



Sentinel-2A ürünlerinin yanmış orman alanlarının haritalanmasındaki başarının araştırılması

İbrahim Halil Saylan^{1*}, Resul Çömert¹

¹Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane

Anahtar Kelimeler:

Yanmış Alan
Değişim Saptama
Sentinel-2A
Bant İndeksi

ÖZ

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 Vegetasyon İndeksi), NDVI (Normalize Edilmiş Fark Vegetasyon 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. 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.

Investigation of the success of Sentinel-2A products in mapping of burned forest areas

Keywords:

Burnt Area
Change Detection
Sentinel-2A
Band Index

ABSTRACT

Forests, which can be defined as the lungs of the world, cover one third of the world's land surface and are considered as the main source of biodiversity. One of the biggest factors threatening this biodiversity is forest fires. Mapping of burned areas is a very important factor in determining the damage assessment and planning the interventions in the fire zone. Because it is a fast and cost-effective method, remote sensing is an ideal tool for mapping burned areas. In this study, the success of different band indices produced from Level-1C and Level-2A images of Sentinel-2A satellite in change detection of burned area was examined. The research area was selected as the burned forest area in Kineta, Greece in 2018. In this context, DVI (Difference Vegetation Index), NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NBR-1 (Normalized Burned Area Index 1) and NBR-2 (Normalized Burned Area Index 2) were used as band indices. Within the scope of the study, firstly produced indexes NBR-1 and NBR-2 were applied to post-event images and mapped the burned areas, but the results were found to be insufficient. Therefore, pre-event and post-event difference indices were obtained by providing satellite images before fire. When Level-1C and Level-2A indexes are compared; it was observed that d-NBR-1 and d-NBR-2 indices gave higher accuracy values for Level-1C and d-DVI and d-NDVI indices for Level-2A.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster(APA);

*(i_h_s_23@hotmail.com) ORCID ID 0000-0003-0703-4118
(rcomert@gumushane.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0125-4646

SAYLAN, İ., ÇÖMERT, R. (2019). Sentinel-2A ürünlerinin yanmış orman alanlarının haritalanmasındaki başarının araştırılması. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 1 (1), 8-15. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuzal/issue/50531/647104>

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 alanlarını tespit etmek 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 aralıklarında 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 kullanarak 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).

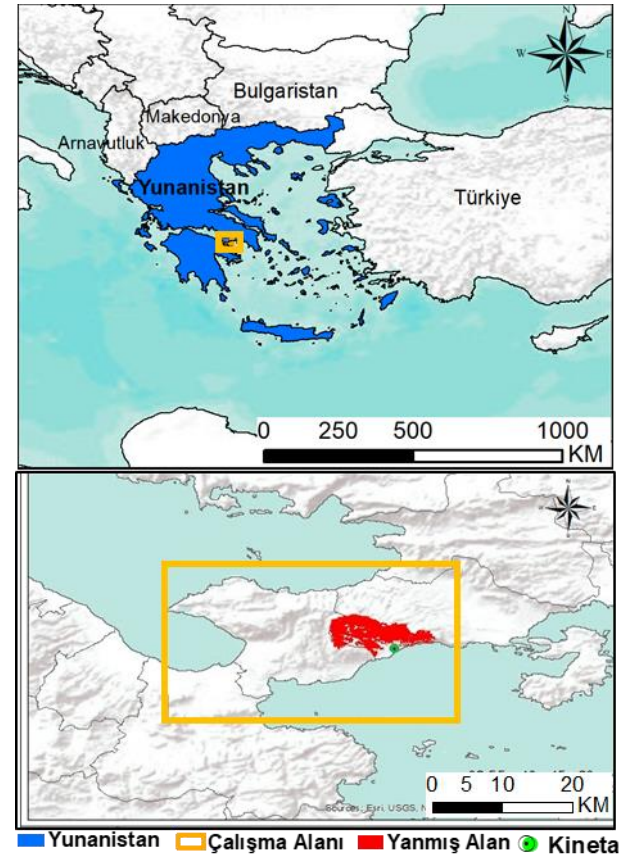
Bu çalışma kapsamında 23.07.2018 tarihinde Yunanistan'ın Kineta Bölgesinde meydana gelen orman yangın alanı incelenmiştir. Yanmış alanların belirlenmesinde Sentinel-2A uydusunun Seviye-1C

