

Karabük 2025 Orman Yangınları Görüntü İşleme Analizi

Yusuf Talha ARABACI
Karabük Üniversitesi
Yazılım Mühendisliği Yüksek Lisans Öğrencisi

Aralık 2025

Özet

Bu proje, 2025 yaz sezonunda Karabük ilinde meydana gelen orman yangınlarının çevresel etkilerini **sayısal görüntü işleme teknikleriyle** analiz etmektedir. **Google Earth Engine (GEE) Python API** kullanılarak yangın öncesi ve sonrası uydu görüntüleri elde edilip işlenmiştir. Yanma şiddetinin belirlenmesinde temel metrik olarak **dNBR (Normalized Burn Ratio Difference)** kullanılırken, sonuçların tutarlılığını artırmak amacıyla **dNDVI (Difference Normalized Difference Vegetation Index)** değişimlerinden de yararlanılmıştır. Bu çalışma, geleneksel haber takibinin ötesine geçerek, yangın izlerini piksel tabanlı sayısal metotlarla nicel olarak haritalamayı ve elde edilen bulguları mühendislik yaklaşımıyla raporlamayı amaçlamaktadır.



Şekil 1: Sentinel-2 Verileri ile Elde Edilen Karabük İli Geneli Yangın Dağılım Haritası

1 Giriş

Afet yönetimi ve çevresel izleme disiplinleri, ham uydu verilerinin anlamlı bilgiye dönüştürülmesi sürecinde sayısal görüntü işleme tekniklerinin kritik önemine dayanmaktadır. Bu kapsamda, çalışmamızın odak noktasını Karabük ilindeki orman yangınlarının analizi oluşturmaktadır. Yüzölçümünün Özellikle Temmuz ve Eylül aylarında yoğunlaşan yüksek sıcaklık, düşük nem ve şiddetli rüzgar gibi olumsuz atmosferik koşullar, il genelinde büyük ölçekli yangınları tetiklemiştir. Resmî makamlarca yapılan açıklamalara göre, bu süreçte kaydedilen 36 farklı yangın olayında toplam 6.865 hektarlık alanın zarar gördüğü rapor edilmiştir.

Bu çalışma, devletin resmî kanalları ve medya aracılığıyla kamuoyuna duyurulan bu yangınların etki alanını görselleştirmeyi ve mekânsal dağılımını haritalamayı amaçlamaktadır. Analiz, Sentinel-2 optik uydu verileri kullanılarak elde edilen yanma şiddeti (burn severity) sınıflaması sonuçları ile resmî saha verileri arasındaki ilişkiyi bilimsel bir yaklaşımla irdelemektedir.

2 Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın metodolojisi, Google Earth Engine (GEE) platformu üzerinde Python API kullanılarak geliştirilen piksel tabanlı bir görüntü işleme akışına (pipeline) dayanmaktadır. Uygulanan yöntem: veri ön işleme, maskeleye, spektral indeks hesaplama ve eşik tabanlı sınıflandırma (thresholding) olmak üzere dört ana aşamadan oluşmaktadır.

2.1 Veri Seti ve Ön İşleme

Analizlerimizde, Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) **Sentinel-2 MSI (MultiSpectral Instrument)** sensöründen elde edilen, atmosferik düzeltmesi yapılmış **Level-2A** yüzey yansıma verileri kullanılmıştır.

- **Veri Koleksiyonu:** Veri kaynağı olarak GEE katalogundaki COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED koleksiyonu belirlenmiştir.
- **Zamansal Filtreleme:** Yanma şiddetindeki değişimi tespit etmek amacıyla, ilgili yangın dönemi öncesi ve sonrası görüntüleri seçilmiştir:
 - *Yangın Öncesi:* 1 Temmuz 2025 – 20 Temmuz 2025
 - *Yangın Sonrası:* 5 Eylül 2025 – 30 Eylül 2025

2.2 Maskeleye Algoritmaları

Görüntü üzerindeki gürültü (noise) etkilerini azaltmak ve analizi yalnızca ilgi alanlarına odaklamak amacıyla iki aşamalı bir maskeleye süreci uygulanmıştır.

1. **Bulut ve Sirüs Maskeleye (QA60 Bitmask):** Sentinel-2 verisindeki QA60 bandı kullanılarak bulutlu ve sirüs (cirrus) bulutu içeren pikseller maskelenmiştir. Bit 10 (opak bulutlar) ve Bit 11 (sirüs bulutları) 0'a eşit olmayan pikseller analiz dışı bırakılmıştır.
2. **Arazi Örtüsü Maskeleye:** Yanmış alanların tarım arazisi hasadı veya şehirleşme ile karışmasını önlemek amacıyla **ESA WorldCover v100** veri seti kullanılmıştır. Analiz sadece aşağıdaki arazi örtüsü sınıflarıyla sınırlandırılmıştır:

- **Sınıf 10:** Ormanlık alanlar.
- **Sınıf 20:** Çalılık ve makilik alanlar.

2.3 Kullanılan Spektral İndeksler ve Metrikler

Yangın şiddetini sayısal olarak ifade etmek için uydu görüntülerine spektral bant aritmetiği uygulanmıştır.

- **Normalize Edilmiş Yanma Oranı (NBR):** Yangın sonrası analizler için standart kabul edilen bu indeks, NIR (Yakın Kızılötesi - Band 8) ve SWIR (Kısa Dalga Kızılötesi - Band 12) bantları kullanılarak hesaplanmıştır. Sağlıklı bitki örtüsü NIR bandında yüksek yansımaya yaparken, yanmış alanlar SWIR bandında yüksek yansımaya gösterir.

