

SENTİNEL-2A UYDULARINDAN ELDE EDİLEN SEVİYE-1C VE SEVİYE-2A ÜRÜNLERİNİN YANMIŞ ORMAN ALANLARININ HARİTALANMASINDAKİ BAŞARISININ ARAŞTIRILMASI

İ. H. Saylan^{a,*}, R. Çömert^a

^aGümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane, Türkiye
i_h_s_23@hotmail.com, rcomert@gumushane.edu.tr

Anahtar sözcükler: Yanmış Alan, Değişim Saptama, Sentinel-2A, Bant İndeksi

ÖZET

Dünyanın akciğerleri olarak nitelendirilebileceğimiz ormanlar, dünya kara yüzeyinin üçte birini kapsamakta ve biyolojik çeşitliliğin ana kaynağı olarak görülmektedir. Bu biyolojik çeşitliliği tehdit eden en büyük etkenlerden biri ise orman yangınlarıdır. Yangın alanlarının haritalanması; hasar tespitinin belirlenmesi ve yangın bölgesine yapılacak müdahalelerin planlanmasında çok önemli bir etkidir. Hızlı ve maliyeti düşük bir haritalama yöntemi olması nedeniyle uzaktan algılama yöntemi ideal bir metot olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada orta çözünürlüklü Sentinel-2A uydusunun Seviye-1c ve Seviye-2a görüntü bantlarından faydalanılarak üretilen farklı bant indekslerinin yanmış alanların haritalanmasındaki başarısı irdelenmiştir. Uygulama için araştırma sahası olarak Yunanistan'ın Kineta şehrinde 23 Temmuz 2018 tarihinde meydana gelen yangın alanı seçilmiştir. Bu kapsamda bant indeksi olarak DVI (Fark Vejetasyon İndeksi), NDVI (Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi), NBR-1 (Normalize Edilmiş Yanmış Alan İndeksi 1) ve NBR-2 (Normalize Edilmiş Yanmış Alan İndeksi 2) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle üretilen indekslerden NBR-1 ve NBR-2 olay sonrası görüntülerine uygulanarak yanmış alanların haritalanması yapılmış, ancak elde edilen sonuçların yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle yangın öncesi uydu görüntüleri temin edilerek, olay öncesi ve olay sonrası fark indeksleri üretilmiştir. Elde edilen sınıflandırma sonuçları hata matrisine göre değerlendirilmiştir. Doğruluk analizi sonuçlarına göre Seviye-1c için en iyi sonuç %94,909 genel doğruluk oranı ile d-NBR-1 indeksine, Seviye-2a için en iyi sonuç %94,909 genel doğruluk oranı ile d-DVI indeksine ait olduğu görülmüştür. Seviye-1c ve Seviye-2a indeksleri genel olarak karşılaştırıldığında; d-NBR-1 ve d-NBR-2 indeksleri Seviye-1C için, d-DVI ve d-NDVI indeksleri ise Seviye-2a için daha yüksek doğruluk değerleri verdiği gözlemlenmiştir.

1. GİRİŞ

Dünyada her yıl yaklaşık olarak 2 milyon hektar (ha) alan orman yangınları sonucu zarar görmektedir. Bu miktarın 550.000 ha Akdeniz çevresinde bulunan ülkelerde, Türkiye, Yunanistan, İtalya, İspanya, Portekiz ve Fransa'da etkili olmaktadır (Sayın vd, 2014). Orman yangınları, ormanların olduğu kadar, doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Orman yangınlarına bağlı olarak ağaçların azalması çölleşme, erozyon ve heyelan gibi felaketlerin ortaya çıkması söz konusudur. Ayrıca insan ve diğer canlı türlerinin yaşamlarını doğrudan veya dolaylı yollardan etkilemektedir.

Yanmış orman alanlarının tespit edilmesi, mevcut durumun analiz edilmesi, hasar tespiti ve alana yapılacak müdahaleler açısından önemlidir. Yersel ölçümlerle yanmış alanların haritalanması oldukça zaman alıcıdır. Yersel yöntemlerle karşılaştırıldıklarında uzaktan algılama yöntemleri yanmış orman alanlarının belirlenmesinde daha düşük iş gücü harcamasının yanında hızlı ve ucuz bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzaktan algılama bilimindeki gelişmeler, son yıllarda birçok uydu görüntüsüne ücretsiz erişim imkânını beraberinde getirmiştir. Bu doğrultuda orta çözünürlüklü ve kısa zaman sürelerinde yayımlanan uydu görüntüleri yanmış orman alanlarının haritalanmasında önemli avantajlar sunmaktadır.

