güney bakılarda daha kolaylıkla tutuşabilmektedirler. Güney bakılar aynı zamanda yangınların en yüksek yayılma hızına ulaştığı alanlardır. Günün en geç soğuyan bakısı ise öğleden sonra direkt güneş ışığı etkisinde kaldıkları için batı bakılardır (Teie, 1997).

Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan meşcerelerin hakim yönü güney-batıdır. Bölgeye ait bakı verilerinin hesaplanmasında sayısal arazi modelinden (SYM) yararlanılmıştır. Orman yangını duyarlılık değerlendirmesi basamaklarında bu değerler, nem ve güneşlenme süresi üzerinde etkin olduğundan oldukça önemli veri kaynaklarıdır. Bu çalışma kapsamında bölgeye yönelik oluşturulmuş olan Bakı haritası Şekil 3.15'te gösterilmiştir.

Manavgat OİM sınırları içerisinde kalan ağaçlandırma bakılarının alan ağırlıklı değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama ile Manavgat OİM meşcerelerinin yönlerinin dağılımı %18,26'sı Bakı yönlü, %15,15'i Güneybatı yönlü, %13,87'si Güneydoğu yönlü, %13,58'i Güney yönlü, %10,79'u Doğu yönlü, %9,81'i Kuzeybatı yönlü,

%7,85'i Kuzeydoğu yönlü, %5,95', Kuzey yönlü ve %4,5'i de düz alanlar grubuna aittir. Yangın çıkış noktalarının ise %22,10'unun Batı yönlü yamaçlarda çıktığı görülmektedir.

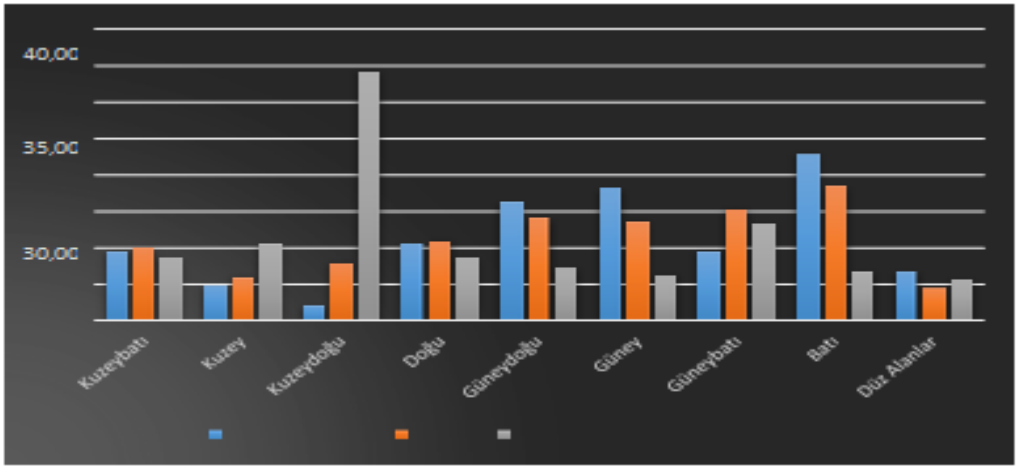
Şekil 3.15: Manavgat bakı haritası



Tablo 3.7: Bakı sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler

Yönler	Yangın Sayısı		Alan		% (B/A)	Yangın Sayısının Alansal Oranı
	Adet	% (A)	Ha	% (B)		
Kuzeybatı	10	9,52	8.853	9,81	1,03	9,69
Kuzey	5	4,76	5.382	5,97	1,25	11,78
Kuzeydoğu	2	1,90	7.081	7,85	4,12	38,76
Doğu	11	10,48	9.733	10,79	1,03	9,69
Güneydoğu	17	16,19	12.511	13,87	0,86	8,06
Güney	19	18,10	12.239	13,57	0,75	7,05
Güneybatı	10	9,52	13.665	15,15	1,59	14,96
Batı	24	22,86	16.474	18,26	0,00	0,00
Düz Alanlar	7	6,67	4.063	4,50	0,00	0,00
Toplam	105	100	89.999	99,77	11	100,00

Şekil 3.16: Bakı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram

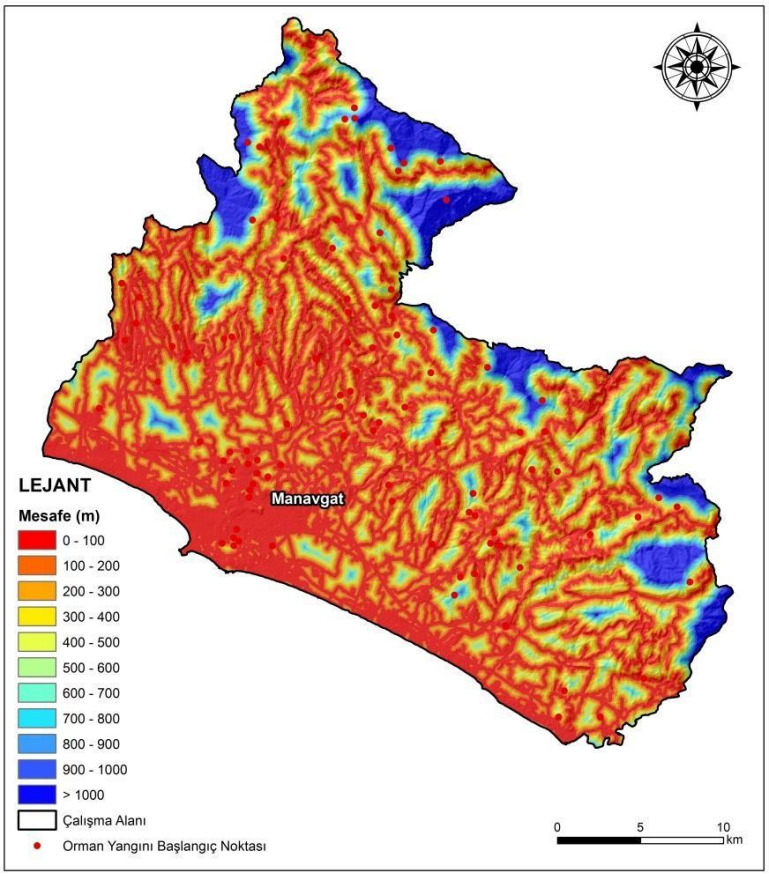


4.2.1.5. Yol Hatlarına Uzaklık

Orman yangınları doğal nedenlerle oluşabildiği gibi insanların dikkatsizliği ve sorumsuzluğu nedeniyle de ortaya çıkabilmektedir. Ormanlık alana yakın mesafedeki yol hatları, üzerinde insan, araç hareketi ve çeşitli aktiviteler olması nedeniyle insan kaynaklı yangınların oluşmasında önemli etkenlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle ormanlık alanların özellikle yola yakın olan kısımları yangın çıkma olasılığı yönünden yüksek risk taşıyan alanlardır (Karabulut vd. 2013).

Yola yakın alanlar 11 kademede 100’er metre aralıkla gösterilmiştir. Daha sonra bu alanların ne kadar alan kapladığı ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Çalışma alanına ait yol ağı haritası Şekil 3.17’de sunulmuştur

Şekil 3.17: Manavgat yolları mesafe haritası



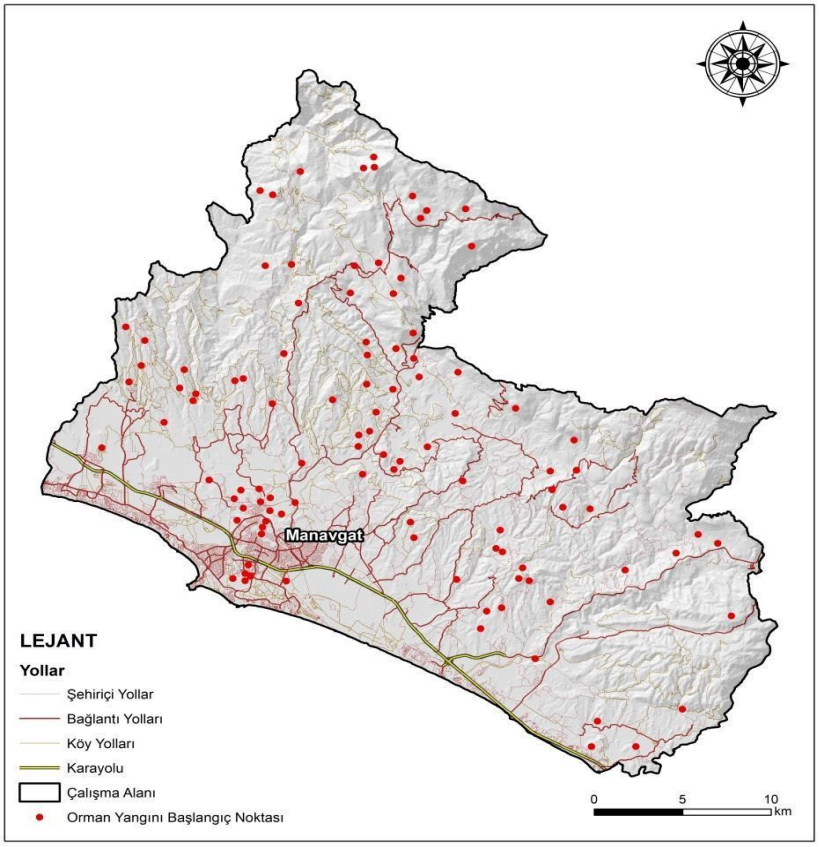
Manavgat OİM sınırları içerisinde kalan ağaçlandırma alanında yollara yakın alanların ağırlıklı değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama ile Manavgat OİM meşcerelerinin %36,71’i yola 0-100 metre mesafedeki alanlar, %19,34’ü yola 100-200 metre mesafedeki alanlar, %12,27’si yola 200-300 metre mesafedeki alanlar,

%8,25’i yola 300-400 metre mesafedeki alanlar, %5,59’u yola 400-500 metre mesafedeki alanlar, %3,91’i yola 500-600 metre mesafedeki alanlar, %2,84’ü yola 600-700 metre mesafedeki alanlar, %2,04’ü yola 700-800 metre mesafedeki alanlar,

%1,55’i yola 800-900 metre mesafedeki alanlar, %1,22’si yola 900-1000 metre mesafedeki alanlar ve %6,27’si de yola 1000 metreden fazla mesafedeki alanlara aittir.

Yangınların %41,9'unun yola 0-100 metre mesafedeki alanlarda çıktığı görülmektedir bu yüzden yola yakın olan alanlar yangın riski açısından en tehlikeli alanlar olarak kabul edilmektedir. Yola olan uzaklık arttıkça yangın riski de düşmektedir.