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (1)$$

- **Yanma Şiddeti Fark İndeksi (dNBR):** Yangının neden olduğu değişimi (yanma şiddeti) belirlemek amacıyla zamansal fark görüntüleme tekniği uygulanmıştır. Bu metrik, yangın öncesi ve sonrası NBR değerlerinin farkını ifade eder.

$$dNBR = NBR_{\text{öncesi}} - NBR_{\text{sonrası}} \quad (2)$$

- **Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI):** NDVI, bitki örtüsü sağlığının ve yoğunluğunun küresel olarak en yaygın kullanılan ölçütüdür. Sağlıklı ve yoğun bitki örtüsü, klorofilin gücünden dolayı kırmızı (RED - Band 4) bantta düşük, hücre yapısından dolayı ise Yakın Kızılötesi (NIR - Band 8) bantta yüksek yansımaya gösterir.

$$NDVI = \frac{B_8 - B_4}{B_8 + B_4} \quad (3)$$

- **Bitki Örtüsü Fark İndeksi (dNDVI):** Klorofil kaybını doğrulamak için yardımcı bir metrik olarak NDVI farkı hesaplanmıştır. Bu, yangın nedeniyle bitki sağlığındaki azalışı NBR'ye ek olarak teyit etmeye yardımcı olur

$$dNDVI = NDVI_{\text{öncesi}} - NDVI_{\text{sonrası}} \quad (4)$$

2.4 Yanma Şiddeti Sınıflandırması

Hesaplanan dNBR matrisi, USGS (United States Geological Survey) tarafından belirlenmiş standart eşik değerlerine göre piksel tabanlı segmentasyon yöntemiyle 5 farklı sınıfa ayrılmıştır.

Tablo 1: USGS Standartlarına Göre Yanma Şiddeti ve Renk Kodları

Yanma Şiddeti Sınıfı	dNBR Eşik Değeri	Renk Kodu
Yanmamış / İyileşmiş	< 0.10	Şeffaf / Maskelenmiş
Düşük Şiddet	0.10 – 0.27	Sarı (#ffff00)
Orta-Düşük Şiddet	0.27 – 0.44	Turuncu (#ffaa00)
Orta-Yüksek Şiddet	0.44 – 0.66	Koyu Turuncu (#ff5500)
Yüksek Şiddet	> 0.66	Kırmızı (#ff0000)

Bu eşik tabanlı yöntemle, uydu görüntüsünün sürekli veri yapısı, yorumlamayı kolaylaştıran kategorik bir tematik haritaya dönüştürülmüştür.

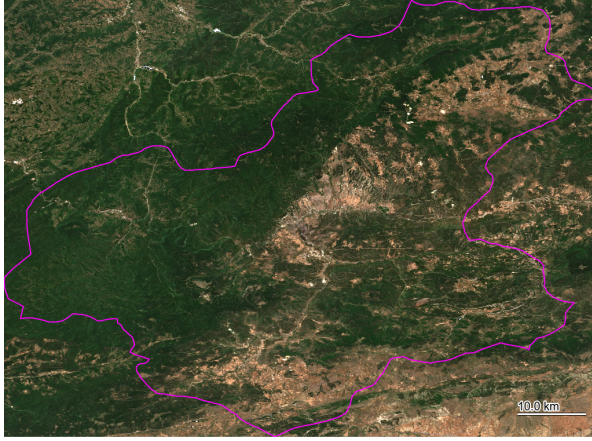
3 İl Geneli Yangın Analiz Bulguları

Sentinel-2 uydu verileri üzerinden gerçekleştirilen dNBR ve dNDVI analizlerinin incelenmesi sonucunda, yangın izlerinin mekânsal dağılımının Ovacık-Eflani hattı boyunca belirginleştiği tespit edilmiştir. Bu yoğunlaşma, bölgenin hâkim rüzgâr yönü olan güneybatı-kuzeydoğu eksenine paralellik göstermektedir. Dikkat çekici bir diğer bulgu, uydu verilerinin, basın haberlerinde detayı verilmeyen topografik yayılımı sayısal olarak ortaya koymasındır. Bu durum, yalnızca alan büyüklüğünü değil, yangınların yayıldığı coğrafi koşulları da anlamamıza olanak tanımıştır. Bununla birlikte, dNBR analizinde bazı sarp ve eğimli bölgelerde parazit yansımalar (noise) gözlemlenmiştir. Bu yansımalar, büyük ölçüde arazi eğiminden kaynaklanan gölgelenmeler olarak değerlendirilmiş ve nihai yorumlama sürecinde bu durum dikkate alınmıştır. Yangın envanterinin özetine ait sayısal veriler Tablo 2’de detaylı olarak sunulmuştur.

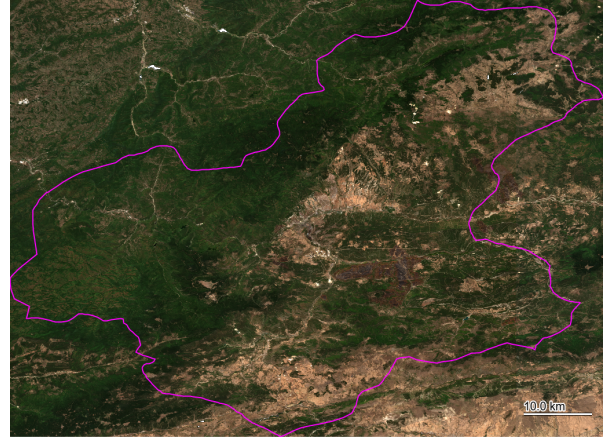
Tablo 2: Görüntü İşleme Analizi ile Tespit Edilen Kritik Yangın Bölgeleri ve Resmi Veri Kıyaslaması (Karabük, 2025)

Yangın Bölgesi	Tarih	Alan (ha)	Notlar ve Kaynaklar
Burunsuz-Çıldıkısık	22 Tem	Belirsiz	18 saatte kontrol, zorlu arazi (Valilik)
Ovacık Büyük Yangın	31 Ağu	~2.736	Rüzgarla yayılan sınır aşan yangın (BBC)
Gökçedüz Akbıyık	14 Eyl	Sınırlı	3 saatte kontrol, örtü yangını (Sabah)
Toprakcuma	31 Ağu	Belirsiz	Yol kenarı yayılımı, helikopter desteği (AA)
Eflani-Araç	31 Ağu	~2.736	Sınır aşan, 3 Eylül kontrol (AA, BBC)
Aladağ	02 Eyl	Belirsiz	3 köy tahliye, 500+ personel (Valilik)
Soğuksu	05 Ağu	1.1	Kentsel arayüz riski, hızlı müdahale (Net Haber)