Yanmış alanların haritalanmasında uzaktan algılama yöntemlerinden sınıflandırma yaklaşımları (Palandjian vd., 2009; Petropoulos vd., 2011; Ramo ve Chuvieco, 2017) , değişim

saptama (Loboda vd, 2007) ve bant indekslerine bağlı haritalama sıklıkla tercih edilen yöntemlerdendir. Uydu görüntülerinden bilgi çıkarmada kullanılan yöntemlerden bir tanesi de değişim saptama analizleridir. Çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak bir bölgede meydana gelen değişimler bu yöntem ile belirlenebilmektedir. Görüntü bantlarından üretilen bant indisleri değişim saptama uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Orman yangınları genellikle bölgedeki bitki ve ormanları yoğun bir şekilde etkilemektedir. Yüksek spektral yansıma özelliğine, yeşil bitkiler yakın kızılötesi bölgede sahip olurlar. Bitkilerin yoğun olduğu alanlarda meydana gelen yangınlardan sonra, yakın kızılötesi bölgede spektral yansıma değerleri düşerken kısa dalga kızılötesi bölgede spektral yansıma değerleri yükselmektedir. Olay öncesi ve olay sonrası görüntülerden, yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bantlardan üretilen bant indekslerin farklarından yararlanılarak yapılan değişim saptama işlemi yanmış alanların haritalanmasında önemli avantajlar sağlamaktadır (Chen vd., 2015; Escuin vd., 2008).

Bu çalışma kapsamında 23.07.2018 tarihinde Yunanistan'ın Kineta Bölgesinde meydana gelen orman yangın alanı incelenmiştir. Yanmış alanların belirlenmesinde Sentinel-2A uydusunun Seviye-1C ve Seviye-2A görüntülerden yararlanılmıştır. Farklı seviye görüntülerinden üretilen yanmış alan indeksleri ve bitki indeksleri kullanılarak farklı seviye görüntülerinin orman yangınlarını haritalanmasındaki başarısı araştırılmıştır. Bu kapsamda araştırma (i) olay sonrası yanmış alan indekslerinin yanmış alanların tespitindeki başarısının araştırılması (ii) olay öncesi ve olay sonrası yanmış alan ve bitki

* Sorumlu yazar. İ.H.Saylan

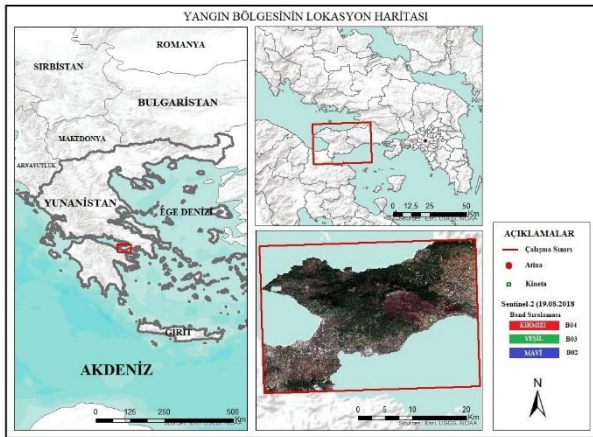
indeksi fark haritalarının yanmış alan haritalamadaki başarısının araştırılması (iii) çözüm önerisi olmak üzere 3 adımda şekillendirilmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ SETİ

Yunanistan'ın Kineta bölgesinde 23 Temmuz 2018 tarihinde meydana gelen yangın sonrası ortaya çıkan yanmış orman alanı ve çevresi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmada veri seti olarak olay öncesi 03 Temmuz 2018 ve olay sonrası 19 Ağustos 2018 tarihli Sentinel-2A, Seviye-1C ve Seviye-2A orta mekansal çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılmıştır.

2.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Yunanistan'ın Kineta Bölgesi seçilmiştir (Şekil 1). Bölgenin seçilmesinde; yakın zamanda (23.07.2018) bir yangının meydana gelmiş olması ve hasar verdiği alanın büyüklüğü etkili olmuştur.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Atina-Korint Ulusal Karayolunun yanında, Atina'ya sadece 45 km, Gerania Dağı'nın gölgesinde, Megara'ya 14 km. uzaklıkta yer almaktadır. Kineta 1960'lardan bu yana tatil evlerinin inşaa edilmeye başlandığı çam ağaçlarının yoğunlukta olduğu bir tatil bölgesidir. Batı Attika'daki en iyi yerleşim yerlerinden biri olarak kabul edilmektedir. İlin en batı bölgesidir ve 6 km uzunluğunda beyaz çakıl taşları ve kumsaldan oluşan plajı vardır (URL-1).

