

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LANDSAT-8 VE SENTİNEL-2 UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK ORMAN
YANGIN ALANI TESPİTİ: MUĞLA ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHADIR KURNAZ

HAZİRAN 2019

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LANDSAT-8 VE SENTİNEL-2 UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK ORMAN
YANGIN ALANI TESPİTİ: MUĞLA ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahadır KURNAZ

DANIŞMAN: Doç. Dr. Saygın ABDİKAN

ZONGULDAK

Haziran 2019

KABUL:

Bahadır KURNAZ tarafından hazırlanan “Landsat-8 ve Sentinel-2 Uydu Görüntüleri Kullanılarak Orman Yangın Alanı Tespiti: Muğla Örneği” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.
28/06/2019

Danışman: Doç. Dr. Saygın ABDİKAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

Üye : Doç. Dr. Füsun BALIK ŞANLI

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Eray KÖKSAL

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

....../....../2019

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



Bahadır KURNAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LANDSAT-8 VE SENTİNEL-2 UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK ORMAN YANGIN ALANI TESPİTİ: MUĞLA ÖĞREĞİ

Bahadır KURNAZ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Saygın ABDİKAN

Haziran 2019, 59 sayfa

Ağaç, bitki ve çalıların geniş bir alana yayılarak oluştukları topluluğa orman ismi verilir. Ormanlar sağladığı faydalar ile en önemli doğal kaynaklar arasında gelmektedirler. Ayrıca ormanlar ekosistem içinde, sosyal ve çevresel dengenin sağlanması yönünden son derece önemli bir yere sahiptirler.

Orman yangınlarıyla mücadele açısından yangınlarının oluşum ve davranış özelliklerinin tahmin edilebilmesi son derece önemlidir. Bu amaç doğrultusunda gelişen teknolojiyle elde edilen uydu görüntülerini kullanmak, yangından etkilenen yangın alanlarının ve yanma şiddetinin tespit edilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır.

Bu çalışmada Muğla iline ait Zeytinköy bölgesinde meydana gelen orman yangını ele alınmıştır. Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntülerine dNDVI, dGNDVI, dNBR, RdNBR, RBR VE dNBRn fark indeksleri uygulanarak yanma şiddeti haritaları oluşturularak yangından etkilenen alanlar belirlenmiştir. Ayrıca yapılan literatür çalışması kapsamında orta ve yüksek

ÖZET (devam ediyor)

çözünürlüklü uydu görüntülerinde daha yüksek doğruluklu sonuçlar veren nesne tabanlı sınıflandırma tekniğiyle de orman yangın alanları belirlenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda Denizova Orman İşletme Şefliğinden temin edilen yangın sicil fişi incelendiğinde 225 ha orman alanı ve 200 ha tarım arazisi olmak üzere toplamda 425 ha'lık bir alanın çıkan yangın sonucu tahrip olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulana dNDVI indeksi sonucu 494.21 ha, dGNDVI indeksi sonucu 553.22 ha, dNBR indeksi sonucu 525.60ha, RdNBR indeksi sonucu 524.32 ha, RBR indeksi sonucu 547.71 ha ve nesne tabanlı sınıflandırma tekniğine göre 513.15 ha'lık bir alanın yangından etkilendiği tespit edilmiştir. Yine çalışmada kullanılan bir diğer uydu olan Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanan dNDVI indeksi sonucu 419.40 ha, dGNDVI indeksi sonucu 229.16 ha, dNBR indeksi sonucu 490.16 ha, RdNBR indeksi sonucu 481.65 ha, RBR indeksi sonucu 536.44 ha, dNBR_n indeksi sonucu 503.77 ha ve nesne tabanlı sınıflandırma tekniğine göre 431.57 ha'lık bir alanın yangında tahrip olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar Orman İşletme Şefliğinden alınan değerlerle kıyaslandığında iki uydu görüntüsü için de en yüksek doğruluklu sonucu veren indeksin dNDVI olduğu belirlenmiştir. Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanan fark indekslerinden ve nesne tabanlı sınıflandırma yönteminden elde veriler gerçek değerlerle kıyaslandığında, bu uydu görüntülerinin orman yangın alanlarının tespit edilmesine yönelik çalışmalar için Landsat-8 uydu görüntülerinden daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Landsat-8, Nesne Tabanlı Sınıflandırma, Sentinel-2, Yangın İndeksi.

Bilim Kodu: 616.02.04

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF FOREST FIRE AREA BY USING LANDSAT-8 AND SENTINEL-2 SATELLITE IMAGES: MUĞLA CASE

Bahadır KURNAZ

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Saygın ABDİKAN

June 2019, 59 pages

The areas which include spreading trees, plants and bushes are called forests. Forests are among the most important natural resources with their benefits. In addition, they have an important place in the ecosystem in terms of social and environmental balance.

Prediction of the formation and behavioural characteristics of fires is extremely important in terms of combating forest fires. For this purpose, using satellite images obtained by means of the developing technology provides great convenience in determining the size of a fire area and the intensity of a fire.

In the present study, a forest fire occurred in Zeytinköy region of Muğla province is analysed. The areas affected by the fire are determined through creating fire intensity maps by applying dNDVI, dGNDVI, dNBR, RdNBR, RBR and dNBRn difference indexes to Sentinel-2 and Landsat-8 satellite images. Forest fire areas are also determined by object-based classification technique which is claimed to give higher accuracy results in medium and high resolution satellite images.

ABSTRACT (continued)

For this purpose, when the fire data sheet obtained from the Denizova Forest Sub-District Directorate was examined, it was found that a total area of 425 ha, including 225 ha forest area and 200 ha agricultural land, was destroyed by fire.

At the end of the study, the size of the area affected by the fire is found to be 494.21 ha by dNDVI index, 553.22 ha by dGNDVI index, 525.60 ha by dNBR index, 524.32 ha by RdNBR index, 547.71 ha by RBR index applied to Landsat-8 satellite image, and 513.15 ha by object-based classification method. Also, the size of the area destroyed by the fire is found to be 419.40 ha by dNDVI index, 229.16 ha by dGNDVI index, 490.16 ha by dNBR index, 481.65 ha by RdNBR index, 536.44 ha by RBR index applied to Sentinel-2 satellite image, and 431.57 ha by object-based classification method.

When the results obtained are compared with the data obtained from the Forest Sub-District Directorate, it is determined that the index with the highest accuracy is dNDVI for both satellite images. When the data obtained from the difference indexes applied to Sentinel-2 satellite image and the object-based classification method are compared with the actual values, these satellite images are found to be more suitable than Landsat-8 satellite images for the studies to determine forest fire areas.

Key Words: Landsat-8, Object Based Classification, Sentinel-2, Burn Index.

Science Code: 616.02.04

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve çalışmalarım süresince bilgi, birikim ve tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen, beni her daim yönlendiren, her türlü sorunumda gerekli imkânı sağlayan çok değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Saygın ABDİKAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmam süresince değerli fikirleriyle çalışmalarımı yönlendiren Arş. Gör. Çağlar BAYIK'a da teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmasında kullanılmak üzere yangın sicil fişi ve meşcere haritasını temin etmemde yardımcı olan Muğla Milas Orman İşletme Müdürü İbrahim Çetin AKKAYA'ya da teşekkürlerimi sunarım.

Yalnız tez çalışmam süresince değil tüm yaşamım boyunca bana her zaman güvenerek arkamda olan ve her türlü desteği sağlayan çok değerli annem ve babam Nevin ve Halil İbrahim Kurnaz'a, kardeşlerim Onur ve Yıldırım Kurnaz'a da sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Teşekkürlerin en büyüğü, hayatımın her anında olduğu gibi tez çalışmamın her aşamasında da yardımlarını cömertçe sunan çok kıymetli eşim Demet Kurnaz'a gitmelidir.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
 BÖLÜM 1 GİRİŞ	 1
1.1 LİTERATÜR ÖZETİ	2
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI	6
 BÖLÜM 2 ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER.....	 9
2.1 ÇALIŞMA ALANI.....	9
2.2 KULLANILAN VERİLER	11
2.2.1 Landsat-8 Uydu Görüntüsü Özellikleri.....	11
2.2.2 Sentinel-2 Uydu Görüntüsü Özellikleri	12
2.2.3 Görüntü Yorumlamada Kullanılan Programlar.....	14
2.2.4 Yersel Veriler	15
 BÖLÜM 3 ORMAN YANGINLARI VE UZAKTAN ALGILAMA	 17
3.1 ORMAN YANGINLARI	17
3.2 UZAKTAN ALGILAMA	18
3.2.1 Nesne Tabanlı Sınıflandırma.....	19
3.2.1.1 Segmentasyon İşlemi.....	19

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.2.1.2 Ölçek Parametresi	20
3.2.1.3 Doğruluk Analizi.....	20
3.2.2 Kullanılan İndeksler	21
 BÖLÜM 4 UYGULAMA	 25
4.1 İNDEKSLERİN OLUŞTURULMASI.....	25
4.2 YANMA ŞİDDETİNİN VE YANGIN ALANLARININ BELİRLENMESİ.....	36
4.3 NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA YÖNTEMİNİN UYGULANMASI.....	44
 BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	 51
 KAYNAKLAR.....	 55
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Çalışma alanı.	9
Şekil 2.2 Çalışma alanının yangın sonrasına ait a) Landsat-8 uydu görüntüsü (B4,B3,B2), b) yapay renkli Landsat-8 uydu görüntüsü (B5,B3,B2).	10
Şekil 2.3 Çalışma alanının yangın sonrasına ait a) Sentinel-2 uydu görüntüsü (B4,B3,B2), b) yapay renkli Sentinel-2 uydu görüntüsü (B8,B3,B2).	10
Şekil 2.4 Yangın sicil fişi örneği	15
Şekil 3.1 Yanan orman alanları, 2010-2017.	17
Şekil 3.2 Yangın risk haritası.	18
Şekil 3.3 Türkiye orman varlığı haritası (2015).	19
Şekil 4.1 Görüntü klasörü içindeki MTL.txt dosyası.	26
Şekil 4.2 SNAP yazılımına ait Bant Maths menüsü.	27
Şekil 4.3 SNAP yazılımına ait Graph Builder iş akışı.	28
Şekil 4.4 Graph Builder işlemi sonucu elde edilen SNAP yazılımına ait görüntü.	28
Şekil 4.5 Yangın öncesi Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI, ve c) GNDVI indeksleri.	29
Şekil 4.6 Yangın sonrası Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI ve c) GNDVI indeksleri.	30
Şekil 4.7 Yangın öncesi Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI, c) GNDVI ve d) NBR _n indeksleri.	31
Şekil 4.8 Yangın sonrası Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI, c) GNDVI ve d) NBR _n indeksleri.	32
Şekil 4.9 SNAP yazılımına ait Collacation işleminin görüntüsü.	33
Şekil 4.10 SNAP yazılımda Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış su ve bulut maskesi.	33
Şekil 4.11 Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulanmış a) dNDVI, b) dGNDVI, c) dNBR, d) RdNBR ve e) RBR indeksleri.	34
Şekil 4.12 Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış a) dNDVI, b) dGNDVI, c) dNBR, d) RdNBR, e) RBR ve f) dNBR _n indeksleri.	35
Şekil 4.13 Sentinel-2 uydusuna ait RBR fark indeksinin yangın eşik değerinin belirlenmesi.	36
Şekil 4.14 Yangın eşik değerine çekilmiş dNBR indeksinin ArcGIS görüntüsü.	37
Şekil 4.15 Yangın şiddetine göre 5 sınıfa ayrılmış dNBR indeksinin ArcGIS görüntüsü.	37

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No	Sayfa
Şekil 4.16 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan dNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası. .	38
Şekil 4.17 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan dGNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası.	39
Şekil 4.18 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan dNBR indeksinin yanma şiddeti haritası. ...	39
Şekil 4.19 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan RdNBR indeksinin yanma şiddeti haritası. .	40
Şekil 4.20 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan RBR indeksinin yanma şiddeti haritası.	40
Şekil 4.21 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası. .	41
Şekil 4.22 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dGNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası.	41
Şekil 4.23 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dNBR indeksinin yanma şiddeti haritası. ..	42
Şekil 4.24 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan RdNBR indeksinin yanma şiddeti haritası. .	42
Şekil 4.25 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan RBR indeksinin yanma şiddeti haritası.	43
Şekil 4.26 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dNBR _n indeksinin yanma şiddeti haritası. .	43
Şekil 4.27 Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi iş akışı.	44
Şekil 4.28 Landsat-8 görüntüsüne ait segmentasyon algoritması ve parametrelerin seçimi. ...	45
Şekil 4.29 Sentinel-2 görüntüsüne ait segmentasyon algoritması ve parametrelerin seçimi. ..	45
Şekil 4.30 Landsat-8 görüntüsüne ait segmentasyon sonucu.	46
Şekil 4.31 Sentinel-2 görüntüsüne ait segmentasyon sonucu.	46
Şekil 4.32 Landsat-8 görüntüsü üzerinden örnek alanların seçimi.	47
Şekil 4.33 Sentinel-2 görüntüsü üzerinden örnek alanların seçimi.	47
Şekil 4.34 Landsat-8 sınıflandırılmış uydu görüntüsü.	48
Şekil 4.35 Sentinel-2 sınıflandırılmış uydu görüntüsü.	48
Şekil 4.36 Landsat-8 görüntüsüne ait sınıflandırma sonuçlarından elde edilen vektör veri. ...	50
Şekil 4.37 Sentinel-2 görüntüsüne ait sınıflandırma sonuçlarından elde edilen vektör veri. ...	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Landsat-8 uydu özellikleri	11
Çizelge 2.2 Sentinel-2 uydu özellikleri	12
Çizelge 2.3 Uydu görüntü tarihleri.....	13
Çizelge 2.4 Landsat-8 ve Sentinel-2 uydularının spektral bilgileri.....	13
Çizelge 4.1 Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntülerine uygulanan indeksler.....	27
Çizelge 4.2 Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin doğruluk analizi (%).	49
Çizelge 5.1 Vektör verilerden elde edilen yangın alanları.	52



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

%	: Yüzde
Bant_x	: Bant numarası
L_{λ}	: Atmosfer üstü parlaklık düzeltmesi
P_{λ}	: Atmosfer üstü yansıma düzeltmesi
M_L	: Metadatalara göre yeniden ölçekleme faktörü
M_P	: Metadatalara göre yeniden ölçekleme faktörü
A_L	: Bant spesifik verilerine göre yeniden örnekleme faktörü
Q_{cal}	: Sayısallaştırılmış ve kalibre edilmiş piksel değeri
θ_{SE}	: Güneş yükseklik açısı
/	: Bölme
+	: Toplama

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
dGNDVI	: Differenced Green Normalized Difference Vegetation Index
dNDVI	: Differenced Normalised Difference Vegetation Index
dNBR	: Differenced Normalized Burn Raito
GD	: Genel Doğruluk
GNDVI	: Green Normalized Difference Vegetation Index
ha	: hektar
k	: Kappa Değeri
KD	: Kullanıcı Doğruluğu
Km	: Kilometre
NBR	: Normalized Burn Raito

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NIR	: Near Infrared
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
RBR	: Relativized Burn Ratio
RdNBR	: Relative differenced Normalized Burn Ratio
SWIR	: Short Wave Infrared
UTM	: Universal Transvers Merkator-Ulusal Merkatör Projeksiyonu
ÜD	: Üretici Doğruluğu
VI	: Bitki Örtüsü İndeksi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünyada orman yangınları denilince ilk akla gelen ülkeler Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avustralya ve Akdeniz ülkeleri gelmektedir (Ertuğrul 2015). Ülkemiz orman yangınının çıkmasının en uygun koşullara sahip olduğu Akdeniz ikliminin etkisindedir. Çoğunlukla yarı kurak, kuru-yarı nemli ve yarı nemli iklim koşullarının egemen olduğu Türkiye’de, orman yangınları büyük bir risk ve ciddi bir tehlike oluşturmaktadır (Türkeş vd. 2012).

Akdeniz iklim kuşağında bulunan ülkemizde ormanların büyük kısmı yangın riski altındadır. Toplam orman varlığının % 60’ını birinci ve ikinci derece yangın tehdidi oluşturan bölgeler oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra ülkemiz yüzölçümünün % 29’unu orman varlığı oluşturmaktadır. Bu da 22612935 hektarlık bir alana karşılık gelmektedir. Bu alanın 12983148 hektarlık kısmını kapalı orman alanı, 9638787 hektarlık kısmını ise boşluklu kapalı orman alanı oluşturmaktadır (URL-1).

Yaşamımız için büyük bir öneme sahip olan ormanların yangınlar dolayısıyla tahrip olması heyelan, erozyon ve çölleşme gibi büyük sorunlara sebebiyet vermektedir. Bu sorunların giderilmesi amacıyla yangın şiddetinin tespit edilmesi ve tahrip olan alanların rehabilite edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Orman yangınlarıyla mücadelenin başarılı olması için sadece gerekli önlemlerin zamanında alınması yeterli olmaz. Bunun yanında gelişmiş teknolojinin de yangınla mücadelenin her aşamasında çok etkin bir biçimde kullanılması gerekmektedir (Arıcak vd. 2012). Orman yangınlarının meydana getirdiği hasarların tespitinde uzaktan algılama metodları uzunca süredir kullanılmaktadır (Yurtseven 2014). Uzaktan algılama metodlarının sunduğu imkânlardan, yangın alanlarının haritalanması, yanma şiddetinin tespit edilmesi, yangın yönetimi ve yanmış alanların tespit edilmesi gibi hususlarda faydalanılmaktadır.

Bu kapsamda yanmış alan, yanma şiddeti ve yangın alanlarını haritalanmasında bölgeye ait uydu görüntüleri üzerindeki kızılötesi bantlarda meydana gelen spektral değişiklikler esas alınarak oluşturulan indeksler yardımıyla çeşitli analizler yapılmaktadır. Yangın öncesi ve yangın sonrası indeksleri karşılaştırılarak yanma şiddetinin derecesi ve yangının etkili olduğu alan hesaplanmaktadır.

1.1 LİTERATÜR ÖZETİ

Ormanlık alanlarda hem dünya da hem de ülkemizde görüntü sınıflandırma ve yangın indeksleri yöntemleri, zamansal değişimin tespitinde sıklıkla kullanılmaktadır. Literatür araştırması kapsamında ormanlık alanlarda nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı, orman yangın alanı ve yanma şiddetini belirlemeye yönelik yapılan farklı çalışmalar incelenmiştir.

Özkan (1998), yaptığı bir çalışmada Temmuz 1996 tarihinde Muğla'nın Marmaris ilçesinde başlayan ve dört gün süren yangını Landsat TM, SPOT P ve Hindistan'a ait IRS-1C uydu görüntüsü üzerinden incelemiştir. Uydu verileri üzerinde yapılan çalışmalarda görüntüye bitki örtüsü indeksi (VI), normaliz edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) ve dönüştürülmüş normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (TNDVI) uygulamıştır. ERDAS 7.5, IMAGINE 3.0, ARC View 3.0 ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamaları için ARC İfo yazılımları kullanılarak sonuç veriler orman bölge müdürlüğüne ait haritalarla karşılaştırılıp doğruluk analizi yapılmıştır.

Fung and Siu (2000), yaptıkları bir çalışmada farklı yıllara ait SPOT HRV uydu görüntülerinden bitki örtüsündeki keskin değişimi belirlemek amacıyla uydu verilerinden NDVI indeksi oluşturduktan sonra görüntü farkı alma yöntemi ve NDVI görüntüleri için temel bileşen analizi yöntemi kullanmışlardır. Çalışma sonucunda değişimin etkin olarak tespit edilebildiğini açıklamışlardır.

Xiao et al. (2003), yaptıkları bir çalışmada Kuzey Asya'da meydana gelen bir yangında bitki endekslerindeki değişimi incelemek için bölgeye ait SPOT-4 uydusuna ait yangın öncesi ve yangın sonrası görüntülere NDVI ve EVI yangın indekslerini uygulamayı tercih etmişlerdir. Bu görüntü indislerinin farkını alarak karbon salınımı, biokütle kaybı ve kül oluşumunda ortaya çıkan farkları incelemişlerdir. Bunun neticesinde yangın eşik değerlerini tespit edip, bu eşik değerlerini yangın şiddetini belirlemede kullanmışlardır.

Owor et al. (2007), yaptıkları bir çalışmada George Gölü ve çevresinde 1887 ve 2001 yılları arasında su, açık alan ve bitki örtüsünde meydana gelen mevsimsel değişimleri tespit etmek için Landsat uydu görüntülerinden faydalananak CBS, NDVI, kontrolsüz sınıflandırma ve su indekslerini kullanmışlardır.

Escuin et al. (2008), yaptıkları bir çalışmada Güney İspanya'nın Cazorla, Nerva ve Anzalcollar bölgelerinde 1995 ve 2001 yıllarında meydana gelen üç farklı yangına ait Landsat uydu görüntülerini işleyerek, yanma şiddetini belirlemişlerdir. Yangın bölgesinin tespitinde yakın kızılötesi (NIR) ve orta kızılötesi (MIR) bantları analiz edilerek, görüntü üzerine normalize edilmiş yanma şiddeti (NBR) ve NDVI indeksleri uygulanması yöntemi tercih etmişlerdir. NIR ve MIR bantları, yangın karakteristiğini ortaya çıkarmada en uygun bantlar olmasından kaynaklı olarak tercih edilmiştir.

Bayburt (2009), yaptığı bir çalışmada Doğu Trakya Bölgesine ait Ikonos ve SPOT 5 uydularından temin edilen yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden sınıflandırma yöntemleri için farklı yöntemler kullanmış ve bulgu olarak elde ettiği arazi örtüsü ve arazi kullanım haritalarını incelemiştir. Nesne ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemi için altı adet sınıf elde etmiştir. Sonuç olarak nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin Ikonos uydu görüntüsü için piksel tabanlı sınıflandırma yöntemine göre % 17, SPOT 5 uydusu için ise % 18 daha iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir.

Kalkan ve Maktav (2010), yaptıkları bir çalışmada Kırıkkale ilinin Vize ilçesine bağlı Çakıllı köyüne ait yüksek mekânsal çözünürlüklü Ikonos uydusuna ait görüntüyü kullanarak nesne tabanlı ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Nesne tabanlı görüntü analizi için eCognition 4.0, piksel tabanlı görüntü analizi için ERDAS Imagine 9.1 yazılımları kullanılmıştır. Çalışmada segmentasyon işlemi için farklı ölçek kriterleri, farklı parametre setleri ve en yakın komşuluk yaklaşımı test edilip, doğruluk analizleri çıkarılmış ve karşılaştırmalı sonuçlar tartışılmıştır.

Esemen (2011), yaptığı bir çalışmada 2008 yılının Ağustos ayında Antalya ili, Manavgat ve Serik ilçelerinde etkili olan yangının hasar tespitinde 20 metre çözünürlüklü görüntü veren SPOT 4 uydu görüntüsünden faydalanmıştır. Ham uydu verisine spektral analizin uygulanmasının ardından görüntüye NDVI dönüşümü uygulanarak, sınıflandırma doğrulukları

belirlenmiştir. Sınıflandırma işlemi NDVI değerlerine göre az hasar almış ve tamamen yanmış alana olacak şekilde iki sınıfta yapılmıştır. Sonuçlar ArcGIS yazılım vasıtasıyla ilişkilendirilerek ileri düzey analizler gerçekleştirilmiştir.

Tillman (2012), yaptığı bir çalışmada Sovyet Rusya'nın çöküşünden sonra meydana gelen değişimleri tespit etmek için Landsat uydu görüntüsü verilerinden yararlanarak kontrollü sınıflandırma ve NDVI işlemlerini uygulayarak değişimleri ortaya çıkarmıştır.

Kuğu ve Kısa (2014), yaptıkları bir çalışmada 2013 yılında Yenipazar (Aydın) bölgesinde meydana gelen orman yangınına ait yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları üzerinde nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulayarak oluşan hasarın tespitini amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında eCognition yazılımından faydalanmışlardır. Gelecek çalışmalar için eCognition yazılımı ile nesne tabanlı görüntü analizler yönteminin hasar tespitine yönelik çalışmalar da altlık oluşturabileceği kanısına varmışlardır.

Vlassova et al. (2014), yaptıkları bir çalışmada İspanya'nın Caceres eyaletinde meydana gelen ve 3000 hektarlık(ha) bir alanda etkili olan yangın ve sonrasında bitki örtüsündeki ortaya çıkan değişimi Landsat TM uydusuna ait Temmuz 2009 ve Eylül 2011 tarih aralığındaki 15 adet görüntüye NDVI bitki örtüsü indeksi uygulanarak incelemişlerdir. Her bir görüntüye NDVI uygulanarak zamana bağlı orman yeşermesi gözlemlenmiştir.

