



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANSAL ve PERİYODİK YANGIN RİSK İZLEME MODELİ: HATAY
İLİ ÖRNEĞİ**

İBRAHİM EDE

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2024



T.C.

HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANSAL ve PERİYODİK YANGIN RİSK İZLEME MODELİ:
HATAY İLİ ÖRNEĞİ**

İbrahim EDE
ORCID:0000-0002-4819-5973

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Mehmet Akif ERDOĞAN
ORCID:0000-0002-8346-3590

HATAY
NİSAN-2024

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEKANSAL ve PERİYODİK YANGIN RİSK İZLEME MODELİ: HATAY
İLİ ÖRNEĞİ

İBRAHİM EDE

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç.Dr. Mehmet Akif ERDOĞAN danışmanlığında hazırlanan bu tez 29/04/2024 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Mehmet Akif ERDOĞAN
Başkan

Doç.Dr. Okan YELER
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Fızyon SÖNMEZ ERDOĞAN
Üye

Prof Dr. Cengiz KARACA
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

29.04.2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza

İbrahim EDE

TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Mehmet Akif ERDOĞAN'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında benden bilgi birikimlerini esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Alper UZUNALI ve diğer bölüm hocalarıma saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca maddi manevi destekleriyle her zaman yanımda olan dayım Necmettin METİN, Emre METİN ve arkadaşlarım Hamza Akın ÖNAL, Mustafa ERDOĞAN ve Osman ASLAN'a çok teşekkür ederim.

Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli ailemede sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İbrahim EDE
HATAY, NİSAN 2024

ÖZET

MEKANSAL ve PERİYODİK YANGIN RİSK İZLEME MODELİ: HATAY İLİ ÖRNEĞİ

Bu çalışma Hatay ili için orman yangını risk haritası oluşturmayı ve peyzaj planlama açısından öneriler getirmeyi amaçlamaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri kullanılarak, Sentinel-2, MODIS uydu görüntüleri, DEM verileri, iklim verileri, nüfus verileri, uzaklık verileri ve meşcere haritaları gibi farklı veri kaynaklarından faydalanılmaktadır. Yöntem, literatür taraması, veri toplama, veri düzenleme ve analiz, arazi örtüsü sınıflandırma, risk faktörlerinin belirlenmesi ve risk haritasının oluşturulması aşamalarından oluşmaktadır. Uydu görüntüleri atmosferik ve radyometrik düzeltmelerden geçirildi, DEM verilerinden eğim, bakı gibi faktörler hesaplanarak, iklim ve nüfus verileri interpolasyon yöntemleriyle genelleştirildi. Tüm bu veriler CBS ortamında analiz edilerek çok kriterli analiz temelinde orman yangını risk haritaları uzun yıllar 16 günlük ortalamalar halinde üretilmiştir. Yangın risk modeli sonucunda en yüksek yangın risk ağustos ayı en düşük yangın riski ise aralık ayıdır.

2024, 63 sayfa

Anahtar Kelimeler: Peyzaj Planlama, Yangın Riski, Çok Kriterli Karar Analizi, Uzaktan algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

SPATIAL and PERIODIC FIRE RISK MONITORING MODEL: The CASE of HATAY PROVINCE

This study aims to create a forest fire risk map for Hatay province and to provide recommendations for landscape planning. Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques are used to utilise different data sources such as Sentinel-2, MODIS satellite images, DEM data, climate data, population data, distance data and stand maps. The method consists of a literature review, data collection, data organisation and analysis, land cover classification, determination of risk factors and creation of risk map. Satellite images were subjected to atmospheric and radiometric corrections, factors such as slope and aspect were calculated from DEM data, and climate and population data were generalised by interpolation methods. All these data were analysed in GIS environment and forest fire risk maps were produced as 16-day averages for long years on the basis of multi-criteria analysis. As a result of the fire risk model, the highest fire risk is in August and the lowest fire risk is in December.

2024, 63 pages

Key Words: Landscape Planning, Fire Risk, Multi-Criteria Decision Analysis, Remote Sensing, Geographic Information Systems

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
İÇİNDEKİLER	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VI
1.GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1. CBS ile Orman Yangınları.....	17
2.1.1. CBS Tanımı ve Bileşenleri.....	17
2.2. Orman Yangınlarında Coğrafi Bilgi Sistemi	20
2.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Risk Analizi	21
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Araştırma Alanı.....	22
3.2. Araştırma Verileri	23
3.2.1. Sentinel-2 Uydu Görüntüsü.....	23
3.2.2. MODIS Uydu Görüntüsü	24
3.2.3 DEM (Digital Elevation Model - Sayısal Yükseklik Modeli) Görüntüsü.....	25
3.2.4. İklim Verileri	26
3.2.5. Diğer Veriler.....	27
3.3. YÖNTEM	28
3.3.1. Literatür Taraması ve Veri Toplama	29
3.3.2. Veri Düzenleme ve Analiz	30
3.3.3. Çok Kriterli Analiz	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	32
4.1. Eğim.....	32
4.2. Bakı.....	34
4.3. NDVI	36
4.4. Yola Olan Uzaklık	37
4.5. Yerleşime Olan Uzaklık.....	38
4.6. Tarıma Olan Uzaklık	39
4.7. Nüfus Yoğunluğu.....	40
4.8. Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü.....	41
4.9. Yakıt Nem İndeksi	42
4.10. Yangın Risk Modeli.....	44
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	62
EK.1	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Sentinel-2A uydu görüntülerine ait bazı teknik özellikleri.....	24
Çizelge 3.2. MODIS uydu görüntüsü teknik özellikleri	25
Çizelge 3.3. Kullanılacak diğer veriler ve detayları.....	28
Çizelge 4.1.Hatay İli eğim grupları alansal dağılımı.	33
Çizelge 4.2. Hatay İli bakıları alansal dağılımı.....	35
Çizelge 4.3.Antakya İlçesi Yakıt Nem İndeksi.....	44
Çizelge 4.4.Orman Yangını Risk Etki Seviyeleri Katsayıları.....	45
Çizelge 4.5. 16 Günlük Yangın Risk Ortalaması.....	49
Çizelge 4.6. 16 Günlük Yangın Risk Standart Sapması.....	50



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. CBS bileşenleri	18
Şekil 3.1. Çalışma Alanı	22
Şekil 3.2. Hatay İli ve çevresi iklim gözlem istasyonlarının konumları	27
Şekil 3. 3.Yöntem Akış Diyagramı	29
Şekil 4.1.Hatay İli eğim durumu	33
Şekil 4.2. Hatay İli bakı durumu	35
Şekil 4.3. Hatay İli NDVI görüntüsü	37
Şekil 4.4. Hatay İli yollar mesafe	38
Şekil 4.5. Hatay İli yerleşime mesafe.....	39
Şekil 4.6. Hatay İli tarıma uzaklık mesafe	40
Şekil 4.7. Hatay İli Nüfus Yoğunluğu (2017-2021).....	41
Şekil 4.8. Esri arazi kullanım arazi örtüsü	42
Şekil 4.9.Yakıt nem indeksi verisi	43
Şekil 4.10.Yangın Risk 16 Günlük (Ocak- Mayıs)	47
Şekil 4.11. Yangın Risk 16 Günlük (Mayıs- Eylül).....	47
Şekil 4.12. Yangın Risk 16 Günlük (Eylül- Aralık).....	48
Şekil 4.13. 16 Günlük Yangın Risk Ortalama Grafiği	49
Şekil 4.14. 16 Günlük Yangın Risk Standart Sapma	50
Şekil 4.15. Arazi Kullanım ve 16 Günlük Yangın Risk Ortalaması	51

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AHY	: Analitik Hiyerarşi Yöntemi
ALK	: Ağırlıklı Lineer Kombinasyon
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKA	: Çok Kriterli Karar Analizi
DEM	: Digital Elevation Model- Sayısal Yükseklik Modeli
FWI	: Yangın Hava İndisi
KBDİ	: Keetch-Byram Kuraklık İndeksi
KDS	: Karar Destek Sistemleri
LST	: Land Surface Temperature
MODIS	: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NBRI	: Normalized Burn Ratio Index
NDMI	: Normalized Difference Moisture Index
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
SAVI	: Soil-Adjusted Vegetation Index
UA	: Uzaktan Algılama

1. GİRİŞ

Son yüz yılda artan nüfusun sonucu olarak doğal kaynaklar üzerindeki kullanım yoğunluğu da artmaktadır. Bu süreç ise küresel ısınma, iklim değişimi, çevre kirliliği, toprak, biyoçeşitlilik kaybı ve de ormansızlaşma gibi birçok çevre sorununu da beraberinde getirmiştir (Ertuğrul, 2005; FAO, 2007; Bowman ve ark., 2009).

Ormanlar ülkemizin önemli doğal kaynaklarından birisidir. Türkiye'nin yaklaşık %21'ini kapsayan ormanlar, farklı topografik yapılar üzerinde geniş bir coğrafyada yayılım göstermektedir. Orman yangınları, ormanların karşılaştığı en önemli Tehlikelerden biridir. Özellikle Akdeniz ikliminin etkisi altındaki kıyı bölgelerinde yangın hassasiyeti yüksektir. Bu bölgelerin iklimi, topografik yapısı ve bitki örtüsü orman yangınlarının tehlikeli seviyede bir risk haline gelmesine neden olmaktadır (Bilgili ve ark., 2001; Sepetçi, 2014).

Bu süreçler dikkate alındığında özellikle iklim değişikliği ile birlikte son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi Akdeniz Havzası'nda da orman yangınlarının sayısında giderek artan bir eğilim izlemektedir (Barmpoutis ve ark., 2020; Vilar ve ark., 2010). Gerçekleşen bu yangınlar ormansızlaşmaya neden olan başlıca neden olup böylelikle biyoçeşitlilik kaybı, toprak kaybı ve çevre kirliliği gibi diğer çevre sorunlarına da yol açmaktadır. Çıkan yangınların bir kısmı artan kurak hava koşulları nedeniyle doğal yollardan meydana gelirken, diğer bir kısmı ise ihmal ya da kasıt sonucunda oluşan ve büyük ölçüde iklim değişimiyle birlikte iklim bileşenlerindeki (sıcaklık, yağış, rüzgâr, nem vb.) dramatik değişimlerin etkisiyle niceliksel ve niteliksel olarak çok daha yıkıcı yangınlar olarak ortaya çıkmaktadır (Plucinski, 2012, Calda ve ark., 2020).

Ülkemizde ise 1988 ile 2020 yılları arası çıkan orman yangını sayısı her yıl ortalama %7 artmakta olup bu artış 2020 yılında bir önceki seneye göre %25 olarak gözlemlenmiştir. Bu kapsamda 2020 yılında çıkan 3399 adet yangında toplam 20971 hektarlık orman varlığı yangın sonucu kaybedilmiştir (ogm.gov.tr). Ülkemizde ulaşılan söz konusu yüksek sayıdaki orman yangınları özellikle Akdeniz Havzası'nda yer alan batı ve güney kıyı şeridi boyunca yayılım gösteren kızılçam, karaçam ve maki vejetasyonlarından oluşan ormanlarda ülkemiz diğer bölgelerine göre yangınlar daha sık gözlemlenen bir durumdur (Bilgili ve ark., 2010, Gülçin ve Deniz, 2020, Alkayış ve ark., 2022).

Özellikle iklim değişimi, nüfus artışı ve yanlış alan kullanımına bağlı olarak ülkemiz ve Akdeniz Bölgesi özelinde yoğunlaşan ve giderek artış gösteren orman yangınlarının kapsamında Hatay 2020 yılında orman varlığına göre oranlandığında birim alanda en yüksek orman yangını sayısına sahip il olmuştur (ogm.gov.tr). Hatay'ın içinde bulunduğu orta iklim kuşağının iklim değişimine bağlı olarak kuraklıktan en çok etkilenecek bölge içinde yer alıyor olması da iklim değişimine bağlı orman yangınlarının da artacağını işaret etmektedir. Günümüzde sahip olduğu ve gelecekte artması öngörülen Hatay İl'inin sahip olduğu yüksek orman yangını potansiyeline bağlı giderek artan risk durumunun izlenmesi göz ardı edilemeyecek bir gerçek halini almıştır.

Avrupa Orman Yangınları Bilgi Sistemi kapsamında Türkiye'deki risk genel nitelikleriyle de olsa izlenebilmektedir (JRC EFFIS, 2009). Bu kapsamdaki risk haritaları dâhilinde Türkiye'nin yangın risk haritaları, yanıcı madde modelleri ya da vejetasyon haritaları kullanılarak (Keane ve ark., 2001; Riano ve ark., 2002; Chuvieco ve ark., 2004; Hessburg ve ark., 2007; Jolly, 2007) kaba çözünürlükte üretilmektedir. Benzer şekilde Akdeniz ormanlarında da farklı faktörler göz önüne alınarak yine kaba ölçekte çeşitli risk haritalama çalışmaları yapılmıştır (Maselli ve ark., 2000). Fakat bunlar doğru planlama kararları alınması için yeterli detayı verememektedir.

Ekosistemler üzerinde belirleyici etkileri olan orman yangınları gibi çevre sorunları olarak da tanımlanan çevresel olay ve süreçler küresel değişimlere paralel olarak çok daha hızlı değişerek ekosistemler üzerindeki baskılarını daha da arttırmaktadırlar. Özellikle etkilerindeki artış şeklindeki değişimin aldığı en güncel halin tespit edilebilmesi kapsamında ise gelişen teknolojiyle paralel gelişim gösteren ve kullanım alanı bulan ekolojik modeller etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ekolojik modellerin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi sistemleri ortamında gerçekleştirilmesi ise yangın gibi afet süreçlerinin daha hızlı, ekonomik ve etkin bir şekilde konum bazlı niceliksel olarak tahmin edilmesi, izlenmesi ve yönetimini mümkün kılmaktadır (Erdogan 2013, Renard ve ark., 1997).

Orman yangınlarını önleme ve söndürme planları geliştirmek için yangın risk (tehlike, duyarlılık) haritalarının oluşturulması gerekmektedir (Jung ve ark., 2013). Bu bağlamda oluşturulan haritalar, yangın önleme ve söndürme için gerekli kaynakların uygun dağılımları ve arazi kullanım planlamalarına destek sağlamaktadır. Uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri ve araçları en büyük

yardımcı konumundadırlar. Özellikle CBS kapsamında, UA'ya bağlı veriler ışığında bir alandaki orman yangını tehdidini bitki örtüsü, iklim, insan faaliyetleri ve topografya gibi ana unsurlar yardımı ve diğer tetikleyici faktörler vasıtası ile değerlendirilebilir (Saidi ve ark., 2021; Gülçin ve Deniz, 2020; Razavi-Termeh ve ark., 2020).

Orman yangınları sonrasında ekosistemin yeniden oluşturulması, ekolojik koşulların iyileştirilmesi sürecinde kuşkusuz en belirgin kriter vejetasyondur. UA verileri yardımıyla vejetasyon temelli izleme ve değerlendirme yöntemleri, yanan alanların önceki ekolojik koşullarının yandıktan sonraki süreçte yerine tekrar getirilebildiğinin anlaşılmasındaki en önemli tekniklerden bir tanesidir (Bar ve ark., 2020; Cicala ve ark., 2018).

Gelişmiş teknolojilerin yangın ile mücadelenin her aşamasına entegre edilmesi kısıt kaynakların verimli şekilde kullanılması açısından giderek artan bir önem taşımaktadır (Küçük ve Bilgili, 2006). Özellikle hızla gelişmekte olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri, geniş alanlara ait farklı verilere kısa süre içinde ulaşma ve değerlendirme imkanı sağlaması açısından orman yangınları ile mücadelede her türlü planlamanın etkin olarak uygulanmasında önemli potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Orman yangınları ile mücadelede CBS ve UA teknikleri kullanılarak, yangınlarla ilgili önceden tahmin ve erken tespit, modelleme, yangın oluşumu, yangın organizasyonu ve yangın sonrası hasar tespit çalışmaları yapılabilmektedir. (Erten ve ark., 2005; Erdoğan, 2019).

Orman yangınlarında CBS gibi karar destek sistemlerinin kullanılması, planlama, yönetim ve karar verme aşamalarından oluşan yangın organizasyonlarının başarısını ve maliyetini etkileyen önemli bir faktördür (Bilgili ve ark., 2001). CBS teknolojisi sayesinde sadece yangın anında değil aynı zamanda yangın öncesi ve sonrasında yapılacak çalışmalar için gerekli bilgilere hızla ulaşmak ve analiz etmek daha kolay ve ekonomik olmaktadır (Küçük ve Bilgili, 2006; Erdoğan, 2019).

Çalışmanın amacı, Hatay İli'nde yangın risk izleme modelinin geliştirilmesi ve uygulanmasıdır. Hatay ili, Türkiye'nin güneyinde yer alan ve zengin doğal, tarihi ve kültürel değerlere sahip bir bölgedir. Bu değerlerin korunması, özellikle yangın riski gibi doğal afetlerle mücadele gerektirmektedir. Hatay'ın iklimi, bitki örtüsü ve coğrafi özellikleri, yangın riskinin yüksek olduğu alanlardan biri olmasına neden olmaktadır. Özellikle yaz aylarında sıcaklıkların artması ve kuraklık, orman yangınlarının sıklığını ve

şiddetini artırmaktadır. Bu bağlamda, Hatay ilinde yangın risklerinin izlenmesi ve yönetilmesi hayati bir önem taşımaktadır. Bu çalışma, Hatay ilinde mekansal ve periyodik yangın risklerinin izlenmesine yönelik bir model geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilecek model, yangın riskini belirlemek ve bu riski minimize etmek için stratejik önlemler alınmasına yardımcı olacaktır.

Mekansal analizler ve periyodik verilerin kullanımı ile oluşturulacak bu model, yangın riskinin hangi bölgelerde ve hangi dönemlerde daha yüksek olduğunu tespit etmeyi hedeflemektedir. Bu sayede, yangın yönetimi ve müdahale süreçleri daha etkili ve verimli hale getirilecektir. Model, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak, yangın riskine etki eden faktörlerin mekansal dağılımını ve zaman içindeki değişimlerini analiz etmeyi içermektedir. Bu faktörler arasında bitki örtüsü, topografya, iklim verileri ve insan faaliyetleri gibi değişkenler yer almaktadır. Ayrıca, geçmiş yangın verileri de analiz edilerek, yangın riskinin yüksek olduğu bölgeler ve dönemler belirlenecektir.

Yangın riskinin belirlenmesi sürecinde, çeşitli mekânsal veri katmanları kullanılacaktır. Bu katmanlar arasında, bitki örtüsü türleri ve yoğunluğu, arazi kullanım haritaları, topoğrafik haritalar, iklim verileri (sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve yönü) ve insan faaliyetlerine ilişkin veriler (nüfus yoğunluğu, tarım alanları, sanayi bölgeleri) bulunmaktadır. Bu veriler, CBS ortamında birleştirilerek, yangın riski haritaları oluşturulacaktır. Bu haritalar, yangın riskinin yüksek olduğu alanların belirlenmesine ve bu alanlarda alınacak önlemlerin planlanmasına olanak tanıyacaktır.

Periyodik yangın risk izleme, yangın riskinin zaman içindeki değişimlerini izlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, uzaktan algılama verileri (uydu görüntüleri) ve meteorolojik veriler kullanılarak, yangın riski periyodik olarak değerlendirilip güncellenecektir. Bu sayede, yangın riski yüksek olan dönemler ve bu dönemlerde alınması gereken önlemler belirlenebilecektir. Ayrıca, yangın sonrası rehabilitasyon çalışmalarında da bu veriler kullanılacak ve yangın sonrası çevresel etkilerin izlenmesi sağlanacaktır.

Bu modelin geliştirilmesi, yangın yönetimi ve müdahale süreçlerinde önemli bir rehber olacaktır. Yangın riskinin yüksek olduğu bölgelerde, yangın öncesi alınacak önlemler (yangın koruma şeritleri, yangın söndürme ekipmanlarının yerleştirilmesi, halkın bilinçlendirilmesi gibi) belirlenebilecek ve yangın sırasında etkin müdahale yapılabilecektir. Ayrıca, yangın sonrası rehabilitasyon çalışmalarında da bu modelden

yararlanılarak, zarar gören alanların yeniden kazandırılması sağlanacaktır. Hatay ili örneği üzerinden geliştirilen bu modelin, diğer yüksek yangın riski taşıyan bölgeler için de uygulanabilirliği değerlendirilecektir. Böylece, Türkiye genelinde yangın riskinin azaltılması ve yangın yönetiminin etkinliğinin artırılması hedeflenmektedir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sabancı (2016)'da yaptığı çalışmada Antalya'nın belirli bölgelerinde meydana yangınlarının kökenlerini ve bu yangınları önlemek için alınması gereken önlemleri incelemektedir. Araştırma, yangınların nedenlerini anlamak için çeşitli faktörleri ele almaktadır, bunlar arasında iklim koşulları, insan faaliyetleri, yanlış kullanım ve doğal faktörler yer almaktadır. Ayrıca, yangınların bölgeye olan etkileri ve çevresel tahribatı da değerlendirilmektedir. Yapılan analizde 30 yıl aralığında toplam 1405 yangın sonucunda 5377 ha yok olmuştur. Makalede sonuç olarak yok olan bu alanlarda çıkan yangınların daha çok delta ovasında ve sahil kesiminde kasti olarak çıkarıldığını gösteriyor.

Ertuğrul (2005) 'de yaptığı çalışmada orman yangınları sorununu ve çeşitli ülkelerin bunlarla mücadele etmek için yaptığı çabaları ele almaktadır. Kanada, gelişmiş ekipman, modern teknoloji ve iyi eğitilmiş çalışanları kullanarak orman yangınlarıyla mücadele etme konusunda başarılı bir sistemine sahip olduğu üzerinde durulmaktadır. Makale ayrıca, Kanada'da son on yılda meydana gelen orman yangınları sayısı ve yanmış alanlarla ilgili istatistikler sunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri 'de bahsedilen ülkeler arasında yer almaktadır. Raporlar, teknolojik ve insan kaynaklarına rağmen yanmış alanlarda bir artış olduğunu göstermektedir. Makale, aşırı hava koşullarının orman yangınları üzerindeki etkisini vurgulayarak sona ermektedir.

