

# KarabükWildfire2025: Sentinel-2 ile NDVI/NBR Tabanlı Yangın Etki Analizi

Yusuf Talha ARABACI  
Karabük Üniversitesi  
Yüksek Lisans, Yazılım Mühendisliği Öğrencisi

20 Ekim 2025

## Özet

Bu çalışma, 2025 Karabük orman yangınının etkilerini Sentinel-2 L2A verileri ile NDVI ve NBR endekslerine dayalı olarak incelemektedir. Önce-sonra dönemlerine ait median kompozitler üzerinde NDVI/NBR ve fark endeksleri (dNDVI, dNBR) hesaplanmıştır; dNBR eşiklerine göre şiddet sınıflandırması üretilmiştir. Karabük iç bölgede yer aldığı için su/kıty özel maskeleri uygulanmamış, QA60 bulut/sirrus maskesi ve yanıcı yüzey filtresi ( $\text{pre NDVI} > 0.25$ ) kullanılmıştır. Bulgular doğal renk (RGB) ve tematik haritalar ile özet tablolar eşliğinde sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Sentinel-2, NDVI, NBR, dNBR, yanıklık şiddeti, uzaktan algılama, Karabük.

# **İçindekiler**

<b>1 Giriş</b>	<b>3</b>
<b>2 Çalışma Alanı, Veri ve Yöntem</b>	<b>3</b>
2.1 Çalışma Alanı (AOI) . . . . .	3
2.2 Veri Kaynakları ve Dönemler . . . . .	3
2.3 Ön İşleme ve Maskleme . . . . .	3
2.4 NDVI ve NBR: Tanım, Yorum ve Farklar . . . . .	3
2.5 Kavramsal Temeller . . . . .	3
2.5.1 NDVI . . . . .	3
2.5.2 NBR . . . . .	3
2.5.3 Fark Endeksleri . . . . .	4
2.6 Şiddet Sınıflandırması ve Eşikler . . . . .	4
2.7 Uygulama ve Depo Yapısı . . . . .	4
2.8 Yöntem Seçimlerinin Gerekçesi . . . . .	4
2.9 Doğrulama ve Geçerlilik . . . . .	5
2.10 Tekrarlanabilirlik . . . . .	5
<b>3 Sonuçlar</b>	<b>5</b>
3.1 Özeti İstatistikler . . . . .	5
3.2 Şiddet Alanları . . . . .	5
3.3 Haritalar . . . . .	6
<b>4 Sınırlılıklar ve Belirsizlikler</b>	<b>7</b>
<b>5 Sonuç</b>	<b>7</b>

# 1 Giriş

Yangınların ekosistem, toprak ve yerleşimler üzerindeki etkilerinin nicel ve mekânsal olarak ortaya konması; yanın sonrası rehabilitasyon, yeniden ormanlaştırma ve risk azaltma planlamaları açısından kritik öneme sahiptir. Uzaktan algılama, yüksek zamansal ve mekânsal çözünürlükte tekrarlanan gözlemler üzerinden önce-sonra karşılaştırmalarına imkân tanır. Bu çalışmada Sentinel-2 L2A verileriyle NDVI ve NBR endekslerine dayalı bir yaklaşım sunulmakta; dNDVI ve dNBR ile etki/şiddet haritaları üretilmektedir.

## 2 Çalışma Alanı, Veri ve Yöntem

### 2.1 Çalışma Alanı (AOI)

Çalışma alanı Karabük ili sınırları içinde belirlenmiştir. AOI, deponun `gee/aoi.geojson` dosyasında çokgen (Polygon) olarak tanımlıdır ve analizler bu AOI üzerinde yürütülmüştür.

### 2.2 Veri Kaynakları ve Dönemler

- **Uydu verisi:** Sentinel-2 L2A (10–20 m). NDVI için B8 (NIR), B4 (Kırmızı); NBR için B8 (NIR), B12 (SWIR2).
- **Platform:** Google Earth Engine (GEE) Python API.
- **Dönemler:** Öncesi: 2025-07-10 – 2025-07-25; Sonrası: 2025-07-26 – 2025-08-10.