Tombul (2015) yaptığı bir çalışmada Akdeniz bölgesinde üç farklı zamanda meydana gelen büyük orman yangınlarını Landsat-7 ve MODIS uydu görüntüleri üzerinden yanan alan ve yangın şiddetinin tespiti için ele almıştır. Bu kapsamda Antalya-Taşagöl, Mersin-Gölpazarı, Hatay-Samandağ orman yangınlarına ait yangın öncesi ve yangın sonrası görüntülerine yanan alan ve yanma şiddetinin tespit edilmesi amacıyla NBR ve fark normalize edilmiş yanma şiddeti (dNBR) indeksleri uygulamıştır. İlerleyen zamanda yanan alanlara ait NDVI indeks görüntüleri elde etmiş ve yapılan yenileme ve iyileştirme çalışmaları incelemiştir.

Çömert vd. (2017), yaptıkları bir çalışmada 2016 Haziran ayında meydana gelen bir yangın sonucu ortaya çıkan yanmış alanların tespitinde, yangının meydana geldiği Kumluca ve Adrasan (Antalya) bölgelerine ait Landsat-8 uydusuna ait uydu görüntülerini nesne tabanlı sınıflandırma tekniğiyle değerlendirmek maksadıyla kural setleri üzerinde çalışmışlar ve

gerekli seti geliştirmişlerdir. Elde edilen bu setler yardımıyla udu görüntüleri üzerinden sera, bitki alanı, yanmış alan, yerleşim alanı ve su alanları ile diğer bölgeler görüntü üzerinde sınıflandırılmıştır.

Bıyıklı (2017), yaptığı bir çalışmada Kastamonu bölgesindeki çalışma alanına ait yüksek çözünürlüklü GeoEye-1 uydu görüntüsü üzerinden nesne ve piksek tabanlı sınıflandırma yöntemleriyle arazi örtü tipi ve belirlediği diğer sınıf türlerinin tespitini amaçlamıştır. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi için eCognition Developer 9.1 yazılımını, piksek tabanlı sınıflandırma yöntemi için ise Erdas Imagine 2015 yazılımını kullandıktan sonra sonuç ürünleri vektörleştirerek CBS ortamında karşılaştırma yapılabilecek duruma getirmiştir. Doğruluk analizleri sonucunda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerindeki ormanlık alanlara ait sınıflandırma çalışmaları için nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin daha yüksek doğruluklu sonuç verdiği kanısına varmıştır.

Başak ve Yıldırım (2017), yaptıkları bir çalışmada Eskişehir ilindeki kaçık yapıların oranı ve binaların otomatik tespiti örneğiyle Göktürk-2 uydu görüntüsünün otomatik detay çıkarımının kullanılabilirliğini incelemişlerdir.

Delen ve Şanlı (2017), yaptıkları bir çalışmada İzmir ili Menemen ilçesindeki tarım arazilerinde pamuk ekili alanların tespitine yönelik olarak, yüksek çözünürlüklü RapidEye uydu görüntüsüne nesne tabanlı sınıflandırma yöntemini uygulamışlardır. Çalışma neticesinde pamuk ekili alanları nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle % 98.19' luk yüksek bir doğruluk oranıyla tespit etmişlerdir.

Mallinis et al. (2018) yaptıkları bir çalışmada Yunanistan' a ait Ege Denizi'nin en kuzeyindeki ada olma özelliğini taşıyan Thasos adasında, Eylül 2016'da meydana gelen ve şiddetli rüzgârın etkisiyle üç günde yaklaşık 10 000 hektarlık bir alanda etkili olan orman yangınına ait Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntü verileri üzerine farklı bitki ve yangın indekslerini uygulayarak, Doğu Akdeniz Bölgesi üzerindeki yangın şiddetini gösteren modellerin haritalanmasına ve yeniden oluşturulmasına katkıda bulunabilmeyi amaçlamışlardır. Uygulama sonucunda dNBR'nin Sentinel-2 uydu verisinde % 74, Landsat-8 udu verisinde % 71 doğruluklu sonuç verdiği kanısına varmışlardır.

Garcia-Llamas et al. (2019), yaptıkları bir çalışmada Kuzeybatı İspanya’ da bulunan Cabrere dağlık bölgesinde Ağustos 2017’ de meydana gelen ve yaklaşık 10 hektarlık bir alanda etkili olan orman yangınını Landsat-8, Sentinel-2 ve Deimos-1 uydu verileri üzerinden incelemişlerdir. Çalışma kapsamında yangın öncesi ve sonrası görüntüler üzerine uyguladıkları NDVI ve NBR indekslerinin farkını alarak, dNDVI ve dNBR fark indekslerini elde edip, bu indeklerin farklı sensörler üzerinde nispeten tutarlı olduğunu gözlemlemişlerdir. dNDVI fark indeksiyle tespit edilen yangın şiddetinde en yüksek doğruluklu sonucu yüksek çözünürlüklü Sentinel-2 uydu verisinin verdiği tespit edilmiştir. En düşük doğruluklu sonucun da Deimos-1 uydu verisinden elde edildiğini tespit etmişlerdir. Benzer sonuçların dNBR indeksinde de ortaya çıktığını gözlemlemişlerdir.

Yapılan literatür araştırmasına göre bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkları;

1. Literatür taranarak tespit edilmiş olan NBR, NDVI, dNDVI, GNDVI, dGNDVI, NBR_n, dNBR, RdNBR, RBR ve dNBR_n bitki ve yangın indekslerinin her iki uydu için de kullanılması,
2. Nesne tabanlı sınıflandırma analizinin, bitki ve yangın indeksleriyle birlikte kullanılması, değerlendirilmesi ve elde edilen bulguların gerçek sonuçlarla irdelenerek karşılaştırılması,
3. Çalışma sonucunda hangi indeksin, sınıflandırma ve uydu performansının çalışma için daha uygun olduğunun tespit edilmesidir.

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Orman yangınlarıyla mücadelede yangın şiddetinin, yayılma oranının ve yangınların oluşum sebeplerinin önceden tespit edilmesi yangınla mücadele çalışmalarında öneme sahiptir (Yavuz vd. 2011). Ülkemizin büyük bir bölümünün ormanlardan oluşması ve bu ormanları gözlemleyen istasyon sayısının yetersizliğinden dolayı orman yangınlarının sistemli bir şekilde tespit edilmesini güçleştirmektedir. Bu doğrultuda uzaktan algılama yöntemlerinin ortaya çıkardığı imkânlar, orman yangınlarına karşı yapılacak olan operasyonel çalışmalar için bir bilgi kaynağı meydana çıkarmaktadır (Tekeli vd. 2007).

Bu çalışma kapsamında yangın öncesi ve yangın sonrası tarihli Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılarak, Muğla İli, Menteşe İlçesi, Zeytinköy Mahallesinde meydana gelen 6

Eylül 2017 tarihli yaklaşık 425 hektarlık orman ve tarım alanının zarar gördüğü yangın alanı incelenmiştir. Yangın sonrası belirlenen uygulama alanı içerisindeki orman örtü tiplerinde meydana gelen değişim ve yangın alanının yüz ölçüm bazında tespiti, bitki örtüsü ve yangın indeksleri ile nesne-tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak görsel ve sayısal analizlerle belirlenmiştir. Sonuç ürünler vektörleştirilerek CBS ortamında kıyaslanabilecek duruma getirilmiş ve elde edilen bu veriler, Denizova Orman İşletme Şefliğinden temin edilen yangın sicil fişindeki gerçek verilerle karşılaştırılarak doğruluk analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda hem yangın indeksleri ve nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin ormanlık alanlarda kullanılan uydu görüntülerinin geometrik ve radyometrik özelliklerine bakılarak doğruluk analizi ile başarısı hem de yangın gibi doğal afetlerin arazi yönetimi doğrultusunda değerlendirilerek orman yapısına verdiği zarar incelenmiştir.



BÖLÜM 2

ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

2.1 ÇALIŞMA ALANI

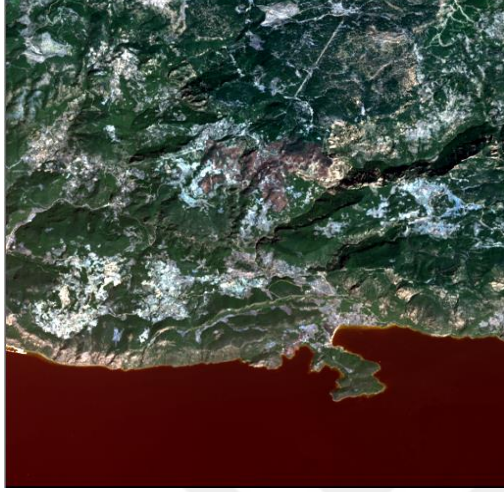
Çalışma alanı olarak sık çam ormanlarının bulunduğu Muğla İli, Menteşe İlçesi, Zeytinköy Mahallesi seçilmiştir. Kuzeyinde Aydın, kuzeydoğusunda Denizli ve Burdur, doğusunda Antalya ile komşu olan ilimiz, güneyinde Akdeniz ve batısında Ege Denizi ile çevrilidir. Bol yağış ve uygun sıcaklığa bağlı olarak orman örtüsü bakımından oldukça çeşitlilik mevcuttur. Yörede her ne kadar hâkim bitki örtüsü maki olsa da, ilçenin %65'i ormanlarla kaplıdır (URL-2). Çalışma alanında, 6 Eylül 2017 tarihinde öğle saatlerinde yangın meydana gelmiş olup, 7 Eylül 2017 tarihi öğle saatlerinde ancak kontrol altına alınabilmiştir. Yangın sonucunda Zeytinköy Mahallesi'nin ve köyü çevreleyen ormanların büyük bir kısmı tahrip olmuştur.



Şekil 2.1 Çalışma alanı.

Yangın sonrası alanın belirlenmesi için Landsat-8 uydusuna ait yangın öncesi 26 Ağustos 2017, yangın sonrası 11 Eylül 2017 tarihli uydu görüntüleri ve Sentinel-2 uydusuna ait yangın öncesi 31 Ağustos 2017, yangın sonrası 7 Eylül 2017 tarihli uydu görüntüleri üzerinden yangın indeksleri ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Çalışma alanının ormanlık alan olarak seçilmesinden dolayı, bant sıralaması değiştirilerek yeşil alanların en iyi yansıma

değerine sahip olduğu kızılötesi bant öne çıkartılarak yapay renkli yeni görüntü ile çalışmaya devam edilmiştir. Şekil 2.2’de çalışma alanına ait Landsat-8 uydu görüntüsünün yangın sonrası durumu gösterilirken, Şekil 2.3’te Sentinel-2 uydu görüntüsünün yangın sonrası durumu gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 2.2 Çalışma alanının yangın sonrasına ait a) Landsat-8 uydu görüntüsü (B4,B3,B2), b) yapay renkli Landsat-8 uydu görüntüsü (B5,B3,B2).



(a)



(b)

Şekil 2.3 Çalışma alanının yangın sonrasına ait a) Sentinel-2 uydu görüntüsü (B4,B3,B2), b) yapay renkli Sentinel-2 uydu görüntüsü (B8,B3,B2).

2.2 KULLANILAN VERİLER

2.2.1 Landsat-8 Uydu Görüntüsü Özellikleri

Bu çalışma kapsamında kullanılan uydu görüntülerinden bir tanesi Landsat-8 uydusuna ait orta çözünürlüklü uydu verisidir. Görüntüler, USGS (United States Geological Survey) web sayfasından ücretsiz olarak üye olunarak temin edilmiştir. Landsat-8 serideki sekizinci uydusu olup yiyecek, su ve ormanlar gibi insan geçim kaynakları için gerekli kaynakların tespit edilmesi ve izlenmesinde Landsat programının en önemli rolünün devam etmesi sağlanmıştır (URL-3). Landsat-8, Landsat-7' nin yörüngesine katılmış olup bilimsel veriler sağlamaktadır. Landsat-8 uydu özellikleri Çizelge 2.1'de gösterilmektedir. Yerden 705 km yükseklikte bulunan bu uydu, yörüngesindeki bir tam turunu 16 günde tamamlamaktadır (URL-4). Landsat-8 uydusu görünür ve yakın kızılötesi (VNIR), kısa dalga infrared (SWIR) ve termal infrared (TIR) aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 metre arasında bir orta uzaysal çözünürlüğe sahiptir. Landsat-8 uydusunda OLI (operational land imager) ve TIRS (thermal infrared sensor) olmak üzere 2 yeni algılayıcı bulunmaktadır.

Çizelge 2.1 Landsat-8 uydu özellikleri (URL-3).

Fırlatılma Tarihi	11 Şubat 2013
Mekânsal Çözünürlük	15 – 100 metre
Yörünge	Güneş Senkronize
Radyometrik Çözünürlük	8 bit
Yörünge Döngüsü	16 gün
Şerit Genişliği	185 km

OLI (Operational Land Imager); dokuz adet spektral banttı (Coastal/Aerosol + VNIR + SWIR + PAN + CIRRUS) bilgi sağlamaktadır. Bu 9 bantın 7' si önceki Landsat-5 TM ve 7 ETM sensörlerinde bulunanlarla aynı aralık değerlerine sahiptir. Bu sayede geçmiş Landsat verileri ile senkronize şekilde çalışabilmektedir.

TIRS (Thermal Infrared Sensor); iki adet termal banttı bilgi sağlamaktadır. Bu bantlar sayesinde sinyal-gürültü radyometrik performansı 12 bit üzerinde radyometrik çözünürlük

sağlayabilmektedir. TIRS verisi geometrik ve radyometrik bilgi üretebilmek amacıyla OLI verisine uyumlu olarak çalışmaktadır.

2.2.2 Sentinel-2 Uydu Görüntüsü Özellikleri

Bu çalışma kapsamında Landsat-8 uydu görüntüsünün yanında, yanan alanların tespit edilerek karşılaştırılmasının yapılabilmesi için ayrıca Sentinel-2 uydu verileri de kullanılmıştır. Kullanılan görüntüler SCIHUB (Sentinels Scientific Data Hub) web sayfasından ücretsiz olarak üye olunarak temin edilmiştir. Sentinel-2 serisi Sentinel 2A ve 2B olmak üzere iki uydudan oluşmaktadır. Sentinel-2A Haziran 2015, Sentinel-2B ise Temmuz 2016 tarihinde fırlatılmıştır. Sentinel-2 uydu özellikleri Çizelge 2.2’de gösterilmektedir. İki uydu aynı yörüngede ve birbirine 180° açıda bulunmaktadır. Her bir uydu yaklaşık olarak 1,2 ton ağırlığındadır. Sentinel-2 uyduları geniş şerit genişliği, yüksek konumsal çözünürlüğü ve 13 spektral bantı ile bitki örtüsünün ve yeryüzünün izlenmesi için eşsiz bir perspektif sunmaktadır. Sentinel-2 uydusu multispektral yüksek çözünürlüklü algılayıcıya sahip bir uydu olup vejetasyon, toprak ve su kaplama alanları gibi arazi analizlerinin yapılmasını amaçlamıştır. Ayrıca acil durum servisleri içinde bilgi erişim sağlamaktadır (URL-5).

Çizelge 2.2 Sentinel-2 uydu özellikleri (URL-6).

Fırlatılma Tarihi	23 Haziran 2015
Mekânsal Çözünürlük	10 – 60 metre
Radyometrik Çözünürlük	12 bit
Yörünge	Kutup Yörüngeli
Uydu Ömrü	7.5 yıl
Yörünge Döngüsü	5 gün
Şerit Genişliği	290 km

Bu çalışma kapsamında 6 Eylül 2017 tarihinde Muğla İli, Menteşe İlçesi, Zeytinköy Mahallesiinde meydana gelen yangına ait yangın önsesi ve sonrası tarihli Landsat-8 ile Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çizelge 2.3’te uydu görüntülerinin tarihleri, Çizelge 2.4’te Landsat-8 ve Sentinel-2 uydularına ait spektral bilgiler bulunmaktadır.

Çizelge 2.3 Uydu görüntü tarihleri.

Tarih	Landsat-8	Sentinel-2
Yangın Öncesi	26 Ağustos 2017	31 Ağustos 2017
Yangın Sonrası	11 Eylül 2017	07 Eylül 2017

Çizelge 2.4 Landsat-8 ve Sentinel-2 uydularının spektral bilgileri (Mallinis et al. 2018).

L8 Bant no		CW (µm)	Dalgaboyu (min-max)	Bant genişliği	Çöz. (m)	S2 Bant no		CW (µm)	Dalgaboyu (min-max)	Bant genişliği	Çöz. (m)
1	C/A	0.443	0.435-0.451	0.016	30	1	C/A	0.443	0.421-0.457	0.036	60
2	Blue	0.482	0.452 -0.512	0.060	30	2	Blue	0.494	0.439-0.535	0.096	10
3	Green	0.561	0.533-0.590	0.057	30	3	Green	0.560	0.537-0.582	0.045	10
4	Red	0.655	0.636-0.673	0.037	30	4	Red	0.665	0.646-0.685	0.039	10
						5	VRE	0.704	0.694 -0.714	0.020	20
						6	VRE	0.740	0.731-0.749	0.018	20
						7	VRE	0.781	0.768-0.796	0.028	20
5	NIR	0.865	0.851-0.879	0.028	30	8	NIR	0.834	0.767-0.908	0.141	10
						8a	NIRn2	0.864	0.848-0.881	0.033	20
						9	WV	0.944	0.931-0.958	0.027	60
9	Cirrus	1.373	1.363-1.384	0.020	30	10	Cirrus	1.375	1.338-1.414	0.076	60
6	SWIR	1.609	1.567-1.651	0.085	30	11	SWIR	1.612	1.539-1.681	0.142	20
7	SWIR2	2.201	2.107-2.294	0.187	30	12	SWIR2	2.194	2.072-2.312	0.240	20
8	Pan	0.590	0.503-0.676	0.172	15						
10	TIRS	10.895	10.60-11.19	0.590	100 *						
11	TIRS	12.005	11.50-12.51	1.010	100 *						

2.2.3 Görüntü Yorumlamada Kullanılan Programlar

Uydu görüntülerinin düzenlenmesi, işlenmesi ve analizlerin yapılması için SNAP 6.0, ArcGIS Desktop 10.5, eCognition Developer 9.1 ve NetCAD 7.6 yazılımları kullanılmıştır.

SNAP 6.0

The European Space Agency (ESA) firması tarafından geliştirilen Sentinel-1, Sentinel-2 ve Sentinel-3 uydu verilerinin bilimsel kullanımı için üç yeni ücretsiz Toolbox içeren görüntü yorumlama yazılımıdır (Marco et al. 2015).

ArcGIS Desktop 10.5

ArcGIS yazılımı, Economic and Social Research Institute (ESRI) firması tarafından geliştirilmiş, kullanıcıların CBS için kullandıkları veriyi yönettikleri yayınladıkları ölçeklendirilebilir entegre bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır. Yazılım bileşenlerinin ortak kütüphanesi ArcObjects üzerine kurulmuş bir sistemdir. Bu yazılımda kullanıcılar, haritalama, veri yayınlama, analiz, veri tabanı yönetimi ve coğrafi bilginin paylaşımı gibi sınırsız işlemi birlikte yapma imkanına sahiptirler.

eCognition Developer 9.1

eCognition Developer yazılımı Trimble firması tarafından geliştirilen, orta ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, lidar ve radar verileri üzerinden bitki örtüsü haritalama, özellik çıkarma, değişiklik saptama, nesne tanıma, nesne ve piksel tabanlı görüntü analizi yapabilme imkanı sağlayan bir yazılımdır.

NetCAD 7.6

1997 yılında kurulan ULUSAL CAD ve GIS Çözümleri A.Ş. firması tarafından geliştirilen bu yazılım, halihazır harita üretimi, imar planı çizimi, parselasyon haritaları yapımı ve imar uygulamalarının her türlü çizimi ile raporlarının hazırlanması, arazi toplulaştırma, kamulaştırma haritalarının üretimi, yağmurlama projeleri ve coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarını yapabilen bir CAD programıdır.

2.2.4 Yersel Veriler

Bu çalışma kapsamında ele alınan Muğla ili Menteşe ilçesi Zeytinköy yangını 06.09.2017 tarihinde çıkmış, 07.09.2017 tarihinde kontrol altına alınmış ve 25.09.2017 tarihinde tamamen söndürülmüştür. OGM verilerine göre 425 hektarlık orman ve tarım alanı bu yangından etkilenmiştir. Yangın çıkış ve söndürülme tarihleri, yangın koordinatları, yanan alan miktarları, yangından etkilenen mescere tipi, yangına müdahale eden ekip sayısı vb. bilgileri içeren yangınsicil fişi Muğla İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Denizova İşletme Şefliği'nden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan Muğla-Zeytinköy yangınına ait yangın sicil fişi Şekil 2.4'te gösterilmiştir.

YANGIN SİCİL FİŞİ									
1 Yangın yeri ile ilgili bilgiler	Bölge Müdürlüğü	MUĞLA		9 Meteorolojik Veriler	Nisbi Nem(%)	25%		10 Yangına Katılan Unsurlar	
	İşletme Müdürlüğü	MUĞLA			Rüzgar Hızı(Knot)	35 Km			
	İşletme Şefliği	DENİZOVA			Rüzgar Yönü	Kuzeybatı			
	Serisi	DENİZOVA			En Yüksek Sıcaklık(°C)	32 C°			
	Mevki	ZEYTINKÖY			Yağış(mm)				
	Bölme No.	57,59,60,83,84,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96			Son Yağıştan Kaç Gün Geçti				
	İli	MUĞLA			Mahalli Yönetici	18			
	İlçesi	MENTEŞE			Teknik Eleman	47			
	Mahallesi	ZEYTINKÖY			Memur	35			
	En Yakın Yerleşim Yeri	50 M			Söndürme İşçisi	530			
Yangın Başlangıç	Kuzey	Doğu	Mükellef	60					
Noktasının Koordinatı	37.04.55	28.04.36	Asker	26					
(Coğrafi)			Polis						
2 Yangın Zaman Verileri	Yangının Başlama	Tarih	Saat	Jandarma					
	İlk Müdahale	06.09.2017	13.40	Diğer	35				
	Kontrolü	07.09.2017	11.00	YANGINA KATILANLAR TOPLAMI	751				
	Söndürülmesi	25.09.2017	14.45	Pikap	40				
3 Yangın Sıra No	Orman Bölge Müdürlüğü'nün			İlk Müdahale Aracı	13				
	Orman İşletme Şefliği'nin	9		Arazöz	63				
	Yangın Haberini Veren	112		Su İkmal Aracı	25				
	Suçlusunun Bulunup Bulunmadığı	Araştırılıyor		Minibüs-Midibüs-Otobüs	1				
6 Yangın Çıkış Nedeni	Nedeni Bilinmeyen			traktör					
	Doğal Nedenler	-		Dozer	7				
	Kasit			Greyder	8				
	Kaza			Treyler	14				
7 Topoğrafik Bilgiler	Yeniden Yanma			Helikopter	4				
	Yükseklik(m)	770 M		Uçak					
	Eğim(°)	45%		Diğer (Belediye)					
	Baki	GÜNEYBATI		ARAÇ TOPLAMI	175				
8 Yangına Konu Alan ile İlgili Bilgiler	İdare Şekli	VERİMLİ ORMAN ALANI(Ha)			BOZUK ORMAN ALANI(Ha)			Silvikültürel Müdahale gerektirmeyen Alan (Ha)	TOPLAM (Ha)
		Koru	Baltalık	Ağaçlandırma	Koru	Baltalık	Maki		
	Mescere Tipi	Czcd2-1							
	Ağaç Türü	Cz							
	Yangın Örtü								
	Türü	Tepe	225						
	Toplam		225					225.0	
	Yanan Diğer Alanlar	Bina(Adet)	Tanım(Ha)	Mera	Yaylak	Silvikültürel Müdahale	Diğer		
			200.0				200.00		
	11 Zarar Gören Ağaç,Fidan ve Ürün Miktarları	D.K.G.H		Yapacak Odun(m³)		Yakacak Odun(ster)		Fidan(Adet)	
12-a Söndürme Giderleri	12 İdare Zararları(TL)								
	İşe Gideri TL	73.750.65		12-b	Yangında Fidan Zararı		-		
	İşçilik Prim Gideri TL	662.00		12-c	Yanan Ağaçlardan İdare Zararı		223267.19		
	Akaryakıt Gideri TL	44.176.80		12-d	Ağaçlandırma Bedeli TL		3.919.500.000		
	Taşıt Gideri TL	-		12-f	TAZMİNATLAR		-		
	Arazöz Gideri TL	236.146.26			Ölüm Tazminatı		-		
	Dozer Gideri TL	21.440.00			Sakatlık Tazminatı		-		
	Treyler Gideri TL	12.751.20			Zarar Ziyat Ka. Tazminatı		-		
	Motorlu Testere Gideri TL	-			Tazminat Toplamı		-		
	Uçak Gideri TL	780.696.85			GENEL TOPLAM		7.550.902.90		
Helikopter Gideri TL	2.238.509.95								
Söndürme Gideri Toplamı	3.408.135.71								
13 YANGIN AMİRİNİN ADI-SOYADI,ÜNVANI				Tayfur KAZAKOĞLU İşletme Müdürü					
Bu yangın sicil fişi tarafından düzenlenmiştir. 10/10/2017				Onay					
Fatma ÖZ Denizova Orman İşletme Şefi				Tayfur KAZAKOĞLU Muğla Orman İşletme Müdürü					

Şekil 2.4 Yangın sicil fişi örneği



BÖLÜM 3

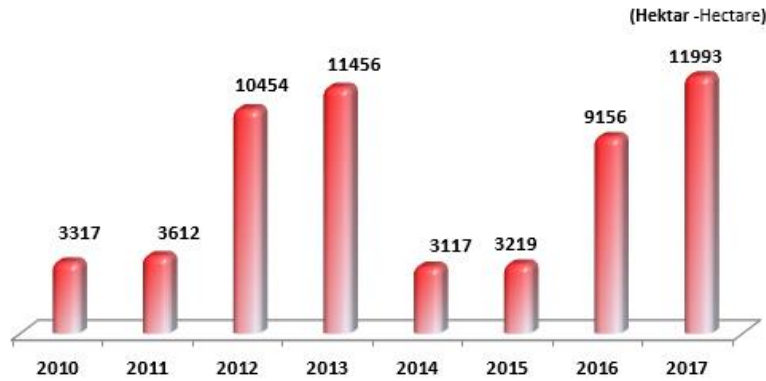
ORMAN YANGINLARI VE UZAKTAN ALGILAMA

3.1 ORMAN YANGINLARI

İnsanoğlunun sürekli artan ihtiyaçlarının karşılanmasında ormanların çok büyük görevleri vardır. Ormanların bu görevleri yerine getirebilmesi, canlı ve cansız etkenlerin zararlarından korunmasına bağlıdır. Orman yangınları ormanların varlığını tehlikeye sokan en büyük cansız etkenlerden bir tanesidir. Ülkemizin büyük bir kısmı da orman yangınlarının oluşmasında en uygun koşullara sahip akdeniz ikliminin altındadır (Küçükosmanoğlu 1987).