Zhong ve ark. (2003)'de Çin'deki orman yangınlarına ilişkin mevcut durum hakkında kapsamlı bir inceleme sunmaktadır. Orman yangınlarına neden olan faktörleri, yangınların sınıflandırılması ve yönetimi için kullanılan yöntemleri, yangınların etkilerini ve Çin'deki orman yangınlarına karşı alınan önlemleri ele almaktadır. Bu çalışma orman yangınlarına karşı mücadelede kullanılan tekniklerin ve yöntemlerin geliştirilmesi için önemli bir kaynak olabilir.

Bingöl (2017)'de yapmış olduğu çalışmada Burdur ilinde orman yangını risk haritasının oluşturulması için kullanılan materyal ve yöntemler anlatılmaktadır. Materyal olarak, topografya, bitki örtüsü ve arazi kullanımı verileri kullanılmıştır. Yöntem olarak, risk faktörlerine dayalı olarak risk puanları atanmış ve bir denklem kullanılarak risk düzeyi hesaplanmıştır. Elde edilen veriler birleştirilerek yangın risk haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma, CBS teknikleri ve ArcGIS 10 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Gürbüz (2013)'de yapmış olduğu çalışmada Başkonuş Dağı'nda orman yangını risk alanlarının belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanımının etkisini araştırmaktadır. Veri toplama aşamasında uydu görüntüleri, topografik haritalar, iklim verileri ve orman örtüsü haritaları kullanılmış ve bu veriler uygun şekilde düzenlenmiştir. CBS teknikleriyle yangın risk faktörleri (eğim, orman yoğunluğu, yol ağı vb.) belirlenmiş ve elde edilen veriler kullanılarak yangın risk haritaları oluşturulmuştur. Sonuçlar, CBS'nin Başkonuş Dağı'ndaki orman yangını risk alanlarının belirlenmesinde etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, yangın önleme stratejilerinin geliştirilmesine ve orman yangınlarının etkilerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

Kavlak ve ark. (2020)'de yapmış olduğu çalışmada Kütahya ili Ören bölgesinde pilot bölge olarak ele almışlardır. Veri toplama aşamasında uydu görüntüleri, haritalar, iklim verileri ve orman örtüsü haritaları kullanılmıştır. CBS teknikleri, yangın risk faktörlerini belirlemek için kullanılmış ve risk faktörleri CBS araçlarıyla birleştirilerek orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan haritada, farklı bölgelerin yangın risk düzeylerini ve potansiyel risk alanlarını göstermektedir. Makalenin sonucunda, CBS'nin orman yangını risk haritalarının oluşturulmasında etkili bir araç olduğu ve yangın yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir. Bu çalışma, CBS kullanımının orman yangını risk haritalarının oluşturulmasında değerli bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır.

Fidanboy ve ark. (2022)'de yapmış oldukları çalışmada Bu çalışmada; OYAT modeli, derin öğrenme teknikleri ve önceki yangınlar, bitki örtüsü, iklim değişiklikleri ve insan faktörleriyle ilgili veri setleri kullanarak orman yangınlarını öngörmek ve bölgesel yangın risk haritası oluşturmak için geliştirilmiştir. Model, Türkiye'de 2013 ile 2019 yılları arasındaki orman yangını verileri kullanılarak değerlendirilmiş ve %98 doğruluk oranına sahiptir. Orman yangınları ekosistemlere ciddi bir tehdit oluşturabilir ve erozyona, toprak kaybına ve orman zararlılarının ve patojenlerinin yayılmasına neden olabilir. Etkili yangın önlemi ve kaynak tahsisi için doğru modelleme ve risk değerlendirmeleri gereklidir.

Atmaca ve ark. (2022)'de yapmış oldukları çalışmada, Muğla ilinin Milas ilçesi için orman yangını riskini belirlemek amacıyla Lojistik Regresyon ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanmıştır. Topografik özellikler, bitki örtüsü verileri ve kültürel veriler analiz edilerek yangınların oluşumuyla ilişkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, çalışma

alanının %16'sının yüksek ve çok yüksek riskli olduğunu ortaya koymuştur. Bu bilgiler, yangın riski taşıyan bölgelerde alınacak önlemler ve planlamalar için önemli bir rehber niteliği taşımaktadır.

Baltacı ve ark. (2020)'de yapmış oldukları çalışmada insan faaliyetlerinin orman yangınları üzerindeki artan etkisini ve gelecekteki yangın rejimindeki değişikliklerin tahmin edilmesinin zorluğunu ele almaktadır. Türkiye'deki orman yangınlarının %89'unun insan faaliyetleri tarafından kaynaklandığını ve en yüksek riskli bölgelerin insan faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgeler olduğunu vurgulamaktadır. Makale, Türkiye'nin Muğla bölgesindeki orman yangınlarını inceleyerek daha objektif ve spesifik bir yangın riski kriterleri tablosu oluşturmayı amaçlamaktadır. Çalışma alanı, 12 Orman İşletme Müdürlüğü ve 74 Orman İşletme Şefliği'ni kapsamaktadır. Araştırma, eğitim, yön, yükseklik, ağaç türleri ve kapağını içeren topoğrafik, bitki örtüsü ve arazi kullanımı verilerini kullanarak haritalar oluşturmaktadır. Makale, etkili karar destek sistemlerinin orman yangınlarının yönetimindeki önemini vurgulamaktadır.

Özelkan (2008)'de uzaktan algılama ve görüntü sınıflandırmasıyla ilgili figür başlıkları gibi görünmektedir. Figürler arasında Landsat ve SPOT uydu sistemleri, görüntü öğeleri, geometrik dönüşümler, sınıflandırma adımları, veri temsili ve Landsat ve SPOT görüntülerinin örnekleri bulunmaktadır. Ayrıca, dijital yükseklik modellerinin kullanımı, yama gölgeleme ve bitki örtüsü haritalaması için NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) uygulaması da figürlerde gösterilmektedir.

Alkayış ve ark. (2022)'de yapmış oldukları çalışmada, Türkiye'nin Muğla iline bağlı Menteşe bölgesine odaklanmaktadır ve bu bölge orman yangınlarına karşı özellikle savunmasızdır. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak bir orman yangını risk haritası hazırlanmıştır. Harita, alanın %12'sinin yüksek riskli, %18'sinin riskli, %25'inin orta riskli, %20'sinin düşük riskli ve %24'ünün riski olmadığını göstermiştir. Makale, uydu verilerinin ve CBS'nin orman yangınlarını ve risk faktörlerini haritalama ve modellemede kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Çalışmanın sonuçlarının bölgedeki orman yangını yönetimi ve önleme çabalarına yol göstermesi beklenmektedir.

Gülçin ve ark. (2020)'de yapmış oldukları araştırma çalışmasında potansiyel sorunları öngörmek ve zararı önlemek için orman yangını risk haritalarının oluşturulmasının önemini ele almaktadır. Uzaktan algılama ve CBS teknolojileri, ormanları analiz etmek ve yangın riski yüksek alanları belirlemek için kullanılmaktadır.

Yükseklik, eğim, bakı, yol ve yerleşim birimine olan uzaklık gibi çeşitli çevresel faktörler, risk bölgeleri haritaları oluşturulurken dikkate alınmaktadır. Türkiye'de Manisa bölgesinde yapılan bir çalışmada, MODIS görüntüleri ve 2001-2018 yılları arasındaki orman yangını verileri kullanılarak, 149 orman yangınının 97'sinin yüksek ve çok yüksek yangın riskine sahip alanlarda meydana geldiğini göstermiştir. Sonuç olarak uzaktan algılama ve CBS temelli yöntemlerin orman yangını risk bölgelerini belirlemede etkili olduğunu ve etkili orman yangını yönetimi için kullanılabileceğini sonuçlandırmaktadır.

Boyatan (2019)'da bu çalışma, yangın riski ve tehlikesi haritalarının oluşturulmasında kullanılan bir karar destek sisteminin geliştirilmesini ele almaktadır. Geliştirilen sistem, meşcere, eş yükselti, yol, dere ve yerleşim alanı gibi haritaları değerlendirerek planlama birimi, işletme müdürlüğü veya bölge müdürlüğü düzeyinde yangın riski ve tehlikesi haritalarının oluşturulmasını sağlamaktadır. Çalışma, yangın yönetimi sürecinde önemli bir araç olarak kullanılabilecek dinamik bir CBS tabanlı modülü içermektedir. Örnek uygulama olarak, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü ve Dört Yol Orman İşletme Müdürlüğü kullanılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma, yangın afetini ve hasarları önlemede etkili bir araç olarak yangın riski ve tehlikesi haritalarının oluşturulmasında kullanılan karar destek sisteminin geliştirilmesini açıklamaktadır.

Erten ve ark. (2005)'de yayımlanan makalelerinde bir orman yangını bilgi sistemi oluşturmak için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) kullanımını ele almaktadır. Türkiye'de Gelibolu Yarımadası, 1994 yılında bir orman yangınının meydana geldiği bir vaka çalışması olarak kullanılmaktadır. Çalışma alanı, konumu, bitki örtüsü ve iklim açısından tanımlanmaktadır. Makale, uzaktan algılamanın yangının yayılım alanını ve etkilenen orman türlerini belirlemedeki önemini vurgulamaktadır. CBS, bir yangın risk haritası oluşturmak ve yangın yönetimi ile rehabilitasyon çabalarına yardımcı olmak için de kullanılmaktadır. Makale, Gelibolu Yarımadası'ndaki ağaçlandırma çalışmalarının başarısını tartışarak sona ermektedir.

Dilekçi ve ark. (2021)'de uzaktan algılama ve CBS tekniklerini kullanarak Zonguldak ve Ereğli bölgesi orman yönetim müdürlüğünde orman yangını risk alanlarının tespitini ele almaktadır. Çalışmada, bölgedeki orman yangınlarının neden olduğu insan, topografik ve arazi kullanımı faktörleri belirlenmiş ve Landsat 8 uydu verileri ve Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılarak bir orman yangını risk haritası oluşturulmuştur. Harita, alanı düşük, orta ve yüksek risk gruplarına sınıflandırmış ve

alanın %39'unun yüksek risk grubuna girdiğini belirlemiştir. Çalışma, teknoloji ve veri analizinin orman yangınlarını yönetmek ve önlemek için önemini vurgulamaktadır.

Chandra ve ark. (2006)'da yapmış oldukları çalışmada Hindistan'daki çalışma alanı, zorlu arazisi, engebeli dağ yamaçları ve ulaşılabilirlik açısından benzersizdir, bu da orman yangınlarıyla mücadelede zorluklar yaratır. Bölgede, farklı orman türleri ve topografik eğimlerde belirgin farklılıklar görülmektedir. Çalışmada, Hindistan uzaktan algılama uydu sensörleri LISS III ve LISS-IV, orman türü tanımlaması ve sınıflandırması için kullanılmıştır. Yükselti ve toprak haritaları yan bilgi olarak kullanılmıştır. Orman yangınlarını etkileyen faktörler arasında eğim, bakı, yükselti, yerleşim, su drenajı, orman örtüsü türleri ve yol erişilebilirliği bulunmaktadır. Sayısal yükseklik modeli, yol haritasına olan uzaklıklar, yerleşim haritası, orman örtüsü haritası ve orman türü sınıflandırma haritası gibi veri katmanları oluşturulmuştur. Kurallara dayalı sınıflandırma kullanılarak, spektral ve yan bilgi veri katmanları bir araya getirilerek hedef toplulukların mekânsal dağılımının doğru bir şekilde belirlenmesi sağlanmıştır. Çalışma, yükseklik faktörünün orman türlerini ayırt etmede önemli bir rol oynadığını, ancak toprak tipi ve yağış gibi diğer parametrelerin de bunların oluşumunu etkilediğini bulmuştur.

Teodoro ve ark. (2013)'de yapılan çalışmada yangın ile iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi ve yangın davranışını ve şiddetini etkileyen faktörleri ele almaktadır. Ayrıca, yangın yönetiminin önemini ve yangın riskinin değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanımını vurgulamaktadır. Paragraf, ücretsiz ve açık kaynaklı CBS yazılımlarının yükselişini ve Portekiz belediyeleri için orman yangını risk haritalarının oluşturulmasındaki uygulamalarını vurgulamaktadır. Metodoloji bölümünde, bu amaç için açık kaynaklı masaüstü CBS yazılımının seçimi tartışılmaktadır.

Yu ve ark. (2013)'de Orman yangını önleme yönünde yardımcı bilgi sisteminin yapısı üç katmandan oluşur: kalıcılık katmanı, işleme ve analiz katmanı ve web uygulama katmanı. Kalıcılık katmanı, orman yangınıyla ilgili varlık verilerine kalıcı veri erişimi sağlar ve dosya sistemi ve RDBMS gibi iki veri depolama türüne sahiptir. İşleme ve analiz katmanı sistemin çekirdek kısmıdır ve yangın noktası izleme, mobil yangın izleme, kablosuz sensor ağı ve mekânsal veri hizmeti gibi modülleri içerir. Web uygulama katmanı, orman yangını önleme komutanları gibi son kullanıcılar için web ara yüzü sağlar ve sisteme erişim ve yapılandırma imkânı sunar. Sistem, yangın önleme yönünde yardımcı bilgi sağlamak için tasarlanmış olup, ayrıca diğer yangın önlemeyle ilgili

uygulama geliştirmeleri için web servisi API'ları da sunar. Sistem, Daxing'anling bölgesinde test edilmiş ve orman yangını önlemede uygulanabilir ve faydalı olduğu gözlemlenmiştir.

Kum ve ark. (2016)'da orman yangınları ile meteorolojik koşullar arasındaki ilişkiyi ele almaktadır ve özellikle Türkiye'deki Batı Toroslar bölgesine odaklanmaktadır. Çalışma, iklim koşullarına dayanarak orman yangınları için yüksek riskli bölgeleri ve dönemleri belirlemek için Keetch-Byram Kuraklık İndeksi (KBDI) kullanmaktadır. KBDI, maksimum sıcaklık ve yağış verilerine dayanarak toprak nem eksikliğini hesaplayan yaygın olarak kullanılan bir kuraklık indeksidir. Makale, sıcaklık, kuraklık, rüzgar ve bağıl nem gibi iklimsel unsurların orman yangınlarının oluşumu ve yayılmasını nasıl etkilediğini vurgulamaktadır. Ayrıca, El Nino gibi iklim salınımlarının yangın sıklığını artırıcı etkisinden bahsedilmektedir. Çalışma, KBDI değerlerinin Türkiye'nin Akdeniz iklim koşullarında yangın riskini yeterince yansıtıp yansıtmadığını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Zhao ve ark. (2021)'de CBS ve çok katmanlı hiyerarşik analiz kullanılarak Nanjing Laoshan Ulusal Orman Parkı için bir yangın riski modelinin oluşturulmasını ele almaktadır. Model, yangın riskini değerlendirmek için topografi, meteorolojik faktörler, bitki örtüsü ve insan faaliyetleri gibi faktörleri dikkate almaktadır. Her faktörün ağırlığı çok katmanlı analiz yoluyla hesaplanır ve model, MODIS sıcaklık anomalisi/yangın ürünleri kullanarak doğrulanır. Çalışma alanında tarih yangın verileri bulunmadığından, yangın konumları MODIS verilerinden çıkarılır. Modelin doğruluk oranı %77'ye yakın olup, yangın riskini tahmin etmedeki etkinliğini göstermektedir. Makale, Çin'deki yangın sayısındaki artışa yanıt olarak yangın yönetim yöntemlerinin güncellenmesi ve optimize edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Akay ve ark. (2017)'de Türkiye'deki Yayla FEC bölgesinde gerçekleştirilen bir çalışmayı ele alarak ormanlardaki yangın riskini değerlendirmektedir. Çalışma, orman bitki örtüsü yapıları ve topografik özellikler gibi risk faktörlerini analiz etmek için CBS tabanlı AHP yöntemlerini kullanmıştır. Orman rt haritası ve tepelerin kapanma derecesi, yangın riskini belirlemek için kullanılmış ve daha yüksek kapanma derecesi daha yüksek riski göstermiştir. Çalışma ayrıca ağaç yaşlarını da dikkate almış olup, daha genç nesillerin daha yüksek yangın riskine sahip olduğunu belirlemiştir. Çalışmanın sonuçları, bölgede etkili yangın yönetimi stratejileri geliştirmek için kullanılabilir.

Karadeniz (2020)'de çalışma, 2019 yılında Urla bölgesindeki orman yangınına, bitki yakıt özellikleri, topografik ve peyzaj özellikleri ve meteorolojik koşullar gibi çeşitli faktörleri göz önünde bulundurarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. CBS kullanarak yangın riski modelleri oluşturulmuş ve yangın simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Çalışma, kızılçam ormanlarının ve kuru çalılıkların varlığının yangın riskini artırdığını tespit etmiştir. Yüksek riskli bölgeler tanımlanmış ve bu bölgelerin gerçek yangın yerleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca, yangın davranışı ve yayılması simülasyonları yapılarak gerçek yangın hasarıyla model hasarı arasında %90 uyum elde edilmiştir. Araştırma, farklı perspektifler ve değişkenlerin yangın riskinin belirlenmesinde önemini vurgulamakta ve bulguların afet risk değerlendirmesi ve azaltma çalışmalarına katkı sağlayabileceğini öne sürmektedir.

Gigović ve ark. (2018)'de Bosna-Hersek'in Nevesinje şehrinde orman yangını tehlikesini belirleme ve haritalama için CBS ve Çok Kriterli Karar Analizi kullanımını ele almaktadır. Çalışma, mekânsal verileri ve tercihleri birleştiren hiyerarşik bir modeli içerir ve orman yangını riski hakkında bilinçli kararlar vermek için kullanılır. Süreç, sorunun tanımlanması, değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi, veri toplama, bireysel değerlendirmelerin yapılması, kriter katmanlarının standartlaştırılması, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve Kriterlerin Ağırlıklı Lineer Kombinasyon (ALK) yöntemiyle birleştirilmesini içerir. Sonuç olarak, görselleştirme ve öneriler için kullanılabilecek bir orman yangını risk haritası elde edilir.

Hacısalıhoğlu (2018)'de orman yangınları ile mücadelede daha etkin ve hızlı kararlar alınabilmesi için iyi bir yangın risk yönetiminin oluşturulması gerektiğini vurguluyor. Bu amaçla, Karabük örneği üzerinden çok kriterli karar analizi ile orman yangını risk haritalarının nasıl oluşturulabileceğini inceliyor. Çalışmada, öncelikle coğrafi bilgi sistemleri ve risk analizi konuları ele alınıyor. Daha sonra, Karabük örneği üzerinden orman yangını risk haritaları oluşturuluyor. Sonuç olarak çalışma, orman yangınları ile mücadelede daha etkin ve hızlı kararlar alınabilmesi için çok kriterli karar analizi ile orman yangını risk haritalarının oluşturulmasının önemini vurguluyor.

Özdemir ve ark. (2022)'de orman yangınlarının tespiti ve değişim analizi için uzaktan algılama teknolojisi, özellikle uydu görüntüleme teknolojisinin kullanımını tartışmaktadır. Çalışma, orman yangını riski yüksek olan Türkiye'nin Akdeniz bölgesine odaklanmaktadır. Yazarlar, orman yangınlarını analiz etmek ve her veri setinin

avantajlarını karşılaştırmak için hem MSI hem de SAR verilerini kullanmaktadır. MSI verileri, NIR ve SWIR bantlarını kullanarak yanmış alanları tespit etmek için kullanılırken, SAR verileri orman örtüsüne duyarlıdır ve yangının türü ve büyüklüğü hakkında bilgi sağlayabilir. Makale ayrıca NDVI, NBR ve BAI gibi değişim tespiti analizi için kullanılan çeşitli indeksleri de tartışmaktadır. Genel olarak, çalışma, uzaktan algılama teknolojisinin yangın sonrası analizler için kullanışlılığını ve kapsamlı bir analiz için birden fazla veri setinin kullanmanın avantajlarını vurgulamaktadır.

Sepetçi (2014)'de orman yangınlarına müdahale sürelerinin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak nasıl değerlendirilebileceğini ele almaktadır. Çalışmada, yangın sahasına en kısa sürede ulaşımı sağlayacak en uygun güzergâhın belirlenmesi için coğrafi bilgi sistemleri tabanlı ağ analizi kullanılmıştır. Ayrıca, çalışmada elde edilen sonuçlar, orman yangınlarına müdahale sürelerinin değerlendirilmesinde hangi faktörlerin önemli olduğunu göstermektedir.

Baltacı (2021)'de yapılan bu tez çalışmasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve çok kriterli analiz kullanarak orman yangını riskini analiz etmektedir. Amacı, kriterlerin belirlenmesi, ilişkilerin incelenmesi ve risk endeksinin hesaplanmasıyla ulusal düzeyde bir orman yangını risk analiz modeli geliştirmektir. 11 kritere odaklanarak, CBS analizleri ve saha çalışmalarıyla değer aralıkları belirlenmiştir. Bulgular, yangın riskinin eğim ve rakımın artmasıyla azaldığını ve insan etkinliklerine yakınlığın en yüksek risk aralığı olduğunu göstermiştir. Sulak alanlar ve elektrik iletim hatları gibi kriterler ilk kez hesaplamalarda kullanılmıştır. Model, dört orman bölge müdürlüğünde test edilmiş ve sahadaki yangınlarla uyumlu risk haritaları elde edilmiştir. Sonuçlar, CBS analizlerinin saha yangınlarıyla iyi bir uyum içinde olduğunu göstermiştir.

Yılmaz ve ark. (2021)'de Hatay'ın Belen ilçesinde 09.10.2020 tarihinde çıkan orman yangını için Google Earth Engine Platformu'nda UA yöntemi kullanılarak yangın şiddeti haritaları oluşturulmuştur. Çalışmada yüksek yanma şiddetini, rakım, eğim ve yön gibi topografik faktörlere dayanarak belirli bölgelerde göstermiştir. Makale, orman korumanın önemini vurgulamakta ve orman yangınlarının ekosistem, biyolojik çeşitlilik ve ekonomi üzerindeki yıkıcı etkilerine dikkat çekmektedir.

Yavuz ve ark. (2012)'de orman yangınlarını öngörmek ve izlemek için uzaktan algılama ve CBS tekniklerinin kullanımını ele almaktadır. Bu tekniklerin, zaman alıcı ve maliyetli olan yer ölçümlerine göre avantajlarını vurgulamaktadır. Makale ayrıca, yangın

tespiti ve izlemesi için kullanılan farklı uydu ve sensörlerin, NOAA/AVHRR sensörü gibi, genel bir bakışını sunmaktadır. Makale, orman yangınlarının neden olduğu kayıpları azaltmada yangın davranışının öngörülmesi ve erken tespitin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, potansiyel yangın risklerinin belirlenmesinde, yangınların erken aşamalarında tespit edilmesinde, yangın davranışının izlenmesinde ve yangın sonrası hasarın analizinde uzaktan algılama ve CBS tekniklerinin kullanımı tartışılmaktadır.

