

GOOGLE EARTH ENGINE VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE ORMAN YANGIN ALANI ANALİZİ: DİYARBAKIR-MARDİN ÖRNEĞİ

Şule YAMAN¹, Esra TUNÇ GÖRMÜŞ²,

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Merkez, Trabzon, suleyaman98@hotmail.com

²Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Merkez, Trabzon, etunc@ktu.edu.tr

ÖZET

Ormanlar, sadece ekosistem ve iklim üzerinde değil, aynı zamanda endüstri, ekonomi, sağlık ve turizm gibi çeşitli sektörlerde ülke ekonomisine katkı sağlayan en önemli yenilenebilir doğal kaynaklardan biridir. Ancak ormanlarımız her geçen gün zararlı böcekler, doğal afetler, ormansızlaşma gibi çeşitli nedenlerle yok olma eğilimiyle karşı karşıyadır. Bu yok olma sebeplerinden birisi de orman yangınlarıdır. Orman yangınları, doğal ve insan kaynaklı nedenlerle ortaya çıkan bir doğal afettir. Ekolojik ve ekonomik dengeyi olumsuz etkileyen yangınların yakından izlenmesi ve etkili bir şekilde müdahale edilmesi gerekmektedir. Son zamanlarda gelişen uydu teknolojileri ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri bu alanda oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Uydu görüntüleri gibi uzaktan algılama platformlarından elde edilen veriler, orman yangınlarından etkilenen alanların ve zarar gören farklı orman türlerinin hızlı ve yüksek doğrulukla belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bununla beraber özellikle büyük verileri işleme ve bulut tabanlı çalışma imkânı sunan Google Earth Engine (GEE) platformu da uzaktan algılama çalışmalarında dikkat çekmektedir. Bu çalışmada 20 Haziran 2024 tarihinde Diyarbakır-Mardin sınırında meydana gelen yangın için uzaktan algılama teknikleri kullanılarak GEE platformunda yangın analizi yapılmıştır. Bu amaçla yangın öncesine ait 17 Haziran 2024 ve yangın sonrasında ait 22 Haziran 2024 tarihli Sentinel-2A uydu verileri kullanılmıştır. Çalışma alanına ait Normalize Edilmiş Vejetasyon İndeksi (NDVI), Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (NBR), NBR farklarından Fark Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (dNBR), NDVI farklarından Fark Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (dNDVI), Yanık İzi İndeksi (BSI) ve Yanmış Alan İndeksi (BAI) indekslerinin kullanılması ile yanarak tahrip olmuş alanların tespiti yapılmıştır. Son olarak dNBR indeksine ait görüntülere USGS FIREMON (Fire Effects Monitoring and Inventory Protocol/ Yangın Etkilerini İzleme ve Envanter Protokolü) tarafından, bir bölgedeki yanma şiddetini tanımlamak üzere belirlenmiş eşik değerler uygulanarak çalışma alanına ait yanma şiddeti haritası oluşturulmuştur. dNBR indeksi yanma şiddeti haritasında Diyarbakır-Mardin yangını için toplam yanan alan miktarının 2735,83 ha olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Google Earth Engine, orman yangını, yangın analizi

ABSTRACT

FOREST FIRE AREA ANALYSIS WITH GOOGLE EARTH ENGINE AND REMOTE SENSING METHODS: DIYARBAKIR-MARDIN EXAMPLE

Forests are one of the most important renewable natural resources that contribute to the country's economy not only in the ecosystem and climate, but also in various sectors such as industry, economy, health and tourism. However, our forests are facing a tendency to disappear every day due to various reasons such as pests, natural disasters and deforestation. One of the reasons for this disappearance is forest fires. Forest fires are natural disasters that occur due to natural and human-induced reasons. Fires that negatively affect the ecological and economic balance need to be closely monitored and effectively intervened. Recently developed satellite technologies and Remote Sensing (RS) techniques have begun to be used quite widely in this field. Data obtained from remote sensing platforms such as satellite images help to determine the areas affected by forest fires and different forest types damaged quickly and with high accuracy. In addition, the Google Earth Engine (GEE) platform, which especially offers big data processing and cloud-based working opportunities, also attracts attention in remote sensing studies. In this study, a fire analysis was performed on the GEE platform using remote sensing techniques for the fire that occurred on the Diyarbakır-Mardin border on June 20, 2024. For this purpose, Sentinel-2A satellite data dated 17 June 2024 before the fire and 22 June 2024 after the fire were used. The burnt areas were determined by using the Normalized Vegetation Index (NDVI), Normalized Burn Intensity (NBR), Difference Normalized Burn Intensity from NBR differences (dNBR), Difference Normalized Difference Vegetation Index from NDVI differences (dNDVI), Burn Scar Index (BSI) and Burned Area Index (BAI) indices of the study area. Finally, the burn severity map of the study area was created by applying the threshold values determined by USGS FIREMON (Fire Effects Monitoring and Inventory Protocol) to the images belonging to the dNBR index to define the burn severity in a region. In the dNBR index burn severity map, it was determined that the total burned area for the Diyarbakır Mardin fire was 2735.83 ha.