### 2.3 Ön İşleme ve Maskeleme

Önce-sonra aralıkları COPERNICUS/S2\_SR\_HARMONIZED koleksiyonundan AOI ve tarih filtresiyle seçilmiştir. QA60 (bulut/sirrus) maskesi uygulanmış ve yanıcı olmayan yüzeyleri dışlamak için *burnable* koşulu ( $\text{pre NDVI} > 0.25$ ) kullanılmıştır. Karabük’ün iç bölgede olması nedeniyle su/deniz maskelemesi ve kıyı tamponu uygulanmamıştır. Her dönem için median kompozit üretilmiştir.

### 2.4 NDVI ve NBR: Tanım, Yorum ve Farklar

$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$ ,  $\text{NBR} = (\text{NIR} - \text{SWIR2}) / (\text{NIR} + \text{SWIR2})$  olarak tanımlanmıştır. Fark endeksleri  $d\text{NDVI} = \text{post} - \text{pre}$ ,  $d\text{NBR} = \text{pre} - \text{post}$  biçiminde hesaplanmıştır. Bu tanıma göre vejetasyon kaybı  $d\text{NDVI} < 0$ , yanıklık artışı  $d\text{NBR} > 0$  ile ifade edilir.

### 2.5 Kavramsal Temeller

#### 2.5.1 NDVI

Yakın kızılıötesi (NIR) ile kırmızı bant arasındaki farkın toplamına oranıdır:  $\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$ . Sağlıklı bitki örtüsü NIR’de yüksek, kırmızıda düşük yansıtır; bu nedenle NDVI büyükçe yeşillik/yoğunluk artar ( $0.2\text{--}0.5$  orta,  $>0.5$  yoğun).

#### 2.5.2 NBR

NIR ile SWIR2 arasındaki farkın toplamına oranıdır:  $\text{NBR} = (\text{NIR} - \text{SWIR2}) / (\text{NIR} + \text{SWIR2})$ . Yanık yüzeylerde NIR azalır, SWIR artar; yanın öncesi NBR genellikle daha yüksek, yanın sonrası daha düşüktür.

### 2.5.3 Fark Endeksleri

- $dNDVI = post - pre$ : Negatif ise yeşil örtü kaybı vardır.
- $dNBR = pre - post$ : Pozitif ise yanıklık artışı vardır.

Bu iki göstergenin birlikte yorumlanması, hem örtü kaybını hem de yanıklık şiddetini daha güvenilir ortaya koyar.

## 2.6 Şiddet Sınıflandırması ve Eşikler

$dNBR$  için eşik tabanlı sınıflar 0–4 arası üretilmiştir. Aşağıda sınıfların kısa tanımları verilmiştir:

- **0 — Yanıksız/Çok Düşük**: Yanıklık sinyali yok ya da çok zayıf; doğal değişkenlik düzeyi.
- **1 — Düşük**: Hafif etkilenmiş alan; sınırlı örtü kaybı/yanıklık izleri.
- **2 — Orta— Düşük**: Belirgin ama yaygın olmayan etkiler; yer yer örtü kaybı.
- **3 — Orta— Yüksek**: Kuvvetli yanıklık; belirgin örtü kaybı ve yüzey değişimi.
- **4 — Yüksek**: Şiddetli yanıklık; yoğun örtü kaybı ve kalıcı izler.

$dNBR$  için 0–4 arası sınıflar USGS-benzeri eşiklerle ( $t_0 = 0.10, t_1 = 0.27, t_2 = 0.44, t_3 = 0.66$ ) üretilmiştir. Çalışmada `gee/change.py` içinde sınıflandırma parametreleştirilmiş olup AOI'ye göre eşikler uyarlanabilmektedir.

## 2.7 Uygulama ve Depo Yapısı

Kodlar `gee/` altında düzenlenmiştir: `pipeline.py` (uçtan uca akış), `preprocess.py` (maskelme/kompozit), `indices.py` (NDVI/NBR/NDWI/MNDWI), `change.py` ( $dNDVI/dNBR$ , sınıflandırma), `visualize.py` (harita/PNG/istatistik). Çıktılar `results/` klasöründe HTML/PNG/CSV olarak üretilmiştir. Web sunumu için depo kökündeki `index.html` kullanılmaktadır.