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

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ SETİ

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma kapsamında Yunanistan'ın Kineta bölgesinde 23 Temmuz 2018 tarihinde meydana gelen yangın sonrası ortaya çıkan yanmış orman alanı ve çevresi çalışma alanı olarak 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 olarak seçilen Kineta Bölgesi kırmızı renk, yanmış alan sarı renk ile gösterilmiştir.

Kineta Atina-Korint Ulusal Karayolunun yanında, Atina'ya 45 km, Gerania Dağı'nın gölgesinde, Megara'ya 14 km. uzaklıkta yer almaktadır. Kineta 1960'lardan bu yana tatil evlerinin inşa 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 uzunluğun da beyaz çakıl taşları ve kumsaldan oluşan plajı vardır (URL-1).

2.2. Veri Seti

Sentinel uyduları Avrupa Uzay Ajansının Kopernik program kapsamında uzaya gönderilen uzaktan algılama amaçlı bir uydu filosudur. Bu uydu filosu, 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 etmektedir. 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 mekânsal çözünürlüğe sahip ücretsiz veri sağlayan Sentinel-2 uyduları 13 banttan oluşmaktadır (Tablo 1) (Suhet, 2013).

Tablo 1. Sentinel-2 bant özellikleri

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

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

Tablo 2. Sentinel-2 ürünleri

Adı	Üst Seviye Tanım	Üretim ve Dağıtım
Seviye 1C	Kartografik geometride atmosferin üstündeki yansımalar	Sistemantik üretim ve çevrim içi dağıtım
Seviye 2A	Kartografik geometride atmosferin altındaki yansımalar	Sistemantik ve çevrim için dağıtım

Çalışma kapsamında yanmış orman alanın haritalanması ve farklı seviye görüntülerinin başarısının araştırılması için olay öncesi ve olay

sonra uydu görüntülerinin temini yapılmıştır. Sentinel-2A 5 günde bir görüntüleme yapmasına rağmen, bulutluluk gibi etkenler göz önünde bulundurularak görüntüler incelendiğinde yangın bölgesi için kullanılabilir 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 düzeltmelerle elde edilen atmosfer altı görüntüler (Seviye-2A) için temin edilmiştir.

3. YÖNTEM

Çalışmada uygulanan yöntem 3 işlem adımından oluşmaktadır. Bunlar olay sonrası görüntülerden yanmış alan indeksleri ile yanmış alanların haritalanması, olay öncesi ve olay sonrası görüntülerde üretilen indeks farklarına göre değişim saptama ile yanmış alanların haritalanması ve elde edilen sonuçlara göre çözüm önerisi geliştirmektir.

Çalışma kapsamında öncelikle 20 m'lik mekânsal çözünürlüğe sahip olan 2 adet (B11 ve B12) bantta 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.

Yanmış orman alanlarının belirlenmesinde ilk aşama olarak olay sonrası Sentinel-2A bantları yardımı ile yaygın olarak kullanılan Normalize Edilmiş Yanmış Alan indeksleri (NBR) hesaplanmış ve bunlara bağlı olarak yanmış alanların haritalanması gerçekleştirilmiştir. Eşitlik 1 (Key ve Benson, 2005) ve Eşitlik 2'de (Roteta, 2019) yanmış alan indekslerinin formülleri verilmiştir. (Şekil 2).