2.2 Sentinel-2A Uyduları

Sentinel-2 uyduları Avrupa Komisyonu'nun Kopernik programının merkezi olan veri zenginliği ve görüntüleri için özel olarak tasarlanmış bir uydu filosudur. Bu uydu filosunun görevi, temel olarak gıda güvenliğinin yönetilmesine yardımcı olmak, tarım ve ormancılık uygulamaları çevresel yönetim, iklim değişikliğinin etkilerini anlama ve çözüm önerileri geliştirme gibi birçok amaca hizmet etmektir. Sentinel-2 uyduları iki uydu ile 5 günde bir 56° güney ve 83° kuzey enlemler arasındaki kara ve kıyı alanları için görüntüleme yapmaktadır. Dalga boyuna bağlı olarak 10 m, 20 m ve 60 m mekansal çözünürlüğe sahip ücretsiz veri sağlayan Sentinel-2 uyduları; 13 banttan (4 görünür bant, 6 Yakın Kıızılötesi bant ve 3 Kısa Dalga Kıızılötesi bant) oluşmaktadır (Tablo 1).

Sentinel-2 Grupları	Merkezi Dalga Boyu (µm)	Çözünürlük (m)
Band 1 - Kırmızı aerosol	0.443	60
Band 2 - Mavi	0.490	10
Band 3 - Yeşil	0.560	10
Band 4 - Kırmızı	0.665	10
Band 5 - Kırmızı Kenar	0.705	20
Band 6 - Kırmızı Kenar	0.740	20
Band 7 - Kırmızı Kenar	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Kırmızı Kenar	0.865	20
Band 9 - Su Buharı	0.945	60
Band 10 - SWIR	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Tablo 1. Sentinel-2 Bant Özellikleri

Aynı zamanda Sentinel-2 kullanıcılar için mevcut olarak atmosfer üstü gözlemlerle elde edilen Seviye-1C ve atmosferik düzeltmeler sonucu elde edilen Seviye-2A görüntüleri olmak üzere 2 adet ürün sağlamaktadır (Tablo 2).

ADI	Üst Seviye Tanım	Üretim ve Dağıtım	Veri Hacmi
SEVİYE-1C	Kartografik geometride Atmosferin üstündeki yansımalar	Sistemik üretim ve çevrim içi dağıtım	~600 MB (100km x 100km ²)
SEVİYE-2A	Kartografik geometride Atmosferin altında yansımalar	Sistemik ve kullanıcı tarafı (Sentinel-2 Araç Kutusunun kullanarak)	~800 MB (100km x 100km ²)

Tablo 2. Sentinel-2 Ürünleri

Ürünler, tek bir yörünge ile birlikte sabit boyutlu temel granüllerin bir derlemesidir. Bir granül, bir ürünün minimum bölünemez bölümüdür (tüm olası spektral bantları içeren) (Şekil 2) (URL-2).



Şekil 2. Sentinel-2 Multispektral Enstrümanlar

3. METOT

Yangın alanların haritalanması için izlenen yol aşağıdaki sıralama ile gerçekleştirilmiştir.

3.1 Uydu Görüntülerinin Temin Edilmesi

Görüntülerine ulaşımın kolay ve ücretsiz olmasından dolayı orta çözünürlüklü Sentinel-2A uydu çalışmamızda veri sağlayıcı platform olarak seçilmiştir.

Sentinel-2A 5 günde bir görüntüleme yapmasına rağmen, bulutluluk gibi etkenler göz önünde bulundurularak görüntüler incelendiğinde yangın bölgesi için kullanılacak en uygun görüntülerin olay öncesi için 03.07.2018 tarihli görüntü, olay sonrası için 19.08.2018 tarihli görüntü olduğu anlaşılmıştır. Söz

konusu tarihlere ait görüntüler, atmosfer üstü (Seviye-1C) ve atmosferik düzeltilmelerle elde edilen atmosfer altı görüntüler (Seviye-2A) için temin edilmiştir.

3.2 Verilerin İşlenmesinde Kullanılan Program

Verilerin temini işleminden sonra, verilerin işlenmesinde bantların birleştirilmesi, indeks çıkarma ve analiz gibi çalışma adımlarının tümü göz önünde bulundurularak ESRI tarafından geliştirilmiş bir CBS yazılımı olan ArcGIS ürününün ArcMap modülü kullanılmıştır.

3.3 Verilerin İşlenmesi ve Analizi

Çalışma kapsamında öncelikle 20 m'lik mekânsal çözünürlüğe sahip olan 2 adet (B11 ve B12) banta yeniden örnekleme yapılarak mekânsal çözünürlükleri 10 m'ye yükseltilmiştir. Yeniden örnekleme için en yakın komşuluk tercih edilmiştir. Bu şekilde 10 m mekânsal çözünürlüğe sahip bantlarla aynı mekânsal çözünürlükte çalışılmıştır.