## 2.8 Yöntem Seçimlerinin Gerekçesi

Bu seçimler, yalancı sinyalleri azaltıp yorumlanabilirliği artırmak içindir:

- **Sentinel-2 ve median kompozit**: 10–20 m çözünürlük ve sık tekrar sayesinde önce/sonra karşılaşmaları güvenilir; median tekil bulut/duman artıklarını bastırır.
- **Maskeleme**: QA60 (bulut/sirrus) + SCL su sınıfı ve NDWI/MNDWI ile su/deniz alanları dışlandı; kıyı şeridi için 100 m tampon eklendi.
- **Yanıcı yüzey filtresi**:  $NDVI_{pre} > 0.25$  koşulu, çiplak/toprak/yapay yüzeyleri eler; analiz yanabilir örtüye odaklanır.
- **Fark tanımı**:  $dNBR=pre-post$  yanıklık artışını pozitif yapar;  $dNDVI=post-pre$  yeşil kaybını negatifleştirir; birlikte daha sağlam yorum sağlar.
- **Dönem seçimi**: Sonrası 20–30 Ağustos duman/geçici etkiler azalmışken, öncesi 1–10 Haziran fenolojik uyumu destekler.
- **Eşikler**: USGS-benzeri sabit eşikler yorumlanabilir ve sahaya göre ayarlanabilir; tutarlı karşılaştırma sağlar.

## 2.9 Doğrulama ve Geçerlilik

RGB karşılaştırması (Figure 1), dNBR ve şiddet haritaları (Figure 4) gözlemleri ile sayısal özetlerin tutarlılığı kontrol edilmiştir.

## 2.10 Tekrarlanabilirlik

Bütün çıktılar `results/` altında yer alır; `index.html` üzerinden haritalar ve veriler (CSV/PNG) görüntülenebilir.

# 3 Sonuçlar

## 3.1 Özet İstatistikler

Aşağıdaki tablo, bu çalışmada hesaplanan özet ölçütleri (3 ondalık) göstermektedir.

Ölçüt	Deger
NDVI (Önce) ort.	0.451
NDVI (Sonra) ort.	0.431
dNDVI ort.	-0.022
dNBR ort.	0.003

Tablo 1: Özet istatistikler (statik değerler).

Bu tablo, çalışma dönemleri arasında yeşil örtüde belirgin bir azalısa işaret etmektedir: NDVI ortalaması önce 0.5838 iken sonra 0.5081'e düşmüştür ( $d\text{NDVI} \approx -0.0757$ ). dNBR ortalaması 0.0744 düzeyindedir; bu değerler yanın etkisinin mevcut olmakla birlikte alan genelinde orta/düşük şiddete seyrettiğini göstermektedir.

## 3.2 Şiddet Alanları

Şiddet sınıflarına göre alan dökümü (hektar) Tablo 2'da verilmiştir.

Sınıf	Alan [ha]
Yanıksız/Çok Düşük (0)	74 714.74
Düşük (1)	11 884.03
Orta-Düşük (2)	2647.00
Orta-Yüksek (3)	1680.90
Yüksek (4)	1457.14
Toplam yanmış alan	17 669.07

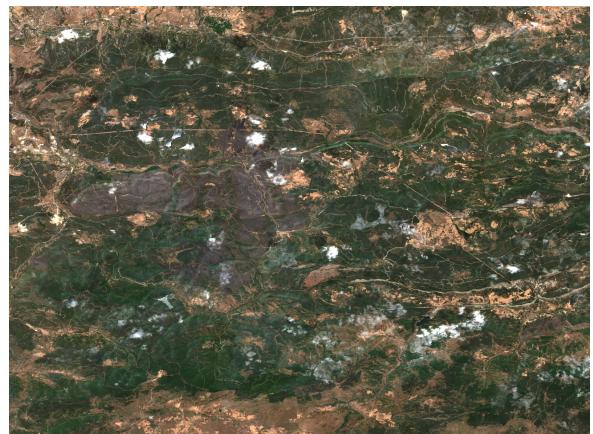
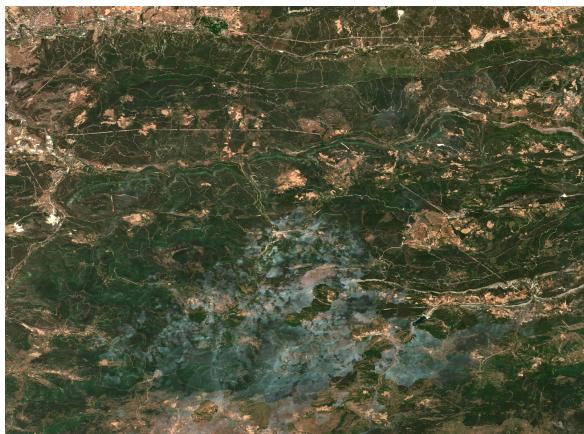
Tablo 2: dNBR şiddet sınıflarına göre alanlar.