Keywords: Google Earth Engine, fire analysis, forest fire

2.2. Veri Seti

Bu çalışmada, 20 Haziran 2024 tarihinde meydana gelen 15 kişinin hayatını kaybetmesine neden olan Diyarbakır'ın Çınar ile Mardin'in Mazıdağı ilçeleri arasında gerçekleşen anız yangını analizi ve hasar tespiti için Sentinel-2A uydu veri setlerinden yararlanılmıştır. 13 adet spektral banda sahip olan 10 m çözünürlüklü Sentinel-2A uydu görüntüleri Google Earth Engine (GEE) platformundan temin edilmiş olup uygulama bu platformda gerçekleştirilmiştir. Sahip olduğu yüksek çözünürlükle bu uydunun önemli bir görevi de arazi örtüsü ve kullanımını haritalama işlemleridir (Dereli, 2019).

Gerçekleşen bu yangının şiddetinin belirlenebilmesi için sırasıyla çalışma alanının yangın öncesi (17 Haziran 2024) Sentinel-2A ve yangın sonrası (22 Haziran 2024) tarihlerine ait Sentinel-2A görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntülere ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sentinel 2A görüntülerinin GEE içerisindeki kimlik bilgileri

Görüntü Dönemi	Uydu Adı	Görüntü Kimliği
Yangın Öncesi	Sentinel-2A	COPERNICUS/S2/20240617T075611_20240617T080331_T37SFB
Yangın Sonrası	Sentinel-2A	COPERNICUS/S2/20240622T075609_20240622T080225_T37SFB

Seçilen uydu görüntüleri kullanılarak, yanmış alanların tespit edilmesi ve yanma şiddetinin değerlendirilmesinde spektral indekslerden yararlanılmıştır. Bu çalışmada, NDVI, NBR, dNBR, dNDVI, BSI ve BAI indeksleri uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan bitki indekslerine ve formüllerine Çizelge 2'de yer verilmiştir.

Çizelge 2. Bitki indeksleri ve formülü

Bitki İndeksi Tanımı	İndeks	Formül
Normalize Edilmiş Vejetasyon İndeksi (Rouse vd., 1974)	NDVI	$(NIR-Red)/(NIR+Red)$
Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (Key ve Benson 2006)	NBR	$(NIR-SWIR2)/(NIR+SWIR2)$
Fark Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (Özdemir ve Demir, 2022)	dNDVI	$NDVI_{pre} - NDVI_{post}$
Fark Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (Miller vd. 2007)	dNBR	$NBR_{pre} - NBR_{post}$
Yanık İzi İndeksi (Çömert vd. 2017)	BSI	$(SWIR1+Red)-(NIR+Blue)/$ $(SWIR1+Red)+(NIR+Blue)$
Yanmış Alan İndeksi (Chuvieco vd., 2002)	BAI	$1/((0.1-Red/1000)^2+(0.6-NIR/1000)^2)$

Bu çalışmada, dNBR indeksi kullanılarak yanma şiddeti haritası oluşturmak amacıyla, USGS FIREMON (Yangın Etkilerini İzleme ve Envanter Protokolü) tarafından bir bölgedeki yanma şiddetini tanımlamak için belirlenen eşik değerler kullanılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. dNBR yanma şiddeti eşik değerleri