$$\text{NBR1} = (B08 - B12) / (B08 + B12) \quad (1)$$

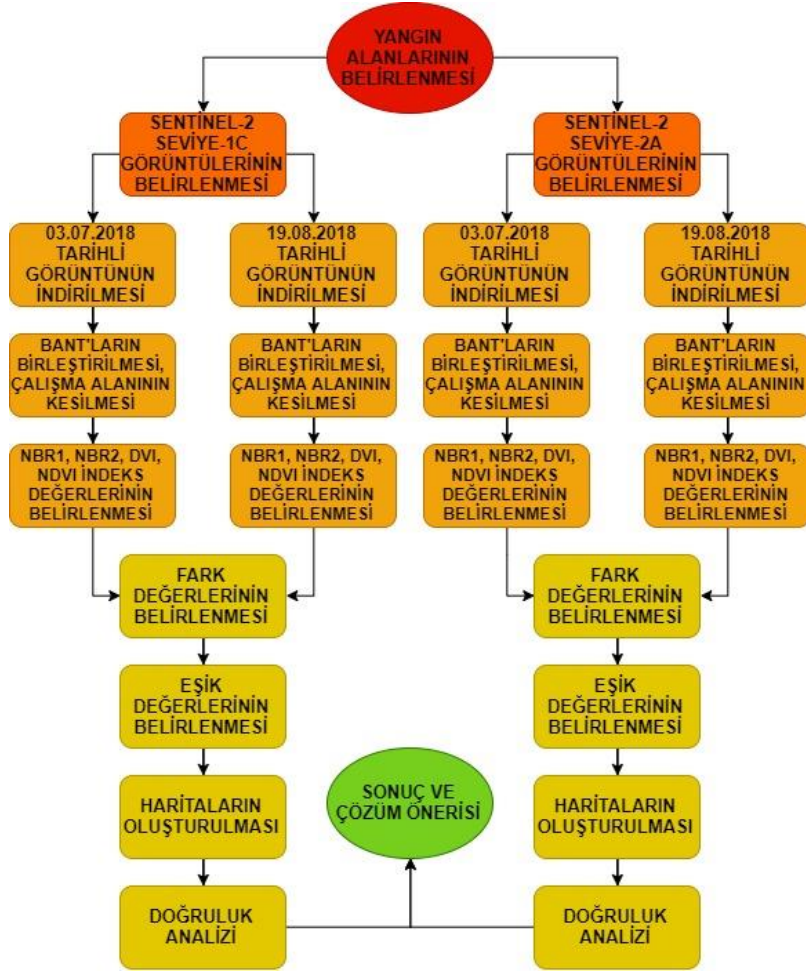
$$\text{NBR2} = (B11 - B12) / (B11 + B12) \quad (2)$$

Çalışma kapsamında ikinci olarak olay öncesi ve olay sonrası görüntülerden elde edilen bant indekslerine göre yanmış alanların haritalanması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'de verilen indekslere ek olarak bitki analizlerinde sıklıkla tercih edilen fark bitki indeksi (DVI) (Richardson ve Wiegand) ve normalize edilmiş fark bitki indeksi (NDVI) (Rouse vd., 1974) de fark haritalarının üretilmesinde kullanılmıştır. DVI ve NDVI indekslerine ait formüller Eşitlik 3 ve Eşitlik 4'de verilmiştir.

$$\text{DVI} = B08 - B04 \quad (3)$$

$$\text{NDVI} = \frac{(B08 - B04)}{(B08 + B04)} \quad (4)$$

Değişim saptama amacı ile üretilen fark haritalarının elde edilmesinde uygulanan iş akışı Şekil 2'de sunulmuştur. Çalışmanın son aşamasında ise elde edilen en iyi sonuç indeksine göre problemler alanları filtreleyerek yanmış orman alanlarının haritalanması için bir çözüm önerisi sunulmuştur.