Bilgili ve ark. (2001)'de orman yangını yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Karar Destek Sistemleri (KDS) kullanmanın önemini ele almaktadır. CBS'nin kullanımı, yangın yönetiminde karar verme süreci için güncel ve doğru bilgi sağlayabilirken, KDS yangınların davranışını öngörmeye ve potansiyel tehlikeyi değerlendirmeye yardımcı olabilir. Makale, bu sistemlerin Kanada, ABD ve Avustralya gibi ülkelerdeki başarılarını vurgularken, Türkiye'de uygulamalarının gerekliliğini vurgulamaktadır. Makale ayrıca, çevresel faktörlere dayalı olarak yangın potansiyelini değerlendiren Yangın Tehlike Derecelendirme Sistemleri kavramını tanıtmakta ve Türkiye'nin orman yönetiminde bu sistemlerin kullanımını önermektedir.

Özdemir (2008)'de bilgisayar ortamında uzaktan algılama uydu verileri ile değişim analizleri konusunda yapılmıştır. Tez, Gelibolu Tarihi Milli Parkı'ndaki orman yangınlarına uygulamaları da içermektedir. Tezde, uzaktan algılama teknolojisi, değişim analizi, fark alma metotları, görüntü işleme teknikleri ve sınıflandırma yöntemleri gibi konular ele alınmıştır. Ayrıca, tezde kullanılan verilerin işlenmesi ve analizi için yazılım araçları da tanıtılmıştır. Tez, orman yangınlarına karşı erken uyarı sistemleri ve yangınların önlenmesi için kullanılabilir.

Sağlam ve ark. (2008)'de Türkiye'nin kuzeybatısındaki Korudağ Orman Bölgesi'nde gerçekleştirilen bir çalışmayı ele alarak, uzaktan algılama verileri ve CBS analizi kullanarak ormanın gelişim aşamaları, tepelerin kapanma derecesi, orman tipleri ve arazi örtüsü gibi orman alanı parametrelerini sınıflandırmak ve haritalandırmak üzerinde durmaktadır. Çalışma alanı, ekolojik özellikleri ve hakim rüzgar desenleri nedeniyle orman yangınlarına karşı hassas bir durumdadır. Araştırmacılar, Landsat uydu görüntüleri ve saha verilerini kullanarak görüntü sınıflandırmalarını gerçekleştirmiş ve sınıflandırma doğruluğunu değerlendirmiştir. Sonuçlar, hem 1987 hem de 2000 görüntüleri için yüksek bir genel sınıflandırma doğruluğunu göstermiştir.

Zainalabden (2022)'de çok kriterli karar analizi ile oluşturulan orman yangını risk haritalarının gerçekleşen orman yangınları ile karşılaştırılması üzerine odaklanmaktadır. Çalışmada, orman yangınlarının çıkış konumları dikkate alınarak, 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.

Çolak ve ark. (2018)'de orman yangınlarının Akdeniz ekosistemlerine etkisini ele almaktadır, özellikle Türkiye'nin Akdeniz iklim bölgesindeki konumu nedeniyle Türkiye özellikle savunmasızdır. İnsan faaliyetleri orman yangınlarının ana nedenidir ve kasıtlı ve ihmalkâr yangınlar iki ana kategori olarak öne çıkar. Uzaktan algılama, yerel, bölgesel ve küresel ölçekte orman yangınlarını izlemek ve haritalamak için etkili bir araçtır. Uzaktan algılama aracılığıyla elde edilen yüzey sıcaklığı verileri, orman yangınlarını değerlendirmede önemli bir faktördür ve yanmış alanları modellemek ve haritalamak için görüntü işleme teknikleri geliştirilmiştir. Makale, 2017 yılında İzmir'in Menderes ilçesinde meydana gelen bir orman yangınına dair bir vaka çalışmasını sunmakta ve uzaktan algılama verileri ve korelasyon analizi kullanarak yangının çevresel sonuçlarını ve etkilerini analiz etmektedir.

Sarp ve ark. (2018)'de Akdeniz ormanlarının önemini ve özellikle orman yangınları gibi tehditlerle karşılaştığını ele almaktadır. Çalışma, Türkiye'nin Mersin ilinin Anamur ilçesinde Temmuz 2017'de meydana gelen bir orman yangınının etkilerine odaklanmaktadır. Araştırma, yüzey sıcaklığının yangından önce ve sonra nasıl değiştiğini analiz etmek için Landsat 8 OLI-TIRS uydu görüntülerini kullanmaktadır. Uzaktan algılama teknikleri, özellikle ulaşılması zor bölgelerde orman yangınlarını tespit etme ve izleme açısından önemlidir. Araştırma, Landsat 8 OLI-TIRS uydu görüntülerinden elde edilen Normalized Burn Ratio Index (NBRI) değerlerinin Normalized Difference Moisture Index (NDMI), Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) ve Land Surface

Temperature (LST) üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Çalışma alanı, önemli orman alanlarına sahip olan Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yer almaktadır.

Ulusoy (2020)'de bu tez çalışması, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesinin orman yangını riski açısından incelenmesi üzerine odaklanmaktadır. Araştırmanın yöntemi, veri ve literatür toplama, analiz, sentez ve önerilerin geliştirilmesi olmak üzere değişik aşamalardan oluşmaktadır. Tezde, orman yangınlarına karşı koruyucu, önleyici ve savaş olanaklarının iyileştirilmesi için geliştirilen sistemler ve bu konularda üretilen bazıları biten bazıları ise devam eden projelerden konu ile ilgili bilgiler sağlanmıştır. Sonuçlar, yerleşkenin orman yangını riskinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, yangına hazırlıklı olmak için çeşitli önlemler alınması önerilmektedir. Bu önlemler arasında yangın önleme uyarı levhaları, ilköğretim okullarına ziyaretler, yazılı ve görsel medyanın kullanımı, doğa/yangın temalı yarışmalar ve diğer bilinçlendirme faaliyetleri yer almaktadır.

Koç (2010)'da Antalya Serik-Taşagöl bölgesindeki yangına dayanıklı orman bitki türlerinin seçimine ve potansiyel yangın hasarını en aza indirmek için stratejilerin uygulanmasına odaklanmaktadır. Orman yönetimi alanında, özellikle orman yangınları gibi konuların ele alınmasında CBS önemine vurgu yapılmaktadır. Araştırma, gerekli planlamalar için uygun arazi koşullarının belirlenmesi amacıyla CBS yazılımları ve dijital arazi modelleri kullanılarak üç boyutlu modellerin oluşturulmasını içermektedir.

Calda (2020)'de son yıllarda Akdeniz Havzası'nda iklim değişikliğiyle birlikte orman yangınlarının sayısında artış yaşanmaktadır. Bu yangınlar ormanlara büyük zararlar vermektedir. Yangınların bir kısmı kurak hava koşullarının etkisiyle doğal olarak meydana gelirken, diğer kısmı ihmal veya kasıt sonucu ortaya çıkmaktadır. Orman yangınlarını öngörmek için çeşitli endeksler kullanılmaktadır. Çalışmalarda Antalya, Çanakkale ve Muğla'da 2008 ve 2009 yıllarındaki yangınlar Kanada Orman Yangın Hava İndisi (FWI) kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar, FWI değerlerinin yangın riskini başarılı bir şekilde öngördüğünü göstermektedir.

2.1. CBS ile Orman Yangınları

2.1.1. CBS Tanımı ve Bileşenleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri, coğrafi konumlarla ilişkilendirilmiş gözlemlerden elde edilen grafiksel ve grafik olmayan verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi ve son kullanıcıya sunulması gibi işlevleri entegre bir şekilde yerine getiren bir bilgi sistemidir (Sepetçi 2014).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), karmaşık planlama, düzenleme ve yönetim problemlerini çözmek amacıyla geliştirilmiş bir bilgi sistemidir. Bu sistem, coğrafi konuma sahip verilerin depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, modellenmesi, analiz edilmesi ve sonuçların görüntülenerek elde edilmesi gibi işlemleri içerir. Donanım, yazılım ve çeşitli yöntemlerin entegre bir şekilde bir araya geldiği bir bileşkedir (Erdoğan 2003; Sepetçi 2014).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), özgün mekânsal ve mekânsal olmayan verilere özgü özelliklerle birlikte tanımlanarak depolanmasını sağlayan bir sistemler bütünüdür. Bu veriler, gerektiğinde analiz edilerek sonuç ürünler elde etmeye olanak tanır ve bu sonuçlar kullanıcılara sunulabilir (Sepetçi, 2014).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), dünya üzerindeki sosyal, ekonomik, çevresel ve benzeri karmaşık sorunların çözümünde kullanıcıları desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. CBS, konuma dayalı işlemlerle elde edilen hem grafiksel hem de grafik-olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve son kullanıcıya sunulması gibi işlevleri entegre bir şekilde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. Bu sistem, konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere yazılım, donanım, personel, mekânsal ve mekânsal olmayan veri ve yöntemleri içerir (Yomralıoğlu 2009; Bayzan 2005; Sepetçi, 2014).

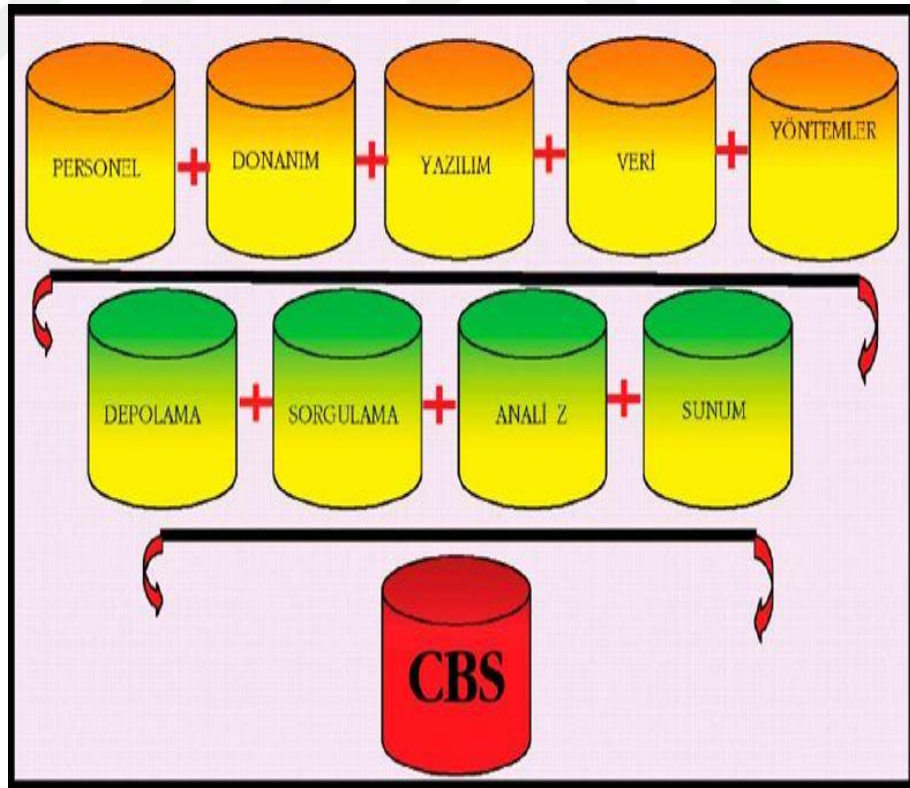
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzamsal olarak dağıtılmış özellikler, etkinlikler veya olaylar hakkındaki gözlemlerden oluşan verileri içeren bir bilgi sistemlerinin özel bir türüdür. CBS, bu verileri noktalar, çizgiler veya alanlar olarak tanımlayarak uzayda konumlandırır. Bu sistem, geçici sorgular ve analizler için bu uzamsal öğelerle ilgili verileri işleyerek alabilir (Dueker, 2000).

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), genellikle verilerin büyük bir kısmının uzamsal olarak indekslendiği ve veri tabanındaki uzamsal varlıklarla ilgili sorguların yanıtlanması için çeşitli prosedürlerin çalıştırıldığı bir tür veri tabanı sistemidir (Smith ve ark. 2007).

En yaygın olarak kullanılan CBS yazılım üreticisi ESRI, CBS'yi konumsal bilgilerin envanterini, analizini ve görselleştirilmesini gerçekleştirmek için bilgisayar tabanlı bir araç olarak tanımlar (ESRI, 1997). Ayrıca, disiplinler arası yapısı sayesinde kurumsal ağ oluşturmayı kolaylaştırır.

CBS, her bilgi teknolojisi gibi çeşitli bileşenlere sahiptir. CBS'nin beş temel bölümden oluştuğunu vurgular: veri, donanım, yazılım, prosedürler ve insanlar (Dangermond 1988). Aynı şekilde CBS'nin esasen donanım, yazılım, veri, insanlar ve yöntemlerden oluştuğunu belirtir (DeMers 1997).

Donanım; CBS'nin amaçlarına bağlı olarak farklı türlerde merkezi veya dağıtık mimari yapıda sunulan bilgisayar ve iletişim ekipmanlarından oluşur. Ayrıca, veri sunumu için yazıcı ve çiziciler gibi cihazlar da donanım bileşeninin bir parçasını oluşturur (Erdoğan ve Güllü, 2004; Sepetçi 2014).



Şekil 2.1. CBS bileşenleri (Çiçek ve Şenkul 2006).

Yazılım; CBS'nin en temel gereksinimlerinden birini karşılayan, coğrafi verilerin depolanması, analizi, sorgulanması, kullanıcı ihtiyaçlarına uygun verilerin sağlanması ve görüntülenmesi için farklı program dillerinde geliştirilen algoritmaları içerir. Dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan CBS yazılımlarına örnek olarak Esri, MapInfo, Intergraph, Genesis, Idrisi, Grass gibi yazılımlar verilebilir. CBS yazılımının temel özellikleri, veri girişi ve işlem için gerekli arayüzleri sağlamak, veri tabanı yönetim sistemine sahip olmak burada en önemli nokta yazılımın bağımsız veri tabanlarıyla çalışabilme yeteneğidir. Böylelikle sorgulama, analiz ve görüntüleme fonksiyonlarını içermektedir.

Veri; Coğrafi Bilgi Sisteminin en önemli ve genellikle maliyetli bileşeni, veri olarak adlandırılan CBS verileridir. CBS verileri, grafik ve tablo verilerinin bir kombinasyonunu içerir ve bu veriler genellikle grafik vektör veya raster formatında olabilir. Her iki tür veri de CBS yazılımı kullanılarak oluşturulabilir veya satın alınabilir. Analog veriler veya kağıt formatından CBS verileri oluşturulurken bu sürece sayısallaştırma denir. Sayısallaştırma işlemi, raster görüntünün bilinen koordinatlar veya birkaç yer kontrol noktası (GCP) kullanılarak kaydedilmesini içerir; bu işlem sıkça coğrafi referanslama olarak da adlandırılır. Raster görüntü, sayısallaştırma işlemiyle çokgenler, çizgiler ve noktalar gibi ögeler oluşturmak için kullanılır. Bu raster görüntü, bilinen koordinatlarla bir projeksiyon sisteminde kaydedilebilir ve genellikle TIFF formatında dışa aktarılır.

CBS verileri iki temel türde gelir:

Raster Veri: Raster görüntü, veriyi hücre tabanlı bir biçimde depolar. Bu tür veriler genellikle hava fotoğrafları, uydu görüntüleri veya Sayısal Yükseklik Modelleri (DEM) gibi verileri içerir. Raster görüntüler genellikle sürekli verileri temsil eder.

Vektör Veri: Vektör verileri ayrı elemanlar olarak saklanır ve x, y koordinat formatında bilgileri içerir. Üç tür vektör verisi bulunur: çizgi, nokta ve alan.

Bu verilerin CBS içindeki kullanımı, coğrafi analizler, haritalama ve diğer amaçlarla ilişkilendirilir.

Personel; Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisi, insanlar olmadan sınırlı bir kapasiteye sahip olurdu. Bu teknoloji, gerçek dünyadaki problemleri çözmek için gereken sistemleri yöneten, gelişme planları hazırlayan ve uygulayan insanlara dayanır. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan, sürdüren ve koruyan uzman teknisyenlerden oluştuğu gibi günlük işlerinde bu sistemleri kullanarak performanslarını artırmaya çalışan geniş bir kullanıcı

kitlesini de içerir. Bu nedenle, coğrafi bilgi sistemlerinde insanların talepleri ve bu talepleri karşılama süreci belirgin bir rol oynar. CBS'nin gelişimi, kesinlikle kullanıcıların bu teknolojiye sahip çıkmalarına ve coğrafi analizler için CBS'yi etkili bir şekilde kullanma yeteneklerini artırmaya, ayrıca farklı disiplinlere CBS'nin faydalarını tanıtarak gerçekleştirilebilir (Yomralıoğlu, 2009).

Yöntem; Başarılı bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) operasyonu için, iyi düşünülmüş bir plan ve işletme kuralları oldukça önemlidir. Bu yöntemler, farklı organizasyonlara göre değişebilir. Her kuruluş, CBS operasyonunu yönetmek için bir süreç planı oluşturur. Bu süreç, CBS yöntemlerine dair nicel soruları ele alır: Kaç CBS uzmanına ihtiyaç duyulacak, hangi CBS yazılımı ve donanımı gerekecek, veriler nasıl saklanacak, hangi tür Veri taban Yönetim Sistemi (VTYS) kullanılacak ve benzeri. İyi tasarlanmış bir plan, tüm bu unsurları kapsayarak etkili bir şekilde yönlendirir (Zainalabden, 2022).

2.2. Orman Yangınlarında Coğrafi Bilgi Sistemi

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), coğrafi verileri toplamak, depolamak, analiz etmek, yönetmek ve haritalandırmak için kullanılan bir teknoloji ve bilgi yönetim sistemidir. Orman yangınları gibi doğal afetlerin yönetiminde de CBS önemli bir rol oynayabilir.

CBS teknolojisi, orman yangınlarında etkili müdahale ve doğru kararlar alınmasına yardımcı olur. Yangın tehlike haritaları oluşturarak hassas alanları belirlemek ve önlemler almak mümkün hale gelir. Bu sayede orman yangınlarının neden olduğu can ve mal kayıpları azaltılabilir (Sepetçi 2014).

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), bir karar destek sistemi olarak kullanıldığında, orman yangınlarına müdahale süreçlerini optimize etmeye yardımcı olur. CBS'nin kullanımıyla, yangına ilk müdahale ve ardından yangın söndürme organizasyonunun planlanması, ulaşımı ve koordinasyonu en iyi koşullarda gerçekleştirilebilir. CBS, yangın çıkma olasılığı olan bir bölgedeki hava durumu, topografik detaylar ve yanıcı madde özelliklerini değerlendirerek, yangının nasıl ilerleyeceğini tahmin edebilir. Bu sayede yangın alanında doğru yerde ve zamanında müdahale yapılabilir (Akay ve Şakar, 2009; Varol ve ark. 2010; Akay ve ark. 2011; Sepetçi 2014).

2.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Risk Analizi

Risk, gelecekte belirli bir tehlikenin insanlara ve çevreye zarar veya hasar verebilme olasılığına bağlı olarak ortaya çıkabilecek kayıp ve olumsuz sonuçların toplamını ifade eder. Tehlike ise doğal veya insana bağlı olarak hayatı tehdit eden, çevreye ve varlıklara zarar verebilecek potansiyele sahip bir olgudur (Taştan ve Aydınoglu, 2015).

Sistemli bir süreç olarak tasarlanan risk yönetimi, riskin tanımlanması, risk analizi ve risk durumlarının belirlenmesini içerir. Olası bir yangın durumunda, can ve mal kaybını en aza indirmek ve yangının olumsuz etkilerini azaltmak için gerekli çalışmalar, yangına neden olan riskleri yönetme yaklaşımlarıyla gerçekleştirilir. Risk yönetimi çalışmaları, tehlikeler ve risklerin tanımlandığı, risk senaryolarının hazırlandığı, koruma ve azaltım önlemlerinin seçildiği, sonuçların harita ve grafiklerle sunulduğu, kaynaklar ve fırsatların belirlendiği, en uygun alternatiflerin ve önceliklerin belirlendiği, afet korunma ve müdahale yöntemlerinin seçildiği ve uygulandığı aşamaları içerir (Zamnalabden, 2022).

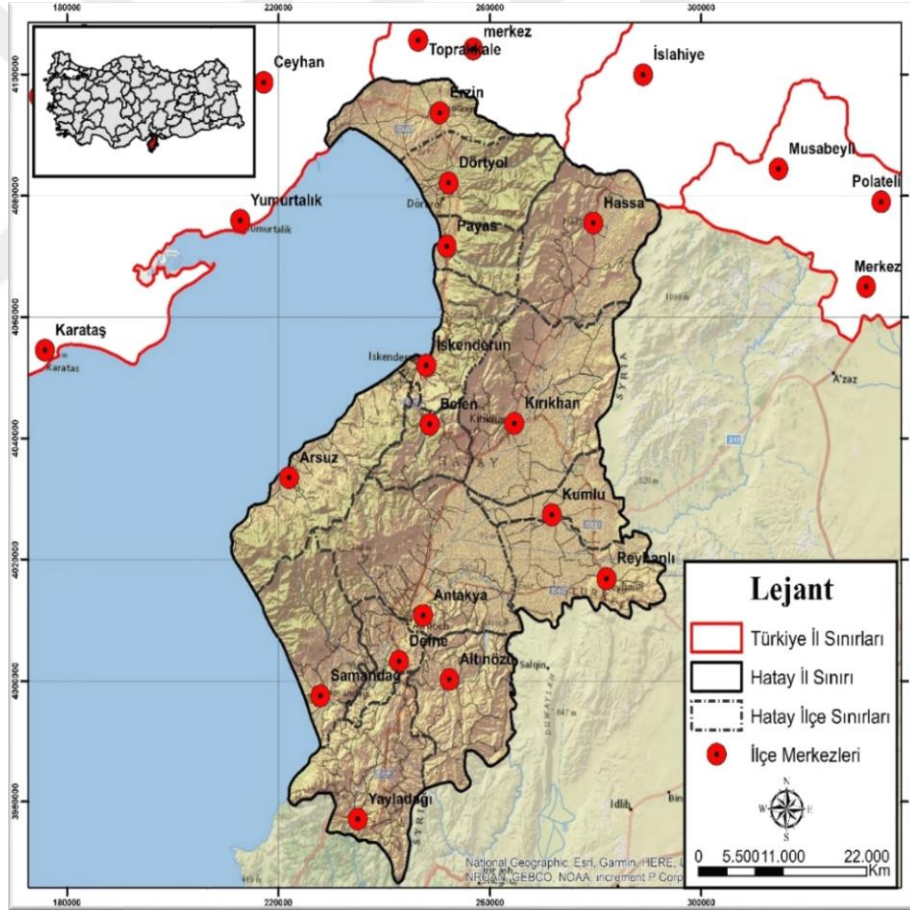
Dünyada yangın risk yönetimi alanında farklı yöntemler ve araçlar geliştirildiği gözlemlenmektedir. Bu araçlar içinde özellikle coğrafi bilgi sistemleri (CBS), yangın risklerinin analizinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinin bir arada ve geniş coğrafi alanlarda kullanılabilirliği, CBS'nin çekiciliğini artırmaktadır (Sepetçi, 2014).

