

Sentinel-2 Uyduları ile Orman Yangını Analizi: 2018 Yunanistan Mati Örneği

¹Deniz Bitek, ²Emrullah Ocakbaşı, ³R. Cüneyt Erenoğlu

¹Planlama ve Risk Azaltma Şubesi, İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Edirne, Türkiye

²İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, Çanakkale Belediyesi, Çanakkale, Türkiye

³Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

Özet:

Çevreye verdiği zararlar nedeni ile orman yangınları dünyada meydana gelen afetler içinde önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda özellikle Akdeniz ülkelerinde orman yangınları sıklık, boyut ve yoğunluk açısından artış göstermiştir. Doğal ya da insan kaynaklı risklerin bir afete dönüşmemesi için önleyici tedbirlerin alınması ve risk azaltma faaliyetlerinin hassasiyetle uygulanması gerekmektedir. Özellikle bir afet sonrasında, gerektiği durumlarda kentlerin tahliye planlarının uygulanması bu bağlamda çok büyük önem taşımaktadır. 2018 yılında bu orman yangınlarından biri de Yunanistan'ın başkenti Atina'nın doğusu ve batı kesiminde 23 Temmuz tarihinde başlayan orman yangınlarıdır. Başkent Atina'nın doğusunda yer alan Attika bölgesi sınırları içerisinde olan gözde tatil beldesi Mati'de çıkan orman yangını bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Söz konusu bölgelerde meydana gelen orman yangınları çok büyük bir alanda etkili olmuş ve bu bölgelerde gerçekleşen yangınlar 103 kişinin ölümüne, binlerce araç ile birlikte yaklaşık 4.000 evin yok olmasına sebebiyet vermiştir. Çalışmada, Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) Copernicus programı kapsamındaki Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılarak verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi, ESA tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir yazılım olan SNAP yazılımı ile sonraki istatistiksel hesaplamalar için QGIS programı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Sentinel-2 uydularının yardımıyla ne kadarlık bir alanın yandığı tespit edilmiş ve etkilediği alanların haritalaması üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte afet risk azaltma faaliyetleri ile arasındaki ilişki incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Yunanistan, Mati, Uzaktan Algılama, Yanmış Alanların Haritalanması, Afet Yönetimi

1. Giriş

Günümüzde meydana gelen afetler çok sayıda canlıyı etkilemekte ve ciddi boyutlarda maddi ve manevi kayıplara sebebiyet vermektedir. Afet kavramı çeşitli tanımlamaları yer almaktadır. Birleşmiş Milletlerin kabul ettiği ve evrensel nitelikteki kavrama göre afet, insanlar için sosyal, fiziksel ve ekonomik kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak, toplumları etkileyen ve yerel imkanlar ile baş edilemeyen doğal, teknolojik ve insan kaynaklı olayları ifade eder [1].

Orman yangınları doğal afetler içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Yangınlar beşeri sebepler ile beraber iklim kaynaklı değişimler ve arazi kullanımındaki değişimlerle beraber özellikle Akdeniz Havzası üzerinde sıklıkla görülen bir olgu olarak dikkat çekmektedir [2]. Bu bölge içerisinde

*Corresponding author: Address: Planlama ve Risk Azaltma Şubesi, İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Edirne TURKEY. E-mail address: denizbitek@hotmail.com, Phone: +902842251023

görülen orman yangınlarında büyük artışların meydana geldiği ve 1970 yıllara kıyasla yaklaşık iki kat oranında artış yaşandığı görülmektedir [3].

Yanmış orman alanların belirlenmesi, tespit edilmesi günümüzde yersel ölçümlerden çok Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. Uzaktan algılama ve CBS teknikleri yersel yöntemler ile karşılaştırıldığında hızlı ve ekonomik bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca oluşan yangınların seyrinin izlenmesinde, analiz çalışmaları ile hasar tespitinde önemli artılar sağlamaktadır. Özellikle afet yönetim sürecinde tahliye planlarının işletilmesi ve alternatif ulaşım akslarının belirlenmesi riskli bölgelerin saptanması afet sürecinde yöneticilere önemli avantajlar sağlamaktadır [4, 5].