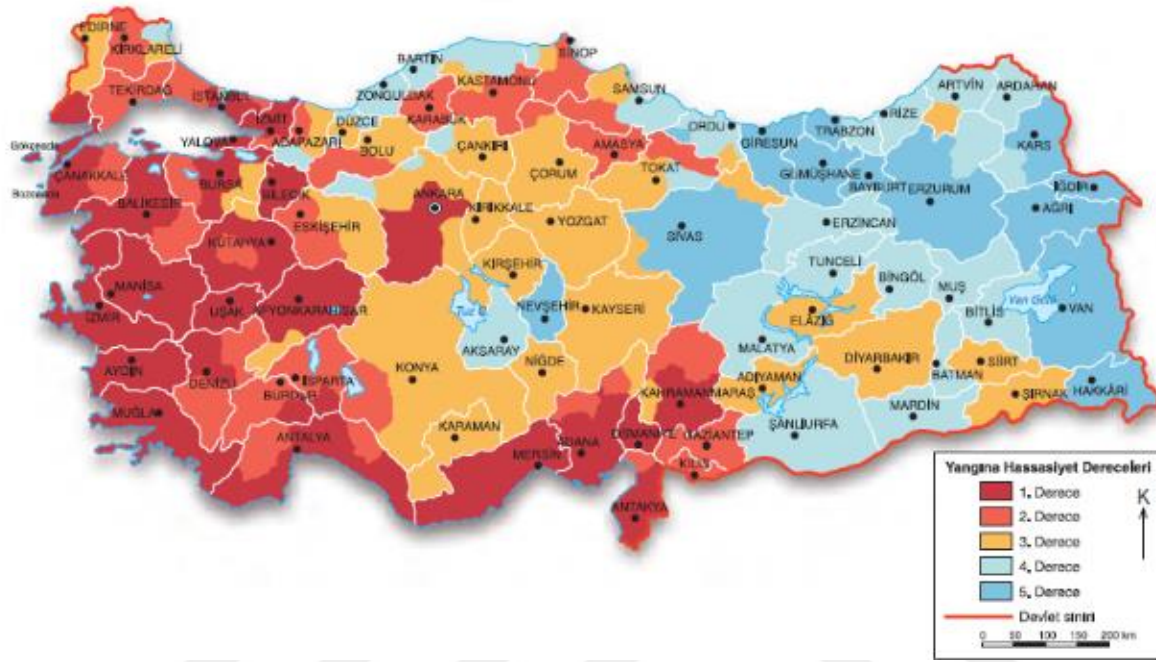
Orman yangınları ormanların fiziksel yapısına, arazi ve iklimine bağlı olarak değişebilmektedir. Orman yangınlarının çevre dengesi üzerinde çok büyük olumsuz etkileri vardır. Ülkemizde orman yangınları ormanların tahrip ve yok olmasındaki en önemli etkindir.

OGM verilerine göre 1998 ile 2017 yılları arasında 61313 adet yangın meydana gelmiş ve 307855 hektarlık bir orman alanı yangından dolayı tahrip olmuştur. 2010 ile 2017 yılları arasında ise 44331 hektarlık bir alan orman yangınlarından dolayı tahrip olmuştur. Bu yıllar arasında meydana gelen yangınlarından dolayı tahrip olan orman alanları Şekil 3.1’de gösterilmiştir (URL-7).



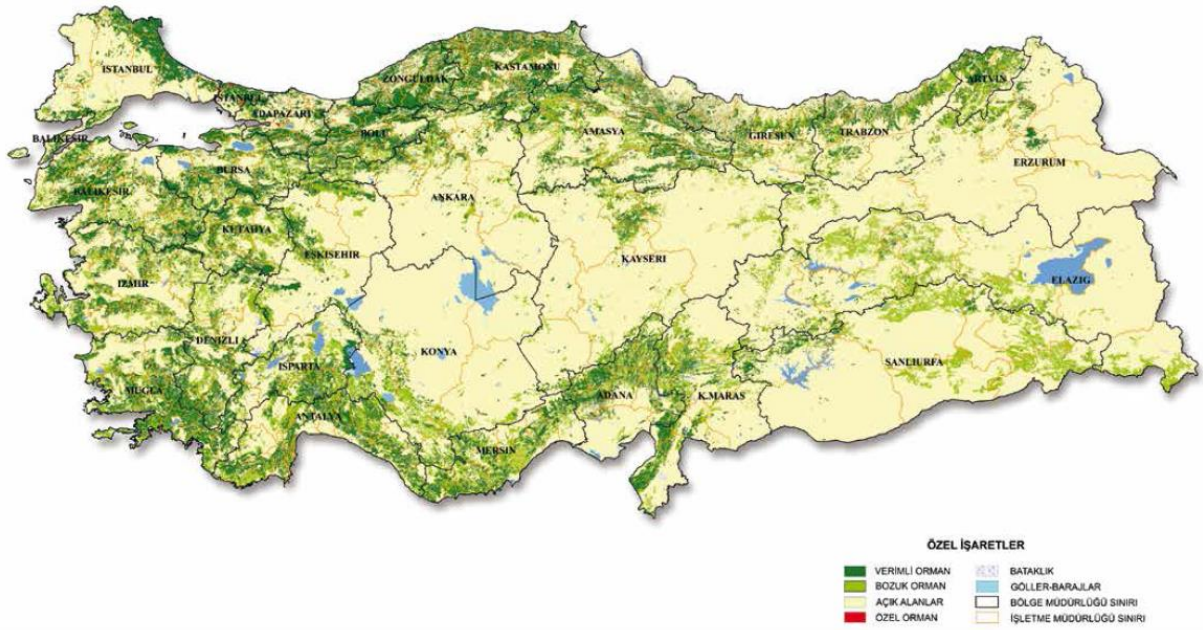
Şekil 3.1 Yanan orman alanları, 2010-2017.

Ülkemizde Hatay'dan başlayıp Akdeniz ve Ege sahillerinden İstanbul'a kadar uzanan kıyı şeridi yangınlar açısından en riskli bölgeyi oluşturmaktadır (URL-8). Uluslararası kriterlere göre ülkemizin yangın risk haritası Şekil 3.2'de, 2015 yılına ait orman varlığı haritası ise Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



3.2 UZAKTAN ALGILAMA

Orman yangınlarının önlenmesi, izlenmesi, söndürülmesi ve hasarın tespit edilmesinde birçok kuruluş çalışma yapmaktadır. En uygun ve en erken çözümü üretebilmek için gelişen teknolojiden faydalanmak kaçınılmaz bir durumdur. Burada uzaktan algılama çalışmaları ciddi faydalar sağlamaktadır. Gelişen teknolojiyle üretilen ve yörüngesinde her an görüntü alabilen uzaktan algılama uyduları, orman yangınlarına yönelik çalışmalarda en ideal sistemlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Uzaktan algılama verilerinden tutarlı ve doğruluk hassasiyeti yüksek veri alınabilmesi, uyduların bant sayısı, mekansal ve zamansal çözünürlüklerine bağlıdır.



Şekil 3.3 Türkiye orman varlığı haritası (2015).

3.2.1 Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte daha yüksek çözünürlüklü uydu verileri elde edilebilmeye başlanmıştır. Bunun doğrultusunda çalışmalarda piksel tabanlı sınıflandırma yöntemi yerini nesne tabanlı sınıflandırma yöntemine bırakmaya başlamıştır (Blaschke 2010). Ayrıca bunda bilgisayar yazılımlarında harcanan sürenin daha az olması da etkili olmuştur. Nesne tabanlı sınıflandırma işlemi kısaca görüntü üzerindeki tüm piksellere ait yansıma ve parlaklık değerlerinden yararlanılarak piksellerin kullanıcı tarafından belirlenen sınıflara atanması işlemidir.

3.2.1.1 Segmentasyon İşlemi

Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin ilk adımı segmentasyon işlemidir. Segmentasyon parametrelerinin doğru seçilmesi, sınıflandırma işleminin başarısıyla doğru orantılıdır. Sadece segmentasyon parametrelerinin doğru seçildiği bir nesne tabanlı sınıflandırma uygulaması bile piksel tabanlı bir uygulamaya göre çok daha iyi sonuçlar vermektedir (Yan et al. 2006). Yapılan literatür çalışmasında segmentasyon işlemi için genellikle eCognition yazılımının tercih edildiği ve pek çok uygulamada başarılı olduğu görülmüştür. Bıyıklı (2017), yaptığı bir çalışmada doğruluk analizleri sonucunda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerindeki ormanlık alanlara ait sınıflandırma çalışmaları için eCognition yazılımına yapılan nesne tabanlı

sınıflandırma yönteminin piksel tabanlı sınıflandırma yöntemine göre daha yüksek doğruluklu sonuç verdiği kanısına varmıştır.

Gülçin (2018) Aydın kentsel yerleşim merkezi arazi kullanımlarının sınıflandırılmasında, nesne ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılmasında yüksek çözünürlüklü Worldview uydu görüntüsü kullanmıştır. Nesne tabanlı sınıflandırma analizlerinin yapılmasında eCognition yazılımını kullanarak uygulama sonucunda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleriyle yapılan sınıflandırma çalışmalarında nesne tabanlı sınıflandırma analizinin daha yüksek doğruluklu sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Taşçı (2018) ve Kuruca (2018), yanmış orman alanlarının uydu görüntüleri üzerinden tespit edilmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarında, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemini uygulamak için eCognition yazılımını tercih etmişlerdir.

3.2.1.2 Ölçek Parametresi

Seçilen ölçek parametreinin değeri, görüntüdeki nesnelerin boyutunu belirlemek suretiyle görüntünün bölümlenmesini doğrudan etkiler (Kuruca 2018). Yani sınıflandırmanın esas ölçek parametresine bağlıdır. Farklı ölçek parametreleri kullanılarak, istenilen boyutta elde edilen nesne görüntüleri amacına uygun hale getirilir (Marangoz 2009).

3.2.1.3 Doğruluk Analizi

Sınıflandırmanın son işlemi doğruluk analizidir. Bu işlem sınıflandırmanın doğruluğunun tespit edilmesi işlemidir. Uzaktan algılamada sınıflandırma doğruluğunun tespit edilmesi işleminde iki farklı yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi Hata matrisi ve Kappa katsayısı ile doğruluk analizi, bir diğeri ise Chi-Kare testidir. Yapılan uygulamada Hata matrisi ve Kappa Katsayısı ile doğruluk analizi yöntemi tercih edilmiştir. Hata matrisi ile birçok hata ölçütü de elde edilebilir. Bunların en yaygın olarak kullanılanları; kullanıcı doğruluğu (KD), üretici doğruluğu (ÜD) ve genel doğruluk (GD)'tur (Yan 2003).

3.2.2 Kullanılan İndeksler

Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Bu indeks bitki örtüsünün güçlü olarak yansıttığı yakın kızılötesi bant ve bitki örtüsünün emilim gösterdiği kırmızı bant kullanılarak üretilir. Her piksel için o piksele ait yakın kızılötesi bant sayısal değeri, yine aynı piksele ait kırmızı bant sayısal değerinin farkının ve toplamının birbirine oranlanmasıyla hesaplanır. Bu işlem neticesinde NDVI indeksi -1 ile +1 değerleri arasında bir değer alır. NDVI değeri -1'e yaklaşıyor ise bu bölgenin su olma olasılığı yüksektir. Değer +1 değerine yakın ise bölge yoğun yeşil bitki örtüsü etkisi altındadır. Kentsel alanlarda NDVI indeksi 0 değerine yakın değerler alır. Yeni bir 8 bit'lik görüntü elde edilebilmesi için bu aralığın 0 ile 255 değerleri arasında genişletilmesi gerekir. Bu işleme de normalize etme denir. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen yangın öncesi ve sonrasına ait NDVI görüntüleri Şekil 4.5b, Şekil 4.6b, Şekil 4.7b ve Şekil 4.8b'de verilmiştir.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (3.1)$$

Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (NBR)

Uzaktan algılama çalışmaları ile yapılan yangın gözlemlene çalışlarında NBR indeksi en aktif kullanılan indeksler arasında yer almaktadır. NBR indeksi, yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi bantlarının (SWIR) değerleri farkları ve toplamı birbirene oranlanarak uygulanır (Roy et al. 2006). NBR indeksi -1 ile +1 aralığında değerlerle ifade edilir. Yangından sonraki süreçte vejetasyonda azalma meydana geleceğinden dolayı yakın kızılötesi bant yansıtımı büyük oranda azalmaktadır. Sağlıklı bitki örtüsü genellikle yüksek indeks değerleri verirken, boş arazi veya son zamanlarda yanmış alanlar ise düşük indeks değerleri verirler. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen yangın öncesi ve sonrasına ait NBR görüntüleri Şekil 4.5a, Şekil 4.6a, Şekil 4.7a ve Şekil 4.8a'da verilmiştir.

$$NBR = \frac{NIR - SWIR2}{NIR + SWIR2} \quad (3.2)$$

Fark Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (dNDVI)

Uzaktan algılama yöntemiyle yangın alanlarının tespit edilmesinde sıkça kullanılan bir indekstir. dNDVI indeksi uygulanırken ilk aşama olarak her iki tarihteki görüntünün yakın kızılötesi ve kırmızı bantlarından faydalanarak NDVI indeksleri oluşturulur. Daha sonra yangın öncesi NDVI indeksinden, yangın sonrası NDVI indeksi çıkartılarak dNDVI indeksi elde edilmiş olur. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen dNDVI görüntüleri Şekil 4.11a ve Şekil 4.12a’da verilmiştir.

$$dNDVI = NDVI_{yangin_öncesi} - NDVI_{yangin_sonrası} \quad (3.3)$$

Yeşil Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (GNDVI)

Yoğunlaşmada doyma etkisinin azalması, kırmızı bantın yeşil bant (NDVI yerine GNDVI) ile değiştirilmesi sırasında gözlemlenebilir. GNDVI'nın, NDVI'den elde edilen bir konsantrasyondaki klorofil, bir konsantrasyona karşı en az beş kez daha duyarlı olduğu ve özellikle stresli bitki örtüsünü ayırt etmek için faydalı olduğu belirtilmiştir (Gitelson et al. 1996). NDVI ve GNDVI'nın azalması, elektromanyetik spektrumun görünür bölgesinde artışa ve bitki örtüsünü tüketen, klorofili tahrip eden, toprağı çıplak bırakan ve toprağın nemini değiştiren NIR bölgesinde görünür bir azalmayla olduğu söylenebilir. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen yangın öncesi ve sonrasına ait GNDVI görüntüleri Şekil 4.5c, Şekil 4.6c, Şekil 4.7c ve Şekil 4.8c’de verilmiştir.

$$GNDVI = \frac{NIR - Green}{NIR + Green} \quad (3.4)$$

Fark Yeşil Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (dGNDVI)

dGNDVI indeksi uygulanırken ilk aşama olarak her iki tarihteki görüntünün yakın kızılötesi ve yeşil bantlarından faydalanarak GNDVI indeksleri oluşturulur. Daha sonra yangın öncesi NDVI indeksinden, yangın sonrası GNDVI indeksi çıkartılarak dGNDVI indeksi elde edilmiş olur. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen dNDVI görüntüleri Şekil 4.11b ve Şekil 4.12b’de verilmiştir.

$$dGNDVI = GNDVI_{yangin_öncesi} - GNDVI_{yangin_sonrası} \quad (3.5)$$

Sınırlandırılmış Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (NBR_n)

NBR indeksinde kullanılan yakın kızılötesi bant yerine Sentinel-2 uydu görüntüsünde bulunan dar yakın kızılötesi bantlar (NIR_{n2}) kullanılır ve bu bantlarla, kısa dalga kızılötesi bantların değerleri farkları ve toplamaları birbirine oranlanarak uygulanır. Sentinel-2 uydu görüntüsü ile üretilen yangın öncesi ve sonrasına ait NBR_n görüntüleri Şekil 4.7d ve Şekil 4.8d’de verilmiştir.

$$NBR_n = \frac{NIR_{n2} - SWIR2}{NIR_{n2} + SWIR2} \quad (3.6)$$

Fark Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (dNBR)

Yanmış alanların belirlenmesi ve bu alanların yanmamış alanlarla birlikte boş arazi örtüsünden ayırt edilebilmesinde, yangın öncesi ve yangın sonrasına ait NBR indekslerinin farklarının alınmasıyla elde edilen dNBR indeksinin oluşturulması metodu sıklıkla kullanılır.

dNBR indeksiyle elde edilen görüntüdeki gri değerlerin +2 ile -2 arasında değişen değerler aldığı görülür. Yangın öncesi NBR indeksindeki gri değerler yangın sonrası yanmış alanlardaki gri değerlerden büyük olduğundan elde edilen dNBR indeksindeki pozitif gri değerlere sahip alanlarda yangının gerçekleştiği anlaşılabileceği gibi, negatif değerlere sahip alanların ise yangından etkilenmediği anlaşılır. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen dNBR görüntüleri Şekil 4.11c ve Şekil 4.12c’de verilmiştir.

$$dNBR = NBR_{\text{yangın_öncesi}} - NBR_{\text{yangın_sonrası}} \quad (3.7)$$

Görelî Farklı Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (RdNBR)

dNBR’nin görelî formatıdır. Spektral değişimi ölçmek için yangın öncesi uydu görüntülerinden elde edilen NBR ile birlikte yangın öncesi ve sonrası görüntülerden elde edilen dNBR’yi kullanır. Bazı durumlarda yanma şiddetinin görelî formatı avantajlıdır. (Miller and Thode 2007).

Yangından önce NBR değeri düşük olan yangın derecesi ne olursa olsun genellikle düşük dNBR değerlerine sahip olur. Mutlak bir değişim ölçüsü olan dNBR, tüm yangın öncesi vejetasyonları tüketilse bile, yüksek şiddetin miktarının belirlenmesine izin vermez. Sonuç

olarak dNBR değerleri sıklıkla yangın öncesi NBR ile ilişkilidir. RdNBR denkleminde ki payda bu korelasyonu ortadan kaldırır ve indeksin, yangın öncesi vejetasyon örtüsünün düşük olduğu yerlerde dNBR’ den daha hassas olmasına izin verir. Bu durumda, RdNBR gibi bağıl indeks, teorik olarak tutarlı bir ölçekte bitki örtüsündeki değişiklikleri saptamak için daha uygundur. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen RdNBR görüntüleri Şekil 4.11d ve Şekil 4.12d’de verilmiştir.

$$RdNBR = \frac{dNBR}{\sqrt{|NBR_{yangin_öncesi} / 1000|}} \quad (3.8)$$

Görelî Yanma Oranı (RBR)

RBR indeksi, dNBR indeksinin görelî bir formatıdır. RBR indeksi, yangın öncesi NBR indeksine basit bir ayarlama ile bölünen dNBR indeksidir. Paydaya 1.001 eklenmesindeki amaç paydanın sıfır olmaması ve denklemin sonsuzluğa ulaşmayıp başarısız olmaması içindir. Her iki uydu görüntüsü ile üretilen RBR görüntüleri Şekil 4.11e ve Şekil 4.12e’de verilmiştir.

$$RBR = \frac{dNBR}{(NBR_{yangin_öncesi} + 1.001)} \quad (3.9)$$

Sınırlandırılmış Fark Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (dNBR_n)

Sentinel-2 uydu görüntüsünde bulunan dar yakın kızılötesi bantlar (NIR_{n2}) kullanılarak elde edilen yangın öncesi ve sonrası NBR_n indekslerinin farkları alınıp, yangın alanının sınırlandırılmış olarak tespit edilmesi amaçlar. Sentinel-2 uydu görüntüsü ile üretilen dNBR_n görüntüsü Şekil 4.12f’de verilmiştir.

$$dNBR_n = NBR_{n_yangin_öncesi} - NBR_{n_yangin_sonrası} \quad (3.10)$$

BÖLÜM 4

UYGULAMA

Bu çalışmada sık çam ormanlarının ve tarım arazilerinin bulunduğu Muğla İli, Menteşe İlçesi, Zeytinköy Mahallesiinde meydana gelen orman yangını ele alınmıştır. Orman yangını 06.09.2017 tarihinde saat 13:40 itibariyle $37^{\circ}04'55''$ kuzey $28^{\circ}04'36''$ doğu coğrafi koordinatlarında başlamış olup 07.09.2017 tarihinde saat 11:00'da kontrol altına alınmıştır. Geçen bu süreçte 225 ha orman alanı ve 200 ha tarım alanı tahrip olmuştur.

Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntüleri indeksleri ile nesne tabanlı sınıflandırma teknikleri ile yanan alan ve yanma şiddeti tespitleri yapılmış ve birbirlerine göre yanan alan tespitindeki farklılıkları kıyas edilmiştir.

4.1 İNDEKSLERİN OLUŞTURULMASI

Yangın öncesi ve yangın sonrası Landsat-8 uydu görüntüleri indirildikten sonra bantların atmosferik düzeltmesinin yapılabilmesi için;

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (4.1)$$

$$P_{\lambda} = (M_P * Q_{cal} + A_P) / \sin(\theta_{SE}) \quad (4.2)$$

düzeltilme formülleri SNAP yazılımında kullanılacak her bir bant için ayrı ayrı uygulanmıştır.