Şekil 3.18: Manavgat yol tipleri haritası

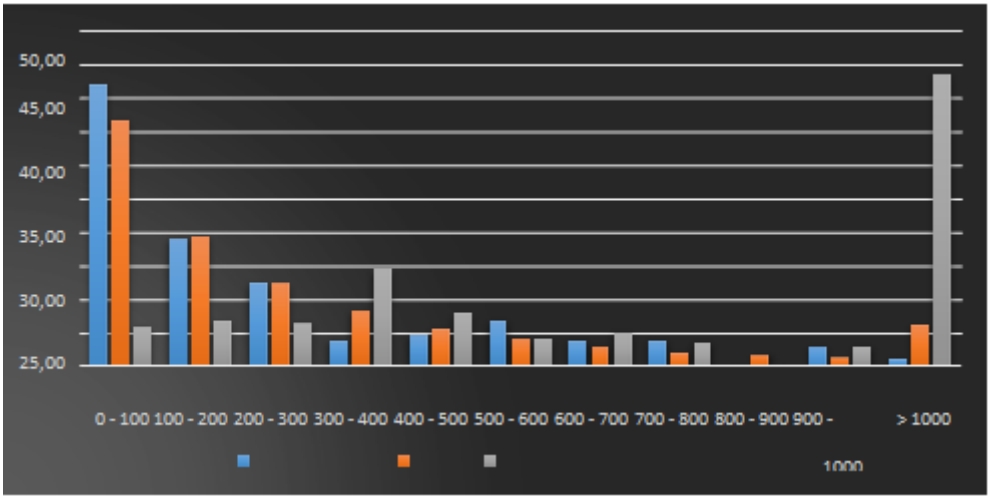


Tablo 3.8: Yollara mesafe sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler

Yollara Mesafe	Yangın Sayısı		Alan		% (B/A)	Yangın Sayısının Alansal Oranı
	Adet	% (A)	Ha	% (B)		
0 - 100	44	41,90	33.115	36,71	0,88	5,80
100 - 200	20	19,05	17.450	19,34	1,02	6,73
200 - 300	13	12,38	11.070	12,27	0,99	6,56
300 - 400	4	3,81	7.447	8,25	2,17	14,35
400 - 500	5	4,76	5.044	5,59	1,17	7,78
500 - 600	7	6,67	3.529	3,91	0,59	3,89
600 - 700	4	3,81	2.564	2,84	0,75	4,94
700 - 800	4	3,81	1.836	2,04	0,53	3,54
800 - 900	0	0,00	1.400	1,55	0,00	0,00

900 - 1000	3	2,86	1.101	1,22	0,43	2,83
> 1000	1	0,95	5.652	6,27	6,58	43,58
Toplam	105	100	90.209	100,00	15	100,00

Şekil 3.19: Yollara mesafe ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram

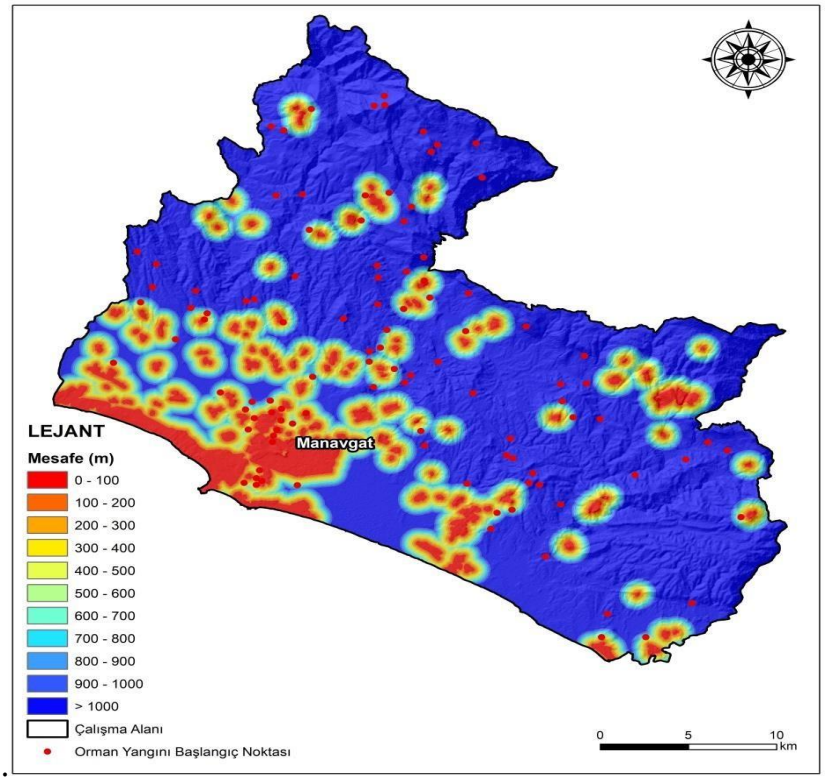


4.2.1.6. Yerleşime Olan Uzaklık

Ormanlık alanların yollara yakın kısımlarının yangın riskinin yüksek olması gibi yerleşim yerlerine yakın olan kısımlarının da yangın riski oldukça yüksektir. Bu kısımları insanların yapmış olduğu aktiviteler veya kaza ya da ihmaller neticesinde yangınlar çıkabilmektedir (Erten vd., 2005). Ayrıca insan aktivitelerinin günümüzde yerleşim alanlarından uzak yerlerde de yapılıyor olması yangın riskinin artmasına neden olmaktadır (Karabulut vd. 2013).

Çalışma alanına ait yerleşim haritası Şekil 3.18'de sunulmuştur. Manavgat OİM sınırları içerisinde kalan ağaçlandırma alanında yerleşim yerlerine yakın alanların ağırlıklı değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama ile Manavgat OİM meşcerelerinin %6,4'ü yerleşmeye 0-100 metre mesafedeki alanlar, %3,12'si yerleşmeye 100-200 metre mesafedeki alanlar, %3,36'sı yerleşmeye 200-300 metre mesafedeki alanlar, %3,63'ü yerleşmeye 300-400 metre mesafedeki alanlar, %3,72'si yerleşmeye 400-500 metre mesafedeki alanlar, %3,69'u yerleşmeye 500-600 metre mesafedeki alanlar, %3,75'i yerleşmeye 600-700 metre mesafedeki alanlar, %3,66'sı yerleşmeye 700-800 metre mesafedeki alanlar, %3,58'i yerleşmeye 800-900 metre mesafedeki alanlar, %3,53'ü yerleşmeye 900-1000 metre mesafedeki alanlar ve %61,55'i de yerleşmeye 1000 metre mesafeden uzak alanlara aittir

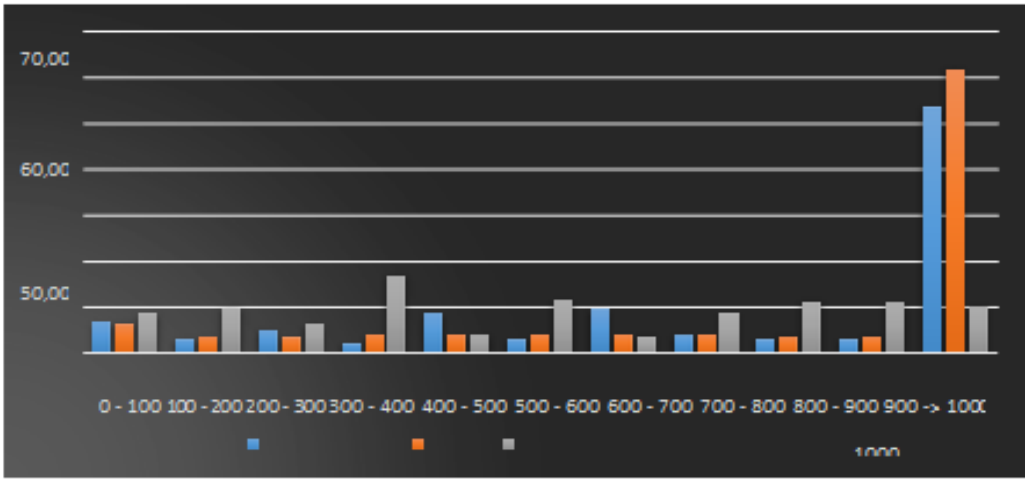
Şekil 3.20: Yerleşime olan uzaklık



Tablo 3.9: Yerleşim yerlerine mesafe sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler

Yerleşime Mesafe	Yangın Sayısı		Alan		% (B/A)	Yangın Sayısının Alansal Oranı
	Adet	% (A)	Ha	% (B)		
0 - 100	7	6,67	5.777	6,40	0,96	7,92
100 - 200	3	2,86	2.812	3,12	1,09	8,99
200 - 300	5	4,76	3.034	3,36	0,71	5,82
300 - 400	2	1,90	3.278	3,63	1,91	15,72
400 - 500	9	8,57	3.354	3,72	0,43	3,57
500 - 600	3	2,86	3.333	3,69	1,29	10,66
600 - 700	10	9,52	3.382	3,75	0,39	3,24
700 - 800	4	3,81	3.298	3,66	0,96	7,91
800 - 900	3	2,86	3.231	3,58	1,25	10,33
900 - 1000	3	2,86	3.185	3,53	1,24	10,18
> 1000	56	53,33	55.525	61,55	1,15	9,51
Toplam	105	100	90.209	100,00	11	100,00

Şekil 3.21: Yerleşim yerlerine mesafe ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram



4.2.1.7. Yer Yüzey Sıcaklığı

Yer yüzey sıcaklığı (YYS); su döngüsü ve atmosferdeki enerjinin belirlenmesi, iklimsel çeşitlilik, kuraklık indeksi ve sayısal hava tahminini gibi çok sayıda ekolojik modellemede etkili olan bir kriterdir (Şahin vd. 2011). YYS, günümüzde "Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü"nün kurmuş olduğu bölgesel istasyonlar aracılığıyla, uzaktan algılama veya yapay sinir ağları vb. çalışmalarla tespit edilebilmektedir (Şenkal, 2016).

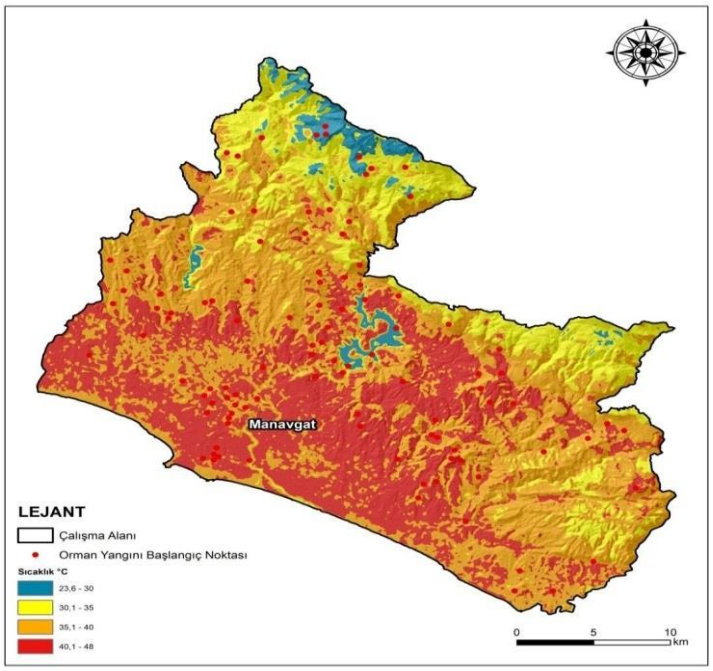
YYS'nin uzaktan algılama teknikleri kullanılarak elde edilebilmesi için en sık kullanılan yöntemler sıcaklık/yayınırlık ayırma yöntemi, bölünmüş pencere yöntemi, tek kanal yöntemi ve tek pencere algoritmasıdır (Şekertekin vd., 2015).