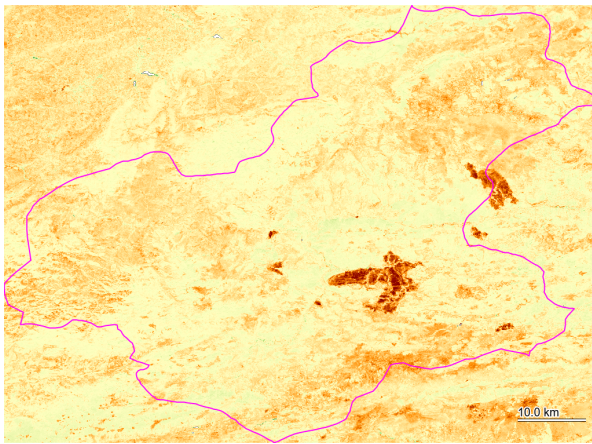
İl geneli yangın analiz görüntüleri (Şekil 2), yangın öncesi ve sonrası dönemler arasındaki değişimi (Pre/Post) ile bu değişimin nicel sonuçlarını (dNDVI/dNBR) bir arada görselleştirmektedir. Sunulan yangın öncesi görüntü (Temmuz 2025), Karabük ilindeki yoğun ve sağlıklı bitki örtüsünü göstermektedir. Buna karşın yangın sonrası görüntü (Eylül 2025), yanmış alanlarda bitki örtüsü sağlığındaki ani düşüşü açıkça yansıtmaktadır.



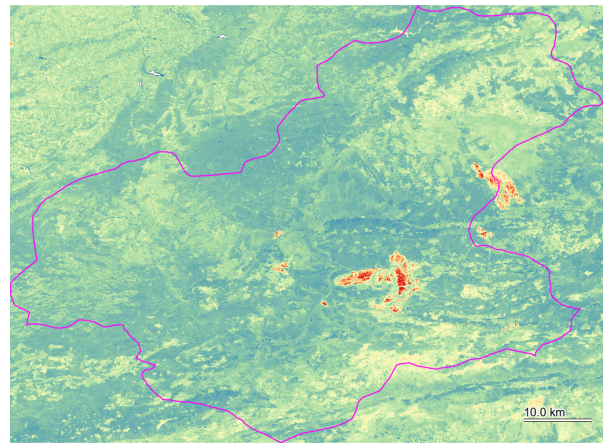
(a) Yangın Öncesi (Temmuz 2025)



(b) Yangın Sonrası (Eylül 2025)



(c) dNDVI (Yeşillik Kaybı)



(d) dNBR (Yanma Şiddeti)

Şekil 2: Karabük İli Genelinde Yangın Öncesi/Sonrası Karşılaştırmalı Analiz

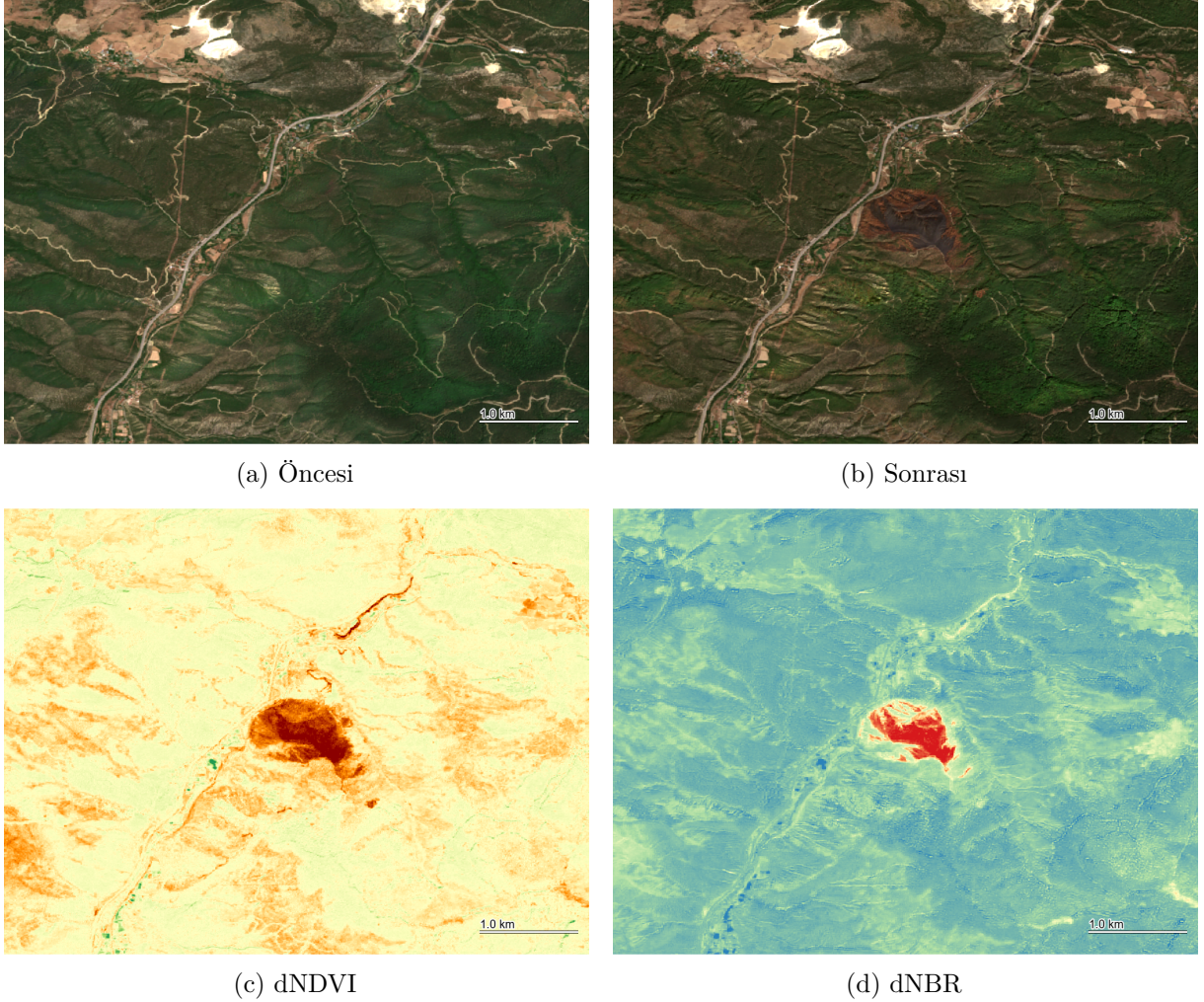
Bu değişimin analizi, dNDVI haritası ile genel bitki örtüsü kaybının mekânsal dağılımını teyit etmekte, buna ek olarak dNBR haritası ise yangın şiddetinin kategorik ayrımını sağlamaktadır. dNBR haritası üzerinde gözlemlenen bulgular, Tablo 2'de tanımlanan eşik değerleri ile doğrudan bir uyum sergilemektedir. Özellikle Ovacık ve Eflani çevrelerinde yoğunlaşan ve haritada koyu kırmızı tonlarla belirtilen alanlar, Tablo'da yüksek şiddet eşiği olarak belirlenen (örneğin, >0.44 dNBR) değerlerine karşılık gelmektedir. Bu durum, yangın hasarının bulunduğu kritik bölgelerin, uygulanan sayısal modelleme (dNBR) ile tanımlanan yüksek ve orta-yüksek şiddet sınıflarını görsel olarak desteklediğini göstermektedir. Böylece, görsel bulgular (haritadaki renk dağılımı), sayısal veriler (eşik değerleri) ışığında yangının ekosistem üzerindeki kalıcı etkisinin yoğunluğunu grafiksel olarak desteklemektedir.