Şekil 2. Çalışma kapsamında uygulanan yöntemle ait iş akış şeması

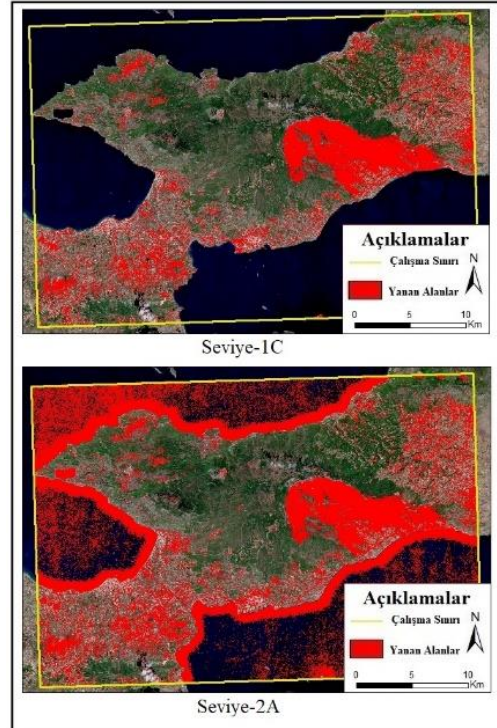
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Çalışma kapsamında öncelikle olay sonrası Seviye 1C ve Seviye 2A verilerinden yanmış alan indeksleri hesaplanarak NBR1 ve NBR2 indeks haritaları üretilmiştir. Üretilen indeksler için deneme yanılma yöntemiyle eşikler belirlenmiş, yanmış alan ve diğer alanlar olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Tablo 3).

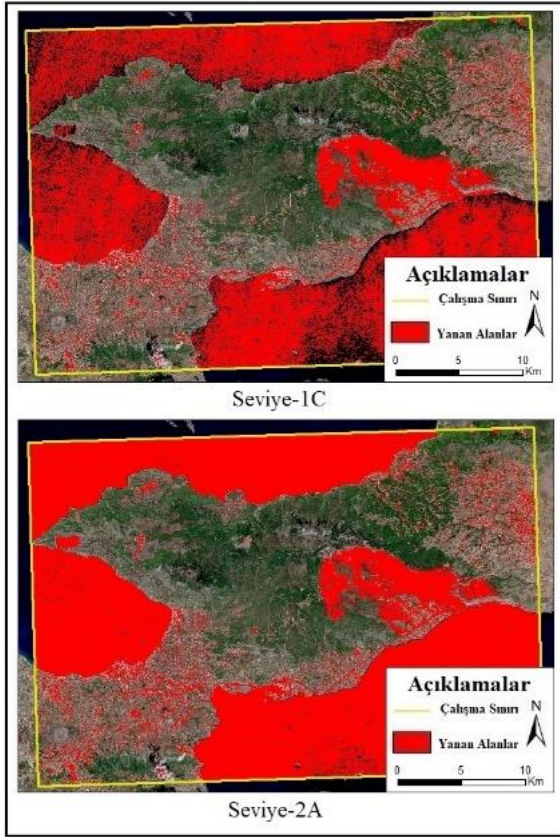
Tablo 3. Olay sonrası 19.08.2018 tarihli NBR1 ve NBR2 eşik değerleri

Seviye	İndeks	Üst Değer	Alt Değer	Eşik Değer
1C	NBR1	0.905389	-0.638325	0.05
	NBR2	0.879107	-0.647059	0.15
2A	NBR1	1	-1	0.02
	NBR2	1	-1	0.11

Belirlenen eşik değerler yardımıyla her seviye için iki adet olmak üzere toplam dört adet yangın alanı haritası üretilmiştir (Şekil 3 ve Şekil 4).



Şekil 3. Olay sonrası Seviye 1C ve Seviye 2A için üretilen NBR1 haritaları



Şekil 4. Olay sonrası Seviye 1C ve Seviye 2A için üretilen NBR2 haritaları

Elde edilen haritaların değerlendirilmesi için çalışma alanı içerisinde 550 adet rastgele kontrol noktası atılmıştır. Kontrol noktalarının gerçek değerleri bölgenin orta çözünürlüklü uydu görüntüsünden yararlanılarak elde edilmiştir. Kontrol noktaları yardımıyla üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu, genel doğruluk ve kappa değerleri bulunmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Doğruluk analizi sonucunda elde edilen değerler Ü.D: Üretici Doğruluğu, K.D: Kullanıcı Doğruluğu, G.D: Genel Doğruluk