CBS, dünya genelinde konumsal bilgiye ilgi duyan bireyler ve kurumlar tarafından her yönüyle kullanılmaktadır. CBS, hem konumsal bilgi sistemlerini içeren bilimsel bir kavram olarak kabul edilirken, hem de konumsal verileri dijital hale getiren, bilgisayar tabanlı bir araç ve veri tabanı yönetim sistemi olarak anılmaktadır (Yomralıoğlu, 2002). Bu sistem, coğrafi verilere hızla erişme, depolama, sınıflandırma, güncelleştirme, sentezleme ve alternatif stratejiler üretme yeteneğine sahiptir. Farklı perspektiflerle yürütülen araştırmalar, CBS'nin yaygın kullanımını sağlama ve farkındalığını artırma açısından büyük önem taşımaktadır (Yomralıoğlu, 2002).

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanı

Çalışmanın ana materyalini Hatay İli oluşturmaktadır. Hatay (Antakya), ülkemizin güneyinde Akdeniz'in doğu şeridinde $35^{\circ} 52' - 37^{\circ} 4'$ kuzey enlemleri ile $35^{\circ} 40' - 36^{\circ} 35'$ boylamları arasında yer alır (Şekil 3.1). Hatay'ın doğusunda ve güneyinde Suriye, batısında Akdeniz, kuzeybatısında Adana, kuzeyinde Osmaniye ve kuzeydoğusunda Gaziantep ile çevrilidir. Hatay; Antakya, Altınözü, Belen, Dört Yol, Erzin, Hassa, İskenderun, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Samandağ ve Yayladağı ilçelerinden oluşur. Yüzölçümü 5.559 km^2 olup, il topraklarının $\%46,1$ 'ini dağlar, $\%33,5$ 'ini ovalar ve $\%20,4$ 'ünü platolar oluşturur. 2020 yılı verilerine göre 1.659.320 nüfusa sahiptir.



ŞEKİL 3.1. ÇALIŞMA alanı

3.2. Araştırma Verileri

Çalışma kapsamında ihtiyaç duyulan materyaller çoğunlukla alanın fiziksel ve sosyo-ekonomik durumu ortaya çıkaran ve modelde girdi verileri olarak kullanılacak faktörlere ait işlenmemiş verilerdir. Risk izleme analizi sonucunun konuma bağlı olarak üretileceği için tüm materyallerin mümkün olduğunca konumsal olarak ifade edilmiş halde temin edilmesine çalışılmıştır. Konumsal verilerin temelde temin edilmeyen veriler ise CBS ortamında sayısallaştırılarak konuma bağlı hale getirilmiştir. Bu kapsamda çalışma için temin edilen verilerin girdi materyallerini daha çok raster, vektör ve tablo formatında verilerdir. Aşağıda çalışma kapsamında temin edilen materyaller bu grupta sırasına göre verilmiştir.

3.2.1. Sentinel-2 Uydu Görüntüsü

Çalışma kapsamında Hatay ili sınırları yangın risk izlemede kullanılması için zamansal değişiminin sınıflandırılması amacıyla kullanılması hedeflenmiştir. Bu bağlamda 2015 yılında Avrupa Uzay Ajansı tarafından Copernicus programı kapsamında yörüngeye gönderilen Sentinel-2 uydu görüntüleri, önemli avantajlara sahiptir. Bu avantajlar arasında görüntülerin ücretsiz olarak indirilebilmesi, 5 gün aralıklarla sağlanan görüntü sıklığı, 10 m mekânsal çözünürlük, diğer ücretsiz uydu görüntülerine göre daha fazla avantaj gibi özellikler bulunmaktadır. Sentinel-2 uydu görüntülerinin tercih edilme nedenleri arasında, 13 spektral band içermeleri, 290 km görüntü şerit genişliği ve ortorektifiye işlemine tabi tutulmadan kullanılabilme özellikleri, Landsat 1-7 ve Spot uydu görüntülerine kıyasla öne çıkmaktadır (Anonymous, 2021b).

Çalışma kapsamında kullanılan Sentinel-2 uydusunun teknik özellikleri çizelgede sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Sentinel-2A uydu görüntülerine ait bazı teknik özellikleri

Spektral Aralık	Dalga boyu (µm)	Konumsal Çözünürlük (m)
Band 1 - Kıyı/ Aerosol	0.433	60
Band 2 - Mavi	0.490	10
Band 3 - Yeşil	0.560	10
Band 4 - Kırmızı	0.665	10
Band 5 – Vejetasyon kırmızı kenar	0.705	20
Band 6 – Vejetasyon kırmızı kenar	0.740	20
Band 7 - Vejetasyon kırmızı kenar	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A – Vejetasyon kırmızı kenar	0.865	20
Band 9 – Su buharı	0.945	60
Band 10 – SWIR Sırrus	1.375	60
Band 11 – SWIR	1.610	20
Band 12 – SWIR	2.190	20

Çalışmaya konu olan Hatay ili sınırlarını kapsayan 2017-2021 yılları arasını kapsayan uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan uydu görüntüleri Sentinel uydu görüntüsü olup Avrupa uzay ajansı tarafından yürütülen copernecus projesi kapsamında ücretsiz olarak sunulan bu uydu görüntüleri web sağlayıcısı ara yüzü ile (Copernicus Open Access Hub) arşiv bazlı olarak temin edilmiştir.

3.2.2. MODIS Uydu Görüntüsü

Geniş alanlarda, deniz, karasal ve iklimsel çalışmalarda etkin sonuçlar veren MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) uydusu görüntüleri çalışma kapsamında ndvi verisi için temel girdi bileşeni olarak kullanılacaktır. MODIS uydusu, NASA tarafından Terra ve Aqua uydularında kullanılan bir uzaktan algılama cihazıdır. Bu cihaz, geniş bir spektral aralıkta çalışarak 36 farklı spektral band ile Dünya'nın çeşitli özelliklerini ölçer. Terra uydusu 1999'dan, Aqua uydusu ise 2002'den itibaren bu teknolojiyi kullanmaktadır. MODIS'in önemli özelliklerinden biri, düşük ve orta çözünürlükteki üç farklı seviyede veri toplayabilmesidir. 250 metre, 500 metre ve 1000 m çözünürlükteki bu veriler, yüzey özellikleri, bitki örtüsü dinamikleri, iklim değişikliği, hava kalitesi ve doğal afet izleme gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çözünürlükler band1-2 250 m; band3-7 500 m ve band8-36 için 1 km'dir (Çizelge.3.2).

Çizelge 3.2. MODIS uydu görüntüsü teknik özellikleri

MODIS UYDUSU TEKNİK ÖZELLİKLERİ			
Yükseklik	705km	Tarama genişliği	2330km
Yersel Çözünürlük	250 - 1000m	Tekrarlama Süresi	1-2 gün
Öncelikli Kullanım Alanı	Bant	Bant Genişliği (µm)	Yersel Çözünürlük
Arazi/Bulut Sınırları	1	0.620 - 0.670	250 m
	2	0.841 - 0.876	
	3	0.459 - 0.479	
	4	0.545 - 0.565	
Arazi/Bulut Özellikleri	5	1.230 - 1.250	500 m
	6	1.628 - 1.652	
	7	2.105 - 2.155	
	8	0.405 - 0.420	
	9	0.438 - 0.448	
	10	0.483 - 0.493	
Okyanus Rengi	11	0.526 - 0.536	
Fitoplankton	12	0.546 - 0.556	
Biojeokimya	13	0.662 - 0.672	
	14	0.673 - 0.683	
	15	0.743 - 0.753	
	16	0.862 - 0.877	
	17	0.890 - 0.920	
Atmosferik Su Buharı	18	0.931 - 0.941	
	19	0.915 - 0.965	
	20	3.660 - 3.840	
	21	3.929 - 3.989	
Yüzey / Bulut Sıcaklığı	22	3.929 - 3.989	
	23	4.020 - 4.080	
Atmosferik Sıcaklık	24	4.433 - 4.598	
	25	4.482 - 4.549	
Dağınk Bulut Durumu	26	1.360 - 1.390	1000 m
	27	6.535 - 6.895	
Su Buharı	28	7.175 - 7.475	
	29	8.400 - 8.700	
Ozon	30	9.580 - 9.880	
Yüzey / Bulut Sıcaklığı	31	10.780 - 11.280	
	32	11.770 - 12.270	
	33	13.185 - 13.485	
	34	13.485 - 13.785	
Bulut yüksekliği	35	13.785 - 14.085	
	36	14.085 - 14.385	

3.2.3 DEM (Digital Elevation Model - Sayısal Yükseklik Modeli) Görüntüsü

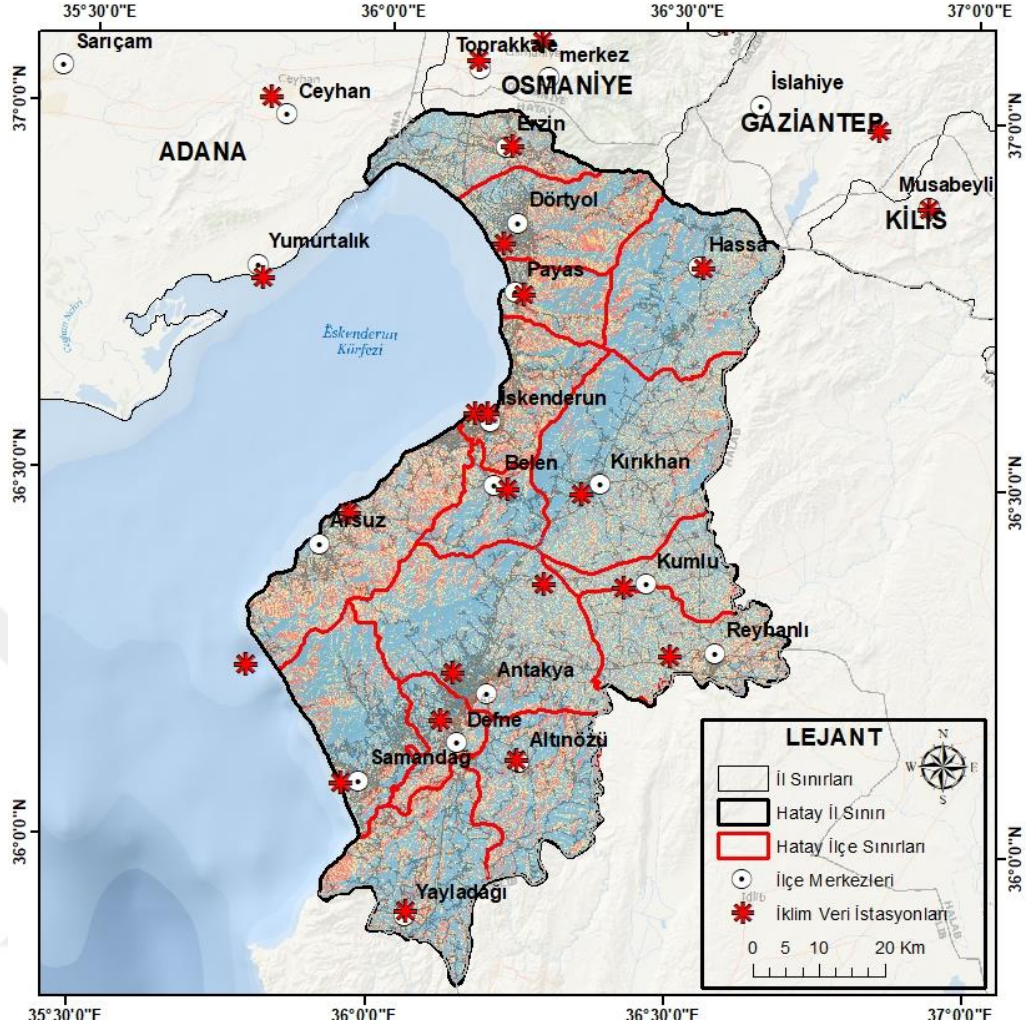
Çalışma kapsamında topografya ile ilgili yükseklik eğim ve bakı gibi faktörlerin hesaplanmasında temel veri girdisi olan DEM görüntüsü için ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model) tercih edilmiştir. Bu model, Japonya Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (METI) ile ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) ASTER uydusundan elde ettiği verilere dayanmaktadır.

ASTER GDEM tüm dünya genelinde karasal alanı kapsayan yüksek çözünürlükte tek DEM verisidir. Görüntüler, 16 bitlik GeoTIFF formatında sunulmuş ve derece dakika koordinat sistemine göre düzenlenmiştir. Yerel çözünürlük yaklaşık olarak 30 m'dir. Çalışma alanı için 108x108 km çerçeve genişliğinde METI ve NASA işbirliğiyle

ERSDAC (Earth Remote Sensing Data Analysis Center) internet sitesinden 4 çerçeve olarak temin edilmiştir.

3.2.4. İklim Verileri

Çalışma kapsamında yangın riski izleme modellemesinde girdi verisi olarak iklim verileri kullanılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanı dahilinde ve yakın çevresinde yer alan iklim gözlem istasyonlarını tespit edilmiştir. Hatay ili ve çevresinde uygun koşulları sağlayan 28 iklim gözlem istasyonu vardır. Bu istasyonların 2017 ile 2021 yılları arası günlük minimum sıcaklık, günlük maksimum sıcaklık, günlük ortalama nispi nem, günlük ortalama 20 cm toprak sıcaklığı, günlük ortalama sıcaklık, günlük toplam yağış, günlük ortalama rüzgâr hızı verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden talep edilerek tablo olarak temin edilmiştir. Hatay ili iklim gözlem istasyon noktaları verilmiştir. (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Hatay İli ve çevresi iklim gözlem istasyonlarının konumları

3.2.5. Diğer Veriler

Çalışma kapsamında kullanılacak diğer veriler Çizelge 3.3'de verilmiştir. Çizelgede her veri için türü, ölçeği/detayı, çalışmada kullanılacak yeri, amacı ve temin edildiği kaynak belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Kullanılacak diğer veriler ve detayları.

Veri	Veri Türü	Ölçek/Detay	Kullanım	Kaynak
Meşcere Haritası	Vektörel	1/25000	Yeri Arazi Örtüsü Sınıflaması	Amacı Örnek/Test verisi
Yerleşim Konumları	Tablosal	İl, İlçe, Mahalle	Orman Yangın Risk Nüfus Artışı	Yerleşime uzaklık
Nüfus	Tablosal	2017-2021 yılları arası; İl, İlçe ve Mahalle	Orman Yangın Riski Nüfus Artışı	Nüfus interpolasyon Nüfus yoğunluğu Nüfus interpolasyon
				Türkiye İstatistik Kurumu

3.3. Yöntem

Bu çalışmada Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Hatay ili Orman yangını risk haritası oluşturulup peyzaj planlama açısından öneriler getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda izlenecek yöntem altı aşamada oluşmuştur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3.Yöntem Akış Diyagramı

3.3.1. Literatür Taraması ve Veri Toplama

Yöntemin birinci aşamasını oluşturan literatür taraması bölümünde kitap, tez, makale, teknik rapor gibi akademik yayınlara ek olarak uygulama örnekleri gibi kaynaklardan literatür taraması yapılarak çalışma alanı ve konuyla ilgili bilgi toplanacaktır. Toplanan bilgiler değerlendirildiğinde sonuca yönelik kullanılacak yöntemler için ihtiyaç duyulacak verilerde tespit edilmiştir. Tespit edilen veriler çalışmaya uygun özelliklerde olmalarına dikkat edilerek ulaşımı en kolay ve güvenilir

kaynaklardan temin edilmesi işleri içinse yöntemin ikinci aşaması olan veri toplama aşamasında yapılacaktır.

3.3.2. Veri Düzenleme ve Analiz

Veri düzenleme ve hazırlama aşamasında, elde edilen ham ve altlık veriler, ilgili yazılımlar kullanılarak sayısal ortama aktarılarak ardından sayısallaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Bu süreç, koordinatları tanımlanmış verilerin CBS ortamına aktarılmasıyla sınırlı olup, nokta bazlı veriler interpolasyon teknikleriyle genelleştirilerek yüzey verisine dönüştürülecektir.

Uydu görüntülerinin atmosferik ve radyometrik düzeltmeleri yapılarak normalize edilmesi, geometrik düzeltme ile farklı ölçeklere örneklenmesini içeren bir aşama da bulunmaktadır. Altlık uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanı için arazi örtüsü haritaları sınıflandırılacak ve NDVI görüntüleri elde edilecektir. DEM görüntüsü kullanılarak eğim, bakı gibi topoğrafik değişkenler uzaklık analizleriyle çıkarılacak ve sayısallaştırılmış önemli fiziki yapıların etkileme durumlarını belirlemek için uzaklık analizleri ile etki haritaları oluşturulacaktır.

Elde düzenlenen veriler, kendine özgü formatlarda bulunmaktadır. Bu veriler, format dönüşümleri yapılarak modelleme sürecinde ihtiyaç duyulan ve bir arada sorunsuz çalışacak bir formata getirilecektir. Ayrıca, verilerin temel istatistikleri, format dönüşümü öncesindeki hallerinden CBS ortamında tespit edilecek ve gereksinim duyulan bilgiler modelleme sürecinde kullanılmaya hazır hale getirilecektir.

3.3.3. Çok Kriterli Analiz

Çok kriterli analizde orman yangını risk haritası ağırlıklandırma bilgileri, orman yangınına sebep olan veya etkileyen farklı kriterlerin önem derecelerini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, orman yangını risk haritasının oluşturulmasında, yangın duyarlılığını etkileyen faktörlerin ağırlıklarını hesaplamak için kullanılabilir. Çok kriterli analizde, farklı yöntemler kullanılabilir.

Bu yöntemlerin temel mantığı, orman yangını risk haritası oluşturmak için kullanılacak kriterleri bir hiyerarşi veya ağ yapısı içinde düzenlemek, kriterler arasındaki karşılaştırmaları yapmak ve kriterlerin ağırlıklarını belirlemektir. Bu ağırlıklar, orman yangını risk haritasının üretilmesinde, kriterlerin katman haritaları ile çarpılmasıyla elde

edilir. Bu şekilde, orman yangını risk haritası, farklı kriterlerin etkilerini dikkate alan bir harita olur. Bu harita, orman yangını riskinin coğrafi dağılımını gösterir ve orman yangını yönetiminde karar vericilere yardımcı olur.

Orman yangını risk haritasında çok kriterli analiz, orman yangınlarına sebep olan veya etkileyen çeşitli faktörlerin birleştirilmesi sürecidir. Bu süreç, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak gerçekleştirilir. CBS, orman yangını riskini etkileyen kriterleri mekansal olarak gösteren katman haritalarının oluşturulması için etkili bir araçtır. Bu katman haritaları daha sonra analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) gibi çok kriterli karar analizi (ÇKKA) yöntemleri ile birleştirilerek, orman yangını risk endeksi ve risk haritası elde edilir.

Bu birleştirme işlemi, orman yangınları ile mücadelede daha etkin ve hızlı kararlar alınmasına önemli bir katkı sağlar. Özellikle, orman yangını riski yüksek olan bölgelerin belirlenmesi ve bu bölgelerde alınacak önleyici tedbirlerin planlanması açısından kritiktir. Bu süreç, kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanıyarak, yangınla mücadele stratejilerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde çalışma alanı olan Hatay ilinin yangın risk izleme modeli çalışması için eğim, bakı, NDVI, yerleşime uzaklık, yola uzaklık, nüfus yoğunluğu, tarıma uzaklık ve arazi kullanım/arazi örtüsü yöntem bölümünde belirlenen yaklaşımlar kullanılarak CBS ortamında katmanlar olarak hazırlanmıştır.