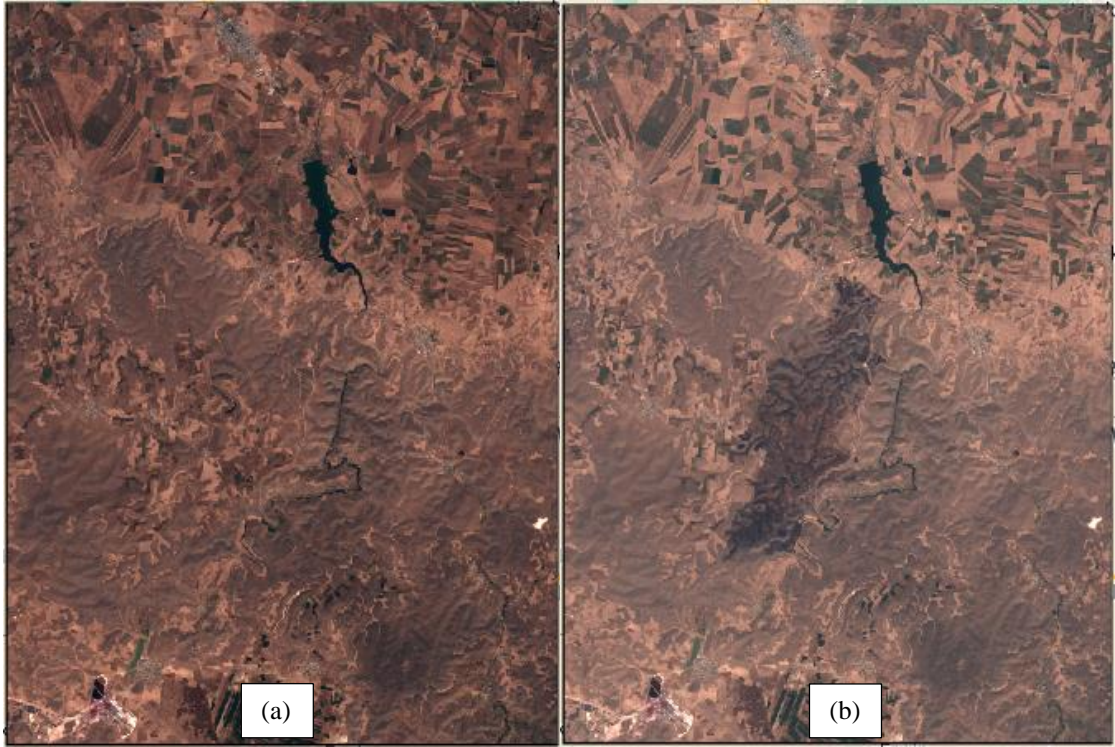
Numara	Değer Aralığı	Yanma Şiddeti
1	-0,50 ile -0,25	Yüksek seviyede yeniden yeşillenme
2	-0,25 ile -0,1	Düşük seviyede yeniden yeşillenme
3	-0,1 ile 0,1	Yanmamış Alan
4	0,1 ile 0,27	Düşük şiddetli yanma
5	0,27 ile 0,44	Orta- Düşük şiddetli yanma
6	0,44 ile 0,66	Orta- Yüksek şiddetli yanma
7	0,66 ile 1,30	Yüksek şiddetli yanma

2.3. Yöntem

Bu çalışma kapsamında, GEE platformundaki veri setlerinden Sentinel-2A uydu verileri elde edilmiştir. Daha sonra, bulut maskesi uygulanan görüntüler tarih ve çalışma alanına göre filtrelenmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında bitki indeksleri ve bunların farkları kullanılacağından, tarihsel filtreleme sırasında yangın öncesi ve sonrası tarihlere göre iki ayrı görüntü sağlanmıştır. Elde edilen görüntülerde yanan alanların değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan NDVI, NBR, BAI ve BSI indeksleri uygulanmıştır. Ayrıca, yanma şiddeti haritası oluşturmak için yangın öncesi (NBRönce) ve yangın sonrası (NBRsonra) görüntülerin farkları alınarak dNBR haritası oluşturulmuştur. dNBR indeksi, belirlenen yanma şiddeti eşik değerlerine göre sınıflandırılmış ve yanan alan miktarı hesaplanmıştır.