Bu eşitliklerde;

L_{λ} = Atmosfer üstü parlaklık düzeltmesi

P_{λ} = Atmosfer üstü yansıma düzetmesi

M_L = Metadatalara göre yeniden ölçekleme faktörü (RADIANCE_MULT_BND_x)

M_p = Metadatalara göre yeniden ölçekleme faktörü (REFLECTANCE_MULT_BAND_x)

A_L = Bant spesifik verilerine göre yeniden örnekleme faktörü (RADIANCE_ADD_BAND_x)

A_p = Bant spesifik verilerine göre yeniden örnekleme faktörü (REFLECT._ADD_BAND_x)

Q_{cal} = Sayısallaştırılmış ve kalibre edilmiş piksel değeri (DN)

θ_{SE} = Güneş yükseklik açısı

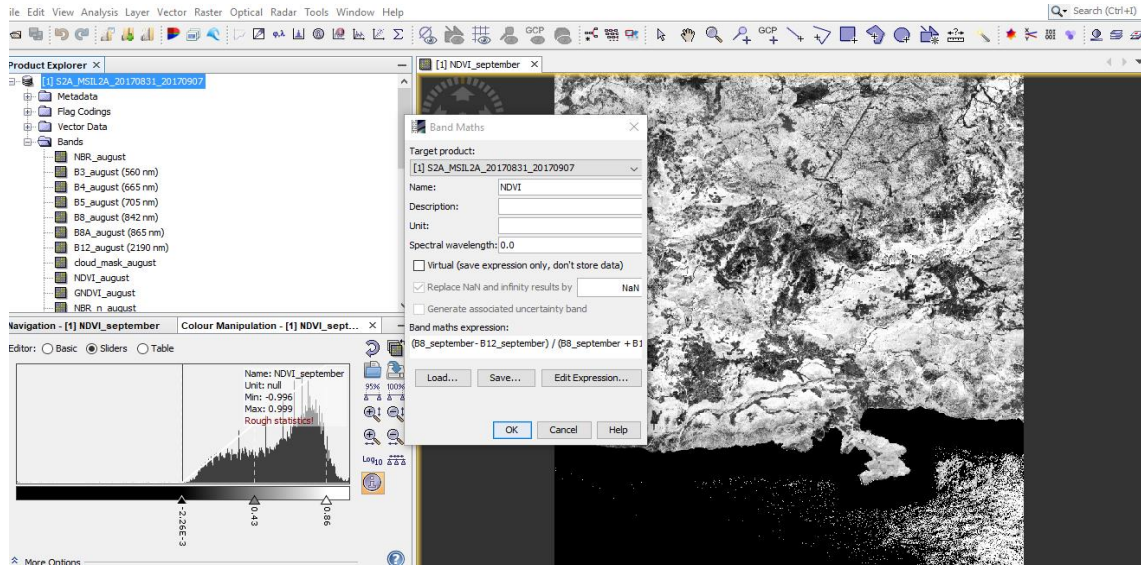
x = Bant numarasıdır.

Formüldeki değerler her bir bant için görüntü klasörünün içindeki Şekil 4.1'deki MTL.txt dosyasından alınmıştır.

```
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1692E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.8596E-03
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.0336E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5005E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.0575E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1158E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3581E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -61.95434
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -63.44200
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -58.46126
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -49.29783
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.16781
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.50246
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.52873
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -55.79158
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.79027
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
```

Şekil 4.1 Görüntü klasörü içindeki MTL.txt dosyası.

Landsat-8 uydu görüntüsündeki kullanılacak olan B3, B4, B5 ve B7 bantlarının atmosferik düzeltmeleri yapılması için, yangın öncesi ve yangın sonrası görüntülere ait bantlara SNAP yazılımında Şekil 4.2' de gösterilen Raster ➡ Bant Maths menüsü yardımıyla 4.1 ve 4.2 formülleri her bir banta, ayrı ayrı uygulanmıştır.

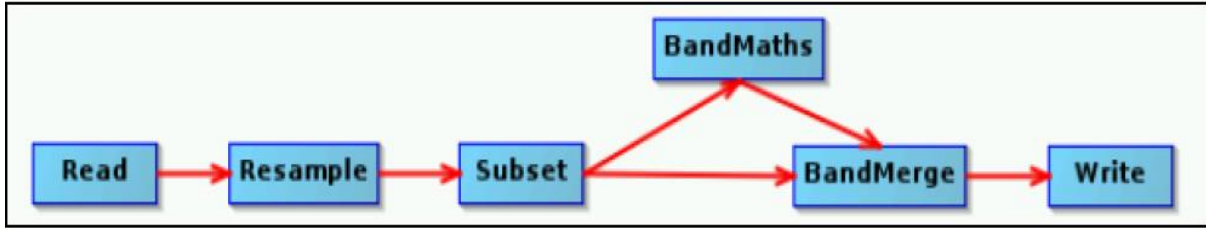


Şekil 4.2 SNAP yazılımına ait Bant Maths menüsü.

Yangın öncesi ve sonrasına ait görüntülerinin daha küçük bir alanda çalışma olanağı sağlaması için kesilmesi ve Çizelge 4.1’deki indeks formüllerinin uygulanabilmesi sebebiyle, yazılıma ait Şekil 4.3’te gösterilen Tools $\rightarrow$ Graph Builder menüsündeki iş akışı oluşturulmuştur.

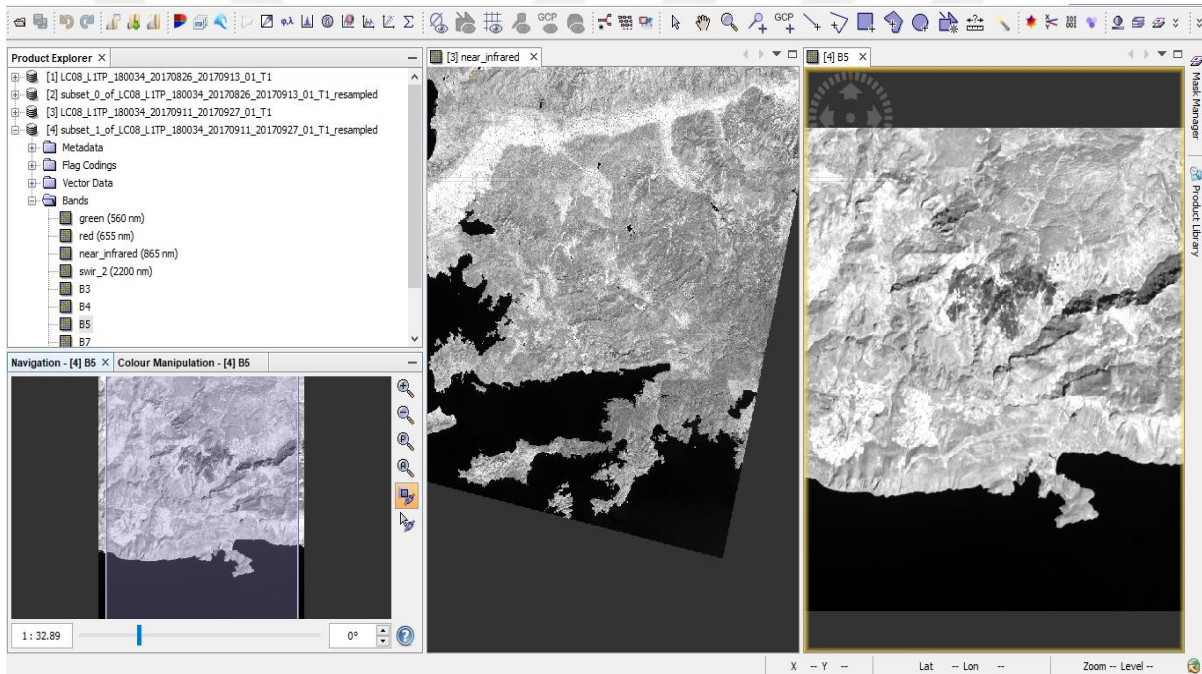
Çizelge 4.1 Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntülerine uygulanan indeksler.

İndeksler	Sentinel-2	Landsat-8
NBR	$\frac{B8 - B12}{B8 + B12}$	$\frac{B5 - B7}{B5 + B7}$
NDVI	$\frac{B8 - B4}{B8 + B4}$	$\frac{B5 - B4}{B5 + B4}$
NBR _n	$\frac{B8a - B12}{B8a + B12}$	
GNDVI	$\frac{B8 - B3}{B8 + B3}$	$\frac{B5 - B3}{B5 + B3}$
dNDVI	NDVI _{yangın öncesi} -NDVI _{yangın sonrası}	NDVI _{yangın öncesi} -NDVI _{yangın sonrası}
dGNDVI	GNDVI _{yangın öncesi} -GNDVI _{yangın sonrası}	GNDVI _{yangın öncesi} -GNDVI _{yangın sonrası}
dNBR	NBR _{yangın öncesi} - NBR _{yangın sonrası}	NBR _{yangın öncesi} - NBR _{yangın sonrası}
RdNBR	$\frac{dNBR}{\sqrt{ NBR \text{ yangın öncesi}/1000 }}$	$\frac{dNBR}{\sqrt{ NBR \text{ yangın öncesi}/1000 }}$
RBR	$\frac{dNBR}{NBR \text{ yangın öncesi} + 1.001}$	$\frac{dNBR}{NBR \text{ yangın öncesi} + 1.001}$
dNBR _n	NBR _n yangın öncesi- NBR _n yangın sonrası	



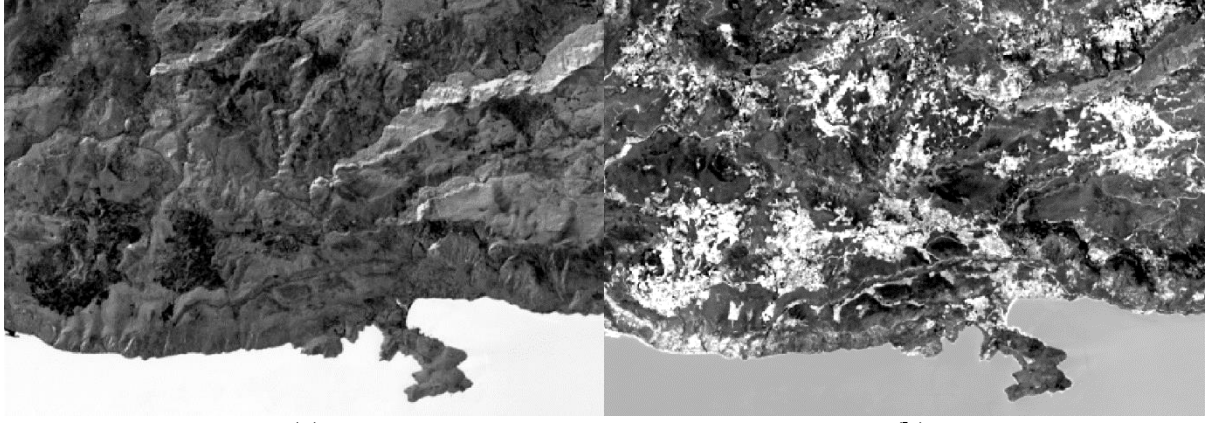
Şekil 4.3 SNAP yazılımına ait Graph Builder iş akışı.

Graph Builder işlemi sonrası geometrik olarak düzeltilmiş ve kesilmiş çalışma alanına ait Landsat-8 uydusunun yangın sonrası NIR bantının işlem öncesi ve sonrası durumu Şekil 4.4’te gösterilmiştir.



Şekil 4.4 Graph Builder işlemi sonucu elde edilen SNAP yazılımına ait görüntü.

Kesilmiş yangın öncesi ve sonrası görüntülere Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de gösterildiği gibi Bant Maths menüsü yardımıyla NBR, NDVI, GNDVI ve NBRn indeksleri uygulanmıştır.



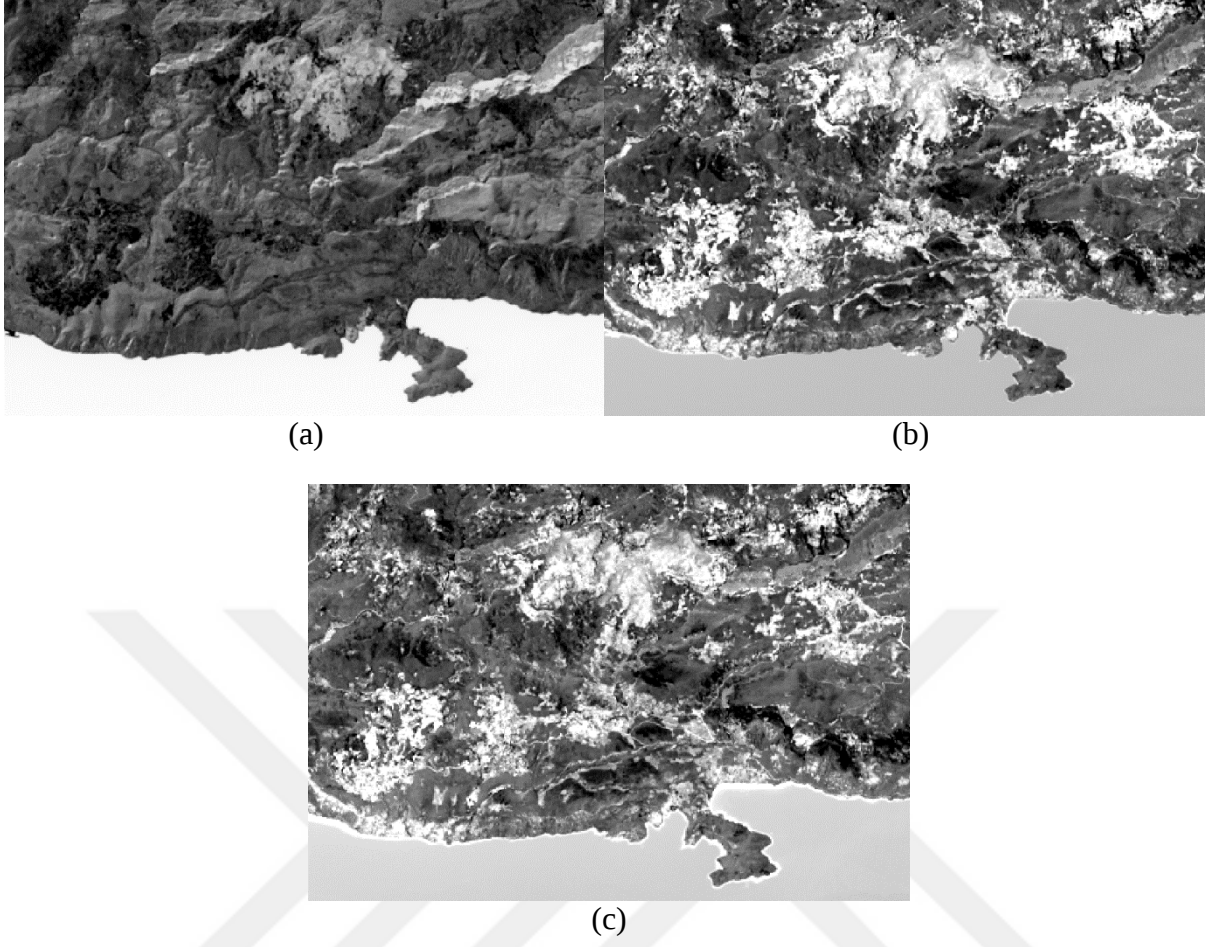
(a)

(b)

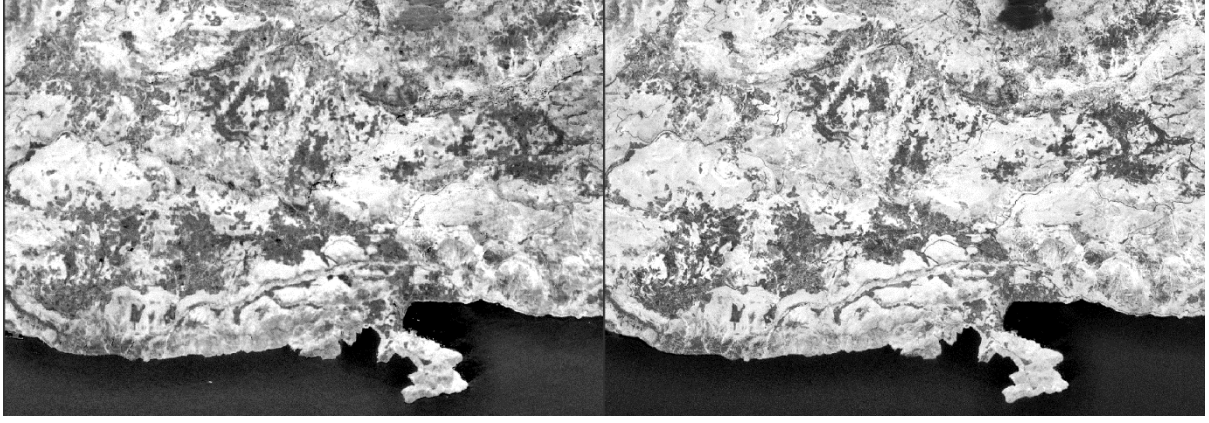


(c)

Şekil 4.5 Yangın öncesi Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI, ve c) GNDVI indeksleri.

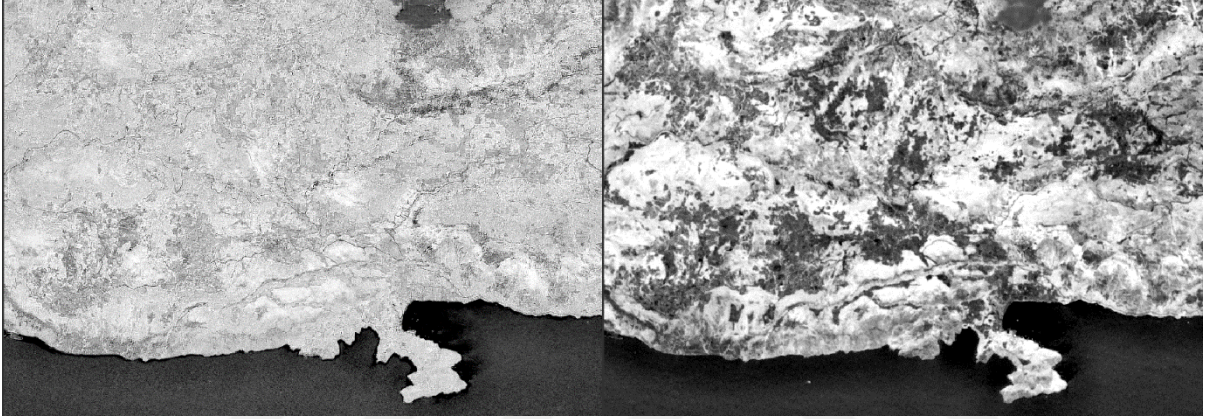


Şekil 4.6 Yangın sonrası Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI ve c) GNDVI indeksleri.



(a)

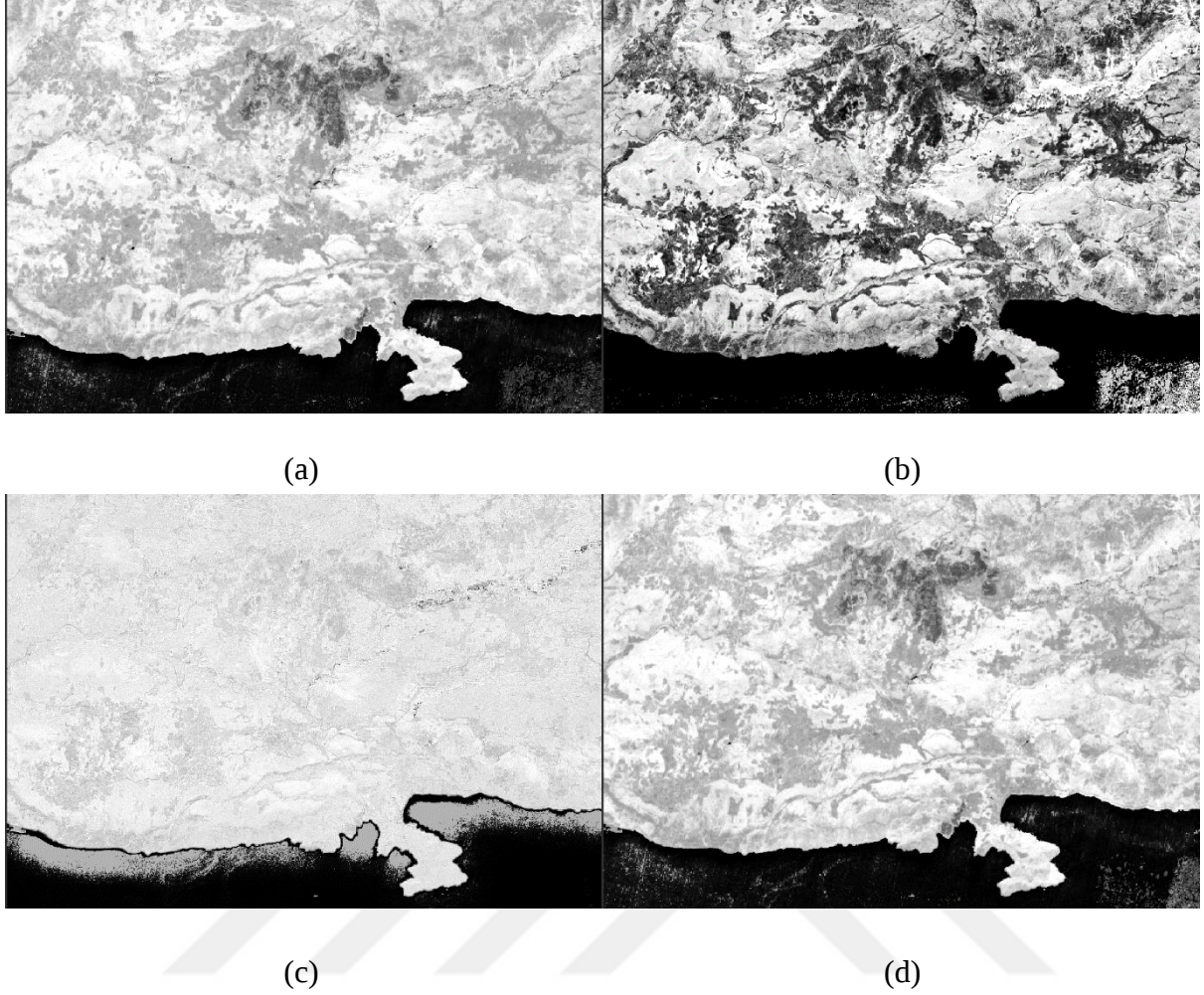
(b)



(c)

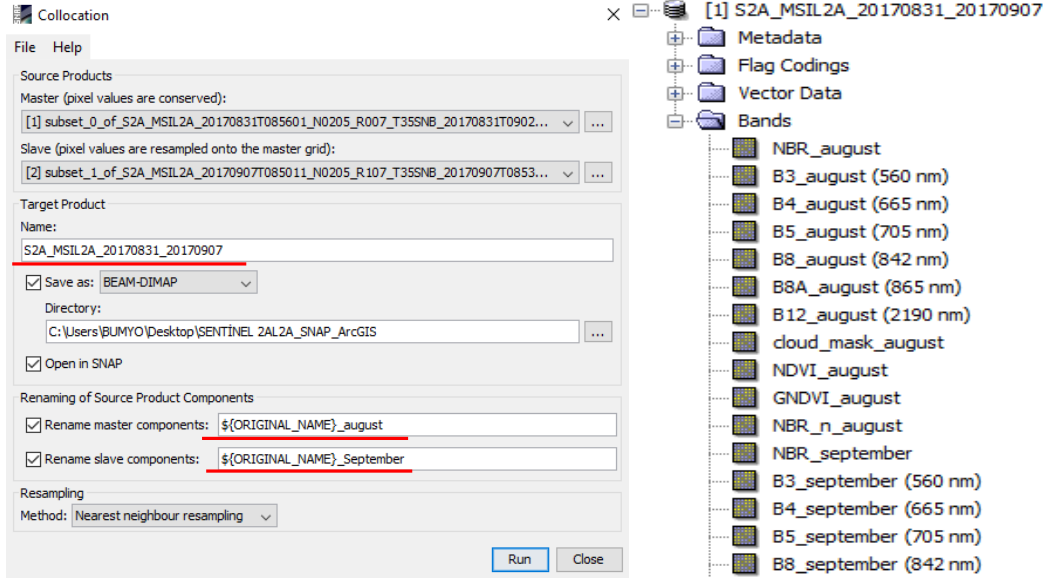
(d)

Şekil 4.7 Yangın öncesi Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI, c) GNDVI ve d) NBR_n indeksleri.