3.3.1 Yanmış Alan İndeksleri Yardımı ile Yangın Alanının Haritalanması

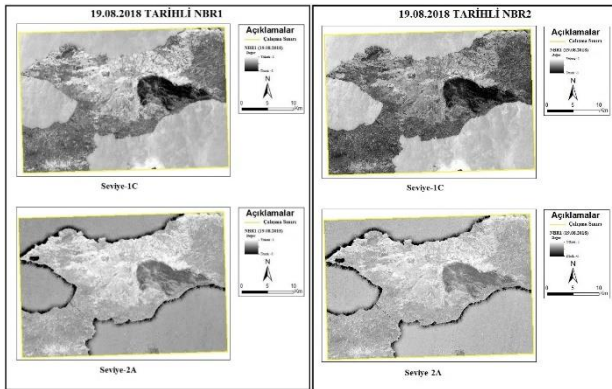
İlk aşama olarak Sentinel-2A bantları yardımı ile; yangın alanlarının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan NBR (Normalize Edilmiş Yanmış Alan indeksi) indeksinin elde edilmesine karar verilmiştir.

$$NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$$

Sentinel-2A uydusunun sunmuş olduğu iki adet SWIR bantı olduğundan NBR1 ve NBR2 olmak üzere her seviye görüntüsü için iki adet indeks üretilmiştir (Şekil 3).

$$NBR1 = (B08 - B12) / (B08 + B12)$$

$$NBR2 = (B08 - B11) / (B08 + B11)$$



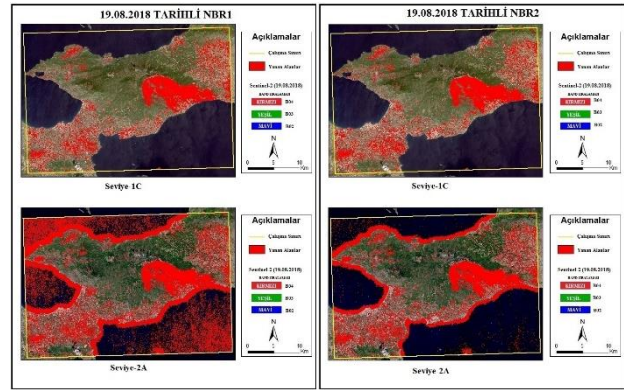
Şekil 3. 19.08.2018 Tarihli NBR1 ve NBR2 İndeksleri

Üretilen indeksler için deneme yanılma yöntemiyle eşikler belirlenmiş, yanmış alan ve diğer alanlar olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Tablo 3).

SEVİYE	İNDEKS	ÜST DEĞER	ALT DEĞER	EŞİK DEĞER
1C	NBR1_SONRA	0,905389	-0,638325	> 0,05
	NBR2_SONRA	0,879107	-0,647059	> -0,12
2A	NBR1_SONRA	1	-1	> 0,02
	NBR2_SONRA	1	-1	> -0,12

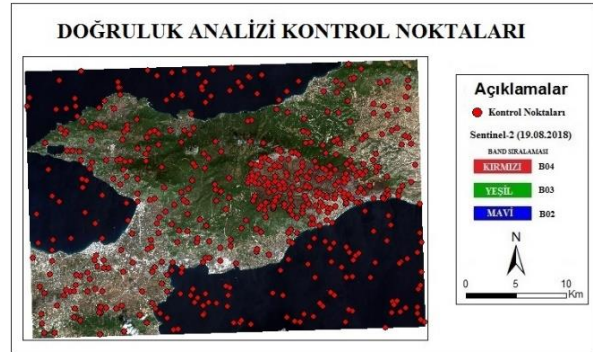
Tablo 3. 19.08.2018 Tarihli NBR1 ve NBR2 Eşik Değerleri

Belirlenen eşik değerler yardımıyla her seviye için iki adet olmak üzere toplam dört adet yangın alanı haritası üretilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. 19.08.2018 Tarihli NBR1 ve NBR2 İndekslerinden Üretilen Haritalar

Elde edilen haritaların değerlendirilmesi için çalışma alanı içerisinde 550 adet rastgele kontrol noktası atılmıştır. Kontrol noktalarının gerçek değerleri bölgenin orta çözünürlüklü görüntüsünden yararlanılarak elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Kontrol Noktaları

Kontrol noktaları yardımıyla üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu, genel doğruluk ve kappa bulunmuştur (Tablo 4).