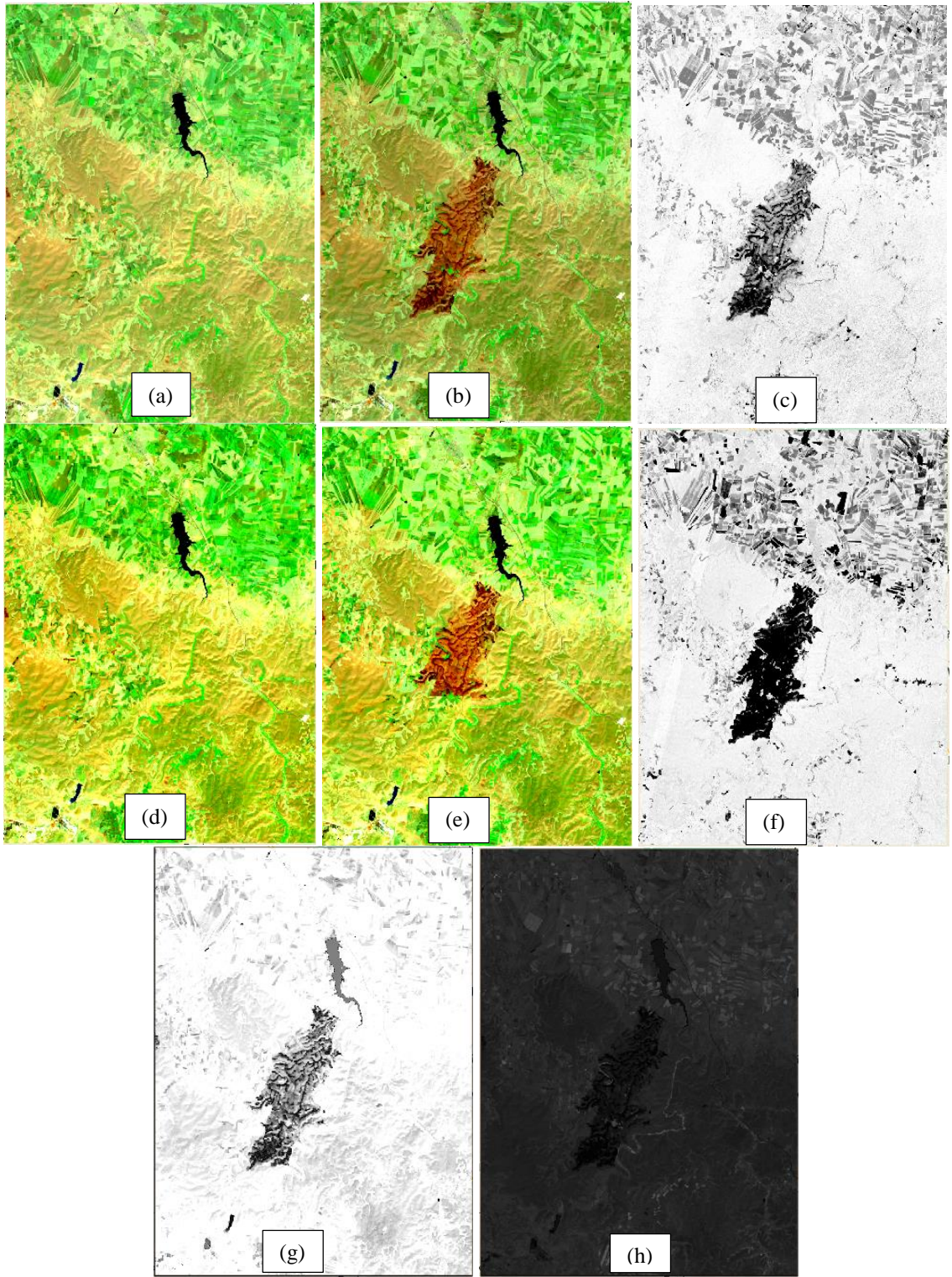
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında 20 Haziran 2024 tarihinde meydana gelen yangının gerçekleştiği Diyarbakır'ın Çınar ile Mardin'in Mazıdağı ilçeleri arasındaki meydana gelen anız yangınına belirlemek ve hasar tespiti yapmak için Sentinel-2A uydu verileri ile bitki indeksleri kullanılmıştır. Çalışma alanına ait yangın öncesi ve sonrası Sentinel-2A uydu görüntüleri Şekil 3'te verilmiştir.