4 Bölgesel Yangın Analiz Bulguları

Bu bölümde, yüksek çözünürlüklü Sentinel-2 görüntüleri üzerinden tespit edilen 7 kritik bölge, yangın dinamiklerinin yerel topografya ve bitki örtüsüyle olan ilişkisi bağlamında incelenmiştir. Yapılan analizler, salt uydu verileriyle sınırlı kalmayıp; Anadolu Ajansı ve BBC Türkçe gibi açık kaynaklardan elde edilen zaman damgalı veriler ve OGM saha raporlarıyla çapraz doğrulamaya tabi tutulmuştur. Aşağıdaki alt başlıklarda, her bir bölge için güncellenmiş analiz sonuçları sunulmuştur.

4.1 Burunsuz-Çıldıkısık Yangını Analizi

22 Temmuz 2025 tarihinde Karabük Merkez Burunsuz Köyü (Çıldıkısık mevki) yakınlarında başlayan yangın, havadan ve karadan yoğun müdahalelerle yaklaşık 18 saat içinde kontrol altına alınmıştır. Karabük Valiliği raporlarına göre 16:32'de başlayan yangın, ertesi gün büyük ölçüde söndürülmüş olup, zorlu arazi şartlarına rağmen yerleşim yerlerinde hasara yol açmamıştır. Sentinel-2 görüntüleri, bölgedeki taze yüksek şiddetli yanık izlerini ortaya koymakta ve dNBR analizleri orta seviyeli vejetasyon kaybını doğrulamaktadır; Anadolu Ajansı kaynakları olayda can kaybı yaşanmadığını belirtmiştir.



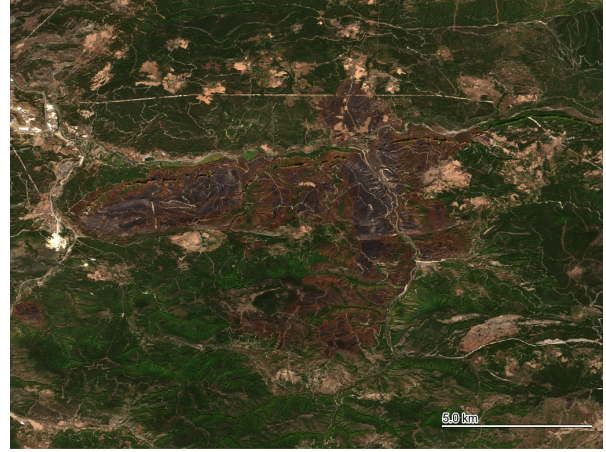
Şekil 3: Burunsuz-Çıldıkısık Yangını Analizi

4.2 Ovacık Büyük Yangın Kuşığı Analizi

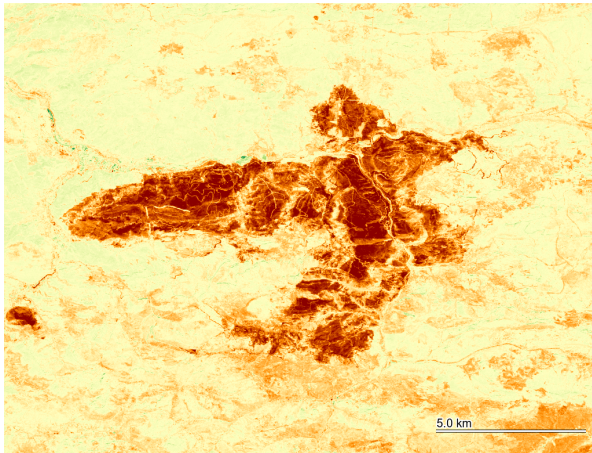
31 Ağustos 2025'te Eflani Saraycık Köyü İndere mevkiinde başlayan bu büyük yangın kuşağı, rüzgarın etkisiyle hızla genişleyerek Kastamonu il sınırına sıçramıştır. BBC Türkçe ve resmi açıklamalara göre 3 Eylül itibarıyla kontrol altına alınan yangın, Kastamonu uzantıları dahil edildiğinde yaklaşık 2.736 hektarlık orman ve tarım arazisini etkilemiştir. Sentinel-2 uydu analizleri, Eflani kuzeyinden sınıra uzanan koridorda sert NDVI düşüşleri göstermekte, dNBR değerleri ise değişken yanma şiddetine işaret etmektedir.