DOĞRULUKLAR		OLAY SONRA		
		NBR1_SONRA (%)	NBR2_SONRA (%)	
SEVİYE-1C	Diğer	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 1	87,473	86,374
		KULLANICI DOĞRULUĞU 1	97,073	97,519
	Yanmış	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 2	87,368	89,474
		KULLANICI DOĞRULUĞU 2	59,286	57,823
	Genel	GENEL DOĞRULUK	87,455	86,909
		KAPPA	55,913	55,150
SEVİYE-2A	Diğer	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 1	72,747	83,077
		KULLANICI DOĞRULUĞU 1	97,067	97,674
	Yanmış	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 2	89,474	90,526
		KULLANICI DOĞRULUĞU 2	40,670	52,761
	Genel	GENEL DOĞRULUK	75,636	84,364
		KAPPA	36,582	50,437

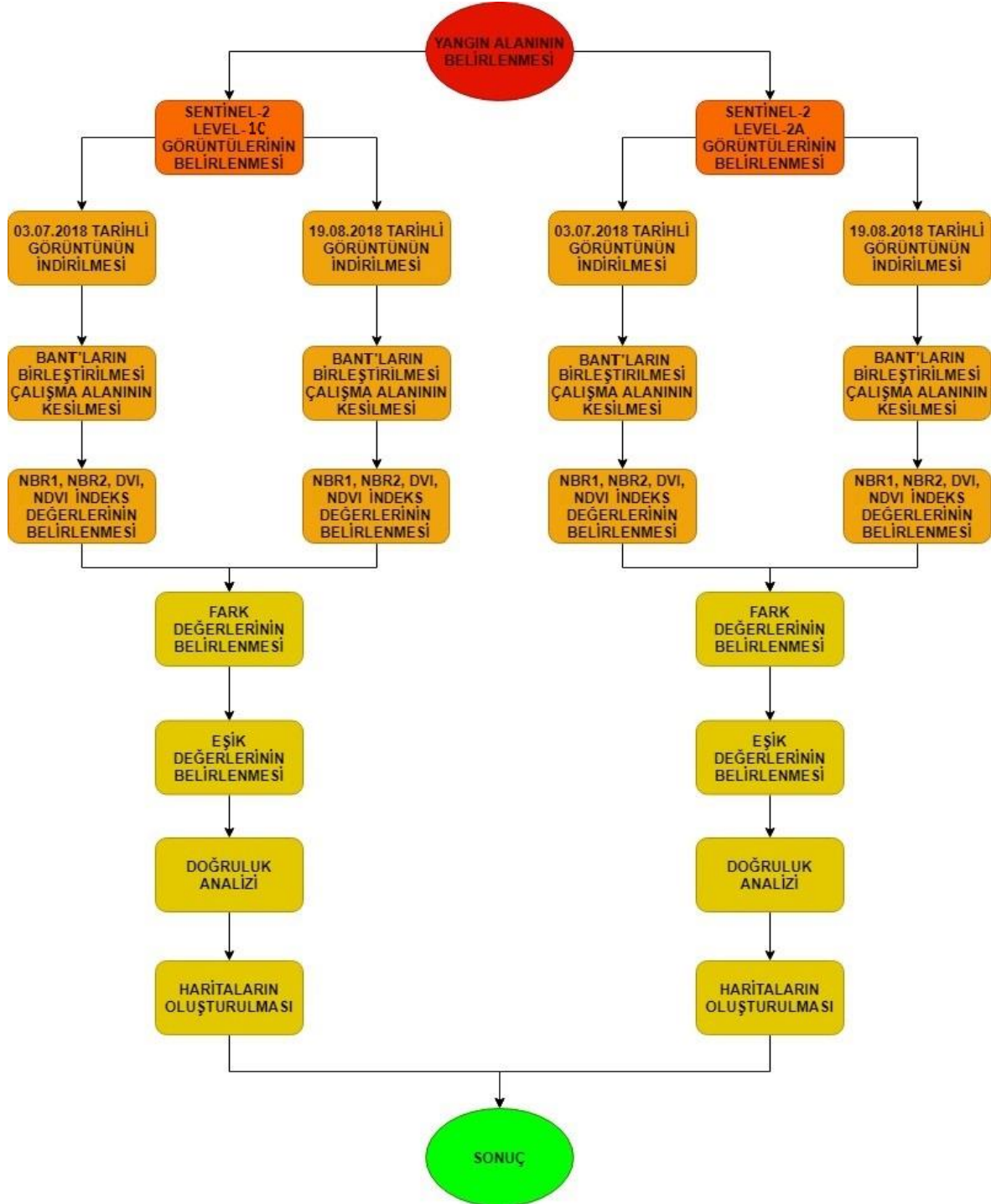
Tablo 4. Doğruluk Analizi Sonucunda Elde Edilen Değerler

Üretilen haritalar ve elde edilen doğruluk değerleri incelendiğinde yangın alanının belirlenmesinde yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle yangın alanının haritalanması için farklı yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

3.3.2 Değişim Saptama Yöntemi Kullanılarak Yangın Alanının Haritalanması

Picotte ve Robertson (2011) yangın öncesi ve sonrasına ait NBR değerlerini hesaplayıp, yanan alanların belirlenmesinde %75

oranla başarı olmuşlardır. Yanmış alanların haritalanması için olay öncesi ve olay sonrası görüntüler kullanılarak değişim saptama işlemi gerçekleştirilmiştir. Değişim saptama yöntemi hem Seviye-1C hem de Seviye-2A veri setlerine uygulanmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan yöntemin iş akışı Şekil 6'te verilmiştir.