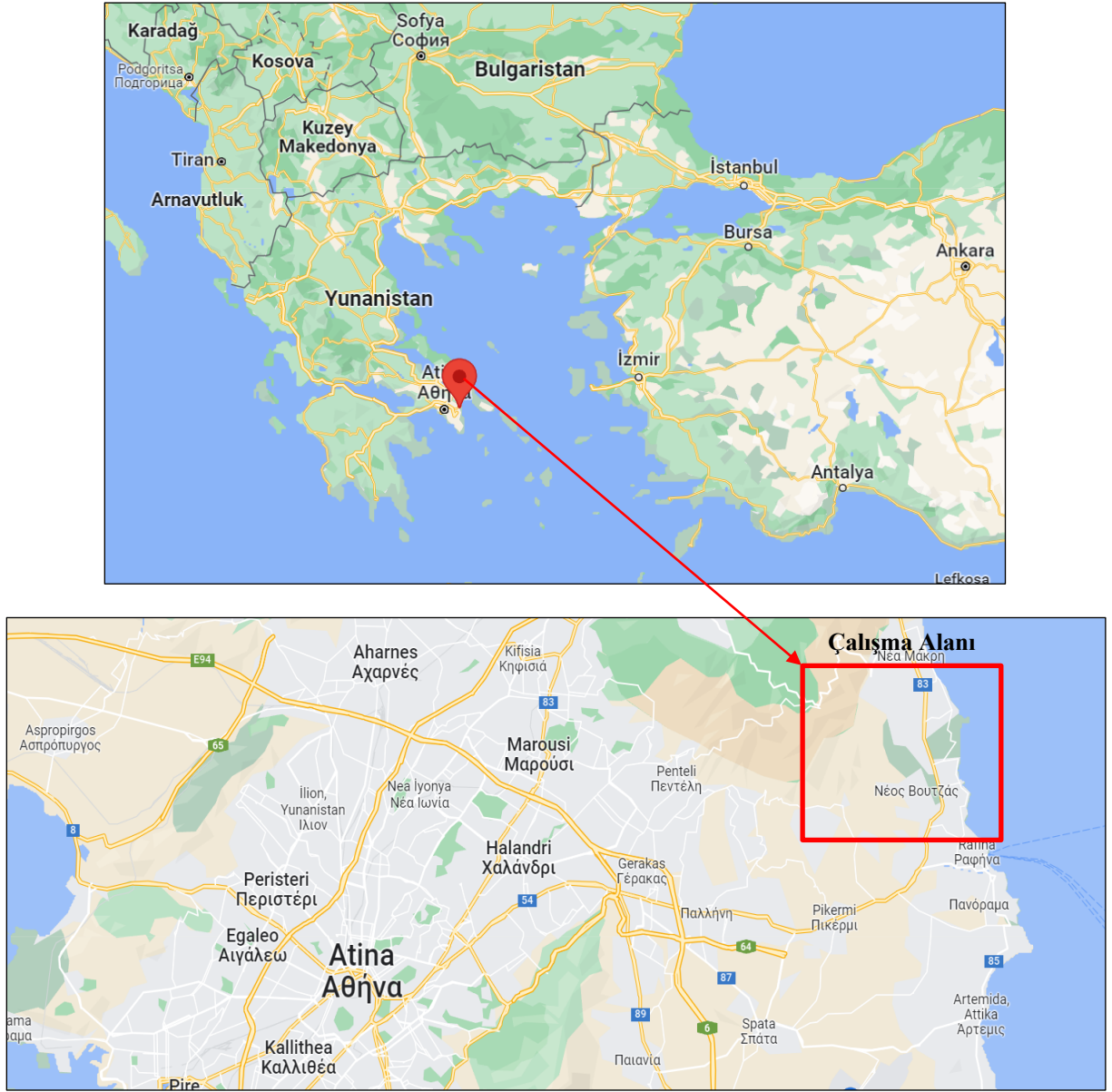
Meydana gelen afetlerde Bütünleşik afet yönetimi, kriz yönetimi ve risk yönetimi olmak üzere iki aşamalı bir süreci oluşturmaktadır. Kriz yönetimi sürecini müdahale ve iyileştirme süreçleri oluşturur. Risk azaltma faaliyetleri ise afetlerden önce yapılan tüm hazırlıkları içermektedir. hazırlık aşaması 5902 sayılı Kanun [6] çerçevesinde “Etkili bir müdahale sağlamak amacıyla afet ve acil durumlara yönelik önceden yapılan her türlü faaliyetlerdir” şeklinde ifade edilir. Günümüzde bütünleşik afet yönetimi sürecinde müdahale ve iyileştirme çalışmalarına nazaran risk azaltma ve hazırlık çalışmalarına daha fazla önem verilmeye başlandığı ve bu kapsamda çalışmaların yürütüldüğü görülmektedir. Risk azaltma çalışmalarında meydana gelebilecek afetler konusunda eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları, tatbikatların düzenlenmesi, kurumsal ve sosyal alanda organize olabilmek ve özellikle teknolojik gelişmelere paralel olarak coğrafi bilgi sistemleri tabanlı yazılımlar ile afetlerde envanter yönetimi sağlamak ve ortak bir altlıkta hareket edebilmek, tahliye ve yerleştirme gibi faaliyetleri doğru biçimde yapma noktasındaki tüm çalışmaları kapsamaktadır.

