

# ÇOK BANTLI UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGIN ANALİZİ: 2024 ŞİLİ ORMAN YANGINI

Nilüfer ÖZDAŞ<sup>1</sup>, Ömer BİLGİNER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arş. Gör., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 35620, Çiğli, İzmir, nilufer.ozdas@ikcu.edu.tr  
<sup>2</sup>Öğr. Gör., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 35620, Çiğli, İzmir, omer.bilginer@ikcu.edu.tr

## ÖZET

Son yıllarda küresel ısınma etkisiyle orman yangınlarında artış yaşanmaktadır. Orman yangınları özellikle yaz aylarında yerkürenin yoğun ısınmasına bağlı olarak sıcak iklimli bölgelerde daha da sık gözlemlenmektedir. Yangınlar nedeniyle her yıl Dünya'da milyonlarca hektarlık orman alanlarının yok olmaktadır. Yangın, rüzgarın ve hızlı bir şekilde tutuşabilen ağaçların etkisiyle geniş alanlara yayılarak yerleşim yerlerine sıçrayabilmekte bu nedenle de büyük mal ve can kaybına sebebiyet verebilmektedir. Yangın sonucunda bölgede zarar gören alanların tespiti ile yangının neden olduğu ekonomik kayıplar ve ekolojik etkiler belirlenebilmekte, yangın sonrasında bölgedeki arazi örtüsünün değişimi tespit edebilmektedir. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte uzaktan algılamada yangından etkilenen alanlar çok bantlı uydular sayesinde izlenebilmekte ve uydulardan alınan yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile yanan bölge hakkında bilgilere ulaşılabilmektedir. Uydu görüntüleri kullanılarak analizler yapılabilmesi için farklı metotlar geliştirilmiştir. The Normalized Burn Ratio (NBR), büyük yangın bölgelerindeki yanmış alanları vurgulamak için tasarlanmış bir indekstir. NBR indeksinde, spektral dönüş açısından yangından zarar görmüş alanlarla görmemiş alanlar arasında yoğun farklılık gösteren NIR ve SWIR bantlarının kullanılması yangın alanlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada güney yarım kürede bulunan Şili'de 5 Şubat 2024 tarihinde gerçekleşen orman yangını ele alınmıştır. Ülkede gerçekleşen orman yangınının yerleşim bölgelerine sıçraması nedeniyle 131 can kaybı yaşanmış ve yaklaşık olarak 15000 konut hasar almıştır. Bölgede gerçekleşen yangının hasar bıraktığı alanın hesaplanabilmesi için çalışmada, bölgenin yangın öncesi 18 Ocak 2024 tarihli ve yangın sonrasında ait 11 Şubat 2024 tarihli Sentinel 2 L2A verileri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analizde 10 metre çözünürlüklü görüntüler ile NBR indeksi ve bu indeksin yanı sıra yangın bölgesinin yakınlarında gerçekleşen yoğun tarımsal alanlar sebebiyle yanmış alanlar ile seyrek bitki örtüsü içeren tarım alanlarının karışmaması adına The Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) indeksinin bir füzyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda yangın şiddetini gösteren yangın haritası Şekil 1' de gösterilmiştir. Yangın sonucunda zarar gören alan 83176726.342m<sup>2</sup> (8317.673 ha) olarak hesaplanmıştır ve bölgenin yangın sonucunda farklı derecede hasar gördüğü belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Orman Yangını, NBR, NDVI, Yangın Analizi, Sentinel 2