Şekil 6. Çalışma Kapsamında Uygulanan Yönteme Ait İş Akış Şeması

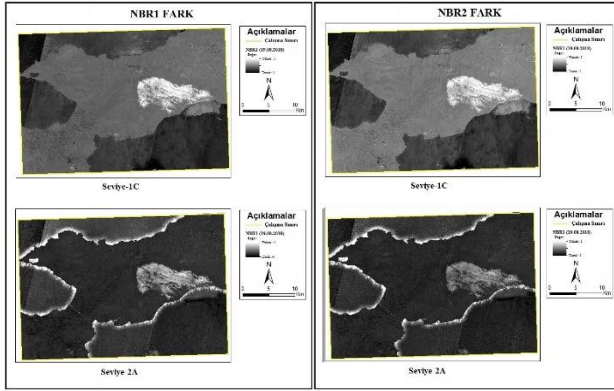
Değişim saptama işlemi, yangından etkilenen alanın büyük bölümünün orman alanı olması nedeniyle NBR1 ve NBR2 indekslerinin yanı sıra DVI (Fark Vejetasyon İndeksi) ve NDVI (Normalize Fark Vejetasyon İndeksi) içinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 7 ve Şekil 8).

$$DVI = NIR - Kırmızı$$

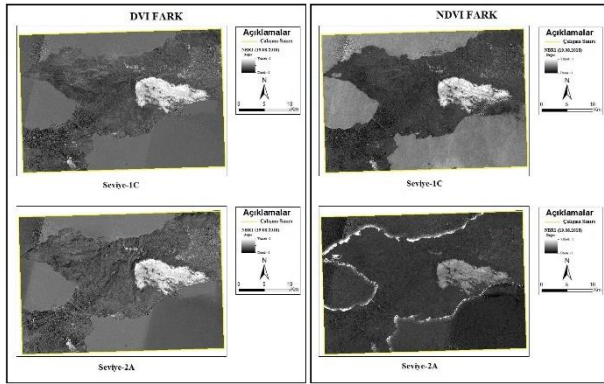
$$DVI = B08 - B04$$

$$NDVI = (NIR - Kırmızı) / (NIR + Kırmızı)$$

$$NDVI = (B08 - B04) / (B08 + B04)$$



Şekil 7. d-NBR1 ve d-NBR2 Fark Haritaları

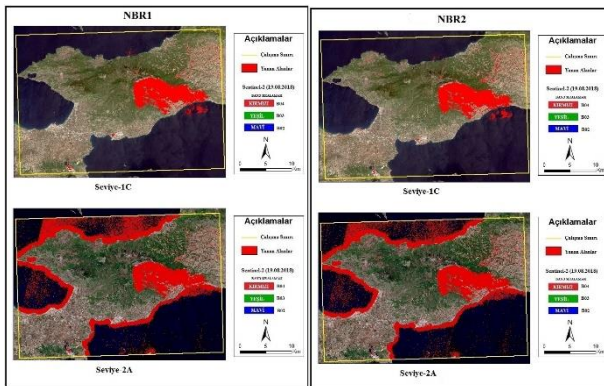


Şekil 8. d-DVI ve d-NDVI Fark Haritaları

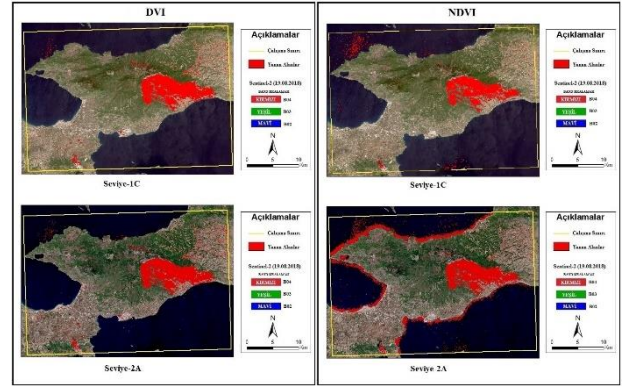
Değişim saptama sonucu üretilen fark indekslerine deneme yanılma yöntemiyle eşikler belirlenmiş (Tablo 5) ve yangın alanı haritaları üretilmiştir (Şekil 9, Şekil10).

