



Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak sel alanlarının incelenmesi: Düzce örneği

Abdurahman Yasin Yiğit*¹, Yunus Kaya²

¹Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

²Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Şanlıurfa, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Afet
Nesne Tabanlı Sınıflandırma
Sel
Uzaktan Algılama

ÖZ

Sel, dünyadaki doğal afetler içerisinde en yaygın görülen doğal afetlerden biridir. Doğal afetlerin analizinde ve değerlendirilmesinde verilerin kolay bir şekilde ve kısa sürede elde edilmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle uzaktan algılama yöntemleri, taşkın alanlarının belirlenmesinde ve taşkın sonrası çalışmalarda en önemli kaynaklardan biridir. Bu çalışmada, Düzce ilinde meydana gelen taşkın alanları; uydu görüntüleri kullanılarak analiz edilmiştir. Selden etkilenen alanlar, Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılarak nesneye tabanlı sınıflandırma yöntemiyle belirlenmiştir. Farklı tarihlere ait 6 adet uydu görüntüsü kullanılarak tespit edilen taşkın alanları alan bazlı karşılaştırılmıştır. Çalışmada sel sırasında tespit edilen su kaplı alanın, sel sonrası durumlardan farklı olduğu görülmüştür. Ayrıca incelenen uydu görüntülerinde sele neden olan fazla suyun kısa sürede nehrin yatağına döndüğü görülmektedir.

Investigation of flood areas by using Sentinel-2A satellite data: a case study of Düzce

Keywords:

Disaster
Object Oriented Classification
Flood
Remote Sensing

ABSTRACT

Flood is the most common natural disaster in the world. It is important to obtain the data easily and in a short time in the analysis and evaluation of natural disasters. For this reason, remote sensing methods are one of the most important sources in determining flood areas and in post-flood studies. In this study, flood areas occurring in Düzce province were analyzed by using satellite images. Flood affected areas were determined by the object-based classification method using Sentinel-2A satellite images. Flood areas detected by using 6 satellite images of different dates were compared. In the study, it was seen that the water-covered area detected during the flood was different than pre-flood and post-flood. Also, in the examined satellite images that the excess water that caused the flood returned to the bottom of the river in a short time.

*Sorumlu Yazar

(abdurahmanyasinyigit@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-9407-8022
(yunuskaya@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2319-4998

Kaynak Göster(APA);

YİĞİT, A., KAYA, Y. (2020). Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak sel alanlarının incelenmesi: Düzce örneği. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2 (1), 1-9. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuzal/issue/52699/649393>

1. GİRİŞ

Sel ve taşkınlar çok farklı nedenlere bağlı olarak meydana gelmektedir. Sel ve taşkınlar yağış şekli ve yoğunluğu, drenaj ağı ve geometrisi, toprak özellikleri, bitki örtüsü gibi doğal birçok faktörler ile tarım alanlarının açılması, şehirleşme, sanayileşme ve ulaşım gibi insan kaynaklı faktörlerden dolayı da oluşabilmektedir (Villarini ve ark., 2009; Dölek, 2015). Taşkın alanlarının kapsamı hakkında doğru bilgi; taşkın tahmini, izlenmesi ve yenileme çalışmaları (Baumann, 1999), sulak alanların belirlenmesi (Shaikh ve ark., 1998) ve su kaynaklarının değerlendirilmesi (Manavalan ve ark., 1993) için önemlidir. Genellikle bu bilgilerin geleneksel teknikler kullanılarak elde edilmesi zordur. Çünkü su kütleleri; su baskınlarında, gelgitlerde ve fırtına dalgalanmalarında olduğu gibi hızlı hareket edebilir veya erişilemez olabilir (Aghayev, 2018).

Uzaktan algılama, son yıllarda afet yönetiminde önemli bir teknoloji olmuştur. Afet öncesi, sırası ve sonrasında uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımı; afet sonrası hasar tespiti ve müdahale çalışmalarında önemli yararlar sağlamaktadır. Son yirmi yıldır uzaktan algılama alanındaki ilerlemeler, taşkın haritalama ve taşkın riski değerlendirmesi işlemlerini büyük ölçüde kolaylaştırmıştır. Bu gelişmeler sayesinde uzaktan algılama, geniş bir alanda çok uygun maliyetli bir şekilde veri sağlamanın güvenilir bir yolu haline gelmiştir.