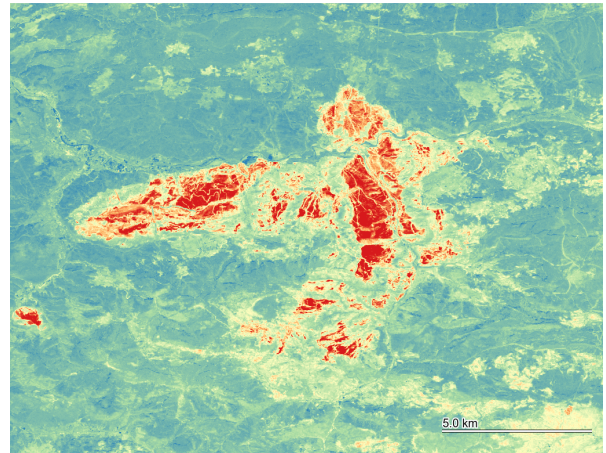
(a) Öncesi



(b) Sonrası



(c) dNDVI



(d) dNBR

Şekil 4: Ovacık Büyük Yangın Kuşığı Analizi

4.3 Gökçedüz Akbıyık Yangını Analizi

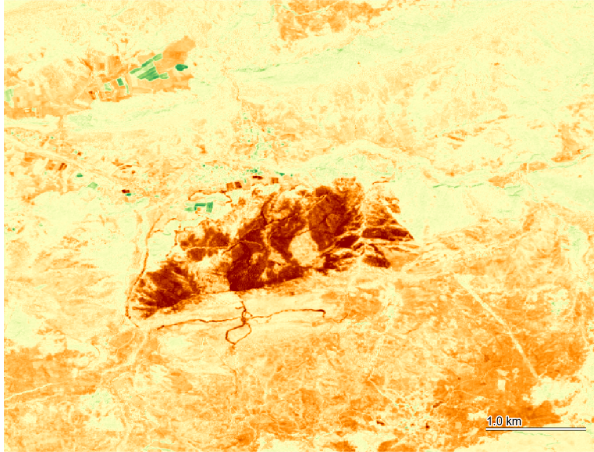
14 Eylül 2025'te Ovacık Gökçedüz Köyü Akbıyık mahallesi kırsalında örtü yangını olarak başlayan olay, rüzgarla ormana sıçramasına rağmen ekiplerce üç saat içinde kontrol altına alınmıştır. Sabah ve NTV haberlerine göre, Temmuz ayındaki Ovacık yangınından bağımsız gelişen bu olayda, Sentinel-2 verileri yerleşim yerlerine yakın lokal ısı anomalileri ve dNBR zirveleri tespit etmiş, ancak tahliye gerektiren bir durum oluşmamıştır.