## ABSTRACT

### FOREST FIRE ANALYSIS USING MULTI-BAND SATELLITE IMAGES: 2024 CHILE FOREST FIRE

In recent years, there has been an increase in forest fires due to global warming. Forest fires are observed more frequently in regions with hot climates, especially in summer months, due to intense heating of the Earth. Millions of hectares of forest areas in the world are destroyed every year due to fires. Fire can spread to large areas and residential areas due to the effect of wind and trees that can quickly catch fire, thus causing great loss of property and life. By detecting the areas damaged in the region as a result of the fire, the economic losses and ecological effects caused by the fire can be determined, and the change in land cover in the region after the fire can be detected. Nowadays, with the developing technology, fire-affected areas can be monitored in remote sensing thanks to multi-band satellites, and information about the burning area can be obtained with high-resolution satellite images taken from satellites. Different methods have been developed to perform analyzes using satellite images. The Normalized Burn Ratio (NBR) is an index designed to highlight burned areas in major fire regions. In the NBR index, the use of NIR and SWIR bands, which differ greatly between fire-damaged areas and non-fire-damaged areas in terms of spectral rotation, is used to determine fire areas. In this study, the forest fire that took place on February 5, 2024 in Chile, located in the southern hemisphere, was discussed. Due to the forest fire in the country spreading to residential areas, 131 lives were lost and approximately 15,000 houses were damaged. In order to calculate the area damaged by the fire in the region, the analysis was carried out using Sentinel 2 L2A data of the region dated January 18, 2024 before the fire and dated February 11, 2024 after the fire. In the analysis, a fusion of 10-meter resolution images and the NBR index, as well as the Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) index, was carried out in order not to mix the burnt areas with the agricultural areas with sparse vegetation due to the intense agricultural areas near the fire area. The fire map showing the fire severity as a result of the study is shown in Figure 1. The area damaged by the fire was calculated as 83176726.342m<sup>2</sup> (8317.673 ha) and it was determined that the region was damaged to different degrees as a result of the fire.

**Keywords:** Forest Fire, NBR, NDVI, Fire Analysis, Sentinel 2

## 1. GİRİŞ

Orman yangınları, doğal ekosistemlerin en önemli tehditlerinden biri olarak kabul edilirken, aynı zamanda insan faaliyetlerinin de önemli bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınma, uzun süreli kuraklıklar ve insan kaynaklı faktörler, son yıllarda orman yangınlarının sıklığında ve şiddetinde önemli artışlara neden olmaktadır. Bu yangınlar, yalnızca doğal yaşam alanlarını tahrip etmekle kalmamakta, aynı zamanda da bölge halkının geçim kaynaklarını ve yerleşim yerlerini de tehdit etmektedir. Orman yangınlarının küresel ölçekte artan etkisi, ekosistem dengelerini bozarken, ekonomik ve sosyal maliyetleri de artırmaktadır. Dolayısıyla, orman yangınlarının etkilerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi ve hasar gören alanların doğru haritalandırılması, afet yönetimi ve çevresel iyileştirme çalışmalarında hayati bir rol oynamaktadır. Orman yangınlarının ardından, yangının etkilediği alanların belirlenmesi ve yangının ekosistem üzerindeki etkilerinin anlaşılması, afetlerle mücadelede kilit bir adımdır. Uzaktan algılama teknolojilerindeki ilerlemeler, bu sürecin daha hızlı ve daha etkili bir şekilde yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Uydu görüntüleri, yangın öncesi ve sonrası bitki örtüsü değişimlerinin analizinde yaygın olarak kullanılmakta ve yangının şiddetini ve yayılımını belirlemede güçlü bir araç sunmaktadır. Özellikle, orman yangını sonrası iyileştirme çalışmalarının planlanması ve yangın yönetimi stratejilerinin oluşturulması için uydu görüntüleri ve görüntülerden elde edilen spektral indeksler büyük bir öneme sahiptir.

Spektral indeksler, bitki örtüsü, toprak nemi ve yangın sonrası ekolojik hasarın belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Güney vd., 2023). Spektral indeksler, farklı elektromanyetik bantlardaki yansımaları ölçerek, belirli ekosistem süreçlerini veya bitki sağlığını değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Yangın sonrası hasar analizinde sıklıkla kullanılan indekslerden biri olan Normalized Burn Ratio (NBR), yangın sonrası alanlardaki bitki örtüsü kaybını ve yanmış bölgeleri tespit etmek için kullanılır. NBR, yangından önce ve sonra alınan uydu görüntülerini karşılaştırarak, bitki örtüsündeki değişiklikleri net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bir diğer önemli indeks ise Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)'dir. SAVI, özellikle yangından sonra çıplak toprak ve bitki örtüsünün ayrımını yapmada etkili olup, bitki sağlığının korunup korunmadığını anlamak için kullanılır.