Çalışmamızda, YYS haritasını elde edebilmek için, tek pencere (mono-window) algoritmasını Manavgat YYS haritası (Şekil 3.22), Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) verilerini kullanarak Manavgat Bitki örtüsü fark endeksi (NDVI) haritası (Şekil 3.23) elde edilmiştir, orman yangınlarından etkilenen alanların % değerleri ve yangın sayısının alansal oran % değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3. 10).

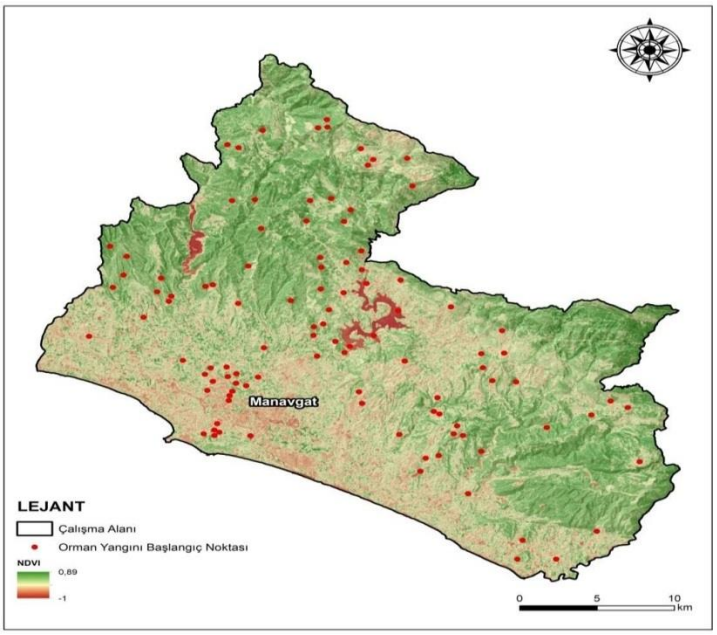
Tablo 3.10'da hesaplanan değerler dikkate alınarak YYS sınıflarına ait histogram hazırlanmıştır (Şekil 3.20). Histogram incelendiğinde 35,1-40 °C (%46,84) ve 40,1-48°C (%32,94) sınıflarında diğer sınıflara oranla daha fazla orman yangını olduğu görülmektedir. Orman yangınlarından etkilenen alanların oranı incelendiğinde ise

toplamaların %39,93'ünüi 30,1 - 35°C sınıf aralığı ve % 23,89'nun 35,1 – 40°C sınıf aralığının oluşturduğu belirlenmişti.

Şekil 3.22: Manavgat yer yüzey sıcaklığı (YYS).



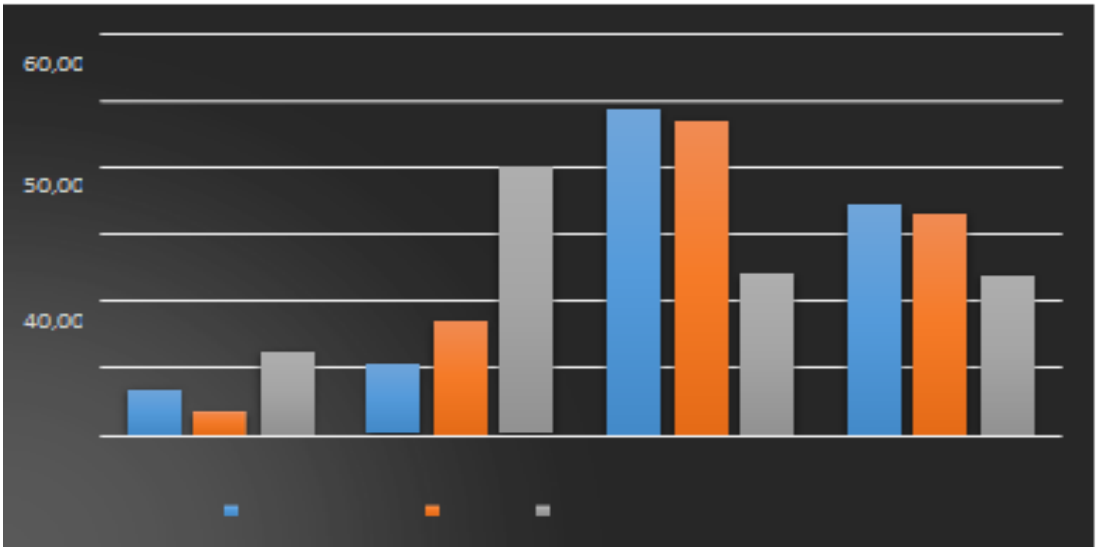
Şekil 3.23: Manavgat bitki örtüsü fark endeksi (NDVI)



Tablo 3.10: Manavgat yer yüzey sıcaklığı (YYS).

Yüzey Sıcaklığı °C	Yangın Sayısı		Alan		% (B/A)	Yangın Sayısının Alansal Oranı
	Adet	% (A)	Ha	% (B)		
23,6 - 30	7	6,67	3.007	3,33	0,50	12,39
30,1 - 35	11	10,48	15.233	16,89	1,61	39,93
35,1 - 40	51	48,57	42.251	46,84	0,96	23,89
40,1 - 48	36	34,29	29.715	32,94	0,96	23,80
Toplam	105	100	90.206	100,00	4	100,00

Şekil 3.24: Yer yüzey sıcaklığı ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram.



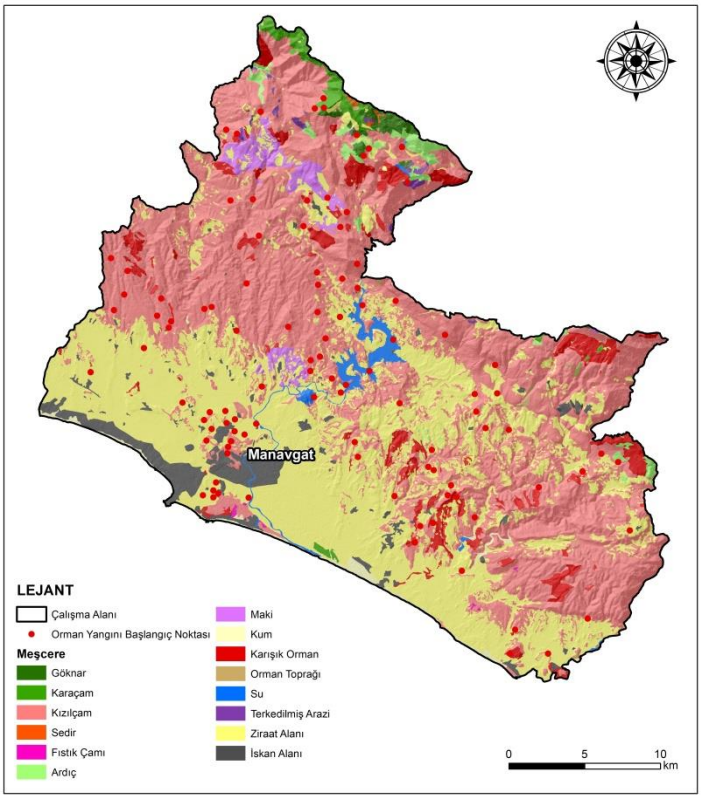
4.2.1.8. Meşcere Tipi

Orman yangınlarının başlangıç noktasını ve yangın davranışını belirleyen en önemli faktörlerin başında bitki örtüsü gelmektedir (Erten vd., 2005). Her bitkinin yangına karşı gösterdiği tepki, su isteğine göre farklılaşmaktadır. Bir başka ifadeyle su istekleri çok olan bitkiler su isteği az olanlara göre yangına daha çok duyarlılık göstermektedir (Karabulut vd. 2013).

Çalışma alanına ait meşcere tipi haritası Manavgat Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Manavgat OİM sınırları içerisinde kalan ağaçlandırma alanında meşcere türlerinin ağırlıklı değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama ile Manavgat OİM meşcerelerinin %47,51'i Kızılçam ormanları, %36,86'sı ise ziraat alanlarına

aittir. Orman yangının en fazla çıktığı alanlar da yine %50,48 ile Kızılçam ormanları ve %35,24 ile ziraat alanlarıdır.