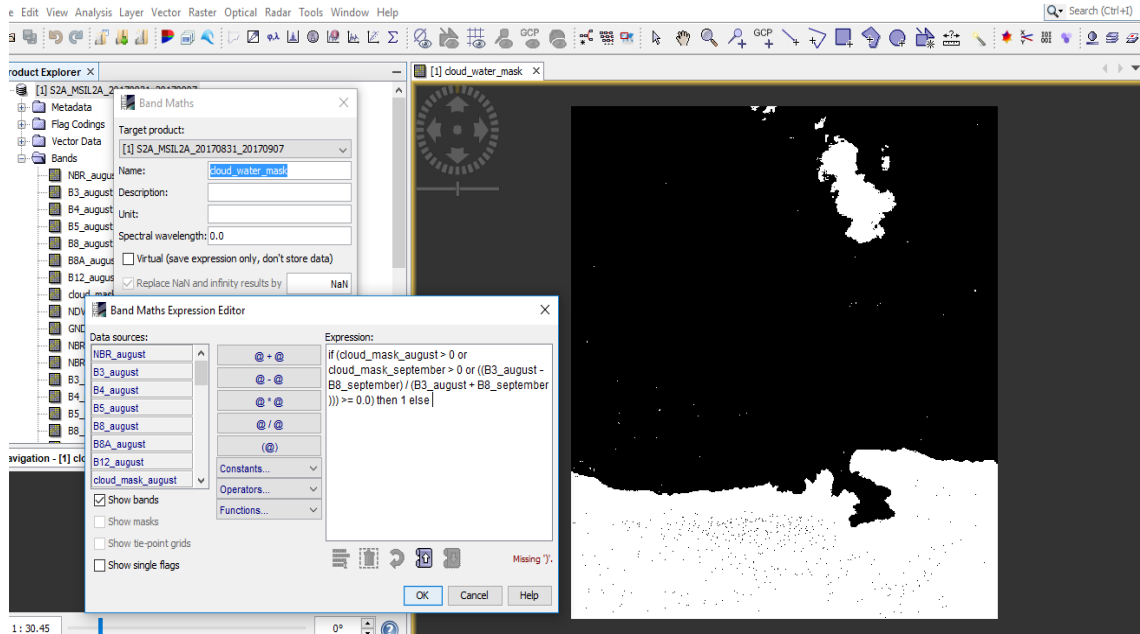
Şekil 4.8 Yangın sonrası Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış a) NBR, b) NDVI, c) GNDVI ve d) NBR_n indeksleri.

dNDVI, dGNDVI, dNBR, RdNBR, RBR ve $dNBR_n$ fark indekslerinin oluşturulabilmesi için Raster $\rightarrow$ Geometric Operations $\rightarrow$ Collocation menüsü yardımıyla yangın öncesine ve sonrasına ait uydu görüntüleri belirtilen fark indeks formüllerinin uygulanabilmesi için tek bir görüntü dosyasında Şekil 4.9’ da gösterildiği gibi birleştirilmiştir. Yeni oluşacak görüntü klasörlerinin isimleri Landsat-8 için LC08_L1T1_20170826_20170911, Sentinel-2 için S2A_MSIL2A_20170831_20170931, yangın öncesine ait bant isimleri BantName_august, yangın sonrasına ait bant isimleri BantName_september olacak şekilde belirlenmiştir.



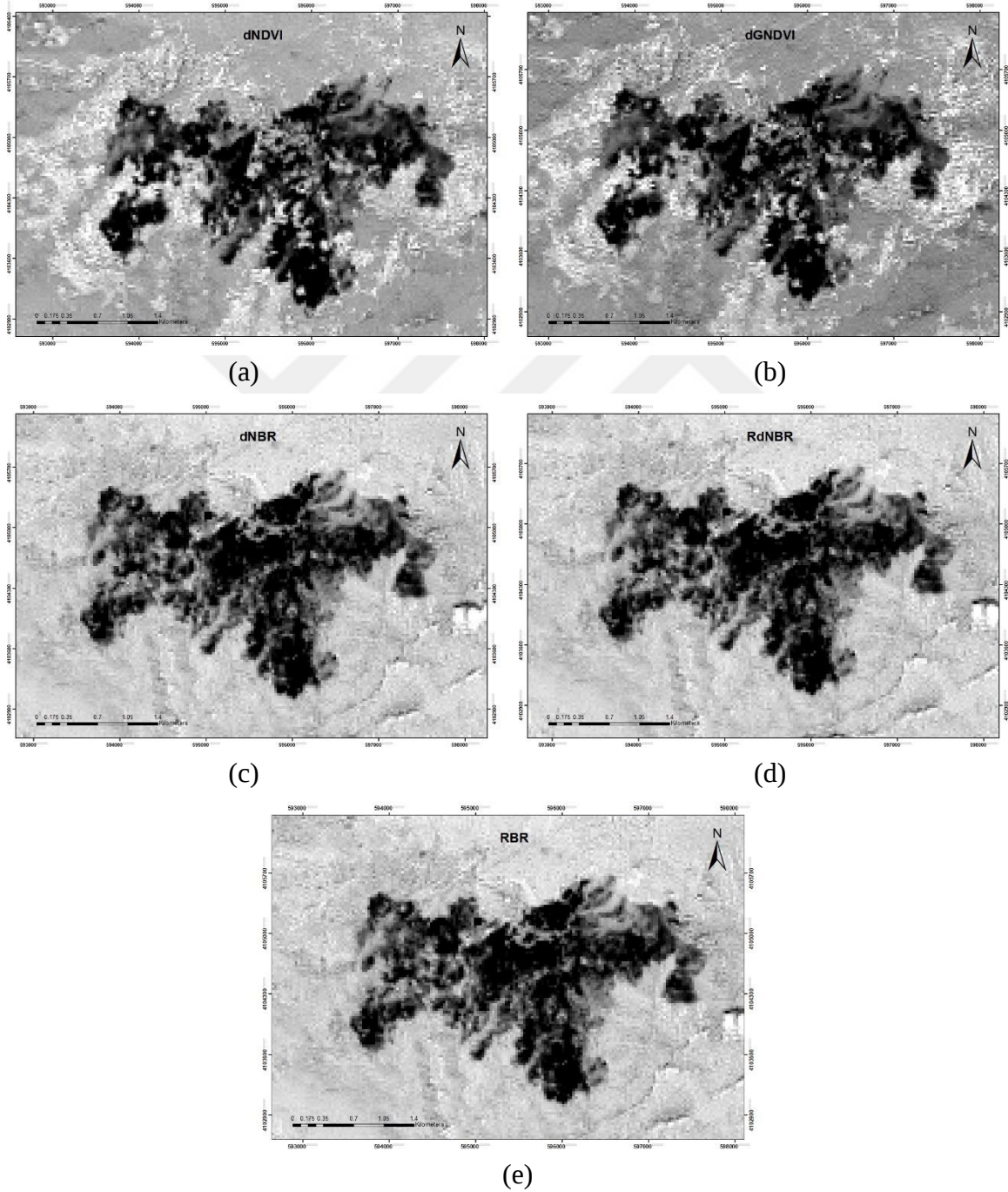
Şekil 4.9 SNAP yazılımına ait Collocation işleminin görüntüsü.

Yeni oluşan S2A_MSIL2A_20170831_20170931 ve LC08_L1T1_20170826_20170911 dosyalarındaki bantlara su ve bulut maskesi uygulamak için Şekil 4.10'da gösterildiği gibi 'if (cloud_mask_august > 0 or cloud_mask_september > 0 or ((B3_august - B8_august)/(B3_agust + B8_august))>= 0) then 1 else 0' denklemi Bant Maths menüsünden uygulanmıştır.



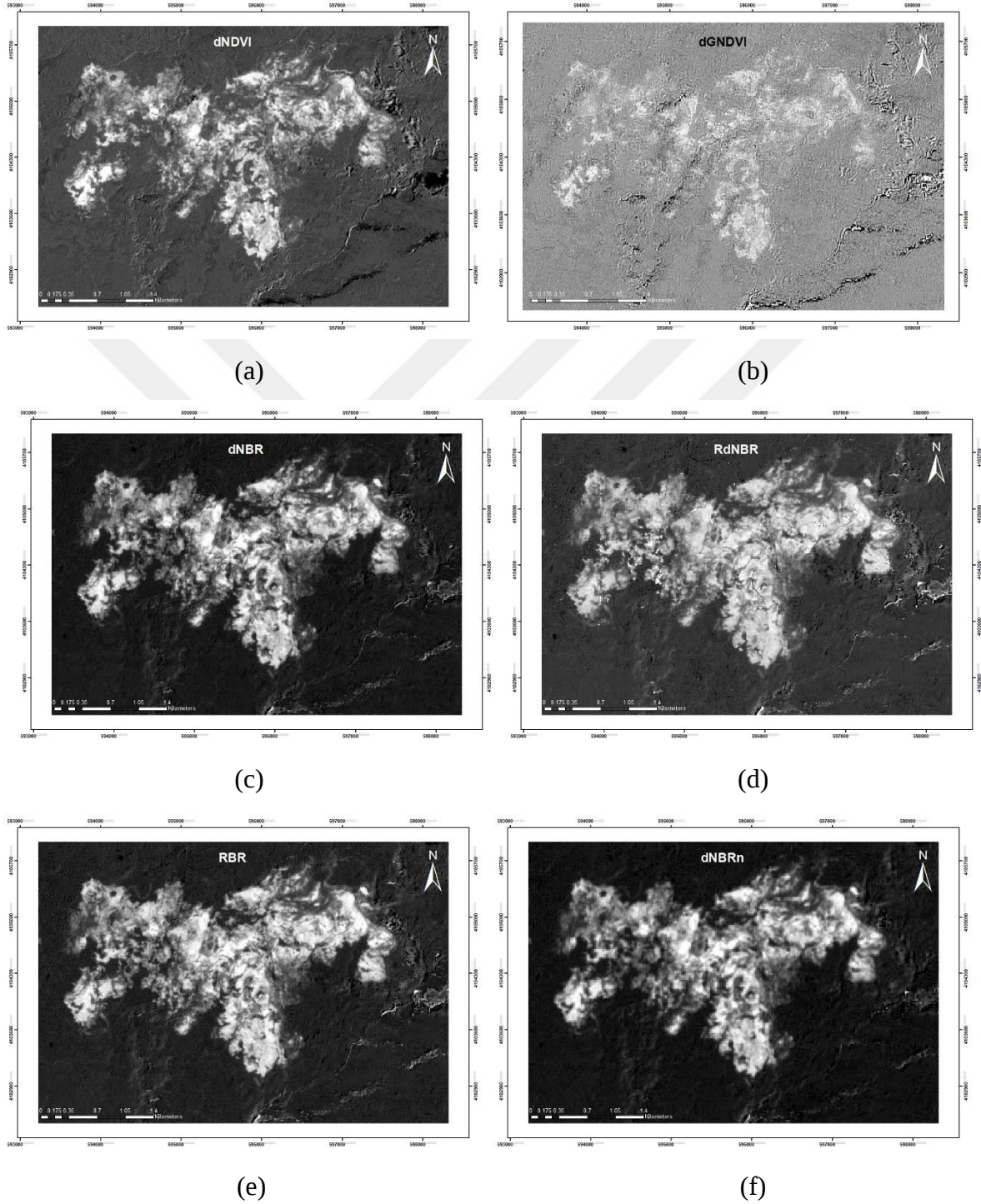
Şekil 4.10 SNAP yazılımda Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış su ve bulut maskesi.

Düzeltilmiş görüntülerden yangın şiddetinin ve yanmış alanların tespit edilebilmesi için kullanılacak olan fark indeksleri, (dNDVI, dGNDVI, dNBR, RdNBR, RBR ve dNBR_n) hem Landsat-8 hem de Sentinel-2 uydu görüntülerine 3.3, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10 formüllerinin ‘if cloud_water_mask = 0 then (indeks formülü) else NaN’ denklemine uygulanmasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’deki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 4.11 Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulanmış a) dNDVI, b) dGNDVI, c) dNBR, d) RdNBR ve e) RBR indeksleri.

Landsat-8 uydu görüntülerine uygulanan fark indeklerinde yangından etkilenen alanlar negatif değerler olarak, yangından etkilenmeyen alanlara göre daha koyu renkli görünmektedir (Şekil 4.11).

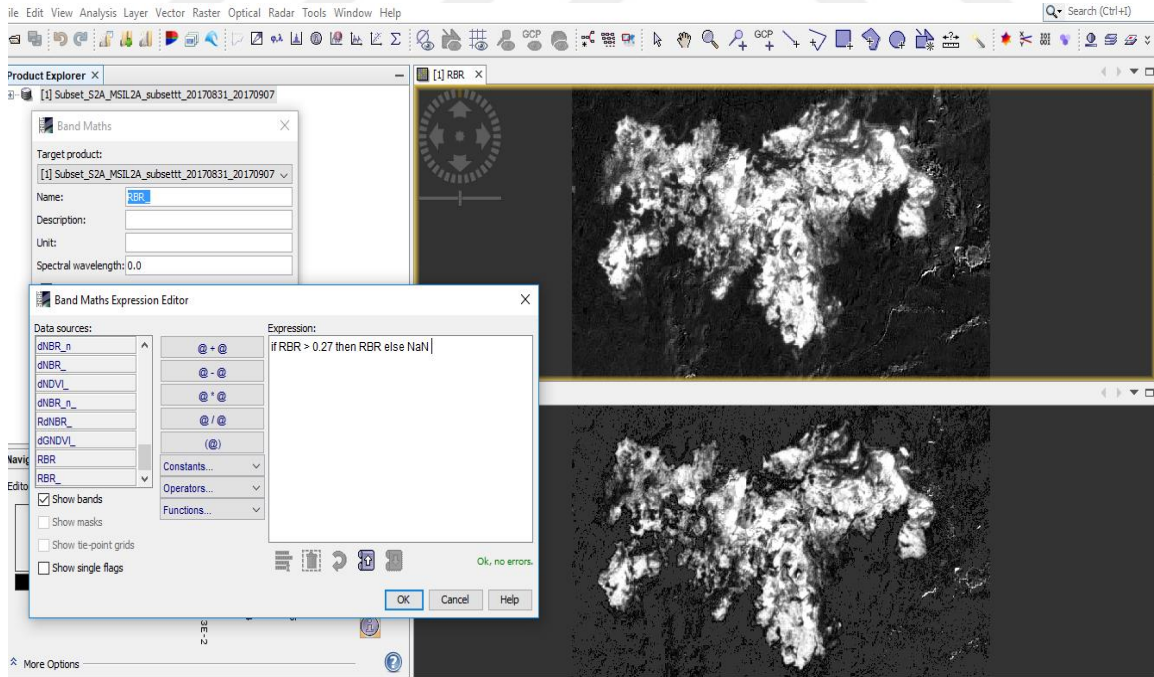


Şekil 4.12 Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanmış a) dNDVI, b) dGNDVI, c) dNBR, d) RdNBR, e) RBR ve f) dNBR_n indeksleri.

Sentinel-2 uydu görüntülerine uygulanan fark indeklerinde, Landsat-8 uydu görüntülerinin tam tersine yangından etkilenen alanlar pozitif değerler olarak, yangından etkilenmeyen alanlara göre daha açık renkli görünmektedir (Şekil 4.12).

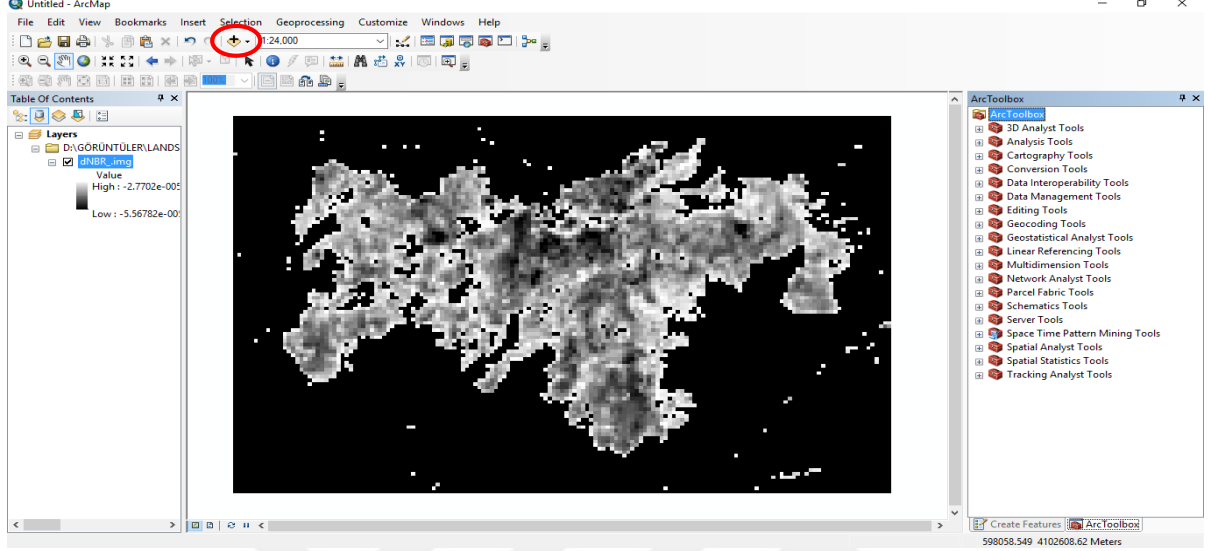
4.2 YANMA ŞİDDETİNİN VE YANGIN ALANLARININ BELİRLENMESİ

Yanma şiddetinin ve yangın alanlarının belirlenmesi amacıyla görüntüler sadece yangın alanını kapsayacak şekilde tekrar kesildikten sonra, oluşturulan fark indeklerinden yangın alanının daha belirgin hale getirilmesi için yangın eşik değerleri belirlenmiştir. Her bir fark indeksi için belirlenen eşik değerleri ‘ if (fark_indeksi) > (eşik_değeri) then (fark_indeksi) else NaN’ denklemi ile bütün indekslere uygulanmıştır. Örnek olarak Şekil 4.13’de, Sentinel-2 uydusuna ait RBR fark indeksindeki yangın eşik değeri 0.27 olarak belirlenmiş ve yeni RBR fark indeksi ‘ if RBR > 0.27 then RBR else NaN ’ denklemiyle eşik değerine çekilerek oluşturulmuştur. Bu işlem yangın alanlarının diğer alanlardan dah iyi ayırt edilebilmesi için hem Landsat-8 uydu görüntüsüne ait fark indekslerine hem de Sentinel-2 uydusuna ait fark indeklerinin her birine ayrı ayrı uygulanmıştır.



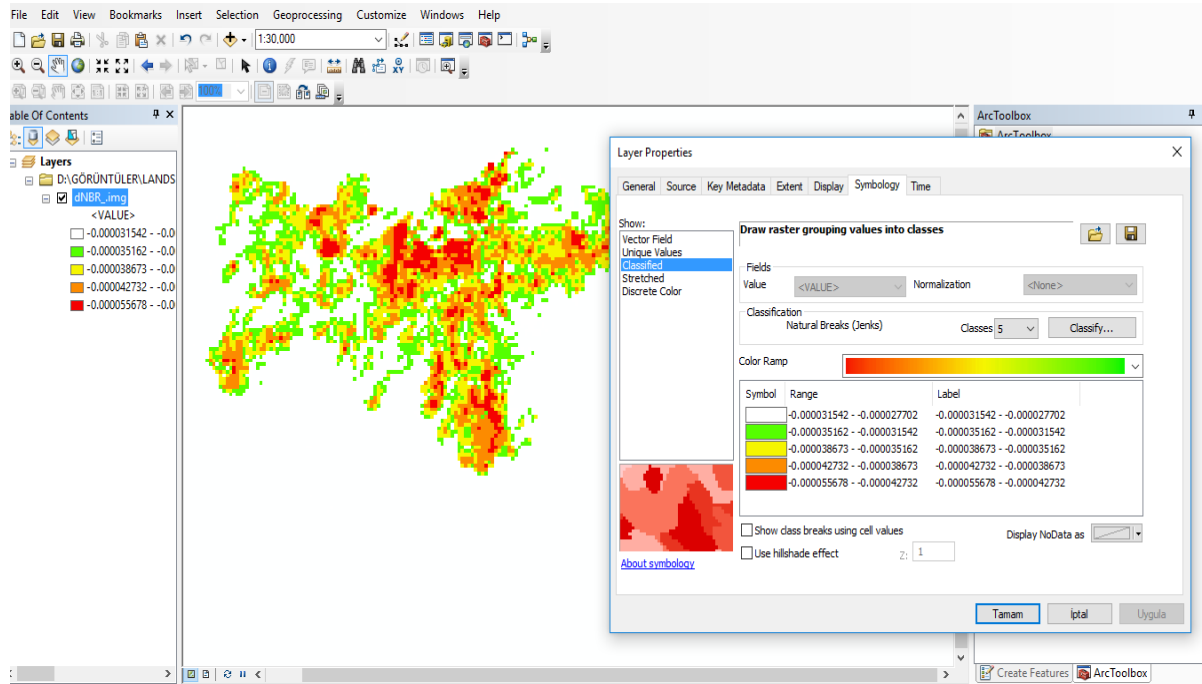
Şekil 4.13 Sentinel-2 uydusuna ait RBR fark indeksinin yangın eşik değerinin belirlenmesi.

Eşik değerine çekilmiş fark indekslerine ait .img dosyaları ArcGIS Desktop 10.5 yazılımındaki Add Data butonu yardımıyla açılmıştır. Şekil 4.14'te Landsat-8 uydusuna ait yangın eşik değerine çekilmiş dNBR indeksi mevcuttur.



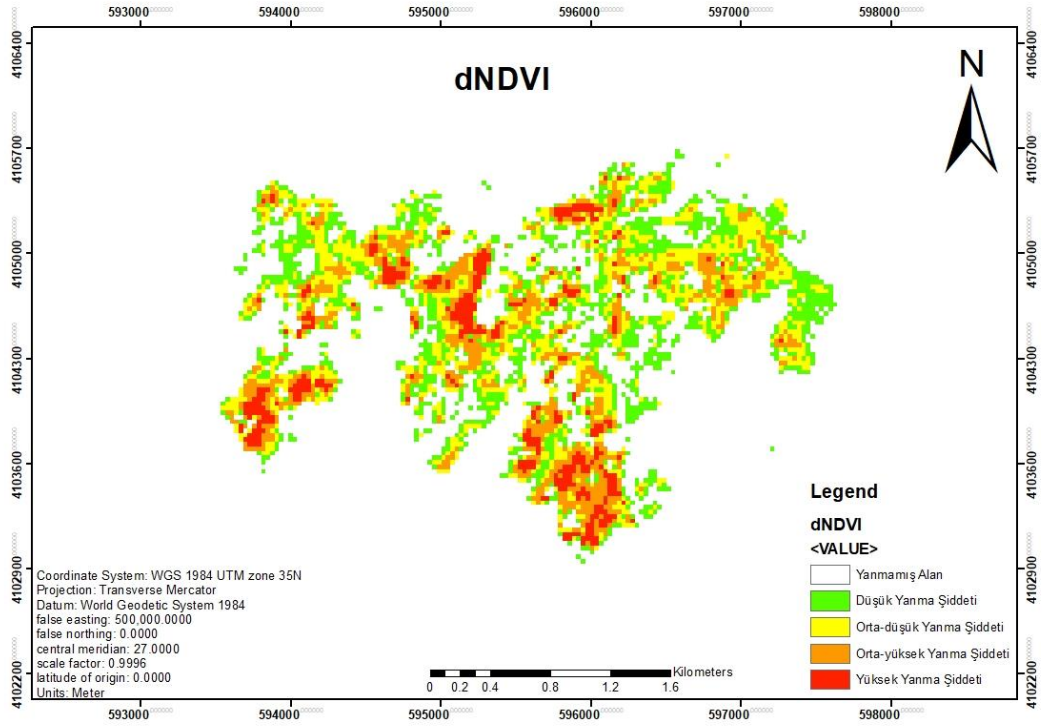
Şekil 4.14 Yangın eşik değerine çekilmiş dNBR indeksinin ArcGIS görüntüsü.

ArcGIS'te açılan fark indeksleri Layer Properties → Symbology → Classified sekmesiyle gri değerlerine göre beş sınıfa ayrılmıştır.