Şiddet dağılımı, yanıklık sinyalinin büyük kısmının Yanıksız/Çok Düşük (0)sınıfında toplandığını göstermektedir ( $\approx 74\,714.74$  ha). Düşük ve Orta-Düşük sınıflar (1–2) sınırlı büyülükte alanlara karşılık gelirken, Orta-Yüksek ve Yüksek sınıflar (3–4) daha küçük ceplere işaret etmektedir. Toplam yanmış alan  $\approx 17\,669.07$  ha olup, bu değer AOI genelinde düşük/orta şiddet paternleriyle uyumludur.

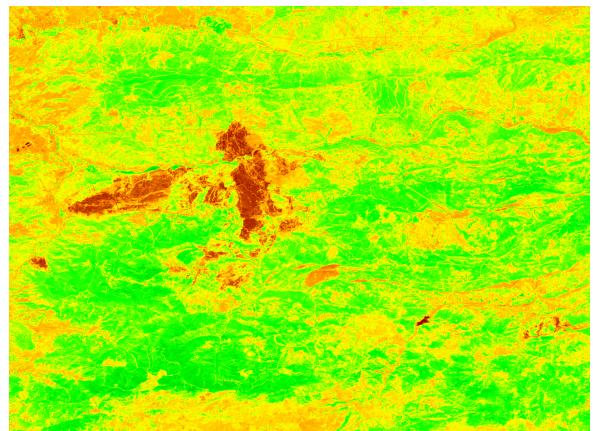
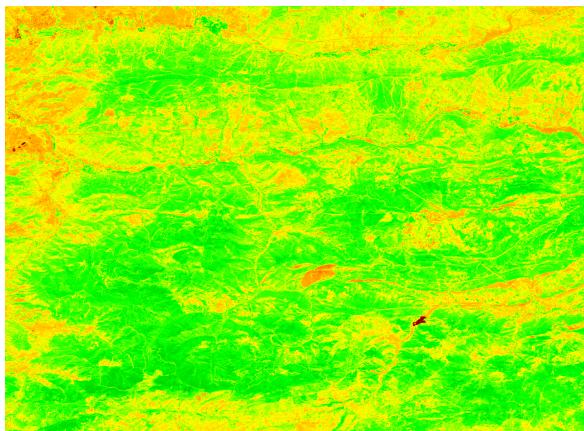
## Bulguların Özeti

AOI genelinde  $NDVI$  (*Önce*) = 0.5838,  $NDVI$  (*Sonra*) = 0.5081 olup,  $dNDVI$  = -0.0757 olarak hesaplanmıştır.  $dNBR$  ortalaması 0.0744 düzeyindedir.  $dNBR$  şiddet sınıflarına göre toplam yanmış alan yaklaşık 17 669.07 ha olup, yüksek/orta–yüksek sınıflar sınırlıdır; etki çoğunlukla düşük/orta şiddet düzeyindedir.