Şekil 3.25: Meşcere Tipi

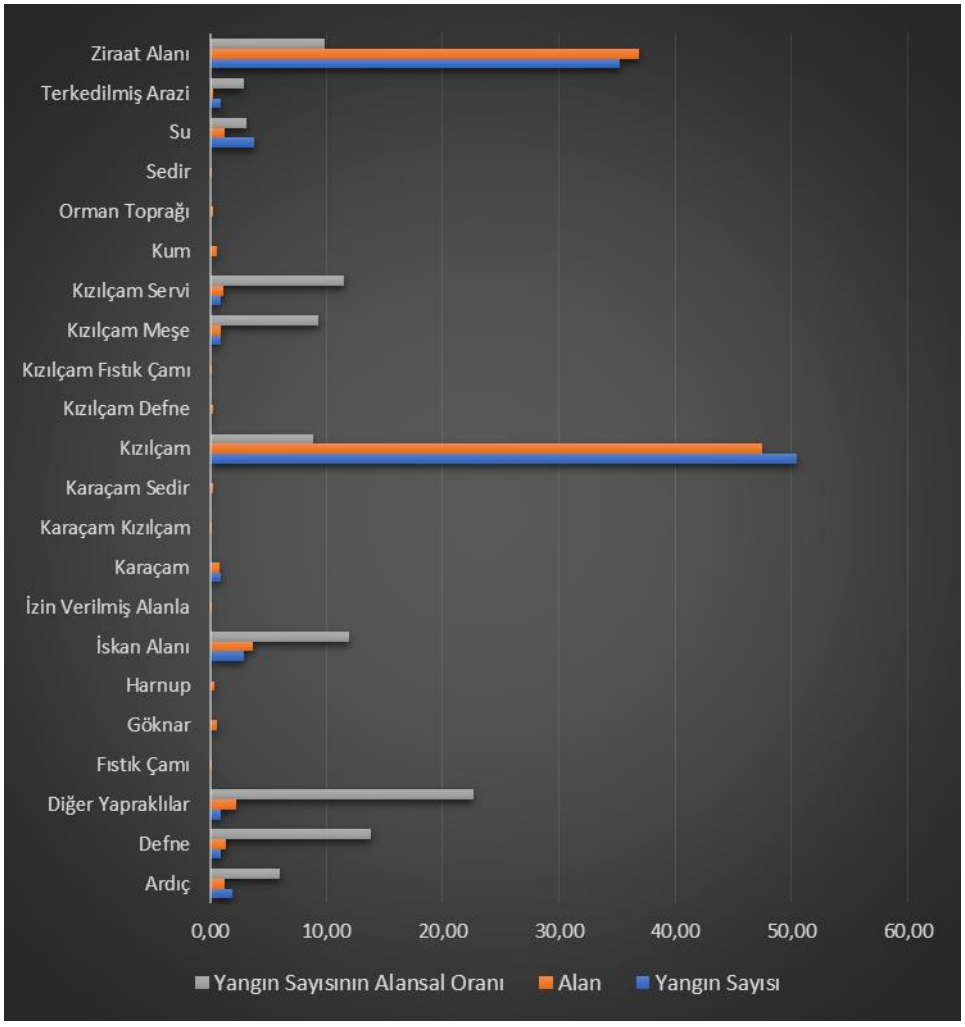


Tablo 3.11: Meşcere sınıfları ve orman yangınları arasındaki ilişkiler

Meşcere	Yangın Sayısı		Alan		% (B/A)	Yangın Sayısının Alansal Oranı
	Adet	% (A)	Ha	% (B)		
Ardıç	2	1,90	1.081	1,20	0,63	5,94
Defne	1	0,95	1.253	1,39	1,46	13,78
Diğer Yapraklılar	1	0,95	2.058	2,28	2,40	22,63
Fıstık Çamı	0	0,00	57	0,06	0,00	0,00
Göknar	0	0,00	556	0,62	0,00	0,00
Harnup	0	0,00	287	0,32	0,00	0,00
İskan Alanı	3	2,86	3.271	3,63	1,27	11,99
İzin Verilmiş Alanla	0	0,00	179	0,20	0,00	0,00
Karaçam	1	0,95	682	0,76	0,00	0,00
Karaçam Kızılçam	0	0,00	103	0,11	0,00	0,00
Karaçam Sedir	0	0,00	186	0,21	0,00	0,00
Kızılçam	53	50,48	42.854	47,51	0,94	8,89

Kızılçam Defne	0	0,00	182	0,20	0,00	0,00
Kızılçam Fıstık Çamı	0	0,00	51	0,06	0,00	0,00
Kızılçam Meşe	1	0,95	847	0,94	0,99	9,32
Kızılçam Servi	1	0,95	1.048	1,16	1,22	11,52
Kum	0	0,00	574	0,64	0,00	0,00
Orman Toprağı	0	0,00	226	0,25	0,00	0,00
Sedir	0	0,00	65	0,07	0,00	0,00
Su	4	3,81	1.127	1,25	0,33	3,10
Terkedilmiş Arazi	1	0,95	267	0,30	0,31	2,94
Ziraat Alanı	37	35,24	33.254	36,86	1,05	9,88
Toplam	105	100	90.208	100,00	11	100,00

Şekil 3.26: Meşcere ve orman yangınları arasındaki ilişkilere ait histogram



4.3. Çalışma Alanına Ait Çok Kriterli Karar Analizi ile Orman Yangını Duyarlılık Analizi

Manavgat OİM sınırları içerisinde kalan ağaçlandırma alanında orman yangını riski hesaplanmıştır. Buna göre çalışma alanının %3,69'u çok yüksek riskli alanlardır ve bu 3.318 hektarlık bir alandır. Genellikle kızılçam ormanları, yola yakın alanlar ve eğimin yüksek olduğu alanlar orman yangını açısından en yüksek risk grubundaki arazi türleridir. %45,63 gibi yüksek bir oran arazinin yüksek derecede orman yangını riskine sahip olduğunu gösterir ki bu alan 41.066 hektara tekabül etmektedir. Mevcut orman yangını başlama noktalarının büyük bir kısmının yüksek riskli alanlarda olduğu görülmektedir. Mevcutta yangın başlama noktalarının kuzeydeki yüksek rakımlı (1000 metre ve üzeri) alanlar haricinde haritadaki yüksek ve çok yüksek riskli alanlar ile uyumlu olduğu görülmektedir. Orman yangın başlama noktalarının %90'dan fazlası 0-750 metre aralığında bulunduğundan risk haritası oluşturulurken bu seviyelerdeki yükselti basamakları riskli olarak hesaplanmıştır. Manavgat ormanları yangın riski ve gerçekleşen yangın alanların yüzdeliği Tablo 3.12'de, hesaplamada kullanılan parametreler ve ağırlıkları da Tablo 3.13'te gösterilmiştir.

Tablo 3.12: Manavgat ormanları yangın riski ve gerçekleşen yangın alanların yüzdeliği

Risk	Alan (Ha)	Alan % A	Yanan alan (Ha) B	Yanan alan % B/A
Çok Düşük	270	0,30	154	51
Düşük	10,056	11,17	5,765	51
Orta	35,290	39,21	17,550	44
Yüksek	41,066	45,63	17,358	38
Çok Yüksek	3,318	3,69	1,562	42
Toplam	89,999	100,00	42,389	42

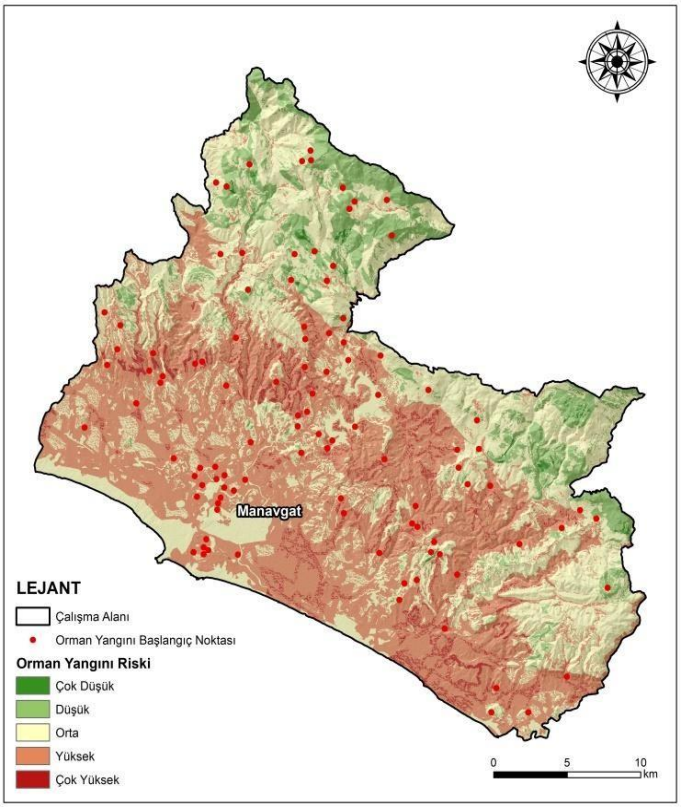
Tablo 3.13: Hesaplamada kullanılan parametreler ve ağırlıkları

Parametreler	Alt Sınıflar	Puan	Ağırlık (%)
Yükseklik (m)	0 - 250	7	23
	250 - 500	2	
	500 - 750	1	
	750 - 1000	0	
	1000 - 1250	0	
	1250 - 1500	0	
	1500 - 1750	0	

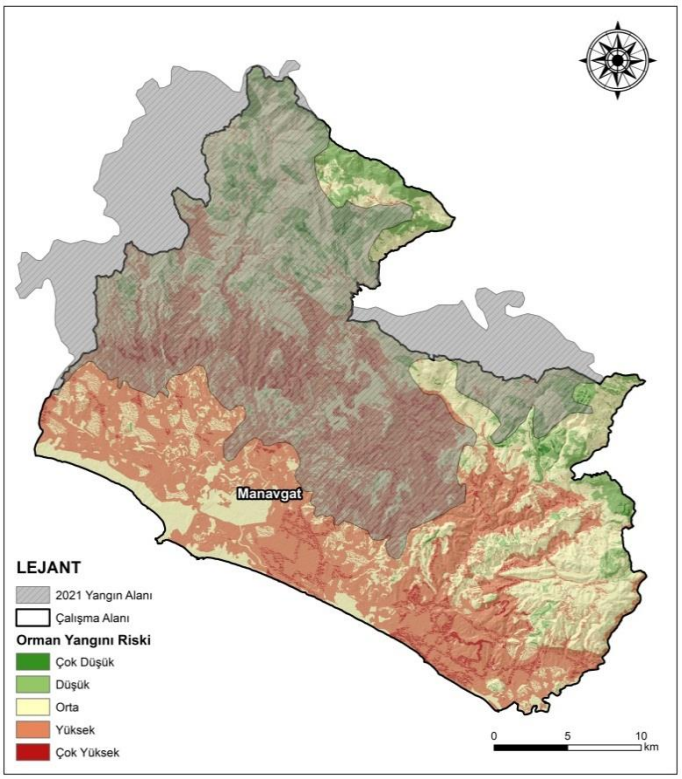
	1750 - 2000	0	
Eğim (derece)	0 - 10	5	31
	10 - 20	3	
	20 - 30	2	
	> 30	0	
Bakı	Kuzeybatı	1	19
	Kuzey	0	
	Kuzeydoğu	0	
	Doğu	1	
	Güneydoğu	2	
	Güney	2	
	Güneybatı	1	
	Batı	2	
	Düz Alanlar	1	
Yerleşime Mesafe	0 - 100	1	4
	100 - 200	0	
	200 - 300	0	
	300 - 400	0	
	400 - 500	1	
	500 - 600	0	
	600 - 700	1	
	700 - 800	0	
	800 - 900	0	
	900 - 1000	0	
	> 1000	5	
Yollara Mesafe	0 - 100	4	3
	100 - 200	2	
	200 - 300	1	
	300 - 400	0	
	400 - 500	0	
	500 - 600	1	
	600 - 700	0	
	700 - 800	0	
	800 - 900	0	
	900 - 1000	0	
	> 1000	0	
Yüzey Sıcaklığı °C	23,6 - 30	1	13
	30,1 - 35	2	
	35,1 - 40	5	
	40,1 - 48	4	
	Ardıç	0	
	Defne	0	
	Diğer Yapraklılar	0	
	Fıstık Çamı	0	