Bu çalışmada kapsamında 2018 yılında Yunanistan’ın başkenti Atina’nın doğusu ve batı kesiminde 23 Temmuz tarihinde başlayan orman yangınlarından başkent Atina’nın doğusunda yer alan Attika bölgesi sınırları içerisinde olan gözde tatil beldesi Mati’de çıkan orman yangını incelenmiştir. Yanmış alanların belirlenmesinde Sentinel-2B uydularından elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların afet risk yönetimi süreci ile ilişkisi değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot:

2.1. Çalışma Alanı:

Mati bölgesi (38°02’37’’N 23°59’42’’E) başkent Atina’ya yaklaşık olarak 29 km. doğusunda yer alır. Söz konusu bölgelerde meydana gelen orman yangını çok büyük bir alanda etkili olmuş ve bu bölgedeki yangın 103 kişinin ölümüne, binlerce araç ile birlikte 4.000 evin yok olmasına sebebiyet vermiştir [7].



Şekil 1. Çalışma Alanı

2.2. Veri Seti:

Uzaktan algılama teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler sayesinde uydu verilerinin çeşitlenmesi ile orman yangını sonrası yanarak tahrip olan alanların tespit edilmesi daha etkili ve hızlı olmaktadır [8].

Sentinel-2 uyduları iki uydu ile 5 günde bir 56° güney ve 83° kuzey enlemler arasındaki kara ve kıyı alanları için görüntüleme yapmaktadır. Dalga boyuna bağlı olarak 10 m, 20 m ve 60 m mekânsal çözünürlüğe sahip ücretsiz veri sağlayan Sentinel-2 uyduları 13 banttan oluşmaktadır [9].

Bu çalışmada Sentinel-2 uydu görüntüleri verilerinden yararlanılmıştır. Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency, ESA) tarafından ücretsiz olarak sunulan Sentinel-2 görüntüleri kullanılmıştır. Yangın öncesi 05 Temmuz 2018 tarihli S2B_MSIL2A_20180705T091019_N0208_R050_T34SGH_20180705T133603 ve yangın sonrası 04 Ağustos 2018 tarihli S2B_MSIL2A_20180804T090549_N0208_R050_T34SGH_20180804T142040 id. görüntüleri kullanılmıştır. Sentinel-2 uydusuna ait bantlar, spectral çözünürlükleri ve çözünürlükleri tablo 1’de sunulmuştur.