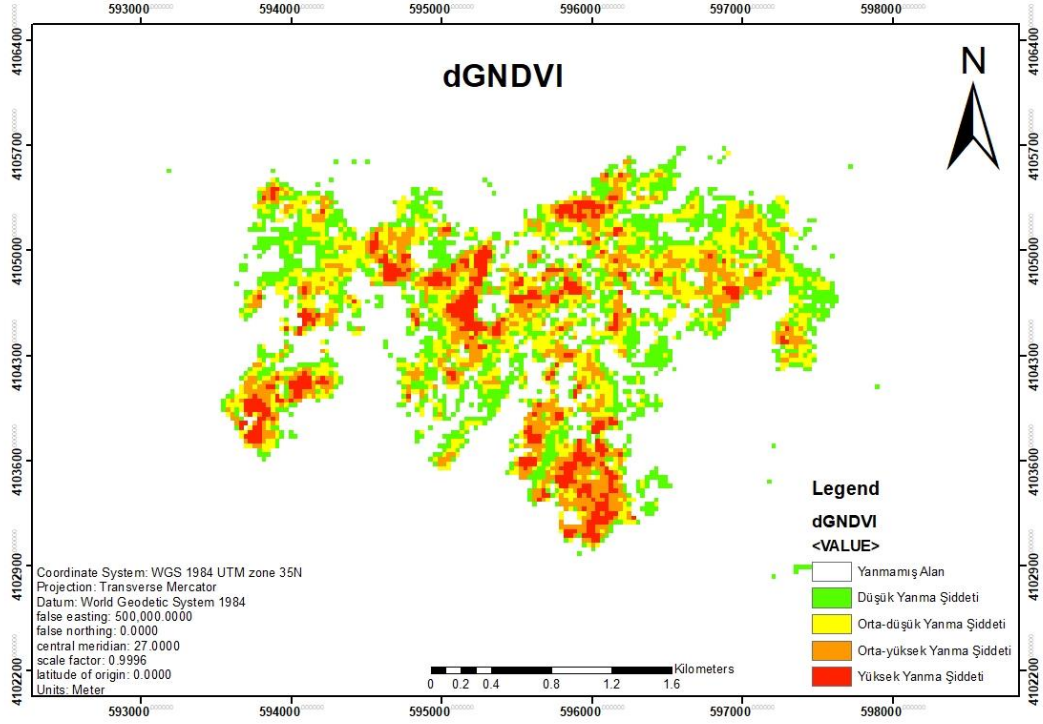


Şekil 4.15 Yangın şiddetine göre 5 sınıfa ayrılmış dNBR indeksinin ArcGIS görüntüsü.

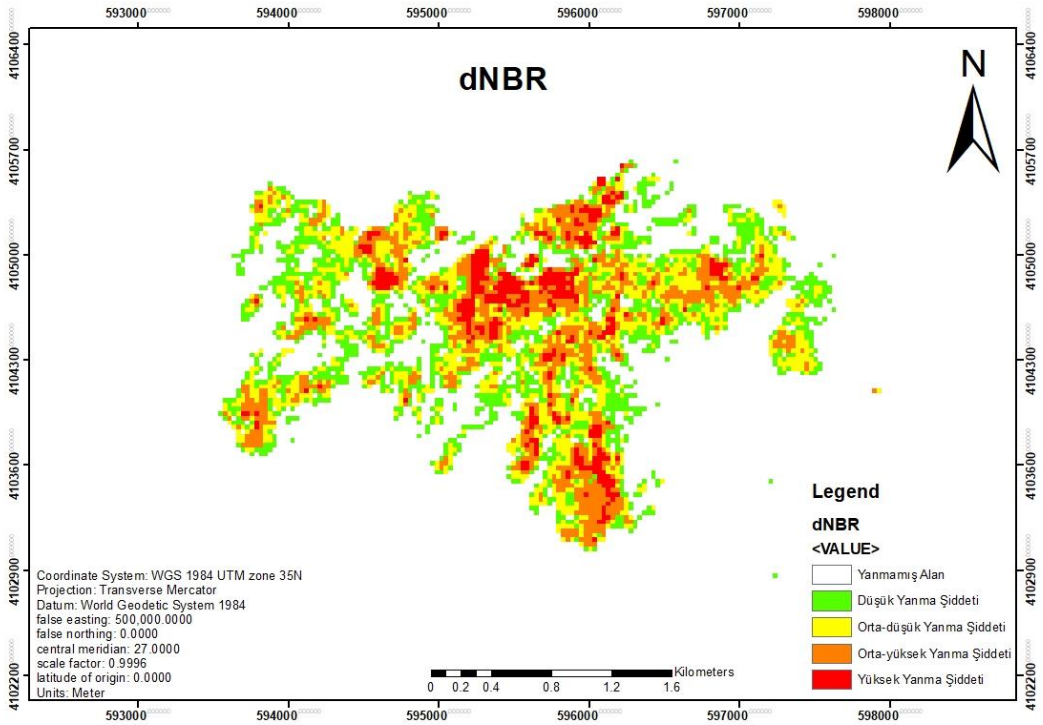
Görüntüye ait gri değerlere göre ‘Yanmamış Alan, Düşük Yanma Şiddeti, Orta-düşük Yanma Şiddeti, Orta-yüksek Yanma Şiddeti ve Yüksek Yanma Şiddeti’ sınıflarının oluşturulduğu Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntülerinin dNDVI, dGNDVI, dNBR, RdNBR, RBR ve dNBRn fark indekslerine ait yanma şiddetlerini gösteren haritalar Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25 ve Şekil 4.26’da mevcuttur.



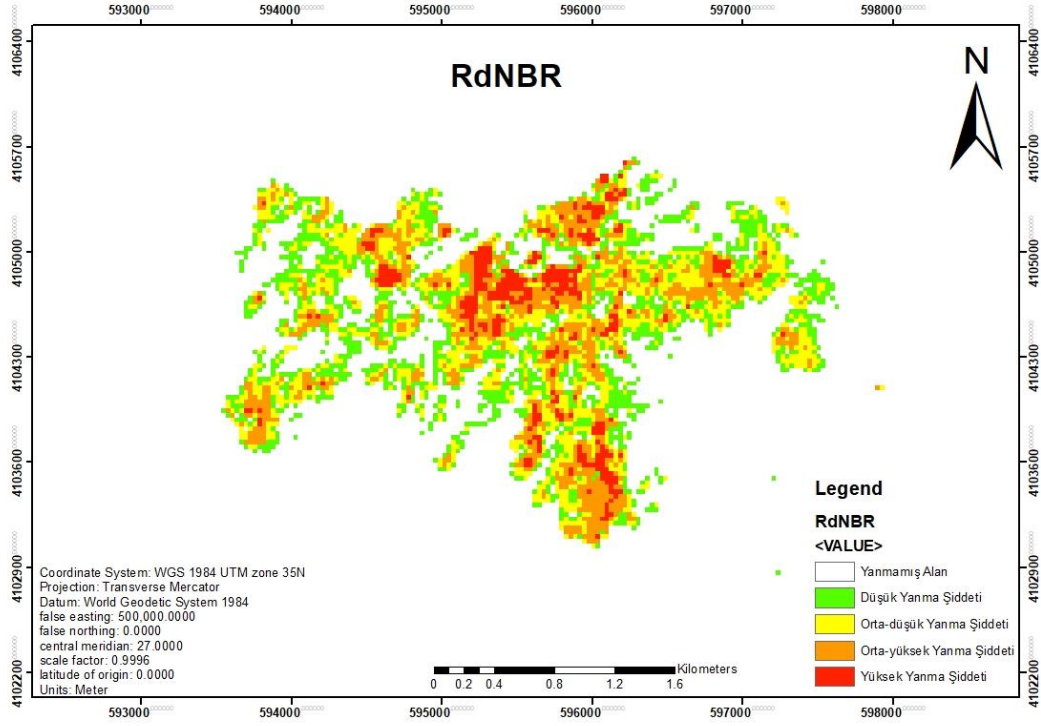
Şekil 4.16 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan dNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası.



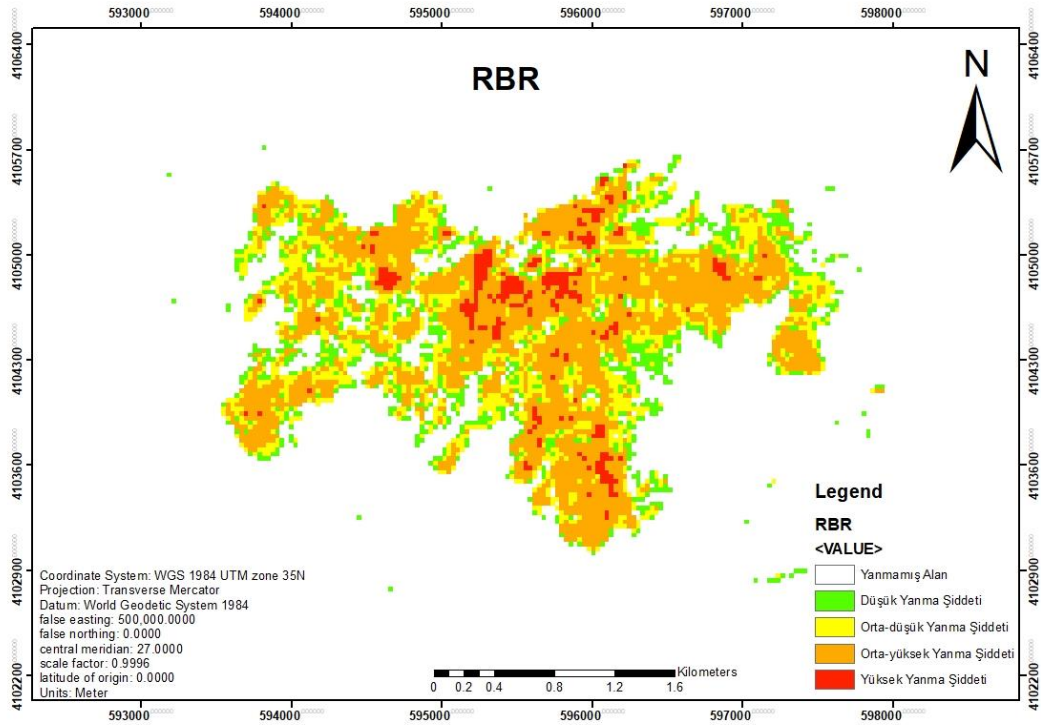
Şekil 4.17 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan dGNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası.



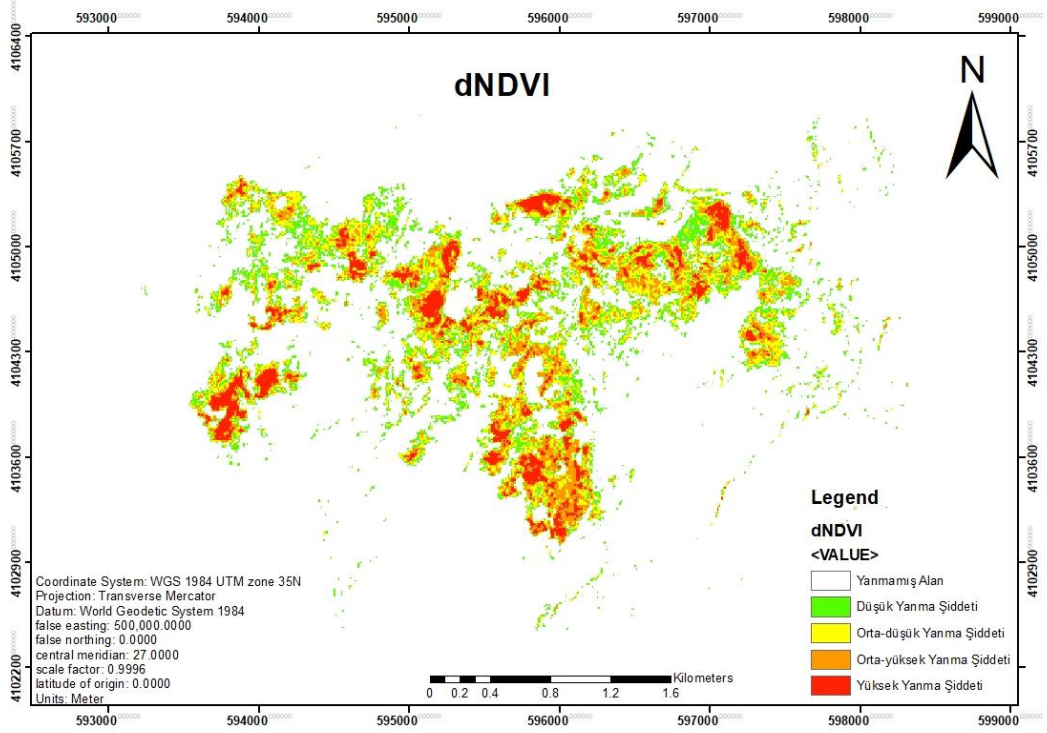
Şekil 4.18 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan dNBR indeksinin yanma şiddeti haritası.



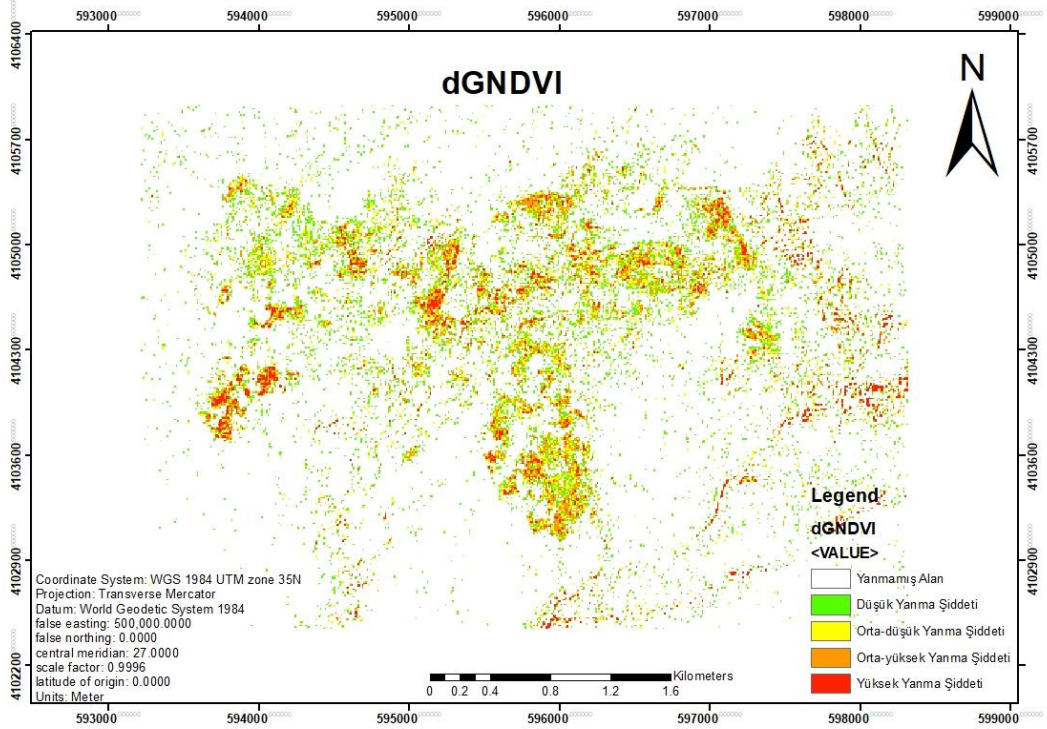
Şekil 4.19 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan RdNBR indeksinin yanma şiddeti haritası.



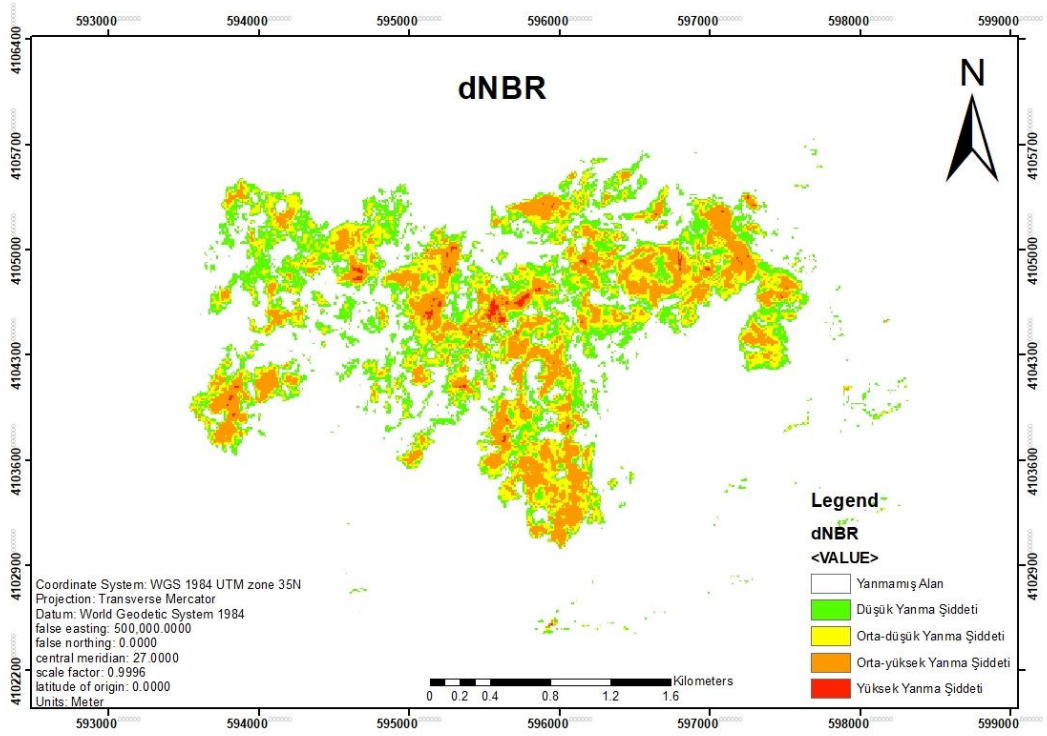
Şekil 4.20 Landsat-8 görüntüsünden oluşturulan RBR indeksinin yanma şiddeti haritası.



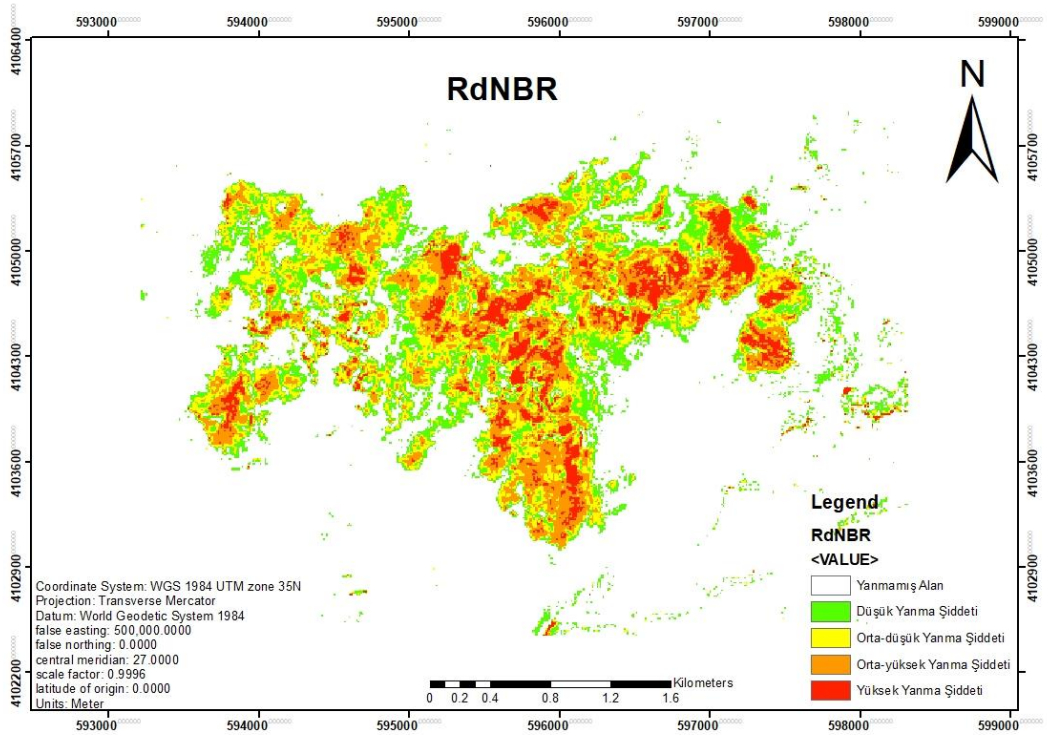
Şekil 4.21 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası.



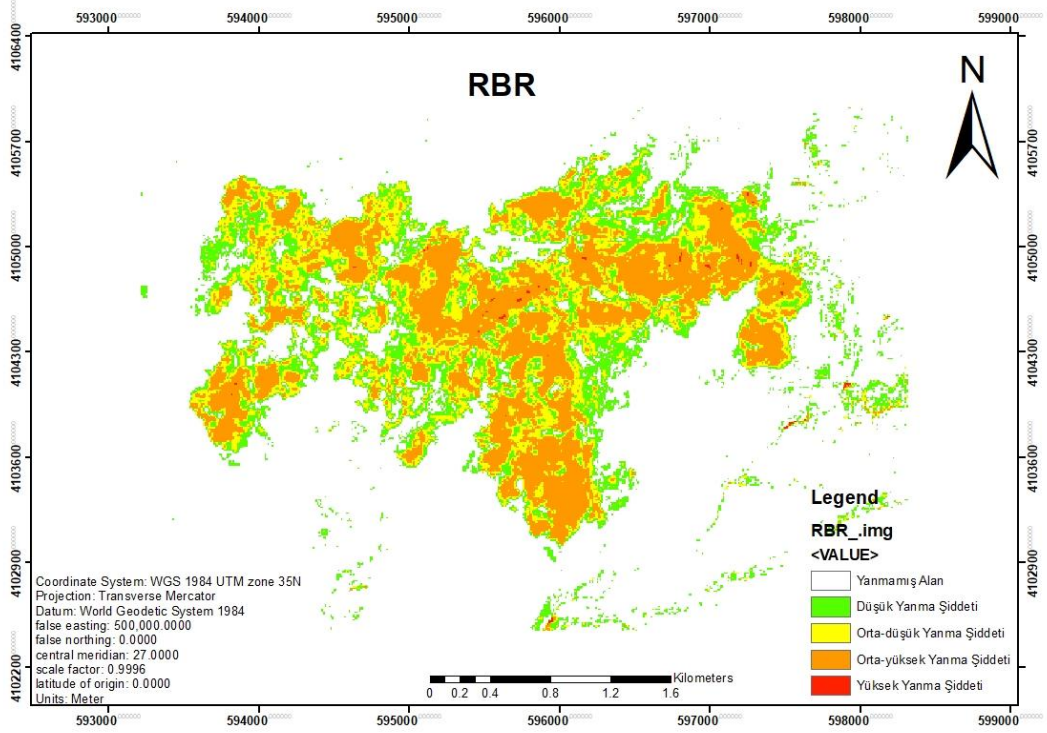
Şekil 4.22 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dGNDVI indeksinin yanma şiddeti haritası.



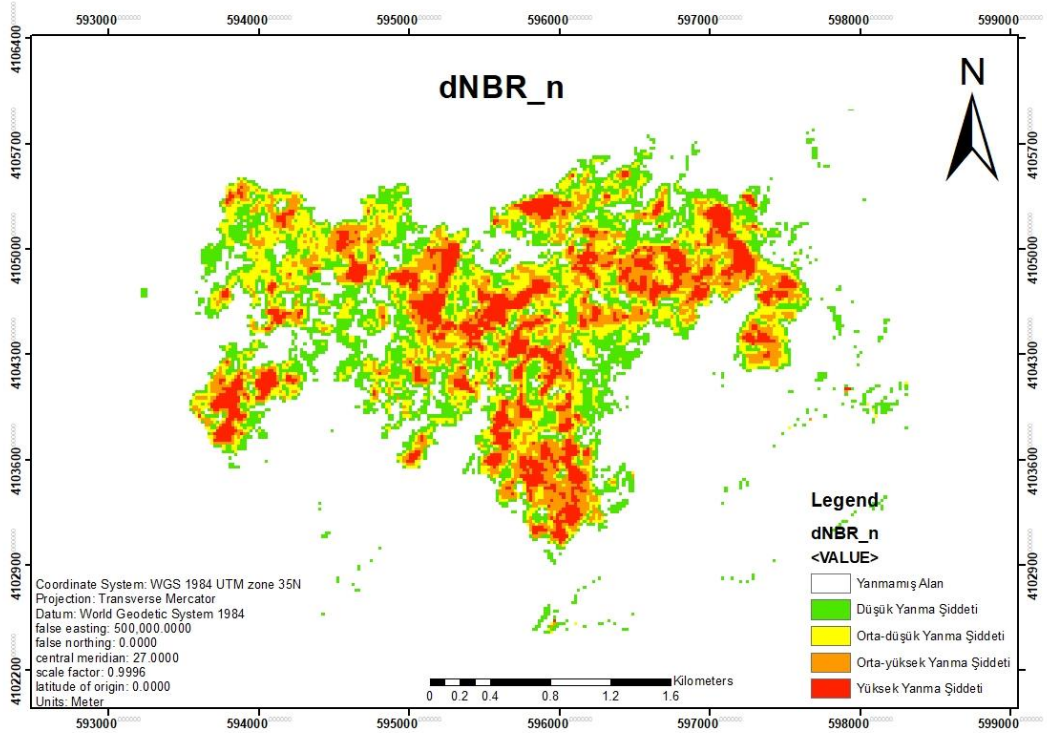
Şekil 4.23 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dNBR indeksinin yanma şiddeti haritası.