Ağaç Türü	Göknar	0	8
	Harnup	0	
	İskan Alanı	0	
	İzin Verilmiş Alanla	0	
	Karaçam	0	
	Karaçam Kızılçam	0	
	Karaçam Sedir	0	
	Kızılçam	5	
	Kızılçam Defne	0	
	Kızılçam Fıstık Çamı	0	
	Kızılçam Meşe	0	
	Kızılçam Servi	0	
	Kum	0	
	Orman Toprağı	0	
	Sedir	0	
	Su	0	
	Terkedilmiş Arazi	0	
	Ziraat Alanı	4	

Şekil 3.27: Manavgat ormanları yangın riski ve tehlike potansiyeli haritası



Şekil 3.28: Manavgat orman yangını risk haritasının gerçekleşen orman yangınları ile karşılaştırılması



4.4. Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Yangın Gözetleme Kuleleri

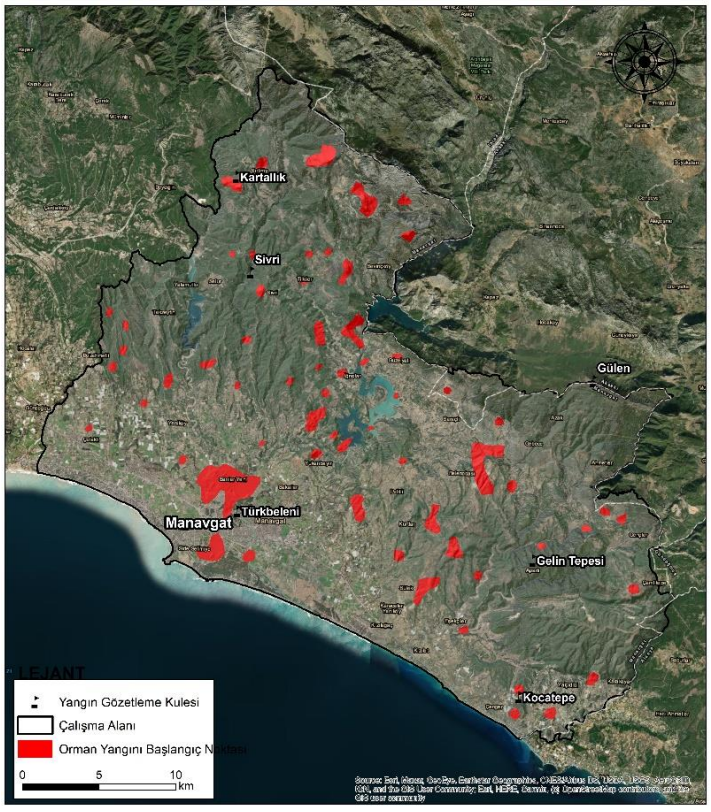
Manavgat orman müdürlüğünde yangın gözetleme kulesi sayısı 6'dır (Şekil 3.29). Bu yangın gözetleme kulelerinin koordinatlarından (Tablo 3.14) ve yangın çıkış noktalarından faydalanılarak üretilmiş olan uydu görüntüsü ve risk haritalarında gerçekleşen orman yangını ile karşılaştırıldığında riskli alanlarda 1 adet (Türkbeleni), çok riskli alanlarda ise yalnızca 1 adet gözetleme kulesi (Sivri) olduğu görülmektedir. Kalan 4 kule ise yangın riskli orta ve düşük seviyede olan alanlarda bulunmaktadır. Bu durum kulelerin yerleşim olarak önem taşıyan yerlerden uzak bir mesafede ve sayı olarak da riskli alanlarda yetersiz olduğunu göstermektedir (Şekil 3.30). Manavgat Orman Müdürlüğü'ne ait olan 90.206 hektardan ve (%49,32) orman yangını açısından riskli olan bölgeler, 6 adet yangın kulesine bölündüğünde, kule başına 15,034 hektar düşmektedir. Diğer faktörler gibi bu rakam bir risk değeri taşımakta ve yangınla mücadele ve zaman konusunda bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 3.14: Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Yangın Gözetleme Kuleleri

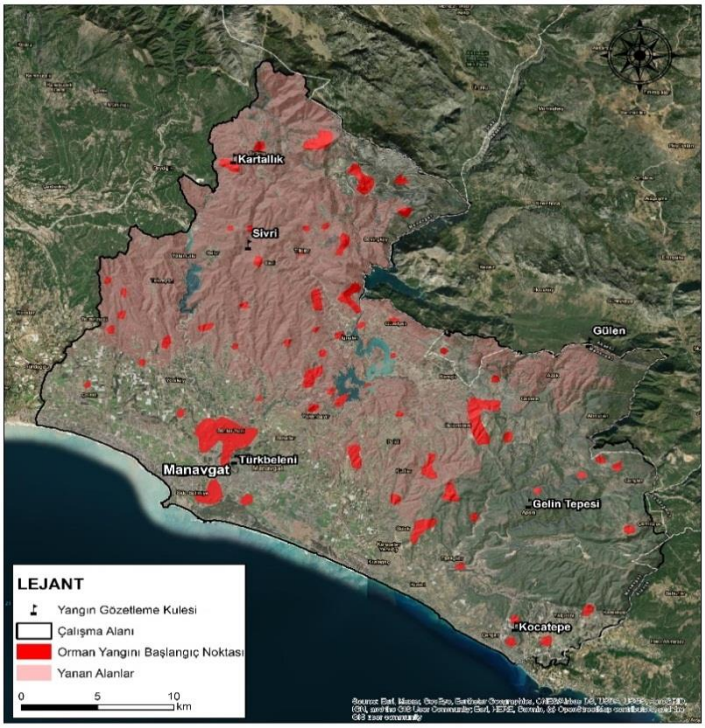
ŞEFLIK ID	KULE ADI	KULE ID	İŞÇİ SAYISI	ADAM/AY	TELEFON NUMARASI	UTM X	UTM Y
Yalcıdibi	Kocatepe	511081	3	18	537 461 65 79 534 043 58 70	313851	364101
	Gelintepesi	511031	3	18	532 764 61 18 536 736 77 25	313953	364604
Manavgat	Gülen	511032	3	18	538 702 57 66 534 973 31 66	314154	365230
Yaylaalan	Kartallık	511051	3	18	536 430 92 49 533 428 8032	312611	365911
	Sivri	511052	3	18	536 371 64 38 542 302 66 83	312717	365534
Şelale	Türkbeleni	511053	3	18	506 710 97 63 541 776 36 42	312614	364720

Kaynak : Manavgat Orman Müdürlüğü

Şekil 3.29: Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Yangın Gözetleme Kuleleri

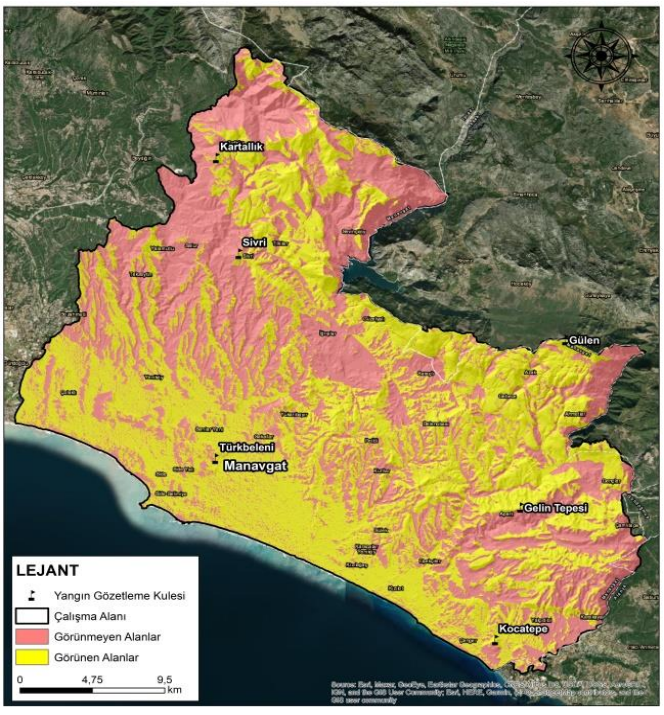


Şekil 3.30: Manavgat Orman İşletme Müdürlüğünde gerçekleşen yangın



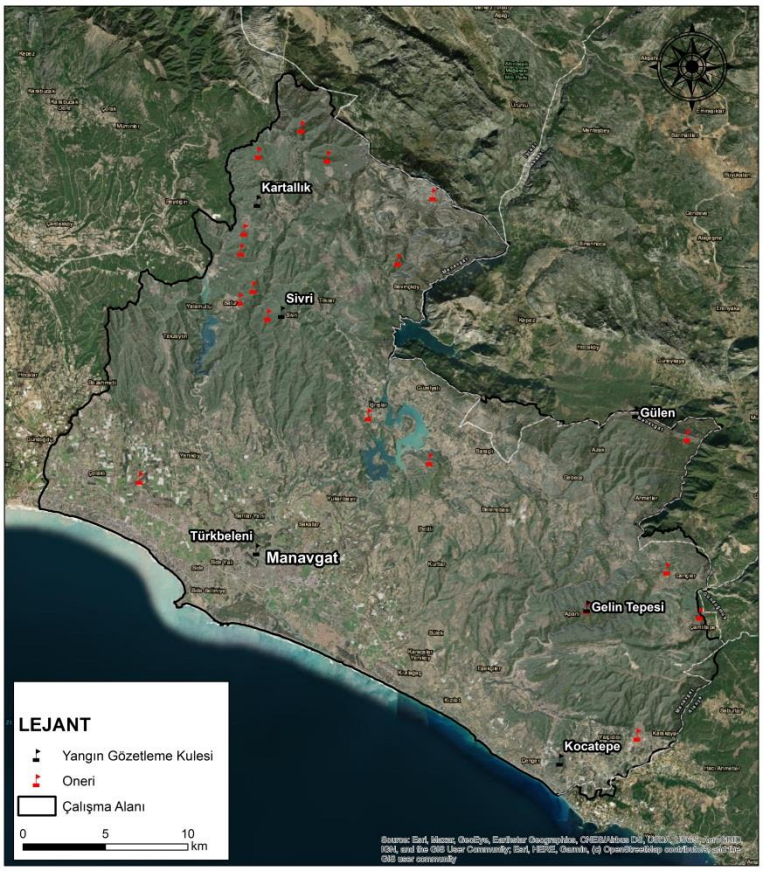
Mevcut yangın kulelerinin görüş alanına giren alanlar çalışma alanına ait görünürlük analizi sonuçları çerçevesinde Şekil 3.31'de gösterilmiştir.

Şekil 3.31: Kulelere ilişkin görünürlük analizi sonuçları



Buna göre kuleler tarafından toplam alanın %56,6'sı görülebilirken, %43,4'ü görülememektedir. Kulelerin görüş alanına toplam ormanlık alanın yalnızca %67,7'si girebilmektedir. Orman yangınları yönünden duyarlılık, yangınların çıkmasını ve gelişmesini önleyen tedbirlerin alınmasının yanı sıra daha da önemli olarak daha başlangıç aşamasında yangınların söndürülmesi esasına dayanmaktadır. Bu yaklaşım, yangın sayısından azalmasından ziyade yanan alanın küçük kalmasını sağlayacaktır. ÇKKA ile oluşturulmuş olan risk haritaları ve gerçekleşen yangın haritaları dikkate alınarak ve mevcut gözetleme kulelerinin haritaları ile karşılaştırarak risk ve görme açısından yeni gözetleme kulelerine ait en uygun olan yerlere yönelik öneri haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.32).