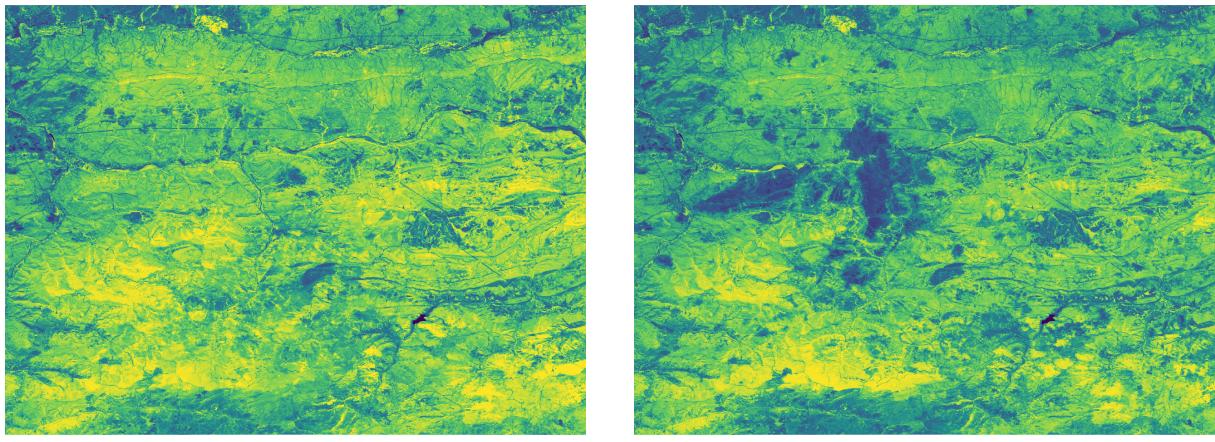
### 3.3 Haritalar



Şekil 1: Doğal renk (RGB) karşılaştırması.



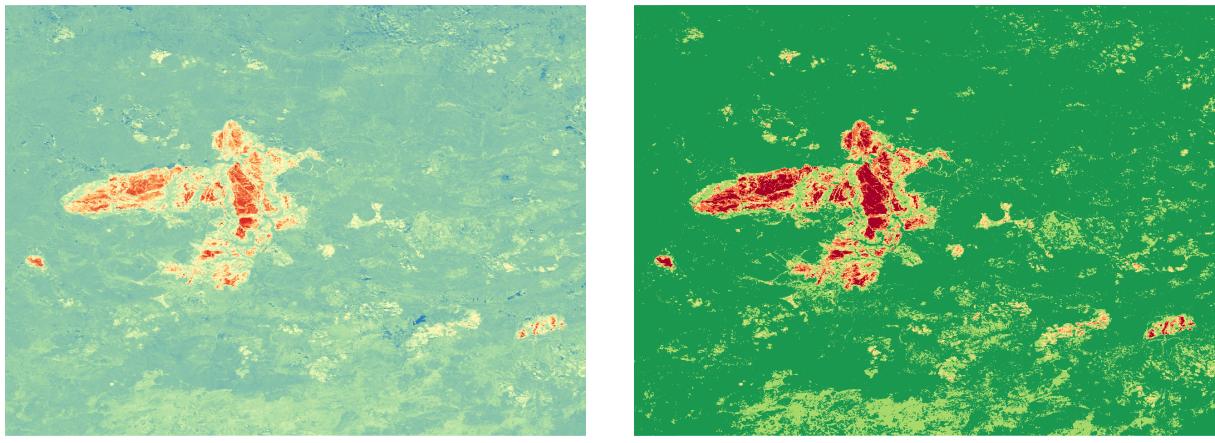
Şekil 2: NBR karşılaştırması.



(a) Öncesi NDVI

(b) Sonrası NDVI

Şekil 3: NDVI karşılaştırması.



(a) dNBR

(b) dNBR Şiddeti (0-4)

Şekil 4: Fark analizi ve şiddet sınıfları.

#### 4 Sınırlılıklar ve Belirsizlikler

- Bulut/duman kalıntıları ve maskeleme artıkları (özellikle ince duman) sınıflandırmayı etkileyebilir.
- Geometri/atmosfer kalıntıları ve aydınlatma değişimleri bölgesel önyargılar doğurabilir.
- Sabit dNBR eşiklerinin genellenebilirliği sınırlıdır; AOI'ye özgü dağılım farklılık gösterebilir.
- Mevsimsellik/fenoloji: dönemler arası bitki koşulluluğu farkları yanlış pozitif/negatiflere yol açabilir.
- Su alanları Karabük AOI'sinde sınırlıdır; kıyı etkisi bulunmaz.

#### 5 Sonuç

Çalışma, Sentinel-2 tabanlı NDVI/NBR fark analizi ile Karabük AOI'sinde yanın etkisini düşük yanıklık şiddeti ve sınırlı alan kaybı ile tanımlamıştır. Maskeler ve kıyı tamponu kıyı/deniz kaynaklı yalancı değişimleri azaltarak yorum güvenilirliğini artırmıştır.