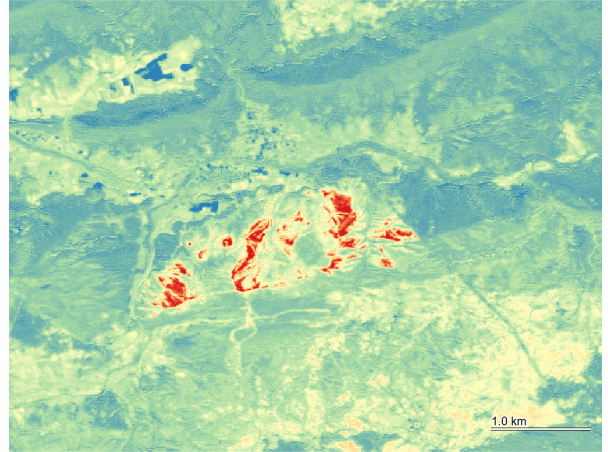
(a) Öncesi



(b) Sonrası



(c) dNDVI

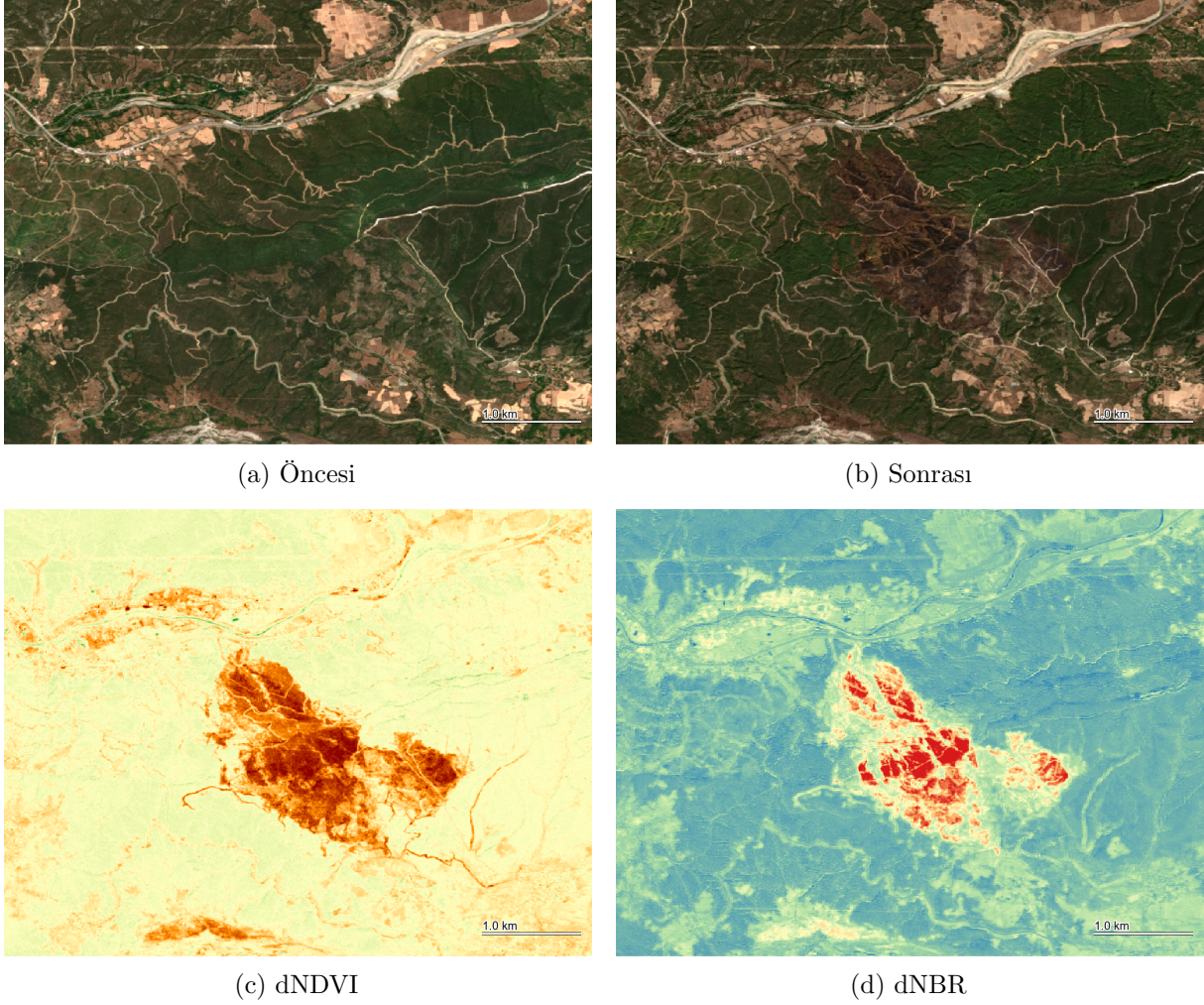


(d) dNBR

Şekil 5: Gökçedüz Akbıyık Yangını Analizi

4.4 Toprakcuma Yangını Analizi

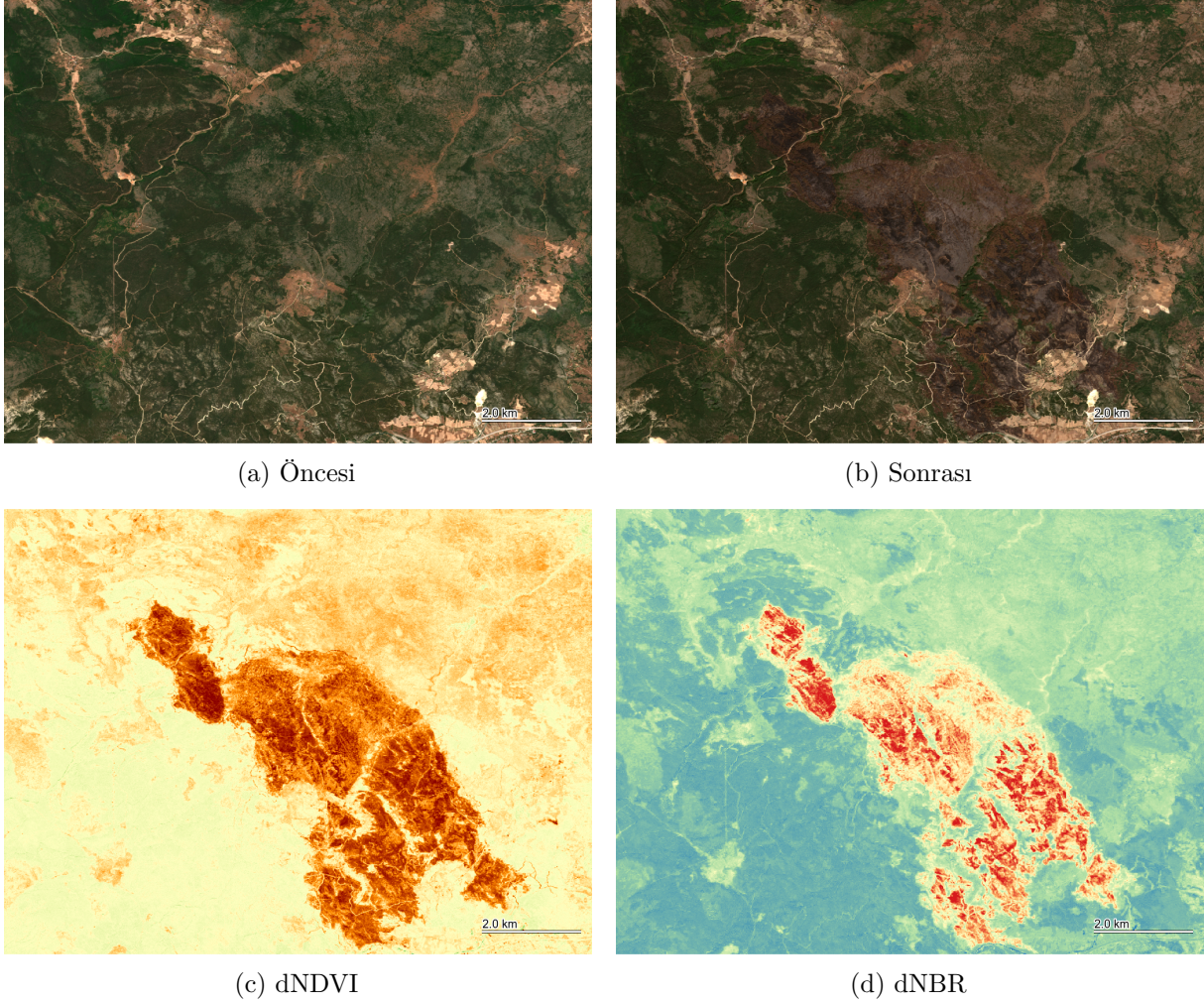
31 Ağustos 2025'te Safranbolu Toprakcuma (Harmancık ve Aşağıgüney) bölgesinde çıkan yangına arazözler ve helikopterlerle müdahale edilmiştir. Karabük Net Haber ve AA, müdahalenin Eylül başına kadar sürdüğünü belirtirken, Sentinel-2 analizleri sarp arazideki taze yanık izlerini ve yüksek şiddetli dNBR değerlerini doğrulamaktadır. Burunsuz yangınından bağımsız olan bu olay, Karabük-Kastamonu yolu boyunca yayılım göstermiştir.