Şekil 3.32: Manavgat Orman Müdürlüğü, yeni gözetleme kuleleri öneri haritası



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman yangınlarının etkilerinin azaltılmasında veya ortadan kaldırılmasında CBS'nin önemli bir rol oynayabileceğini göstermek amacıyla CBS yardımıyla Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan bölgenin orman yangını riski hesaplanmıştır. Yangın ile mücadelede daha etkin olabilmek adına önlem alınması gereken, yangın riski açısından hassas alanların ortaya çıkarılmasına çalışılmıştır. Buna göre çalışma alanının neredeyse yarısı (%49,32) orman yangını açısından riskli (çok yüksek ve yüksek riskli) alanlardır ve bu alanlar 44.384 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Genellikle kızılçam ormanları, yola yakın alanlar ve eğimin yüksek olduğu alanlar, güney yamaçlar (bölgenin topoğrafyası nedeniyle çok alan kaplar), yükseltisi 0-750 metre aralığında bulunan alanlar orman yangını açısından en çok risk altındaki bölgelerdir. Diğer taraftan da bu kitrelere eşlik eden ve risk değerini yükselten değer ise gözetleme kulelerin (çok yüksek ve yüksek riskli) alanlarda yetersiz olması ve yerleşim olarak bu alanlara uzak kalmalarıdır.

Türkiye'de orman yangınları ile etkin bir mücadele yapılabilmesi için yangın çıkmadan önce, yangın esnasında ve yangın söndürüldükten sonra alınması gereken önlemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Orman yangınlarının önemli bir bölümü insan kaynaklı nedenlerden çıkmaktadır. Bu açıdan öncelikli olarak orman yangınlarına karşı ülke nüfusunun bilincinin artırılması gerekmektedir. Bunun için de orman yangınları ile ilgili basın-yayın organlarındaki programlar artırılabilir, örgün eğitim kurumlarında sürekli eğitimler verilebilir. Özellikle ilköğretim kademesinde çocuklara ormanların önemi ve ekonomik avantajları konusunda etkili anlatımlar yapılabilir.
- Orman yangınını gören vatandaşların hemen 177 numaralı telefona bildirimde bulunmaları, ilgili ekiplerin yangın alanına erkenden ulaşmalarını sağlayacaktır.
- Eskiden ormanlık alan olmakla birlikte zamanla bu özelliğini kaybettiği belirtilen alanların orman içi köy halkına tahsis edilmesi hükmü gibi Anayasa'nın 170. maddesinde yer alan yasal boşluklar, ormanların zaman

zaman kasıtlı olarak yakılmasına neden olmaktadır. Yasada yer alan bu boşlukların giderilmesi için ormancılık biliminin gereklerine uygun olarak 6831 sayılı Orman Kanunu'nun yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (Doğanay ve Doğanay, 2004).

- Orman yangınları ile gerektiği ölçüde mücadele edilebilmesi için öncelikli olarak yangın riski yüksek alanlar yeniden tespit edilmeli, risk haritaları oluşturulmalı, bu alanlarda rüzgâr, bağıl nem, yağış ve sıcaklık gibi iklimsel özellikler sürekli izlenmeli ve yangının yoğun yaşandığı dönemlerde çok daha fazla dikkatli olunmalıdır.
- Yangın söndürme yönünden uygun donanımı olan uçaklar bu bölgeye en yakın havaalanlarında (Gazipaşa-Alanya Havalimanı ve Antalya Havalimanı) bulundurulmalıdır.
- Ormanlık alanlarda çıkan yangınlarında yangının süresi uzadıkça müdahale edilmesi gereken alan da artmaktadır. Ormanlık alanda başlayan bir yangının erkenden tespit edilmesi, yangının büyümeden denetim altına alınması yönünden oldukça önemlidir. Bunun için yangın riskinin fazla olduğu ormanlık alanlarda kule ve kulübeler gibi sabit gözetleme noktalarının çoğaltılmalı, hava araçlarının yanı sıra sabit ve gezici gözeticiler ile riskli alanlar sürekli gözetim altında tutulmalıdır.
- Orman yangınlarının çıkmasını engellemek için alınan önlemlere ek olarak, yangının genişlememesi için yangın emniyet şeritleri ve yangın emniyet yolları oluşturulmaktadır. Bu yollar aynı zamanda yangına müdahale edecek ekiplerinin bölgeye ulaşımlarında da kullanılmaktadır. Türkiye'de ormanlık alanlarda oluşturulan yangın emniyet şeridi günümüzde 17219 km'ye ulaşmıştır. Ancak bu yollar, her yıl yangınların yoğun olarak yaşandığı yaz mevsiminden önce temizlenmelidir. Bu da oldukça zor ve masraflı bir uygulamadır (Erdem, 1958).
- Yangının söndürülmesinden sonra alınacak en önemli önlem ise yanan sahanın ağaçlandırılmasıdır. Ancak bu ağaçlandırma esnasında bölgenin yeni bir yangından korunması için bazı planlamaların yapılması gerekmektedir. Buna göre risk haritalarını kullanarak dikimler doğru yerde ve doğru bir şekilde yapılmalı, yüksek risk taşıyan alanlarda yangına az

duyarlı olan (ancak alanda doğal olarak bulunan) ağaç türleri tercih edilmelidir.

6. KAYNAKÇA

Ak, M.M. (2019). *Manavgat ilçesinin ekonomik coğrafyası* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.

Akay, A. E., Erdas, O., Reis, M. ve Yüksel, A. (2008). Estimating sediment yield from a forest road network by using a sediment prediction model and GIS techniques. *Building and Environment*, 43(5), 687–695.

Akay, A.E. ve Şakar, D. (2009). Yangın sahasına en kısa sürede ulaşımı sağlayan optimum güzergâhın belirlenmesinde CBS tabanlı karar destekleme sisteminin kullanılması. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, *02-06 Kasım.* İzmir.

Akay, A.E., Sivrikaya F., Yenilmez N. ve Taylan H. (2011). Yangın gözetleme kulelerinin lokasyonlarının CBS ortamında görünürlük analizi ile değerlendirilmesi. *1. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim, Kahramanmaraş* içinde (ss. 1286-1295). Kahramanmaraş: Sütçü İmam Üniversitesi.

Akengin, H. ve Dinç, Y. (2018). Şehirlerin yatay gelişimlerinde coğrafi faktörlerin etkisi: Manavgat örneği. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu,* 532-550.

Akıncı, M. Yüce Akıncı, G. ve Yılmaz, Ö. (2017), Dramın boyutlarının ölçümü: terörizmin sosyo-ekonomik belirleyicilerinin coğrafi ağırlıklı regresyon analizi. *Fiscaoeconomia*, 1(3), 68-107.

Alkayış, M. H., Karslıoğlu, A. ve Onur, M. İ. (2022). Muğla ili Menteşe yöresi orman yangını risk potansiyeli haritasının coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi. *Geomatik, 7*(1), 10-16.

Alkevli. T. (2015). *Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde örneklem stratejileri ve bazı karar verme ağaçları algoritmalarının kullanımı üzerine bir araştırma*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Alpaslan, Ö. (2009) Antalya kıyı bölgesi planlama sürecinin kıyı alanlarına etkileri: Side Manavgat örneği. *TMMOB Şehir Plancıları Yayını, 46,* 67-71.

Altan, M., Şekeroğlu, G. ve Karahan, N. S. (2016). Türkiye'nin finansal risk haritası. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, (31), 203-224.

Altural, T. (2012). *Coğrafi bilgi sistemiyle Akşehir (Konya) çevresinin heyelan duyarlılık incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Andrews, P.L. ve Chase, C.H. (1989). *Behave. Fire behavior prediction and fuel modeling system.* USDA Forest Service, Utah: General Technical Report INT-260.

Arca, D. (2015). *Zemin hareketlerinin coğrafi bilgi sistemi destekli analizi: Kozlu örneği*. (Yayımlanmamış doktora tezi).Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Asker, İ. (2015). *Manavgat kentinin özellikleri ve kent merkezinin trafik sorunu ve çözüm öneriler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

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

Bahadır, M. (2010). Türkiye'de (1998-2007) Görülen orman yangınlarının yüzey ve rakamsal sorgulama analizi. *Nature Sciences*, *5*(3), 146-162.

Baktemur, F.İ. ve Özmen M. (2017), Gelişmiş AB ülkeleri için işsizlik yakınsamasının mekânsal ekonometrik analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar,* 54(626), 33-45.

Baltacı, U. (2021). *Türkiye'de orman yangını riskinin coğrafi bilgi sistemleri tabanlı olarak çok kriterli analizi ve haritalandırılması*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Baltacı, U. ve Yıldırım, F. (2020). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde orman yangını riskinin çok kriterli analizi ve haritalandırılması. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, *8*(1), 1-11.

Baş, M. ve Çakmak, Z. (2012). Gri ilişkisel analiz ve lojistik regresyon analizi ile işletmelerde finansal başarısızlığın belirlenmesi ve bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 12(3), 63-82.

Baydemir, M. B. (2014). *Lojistik regresyon analizi üzerine bir inceleme*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.

Bazzazi, A., Osanloo, M. ve Karimi, B. (2011). Deriving preference order of open pit mines equipment through MADM methods: Application of Modified VIKOR method. *Expert Systems with Applications* 38: 2550-2556.

Bekar, İ. (2016). *Akdeniz ekosistemlerinde günümüz yangın rejimlerinin şekillenmesinde doğal ve antropojen faktörlerin rolü*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bektaş F (2003). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi entegrasyonu: Gökçeada ve Bozcaada örneği.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bilgili, E. (2014). *Orman koruma dersi geçici ders notu*, KTÜ, Trabzon.

Bilici, E. (2008). *Orman yangın emniyet yolları ve şeritleri ile orman yol şebekelerinin entegrasyonu, planlamaları ve uygulamaları üzerine bir araştırma (Gelibolu Milli Parkı örneği).* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Boroushaki, S. ve Malczewski, J (2008) Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in arcgıs. *Computers & Geosciences*, 34, 399-410.

Bulut, S. (2011). *Yaşlı kızılçam mescereleri ölü örtüsünde örtü yangını gelişimi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Burgess, R.G. (2011). Development of a spatial, dynamic, fuzzy fire risk model for Chitwan district, Nepal. *University of Twente Faculty of Geo-Information and Earth Observation ITC,* Enschede.