SEVİYE	İNDEKS	ÜST DEĞER	ALT DEĞER	EŞİK DEĞER
1C	DVI	4855	-4233	> 333
	NDVI	0,793607	-0,71841	> 0,16
	NBR1	1,09681	-0,989632	> 0,11
	NBR2	0,792125	-0,879415	> 0,08
2A	DVI	6126	-6002	> 350
	NDVI	1,57207	-1,97778	> 0,16
	NBR1	1,65949	-1,14251	> 0,11
	NBR2	1,59899	-1,27334	> 0,11

Tablo 5. 19.08.2018 Tarihli NBR1 ve NBR2 Eşik Değerleri



Şekil 9. d-NBR1 ve d-NBR2 Yangın Alanı Haritaları



Şekil 10. d-DVI ve d-NDVI Yangın Alanı Haritaları

Doğruluk analizi için daha önceden oluşturulmuş olan 550 adet rastgele kontrol noktası kullanılmış ve NBR1, NBR2, DVI ve NDVI için üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu, genel doğruluk ve kappa değerleri bulunmuştur (Tablo 6)

DOĞRULUKLAR		OLAY ÖNCESİ VE SONRASI FARKLAR			
		DVI (%)	NBR1 (%)	NBR2 (%)	NDVI (%)
SEVİYE-1C	Diger	95,604	94,725	94,505	88,132
	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 1	95,604	94,725	94,505	88,132
	KULLANICI DOĞRULUĞU 1	97,753	99,080	99,078	97,567
	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 2	89,474	95,789	95,789	89,474
	KULLANICI DOĞRULUĞU 2	80,952	79,130	78,448	61,151
Genel	DOĞRULUK	94,545	94,909	94,727	88,364
	KAPPA	73,679	74,977	74,471	58,207
SEVİYE-2A	Diger	95,604	86,593	87,473	94,066
	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 1	95,604	86,593	87,473	94,066
	KULLANICI DOĞRULUĞU 1	98,194	98,747	98,515	97,941
	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU 2	91,579	94,737	93,684	90,526
	KULLANICI DOĞRULUĞU 2	81,308	59,603	60,959	76,106
Genel	DOĞRULUK	94,909	88,000	88,545	93,455
	KAPPA	74,822	58,248	59,237	70,686

Tablo 6. Doğruluk Analizi Sonucunda Elde Edilen Değerler

Tablo incelendiğinde elde edilen doğruluk değerlerinin yüksek bir oranda olduğu görülmektedir. Ancak üretilen haritaların tamamı için su alanlarında hatalar meydana gelmektedir. Özellikle Seviye-2A için üretilen haritalarda hataların su alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Haritaların kuzeydoğusun dağınık ancak birbirine yakın olarak görünmekte olan hataların nedeni bölgenin tarım alanı olmasıdır. Olay öncesi ve sonrası görüntülerimiz arasında 47 günlük bir zaman fark olması nedeniyle muhtemel bir hasat toplama veya anız yangınının meydana gelmesi olasıdır (Şekil 11).



Şekil 11. Haritaların Kuzeydoğusunda Bir Kesit

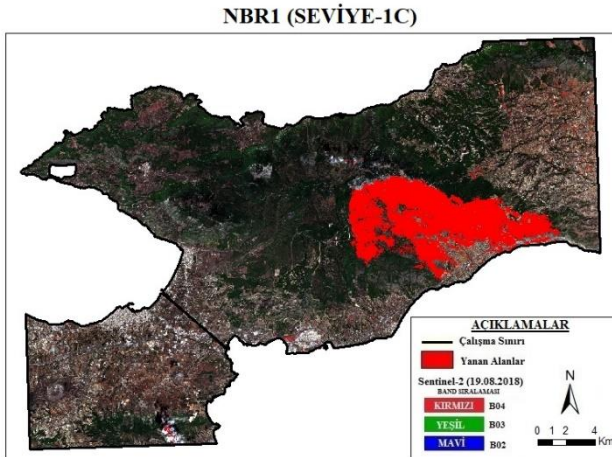
3.3.3 Çözüm Önerisi

Üretilen haritalar incelendiğinde hataların büyük bir kısmının su alanlarından kaynaklandığı ve Seviye-2A da bu hataların daha yoğun olduğu görülmektedir.

Haritalarda tarım alanlarından dolayı meydana gelen hatalar görüntüler arasındaki zaman farkı kısaltılarak kolay bir şekilde giderilebilir. Zira görüntüler arası fark kısaltılacak olunursa söz konusu hasat toplama ve anız yangını gibi etkenler sorun olmaktan çıkacaktır.