DOĞRULUKLAR		OLAY SONRASI	
		NBR1 (%)	NBR2 (%)
SEVİYE-1C	Ü.D	87,368	32,568
	K.D	59,286	74,736
	G.D	87,455	68,909
	KAPPA	63,030	28,058
SEVİYE-2A	Ü.D	89,474	28,294
	K.D	40,670	76,842
	G.D	75,636	62,363
	KAPPA	42,192	21,553

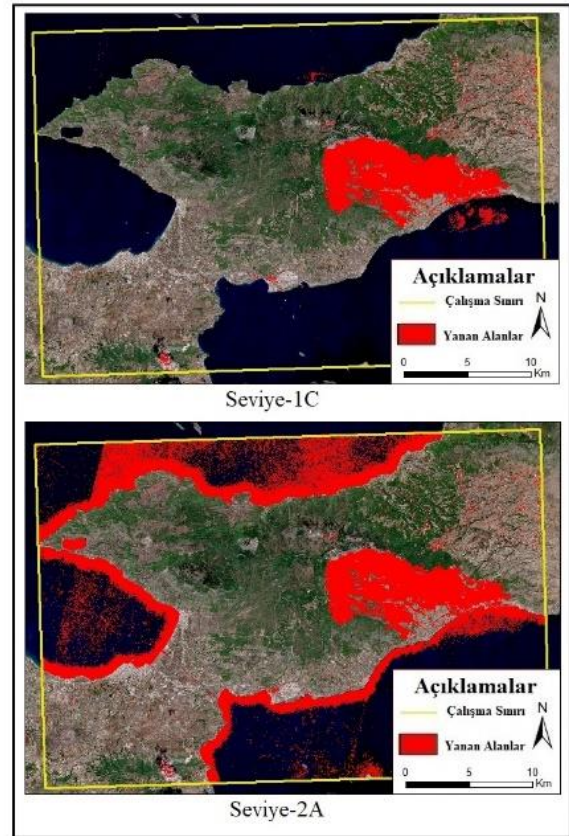
Üretilen haritalar ve elde edilen doğruluk değerleri incelendiğinde yangın alanının belirlenmesinde sadece olay sonrası görüntülerin yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle yangın alanının haritalanması için olay öncesi ve olay sonrası bant indekslerinin farkları alınarak değişim

saptama ile yanmış alanların haritalanmasının başarısı araştırılmıştır. Değişim saptama yöntemi hem Seviye-1C hem de Seviye-2A veri setlerine uygulanmıştır. Bu kapsamda olay öncesi ve olay sonrası bant indekslerinden d-NBR-1, d-NBR2, d-DVI ve d-NDVI fark haritaları üretilmiştir. Üretilen fark haritalarından yanmış alanları ayırt etmek için haritalara eşik değeri belirleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Eşik değerleri deneme yanılma yöntemiyle belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'te sunulmuştur.

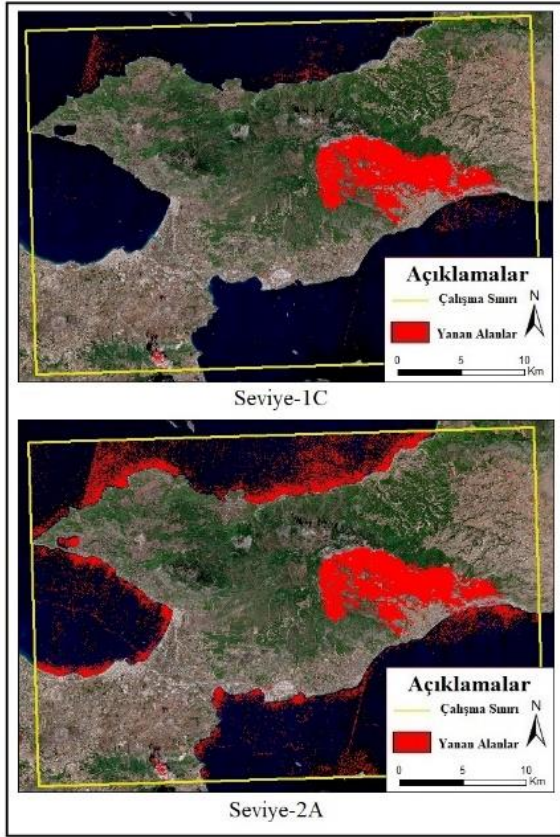
Tablo 5. 19.08.2018 tarihli NBR1 ve NBR2 eşik değerleri