Bu çalışma, 5 Şubat 2024 tarihinde Şili'nin Valparaiso bölgesinde meydana gelen büyük bir orman yangınının etkilerini analiz etmek amacıyla yapılmıştır. Bölge, biyolojik çeşitlilik açısından zengin bir orman yapısına sahip olmasının yanı sıra, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bir bölgedir. Bu nedenle, yangının ekosistem üzerindeki etkileri oldukça geniş kapsamlı olmuştur. Çalışmada, yangın öncesi ve sonrası bitki örtüsü değişikliklerinin değerlendirilmesi amacıyla Sentinel-2 L2A görüntüleri kullanılmıştır. Yangından etkilenen alanların daha hassas bir şekilde belirlenmesi amacıyla NBR ve SAVI indekslerinin bir arada kullanıldığı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Sentinel-2 verileri, yüksek uzaysal ve spektral çözünürlüğü sayesinde orman yangınlarının neden olduğu çevresel değişiklikleri değerlendirmede oldukça etkili bir veri kaynağı sunmaktadır. Yangın sonrası bitki örtüsü tahribatının belirlenmesi için kullanılan NBR ve SAVI indeksleri, özellikle yangının tarımsal alanlara etkisinin daha doğru bir şekilde tespit edilmesini sağlamaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, yangın sonrası yeniden yapılandırma ve ekosistem iyileştirme çalışmalarına rehberlik edecek verilerin toplanmasına katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Çalışmanın ana amacı, Valparaiso bölgesinde meydana gelen orman yangınının etkilerini değerlendirmek, yangın sonrası bitki örtüsünde meydana gelen değişiklikleri belirlemek ve yanan alanları haritalandırmaktır. NBR ve SAVI indekslerinin kombinasyonu, yangın sonrası hasar analizinde daha geniş bir perspektif sunarak yangından zarar görmüş bölgelerin, tarım alanları ve sürülmüş tarlalar ile karıştırılmadan, başarılı bir şekilde tespit edilmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, yangının bölgedeki çevresel ve ekonomik etkilerini daha iyi anlamak için kritik bir adım olarak kabul edilmektedir.