Şekil 6: Toprakcuma Yangını Analizi

4.5 Eflani-Araç Yangını Analizi

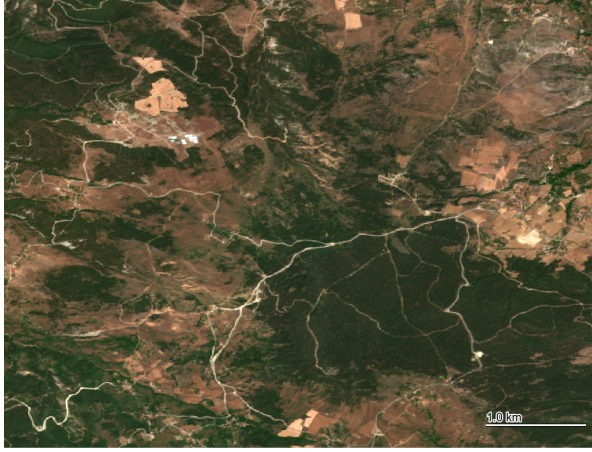
31 Ağustos 2025'te Eflani Saraycık İndere'den başlayıp Kastamonu Araç (Güzelce) sınırına yayılan yangın, 3 Eylül'de kontrol altına alınmıştır. AA ve BBC verilerine göre yaklaşık 2.736 hektarı etkileyen bu sınır aşan yangın, uydu analizlerinde geniş bir koridor boyunca NDVI kaybı olarak izlenmiştir. dNBR haritaları, rüzgarlı koşullarda yoğun yanma bölgelerini, ancak yerleşim yerleri üzerindeki sınırlı etkiyi vurgulamaktadır.



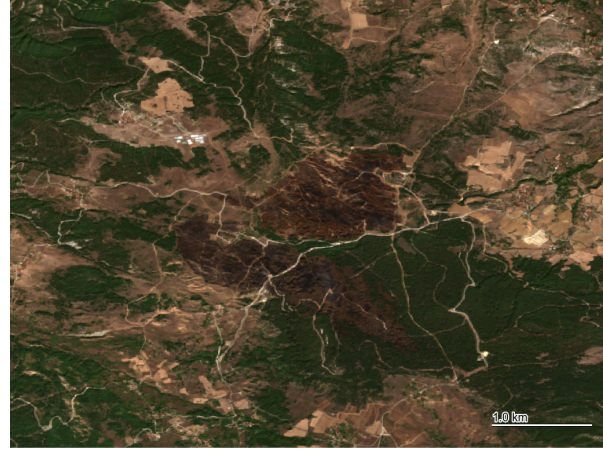
Şekil 7: Eflani-Araç Yangını Analizi

4.6 Aladağ Yangını Analizi

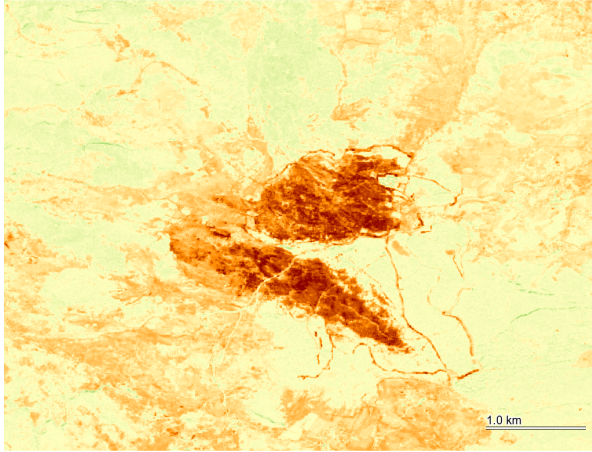
2 Eylül 2025'te Merkez Kahyalar Köyü Aladağ mevkiinde başlayan yangın, rüzgarın etkisiyle hızla yayılarak Kahyalar, Saitler ve Kadıköy köylerinin tahliyesine neden olmuştur. Karabük Valiliği, 5 helikopter ve 500'den fazla personel ile müdahale edilen yangının 4 Eylül'de kontrol altına alındığını duyurmuştur. Sentinel-2 haritaları, Eylül başındaki bu taze yanık izlerini ve geç sezonda devam eden yüksek dNBR riskini doğrulamaktadır.