Seviye	İndeks	Üst Değer	Alt Değer	Eşik 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	0.08

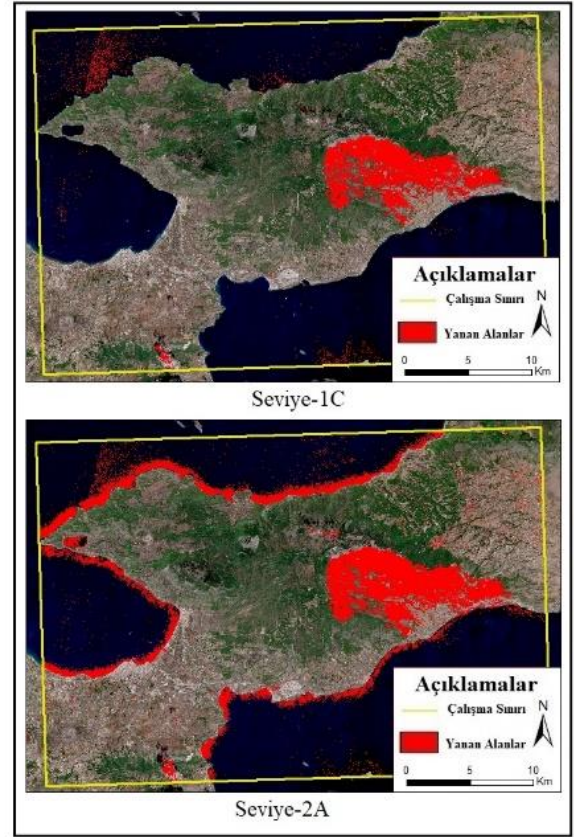
Belirlenen eşik değerlerine göre yanmış alan haritaları üretilmiştir. Üretilen bu haritalar Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8'de her bir fark indeksine göre Seviye 1C ve Seviye 2A için gösterilmiştir.



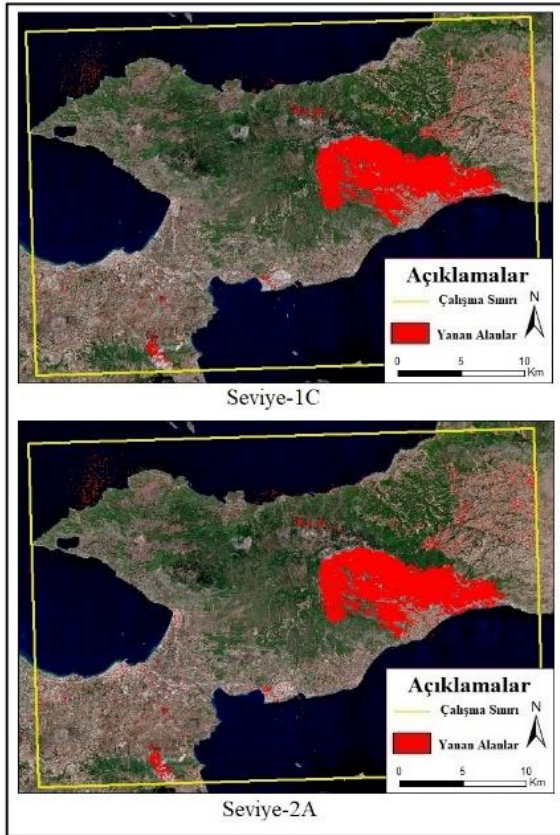
Şekil 5. Belirlenen eşik değerine göre üretilen d-NBR1 yanmış alan haritası