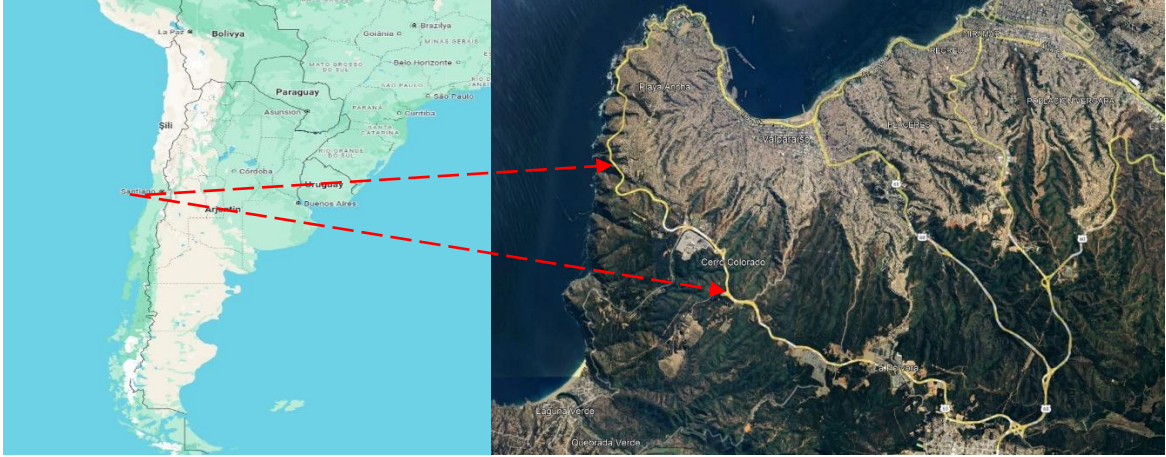
## 2. METODOLOJİ

Uydu görüntüleri kullanılarak yangın analizinde birçok metot kullanılmaktadır. Bu metotların başında Normalized Burn Ratio (NBR) gelir. NBR, kızılötesi ve yakın kızılötesi bantlarını kullanarak bitki örtüsünün durumunu ve yangın sonrası hasar derecesini analiz etmektedir. Yangın öncesi ve sonrası NBR hesaplanarak, yangının etkilediği alanlar çıkarılabilmektedir. Hesaplama sonucunda yangının zarar verdiği alanların belirlenmesi sağlanmakta ve yangın analizi gerçekleştirilebilmektedir. Metot uygulanırken ihtiyaç ve çalışma alanının durumuna göre Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), The Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) gibi farklı indekslerin füzyonları gerçekleştirilebilmektedir.

Bu çalışmada, uydu görüntüleri ile yangın analizi yapabilmek için temelde NBR indeksi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda bazı sürülmüş tarlaların ve tarım arazilerinin yanmış bölgelerle karıştığı tespit edildiğinden NBR indeksi ile SAVI indeksinin bir füzyonu kullanılmıştır. Kullanılan füzyon ile tarım arazilerinin yanmış bölgelerle karışmasının önüne geçilmiştir.

### 3.1. Çalışma Alanı

Çalışmada, 5 Şubat 2024 tarihinde güney yarım kürede bulunan ve 254.042.00E-6.319.589.43N ve 288.313.19E-6.350.052.71N dereceleri arasında yer alan Şili'nin Valparaíso bölgesinde meydana gelen, büyük çaplı bir yangının analizi yapılmıştır. Çalışma alanı olarak bu bölgenin seçilmesinin temel sebebi bölgede meydana gelen yangının yüksek oranda can ve mal kaybına sebebiyet vermiş olmasıdır. Bu noktada, deprem, yangın, sel gibi afetlerin etki alanlarının ve hasar şiddetlerinin hesaplanması oldukça önemlidir.



Şekil 1. Çalışma alanı.

### 3.2. Veri Seti

Çalışmada, yangın analizi için Şili Valparaíso bölgesine ait yangın öncesi ve sonrası için Copernicus Sentinel-2 Collection 1 MSI Level-2A (L2A) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Görüntüler açık kaynaklı olup, herhangi bir düzeltme gerektirmeden direkt olarak kullanıma hazır şekilde elde edilmiştir. Yangın öncesi için 18 Ocak 2024 tarihli ve yangın sonrası için 11 Şubat 2024 tarihli uydu görüntüleri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Yangın öncesi ve sonrası için kullanılan Sentinel L2A RGB uydu görüntüleri (Copernicus, 2024).  
a) 18 Ocak 2024 Şili Valparaíso RGB uydu görüntüsü b) 11 Şubat 2024 Şili Valparaíso RGB uydu görüntüsü

Çalışmada, 10 metre çözünürlükte Red, NIR ve SWIR bantları ile çalışılmıştır. Sentinel 2 L2A için Red ve NIR bantları 10 metre çözünürlükte kullanıma sunulurken SWIR bantları yalnızca 20 metre ve 30 metre çözünürlükte kullanıma sunulmuştur. Yangın öncesi ve sonrası için SWIR bantları Visual Studio Code ortamında resampling için

gereken gdal ve numpy kütüphaneleri kullanılarak yazılan bir algoritma ile 20 metre çözünürlükten 10 metre çözünürlüğe yükseltilmiştir. Daha sonra ArcGIS Pro ortamında söz konusu 3 bant için birleştirme işlemi uygulanıp yangın öncesi (Epok 0) ve yangın sonrası (Epok 1) olmak üzere 2 adet kompozit görüntü elde edilmiştir. Son olarak, yangın alanını içeren bir poligon belirlenip Epok 0 ve Epok1 için elde edilen 2 kompozit görüntüden kesilerek veriler analize hazır hale getirilmiştir.