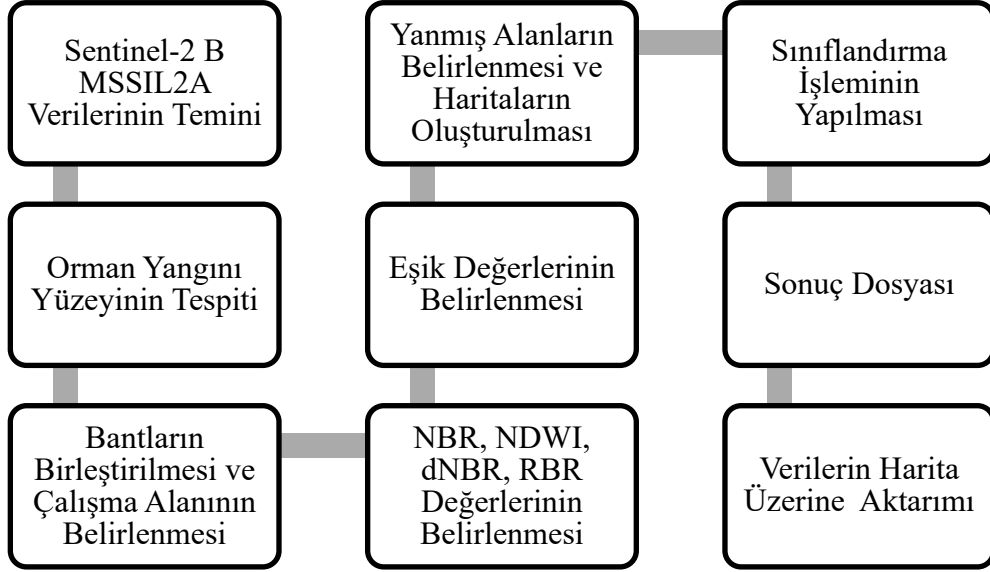
Tablo 1. Sentinel-2 MSI Bant Özellikleri

Sentinel-2 Grupları	Merkezi Dalga Boyu (µm)	Çözünürlük (m)
Bant 1 - Kıyı Aersol	0,443	60
Bant 2 - Mavi	0,490	10
Bant 3 - Yeşil	0,560	10
Bant 4 - Kırmızı	0,665	10
Bant 5 - Kırmızı Kenar	0,705	20
Bant 6 - Kırmızı Kenar	0,740	20
Bant 7 - Kırmızı Kenar	0,783	20
Bant 8 - NIR	0,842	10
Bant 8A - Kırmızı Kenar	0,865	20
Bant 9 - Su Buharı	0,945	60
Bant 10 - SWIR - Sirus	1,375	60
Bant 11 - SWIR	1,610	20
Bannt 12 - SWIR	2,190	20

Uydu verilerinin işlenmesi bir CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ortamı gerektirir. Veri işleme ve sonraki istatistiksel hesaplamalar için SNAP (Sentinel-2 Toolbox) ve QGIS yazılımları kullanılmıştır.

2.3. Yöntem

Çalışmada uygulanan işlem adımları Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Uygulama Sırasında İzlenen İşlem Adımları

Çalışmada uygulanan yöntem olarak yangın öncesi ve sonrasında oluşan indeks farklarına göre değişimlerin belirlenmesi ve yangın sonrasında yanmış alanların haritalanması gerçekleştirilmiştir. Öncelikle seçilen uydu görüntülerine bulut maskesi uygulanmıştır. Uydu verilerinden elde edilen, yanmış alan ve yanma şiddeti haritalaması için en yaygın kullanılan metrik, Normalize Edilmiş Yanmış Alan İndeksidir (**NBR**). Yanmış alanlar, yakın kızılötesinde nispeten düşük yansımaya ve kısa dalga kızılötesi bandında yüksek yansımaya sahiptir. Yüksek bir NBR değeri genellikle sağlıklı bitki örtüsünü gösterirken, düşük bir değer çıplak zemini ve yakın zamanda yanmış alanları gösterir [10].