4.1. Eğim

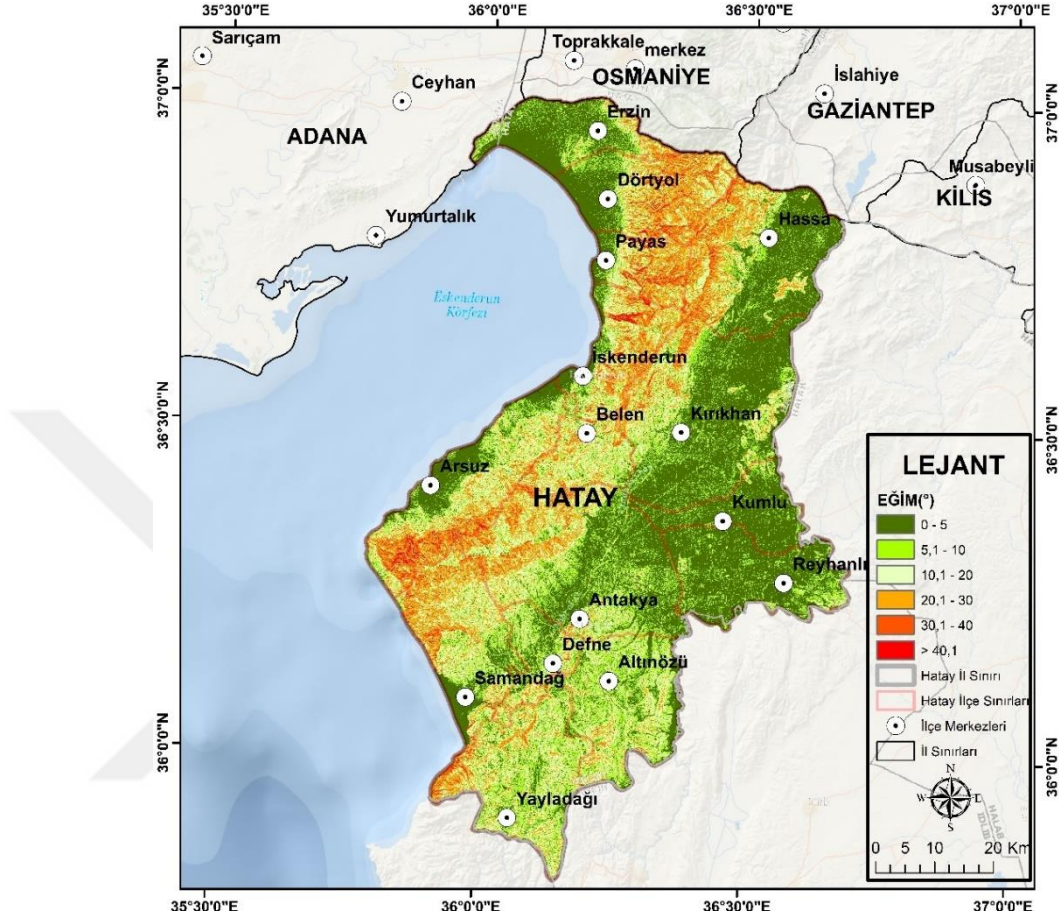
Eğim, orman yangınlarının yayılmasında etkili olan kritik faktörlerden biridir. Yanıcı maddelerin ön ısınmalarını artırarak alevleri yakınlaştırmaları nedeniyle yanmayı kolaylaştırır. Rüzgar etkisinin olmadığı bir durumu ele alırsak, ısı ve alevler genellikle yamaç eğimindeki artışa paralel olarak ilerler. Teie'nin (1997) yaptığı bir çalışma, %50'lik bir eğimin, 8 km/h hızındaki rüzgarın etkisi altında yangının yayılmasını eşit derecede etkilediğini göstermiştir.

Alevler genellikle yamaç eğiminin yukarı doğru hareket etme eğiliminde olduğundan, yamacın alt kısımları genellikle ısıdan uzak kalır. Ancak, eğimdeki artışla birlikte, yanıcı malzemenin aşağı yönlü yuvarlanma olasılığı da artar. Bu durum, eğimin yangının daha hızlı yayılmasına katkı sağladığı anlamına gelir. Dolayısıyla, eğim, yangınla mücadele çalışmalarını zorlaştıran bir faktör olarak kabul edilir (Teie, 1997). Perry'nin (1990) çalışmasına göre, eğim oranındaki her %20'lik artış, yangının yayılma hızını ikiye katlamaktadır.

Zeminin eğiminin, yangınların büyüme hızı üzerindeki etkisi, rüzgarın etkisiyle hemen hemen aynı düzeydedir. Bu etki, diğer faktörlerin aynı olduğu koşullarda eğimli arazilerde yangınların daha hızlı ilerlediği gerçeğiyle açıklanabilir (Andrews ve Chase, 1989). Bu nedenle, eğim, orman yangınlarının kontrolü ve mücadelesi sırasında dikkate alınması gereken önemli bir parametredir.

Şekil 4.1'de verilen eğim haritası temin edilen ve düzenlenen DEM verisi temel alınarak CBS ortamında yüzey analizleri kullanılarak üretilmiştir. Eğim haritası baz alındığında çalışma alanında en yüksek eğime sahip nokta 74 dereceye kadar çıkabilmektedir. Hatay ili eğim durumu eğim grupları bazında değerlendirildiğinde %39,5'i düz olarak isimlendirilen 5 dereceden küçük eğimli alanlardan, %2,7'si ise engebeli alandan oluşmaktadır. Çalışma alanının en hakim eğim grubu 0-5 derece arasında değer alan düz alan grubudur (Çizelge 4.1). Az eğimli olarak isimlendirilen 5-

10 derece eğime sahip alanlar ise çalışma alanının %21,8'ünü kapsayarak en çok gözlemlenen ikinci eğim grubu olarak göze çarpmıştır.



Şekil 4.1.Hatay İli eğim durumu

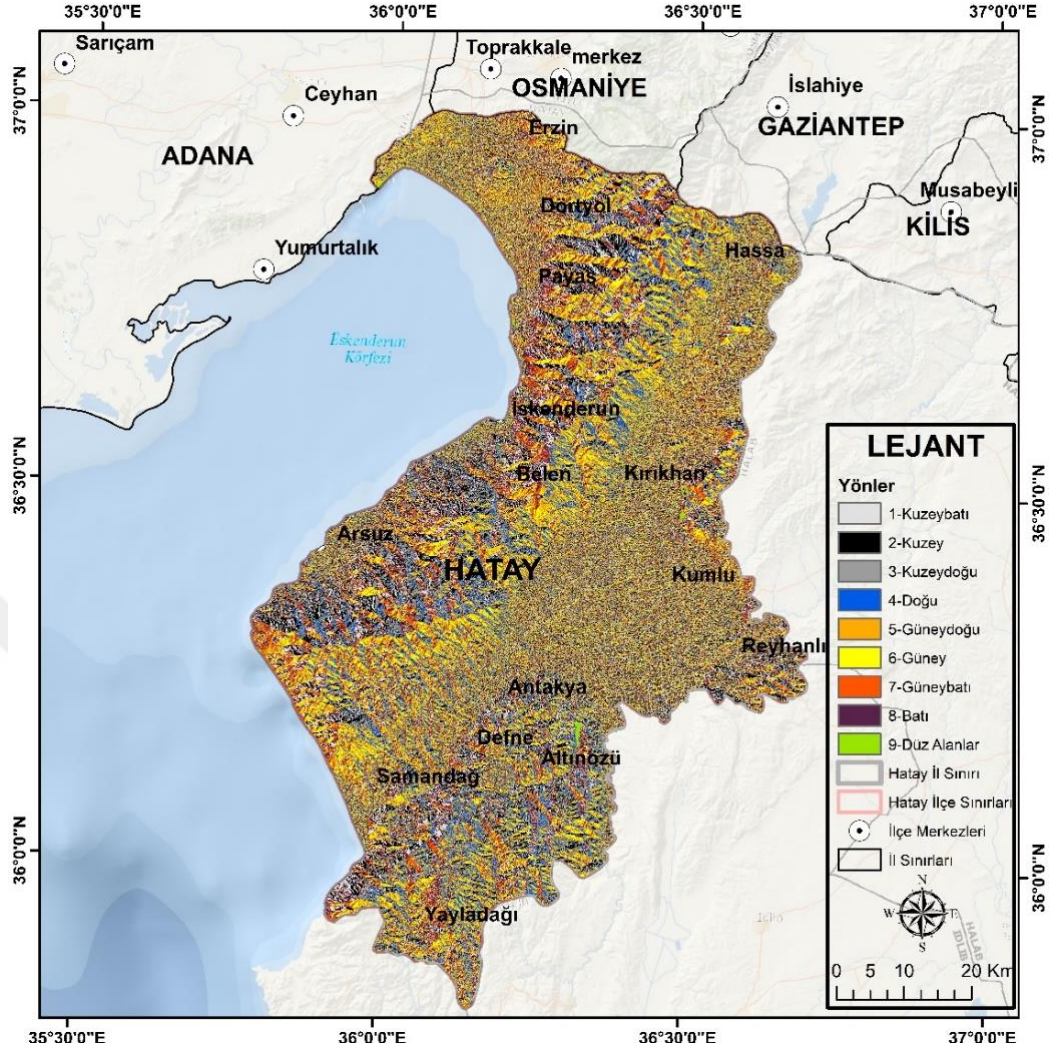
Çizelge 4.1.Hatay İli eğim grupları alansal dağılımı.

Eğim Grupları	Grup Dereceleri	Ha	Alan	Yüzde
Düz	5	218090		%39,5
Az eğimli	5,1-10	120458		%21,8
Orta eğimli	10,1-20	89867		%16,3
Eğimli	20,1-30	64666		%11,7
Çok eğimli	30,1-40	43855		%8,0
Engebeli	>40,1	14797		%2,7

4.2. Bakı

Bakı, güneşlenme süresinin bir ifadesidir. Kuzey yarım kürede güneşlenme süresi, yani solar radyasyona maruz kalma süresi en yüksek bakılar sırasıyla güney ve batı bakılardır. Sırasıyla Doğu ve kuzey bakılarda ise güneşlenme süresi daha düşüktür (Skidmore, 1997). İnsanlar da tarih boyunca gıda saklama dışında güney bakıları tercih etmişlerdir (Hayli ve Canpolat, 2018).

Şekil 4.2’de verilen bakı haritası temin edilen ve düzenlenen DEM verisi temel alınarak CBS ortamında yüzey analizleri kullanılarak üretilmiştir. Üretilen bakı görüntüsüne göre havzada tüm bakıların birbirine alansal olarak yakın dağılışı gösterdiği görülmektedir. Bu rağmen güney bakılı alanlar havzada %15,4'lük bir alan ile en yaygın bakı yönüdür. Güneyin hemen arkasından kuzey ve güney bakıları gelmektedir. Çalışma alanında tam düz (eğimi sıfıra eşit olan) alanlar ise %1,2 oran ile en düşük yayılımı göstermektedir.



Şekil 4.2. Hatay İli bakı durumu

Çizelge 4.2. Hatay İli bakıları alansal dağılımı.

Bakı Grupları	Alan	
	Ha	Yüzde
Kuzeybatı	68503	%12,4
Kuzey	72923	%13,2
Kuzeydoğu	63977	%11,6
Doğu	55612	%10,2
Güneydoğu	67371	%12,2
Güney	85193	%15,4
Güneybatı	72155	%13,1
Batı	59514	%10,8
Düz alanlar	6483	%1,1

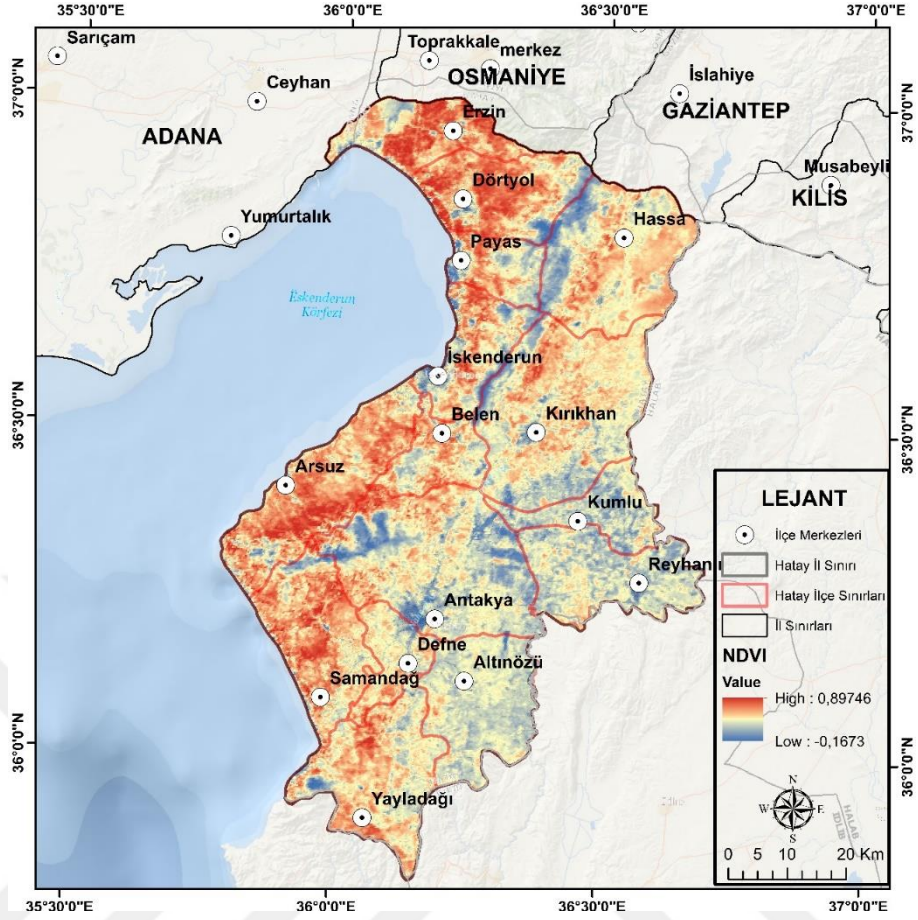
4.3. NDVI

NDVI indeksi, bitki örtüsünün yeşilliği ve canlılığı hakkında bilgi sağlar. Bu indeks, bitkilerin fotosentetik aktivitelerini gösterir ve ormanlık alanlardaki yeşillik miktarını belirlemeye yardımcı olur. Bitkiler, güneşten aldıkları ışığı fotosentez için kullanırken kırmızı ışığı emer ve yakın kızılötesi ışığı yansıtır. NDVI değeri, bu yansımaların ölçülmesiyle hesaplanır. Sentinel-2, geniş spektral bant aralığı ve yüksek mekansal çözünürlük gibi birçok avantaj sunmasına rağmen, orman yangınlarının hızlı tespiti ve izlenmesi için gerekli olan yüksek zaman çözünürlüğü ve termal algılama kapasitesine sahip değildir. İndirilen Sentinel-2 görüntülerinde zaman olarak alınan verilerin uygun olmadığı görülmüştür. Bu nedenle NDVI verisi TERRA uydusundaki MODIS sensörü MOD13Q1 kodlu referans verisi kullanılarak elde edilmiştir. NDVI verisi MODIS için Denklem 5.1'deki formülle hesaplanmaktadır.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (5.1)$$

NDVI değeri -1 ile 1 arasında hesaplanır. -1 değeri bitki örtüsü olmayan alanlarda hesaplanırken 1 değeri çok yoğun bitki örtüsünü ifade eder. Hesaplama için 0,76 – 0,90 aralığındaki yakın kızıl ötesi bant (NIR) ile 0,63 – 0,69 arası kırmızı bant (RED) kullanılır. Bitki örtüsünün canlılık durumu yana bilirliliğini etkiler. Bu nedenle NDVI değeri yangın çıkma ihtimali konusunda bilgi taşımaktadır.

Şekil 4.3'de verilen NDVI haritası temin edilen ve düzenlenen MODIS verisi temel alınarak CBS ortamında analizler kullanılarak üretilmiştir. Üretilen NDVI görüntüsüne göre maksimum değer 0,89746 minumum değer ise -0,1673 olduğu görülmüştür.

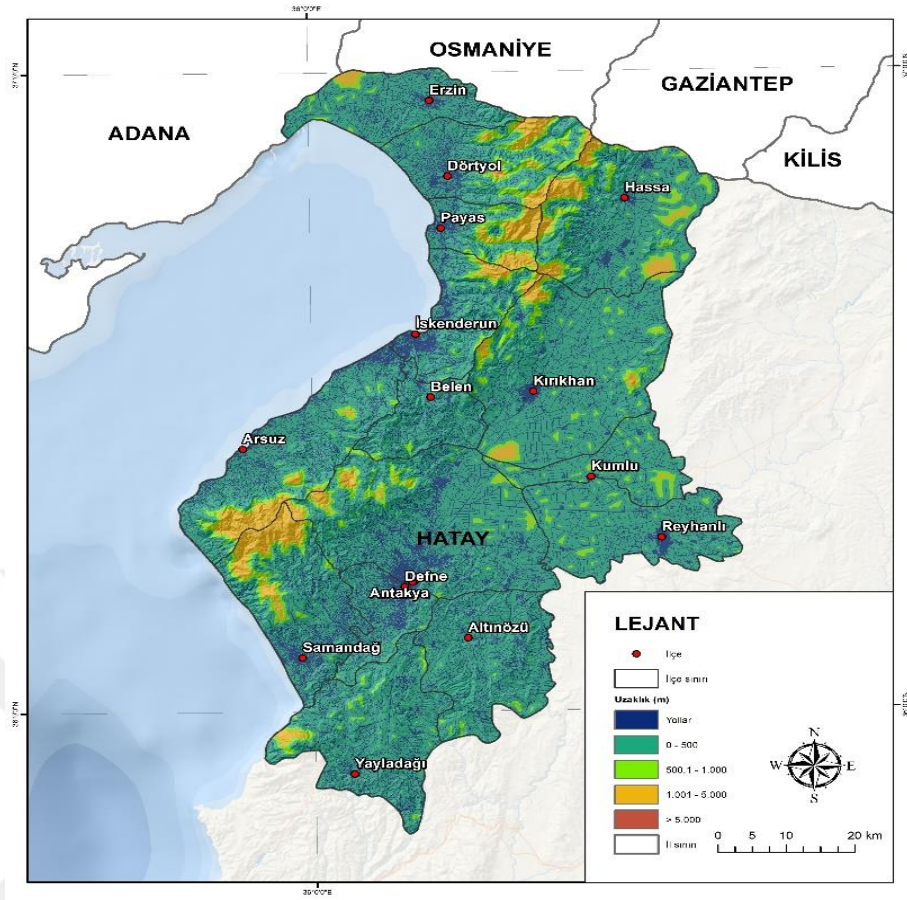


Şekil 4.3. Hatay İli NDVI görüntüsü

4.4. Yola Olan Uzaklık

Orman yangınları, doğal sebeplerin yanı sıra, insanların dikkatsizliği ve sorumsuzluğu nedeniyle de ortaya çıkabilmektedir. Özellikle ormanlık alanlara yakın mesafedeki yol hatları, üzerindeki insan faaliyetleri, araç hareketliliği ve çeşitli aktivitelerin yoğunluğu, insan kaynaklı yangınların oluşmasında kritik bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, ormanlık bölgelerin özellikle yol yakınlığına dikkat edilmesi gereken ve yangın çıkma olasılığı açısından yüksek risk taşıyan alanlar olduğunu göstermektedir (Karabulut ve ark., 2013; Zainalabden, 2022).

Yola uzaklık CBS ortamında uzaklık analizleri ile, elde edilen yol verisi kullanılarak üretilmiştir. Çalışmaya ait yola uzaklık haritası (Şekil 4.4)'de gösterilmiştir.

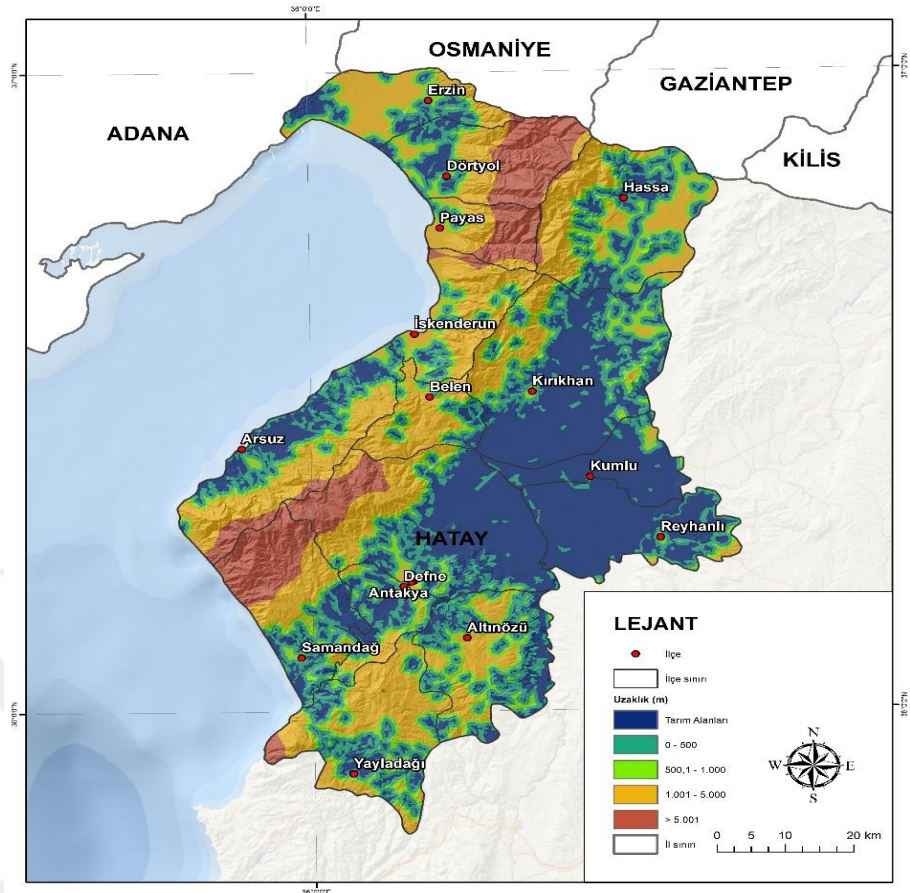


Şekil 4.4. Hatay İli yollar mesafe

4.5. Yerleşime Olan Uzaklık

Orman yangınları riskinde yerleşime olan uzaklık, yangınların yayılma hızı ve etkisi üzerinde önemli bir etkidir. Yerleşimlere uzak ormanlık alanlar, yangınların şehir ve kasaba bölgelerine ulaşma olasılığını azaltabilir. Uzaklık, yangınların insan yerleşimlerine ulaşmadan önce kontrol altına alınması için yangın söndürme ekiplerine daha fazla zaman ve fırsat tanır. Ayrıca, yerleşimlere uzak ormanlık bölgelerde yangın güvenliği önlemleri daha etkili bir şekilde uygulanabilir.

Yerleşime uzaklık CBS ortamında uzaklık analizleri ile, elde edilen yerleşim merkezi konumları verisi kullanılarak üretilmiştir. Çalışmaya ait yola uzaklık haritası (Şekil 4.5)'de gösterilmiştir.