### 3.3. Uygulama

Çalışmada öncelikle Epok 0 ve Epok 1 için NBR indeksi uygulanmıştır. NBR, özellikle yangınların etkilerini analiz etmek için kullanılan bir uydu görüntüleme indeksi olan bir spektral indekstir. NBR, yangın sonrası bitki örtüsündeki değişiklikleri tespit etmek ve yangın alanlarının belirlenmesine yardımcı olmak için kullanılmaktadır (Keeley,2009). NBR, yakın kızılötesi (Near Infrared - NIR) ve kısa dalga kızılötesi (Shortwave Infrared - SWIR) bantlarını kullanır. NBR hesaplanırken denklem 1'deki eşitlik kullanılmaktadır,

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

NIR: Yakın kızılötesi yansımaya değeri, SWIR: Kısa dalga kızılötesi yansımaya değeri

Elde edilen indeks sonucunda genellikle yüksek pozitif NBR değerleri sağlıklı ve yoğun bitki örtüsünü gösterirken düşük veya negatif NBR değerleri yanmış alanları ve yangın sonrasında bozulmuş bitki örtüsünü göstermektedir. NBR, öncesi ve sonrası yangın görüntüleri arasındaki farkı belirlemek için kullanıldığında dNBR (Differenced Normalized Burn Ratio) olarak adlandırılmaktadır (Keeley,2009). dNBR denklem 2 'de gösterilen eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır,

$$dNBR = NBR_{önce} - NBR_{sonra} \quad (2)$$

Denklem 2'deki eşitlik ile yangın öncesi ve sonrası uydu görüntüleri kullanılarak yangının etkisinin daha iyi anlaşılması sağlanmaktadır.

Çalışma kapsamında, Epok 0 ve Epok 1 için elde edilen kompozit görüntüler NBR işlemine tabi tutulmuştur. Söz konusu işlem için ArcGIS Pro'da yangın analizi için özelleştirilmiş NBR aracı kullanılmıştır. NBR aracına yangın öncesi ve sonrası için NIR ve SWIR bantları eklenmiş ve NBR indeksi uygulanmıştır. Daha sonra yangın öncesi için elde edilen NBR'den yangın sonrası için elde edilen NBR arasında raster hesaplayıcı aracılığı ile bir çıkarma işlemi gerçekleştirilmiştir ve dNBR elde edilmiştir.

NBR indeksi uygulamasından sonra yine Epok 0 ve Epok 1 için SAVI indeksi uygulanmıştır. SAVI, bitki örtüsünü değerlendirmek için kullanılan bir spektral indekstir. SAVI, The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)'e benzer şekilde bitki örtüsünün yoğunluğunu ve sağlığını değerlendirmek için kırmızı (Red) ve yakın kızılötesi (Near Infrared-NIR) bantlarını kullanmaktadır. Ancak SAVI, özellikle çıplak toprak veya düşük bitki örtüsü bulunan alanlarda, toprak etkisini azaltmak için tasarlanmıştır. SAVI hesaplanırken denklem 3'de gösterilen eşitlik kullanılmaktadır:

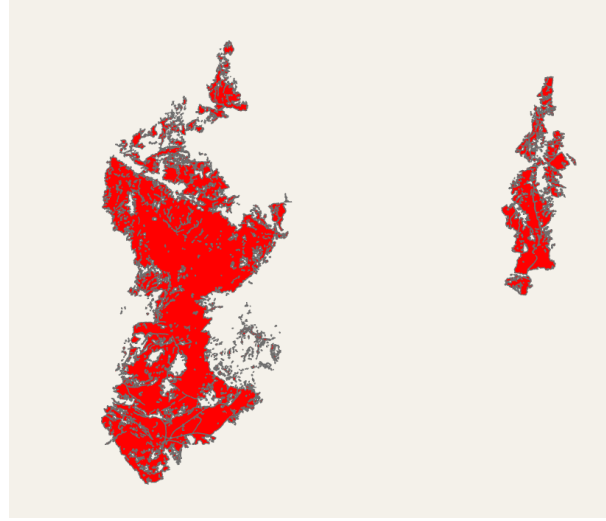
$$SAVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red+L)} \times (L + 1) \quad (3)$$