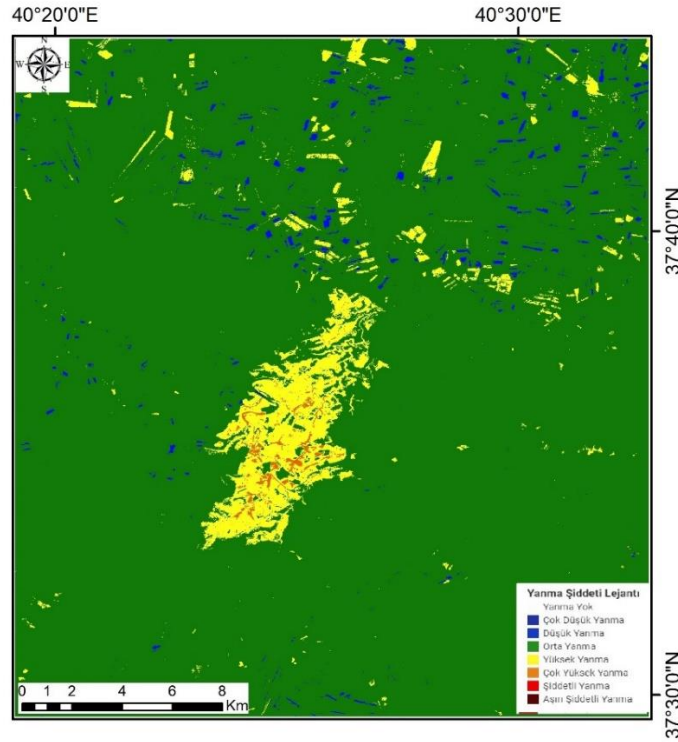
Şekil 3. a) Sentinel-2A yangın öncesi (17.06.2024) b) Sentinel-2A yangın sonrası (22.06.2021)

Yangında hasar gören bölgeleri tespit etmek için yangın öncesi ve sonrası Sentinel-2A uydu görüntüleri üzerinden sırasıyla NDVI, dNDVI, NBR, dNBR, BAI ve BSI indeksleri hesaplanmıştır (Şekil 4.).



Şekil 4. (a: Yangın öncesi Sentinel-2A NDVI görüntüsü b: Yangın sonrası Sentinel-2A NDVI görüntüsü c: Sentinel-2A dNDVI görüntüsü d: Yangın öncesi Sentinel-2A NBR görüntüsü e: Yangın sonrası Sentinel-2A NBR görüntüsü f : Sentinel-2A dNBR görüntüsü g: Sentinel-2A BAI görüntüsü h: Sentinel-2A BSI görüntüsü)

Tüm indeksler ve yansıtım değerleri incelendiğinde, yanmış alanların ayırımında en başarılı olan indeksin dNBR olduğu görülmüştür. Bu nedenle, dNBR indeksi kullanılarak USGS FIREMON tarafından belirlenen eşik değerler doğrultusunda Sentinel-2A uydu görüntülerinden elde edilen dNBR indeksleri ile bir yanma şiddeti haritası oluşturulmuştur (Şekil 5). Haritada sarı, turuncu ve kırmızı renkler yanmış alanları temsil ederken, yeşil ve mavi renkler düşük seviyede yanmış alanları veya yanmanın gerçekleşmediği alanları göstermektedir.



Şekil 5. dNBR yanma şiddeti haritası

Oluşturulan yanma şiddeti haritası 1'den 7'ye kadar derecelendirilmiş olup yanan alan büyüklüğü her bir sınıf için hesaplanmıştır. Hesaplanan alanlar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Yanan alanların, yanma şiddetine göre sınıflandırılması

Numara	Değer Aralığı	Yanma Şiddeti Sınıfı	Sentinel-2A için Alan (ha)
1	-0,50 ile -0,25	Yüksek seviyede yeniden yeşillenme	0
2	-0,25 ile -0,1	Düşük seviyede yeniden yeşillenme	489,11
3	-0,1 ile 0,1	Yanmamış Alan	51176,62
4	0,1 ile 0,27	Düşük şiddetli yanma	2584,65
5	0,27 ile 0,44	Orta- Düşük şiddetli yanma	150,44
6	0,44 ile 0,66	Orta- Yüksek şiddetli yanma	0
7	0,66 ile 1,30	Yüksek şiddetli yanma	0