Şekil 6. Belirlenen eşik değerine göre üretilen d-NBR2 yanmış alan haritası



Şekil 8. Belirlenen eşik değerine göre üretilen d-NDVI yanmış alan haritası



Şekil 7. Belirlenen eşik değerine göre üretilen d-DVI yanmış alan haritası

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)

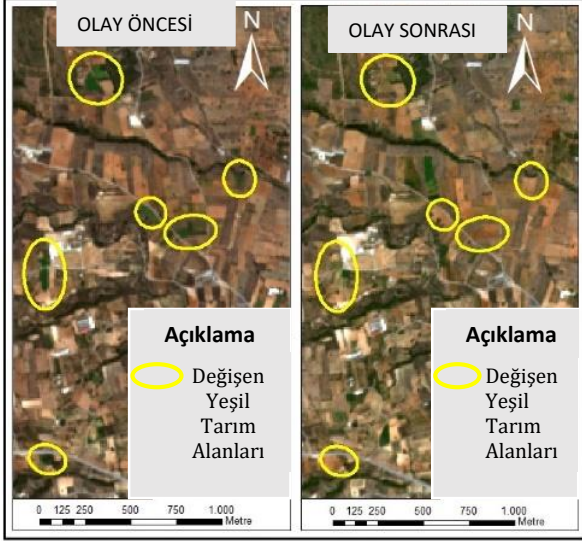
Tablo 6. Olay öncesi olay sonrası indeks farklarının doğruluk analizi sonucunda elde edilen değerler Ü.D: Üretici Doğruluğu, K.D: Kullanıcı Doğruluğu, G.D: Genel Doğruluk

DOĞRULUKLAR		OLAY ÖNCESİ VE SONRASI FARKLAR			
		DVI (%)	NBR1 (%)	NBR2 (%)	NDVI (%)
SEVİYE 1C	Ü.D	89,47	95,79	95,79	89,47
	K.D	80,95	79,13	78,45	61,15
	G.D	94,54	94,91	94,73	88,36
	KAPPA	81,68	83,56	84,66	65,56
SEVİYE 2A	Ü.D	91,58	94,74	93,68	90,53
	K.D	81,31	59,60	60,96	76,11
	G.D	94,91	88,00	88,55	93,46
	KAPPA	83,03	65,95	75,17	78,69

Tablo 6 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 tarım alanları yer almaktadır. Bu alanlarda bazı yerler yanmış alan

olarak çıkarılmıştır. Olay öncesi ve sonrası görüntüler arasında 47 günlük bir zaman farkı bulunmaktadır. Bu zaman dilimi arasında alanda yer alan bazı ekili tarım alanlarında hasat toplama gibi bir eylemin gerçekleştiği görülmektedir. Bu işlem sonucunda da bu alanlarda da yeşil bitki örtüsü değiştiği için değişim saptama aşamasında, uygulanan yöntem ile yanmış alan olarak çıkarılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Olay öncesi ve olay sonrası görüntülerde alandaki yeşil alanların yangın dışındaki etkenlerden dolayı değişimi

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 zaman farkı kısaltılacak olunursa Şekil 9 söz konusu hasat toplama gibi etkenler sorun olmaktan çıkacaktır.

Çalışma kapsamında öncelikle olay sonrası görüntülerden yanmış alan indeksleri üretilerek, bu haritaların karşılaştırılması yapılmıştır. 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 indeks farklarından elde edilen d-NBR1, d-NBR2, d-DVI, d-NDVI haritaları her bir görüntü seviyesi için 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.