Uzaktan algılanan veriler, belirli bir zamanda geniş bir alana ait su sınırlarının belirlenmesine olanak sağlar. Hızlı hareket eden hidrolojik özellikleri yakalamak için verinin ya yüksek bir zamansal çözünürlüğe sahip olması ya da bir dizi hidrolojik durumu kapsayacak şekilde büyük verileri içinde barındıran bir arşive sahip olunması gerekir.

Uzaktan algılama verilerinden olan uydu görüntüleri sık periyotlarda uzun yıllar boyunca yeterli mekânsal çözünürlükte veriler sağlar. Uzun yıllar boyunca arşivlenen uydu görüntüleri ile tekrarlayan periyotlardaki aynı alana ait su kütlesi verilerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması, sel alanlarının tespitinde ve taşkın risk haritalarının oluşturulmasında yararlı olmaktadır.

Yüksek çözünürlüklü uydu verileri, suya ait piksellerin mekânsal analizi için özellikle yararlıdır. Bir sel olayından önceki ve sonraki veriler mevcut olması durumunda arazi örtüsü değişimini sınıflandırmak ve böylece hangi alanların taşkından etkilendiğini veya etkileneceğini belirlemek mümkün hale gelmektedir.

Smith (1997); akarsular ile ilgili su baskını, evre ve deşarjını tespit etmek için uzaktan algılama uygulamasını ilk gözden geçiren araştırmacılardan biridir. O zamandan beri araştırmacılar taşkın alanlarının belirlenmesinde, taşkın risk haritalama ve hasar değerlendirmesinde uzaktan algılama verilerini kullanmaktadır.

Uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen uydu verilerinden su kütlelerinin ve taşkın

alanlarının tespiti çalışmalarında farklı yöntemler bulunmaktadır. Literatürde en çok tercih edilen yöntemlerin başında piksel tabanlı ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri gelmektedir.

Piksel tabanlı yaklaşımlar her bir piksel üzerinde çalışır ve ayrıca yalnızca spektral bilgilere dayanarak uzaktan algılanan verilerden bilgi alır (Gupta ve Bhadauria, 2014). Geleneksel piksel tabanlı yöntem, pikselin gri değerine bağlı olarak detayların çıkarımını gerçekleştirir. Bu sebepten dolayı yalnızca spektral bilgi sınıflandırma aşamasında etkin olarak yararlanır. Bu ve bunun gibi sınırlamaları ortadan kaldırmak için nesne-tabanlı görüntü yaklaşımı tercih edilir (Kanber ve Yavuz, 2015).

Nesne Tabanlı bilgi ise bir görüntüyü yalnızca tek piksele göre değil aynı zamanda anlamlı görüntü nesnelere ve karşılıklı ilişkileri de yorumlar. Nesneye dayalı bilgi çıkarımı sadece spektrum karakterine değil aynı zamanda geometri ve yapı bilgisine de bağlıdır (Wei ve ark., 2005). Nesne tabanlı yaklaşımda spektral değerler, şekil, doku ve yoğunluk gibi farklı nesne özelliklerinin geniş spektrumunun tamamlanmasını imkân kılan bulanık mantığa (fuzzy logic) dayanmaktadır. Nesne tabanlı görüntü analizinin temel işlem birimi, alışlagelmiş görüntü işleme yöntemlerinin tersine tekil piksel değil görüntü segmentleri veya nesnelere dir. Burada sınıflandırma işlemi görüntü nesnelere üzerinden yapılır (Hofmann, 2001).

Birçok çalışmada detay objelerin tespiti için nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi, taşkın alanların belirlenmesinde başarılı sonuçlar alınmasına rağmen iki sınırlamaya sahiptir. Bunlardan ilki, büyük veri setlerinde hangi tanımlayıcı özelliklerin gerçekten önemli olduğuna karar verilmesidir. İkincisi ise farklı çevresel koşullara ve farklı veri türlerine uygulanabilirliği sınırlı olmasıdır (Çömert ve ark., 2019).

Batur ve Maktav (2016) yaptıkları çalışmada 16 Şubat 2010 tarihinde Meriç Nehri'nde meydana gelen taşkın optik uydu görüntüleri kullanılarak incelemişlerdir. Taşkın öncesi, taşkın dönemi ve sonrasında kapsayan çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak taşkın etkilediği alanları belirlemişler yine bu görüntüler yardımıyla arazi örtüsü ve taşkın haritaları oluşturmuş ve çeşitli değerlendirmeler yapmışlardır. Otomatik bir şekilde tespit ettikleri taşkın alanlarını DSİ XI. Bölge Müdürlüğü- Edirne verileri ile karşılaştırılması sonucunda %91 gibi yüksek bir doğruluk oranına sahip olduğunu belirtmişler ve optik uydu görüntülerinin taşkın çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılabileceği göstermişlerdir.