NIR: Yakın kızılötesi yansımaya değeri, SWIR: Kısa dalga kızılötesi yansımaya değeri, L: Toprak düzeltme faktörü

L faktörü, bitki örtüsünün yoğunluğuna bağlı olarak ayarlanmaktadır. Literatürde optimum L = 0.5 değeri yaygın olarak kullanılmaktadır (Keeley,2009). SAVI, özellikle toprak arka planının etkisini azaltmak için kullanılmakta ve bitki örtüsünün seyrek olduğu alanlarda NDVI'ye göre daha doğru sonuçlar vermektedir (Fatiha vd., 2013). Çalışmada SAVI indeksinin uygulaması da NBR indeksine benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle yangın öncesi ve sonrası için elde edilmiş kompozit görüntülerin indeks uygulamaları ArcGIS Pro ortamında SAVI indeksi için özelleştirilmiş araç yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Red ve NIR bantları ArcGIS Pro aracına eklendikten sonra L faktörü 0.5 olarak belirlenmiştir. Ardından yangın öncesi için elde edilmiş SAVI ve yangın sonrası elde edilmiş SAVI arasında raster hesaplama aracı kullanılarak bir çıkarma işlemi gerçekleştirilerek dSAVI elde edilmiştir.

Çalışmada, yalnızca NBR indeksi kullanılarak elde edilen sonuçlarda yangın alanına yakın lokasyonlarda bulunan tarım alanlarındaki sürülmüş ya da düşük bitki yoğunluğu olan bölgelerin yanmış veya yangından zarar görmüş alanlarla benzerlik gösterdiği tespit edilmiş olup yalnızca NBR indeksinin kullanılmasının yeterince hassas ve doğru





Şekil 4. Copernicus EMSR715 5 Şubat 2024 Şili Valparaíso yangını analizi (Copernicus EMS,2024).

#### 4. ÖNERİLER

Deprem, sel, yangın gibi doğal afetlerin izlenmesi ve analizi, can ve mal kaybını en aza indirmek, toplumsal dayanıklılığı artırmak ve etkili müdahale süreçleri geliştirmek açısından hayati önem taşır. Bu çalışmada da yüksek oranda can ve mal kaybına sebebiyet veren büyük çaplı bir yangın için afet sonrası analiz yapılmıştır. Çalışmada kullanılan metotlar, arazi incelemeleri ve hava görüntüleri ile desteklenebilir. Bu sayede, analizin hassasiyeti arttığı gibi arazi çıplak gözle gözlemlendiği için çalışmada kullanılan metotlar daha isabetli seçilebilecektir.

#### KAYNAKLAR

**Copernicus**, 2024. [Erişim tarihi: 30 Haziran 2024].

<https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=5&lat=50.16282&lng=20.78613&demSource3D=%22MAPZEN%22&cloudCoverage=30&dateMode=SINGLE>

**Copernicus EMS Rapid Mapping Activation Viewer**. 2024. [Erişim tarihi: 30 Haziran 2024].

<https://rapidmapping.emergency.copernicus.eu/EMSR715>

**Fatiha, B., Abdelkader, A., Latifa, H., ve Mohamed, E.**, 2013. Spatio Temporal Analysis of Vegetation by Vegetation Indices from Multi-dates Satellite Images: Application to a Semi Arid Area in ALGERIA. *Energy Procedia*, 36, 667–675. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.077>

**Güney, C.O., Mert, A. ve Gülsoy, S.**, 2023. Orman Yangınları Sonrası Ekosistem Tabanlı Planlamaya Doğru: Yanma Derinliğinin Sınıflandırılması. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(1), 206–225. <https://doi.org/10.35341/afet.1197031>

**Keeley, J. E.**, 2009. Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*, 18(1), 116. <https://doi.org/10.1071/wf07049>

**Veraverbeke, S., Gitas, I., Katagis, T., Polychronaki, A., Somers, B., ve Goossens, R.**, 2012. Assessing post-fire vegetation recovery using red–near infrared vegetation indices: Accounting for background and vegetation variability. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 68, 28–39. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.12.007>