Şekil 4.24 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan RdNBR indeksinin yanma şiddeti haritası.



Şekil 4.25 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan RBR indeksinin yanma şiddeti haritası.



Şekil 4.26 Sentinel-2 görüntüsünden oluşturulan dNBR_n indeksinin yanma şiddeti haritası.

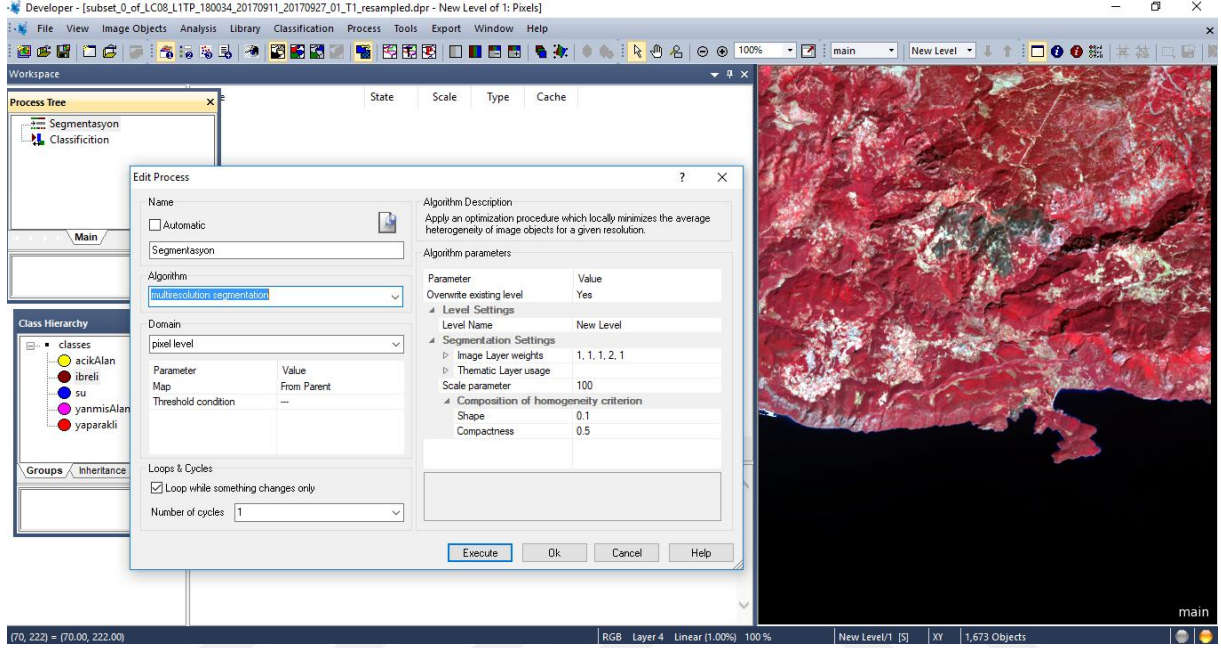
4.3 NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Yapılan literatür araştırmasında da görüldüğü üzere vektör veri elde edebilmek için sıklıkla nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada yangın alanına ait Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntüleri kullanılarak, belirlenen sınıflar için nesne tabanlı sınıflandırma analizi ile yangın sonrası değişimler görsel ve sayısal olarak gösterilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi için Trimble firmasına ait eCognition Developer 9.1 yazılımı kullanılmıştır. Sınıflandırma sonucunda hem doğruluk analizi her iki görüntü için yapılarak değerlendirilmiş olup hem de NetCAD 7.6 yazılımı kullanılarak elde edilen vektör verilerden yangın alanı ha cinsinden tespit edilmiştir. Şekil 4.27’de nesne tabanlı sınıflandırma analizi için yapılan iş akışı gösterilmiştir.

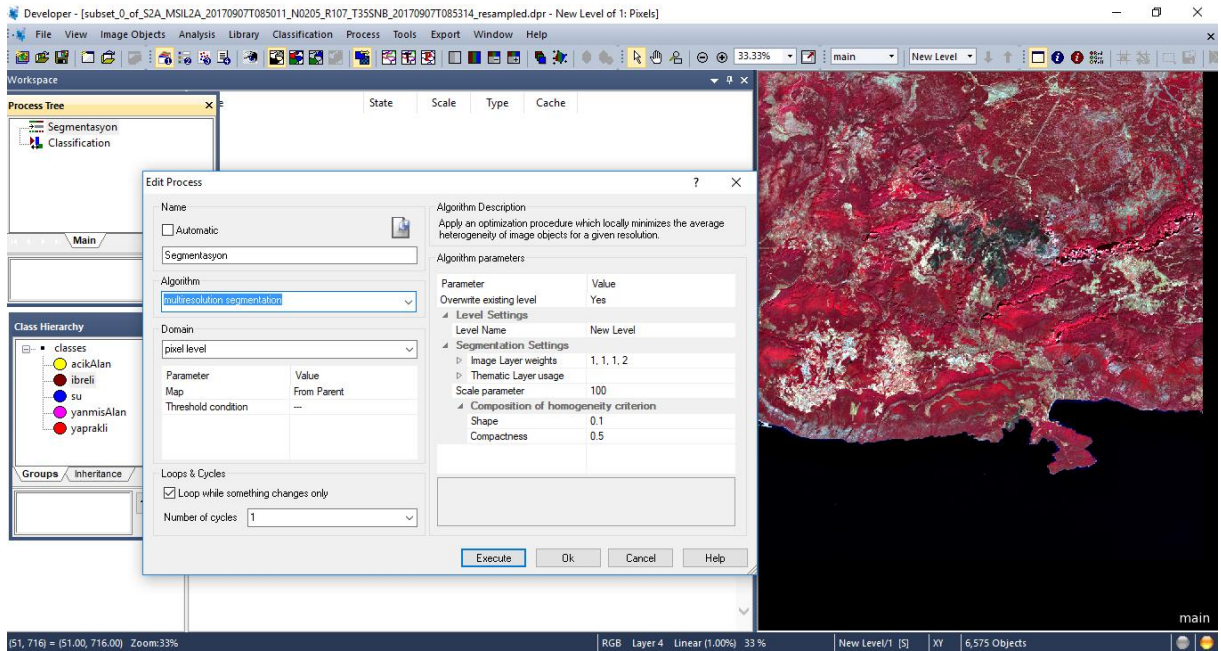


Şekil 4.27 Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi iş akışı.

Çalışma alanı, yerleşim yerlerinde olduğu gibi küçük nesnelerden oluşmadığı, orman örtü tiplerini içerdiği için ölçek parametresinin çok küçük seçilmesine gerek duyulmamıştır. Bu yüzden Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da görüldüğü gibi Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntülerine yapılan uygulamaların her ikisi içinde ölçek parametresi 100, şekil parametresi 0.5, bütünlük parametresi için 0.1 değerleri seçilerek segmentasyon tamamlanmıştır.

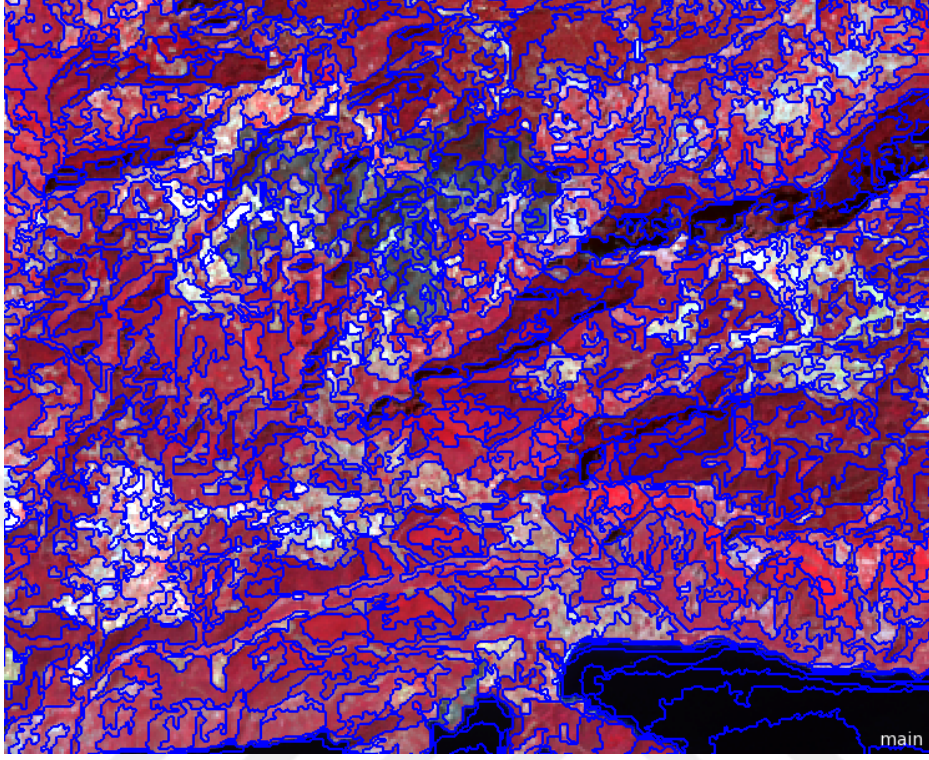


Şekil 4.28 Landsat-8 görüntüsüne ait segmentasyon algoritması ve parametrelerin seçimi.

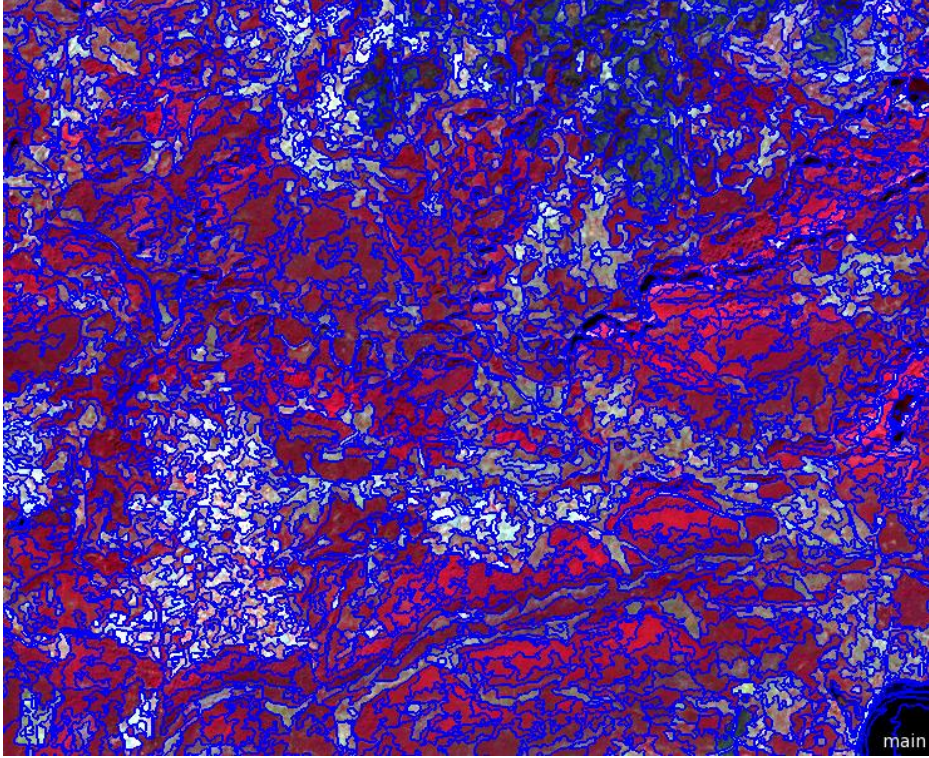


Şekil 4.29 Sentinel-2 görüntüsüne ait segmentasyon algoritması ve parametrelerin seçimi.

Seçilen segmentasyon parametreleri sonucunda Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntülerdeki segmentasyon sonuçları Şekil 4.30 ve Şekil 4.31’de gösterilmiştir.

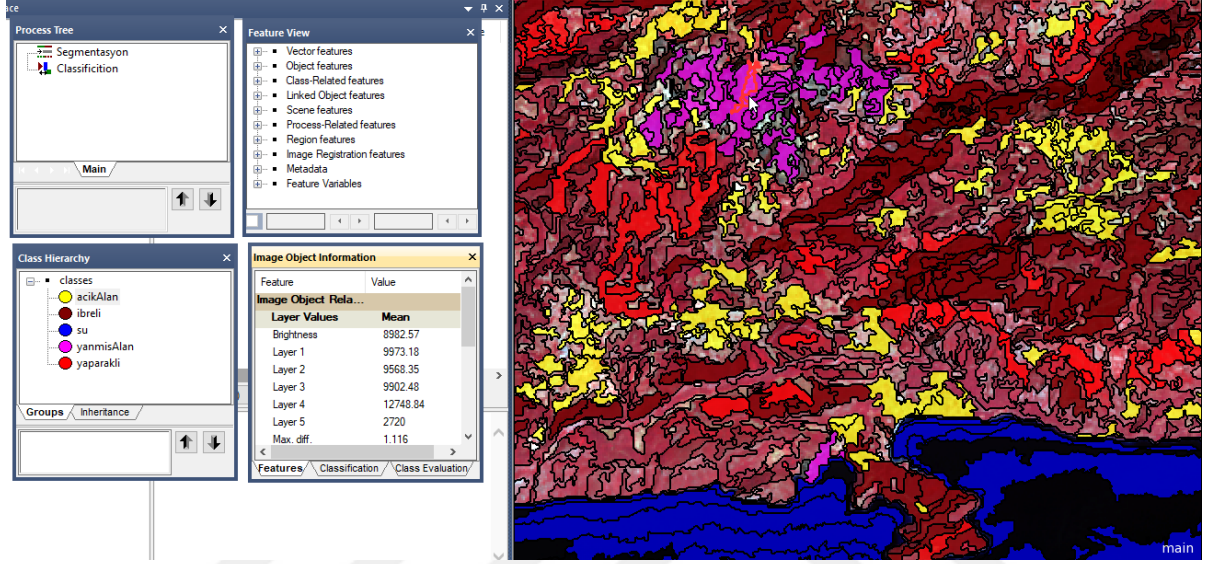


Şekil 4.30 Landsat-8 görüntüsüne ait segmentasyon sonucu.

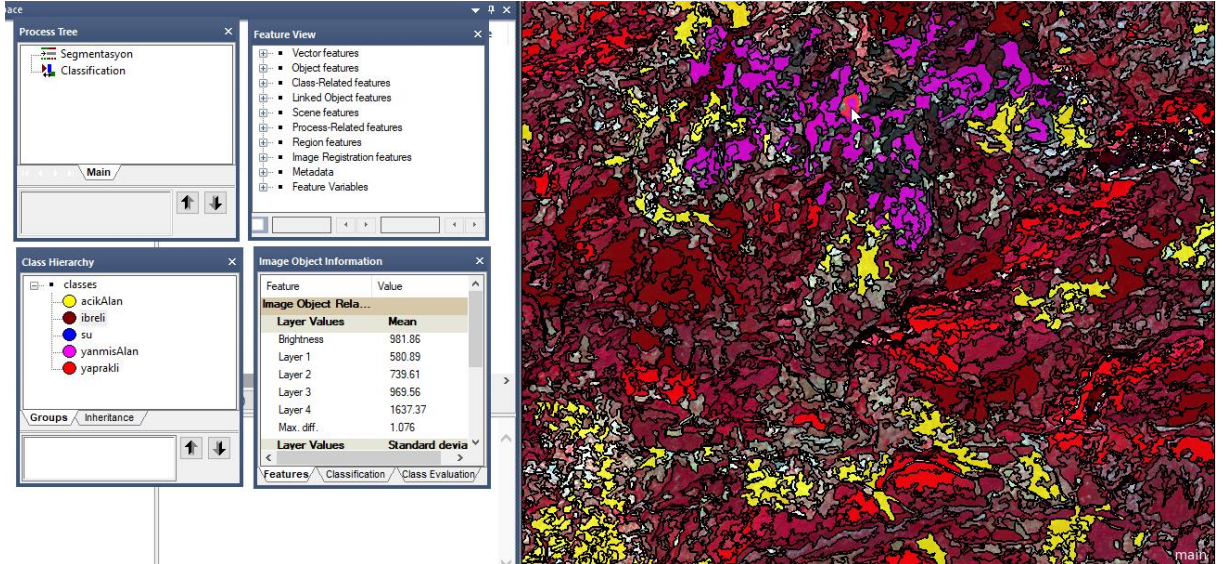


Şekil 4.31 Sentinel-2 görüntüsüne ait segmentasyon sonucu.

Segmentasyon işleminden sonra oluşturulacak sınıflar belirlenir. Class Hierarchy → Insert Class menüsünden ‘acikAlan, ibrelı, su, YanmisAlan ve yapraklı’ sınıfları oluşturulmuştur. En yakın komşuluk sınıflandırma yöntemi her bir sınıf için homojen olarak görüntünün tamamından örnek alanların (samples) seçilmesiyle yapılmaktadır. Şekil 4.32 ve Şekil 4.33’de Landsat-8 ve Sentinel-2 görüntüleri için her bir sınıftan seçilen örnek alanlar gösterilmiştir.

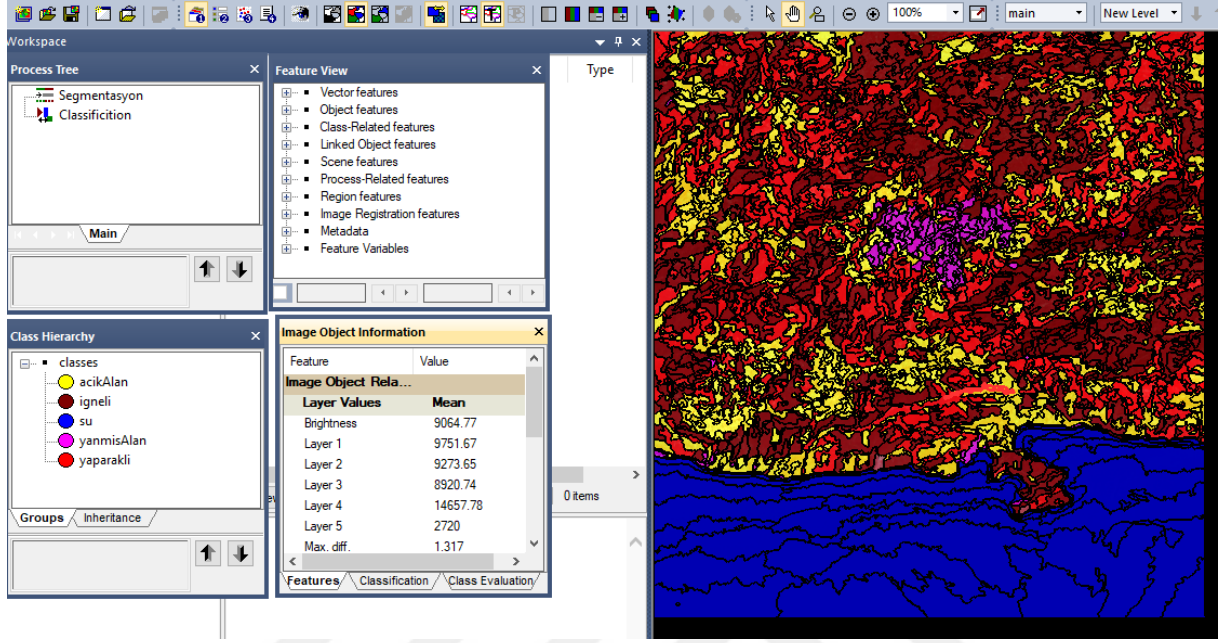


Şekil 4.32 Landsat-8 görüntüsü üzerinden örnek alanların seçimi.

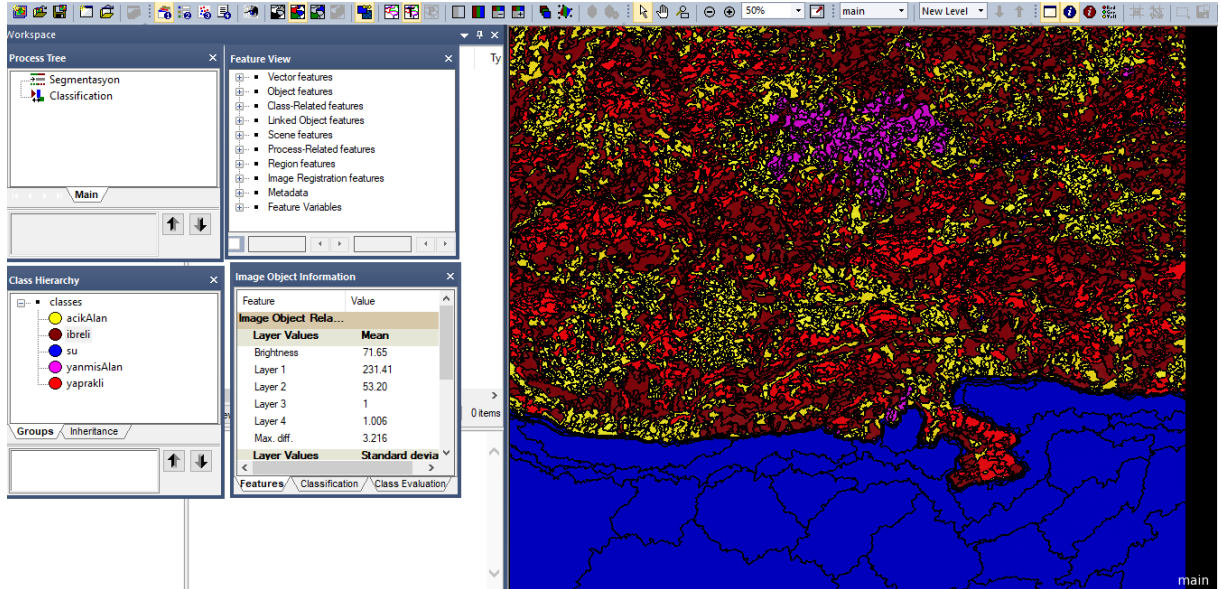


Şekil 4.33 Sentinel-2 görüntüsü üzerinden örnek alanların seçimi.

Seçilen örnek alanlara göre nesne tabanlı sınıflandırma işlemi ‘En Yakın Komşuluk’ yöntemiyle yapılmıştır. Elde edilen sınıflandırılmış görüntüler Şekil 4.34 ve 4.35’te gösterilmiştir.



Şekil 4.34 Landsat-8 sınıflandırılmış uydu görüntüsü.