Karaman ve ark., (2018) 10 metre mekânsal çözünürlüklü multispektral sentinel 2-A uydu görüntüleri kullanarak Çanakkale Karamenderes Nehri'nde nehir çizgisindeki mevsimsel değişimde havzanın hidrometeorolojik koşullarının etkisini değerlendirmişlerdir.

Tapan ve ark., (2015) çalışmalarında 30 cm çözünürlüğe sahip kızılötesi dijital hava fotoğrafları kullanarak ormanlık alanlardaki detayları eğitilmiş bir sınıflandırma yöntemi ile otomatik olarak belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma alanına ait 7 adet eğitim sınıfı belirlemişlerdir ve sınıflandırma işlemi için piksel tabanlı sınıflandırma metodunu tercih etmişlerdir. Sınıfların doğruluk analizini, elle sayısallaştırılan vektör veriler ile tespit edilen nesnelere karşılaştırması suretiyle yapmışlardır. Kızılötesi ortofoto görüntülerde yapılan piksel tabanlı sınıflandırmanın ormanlık alanlarda da yapılabileceği fakat geometrik şekli düzgün alanlarda daha anlamlı sonuçlar verebileceğini aktarmışlardır.

Kalkan ve Maktav (2010) çalışmalarında uydu görüntülerinde mekânsal çözünürlük artmasından dolayı piksel tabanlı yöntem ile nesne tabanlı sınıflandırma yöntemini karşılaştırmışlardır. Sınıflandırma sonucunda her iki yöntem içinde doğruluk analizi aktarılmış. Seçilen çalışma alanının küçük olmasından dolayı her iki yöntem ile de başarılı sonuçlar alınmış fakat nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile daha anlamlı sonuçların elde edildiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle taşkın alanlarının tespiti yapılmıştır. Çalışma kapsamında sadece uydu görüntüleri kullanılarak ve bu uydu görüntülerinden kırmızı (red), yeşil (green), mavi (blue) bantlardan yararlanılarak taşkın alanları belirlenmesi hedeflenmiştir. Tespit çalışmasında kullanılan uydu görüntüleri Sentinel-2A uydusundan temin

edilmiştir. Farklı zaman dilimlerinde algılanan 6 adet uydu görüntüsünden tespit edilen taşkın alanlarının kapladığı alanlar belirlenmiş ve taşkın alanına ait taşkın öncesi ve sonrası durum tespit edilmiştir. Bu çalışma ile uzaktan algılama yöntemleri ile taşkın alanlarının hızlı bir şekilde belirlenmesine ek olarak anlık ve doğru bilgiye ulaşmanın afet yönetimindeki önemine dikkat çekilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Veri

Afet bölgesine ait uydu verileri, Avrupa Uzay Ajansının (ESA) Copernicus programının operasyonel ihtiyaçlarını sağlamak için geliştirdiği Sentinel-2A uydusundan temin edilmiştir. Sentinel-2A uydusu kutup yörüngeli, multispektral yüksek çözünürlüklü algılayıcıya sahip bir uydu olup bitki örtüsü, toprak ve su kaplama alanları gibi arazi analizlerinin yapılmasını amaçlamıştır. Sentinel-2A ayrıca acil durum servisleri için de bilgi aktarımı yapabilmektedir (URL-1). Sentinel-2A'nın multispektral görüntüleri 10 metre ile 60 metre aralığında farklı çözünürlüklerde toplam 13 banttan oluşmaktadır (Tablo 1).

Afet bölgesine ait; 3 adet afet öncesi (04.07.2018 - 19.02.2019 - 24.06.2019), 1 adet afet anı (19.07.2019) ve 2 adet afet sonrası (29.07.2019-08.08.2019) olmak üzere toplam 6 adet uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntü verilerinden detay tespit çalışması Definiens eCognition yazılımı kullanılmıştır.