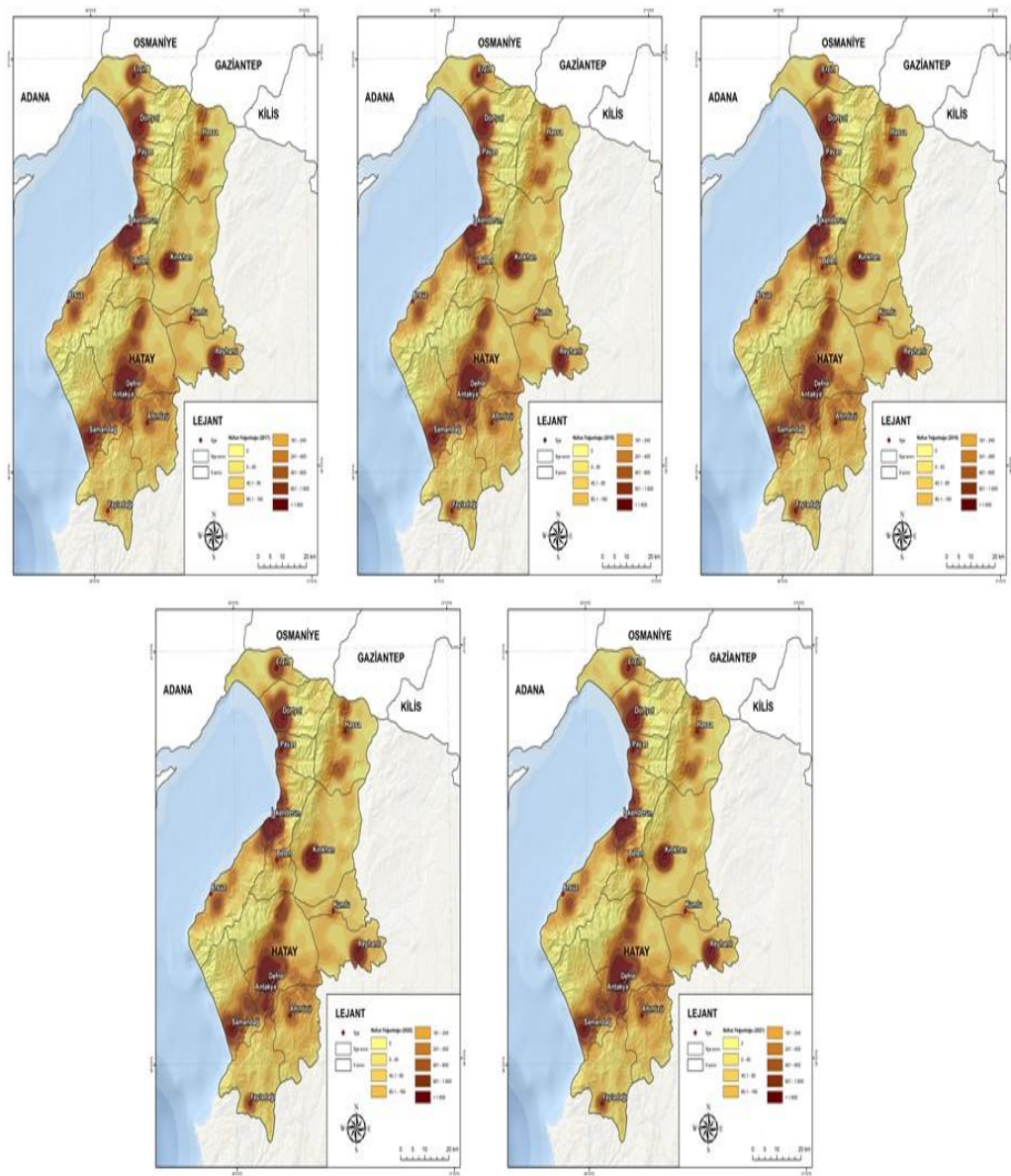


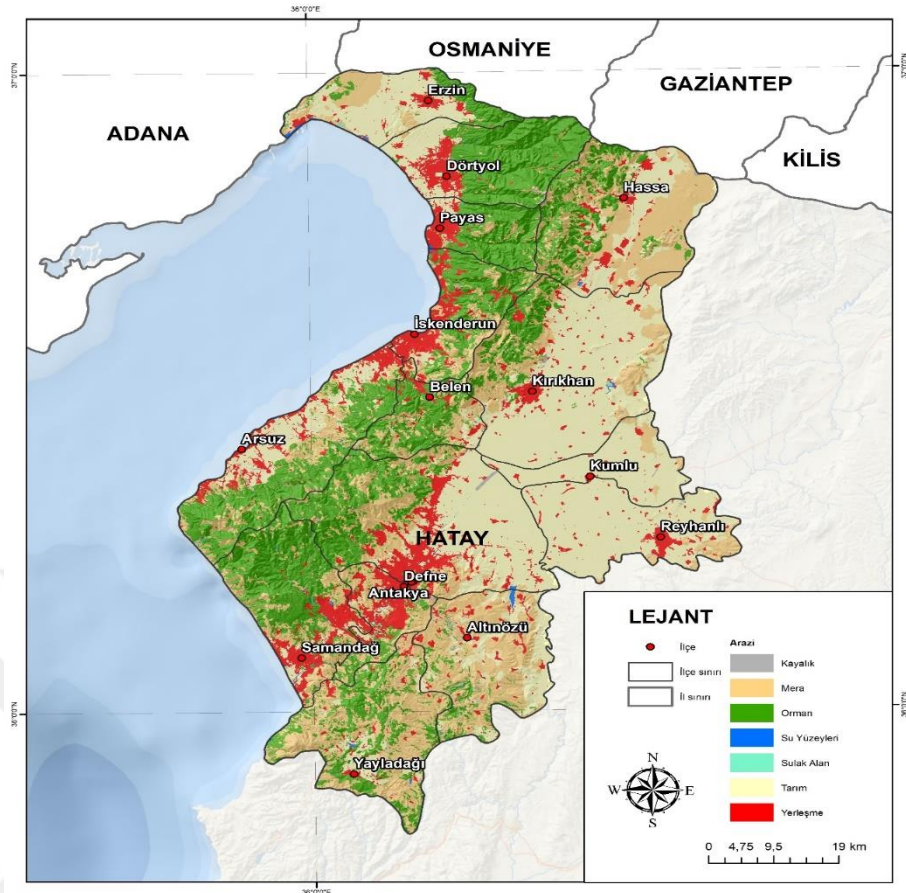
Şekil 4.6. Hatay İli tarıma uzaklık mesafe

4.7. Nüfus Yoğunluğu

Orman yangını riskinde nüfus yoğunluğu, yangınların etkileri üzerinde belirleyici bir faktördür. Yoğun nüfuslu bölgeler, ormanlık alanlara yaklaştıkça yangın tehlikesi artar. Artan nüfus, orman yangınlarına karşı savunmasızlık yaratır, çünkü insan yerleşimleri yangınlara daha yakın hale gelir ve yangın kontrolü daha zor hale gelir. Aynı zamanda, yoğun nüfuslu alanlarda yaşayan insanlar, yangınların hızlı yayılmasından ve evlerin etkilenmesinden daha fazla etkilenebilir. Bu nedenle, ormanlık bölgelerdeki nüfus yoğunluğu ile yangın yönetimi politikaları arasında dengeli bir ilişkinin kurulması hem yangın riskini azaltmada hem de toplum güvenliğini sağlamada önemli bir rol oynar.

Nüfus yoğunluğu haritası 2017-2021 yılları arası için noktasal nüfus verilerinin interpolasyonu yüzey verileri olarak üretilmiştir. Çalışmaya ait nüfus yoğunluğu haritaları (Şekil 4.7)'de gösterilmiştir.





Şekil 4.8. Esri arazi kullanım arazi örtüsü

4.9. Yakıt Nem İndeksi

Bitki örtüsünün yanabilme riski, özellikle altında biriken ölü bitki materyallerinin nem seviyesiyle yakından ilişkilidir. Bu materyaller, potansiyel bir yangın durumunda önemli bir yakıt kaynağı oluştururlar. Bu sebeple, yangın riskinin tahmin edilmesinde nem seviyesi kritik bir öneme sahiptir. Yakıt nem indeksi (Fuel Moisture Index - FMI), bu riski belirlemek için kullanılan önemli bir ölçüttür.

Sharples ve ark. (2009), geliştirdiği FMI hesaplama yöntemi, bu bağlamda etkili sonuçlar vermektedir. Denklem 5.2, bu hesaplamanın temelini oluşturur ve bitki materyalinin nem içeriğini dikkate alarak yangın riskini tahmin etmeye yardımcı olur. Bu denklem, bitki örtüsünün yanabilirlik potansiyelini analiz etmek için önemli bir araçtır.

FMI'nin hesaplanmasında, ölü bitki materyalinin nem oranı belirleyici bir faktördür. Nem seviyesi yüksek olan materyaller, yangın riskini azaltırken, düşük nem

Yakıt nem indeksi, yangın yönetimi ve ormancılık gibi alanlarda önemli bir rol oynar. Yangın riskinin tahmin edilmesi ve önlenmesi için doğru kararların alınmasına yardımcı olur. Bu sayede, doğal alanların korunması ve insan yaşamının güvenliği için önemli bir araç haline gelir. Sharples ve ekibinin çalışması, bu alanda yapılan araştırmalara önemli bir katkı sağlamaktadır ve yangın yönetimine yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunur.

Burada;

T : Sıcaklık,

H : K_{1sm1} Nemdir.

The map displays the spatial distribution of the Fuel Humidity Index (Yakıt Nem İndeksi) across Hatay Province. The index values range from 0.75 (Low, blue) to 0.93 (High, red). The highest values are concentrated in the southern and eastern parts of the province, particularly around Antakya and Latakia. The lowest values are found in the northern and western parts, such as around Latakia and Latakia. The map also shows the province's boundaries, major cities, and the Mediterranean Sea.

43

Çizelge 4.3. Antakya İlçesi Yakıt Nem İndeksi

Dek Sıralaması	Ortalama Tarih	Sıcaklık	Kısmi Nem	Yakıt Nem İndeksi
Dek01	8 Ocak	8,8	77,3	27,1
Dek02	23 Ocak	7,6	72,7	26,3
Dek03	10 Şubat	9,6	70,2	25,2
Dek04	26 Şubat	11,1	70,6	24,9
Dek05	14 Mart	13,8	71,8	24,5
Dek06	30 Mart	14,3	69,6	23,8
Dek07	15 Nisan	16,2	70,4	23,5
Dek08	1 Mayıs	19,4	66,5	21,8
Dek09	17 Mayıs	22,4	61,7	19,8
Dek10	2 Haziran	23,4	63,7	20,1
Dek11	18 Haziran	24,4	70,4	21,5
Dek12	4 Temmuz	27,0	68,5	20,4
Dek13	20 Temmuz	27,8	69,5	20,4
Dek14	5 Ağustos	28,4	68,8	20,1
Dek15	21 Ağustos	28,2	68,4	20,1
Dek16	7 Eylül	27,6	66,6	19,8
Dek17	22 Eylül	25,6	66,4	20,2
Dek18	8 Ekim	23,0	50,0	16,8
Dek19	24 Ekim	20,2	50,3	17,5
Dek20	10 Kasım	16,4	63,3	21,7
Dek21	25 Kasım	12,2	69,0	24,2
Dek22	11 Aralık	11,0	78,3	26,8
Dek23	27 Aralık	8,8	79,9	27,8

4.10. Yangın Risk Modeli

Doğal alan yangın riski değerlendirmesinde, çeşitli faktörlerin etkisi önemlidir. Bu faktörler arasında bitki örtüsünün su stresi, hava koşulları, insan yerleşimleri ve bitki örtüsü türleri gibi değişkenler bulunmaktadır. Ayrıca, yanıcı materyallerin varlığı, hava durumu ve arazinin topografik yapısı gibi faktörler de yangının nasıl davranacağını belirleyebilir.

Çok kriterli analizler, bu tür karmaşık durumlarda etkili bir modelleme yöntemi olarak öne çıkar. Bu yöntem, farklı kriterleri entegre ederek karar verme sürecini destekler. Bu, çeşitli olası çözümleri karşılaştırırken çoklu faktörleri dikkate almayı sağlar. Alternatiflerin oluşturulması geniş bir yelpazede olabilir ve yöntemin uygulanmasında standartlaştırma ve ağırlıklandırma olmak üzere iki temel adım bulunur.

Standartlaştırma, farklı ölçeklerdeki verileri aynı ölçeğe getirmek için kullanılır. Bu, verilerin karşılaştırılabilir hale gelmesine yardımcı olur. Ağırlıklandırma ise, değişkenlerin önem derecelerine göre değerlendirilmesini sağlar. Bu değerler, belirlenen kriterlerin önemine göre atanır. Kriterler uzmanlara yöneltilen anketler sonucunda ortaya çıkmıştır (Ek 1). Anket 17 kişiye yapılmıştır. Ankette cevap veren 10 kişi peyzaj mimarı, 3 öğretim görevlisi, 1 coğrafi bilgi sistemleri uzmanı, 1 üniversite öğrencisi ve 2 harita mühendisi tarafından cevaplanmıştır.

Anketler sonucunda oluşan ağırlıklandırma katsayılarının (çizelge 4.4) sonucunda faktörlerin yangın risk artışı ve azalışına göre iki farklı denklem Fuzzy yöntemiyle değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 4.4.Orman Yangını Risk Etki Seviyeleri Katsayıları

Çevresel Faktörleri Yangın Oluşmasındaki Etki Seviyeleri	Ortalama Risk Durumu
Eğim	2,41
Bakı	3,29
Yükseklik	2,71
Yola Uzaklık	3,24
Tarıma Alanına Uzaklık	2,47
Yerleşim Yerine Uzaklık	2,65
Bitki Örtüsü (NDVI)	3,41
Yakıt Nem İndeksi	2,94
Evopotransporasyon	2,88
Yer Yüzeyi Sıcaklığı	3,41
Günlük Ortalama Sıcaklık	3,47
Günlük Maksimum Sıcaklık	3,53
Günlük Ortalama Nispi Nem	2,94
Günlük Ortalama Rüzgar Hızı	3,65
Günlük Toplam Yağış	2,24
Arazi Kullanım/ Arazi örtüsü	3,65

Fuzzy yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilen standardizasyon işleminde, çeşitli yersel değişkenlerin ortak bir ölçeğe (0-1 arası) getirilmesi hedeflenmiştir. Bu süreçte, her bir fuzzy seti fonksiyonu değerlendirilerek bu setlere ait her bir piksel için hesaplama yapılır. Sigmoidal, J-shaped ve doğrusal fonksiyonlar gibi farklı fuzzy fonksiyonlar kullanılarak, her bir değişkenin değer aralığına göre en düşük ve en yüksek değerlerden elde edilen kontrol noktaları belirlenir. Bu kontrol noktaları, fonksiyonun davranışını

tanımlar ve her bir fonksiyonun nasıl şekillendirileceğini belirler. İlk nokta fonksiyonun sıfırdan yükselmeye başladığı alanı temsil etmektedir. İkinci nokta fonksiyonun 1'e ulaştığı yerdir. Üçüncü nokta fonksiyonun yeniden 1'den aşağı doğru düşmeye başladığı alan ve 4. nokta ise fonksiyonun 0 değerine geri döndüğü alandır. Bu kontrol noktalar sayesinde, fuzzy fonksiyonlar yersel değişkenlerin değer aralıklarını belirler ve bu aralıklar içerisindeki geçişleri yumuşatarak daha akıcı hale getirir. Bu süreçte, belirlenen farklı sınırlar arasında daha pürüzsüz ve geçişken bir model oluşturulması sağlanır.

Fuzzy yaklaşımı, değişkenler arasındaki geçişlerin daha yumuşak olmasını sağlarken, her bir değişkenin etkisini de belirli bir ölçek üzerinde tutarak analizlerin daha tutarlı ve karşılaştırılabilir olmasını sağlar. Bu yöntem, yersel değişkenlerin etkilerini daha net bir şekilde ortaya koyarak, özellikle karmaşık ve belirsiz sistemlerde daha doğru tahminler yapmayı mümkün kılar. Karmaşık ve çoklu faktörlerin dikkate alınmasına olanak tanır ve karar verme sürecine daha objektif bir yaklaşım getirir. Bu bağlamda, çalışma ile çok kriterli analiz mantığı doğal alan yangın riski değerlendirmesine adapte edilmiştir. Yangın riskini belirlemek için kullanılan bu yöntem, bir dizi faktörü entegre ederek karmaşık bir değerlendirme sağlar. Denklem 5.5'de verilmiştir.

$$YRI = \sum_{i=1}^n \frac{AK_i \times SEF_i}{AK} \quad 5.5$$

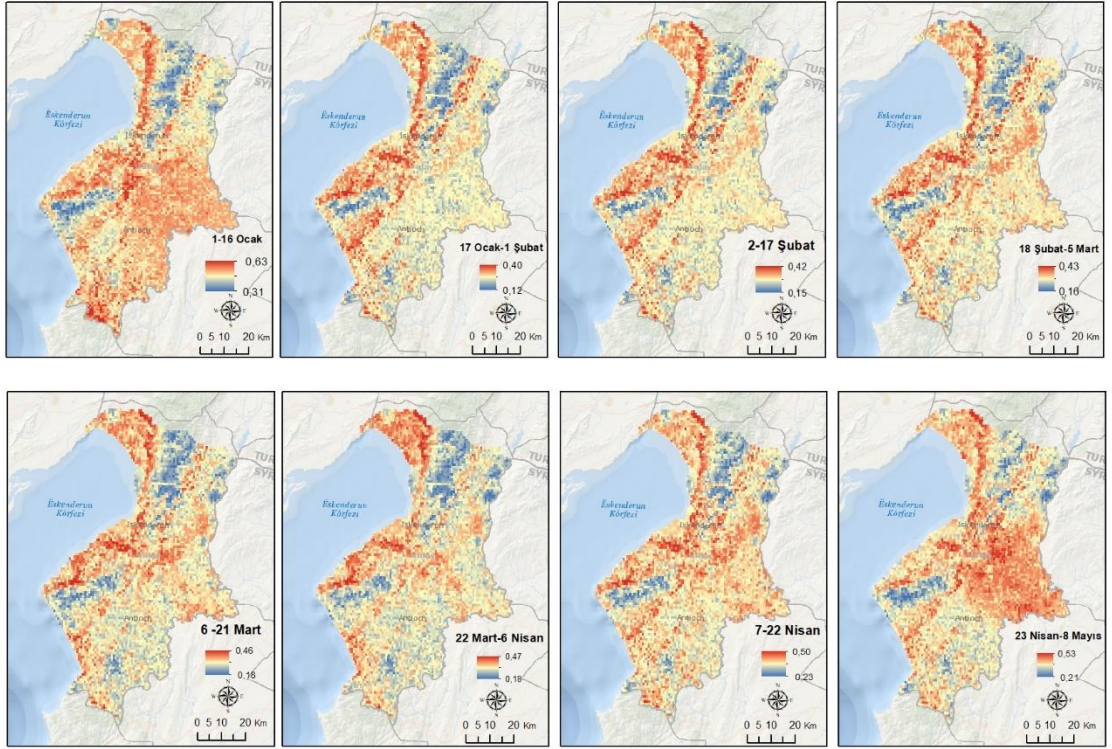
Burada;

YRI : Yangın Risk İndeksi,

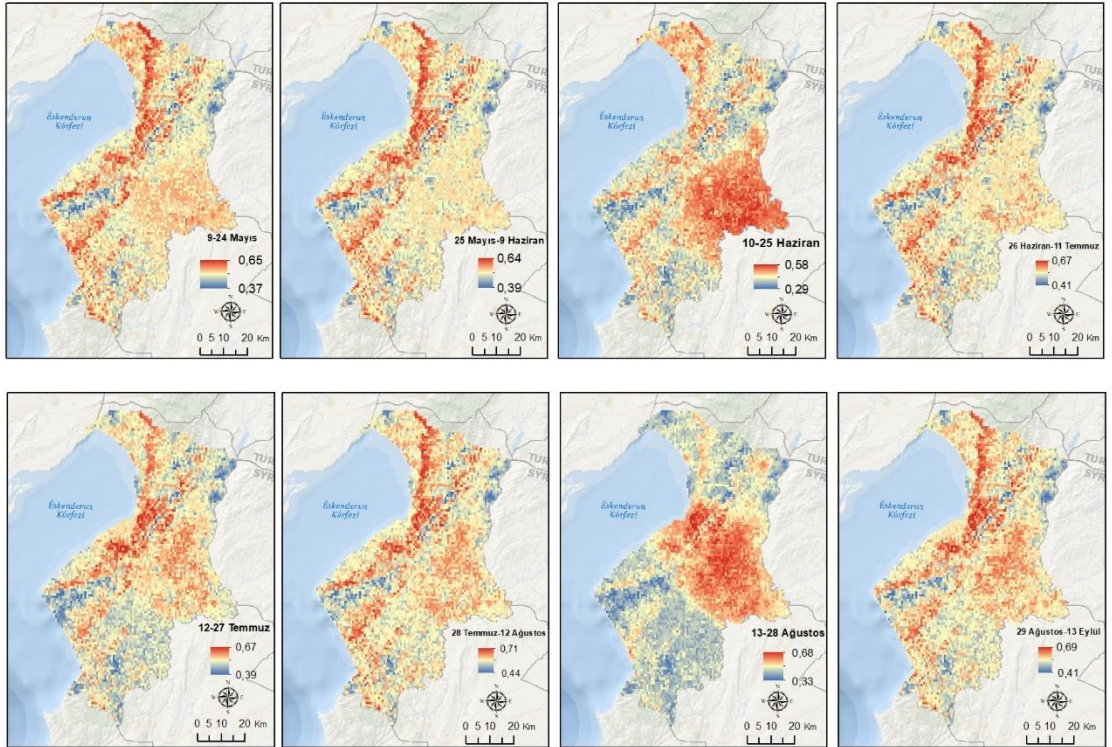
AK : Ağırlık Katsayısı,

SEF : Standardize Edilmiş Faktördür.