Haritalardaki meydana gelen su alanlarındaki hataların giderilmesi için ise su alanları maskelenebilir. Böylece söz konusu su alanlarındaki hatalar sorun olmaktan çıkacak ve yangın alanı daha hassas bir şekilde belirlenebilecektir. Araştırma kapsamında NDWI (Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi) kullanılarak su alanları maskelenmiş ve fark haritalarından en iyi sonucu veren d-NBR1 fark indeksine göre yanmış alan haritası tekrardan üretilmiştir (Şekil 12).

$$NDWI = (NIR - Yeşil) / (NIR + Yeşil)$$
$$NDWI = (B08 - B03) / (B08 + B03)$$



Şekil 12. Çözüm Önerisi Olarak Su Alanlarının Maskelenmesi

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Farklı bant ve indeksler kullanılarak 12 adet (her seviye görüntüsü için 6 adet) harita üretilmiş ve bu haritaların karşılaştırılması yapılmıştır. Olay sonrası görüntülerden elde edilen NBR1 ve NBR2 haritaları incelendiğinde yangın alanı dışında kalan ancak yapılan işlemler sonucunda yangın alanı olarak çıkan alanlar göz ardı edilemeyecek kadar çoktur.

Bu nedenle değişim saptama işlemi yapılmış ve d-NBR1, d-NBR2, d-DVI, d-NDVI indeksleri yararlanılarak toplam 8 harita daha üretilmiştir. Seviye-1C için NBR1 %94,909 doğruluk ile en iyi sonucu, Seviye-2A için Fark Vejetasyon İndeksi DVI %94,909 doğruluk ile en iyi sonucu vermiştir.

Değişim saptama yönteminde kullanılan yangın öncesi ve sonrası görüntülerde değişimi tespit edilmek istenen yangın bölgesi dışında mevsimsel değişimler, görüntünün elde edildiği saate bağlı gölge ve parlamalar, bulutluluk, denizlerdeki gel-git ve dalgalanma vs. sebeplerden dolayı istenmeyen farklılıklar tespit

edilmektedir. Bu istenmeyen tespitlerin elimine edilmesi doğruluk oranını arttıracaktır.

Üretilen haritaların hepsi incelendiğinde Seviye-1C için NBR1, NBR2, DVI ve NDVI haritalarında su alanlarında meydana gelen hatalar göze çarparken, Seviye-2A için ise DVI haritasında su alanlarında hatalar göze çarpmakta ancak NBR1, NBR2, NDVI haritaları için bu hatalar (özellikle kıyıya yakın bölgelerde) yoğunlaşmaktadır. Su alanlarındaki bu hataların büyük bir kısmının su buharının etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Seviye-2A görüntülerinde su alanlarındaki hatanın Seviye-1C görüntülerine göre daha fazla olması ise; Seviye-2A görüntülerinin atmosferik düzeltmeler neticesinde atmosfer altı görüntülere dönüştürülmesine bağlanabilir. Hataların kıyı bölgelerinde yoğunlaşmasının nedeni ise kıyı bölgelerinde daha fazla buharlaşmanın olmasıdır.

KAYNAKÇA

Chen, G., Metz, M. R., Rizzo, D. M., & Meentemeyer, R. K. (2015). Mapping burn severity in a disease-impacted forest landscape using Landsat and MASTER imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 40, 91-99.

Escuin, S., Navarro, R., & Fernandez, 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.

Loboda, Tatiana, K. J. O'neal, and I. Csiszar. "Regionally adaptable dNBR-based algorithm for burned area mapping from MODIS data." *Remote Sensing of Environment* 109.4 (2007): 429-442.

Palandjian, D., Gitas, I. Z., & Wright, R. (2009). Burned area mapping and post-fire impact assessment in the Kassandra peninsula (Greece) using Landsat TM and Quickbird data. *Geocarto International*, 24(3), 193-205.

Petropoulos, G. P., Kontoes, C., & Keramitsoglou, I. (2011). Burnt area delineation from a uni-temporal perspective based on Landsat TM imagery classification using support vector machines. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(1), 70-80.

Picotte, J. J. and Robertson, K. M. 2011. Validation of remote sensing of burn severity in south-eastern US ecosystems. *International Journal of Wildland Fire*, 20: 453-464

Ramo, R., & Chuvieco, E. (2017). Developing a Random Forest Algorithm for MODIS Global Burned Area Classification. *Remote Sensing*, 9(11), 1193

Sayın, S., Güney, C. O., Sarı, A., (2014). Orman Yangınlarında İş Sağlığı ve Güvenliği, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 15: 168-175.

URL-1: <https://www.revolv.com/page/Kineta>, 20.12.2018

URL-2: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/data-products>, 20.12.2018