Tabo 1. Sentinel-2 uydu görüntüleri dalga boyu aralığı ve bantlara göre çözünürlükleri (URL-2)

Band	Açıklama	Dalga Boyu (µm)	Mekânsal Çözünürlük (m)
1	Kıyılar ve Aerosol (Coastal/Aerosol)	0.433 – 0.453	60
2	Mavi (B)	0.458 – 0.523	10
3	Yeşil (G)	0.543 – 0.578	10
4	Kırmızı (R)	0.650 – 0.680	10
5	Vejetasyon Red Edge	0.698 – 0.713	20
6	Vejetasyon Red Edge	0.733 – 0.748	20
7	Vejetasyon Red Edge	0.773 – 0.793	20
8	NIR (Yakın Kızıl Ötesi)	0.785 – 0.900	10
8A	Narrow NIR (Daraltılmış Yakın Kızıl Ötesi)	0.855 – 0.875	20
9	Su buharı (Water vapour)	0.935 – 0.955	60
10	SWIR – Cirrus (Kısa Dalga Kızıl Ötesi)	1.365 – 1.385	60
11	SWIR-1 (Kısa Dalga Kızıl Ötesi-1)	1.565 – 1.655	20
12	SWIR-2 (Kısa Dalga Kızıl Ötesi-2)	2.100 – 2.280	20

2.2. Metot

Günümüzde uydulardan elde edilen uzaktan algılama verilerinin bilgisayar teknolojisi ve görüntü işleme teknikleriyle değerlendirilme olanağının ortaya çıkması, sınıflandırılabilirliği, mevcut arazi kullanımının saptanmasına ve çevre değişimlerinin zamansal olarak belirlenmesine olanak vermiştir (Tunay ve Ateşoğlu, 2004).

Uydulardan elde edilen uzaktan algılama verilerinin işlenmesi ve sınıflandırılması ile

arazilerin zamansal olarak değişimleri belirlenebilmektedir (Geçen ve Sarp, 2007). Literatürde sınıflandırma işlemi için farklı yöntemler denenmiştir. Bu çalışmada yöntem olarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir.

Nesne tabanlı sınıflandırma metodunda en önemli ve ilk aşama segmentasyon aşamasıdır. Segmentasyon, benzer spektral özelliklere sahip pikselleri gruplandırma ve görüntü nesnelere oluşturma işlemidir. Segmentasyonun amacı, görüntüyü birbirinden farklı alt bölümlere ayırmak

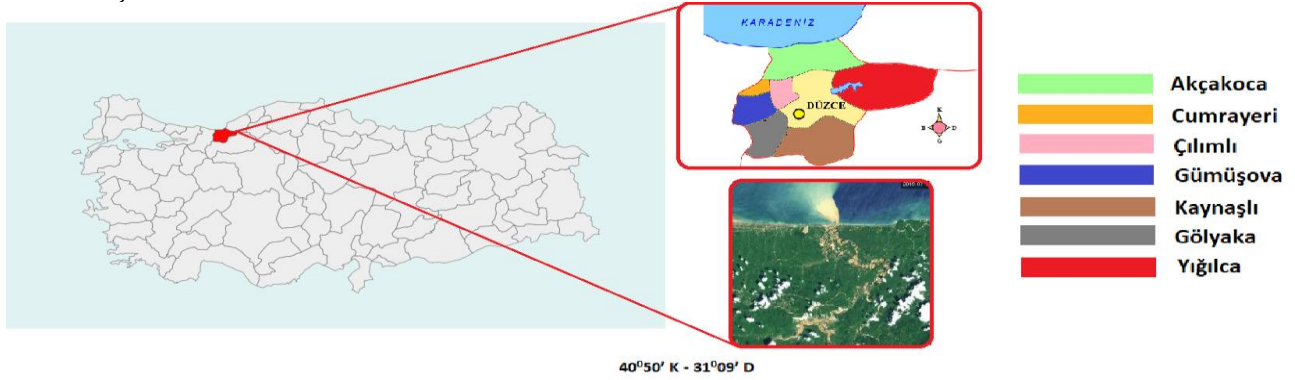
ve görüntüden anlamlı nesnelere oluşturmaktır (Baatz ve Schape, 2000). Aynı zamanda segmentasyonun hedefleri arasında, çoğu durumda belirli bir görev için bir görüntüde istenen nesnelere otomatik olarak çıkarmak mümkündür

Sınıflandırma çalışması Definiens eCognition yazılımında yapılmıştır. Definiens eCognition yazılımında detay çıkarımı işlemi segmentasyon ve sınıflandırma olmak üzere 2 aşamada gerçekleşmektedir. Afet bölgesine ait uydu görüntülerinden yaklaşık 27500 hektarlık alan incelenmiştir.