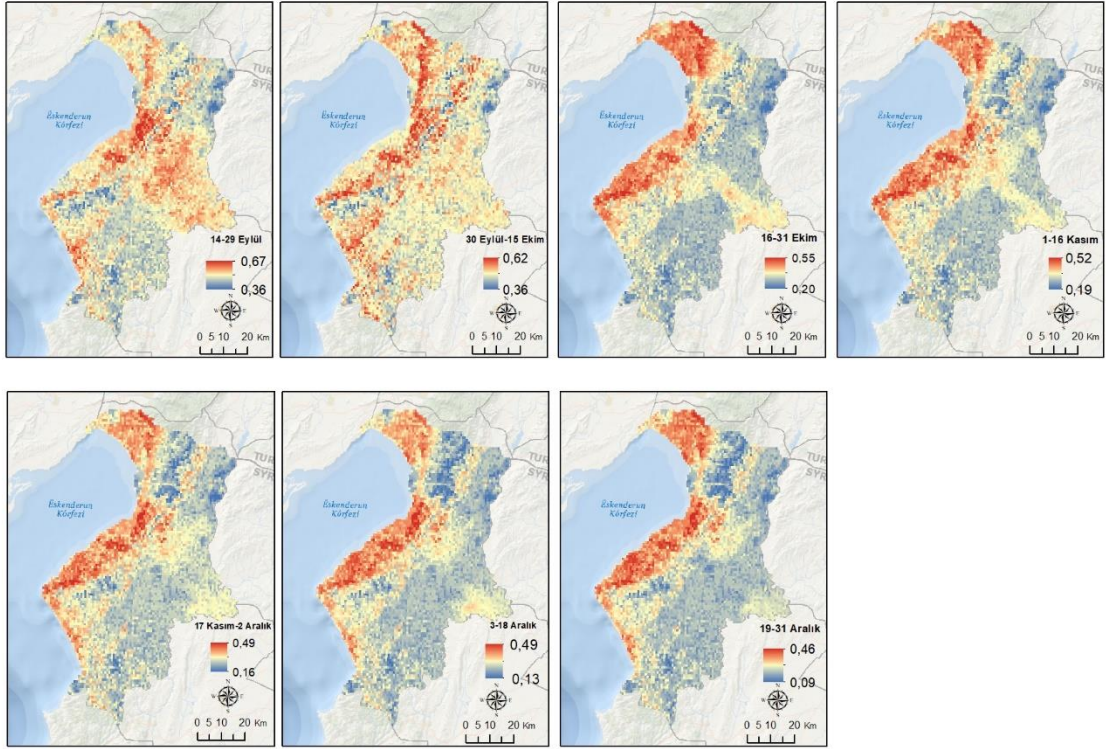
Bu denklem dahilinde arazi örtüsü, günlük toplam yağış, günlük ortalama ve maksimum sıcaklık, günlük ortalama nispi nem, eğim, bakı, yükseklik, günlük ortalama rüzgâr hızı, yakıt nem indeksi, yer yüzeyi sıcaklık, nüfus yoğunluğu, yerleşime uzaklık, tarıma uzaklık, yola uzaklık ve NDVI gibi faktörler değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 4.10. Yangın Risk 16 Günlük (Ocak- Mayıs)



Şekil 4.11. Yangın Risk 16 Günlük (Mayıs- Eylül)

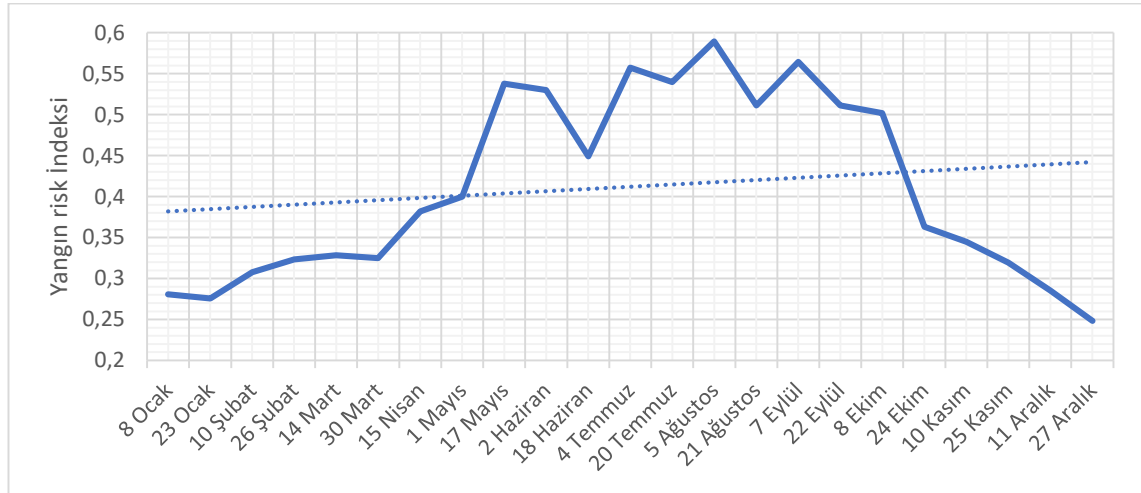


Şekil 4.12. Yangın Risk 16 Günlük (Eylül- Aralık)

Yangın risk 16 günlük verilerinin ortalama ve standart sapmaları hesaplandı ve grafik haline getirildi. 16 günlük ortalama veriler Çizelge 5.3’de verilmiştir. Ortalama verilerden yola çıkarak yangın risk ortalaması yüksek olan aylar Mayıs-Eylül arası yüksek risk olarak Ocak-Mart ve Kasım- Aralık aylarında ise yangın risk ortalaması düşüktür. 16 Günlük Yangın Risk Ortalama Şekil 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. 16 Günlük Yangın Risk Ortalaması

Dekad Sıralaması	Ortalama Tarih	Ortalama Değer	Yüzde
DEK01	8 Ocak	0,28	%3
DEK02	23 Ocak	0,28	%3
DEK03	10 Şubat	0,31	%3
DEK04	26 Şubat	0,32	%3
DEK05	14 Mart	0,33	%3
DEK06	30 Mart	0,32	%3
DEK07	15 Nisan	0,38	%4
DEK08	1 Mayıs	0,40	%4
DEK09	17 Mayıs	0,54	%6
DEK10	2 Haziran	0,53	%6
DEK11	18 Haziran	0,45	%5
DEK12	4 Temmuz	0,56	%6
DEK13	20 Temmuz	0,54	%6
DEK14	5 Ağustos	0,59	%6
DEK15	21 Ağustos	0,51	%5
DEK16	7 Eylül	0,56	%6
DEK17	22 Eylül	0,51	%5
DEK18	8 Ekim	0,50	%5
DEK19	24 Ekim	0,36	%4
DEK20	10 Kasım	0,34	%4
DEK21	25 Kasım	0,32	%3
DEK22	11 Aralık	0,29	%3
DEK23	27 Aralık	0,25	%3



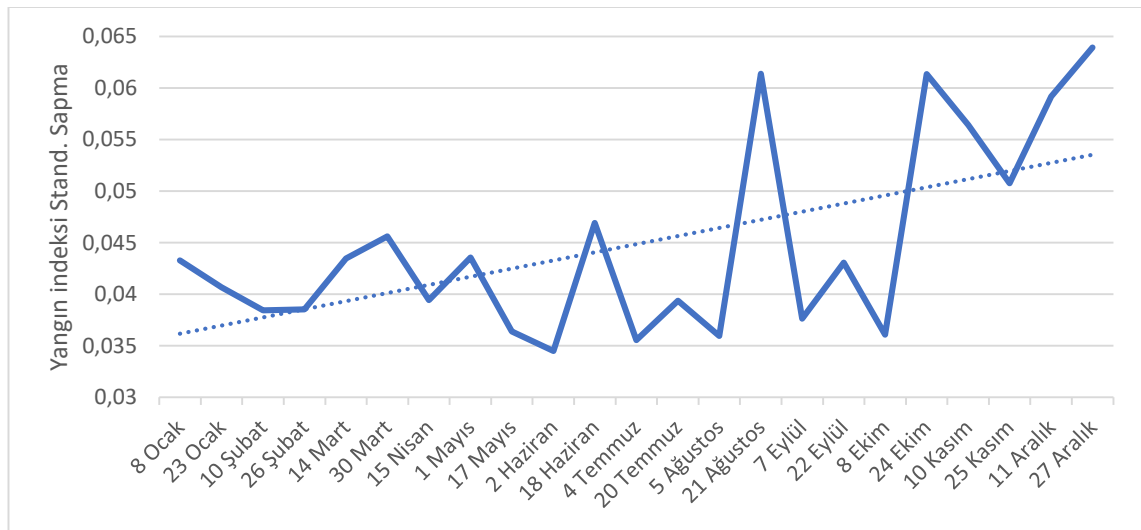
Şekil 4.13. 16 Günlük Yangın Risk Ortalama Grafiği

16 günlük standart sapma veriler Çizelge 5.4 'de verilmiştir. Ortalama verilerden yola çıkarak yangın risk standart sapması yüksek olan aylar Ağustos, Ekim, Aralık arası

yüksek risk olarak Mayıs- Haziran aylarında ise yangın risk standart sapması düşüktür. 16 Günlük Yangın Risk Standart Sapma Şekil’4.14 de verilmiştir.

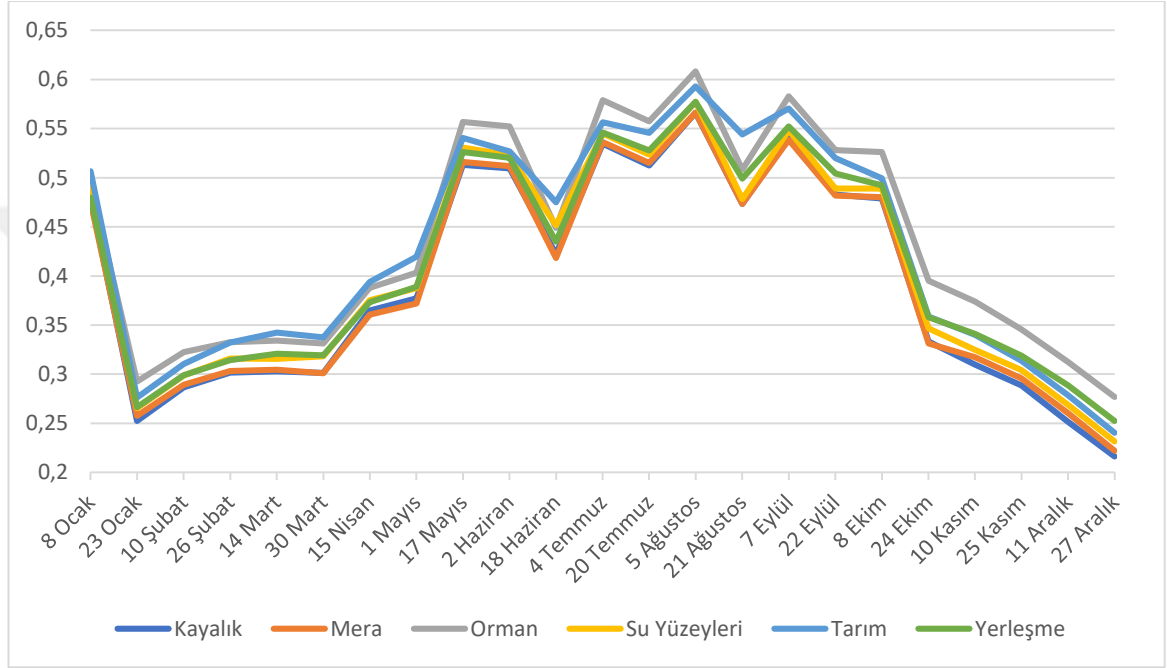
Çizelge 4.6. 16 Günlük Yangın Risk Standart Sapması

Dekad Sıralaması	Ortalama Tarih	Standart Sapma	Yüzde
DEK01	8 Ocak	0,04	%4,20
DEK02	23 Ocak	0,04	%3,94
DEK03	10 Şubat	0,04	%3,73
DEK04	26 Şubat	0,04	%3,74
DEK05	14 Mart	0,04	%4,21
DEK06	30 Mart	0,05	%4,42
DEK07	15 Nisan	0,04	%3,82
DEK08	1 Mayıs	0,04	%4,22
DEK09	17 Mayıs	0,04	%3,53
DEK10	2 Haziran	0,03	%3,35
DEK11	18 Haziran	0,05	%4,55
DEK12	4 Temmuz	0,04	%3,45
DEK13	20 Temmuz	0,04	%3,82
DEK14	5 Ağustos	0,04	%3,49
DEK15	21 Ağustos	0,06	%5,95
DEK16	7 Eylül	0,04	%3,65
DEK17	22 Eylül	0,04	%4,18
DEK18	8 Ekim	0,04	%3,50
DEK19	24 Ekim	0,06	%5,95
DEK20	10 Kasım	0,06	%5,47
DEK21	25 Kasım	0,05	%4,92
DEK22	11 Aralık	0,06	%5,74
DEK23	27 Aralık	0,06	%6,20



Şekil 4.14. 16 Günlük Yangın Risk Standart Sapma

Arazi kullanım verileri, belirli alanların yangın riskini belirlemede kritik bir rol oynar; bu verilerin analiz edilmesiyle, yangın riski yüksek bölgeler daha net bir şekilde belirlenebilir ve önleyici tedbirler alınabilir. Öte yandan, 16 günlük yangın risk ortalaması, kısa vadeli yangın riskinin izlenmesi ve değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir, böylece yangın müdahale ekipleri ve ilgili yetkililer, yangın çıkma olasılığı yüksek dönemlerde daha hazırlıklı olabilirler (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Arazi Kullanım ve 16 Günlük Yangın Risk Ortalaması

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hatay ili için geliştirilen mekânsal ve periyodik yangın risk izleme modeli, yangın risklerinin daha etkili bir şekilde yönetilmesi ve yangınlara karşı daha hazırlıklı olunması açısından önemli bulgular sunmaktadır. Model, yangın riski yüksek bölgelerin ve dönemlerin belirlenmesinde başarılı olmuş, yangın yönetimi ve müdahale süreçlerinde stratejik planlamalar için güvenilir bir kaynak olmuştur. Geliştirilen bu modelin, yangın riskinin azaltılması ve yangın sonrası rehabilitasyon çalışmalarının etkinliğinin artırılması için kullanılabilirliği, Hatay ili örneğinde başarılı bir şekilde gösterilmiştir.

Model, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak, yangın riskine etki eden faktörlerin mekânsal dağılımını ve zaman içindeki değişimlerini analiz etmeyi başarmıştır. Bu faktörler arasında bitki örtüsü, topografya, iklim verileri ve insan faaliyetleri gibi değişkenler yer almaktadır. Çalışmada mekânsal ve periyodik yangın risk izleme modeli belirlenmesinde yükseklik, eğim, bakı, yol hatlarına uzaklık, yerleşime olan uzaklık, tarıma olan uzaklık, yer yüzey sıcaklığı, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), nüfus yoğunluğu ve yakıt nem indeksi faktörleri dikkate alınmıştır. Çalışmada faktörlerin kriter ağırlıkları uzmanlara sorularak onların görüşleri baz alınarak fuzzy yönteminde kullanılmıştır. İkili karşılaştırma sonucu elde edilen matrise göre en yüksek ağırlığa sahip kriter eğimdir. Eğimden sonra sırasıyla kriter ağırlıkları yükseklik, bakı, yer yüzey sıcaklığı, meşcere tipi, yol hatlarına uzaklık ve yerleşime olan uzaklık olarak belirlenmiştir.

Modelin, yangın riskinin yüksek olduğu bölgeleri ve dönemleri belirleme konusundaki başarısı, yangın yönetiminde alınacak önlemler ve stratejiler açısından önemli bir yol gösterici olmuştur. Yangın öncesi alınacak önlemler kapsamında, risk altındaki bölgelerde yangın koruma şeritlerinin oluşturulması, yangın söndürme ekipmanlarının stratejik noktalara yerleştirilmesi ve halkın bilinçlendirilmesi gibi adımların planlanması sağlanmıştır. Model, bu tür önlemlerin hangi bölgelerde ve hangi dönemlerde daha kritik olduğunu belirlemede önemli bir rehber olmuştur. Yangın sırasında ise, modelin sağladığı verilerle etkin müdahale stratejileri geliştirilebilmiş, yangın söndürme ekiplerinin doğru ve hızlı bir şekilde yönlendirilmesi mümkün olmuştur.

Yangın sonrası rehabilitasyon çalışmaları, yangınların çevresel ve ekonomik etkilerini en aza indirmek için büyük önem taşımaktadır. Geliştirilen model, yangın

sonrası zarar gören alanların tespiti ve bu alanların yeniden kazandırılması süreçlerinde de kullanılabilir. Bu kapsamda, yangın sonrası bitki örtüsünün yeniden oluşturulması, toprak erozyonunun önlenmesi ve ekosistemlerin eski haline dönmesi için gerekli adımların planlanmasında modelden yararlanılmıştır.

Çalışma alanı faktörlerinde eğim incelendiğinde en hakim eğim grubu 0-5 derece arasında değer alan düz alan grubudur. Düz alan eğimler yangınların yayılma hızını azaltabilir ve yangın söndürme ekiplerinin müdahale etmesini kolaylaştırabilir. Ancak, düşük eğimli alanlarda bile yangın riski yok değildir, çünkü bu tür alanlarda bitki örtüsü ve kuraklık gibi faktörler yangın riskini artırabilir. Bakı incelendiğinde güney bakılı alanlar %15,4'lük bir alan ile en yaygın bakı yönüdür. Güney yönü, güneş ışığının en fazla düştüğü yöndür ve genellikle daha sıcak ve kurak olabilir. Bu nedenle, güney yönünde bulunan alanlar daha yüksek yangın riskine sahip olabilir ama bakı yangın riski modellenirken diğer faktörlerle beraber dikkate alınmalıdır. Bunun nedeni arazi kullanım, sıcaklık, NDVI gibi etmenlerin bir araya getirilmesi, yangın riskini doğru bir şekilde değerlendirmek ve uygun önlemleri almak için önemlidir.

NDVI incelendiğinde çalışmada 0,89 ile -0,16 arasında bir değer çıkmaktadır. Uzaklık verileri beş grup halinde ele alınmış ve yangın risk faktöründe kat sayıları ele alınarak risk haritası oluşturulmuştur. Genel olarak, yangın risk modellemesinde yerleşim yerlerine, tarım alanlarına ve yollara olan uzaklık, bu alanlardaki insan faaliyeti ve yanıcı malzeme yoğunluğu nedeniyle yangın riskini etkiler. Uzaklık arttıkça yangın riski genellikle azalırken, yakınlık yangın riskini artırabilir. Bu faktörlerin bir araya getirilmesiyle, yangın riski daha doğru bir şekilde belirlenebilir ve uygun önlemler alınabilir. Yangın riski modellemesinde arazi kullanımı ve arazi örtüsü, yangın olasılığını ve yangının yayılma hızını etkileyen önemli faktörlerdir. Ormanlık alanlar, mera alanları, tarım arazileri, yerleşim yerleri gibi farklı arazi tipleri farklı yangın riski seviyelerine katkıda bulunabilir. Literatür taramaları dikkate alınarak yaptığım çalışmaya en yakın ve en uygun yöntem Bingöl (2017)'de verilmiştir. Ama benim yöntemimin diğer çalışmadan farklı meteorolojik verilerin ve yakıt nem indeksinin kullanılması ve fuzzy yöntemi ile yapılmasıdır. Sonuç olarak, yangın riskinin en yüksek olduğu dönem ağustos ayı, en düşük olduğu dönem ise aralık ayıdır.

Hatay ili örneğinde geliştirilen bu modelin, yangın riski taşıyan diğer bölgeler için de uygulanabilirliği değerlendirilecektir. Türkiye genelinde ve hatta uluslararası düzeyde

yangın riski yüksek olan bölgeler için bu modelin adaptasyonu ve uygulanması, yangın yönetimi çalışmalarında büyük bir katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte, modelin sürekli güncellenmesi ve genişletilmesi, değişen iklim koşulları, bitki örtüsü dinamikleri ve insan faaliyetleri gibi faktörlerin takibi açısından kritik bir öneme sahiptir. Geliştirilen modelin gelecekteki yangın yönetimi stratejilerine katkı sağlaması için birkaç ileriye dönük öneri sunulabilir. Modelin etkinliğini artırmak için daha fazla veri kaynağının entegrasyonu önemlidir. Özellikle, gerçek zamanlı meteorolojik veriler, uydu görüntüleri ve insansız hava araçları (İHA) kullanılarak elde edilen veriler, yangın riskinin daha hassas ve güncel bir şekilde izlenmesini sağlayabilir. Yangın riskine karşı toplumsal bilinç oluşturulması ve halkın eğitilmesi, yangınların önlenmesi ve yangınlara hızlı müdahale edilmesi açısından büyük önem taşır. Eğitim programları, tatbikatlar ve yerel halkın yangın yönetimi süreçlerine aktif katılımı teşvik edilmelidir. İklim değişikliği, yangın riskini artıran önemli bir faktördür. Bu nedenle, iklim değişikliği senaryoları göz önünde bulundurularak, yangın yönetimi stratejilerinin uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, uzun vadeli planlamalar ve adaptasyon stratejileri geliştirilmelidir. Yangın riskinin yönetiminde, çevre bilimi, mühendislik, sosyoloji ve ekonomi gibi farklı disiplinlerin işbirliği ile çok disiplinli yaklaşımlar benimsenmelidir. Bu sayede, yangınların hem çevresel hem de sosyo-ekonomik etkileri daha kapsamlı bir şekilde ele alınabilir. Yangın riskinin azaltılması ve yönetimi için etkin politika ve yasal düzenlemeler gerekmektedir. Bu kapsamda, yangın öncesi, yangın sırası ve yangın sonrası süreçleri kapsayan kapsamlı bir yangın yönetim planı oluşturulmalı ve bu planın uygulanabilirliği sağlanmalıdır. Yangın yönetimi konusunda uluslararası işbirliği ve bilgi paylaşımı büyük önem taşımaktadır. Diğer ülkelerdeki yangın yönetim modelleri ve stratejileri incelenerek, başarılı uygulamalar Türkiye'ye adapte edilebilir ve uluslararası düzeyde ortak projeler geliştirilebilir.

Sonuç olarak, Hatay ili için geliştirilen mekansal ve periyodik yangın risk izleme modeli, yangın riskinin belirlenmesi ve yönetilmesinde önemli bir araç olmuştur. Modelin başarısı, yangın yönetimi ve müdahale süreçlerinde etkinliğin artırılmasına katkı sağlamış, yangın riskinin azaltılması ve yangın sonrası rehabilitasyon çalışmalarının planlanmasında yol gösterici olmuştur. Bu modelin, Türkiye'nin diğer yüksek yangın riski taşıyan bölgelerinde de uygulanabilir olması, yangın yönetiminde ülke genelinde önemli bir adım olacaktır. Gelecekte, modelin daha da geliştirilmesi ve genişletilmesi, yangın

riskinin sürekli ve daha hassas bir şekilde izlenmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda, veri kaynaklarının çeşitlendirilmesi, teknolojik gelişmelerin entegrasyonu ve toplumsal katılımın artırılması, yangın risk yönetiminde sürdürülebilir başarı için kritik unsurlar olacaktır. Ayrıca, iklim değişikliği ve diğer çevresel faktörlerin etkilerini göz önünde bulundurarak, yangın yönetimi stratejilerinin sürekli güncellenmesi ve adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Hatay ili örneğinde geliştirilen bu model, ulusal ve uluslararası düzeyde yangın yönetimi çalışmalarına önemli katkılar sağlayacak, yangın riskinin azaltılması ve doğal alanların korunması adına bilimsel ve teknolojik yaklaşımların yaygınlaştırılması için ilham kaynağı olacaktır. Böylece, yangın yönetimi konusunda daha güvenli ve sürdürülebilir bir gelecek hedeflenmektedir.