Yangın sonrası yanmış alan miktarının belirlenmesi amacıyla tablo incelendiğinde, yanan alan sınıflarının dikkate alınması önemlidir. Bu bağlamda, hasar tespiti için "Düşük şiddetli yanma, Orta-Düşük şiddetli yanma, Orta-Yüksek şiddetli yanma ve Yüksek şiddetli yanma" sınıfları değerlendirilmiştir. Bu sınıflar temel alındığında, Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak hesaplanan dNBR indeksi ile oluşturulan yanma şiddeti haritasında toplam hasar miktarının 2735,83 ha olarak belirlendiği tespit edilmiştir.

Diyarbakır Kent Koruma ve Dayanışma Platformu'nun hazırladığı yangın raporuna göre 5000 ha alan zarar görmüştür. Çalışmamız ile elde edilen hasar miktarı yaklaşık olarak 3000 ha'dır. Bu doğrultuda resmi rapora yakın bir sonuç ortaya konulmuştur.

Ücretsiz olarak temin edilen uzaktan algılama görüntüleri, yanmış alanların tespitinde, analizinde ve yorumlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu verilerle, yangınların şiddeti belirlenmekte ve hasar tespiti yapılmakta, bu sayede yüksek doğruluklu sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca, yanmış alanların belirlenmesi, yangın anında hızlı ve etkili müdahalelere olanak tanırken, yangın sonrası hasar görmüş bölgelerin yeniden yeşillendirilmesi için de fırsatlar sunmaktadır.

Bu çalışma, Google Earth Engine (GEE) platformunda orman yangınlarının tespitine yönelik önemli adımlar atmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Gelecekte, Türkiye'de ya da dünya genelinde meydana gelebilecek yangın felaketleri sırasında, yangın sonrası ilk uydu görüntüsü ile çok kısa bir sürede yangın şiddeti haritaları oluşturulabileceği ve bu sayede hızlı müdahale edilebileceği gösterilmiştir. Ayrıca, aynı çalışma bölgesinde gerçekleşebilecek ikinci bir yangın durumunda da bu çalışmalar önemli bir referans oluşturacaktır. Google Earth Engine gibi web tabanlı uygulamalar geliştirilerek, yangınla mücadelede etkili platformlar oluşturmak mümkündür.