3. UYGULAMA

3.1. Çalışma Alanı

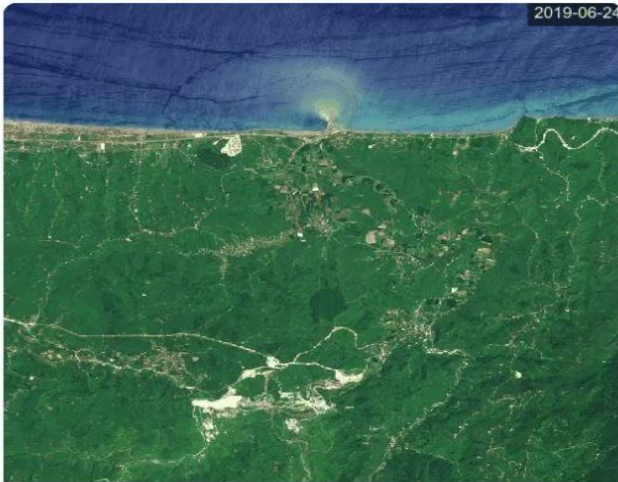
Çalışma alanı olarak, Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yer alan Düzce iline bağlı Akçakoca ilçesinden geçen Melen Nehri üzerinde meydana gelen taşkın alanı tercih edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı

17-18 Temmuz 2019 Düzce Cumayeri ve Akçakoca sel felaketi TMMOB inşaat mühendisleri odası Ankara şubesi Düzce temsilciliğinin değerlendirme raporuna göre; afet bölgesine bir yılda yağın toplam yağmur miktarının dörtte biri iki gün içerisinde yağmıştır. Metre kareye toplam 160 kg yağmur yağması Melen Nehri'nin yükselmesi ve taşması nedeniyle birçok noktada sel ve heyelan

meydana gelmiştir. Sel sonucu 5.989 dekar fındık bahçesi ile 125 dekar sebze bahçesi zarar görmüş, çok sayıda bina hasar almış ve 72 büyükbaş, 177 küçükbaş, binlerce kümes hayvanı telef olmuştur (Düzce Cumayeri ve Akçakoca Sel Felaketi, 2019). Afet bölgesine ait afet öncesi ve afet anını gösteren uydu görüntüleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Afet bölgesine ait afet öncesi (24.06.2019) ve afet anı (19.07.2019) uydu görüntüleri (Copernicus EMS, 2019)

3.2. Ön Hazırlık

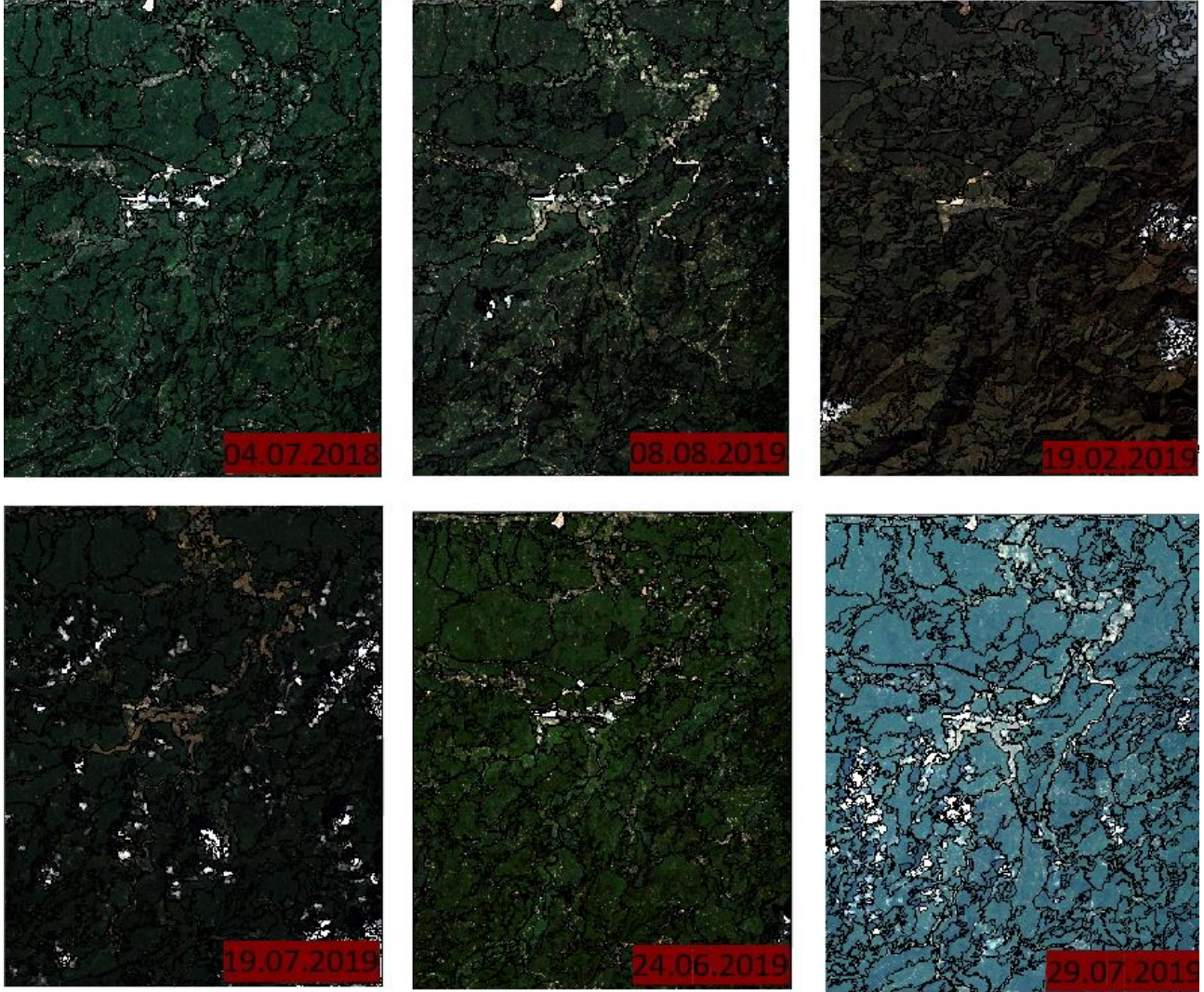
İlk olarak ESA'nın kendi internet platformundan 13 bantlı uydu verileri indirildikten sonra SNAP (Sentinel Application Platform) yazılımında Tablo 1'de görülen Mavi (bant 2), Yeşil (bant 3), Kırmızı (bant 4) ve Yakın Kızıl Ötesi (bant 8) bantları içeren uydu görüntüleri hazırlanmıştır. İstenilen