$$\text{NBR} = (B8 - B12) / (B0 + B12)$$

Su kütleleri belirli durumlarda benzer bir NBR farkı gösterebilir, bu nedenle maskelenmeleri gerekir. Bu amaçla su ve bulutlardan oluşan tek bir birleşik maske oluşturulmuştur. Su kütlelerini tespit etmek için Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (**NDWI**) kullanılmıştır. McFeeters tarafından önerilen NDWI, su kütlelerinin yeşil banttaki yansımalarını en üst düzeye çıkarmak ve su kütlelerinin NIR bandındaki yansımalarını en aza indirmek için kullanılmıştır.

$$\text{NDWI} = (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR}) = (B3 - B8) / (B3 + B8)$$

Yakın zamanda yanan alanları belirlemek ve bunları çıplak topraktan ve diğer bitki örtüsü olmayan alanlardan ayırmak için yangın öncesi ve yangın sonrası NBR arasındaki fark, Fark Normalleştirilmiş Yanma Oranı (dNBR) kullanılmıştır.

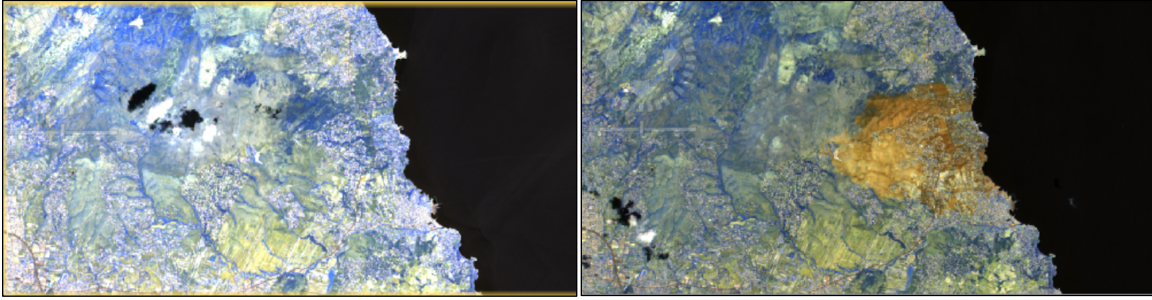
$$\text{dNBR} = \text{NBR}_{\text{pre-fire}} - \text{NBR}_{\text{post-fire}}$$

Yakın zamanda yanan alanları belirlemek ve bunları çıplak topraktan ve diğer bitki örtüsü olmayan alanlardan ayırmak için Göreceli Yakma Oranı'nı (RBR) kullanılmıştır. RBR yangın öncesi NBR'ye bölünmüş dNBR'yi ifade etmektedir. Paydaya 1001 değer eklenerek paydanın sıfır olmasının önüne geçilmiştir [11].

$$\text{RBR} = \{d\text{NBR} / (\text{NBR}_{\text{pre-fire}} + 1.001)\} = \{(\text{NBR}_{\text{pre-fire}} - \text{NBR}_{\text{post-fire}}) / (\text{NBR}_{\text{pre-fire}} + 1.001)\}$$

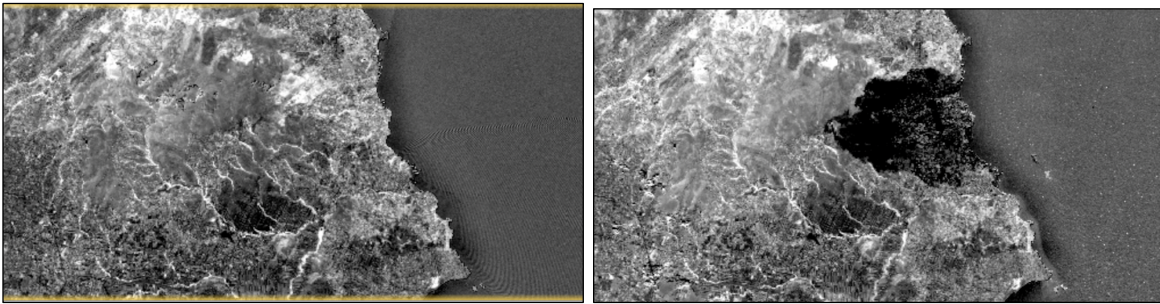
3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında yeni yanan alanlar bant kombinasyonlarının birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Yanmış alanları tespit etmek için yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bantları kullanılarak tespit edilmiş ve Şekil 3'de gösterilmiştir.