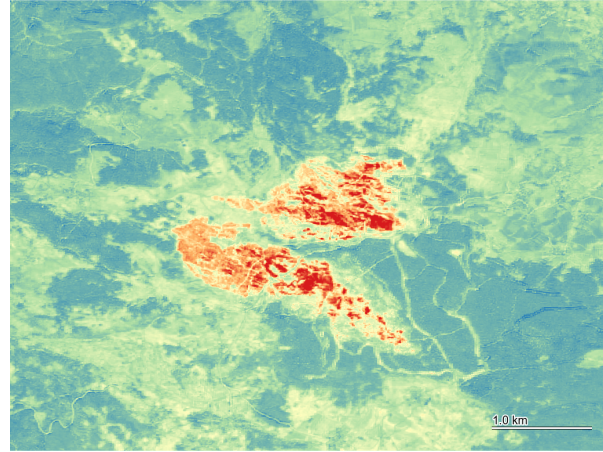
(a) Öncesi



(b) Sonrası



(c) dNDVI



(d) dNBR

Şekil 8: Aladağ Yangını Analizi

4.7 Soğuksu Yangını Analizi

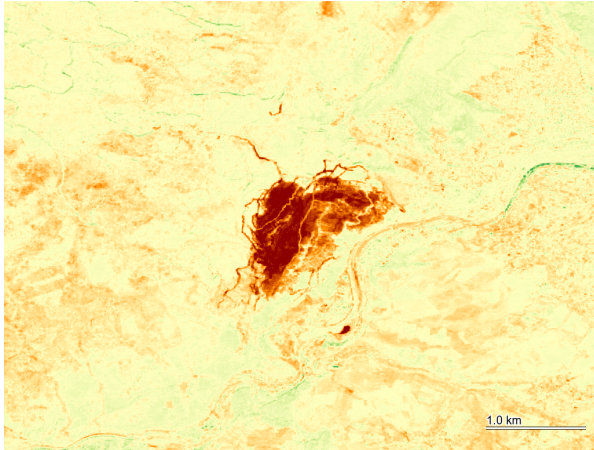
5 Ağustos 2025'te Merkez Soğuksu ve Kayacık (Arıcak/Yenice yolu) bölgesinde çıkan yaklaşık 1.1 hektarlık küçük ölçekli yangın, TOKİ konutlarına yakınlığı nedeniyle risk oluşturmuştur. Karabük Net Haber ve yerel kaynaklar, havadan ve karadan hızlı müdahale ile yangının tahliyeye gerek kalmadan söndürüldüğünü doğrulamaktadır. Uydu görüntüleri lokal izleri ve kentsel arayüzdeki (Wildland-Urban Interface) risk potansiyelini göstermektedir.



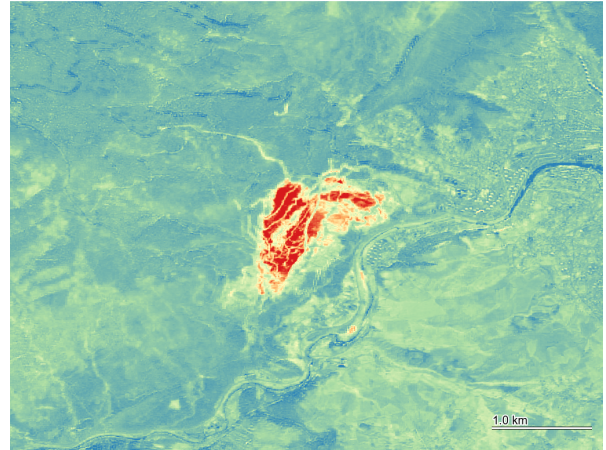
(a) Öncesi



(b) Sonrası



(c) dNDVI



(d) dNBR

Şekil 9: Soğuksu Yangını Analizi

5 Sonuç ve Değerlendirme

Bu proje çalışması sonucunda, 2025 yangın sezonunda Karabük ilini etkisi altına alan orman yangınlarının **yüksek çözünürlüklü dijital hasar envanteri** oluşturulmuştur. Google Earth Engine altyapısı ve Sentinel-2 uydu verileri kullanılarak yapılan analizlerde, il genelinde 7 kritik yangın bölgesi tespit edilmiş ve bu bölgelerin yanma şiddeti haritaları (dNBR) üretilmiştir.

Elde edilen bulgular şu somut sonuçları ortaya koymuştur:

- Yangın tahribatı, hakim rüzgâr yönüyle uyumlu olarak **Ovacık–Eflani hattında** ve güneybatı-kuzeydoğu ekseninde yoğunlaşmıştır.
- Resmi raporlarda genel hatlarıyla belirtilen hasar bölgeleri, bu çalışma ile **piksel tabanlı hassasiyetle** sınırlandırılmış ve derecelendirilmiştir.
- Özellikle saha ekiplerinin fiziksel erişiminin kısıtlı olduğu sarp ve engebeli arazilerdeki (Toprakcuma vb.) hasar durumu kayıt altına alınarak eksiksiz bir durum tespiti sağlanmıştır.

Proje çıktısı olarak sunulan bu haritalar ve veri setleri, bölgenin risk analizi, rehabilitasyon süreçleri ve gelecek yangın sezonu planlamaları için hazır bir **sayısal altlık** niteliğindedir. Çalışma, uydu tabanlı uzaktan algılama yöntemlerinin, afet sonrası hasar tespit çalışmalarında hızlı, maliyet etkin ve operasyonel bir araç olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

Kaynaklar

- [1] Key, C. H., & Benson, N. C. (2006). Landscape Assessment (LA). *FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-164.
- [2] European Space Agency (ESA). (2025). *Sentinel-2 User Handbook*. ESA Standard Document, SP-1322/2.
- [3] NASA Earth Observatory. (2024). *Spectral Indices for Burnt Scar Detection*. Erişim Adresi: <https://earthobservatory.nasa.gov/>
- [4] T.C. Orman Genel Müdürlüğü (OGM). (2025). *Karabük İli Orman Yangınları Hakkında Resmi Basın Bilgilendirmeleri ve Saha Raporları (Temmuz - Eylül 2025)*. Ankara.
- [5] Anadolu Ajansı (AA). (2025). *Karabük'teki Orman Yangınlarına İlişkin Haber ve Görsel Arşivi*. (Erişim Tarihi: Aralık 2025).
- [6] United States Geological Survey (USGS). (2024). *Landsat & Sentinel-2 Burned Area Indices Interpretation Guide*. Department of the Interior.