bantlarda hazırlanan uydu görüntüleri, su kaplı alanların tespiti yapmak üzere Definiens eCognition yazılımına aktarılmıştır. Definiens eCognition yazılımında detay tespiti çalışmaları segmentasyon ve sınıflandırma adımlarından oluşmaktadır.

3.3. Segmentasyon İşlemi

Segmentasyon algoritması için sıklıkla tercih edilen çoklu çözünürlüklü segmentasyon yaklaşımı kullanılmıştır. Segmentasyon işlemine başlamadan önce; ölçek, yumuşaklık/yoğunluk ve renk/şekil parametresi girilir. Ölçek, yumuşaklık/yoğunluk ve

renk/şekil parametreleri sırasıyla 100-0.4-0.6 olarak girilmiştir. Bu parametreler deneme yanılma yöntemi ile belirlenmiştir. 6 adet uydu görüntüsüne uygulanan segmentasyon işlemi şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Uydu görüntülerine uygulanan segmentasyon sonuç görüntüleri (Aynı segmentasyon parametreleri uygulanmıştır)

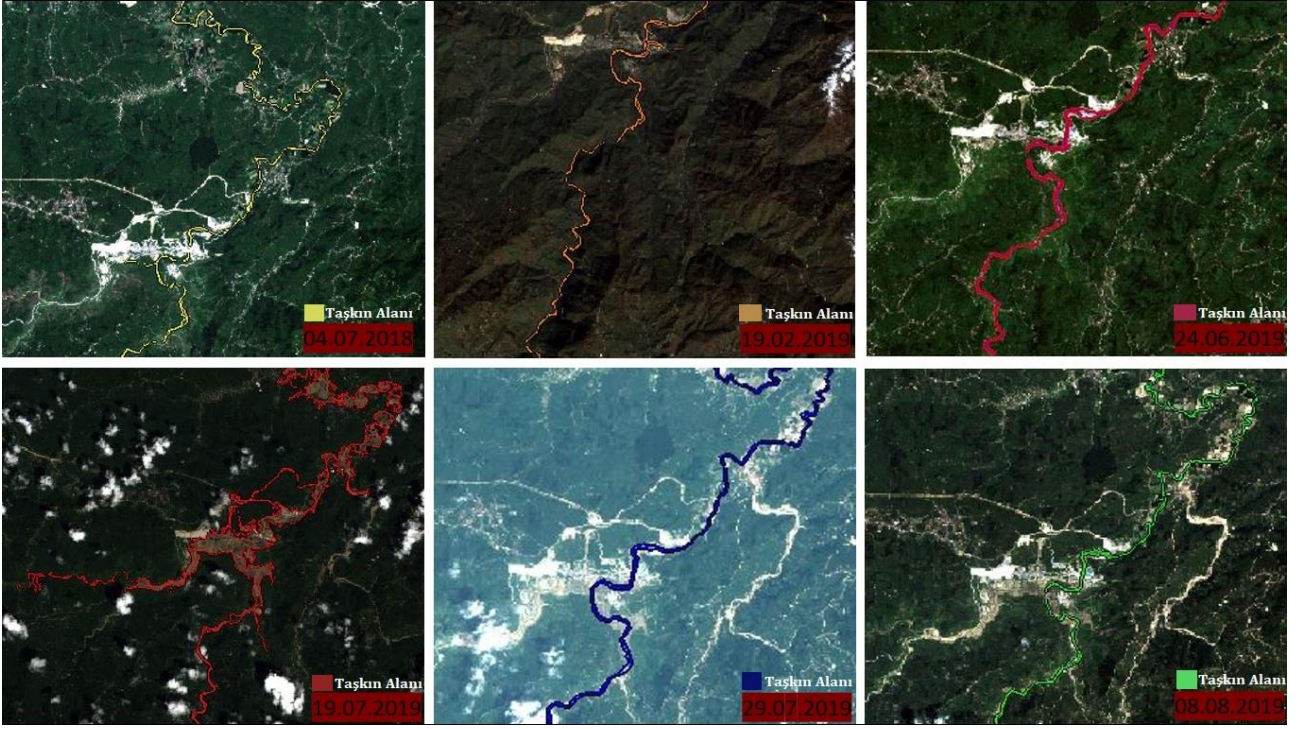
3.4. Sınıflandırma

Uydu verilerinde bulunan bantlar üzerinden yapılan segmentasyon işleminden sonra Definiens eCognition yazılımında sınıflandırma işlemine başlanmıştır. Sınıflandırma işleminde eşitlik 1 ve 2'de denklemler gösterilen indeksler kullanılmıştır.

Uydu görüntülerine uygulanan sınıflandırma işlemi ile belirlenen taşkın alanları şekil 4'te gösterilmiştir.

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (1)$$

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (2)$$

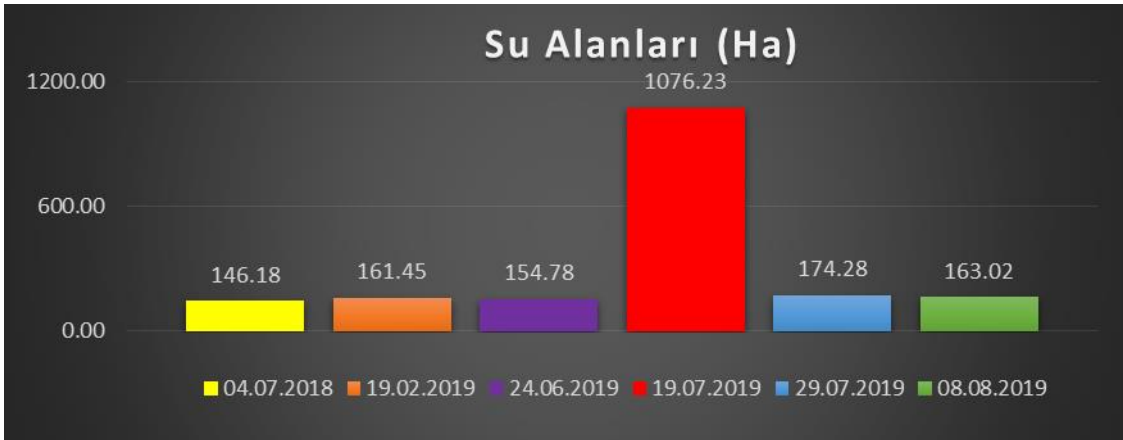


Şekil 4. Uydu görüntülerine uygulanan sınıflandırılmış görüntüler

3.5. Değerlendirme

Definiens eCognition yazılımında nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulanarak uydu

görüntülerden tespiti gerçekleştirilen taşkın alanları alan bazlı olarak şekil 5'te gösterilmiştir.