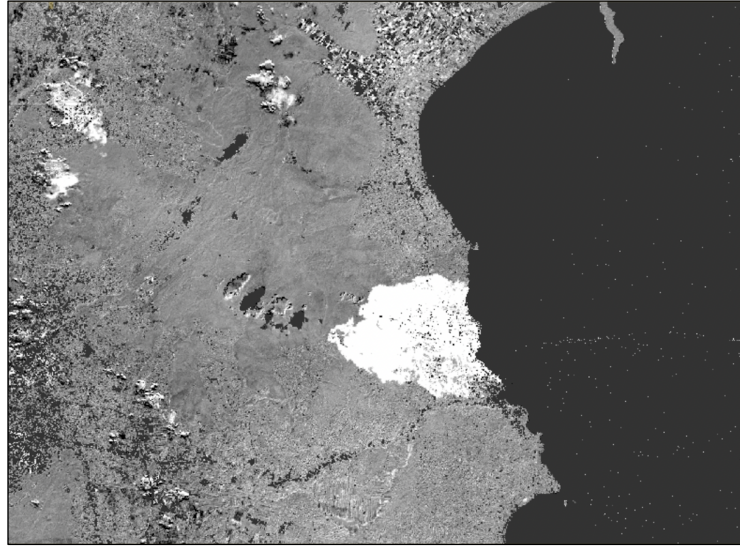
Şekil 3. Yangın Alanı Yüzey Tespiti

Meydana gelen yangın sonrasında çalışma bölgesindeki uydu görüntülerinden NBR indeksi uygulanarak yangın öncesi yangın sonrası görüntülerin indeks farkları hesaplanarak NBR ve dNBR sonuçları Şekil 4'te gösterilmektedir. Yanan alanlar siyah renkli olarak görülmektedir. Yanan alanlar toplamda 941,9 ha olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. NBR İndeksi ile Yanmış Alanların Karşılaştırılması

Sonrasında sadece yanan alanların tespit etmek amacıyla göreceli yanma oranı kullanılarak yangın öncesi ve sonrasındaki görüntüler birleştirilerek Şekil 5'te yer alan harita elde edilmiştir.



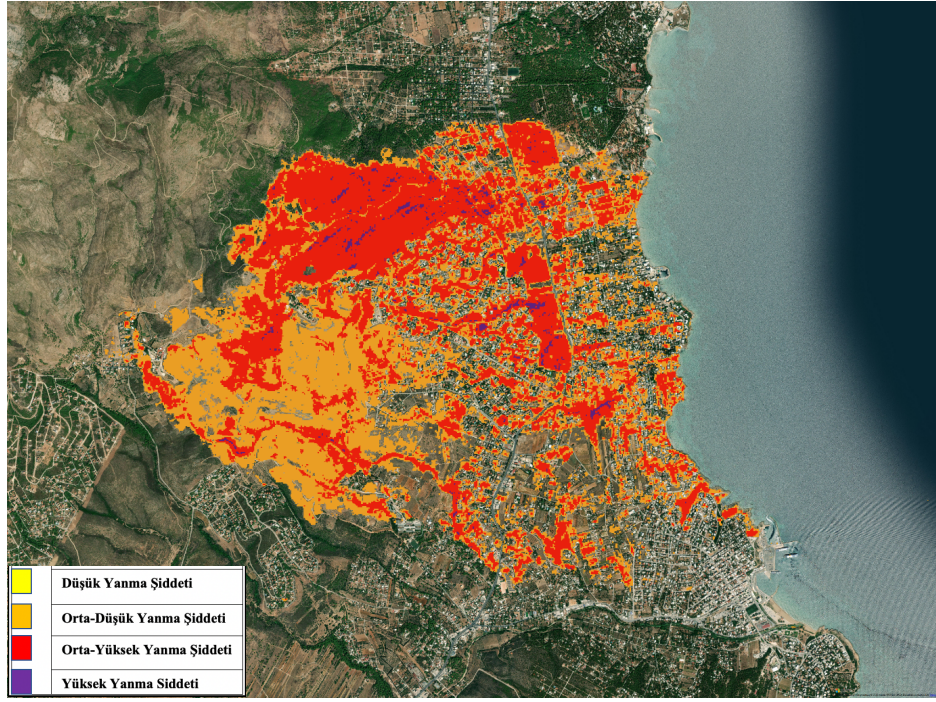
Şekil 5. RBR İndeksi ile Yanmış Alanların Gösterimi