KAYNAKLAR

- Akay, A. E., Sivrikaya, F., Yenilmez, N., & Taylan, H., 2011. Yangın gözetleme kulelerinin lokasyonlarının CBS ortamında görünürlük analizi ile değerlendirilmesi. **Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu**, 24-26.
- Akay, A. E., & Erdoğan, A., 2017. GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis For Forest Fire Risk Mapping. In **4Th International Geoadvances Workshop-Geoadvances 2017: Isprs Workshop On Multi-Dimensional & Multi-Scale Spatial Data Modeling**. Copernicus Gesellschaft Mbh.
- Akay, A.E. ve Şakar, D., 2010. CBS Tabanlı Karar Destekleme Sistemi ile Orman **Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu**, Kahramanmaraş, 26-28 Ekim, 1286-
- Alkayış, M. H., Karslıoğlu, A., & Onur, M. İ., 2022. Muğla İli Menteşe Yöresi Orman Yangını Risk Potansiyeli Haritasının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi. **Geomatik Dergisi**, 7(1), 10-16.
- Alkış, Z., 1994. Coğrafi Bilgi Sistem Bileşenleri. Analizi, Bilişim Günleri, **Pamukkale Üniversitesi**, 17-19 Nisan, Denizli. Analizi: Afyon Örneği, HKMO Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi
- 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.
- Atmaca, İ., Derakhshandeh, M., Işık Pekkan, Ö., Özenen-Kavlak, M., Tunca, YS & Çabuk, SN, 2022. Lojistik Regresyon ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılarak Orman Yangını Risk Modellemesi: Muğla-Milas Örneği. **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi**, 8 (1), 66-75.
- Baltacı, U., & Yıldırım, F., 2020. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde Orman Yangını Riskinin Çok Kriterli Analizi ve Haritalandırılması. **Ormancılık Araştırma Dergisi**, 8(1), 1-11.
- Baltacı, U., 2021, Türkiye'de Orman Yangını Riskinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Olarak Çok Kriterli Analizi ve Haritalandırılması, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı Doktora Tezi**, Ankara.
- Bar S, Parida Br ve Pandey Ac., 2020. Landsat-8 And Sentinel-2 Based Forest Fire Burn Area Mapping Using Machine Learning Algorithms On Gee Cloud Platform Over Uttarakhand, Western Himalaya. **Remote Sensing Applications: Society And Environment**, 18: 100324.
- Barmpoutis, P., Papaioannou, P., Dimitropoulos, K., ve Grammalidis, N., 2020. A Review On Early Forest Fire Detection Systems Using Optical Remote Sensing. *Sensors (Switzerland)*, 20(22), 1–26. <https://doi.org/10.3390/S20226442> Baskı, İber Ofset, Trabzon.
- Bayzan, Ş., 2005. Araç potalarının en kısa yol algoritmaları kullanılarak belirlenmesi ve net ortamında simülasyonu (Master's thesis, **Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**).
- Bilgili, E., Dinç Durmaz, B., Baysal, İ., Sağlam, B., ve Küçük, Ö., 2010. Doğu Karadeniz ormanlarında orman yangınları, **III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi**, Artvin, Türkiye. ss, 1280-1290.
- Bilgili, E., Sağlam, B., ve Başkent, E. Z., 2001. Yangın Amenajmanı Planlamalarında Yangın Tehlike Oranları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. **KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi**, 4(2), 288-97.

- Bilgili, E., Sağlam, B., ve Başkent, Z. E., 2001. “Yangın Amenajmanı Planlamalarında Yangın Tehlike Oranları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri”, **Fen ve Mühendislik Dergisi**, 4 (2), 88-97.
- Bingöl, B., 2017. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Burdur İli Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. **Turkish Journal Of Forest Science**, 1(2), 169-182.
- Bowman Dmjs, Balch Jk, Artaxo P, Bond Wj, Carlson Jm, Cochrane Ma, D’antonio Cm, Defries Rs, Doyle Jc, Harrison Sp., 2009. **Fire In The Earth System**. Science. 324:481484.
- Boyatan, M., 2019, Yangın Risk ve Tehlike Haritalarının Oluşturulmasında Kullanılacak Karar Destek Sistemlerinin Geliştirilmesi, **Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, Artvin.
- Calda, B., Nazan, A. 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.
- Chandra, S. ve Arora, MK., 2006. Uzaktan Algılama Teknolojisi Kullanılarak Orman Yangını Riski Bölgeleme Haritalaması. Afet Ön Uyarı Teşhis Yöntemleri ve Yönetimi'nde (Cilt 6412, S. 61-70). SPIE.
- Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., Nieto, H., Salas, J., Martín, M. P., Vilar, L., Martínez, J., Martín, S., Ibarra, P., De La Riva, J., Baeza, J., Rodríguez, F., Molina, J. R., Herrera, M. A., ve Zamora, R., 2010. Development Of A Framework For Fire Risk Assessment Using Remote Sensing And Geographic Information System Technologies. **Ecological Modelling**, 221(1), 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.11.017>
- Cicala, L., Angelino, CV, Fiscante, N. ve Ullo, SL., 2018. Yerel Ölçekte Yangın İzleme İçin Landsat-8 ve Sentinel-2: Vesuvius Üzerine Bir Örnek Olay. 2018'de IEEE Uluslararası Çevre Mühendisliği Konferansı (EE) (S. 1-6). IEEE.
- Çiçek, H., ve Şenkul, Ç., 2006. Coğrafi bilgi sistemleri ve hayvancılık sektöründe kullanım olanakları. **Veteriner Hekimler Derneği Dergisi**, 77(4), 32-38.
- Çolak, E., ve Sunar, F., 2018. Yüzey Sıcaklığı ve Spektral Yanma İndekslerinin Orman Yangını Analizinde Kullanımı. **VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu**, 311-320.
- Demers, M.N., 1997. Fundamentals Of Geographic Information Systems. Wiley: **New York Dergisi** 2004/91 Ankara.
- Dilekçi, S., Marangoz, A. M., ve Ateşoğlu, A., 2021. Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. **Geomatik Dergisi**, 6(1), 44-53.
- Dökmeci, V., 2005. Planlamada Sayısal Yöntemler, **İtü Yayın Evi**, İstanbul.
- Dueker, K. J., ve Butler, J. A., 2000. A geographic information system framework for transportation data sharing. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, 8(1-6), 13-36.
- Elibüyük, M. ve Yılmaz, E., 2010. Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğitim Grupları. **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 8(1), 27-56.
- Erdoğan M.A., 2012. Büyük Menderes Havzası İçin Ekolojik Risk Analizi Yöntemi Geliştirilmesi. **İstanbul Teknik Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü**, Doktora Tezi.

- Erdoğan, S., ve Güllü, M., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Trafik Kazalarının Analizi: Afyon Örneği. **Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi**, (91), 29-33.
- Erdoğan, A., 2019. Yangın Riski Taşıyan Orman Alanlarında Uygulanan Yangın Koruma Çalışmalarının CBS Teknikleri ile Planlanması. **Bursa Teknik Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**.
- ERDOĞAN, S., ve Mustafa, K., 2003. Afyon ili girişimcilik profilinin coğrafi bilgi sistemleri ile analizi. Bilişim Günleri, **Pamukkale Üniversitesi**, Denizli.
- Erten, E., Kurgun, V., ve Musaoğlu, N., 2005. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Orman Yangını Bilgi Sisteminin Kurulması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası **10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı-2005**, Ankara.
- Ertuğrul, M., 2005. Orman Yangınlarının Dünyadaki ve Türkiye'deki Durumu. **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, 7(7), 43-50.
- ESRI. (N.D.). Municipalities And Cooperatives. **ESRI GIS Technology Enabling Utilities**. California, USA.
- FAO, 2007. Fire Management-Global Assessment 2006. A Thematic Study Prepared In The Framework Of The Global Forest Resources Assessment 2005. Fao, **Rome. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Pamukkale.
- Fidanboy, M., Adar, N. İ. H. A. T., ve Okyay, S., 2022. Derin Öğrenmeye Dayalı Orman Yangını Tahmin Modeli Geliştirilmesi ve Türkiye Yangın Risk Haritasının Oluşturulması. **Ormancılık Araştırma Dergisi**, 9(2), 206-218.
- Gigović, L., Jakovljević, G., Sekulović, D. ve Regodić, M., 2018. Orman Yangını Tehlikesinin Tanımlanması ve Haritalandırılması İçin GIS Çok Kriterli Analizi: Nevesinje, Bosna-Hersek. *Tehnički Vjesnik*, 25 (3), 891-897. Görebilirlik Belirlenmesi İçin Gereksinim Analizi. **Marmara Coğrafya Dergisi**, 31:366-367.
- Gülçin, D. ve Deniz, B., 2020. Uzaktan Algılama ve CBS Tabanlı Orman Yangını Risk Bölgesi Haritalaması: Manisa, Türkiye Örneği. **Türk Ormancılık Dergisi**, 21 (1), 15-24.
- Gülşen, K. U. M., ve SÖNMEZ, M., 2016. Determination Of Meteorological Forest Fire Risks In Mediterranean Climate Of Turkey. **KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi**, 19(2), 181-192.
- Gürbüz, M., Karabulut, M., Karakoç, A., ve Kızılelma, Y., 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Başkonuş Dağında (Kahramanmaraş) Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 6(24), 171-179.
- Hacısalıhoğlu, M., 2018. Çok Kriterli Karar Analizi ile Orman Yangını Risk Haritalarının Oluşturulması: Karabük Örneği, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, Zonguldak.
- Hayli, S. ve Canpolat F. A., 2018. Türkiye'de Kırsal Yerleşmelerin Kuruluş ve Gelişmesinde Etkili Olan Faktörlere Teorik Bir Yaklaşım, **Zeitschrift Für Die Welt Der Türken**, 10(2), 183-206.
- Hessburg, P. F., Salter, R. B., ve James, K. M., 2007. Re-examining fire severity relations in pre-management era mixed conifer forests: inferences from landscape patterns of forest structure. **Landscape Ecology**, 22, 5-24.
- Jolly, W.M., 2007. Sensitivity Of A Surface Fire Spread Model And Associated Fire Behaviour Fuel Models To Changes In Live Fuel Moisture, **International Journal Of Wildland Fire**, 16, 503-509.

- Karadeniz, E., 2020. Urla Yarımadası Güneydoğusunda (Seferihisar-Menderes) Orman Yangını Risk Modellemesi ve Yangın Simülasyonu, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, Elazığ.
- Kavlak, M. Ö., Kurtipek, A., ve Çabuk, S. N., 2020. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Yangını Risk Haritası Oluşturulması: Ören Örneği. **Dirençlilik Dergisi** , 4(1), 33-54.
- Keane, R., Burgan, R. ve Van Wagendonk, J., 2001. "Mapping Wildland Fuels For Fire Management Across Multiple Scales: Integrating Remote Sensing, Gıs, And Biophysical Modeling", **International Journal Of Wildland, Fire** 10, 301–319.
- Koç, S.N., 2010. Orman Yangınları Sonrası Yapılan Yenileme Çalışmalarının Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi: Antalya Serik-Taşagıl Bölgesi Örneği, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.
- Küçük, Ö. ve Bilgili, E., 2006. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yangın Davranışının Uygulamaya Aktarılması: Kastamonu Örneği. **Gazi Üniversitesi. Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi**, 6, 2, 262-273.
- Maselli, F., Rodolfi, A., Bottai, L., Romanelli, S., ve Conese, C., 2000. Classification Of Mediterranean Vegetation By TM And Ancillary Data For The Evaluation Of Fire Risk. **International Journal Of Remote Sensing**, 21(17), 3303-3313.
- Orman, İ. DAHN., 2020. İklim Değişikliğinin Akdeniz Havzasındaki Orman Yangınlarına Etkileri. **Uluslararası J. Av. Müh. Saf Bilim** , 1 , 15-32.
- Özdemir, F. B., ve Demir, N., 2022. 2019 İzmir Karabağlar İlçesi Orman Yangın Alanının Uydu Görüntüleri ile Analizi. **Turkish Journal Of Remote Sensing And GIS**, 3(1), 20-33.
- Özdemir, M., 2008. Bilgisayar Ortamında Uzaktan Algılama Uydu Verileri ile Değişim Analizleri: Gelibolu Tarihi Milli Parkı'ndaki Orman Yangınlarına Uygulamaları, **Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı Doktora Tezi**, Çanakkale.
- Özelkan, E., 2008. Uydu Görüntüleri Kullanarak Yangın Riski Değerlendirilmesi Kas Örneği, **İstanbul Teknik Üniversitesi Bilisim Enstitüsü Mühendislikte İleri Teknolojiler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul.
- Plucinski, M. P., 2012. A Review Of Wildfire Occurrence. 25. **Publishing Ltd.**, Leicester, UK.
- Razavi-Termeh, S. V., Sadeghi-Niaraki, A., ve Choi, S. M., 2020. Ubiquitous GIS-based forest fire susceptibility mapping using artificial intelligence methods. **Remote Sensing**, 12(10), 1689.
- Sabancı S., 2016. Antalya'nın Doğusu-Akseki, Gündoğmuş ve Manavgat (Karpuz Çayı Havzası)'Ta Orman Yangınları'nın Sebepleri ve Alınması Gereken Önlemler, **TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu**, 187-200, Ankara
- Sağlam, B., Bilgili, E., Durmaz, B. D., Kadioğulları, A. İ., ve Küçük, Ö., 2008. Spatio-Temporal Analysis Of Forest Fire Risk And Danger Using LANDSAT Imagery. **Sensors**, 8(6), 3970-3987.
- Saidi, S., Younes, A. B., ve Anselme, B., 2021. A GIS-Remote Sensing Approach For Forest Fire Risk Assessment: Case Of Bizerte Region, **Tunisia. Applied Geomatics**, 13(4), 587-603.
- Sarp, G., Temurçin, K., Aldırmaz, Y., ve Baydoğan, E., 2018. Spatial Analysis Of Forest Fires Using Remote Sensing Technologies; A Case Of 2017 **Mersin-Anamur Forest Fire**. **Www. İnglobe. Org**, 300.

- Sepetci, V., 2014. Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Orman Yangınlarına İlk Müdahale Sürelerinin Değerlendirilmesi, **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Yüksek Lisans Tezi, Afyon.
- Sharples, J.J., Mcrae, R.H.D., Weber, R.O. ve Gill, A.M., 2009. A simple method for assessing fuel moisture content and fire danger rating, **18th World IMACS / MODSIM Congress**, Cairns, Australia 13-17 July 2009.
- Skidmore, A. K., 1997. Modelling Topographic Variation In Solar Radiation In A GIS Environment : **Research Article. International Journal Of Geographical Information Science**, 11(5), 475-497.
- Smith, M. J., Goodchild, M. F. ve Longley, P. A., 2007. Geospatial Analysis: A Sürelerinin Değerlendirilmesi. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Yüksek Lisans Tezi,
- TAŞTAN, B., 2015. Çoklu afet risk yönetiminde tehlike ve zarar görülebilirlik belirlenmesi için gereksinim analizi. **Marmara Coğrafya Dergisi**, (31), 366-397.
- Teie, C. W., 1997. Fire Officer's Handbook On Wildland Firefighting. California: **Deer Valley Press Rescue**.
- Teodoro, A. C., ve Duarte, L., 2013. Forest Fire Risk Maps: A GIS Open Source Application—A Case Study In Norwest Of Portugal. *International Journal Of Geographical Information Science*, 27(4), 699-720. *Transportation Data Sharing, Geographic Information Systems In Transportation* **Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi**. 20-22 Mayıs, Artvin. Cilt: 3. S: 1262-1269.
- Ulusoy, M.T., 2020. Orman Yangını Riski Açısından Çomü Terzioğlu Yerleşkesinin İncelenmesi, **Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Varol, T., Özel, H.B., Macaroğlu, K., 2010. Network Analizinin Orman Yangınlarında ve C# NET. Ortamında Simülasyonu. Yüksek Lisans Tezi, **Pamukkale Üniversitesi**
- Vilar, L., Woolford, D. G., Martell, D. L., ve Martn, M. P., 2010. A Model For Predicting Human-Caused Wildfire Occurrence In The Region Of Madrid, Spain. *International Journal Of Wildland Fire*, 19(3), 325–337. [Http Bar S, Parida Br, Pandey Ac](http://bar.s.elsevier.com/locate/jwildfire), 2020. Landsat-8 And Sentinel-2 Based Forest Fire Burn Area Mapping Using Machine Learning Algorithms On GEE Cloud Platform Over Uttarakhand, **Western Himalaya. Remote Sensing Applications: Society And Environment**, 18: 100324. [S://Doi.Org/10.1017/Wf09030](https://doi.org/10.1017/Wf09030)
- Yavuz, M., ve Sağlam, B., 2012. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Orman Yangınlarında Kullanılması. **Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, KSÜ Mühendislik Bil. Der.**, Özel Sayı, 235-242.
- Yılmaz, O. S., Oruç, M. S., Ateş, A. M., ve Gülsen, 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., 2005. Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar. **Karadeniz Teknik Üniversitesi**.
- Yomralıoğlu, T., 2002. GIS Activities In Turkey. In **Proceedings Of International Symposium On GIS** (Pp. 834-840).
- Yu, X. W., Zhang, W. G., Yang, Y. C., Lei, Z. Y., ve Zhang, X., 2013. A GIS Based Assistant Information System For Forest Fire Prevention Direction. **Applied Mechanics And Materials**, 303, 2215-2218.

- Zainalabden, T.I.A., 2022. Çok Kriterli Karar Analizi ile Oluşturulan Orman Yangını Risk Haritalarının Gerçekleşen Orman Yangınları ile Karşılaştırılması (Manavgat Örneği), **Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı**, Çankırı.
- Zhao, P., Zhang, F., Lin, H., ve Xu, S., 2021. GIS-Based Forest Fire Risk Model: A Case Study İn Laoshan National Forest Park, Nanjing. **Remote Sensing**, 13(18), 3704.
- Zhong, M., Fan, W., Liu, T. ve Li, P., 2003. Çin Orman Yangını Güvenliğinin Mevcut Durumuna İlişkin İstatistiksel Analiz. **Yangın Güvenliği Dergisi**, 38 (3), 257-269.



ÖZGEÇMİŞ

Yazar İlkokul, Ortaokul ve Lise öğrenimini Malatya İlinin Yeşilyurt İlçesinde tamamladı. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı bölümünde 2020 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2021 yılının Şubat ayında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim dalında yüksek lisansa başladı. Yüksek lisans Eğitimi süresince Tübitak 1001 nolu projede bursiyer öğrenci olarak görev aldı.



EK.1

ORMAN YANGINI RİSK ETKİ SEVİYELERİ

Merhaba;

Bu anket ‘Mekansal ve Periyodik Yangın Risk İzleme Modeli: Hatay İli Örneği’ isimli Yüksek Lisans tez çalışması kapsamında danışman hocam Doç. Dr. Mehmet Akif ERDOĞAN gözetiminde gerçekleştirilmektedir.

Yangın risk modeli oluşturma aşamasında model girdisi olarak kullanılacak verilerin risk ağırlıklandırılması için iki başlık altında etki seviyelerini siz uzman katılımcıların değerlendirmesini rica ederim.

Katkılarınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim.

Peyzaj Mimarı İbrahim EDE

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi

ibrahimede0644@gmail.com

1- Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.

Eğitim Durumunuz	Lise ()	Yüksekokul ()	Fakülte ()	Yük. Lisans ()	Doktora ()
------------------	-------------	-------------------	----------------	--------------------	----------------

2- Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.

Mesleğiniz	
------------	--

3- Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.

SORU NO	Aşağıdaki çevresel faktörleri yangın oluşmasındaki etki seviyelerine göre 0-5 puan arasında (0; hiç yok 5; çok yüksek) olacak şekilde puanlayınız.	0 Hiç Yok	1 Düşük Riskli	2 Riskli	3 Orta Riskli	4 Yüksek Riskli	5 Çok Yüksek Riskli
1	Eğim	()	()	()	()	()	()
2	Bakı	()	()	()	()	()	()
3	Yükseklik	()	()	()	()	()	()
4	Yola Uzaklık	()	()	()	()	()	()
5	Tarıma Alanına Uzaklık	()	()	()	()	()	()
6	Yerleşim Yerine Uzaklık	()	()	()	()	()	()
7	Bitki Örtüsü (NDVI)	()	()	()	()	()	()
8	Yakıt Nem İndeksi	()	()	()	()	()	()
9	Evopotransporasyon	()	()	()	()	()	()
10	Yer Yüzeyi Sıcaklığı	()	()	()	()	()	()
11	Günlük Ortalama Sıcaklık	()	()	()	()	()	()
12	Günlük Maksimum Sıcaklık	()	()	()	()	()	()
13	Günlük Minimum Sıcaklık	()	()	()	()	()	()
14	Günlük Ortalama Nispi Nem	()	()	()	()	()	()
15	Günlük Ortalama Rüzgar Hızı	()	()	()	()	()	()
16	Günlük Toplam Yağış	()	()	()	()	()	()
17	20 cm Toprak Sıcaklığı	()	()	()	()	()	()

4- Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.

SORU NO	Aşağıda verilen Arazi Kullanım/ Arazi örtüsü sınıfları oluşturulmuştur. Oluşturulan sınıfların yangın oluşumundaki etki seviyelerine göre 0-5 puan arasında (0; hiç yok 5; çok yüksek) olacak şekilde puanlayınız.	0 Hiç Yok	1 Düşük Riskli	2 Riskli	3 Orta Riskli	4 Yüksek Riskli	5 Çok Yüksek Riskli
1	Mera	()	()	()	()	()	()
2	Orman Alanı	()	()	()	()	()	()
3	Su Yüzeyleri	()	()	()	()	()	()
4	Sulak Alan	()	()	()	()	()	()
5	Tarım Alanı	()	()	()	()	()	()
6	Yerleşim Alanı	()	()	()	()	()	()
7	Kayalık	()	()	()	()	()	()

5- Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.

Görüş ve önerileriniz