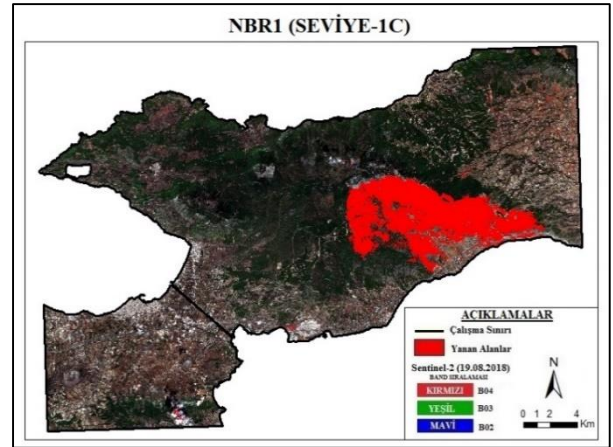
Değişim saptama yönteminde kullanılan yangın öncesi ve sonrası görüntülerde değişimi tespit edilmek istenen yangın bölgesi dışında mevsimsel değişimler, görüntünün elde edildiği saate bağlı gölge ve parlamalar, bulutluluk, denizlerdeki gel-git ve dalgalanma vs. sebeplerden dolayı istenmeyen farklılıklar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

tespitlerin elimine edilmesi doğruluk oranını artıracaktır.

Üretilen haritaların hepsi incelendiğinde Seviye-1C için NBR1, NBR2, DVI ve NDVI haritalarında su alanlarında meydana gelen az yoğun 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 görüntüye dönüştürülmesine bağlanabilir. Hataların kıyı bölgelerinde yoğunlaşmasının nedeni ise kıyı bölgelerinde daha fazla buharlaşmanın olmasıdır.

Haritalardaki meydana gelen su alanlarındaki hataların giderilmesi için su alanları maskelenebilir. Böylece söz konusu su alanlarındaki hatalar sorun olmaktan çıkacak ve yangın alanı daha hassas bir şekilde belirlenebilecektir. Araştırma kapsamında Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (NDWI) (Eşit. 5) kullanılarak su alanları maskelenmiştir (McFeeters, 1996). Maskeleyenme sonucunda Fark haritalarından en iyi sonucu veren d-NBR1 fark indeksine göre yanmış alan haritası tekrardan üretilmiştir (Şekil 10).

$$NDWI = (B08 - B03) / (B08 + B03) \quad (5)$$



Şekil 10. Çözüm önerisi olarak su alanlarının maskelenmesi

5. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında öncelikle olay sonrası görüntülerden yanmış orman alanları haritalanmak istenmiş ancak, elde edilen sonuçların bu işlem için yetersiz olduğu görülmüştür. Bundan dolayı değişim saptama ile farklı bitki indekslerinden yanmış alanların haritalanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Değişim saptama ile elde edilen sonuçlar irdelendiğinde yanmış orman alanlarının yüksek doğrulukla elde edilebildiği görülmüştür. Ancak özellikle su alanlarında problemler olduğu

görülmüştür. Bu doğrultuda çalışma kapsamında su alanları filtrelenerek ve en iyi sonuç alınan NBR1 indeksi ile yanmış orman alanlarının daha doğru bir şekilde elde edilebileceği gösterilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 10. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumunda (TUFUAB-2019) seçilmiş bildiridir.

KAYNAKÇA

Chen, G. ve ark. (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. ve ark. (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.

Key, C. and N. Benson, N. "Landscape Assessment: Remote Sensing of Severity, the Normalized Burn Ratio; and Ground Measure of Severity, the Composite Burn Index." In FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System, RMRS-GTR, Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station (2005).

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

McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*, 17(7), 1425-1432.

Palandjian, D. ve ark. (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. ve ark. (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. ve 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. Ve Chuvieco, E. (2017). Developing a Random Forest Algorithm for MODIS Global Burned Area Classification. *Remote Sensing*, 9(11), 1193.

Richardson, A. J., & Wiegand, C. L. (1977). Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 43(12), 1541-1552.

Roteta, E., Bastarrika, A., Padilla, M., Storm, T., & Chuvieco, E. (2019). Development of a Sentinel-2 burned area algorithm: Generation of a small fire database for sub-Saharan Africa. *Remote sensing of environment*, 222, 1-17.

Rouse Jr, J., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.

Sayın, S. ve ark. (2014) Orman Yangınlarında İş Sağlığı ve Güvenliği, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 15: 168-175.

Suhet, (2013) Sentinel-2 User Handbook 1: 9.

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