Yalnızca yanmış alanı belirlemek için RBR'nin 0,27'den büyük olduğu pikseller seçilmiştir. Bu 0,27 değeri, orta derecede yanık şiddetine karşılık gelir. Bu nedenle, yalnızca orta dereceli veya daha yüksek yanmış alanlara sahip olarak sınıflandırılan alanlar seçilmiştir. Yanmış alanların yorumlanmasında USGS tarafından önerilen sınıflandırma yöntemi Tablo 2'de gösterilmiştir [12].

Tablo 2. Yanma Şiddeti Derecelendirilmesi

dNBR	Yanma Şiddeti
-0,50 ile -0,25	Yüksek Yeşerme
-0,25 ile -0,1	Düşük Yeşerme
-0,10 ile 0,10	Yanmamış
0,10 ile 0,27	Düşük Yanma Şiddeti
0,27 ile 0,44	Orta-Düşük Yanma Şiddeti
0,44 ile 0,66	Orta-Yüksek Yanma Şiddeti
0,66 ile 1,30	Yüksek Yanma Şiddeti

Tablo 2'de belirtilen sınıflandırma yönetemi kullanılarak yanmış alanların şiddetini gösteren harita elde edilmiştir. Orman yangınının Mati şehri üzerindeki etkisi ve hangi bölgesinin yangından ne oranda etkilendiği Şekil 5'te ki harita üzerinde gösterilmiştir. Toplamda **941,9** ha alanın yanmış, bu alanlardan orta-düşük yanma şiddetine sahip alanlar **484,6** ha. (%51,44), orta-yüksek yanma şiddetine sahip alanlar **443,2** ha. (%47,05) ve yüksek yanma şiddetine sahip alanlar ise **14,1** ha. (%1,50) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. Yanma Şiddeti Haritası ve Mati Şehri

Ülkemizde son yıllarda orman yangınlarının sayısında artış olduğu görülmektedir. Orman Genel Müdürlüğünün verileri incelendiğinde ülkemizin özellikle batı ve güney kısımlarında meydana gelen yangınların sayısının arttığı ve yanan alanların büyüklüğünün arttığı dikkat çekmektedir.

4. Sonuçlar

Yapılan çalışmada 2018 yılında Yunanistan'ın Mati şehrinde temmuz ve ağustos aylarında elde edilen uydu görüntülerinden faydalanarak şehrin hangi alanlarının yangından daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Şehrin kuzey ve orta kesimlerinin yangından en çok etkilenen alanlar olduğu görülmüştür. Ücretsiz olarak faydalanılan uzaktan algılama görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile kullanıldığında yanmış alanların tespit edilmesi, analizi ve yorumlanmasında etkili olduğu ve yüksek doğrulukta veri sunan bir yöntem olduğu görülebilir.

Yangının meydana geldiği noktalardan biri olan Mati şehrinde özellikle afet müdahale sürecinde şehrin tahliye edilmesi noktasında büyük sıkıntılar yaşandığı, alternatif tahliye yollarının yetersiz kaldığı görülmüştür. Tahliyelerin yapılamamasının başlıca nedenlerinden biri olarak kaçak yapılaşmaların olduğu makamlarca bildirilmiştir. Şehir tahliye planının işletilememesi şehrin kuzey kesiminde ormanlık bölgelere yakın noktalarda büyük sıkıntılar doğurmuş ve birçok kişinin hayatını kaybetmesine sebebiyet vermiştir. Bu noktada özellikle şehrin kuzey ve orta kesimlerinin yer aldığı ve ormanlık alanlara yakın noktalarda yangın riskinin yüksek olduğu yerleşim bölgelerinde yangınların önlenmesi için yangın tampon alanlarının oluşturulması, alanların

yerleşime kapatılması ve güncel olarak takip edilmesi gerekmektedir. Bu sayede tahliye ve yerleştirme planlarının daha etkin olarak uygulanması sağlanabilecektir.