Calda, B., An, N., Turp, M.T. ve Kurnaz, L. (2020). İklim değişikliğinin akdeniz havzasındaki orman yangınlarına etkisi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 32(1), 15-32. DOI: 10.7240/jeps.571001

Carter, J.R. (1989). On defining the geographic information system. Ripple W.J. (ed.) *Fundamentals of Geographic Information Systems: a compendium. ASPRS/ACSM* İn (ss. 3-7). Virginia: Falls Church.

Carvalho, A., Flannigan, M. D., Logan, K., Miranda, A. I. ve Borrego, C. (2008). Fire activity in Portugal and its relationship to weather and the Canadian fire weather ındex system. *International Journal of Wildland Fire*, 17(3), 328-338.

Castillo Soto, M., Garfias Salinas, R. ve Plaza Valencia, Á. (2021). Effects of fire on forest communities and sclerophyllous scrubs in Central Chile as a basis for the formulation of restoration guidelines.

Cecchetti, S. G., Fender, I. ve McGuire, P. (2010). *Toward a global risk map*. Bank for International Settlements. No: 309.

Chakhar, S. ve Mousseau, V. (2007). Spatial multicriteria decisionmaking. Shekhar, S. and Xiong, H. (Eds.), *Encyclopedia of Geographical Information Science* İn. Springer.

Chatterjee, P., Athawale, V.M. and Chakraborty, S. (2010). Selection of ındustrial robots using compromise ranking and outranking methods. *Robotics and ComputerIntegrated Manufacturing,* 26, 483-489.

Colletaz, G., Hurlin, C. ve Pérignon, C. (2013). The risk map: A new tool for validating risk models. *Journal of Banking & Finance*, 37(10), 3843-3854

Coskuner, K. A. ve Bilgili, E. (2020). Orman yangın yönetiminde etkili bir karar destek sisteminin kavramsal çerçevesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, *6*(2), 288-303.

Cüce, H., Kalıpcı, E., Taş, B. ve Yılmaz, M. (2020). Rakım farklılığı nedeniyle oluşan meteorolojik değişimlerin su kalitesine olan etkilerinin CBS ile değerlendirilmesi: Morfolojik olarak farklı iki göl için bir karşılaştırma. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, *10*(1), 1-26.

Çelik, N. (2017). Teşvik politikalarının etkinliğinin mekansal perspektiften değerlendirilmesi, *Ege Akademik Bakış*, 17(1), 1-12.

Çolak, E. ve Sunar, F. (2018). Yüzey sıcaklığı ve spektral yanma indekslerinin orman yangını analizinde kullanımı. *VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018), 18-21 Eylül 2018,* Eskişehir.

Dangermond, J. ve Morehouse, S. (1987). Trends in computer hradware for geographic information systems. *Proceedings of AUTOCARTO 8. ASPRS/ACMS,* (pp. 380-385), Falls Church.

DeMers, M.N. (1997). *Fundamentals of geographic ınformation systems*. Wiley: New York.

Demirtaş, N. (2007). *Bulanık AHP ve ANP ile e-cuzdan akıllı kart teknolojisi secimi*. (Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği, İstanbul.

Demirtaş, N. (2009). *Bulanık aksiyomatik tasarım yöntemi ile çoklu uygulamalı akıllı kart teknolojisi seçimi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Deniz, M. ve Topuz, M. (2018). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) destekli çok kriterli karar verme yöntemleri ve analitik hiyerarşi tekniği kullanarak uşak merkez ilçede alternatif çöplük alanlarının belirlenmesi. *Journal of History Culture and Art Research, 7*(5), 544-578.

Dilekçi, S. (2019). *Zonguldak ve Ereğli orman işletme müdürlükleri orman yangını risk alanlarının belirlenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Dilekçi, S., Marangoz, A. M. ve Ateşoğlu, A. (2021). Zonguldak ve Ereğli orman işletme müdürlükleri orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Geomatik, 6*(1), 44-53.

Dilekçi, S., Marangoz, A. M. ve Ateşoğlu, A. (2021). Zonguldak ve Ereğli orman işletme müdürlükleri orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Geomatik,* 6(1), 44-53.

Dinç, Y. (2020). *Karşılaştırmalı bir şehir coğrafyası: Alanya ve Manavgat örneği*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Doğanay, H. ve Doğanay, S. (2004). Türkiye'de orman yangınları ve alınması gereken önlemler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9(11), 31-48.

Doğramacı, S. (2009). *Coğrafi bilgi sistemi destekli çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile toplu konut yer seçimi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Doussi, M.A., Thanos, C.A., 1994. Postfire regeneration of hardseeded plants: Ecophysology of seed germination. Proceedings of the 2nd ınternational conference of forest fire research, *Coimbra*, II(25), 1035-1044

Eckey, H. F., Kosfeld, R. ve Türck, M. (2007). Regional convergence in Germany: A geographically weighted regression approach. *Spatial Economic Analysis*, 2(1), 45-64.

Elibüyük, M. ve Yılmaz, E. (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, *8*(1), 27-56.

Erdem, R. (1958). Türkiye'de orman yangınlarının önemi ve buna karşı alınması gereken tedbirler hakkında görüşler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, *8*(2), 1-8.

Erdem, R. (2018). *Orman yollarından kaynaklanan sedimantasyonun uluslararası toprak kaybı denklemi ile belirlenmesi (Kastamonu/araç yöresi).* (Yayımlanmamış doktora tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Erener, A. ve Lacasse, S. (2007). Heyelan duyarlılık haritalamasında CBS kullanımı. *Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim - 02 Kasım,* Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Erten, E., Kurgun, V. ve Musaoğlu, N. (2005) Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanarak orman yangını bilgi sisteminin kurulması. *10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart -1 Nisan 2005,* Ankara.

ESRI (2000). *Wildland fire ınformation management technology*. USA: ESRI White Paper, Redlands.

ESRI. (n.d.). *Municipalities and cooperatives*. ESRI GIS Technology Enabling Utilities. California, USA.

Flannigan, M.D., Stocks, B.J. ve Wotton, B.M. (2005). Climate change and forest fires, *Science of the Total Environment,* 262(3), 221–229. doi: 10.1016/S0048-9697(00)00524-6.

Florax, R. J. ve Van Der Vlist, A. J. (2003). Spatial econometric data analysis: Moving beyond traditional models. *International Regional Science Review*, 26(3), 223-243.

Freedman, L.C., McRae, D.J., Duchesne, B., Lynham, T.J. ve Woodley, S. (2008). Comparisons between wildfire and forest harvesting and their implications in forest management. *Environmental Reviews,* 9(4), 223-260.

Gai, C.Ç, Weng, W. ve Yuan, H. (2011) GIS-based forest fire risk assessment and mapping. *In Computational Sciences and Optimization (CSO), 2011 Fourth International Joint Conference,* 15-19 April 2011 (ss. 1240-1244), China: Yunnan.

Gayır, B. (2019). *Muğla yöresinde meydana gelen orman yangınlarının konumsal istatistik analizi ve risk haritalarının oluşturulması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Gayır, B. ve Arslan, O. (2018). Orman yangınlarının CBS tabanlı konumsal istatistik analizi: 2011-2015 yılları arasında Muğla orman bölge sınırları içerisinde çıkan yangınlar. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, *4*(1), 46-62..

Geçen, R. ve Topuz, M. (2021). Hatay'da 2013-2021 yılları arasında meydana gelen orman yangınlarının uydu görüntülerinden tespiti ve değerlendirilmesi. *Turkish Studies - Social,* 16(6), 1987-2009.

Goodchild, M.F. (1992). Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6, 31-45.

Göğünç, N. (1979). Hane değimi hakkında. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Tarih Dergisi,* 32, 331-348.

Gökbek, B. (2014). *Çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarına dayalı tedarikçi seçimi ve bir uygulama.* Yayımlanmamış (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Gümüşsay, M.U. ve Şahin, K. (2009). Visualization of forest fires ınteractively on the ınternet. *Scientific Research and Essay*, 4(11), 1163–1174.

Hacısalihoğlu, M. (2018). *Çok kriterli karar analizi ile orman yangını risk haritalarının oluşturulması: Karabük örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Hacisalihoğlu, M. (2018). *Çok kriterli karar analizi ile orman yangını risk haritalarının oluşturulması: Karabük örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Heyerdahl, E.K., Brubaker, L.B. ve Agee, J.K. (2001). Spatial controls of historical fire regimes: A multiscale example from the interior west, USA. *Ecology,* 82(3), 660-678.

Hoti, S. ve McAleer, M. (2005). *Modelling the riskiness in country risk ratings*. Netherlands: Elsevier Ltd.

https://antalyaobm.ogm.gov.tr/ManavgatOIM/Sayfalar/default.aspx. adresinden erişildi.

https://nufusukac.com/manavgat-nufusu. adresinden erişildi.

https://www.haritamap.com/yer/manavgat-manavgat adresinden erişildi.

https://www.matso.org.tr/manavgat.html adresinden erişildi.

Ishizaka, A. ve Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis Methods and Software,* Wiley.

İmrek, M.K. (2003). *Karar verme teknikleri.* İstanbul: Beta.

Jankowski P. (1995) Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International Journal of Geographical Information Systems,* 251–273

Johnson, R.A. ve Wichern, D.W. (2002). *Applied multivariate statistical analysis, upper saddle river.* N.J.: Pearson Education International, Fifth Edition, USA.

Jones, C. P. (1998) *Investment, analysis and managemenet* (Sixth Edition). New York: John Wiley & Sons Inc.

Kapluhan, E. (2014). Coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) coğrafya öğretiminde kullanımının önemi ve gerekliliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (29), 34-59.

Karabulut, M., Karakoç, A., Gürbüz, M. ve Kızılelma, Y. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak Başkonuş dağında (Kahramanmaraş) orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *6*(24), 171-179.

Karabulut, M., Karakoç, A., Gürbüz, M. ve Kızılelma, Y. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak Başkonuş dağında (Kahramanmaraş) orman yangını risk alanlarının belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *6*(24), 171-179.

Karaca, B. (2009). *XV. ve XVI. yüzyıllarda Manavgat kazas.* Isparta: Fakülte Kitapevi.

Karadeniz, E. (2020). *Urla yarımadası güneydoğusunda (Seferihisar-Menderes) orman yangını risk modellemesi ve yangın simülasyonu*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

Karadeniz, E. (2020). *Urla yarımadası güneydoğusunda (Seferihisar-Menderes) orman yangını risk modellemesi ve yangın simülasyonu* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

Kavlak, M.Ö., Kurtipek, A. ve Çabuk, S.N. (2020). Coğrafi bilgi sistemleri ile orman yangını risk haritası oluşturulması: Ören örneği. *Resilience, 4*(1), 33-54.

Kaya, P. İpekçi Cetin, E. ve Kuruüzüm, A. (2011). Çok kriterli karar verme ile avrupa birliği ve aday ülkelerin yaşam kalitesinin analizi. *Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal*, (13), 80-94.