KAYNAKLAR

- Chuvieco, E., Martin P.M., Palacios A.** 2002. Assessment of Different Spectral Indices in the Red-Near-Infrared Spectral Domain for Burned Land Discrimination. *Remote Sensing of Environment* 112: 2381-2396.
- Chuvieco, E., Cocero, D., Riano, D., Martin, P., Martinez-Vega, J., De La Riva, J., Pérez, F.** 2004. Combining NDVI and surface temperature for the estimation of live fuel moisture content in forest fire danger rating. *Remote Sensing of Environment*, 92 (3), 322-331. doi: 10.1016/j.rse.2004.01.019
- Çolak, E., ve Sunar, F.** 2018. Yüzey sıcaklığı ve spektral yanma indekslerinin orman yangın analizinde kullanımı. ESTÜ. UZAL-CBS (Dü.), VII. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, (s. 311-320). 18-21 Eylül, Eskişehir.
- Çömert R., Küçük Matcı, D., Emir, H., Avdan, U.** 2017. Uydu görüntüleri kullanılarak orman yangınlarının haritalanması. *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (TUFUAB) IX. Teknik Sempozyumu (TUFUAB 2017) Bildiri Özleri Kitabı*.
- Dereli M.,** 2019. Sentinel-2A uydu görüntüleri ile Giresun il merkezi için kısa dönem arazi örtüsü değişiminin belirlenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 361-368.
- Erten, E., Kurgun, V., Musaoglu, 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 Bildiri Özleri Kitabı*, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.
- Key, C., ve Benson, N.** 2006. Landscape assessment: remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio and ground measure of severity, the Composite Burn Index. In 'FIREMON: fire effects monitoring and inventory system. RMRS-GTR-164-CD'. (Eds D Lutes, R Keane, J Caratti, C Key, N Benson, S Sutherland, L Gangi) pp. LA 1-51. (USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station: Ogden, UT, USA)
- Kovács, K.D.,** 2019. Evaluation of burned areas with Sentinel-2 using SNAP: The case of Kineta and Mati, Greece, July 2018. *Geographia Technica, Cluj University Press*, 14(2), pp.20- 38. doi: 10.21163/GT_2019.142.03
- Liu, W., Wang, L., Zhou, Y., Wang, S., Zhu, J., Wang, F.,** 2016. A comparison of forest fire burned area indices based on HJ satellite data. *Natural Hazards*, 81, 971-980.
- Miller J.D., Thode A.E.,** 2007. Quantifying Burn Severity in A Heterogeneous Landscape with A Relative Version of The Delta Normalized Burn Ratio (dNBR), *Remote Sensing of Environment*, 109, 66-80.
- Nasery, S. ve Kalkan, K.,** 2020. Burn area detection and burn severity assessment using Sentinel 2 MSI data: The case of Karabağlar district, İzmir/Turkey. *Turkish Journal of Geosciences*, 1(2), 72-77. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkgeo/issue/56822/770803>
- Nolè, A., Rita, A., Spatola, M. F. ve Borghetti, M.,** 2022. Biogeographic variability in wildfire severity and post-fire vegetation recovery across the European forests via remote sensing-derived spectral metrics. *Science of The Total Environment*, 823, 153807. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.153807
- OGM,** 2023. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü 2022 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.ogm.gov.tr/tr/faaliyet-raporu>. Erişim tarihi: 05.05.2024
- Özdemir, F.B., Demir, N.,** 2022. 2019 İzmir Karabağlar İlçesi Orman Yangın Alanının Uydu Görüntüleri İle Analizi. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 3(1), 20-33. <https://doi.org/10.48123/rsgis.1009319>
- Smith, A., Drake, N., Wooster, M., Hudak, A., Holden, Z. ve Gibbons, C.,** 2007. Production of Landsat ETM+ reference imagery of burned areas within Southern African savannahs: Comparison of methods and application to MODIS. *International Journal of Remote Sensing*, 28, 2753-2775. doi:10.1080/01431160600954704
- Tonbul, H., Kavzoglu, T. ve Kaya, S.,** 2016. Assessment of fire severity and post-fire regeneration based on topographical features using multitemporal Landsat imagery: A case study in Mersin, Turkey. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41, B8. doi: 10.5194/isprsarchives-XLI-B8-763-2016.

Veraverbeke, S., Lhermitte, S., Verstraeten, W. W. ve Goossens, R., 2010. The temporal dimension of differenced Normalized Burn Ratio (dNBR) fire/burn severity studies: The case of the large 2007 Peloponnese wildfires in Greece. *Remote Sensing of Environment*, 114(11), 2548-2563. doi: 10.1016/j.rse.2010.05.029

Vlassova, L., Pérez-Cabello, F., Mimbbrero, M. R., Llovería, R. M. ve García-Martín, A. 2014. Analysis of the relationship between land surface temperature and wildfire severity in a series of landsat images. *Remote Sensing*, 6(7), 6136-6162. doi: 10.3390/rs6076136

Yaman, Ş., & Tunç Görmüş, E., 2022. Orman Zararlılarının Verdiği Zararın Google Earth Engine Kullanılarak İzlenmesi. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 3(2), 139-149. <https://doi.org/10.48123/rsgis.1116907>

Yılmaz O.S., Oruç M.S., Ateş A.M., Gülgen F., 2021. Orman Yangın Şiddetinin Google Earth Engine ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Analizi: Hatay-Belen Örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2): 1519-1532.

Yılmaz, B., Demirel, M., Balçık, F., 2022. Yanmış Alanların Sentinel-2 MSI ve Landsat-8 OLI ile Tespiti ve Analizi: Çanakkale/Gelibolu Orman Yangını. *Doğal Afetler Ve Çevre Dergisi*, 8(1), 76-86. <https://doi.org/10.21324/dacd.941456>

You, N., Dong, J., 2020. Examining earliest identifiable timing of crops using all available Sentinel 1/2 imagery and Google Earth Engine. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 161, 109-123.