Afet yönetim sürecinde, risk azaltma faaliyetleri müdahale kısmından çok daha fazla önem taşımaktadır. Bu süreç kapsamında özellikle afetler konusunda halkın bilinçlendirilmesi ve afetler konusunda güncel aralıklarla eğitimler verilmesi elzemdir. Ayrıca özellikle denize kıyısı bulunan şehirlerde meydana gelen yangınlarda denizden arama ve kurtarma faaliyetlerine önem verilmeli, bu konuda belirli aralıklarla tatbikatlar düzenlenmelidir.

Bütünleşik afet yönetim sürecinin başarılı olabilmesi için bu süreçte sorumlu olan tüm paydaşların üzerlerine düşen sorumlulukları yerine getirmesi ve bunun bir koordinasyonla yapılması ile mümkün olabilecektir.

Ülkemizin Ege ve Akdeniz kıyıları gerek iklim gerek jeomorfolojik yapı gerekse bitki örtüsü özellikleri bakımından benzer özellikler göstermektedir. Bunun yanında ülkemizde Yunanistan benzeri turizme yönelik hızlı bir yapılaşma olduğu görülmektedir. Çalışma sahası örneğinde olduğu gibi hızlı ve plansız yapılaşma ile ortaya çıkan ve çıkacak olan afetler (deprem, yangın, sel/taşkın, orman yangını) risk azaltma ve kriz yönetimi çalışmalarını sekteye uğratacaktır. Afetlerin etkilerinin en aza indirmek ve risk önleme çalışmalarını doğru biçimde uygulamak ülkemizde meydana gelebilecek büyük orman yangınlarında can ve mal kayıplarını en aza indirmede etkili olacağı açıktır. Bilimsel çalışmalarda multidisipliner yaklaşımların süreçleri anlamada ve geniş bir değerlendirme sunması noktasında yeni çalışmaların yapılmasına altlık oluşturacaktır ve bu yaklaşımın artarak devam etmesi gerekmektedir.

Kaynaklar:

- [1] UNDHA (United Nations Department of Humanitarian Affairs). (1992). *Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster Management*.
- [2] Pausas, J. G. (1999) Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types. *Plant Ecology*, 140 (1), 27–39.
- [3] Rulli M.C., Rosso R., (2007), *Hydrologic response of upland catchments to wildfires*, *Advances in Water Resources*, 30: 2072–2086.
- [4] Saylan, İ. H., & Çömert, R. (2019). Sentinel-2A ürünlerinin yanmış orman alanlarının haritalanmasındaki başarının araştırılması. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 1(1), 8-15.
- [5] Yavuz, M., & 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
- [6] 5902 Sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun.
- [7] Smith, H. (2019). In my nightmares I'm always in the sea a year on from the Greek fires. *The Guardian*.

- [8] Sabuncu, A., & Özener, H. (2019). Uzaktan algılama teknikleri ile yanmış alanların tespiti: İzmir Seferihisar orman yangını örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 317-326.
- [9] Suhet, (2013) Sentinel-2 User Handbook 1: 9.
- [10] Roy, D. P., Boschetti, L., & Trigg, S. N. (2006). Remote sensing of fire severity: assessing the performance of the normalized burn ratio. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 3(1), 112-116.
- [11] Parks, S. A., Dillon, G. K., & Miller, C. (2014). A new metric for quantifying burn severity: the relativized burn ratio. *Remote Sensing*, 6(3), 1827-1844.
- [12] Key C.H., Benson N.C., (2006), Landscape assessment (LA) sampling and analysis methods, USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-164-CD, 55ss.