Kol, Ç. ve Küpçü, S. (2008). *Arc GIS spatial analiz*. Ankara: İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.

Koutsias, N., Xanthopoulos, g., Founda, D., Xystrakis, F. NiotiA, F. et al. (2013). On the relationships between forest fires and weather conditions in Greece from long-term national observations (1894–2010). *International Journal of Wildland Fire*, 22(4), 493–507.

Kula, B. (2018). *Karaçam meşcerelerindeki örtü ve tepe yangınlarının toprak özellikleri üzerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Kurt, B. (2014). *Türkiye'de orman yangınlarının coğrafi dağılışı.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Küçük, Ö. ve Bilgili, E. (2006) Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla yangın davranışının uygulamaya aktarılması: Kastamonu örneği. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2), 262-273.

Küçük, Ö. ve Sağlam, B. (2004). Orman yangınları ve hava halleri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, *4*(2), 220-231.

Küçük, Ö., Bilgili, E., Durmaz, B. D., Sağlam, B. ve Baysal, İ. (2009). Örtü yangınının tepe yangınına geçişinde etkili olan faktörler. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, *9*(2), 80-85.

Lee, S. ve Talib, J. A. (2005). Probabilistic landslide susceptibility and factor effect analysis. *Environmental Geology*, 47(7), 982-990.

Maguire, D.J. (1991). An overview and definition of GIS. Maguire, D.J., M.F. Goodchild and D.W. Rhind (eds). *Geographical Information Systems: Principles and Applications* In. Harlow: Longman.

Majumder, M. (2015). *Impact of urbanization on water shortage in face of climatic aberrations.* Springer.

Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. New York: John Wiley and Sons.

Manavgat OİM (2019). *Manavgat OİM yangın yönetim planı* (*2019-2023).* Antalya: Manavgat OİM.

Mazman, T. (2005). *Coğrafi bilgi sistemleri ve istatistiksel analiz teknikleri ile Kumluca havzası (GD Bartın) heyelan duyarlılık değerlendirmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Modigliani, F. ve Fabozzi, F. J. (1992). *Capital Markets: institutions and instruments*.NJ: Prentice Hall Inc.

Moreira, F. ve Vallejo, R. (2009). What to do after fire? Post-fire restoration. In Birot, Y., (ed.), Living with Wild fires: What science can tell us, A contribution to the science – Policy dialoque, *EFI Discussion Paper*, 15, 53-58.

Noongo, E.N. (2007). *The ımplementation of geographic ınformation systems in Namibia. University of Joensuu*. Finland.

OGM (1995). *1995 yılında orman yangınlarına karşı alınan tedbirler*, Ankara: Orman Bakanlığı, OGM Yayınları.

OGM (2008). *285 sayılı orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde uygulama esasları.*

Okka, O. (2010). *Finansal yönetim: teori ve çözümlü problemler*. Ankara: Nobel Basım Dağıtım.

Özcan O., (2008). *Sakarya nehri alt havzasının taşkın riski analizinin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, İstanbul.

Özdemir, H. (2007). Farklı senaryolara göre taşkın risk analizi: Havran çayı örneği (Balıkesir), *TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007,* Ankara.

Özdemir, N. ve Çelik, İ. (2020). Akıllı şehirlerde orman yangınları özelinde afet ve acil durum yönetimi. *International Marmara Sciences Congress (AUTUMN 2020)* In (p. 522).

Özelkan, E. (2008) *Uydu görüntüleri kullanılarak yangın riski değerlendirilmesi Kaş örneği.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, İstanbul,

Özenen Kavlak, M., Kurtipek, A. ve Çabuk, S.N. (2020). Coğrafi bilgi sistemleri ile orman yangını risk haritası oluşturulması: Ören Örneği. *Resilience*, 4(1), 33-54.

Özşahin, E. (2013). CBS kullanılarak Hatay ili heyelan duyarlılık analizi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, *4*(1), 47-59.

Özşahin, E. (2014). Forest fire susceptibility analysis using GIS and AHP: the case of Antakya forestry operation directorate. *Route Educational and Social Science Journal*, *1*(3), 50-71.

Pausas, J. G. ve Keeley, J. E., 2014. Abrupt climate-independent fire regime changes. *Ecosystems*, 17, 1109-1120.

Pausas, JG. (2004). Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *Climatic Change*, 63, 337-350.

Peggion, M., Bernardini, A. ve Masera, M. (2008). *Geographic information systems and risk assessment. Scientific and Technical Research series EUR*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Rawat, G.S. (2003). *Fire risk assessment for forest fire control management in chilla forest range of rajaji national park*. Uttaranchal, India: ITC.

Reynolds, R. T., Meador, A. J. S., Youtz, J. A., Nicolet, T., Matonis, M. S., Jackson, P. L., ... & Graves, A. D. (2013). Restoring composition and structure in southwestern frequent-fire forests: a science-based framework for improving ecosystem resiliency. *Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-310. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 76 p., 310*.

Saat, M. (2000). Çok amaçlı karar vermede bir yaklaşım: analitik hiyerarşi yöntemi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 2, 149-162.

Sabancı, S. (2012). *Alanya ve Manavgat'ın iklim özellikleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Santiago, I.T. ve Kheladze, N. (2011). *GIS wildland fire hazard modeling in Georgia.* MATRA, Caucasus Environmental NGO Network.

Sarımehmet, B., Hamurcu, M. ve Eren, T. (2020). Çok kriterli karar verme: Kırıkkale YHT istasyonu-şehir bağlantısının sağlanması. *Demiryolu Mühendisliği*, (11), 26-40.

Sayadi, M.K., Heydari, M. ve Shahanaghi, K. (2009). Extention of VIKOR method for decision making problem with ınterval numbers. *Applied Mathematical Modelling* 33: 2257-2262.

Selçuk, L., Selçuk, A. S. ve Kasapoğlu, D. (2016). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı çok kriterli karar analizi (ÇKKA) kullanılarak, Van ili merkez ilçelerinin kentsel taşkın duyarlılık değerlendirmesi. *Yerbilimleri, 37*(1).

Sivrikaya, F., Keles, S., Cakir, G. (2007). Spatial distribution and temporal change of carbon storage in timber biomass of two different forest management units. *Environmental Monitoring and Assessment*, 132, 429-438.

Şahin E K (2012). *CBS tabanlı çok kriterli karar analizi yöntemi kullanılarak heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi: Trabzon ili örneği*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

Şakar, D. (2018). *CBS tabanlı karar destek sistemi kullanılarak yangın sahasına en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Şekertekin, A.İ., Kutoğlu, Ş.H., Kaya, Ş. ve Marangoz, A.M. (2015) Uydu verileri ile arazi örtüsündek, yer yüzey sıcaklığı değişimlerinin analizi: Zonguldak

örneği. *15.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-28 Mart 2015,* Ankara.

Şenkal, O. (2016) Yapay sinir ağlarını kullanarak Türkiye için kara yüzey sıcaklığının modelenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(2), 143-147.

Şenyaz, A. (2000). *Yangına karsı koruma sistemlerinin ekonomik analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tavşanoğlu, Ç. (2017). *Yangın* Coğrafyası: Vejetasyon yangınlarının ve ekolojik sonuçlarının alansal dağılımı. *Kebikeç,* 43, 289-300.

Tecim, V. (2008). *Coğrafi bilgi sistemleri: Harita tabanlı bilgi yönetimi*. Ankara: RENK FORM Ofset.

Teie, C. W. (1997). *Fire officier's handbook on wildland firefighting*. California: Deer Valley Press Rescue.

Tuncer, D., Ayhan, D. Y. ve Varoğlu, D. (2009). *Genel işletmecilik bilgileri*. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Ünaldık, S.B. (2019). Mekansal yer seçimi kararları'nın hazırlanmasında CBS kullanımı ve çok kriterli karar verme yöntemi. *Yapı Bilgi Modelleme, 1*(2), 46-52.

Üzel Günini, N. (2019). *Van ili heyelan duyarlılığının lojistik regresyon analizi ve frekans oranı yöntemiyle incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Varol, T., Özel, H.B. ve Macaroğlu, K. (2010). Network analizinin orman yangınlarında kullanım olanakları (Yenihan orman işletme şefliği örnek çalışması). *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 20-22 Mayıs,* (ss.1262-1269), Artvin.

Watts, A. C., & Kobziar, L. N. (2013). Smoldering combustion and ground fires: ecological effects and multi-scale significance. *Fire Ecology*, *9*(1), 124-132.

Wing, M.G., Eklund, A. ve Sessions, J. (2010).Applying lidar technology for tree measurements in burned landscapes. *International Journal of Wildland Fire*, 19, 104–114.

Yavuz, M. ve Sağlam, B. (2011). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin orman yangınlarında kullanılması. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011,* (ss.235-242), Kahramanmaraş.

Yılmaz, O. S., Oruç, M. S., Ateş, A. M. ve Gülgen, F. (2021). Orman yangın şiddetinin google earth engine ve coğrafi bilgi sistemleri kullanarak analizi: Hatay-Belen örneği. *Journal of the Institute of Science and Technology, 11*(2), 1519-1532.

Yomralıoğlu, T. (2000). *Coğrafi bilgi sistemleri temel kavramlar ve uygulamalar*. 1.Baskı, Trabzon: Akademi Kitabevi.

Yomralioğlu, T. (2002). *GIS activities in Turkey. In Proceedings of international symposium on GIS* (pp. 834-840).

Yüksel, A., Akay, A. E. ve Gündoğan, R. (2008). Using ASTER ımagery in land use/cover classification of eastern mediterranean landscapes according to CORINE land cover project. *Sensors*, 2008(8),1237-1251.

Zardari, N.H., Ahmed, K., Shirazi, S.M. ve Yusop, Z. (2014). *Weighting methods and their effects on multi-criteria decision making model outcomes in water resources management.* Springer.

Zietsman, H.L. (2002). Geographic ınformation science in South Africa. *South African Geographical Information Journal*, 84(1), 30-37.

7. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

ORCID	0000-0001-6601-1536
Adı Soyadı	Thamer Ismael azeez ZAINALABDEN
Doğum Yeri	Musul-Telefer / Irak
Doğum Tarihi	03.02.1985

LİSANS EĞİTİM BİLGİLERİ

Üniversite	Musul Üniversitesi
Fakülte	Eğitim Fakültesi
Bölüm	Coğrafya

YÜKSEK LİSANS EĞİTİM BİLGİLERİ

Üniversite	Çankırı Karatekin Üniversitesi
Enstitü	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	Coğrafya Anabilim Dalı

YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce	**Orta**
Arapca	**İleri düzey**

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurum	Lokman Hekim Sağlık Grubu
Görevi/Pozisyonu	Uluslararası Personeli- Tercüman
Tecrübe Süresi	6 yıl

İLETİŞİM

Adres	Ankara , Mamak
E-mail	th198532@gmail.com