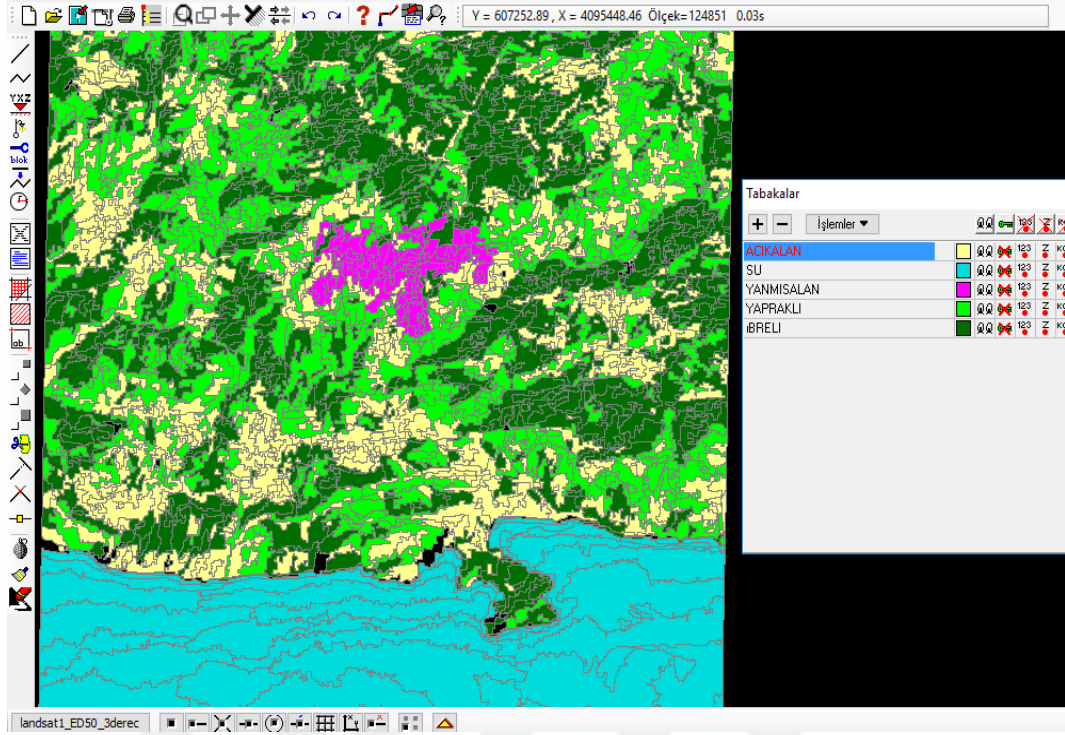
Şekil 4.35 Sentinel-2 sınıflandırılmış uydu görüntüsü.

Sınıflandırma doğruluklarının sayısal analizleri yazılım tarafından ‘Static Type Error Matrix based on Samples’ yöntemi seçilerek yapılmıştır. Yöntemin amacı, görüntü üzerinden her bir sınıf için homojen dağılımlı örnek alanlar seçilerek doğrulukların yüzdelik olarak kullanıcıya sunulmasıdır. Çizelge 4.2’de sınıflandırmaların Kappa ve doğruluk değerlendirme sonuçları verilmiştir.

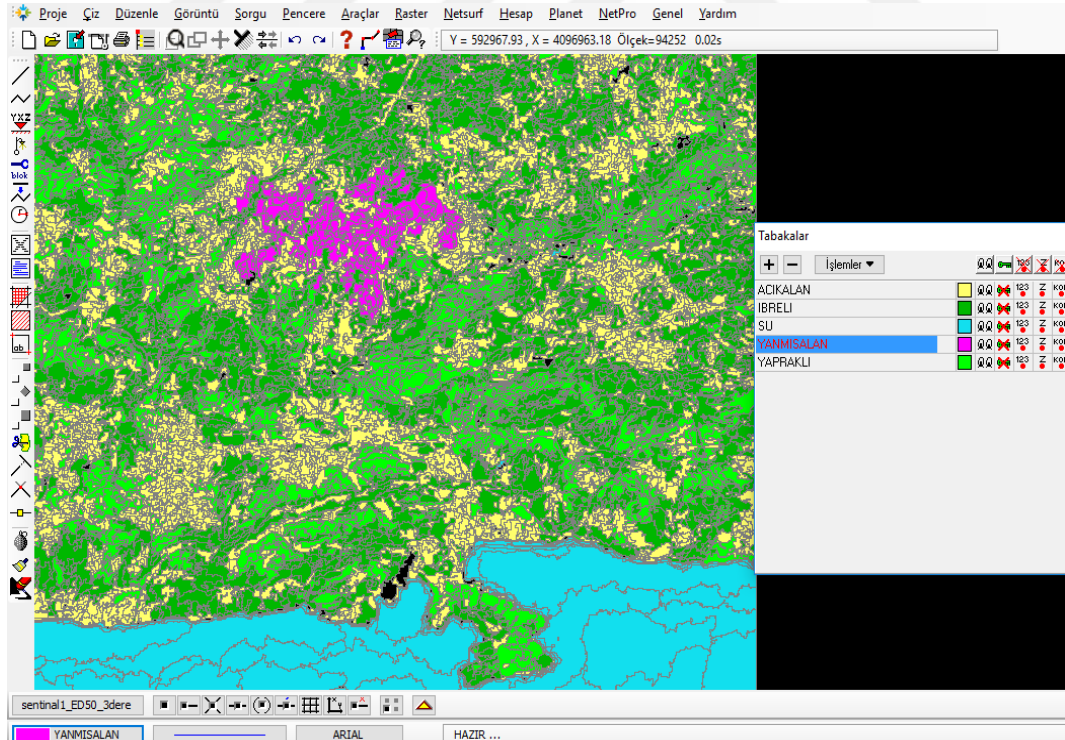
Çizelge 4.2 Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin doğruluk analizi (%).

Sınıflar	Nesne-Tabanlı Sınıflandırma/ Landsat-8 (%)			Nesne-Tabanlı Sınıflandırma/ Sentinel-2 (%)		
	ÜD (%)	KD (%)	Kappa	ÜD (%)	KD (%)	Kappa
İbrelili	%100.00	%95.80	1.000	%99.39	%97.60	0.993
Yapraklı	%95.65	%93.62	0.947	%99.55	%99.55	0.994
Su	%91.67	%100.00	0.909	%95.38	%100.00	0.951
Açık alan	%96.23	%97.28	0.941	%99.62	%97.79	0.992
Yangın alanı	%92.31	%97.96	0.915	%90.43	%99.04	0.894
Genel doğruluk	%96.31			%98.36		
Kappa	0.951			0.976		

Nesne tabanlı sınıflandırma sonuçları eCognition yazılımındaki ‘export’ menüsü ile vektör veri haline getirilerek ‘*.shp’ uzantılı dosya olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen dosya NetCAD yazılımı ile ‘*.NCZ’ uzantılı dosya olarak saklanmıştır. Şekil 4.36 ve Şekil 4.37’de her iki görüntüye ait elde edilen vektör veri NetCAD ortamında gösterilmiştir.



Şekil 4.36 Landsat-8 görüntüsüne ait sınıflandırma sonuçlarından elde edilen vektör veri.



Şekil 4.37 Sentinel-2 görüntüsüne ait sınıflandırma sonuçlarından elde edilen vektör veri.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada uzaktan algılama biliminin orman yangınlarının haritalanması, analizi ve tespitindeki önemine vurgu yapılmıştır. Bu sayede arazi üzerinde yapılan yüksek maliyetli ve zaman alan çalışmaların yerine gelişen teknoloji ile belirli hassasiyet ve doğrulukta sonuçların çok daha ekonomik, hızlı ve risksiz şekilde yapılabilirliği irdelenmiştir. Çalışma içerisinde farklı uydu, yöntem, algoritma, bant ve indekslerin kullanılmasıyla bundan sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlaması hedeflenmiştir.

Çalışmanın amacı ormanlık alanlardaki yangın alanlarının ve yanma şiddetinin belirlenmesi doğrultusunda uydu görüntüleri kullanılarak yangın indeksleri ve nesne tabanlı sınıflandırma sonuçlarının araştırılması olarak belirlenmiştir. Araştırma sonrası elde edilen sonuçların birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları değerlendirilip amaca uygun sonuç veren yöntem tespit edilmiştir.

Yangının yanma şiddeti haritalarına baktığımızda, yüksek-orta derecede yanma şiddetine sahip bir yangın olduğu görülmektedir. Yanan alanın güneybatı kısımlarının düşük derece yanma şiddetinde, geri kalan kısımlarının orta-yüksek yanma şiddetinde olduğu görülmektedir.

Elde edilen fark indekslerinin ArcGIS yazılımında, nesne tabanlı sınıflandırma sonuçlarının NetCAD yazılımında vektörleştirilmesi ile elde edilen yangın alanları Çizelge 5.1’de verilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde Çizelge 4.2 ve Çizelge 5.1’den elde edilen bulgular değerlendirilerek sonuçlar maddeler halinde sıralanmıştır;

Çizelge 5.1 Vektör verilerden elde edilen yangın alanları.

	Sentinel-2	OGM Verisinden Farkı	Landsat-8	OGM Verisinden Farkı
dNBR (<i>Alan-ha</i>)	490.16	65.16	525.60	100.60
RBR (<i>Alan-ha</i>)	536.44	111.44	547.71	122.71
RdNBR (<i>Alan-ha</i>)	481.65	56.65	524.32	99.32
dNDVI (<i>Alan-ha</i>)	419.40	5.60	494.21	69.21
dGNDVI (<i>Alan-ha</i>)	229.16	195.84	553.22	128.22
dNBR_n (<i>Alan-ha</i>)	503.77	78.77	-----	-----
Nes. Tab. Sıf. (<i>Alan-ha</i>)	431.57	6.57	513.15	88.15

- Sentinel-2 uydusundan yangın öncesinde alınan görüntüde, yanan alanın ortalama NDVI değerinin 0.733 olduğu ve yangın sonrasında alınan görüntüde ise yanmanın etkisiyle beraber ortalama NDVI değerinin 0.130'e düştüğü görülmüştür. Landsat-8 uydusundan yangın öncesinde alınan görüntüde ise, yanan alanın ortalama NDVI değerinin 0.294 olduğu ve yangın sonrasında alınan görüntüde yanmanın etkisiyle beraber ortalama NDVI değerinin 0.085'e düştüğü görülmüştür. Bu durum, yanmış bölgelerdeki bitkilerin yeşil renklerinin kaybolması neticesinde kızılötesi bantlarının spektral yansıma değerlerinin azalması ile açıklanabilir.
- dNDVI indeksi hem Sentinel-2 uydu görüntüsünde hem de Landsat-8 uydu görüntüsünde Orman İşletme Müdürlüğünden elde edilen verilere göre doğruluğu en yüksek indeks olduğu görülmüştür. Taşcı (2018), orta çözünürlüklü uydu görüntülerinden orman yangın alanlarının tespitine yönelik yapmış olduğu çalışmada Sentinel-2 uydu görüntülerine uyguladığı indeksler sonucunda % 96.79 genel doğruluk oranıyla en yüksek sonucu dNDVI indeksinden elde etmiştir. Aynı çalışma sonuçları dNBR indeksinin genel doğruluk değerini % 90.50 olarak göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen fark indekslerinin doğruluk oranları literatür ile kıyaslandığında birbiriyle tutarlı sonuçlar elde edilmiştir.
- dGNDVI indeksi ise hem Sentinel-2 uydu görüntüsünde hem de Landsat-8 uydu görüntüsünde Orman İşletme Müdürlüğünden elde edilen verilere göre doğruluğu en

düşük indeks olarak görünmektedir. Bunun sebebi olarak dNDVI indeksinde kullanılan kırmızı bant yerine dGNDVI indeksinde kullanılan yeşil banttır. dGNDVI indeksi yanmış bitki örtüsünün yanmamış bitki örtüsünden ayırt edilebilmesinde belirleyici olan yangın eşik değerini yeterli duyarlılıkta vermemiştir. Elde edilen yangın eşik değerinden dGNDVI indeksi, Sentinel-2 uydu görüntüsünde gerçek değerden az yangın alanını ön plana çıkarırken, Landsat-8 uydu görüntüsünde ise yanmamış bitki örtüsünü yanmış bitki örtüsü gibi algılayıp gerçek değerden fazla miktarda alanı yanmış alan olarak göstermiştir. Yapılan literatür araştırmasında da dGNDVI indeksinin uydu görüntüleri üzerinden yangın alanlarının tespit edilmesine yönelik çalışmalarda çok tercih edilmeyen bir yöntem olduğu görülmüştür.

- Bu çalışma kapsamında kullanılan indekslere ilave olarak nesne tabanlı sınıflandırma analizleri de gerçekleştirilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma analizleri çalışmanın özgün yanlarından biri olarak değerlendirilebilir. Nesne tabanlı sınıflandırma analizleri, uygulanan diğer fark indeksleriyle kıyaslandığında en yüksek doğruluk değerine sahip olan dNDVI ile yakın sonuçlar vermiştir. Orta çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanıldığı orman çalışmalarında, hızlı ve yüksek doğruluklu sonuçlar verdiği görülen nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin kullanılabilirliği ortaya konmuştur.
- Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemine ait doğruluk analizi incelendiğinde Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanan sınıflandırmanın genel doğruluğunun %98.36, Landsat-8 uydu görüntüsüne uygulanan sınıflandırmanın genel doğruluğunun ise % 96.31 olduğu görülmüştür. Doğruluk analizi için kullanılan ‘Static Type Error Matrix based on Samples’ yönteminde, sınıflandırma için seçilen örnek alanlar dışında kalan alanlardan sınıflandırma sonuçların karşılaştırılması için örnek alanlar seçilmiştir. Bu durumda kullanıcı komşu bölütlerden ayırt edilebilirliği fazla olan bölütlerin örnek alan olarak seçilmesi doğruluk analizi sonucunun daha yüksek çıkmasını sağlar. Bu çalışmada seçilen örnek bölütlerin diğer bölütlerden ayırt edilebilirliği uygulamanın doğruluğunu olumlu yönde etkilemiştir.
- Literatür incelendiğinde çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde ormanlık alanlarda yapılan nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin spektral yansıma değerinin fazla olmasından dolayı iyi sonuçlar vermediği görülmüştür. Yapılan uygulamada

kullanılan uydu görüntülerinin mekânsal çözünürlükleri orta seviyede olduğundan dolayı gerçek değerlere yakın sonuçlar vermiştir.

- Nesne tabanlı sınıflandırma analizinin vektörleştirilmesiyle elde edilen yangın alanları karşılaştırıldığında, Sentinel-2 uydu görüntüsü, Landsat-8 uydu görüntüsüne göre daha yüksek doğruluklu sonuç vermiştir. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde nesne tabanlı sınıflandırmanın Sentinel-2 uydusunda daha yüksek doğruluklu sonuçlar vermesinin sebebi, Landsat-8 uydu görüntüsüne göre daha yüksek mekansal çözünürlüklü olmasından ileri gelmektedir. Çünkü yüksek mekansal çözünürlükte piksel boyutları küçülmekte ve görüntü daha fazla sayıda pikselden oluşmaktadır. Her iki uydu görüntüsü için de aynı segmentasyon parametreleri seçildiği için yazılım yüksek çözünürlüklü Sentinel-2 uydu görüntüsünü daha küçük alanlara bölütlemiştir. Daha büyük piksel boyutlarına sahip Landsat-8 uydu görüntüsündeki sınıflandırma işleminde, yanan alanlar gereğinden fazla büyük tahmin edilmiştir. Bu da piksel büyüklüğünün fazla olması ve dolayısıyla bir pikselin tamamının yanmamış olduğu durumlarda o pikseli yanmış olarak sınıflandırmasından kaynaklanmaktadır.
- Uygulanan fark indeksleri ve nesne tabanlı sınıflandırma sonuçları karşılaştırıldığında, Sentinel-2 uydu görüntüleriyle yapılan analizler, Orman İşletme Müdürlüğünden alınan yanan alan miktarı verilerine göre Landsat-8 uydu görüntüleriyle yapılan analizlerden daha yüksek doğruluklu sonuçlar vermiştir.
- Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada Muğla ili Menteşe ilçesi Zeytinköy bölgesinde meydana gelen orman yangınının araştırılmasında orta çözünürlüklü uydu görüntülerinde kullanılan farklı indeks türleri ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ele alındığında, Sentinel-2 uydu görüntüsüne uygulanan dNDVI fark indeksinin en yüksek doğruluğu verdiği görülmüştür.

Bu alanda yapılacak yeni çalışmalarda farklı uydu görüntülerinden faydalanarak bu çalışmada kullanılmayan indeksleri kullanmak, uygulanan nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin elde edilen indeks görüntüleri üzerinden yapılması literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Arıcak B, Enez K ve Küçük Ö** (2012) Uydu Görüntüsü Kullanarak Yangın Potansiyelinin Belirlenmesi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 220.
- Başak H ve Yıldırım M A** (2017) Göktürk-2 Uydu Görüntüsünün Otomatik Detay Çıkarımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması "Eskişehir Örneği". *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.
- Bayburt S** (2009) Uydu Görüntülerinin Piksel ve Nesne Tabanlı Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması (Doğu Trakya Bölgesi Örneği). *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 97 s.
- Bıyıklı D** (2017) Yüksek Çözünürlüklü Görüntü Verileri Kullanarak Ormanlık Alanlarda Sınıflandırma Uygulamaları. *Yüksek Lisans Tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 111 s.
- Blaschke T** (2010) Object Based Image Analysis for Remote Sensing. *ISPRS Journal Of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1): 2-16.
- Çömert R, Matcı D K, Emir H ve Avdan H** (2017) Nesne Tabanlı Sınıflandırma ile Yanmış Orman Alanlarının Tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17: 27-34.
- Delen A ve Şanlı F B** (2017) Pamuk Ekili Alanların Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yöntemi ile Belirlenmesi: Menemen Örneği. *Journal of New Results in Engineering and Natural Science*, 6: 1-8.
- Escuin S, Navarro R and Fernández P** (2008) Fire Severity Assessment By Using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Derived From Landsat TM/ETM Images. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4): 1053-1073.
- Esemen K** (2011) Uydu Görüntüleri İle Orman Yangını Analizi. *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, İletişim Sistemleri Anabilim Dalı, İstanbul, 96 s.
- Fung T and Siu W** (2000) Environmental Quality and Its Changes, An Analysis Using NDVI. *Int. J. Remote Sensing*, 21(5): 1011-1024.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- García-Llamasa P, Suárez-Seoanea S, Fernández-Guisuraga J M, Fernández-García V, Fernández-Mansoc A, Quintanod C, Taboada A, Marcos E and Calvo L** (2019) Evaluation and Comparison of Landsat 8, Sentinel-2 and Deimos-1 Remote Sensing Indices For Assessing Burn Severity in Mediterranean Fire-Prone Ecosystems. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*, 80: 137–144.
- Gülçin D** (2018) Arazi Kullanımlarının Sınıflandırılmasında Piksel ve Obje Tabanlı Sınıflandırmanın Karşılaştırılması. *Adü Ziraat Dergisi*, 15(2): 43-49.
- Kalkan K ve Maktav D** (2010) Nesne Tabanlı Ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (Ikonos Örneği). *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 11-13 Ekim 2010, Kocaeli.
- Kugu E ve Kisa A** (2014) Forest fire damage assessment using Object Based Image Analysis. *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2014 22nd. 2014. IEEE.
- Kuruca M** (2018) Yanmış Orman Alanlarının Uydu Görüntüleri İle Tespiti. *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir, 77 s.
- Küçükosmanoğlu A** (1986) Türkiye Ormanlarında Çıkan Yangınların Sınıflandırılması ile Büyük Yangınların Çıkma ve Gelişme Nedenleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul.
- Mallinis G, Mitsopoulos I and Chrysafi I** (2018) Evaluating and Comparing Sentinel 2A and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) Spectral Indices For Estimating Fire Severity in A Mediterranean Pine Ecosystem Of Greece. *GIScience & Remote Sensing*, 55 (1): 1-18.
- Marangoz A M** (2009) Uydu Görüntülerinden Kentsel Ayrıntıların Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yöntemiyle Belirlenmesi ve CBS Ortamında Bütünleştirilmesi. *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Ana Bilim Dalı, İstanbul, 119 s.
- Marco Z, Norman F, Carsten B, Marco P, Luis V, Julien M and Peter R** (2015) SNAP (Sentinel Application Platform) and the ESA Sentinel 3 Toolbox. *Sentinel-3 for Science Workshop*, 2-5 Haziran 2015, Venice, İtalya, L. Ouwehand, ESA SP-734, ISBN 978-92-9221-298-8, id.21.
- Miler J D and Thode A E** (2007) Quantifying Burn Severity in a Heterogeneous Landscape With a Relative Version of The Delta Normalized Burn Ratio (dNBR). *Remote Sens. Environ*, 109: 66–80.
- Owor M, Muwanga A and Pohl W** (2007) Wetland Change Detection and Inundation North of Lake George, Western Uganda Using Landsat Data. *Science and Engineering Series*, 8:1 94-106.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Özkan C** (1998) Uzaktan Algılama Verileriyle Orman Yangını Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 87 s.
- Roy D P, Boschetti L and Trigg S N** (2006) Remote Sensing of Fire Severity: Assessing The Performance of The Normalized Burn Ratio. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 3: 112–116.
- Taşcı İ** (2018) Orta Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Kullanarak Yanmış Orman Alanlarının Farklı Sınıflandırma Yöntemleri ile Haritalanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir, 110 s.
- Tekeli A E, Sönmez G, Erdi E, Arslan M, Çukurçayır M L ve Demir F** (2007) Orman Yangınlarının Uzaktan Algılama Teknikleri İle Tespit Çalışmaları. *TMMOB Afet Sempozyumu*, 5-7 Aralık 2007, Ankara.
- Tillmann C** (2012) Supervised Classification and Change Detection of Agricultural Land Use in the Forest Steppe Zone of West Siberia Using Multitemporal Satellite Imagery. *Master Thesis*, University of Münster, Institute for Landscape Ecology, Geo Sciences, Münster, 44 s.
- Tombul H** (2015) Uydu Görüntü Verileri Kullanılarak Orman Yangın Şiddeti ve Yangın Sonrası Durumun Zamansal Olarak İncelenmesi: Akdeniz Bölgesi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Anabilim Dalı, İstanbul, 67 s.
- Türkeş ve M Altan G** (2012) Çanakkale'nin 2008 Yılı Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik ve Hidroklimatolojik Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10 (2): 195-218.
- Vlassova L, Pérez-Cabello F, Mimbreno M, Llovería R, and García-Martín A** (2014) Analysis of the Relationship between Land Surface Temperature and Wildfire Severity in a Series of Landsat Images. *Open Access Remote Sensing*, 6: 6136-6162.
- Yan G, Mas J F, Maathuis B H P, Zhang X and Van Dijk P M** (2006) Comparison of Pixel Based and Object-oriented Image Classification Approaches: A Case Study in a Coal Fire Area. *International Journal of Remote Sensing*, Inner Mongolia, China, 27 (18): 4039-4055.
- Yavuz M ve Sağlam B** (2011) Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Orman Yangınlarında Kullanılması. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş, 1254-1264.
- Yurtseven H** (2014) Yüksek Çözünürlüklü Uydu Verileri İle Obje Tabanlı Görüntü Analizleri. *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, 135 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Xiao X, Braswell B, Zhang Q, Boles S, Frolking S and Moore III B (2003) Sensitivity Of Vegetation Indices To Atmospheric Aerosols: 66 Continental-Scale Observations In Northern Asia. *Remote Sensing of Environment*, 84 (3): 385-392.

URL-1 <<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/FaaliyetRaporu/Forms/AllItems.aspx>>, Ziyaret tarihi: 10.05.2019.

URL-2 <<http://www.muglakulturturizm.gov.tr/>>, Ziyaret tarihi: 01.05.2019.

URL-3 <<http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=111477859>>, Ziyaret tarihi: 10.05.2019.

URL-4 <<http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=111477859>>, Ziyaret tarihi: 10.05.2019.

URL-5 <http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=64>, Ziyaret tarihi: 10.05.2019.

URL-6 <https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_SP-1322_2.pdf>, Ziyaret tarihi: 10.05.2019.

URL-7 <<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx>>, Ziyaret tarihi: 12.05.2019.

URL-8 <<http://web.ogm.gov.tr/diger/yanginhareket/Sayfalar/istatistiklerr.aspx>>, Ziyaret Tarihi: 12.05.2019.

ÖZGEÇMİŞ

Bahadır Kurnaz, 16.09.1986 tarihi Trabzon doğumludur. İlköğretimini Rize Fındıklı Ahmet Şahinler İlköğretim Okulu, ortaöğretim ve lise eğitimini Trabzon Sürmene Hasan Sadri Yetmişbir Anadolu Lisesinde tamamlamıştır. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliğine başlamış olup 2011 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır. 2013 yılında Kastamonu Üniversitesi, İhsangazi Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Harita ve Kadastro Programı, Öğretim görevlisi olarak göreve başlamış olup, 2017 yılında buradaki görevinden ayrılmıştır. Yine 2017 yılında Bayburt Üniversitesi, Aydıntepe Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Harita ve Kadastro Programı, Öğretim Görevlisi olarak göreve başlamış olup, halen bu göreve devam etmektedir. 2015 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimi almaya başlamıştır.

ADRES BİLGİLERİ:

Adres: Bayburt Üniversitesi, Aydıntepe Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Harita ve Kadastro Programı.

Tel: (+90) 458 311 44 26

E-posta: bahadirkurnaz@bayburt.edu.tr