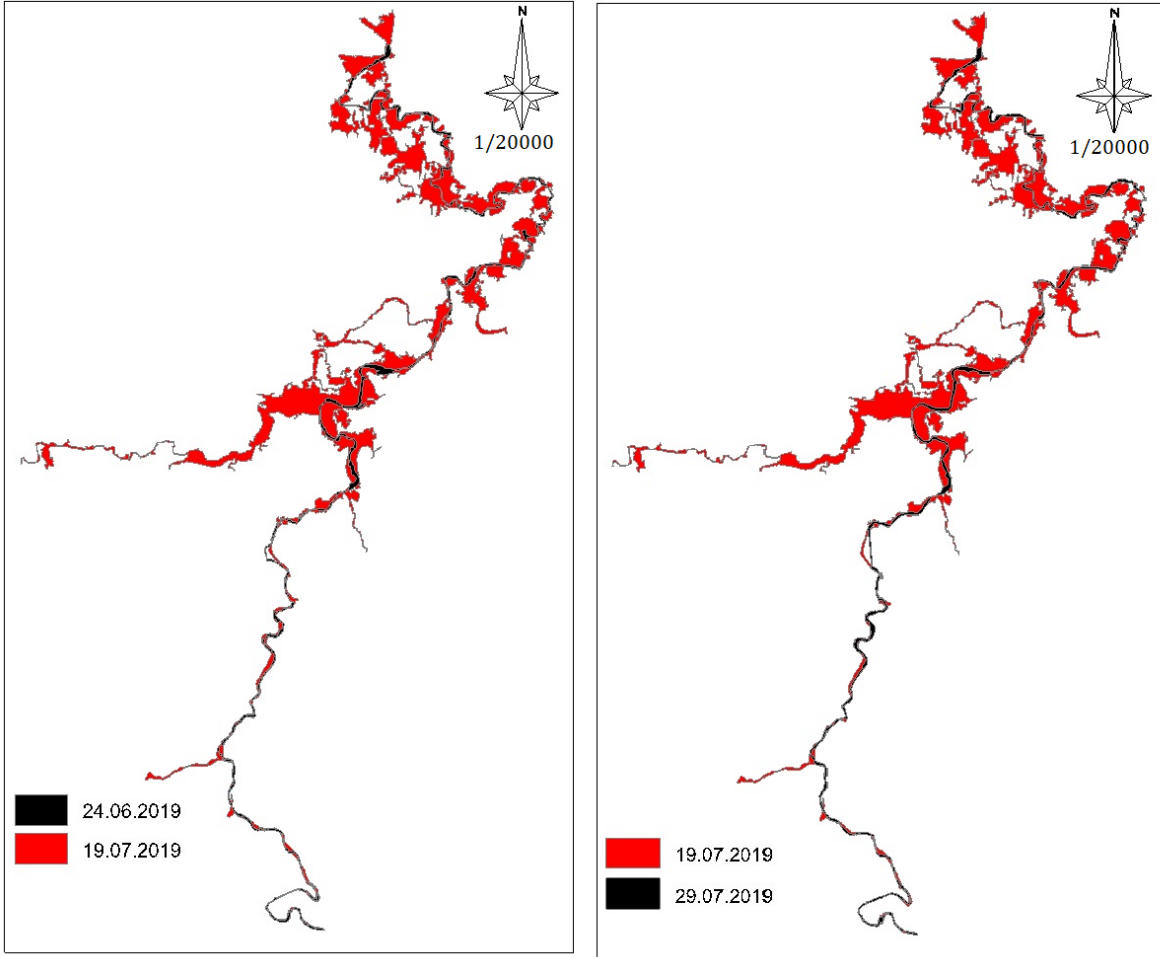


Şekil 5. Farklı tarihlerdeki su kaplı alanların hektar bazlı karşılaştırılması

Şekil 5'te görüldüğü üzere; taşkın öncesi ve sonrasında incelenen uydu verilerine göre taşkın gerçekleştirildiği bölgedeki su yoğunluğu ortalama 160 hektardır. Taşkın gerçekleştiği 19.07.2019 tarihinde ise su kaplı alanların 1076.23 hektar olduğu görülmektedir. Taşkın anında normal

zamanlara göre yaklaşık olarak 6 kat fazla su bulunmaktadır.

Taşkın anı ile taşkın öncesi ve sonrası su kaplı alanların vektör bazlı karşılaştırılması şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Taşkın öncesi (24.06.2019) ve taşkın anı (19.07.2019) alanların vektör bazlı karşılaştırılması

Şekil 5'teki sayısal veriler ile Şekil 6'daki vektör bazlı karşılaştırılan alanlar incelendiğinde, taşkına sebebiyet veren yoğun su kütlelerinin yaklaşık 10 günde yatağına geri döndüğü görülmektedir.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Sel, insan yaşamını etkileyen en yıkıcı doğal afetlerden biridir. Taşkın sırasında ve sonrasında; etkilenen bölgeleri tespit etmek ve haritalamak, meydana gelen hasara müdahale ve iyileştirme çalışmaları için yetkililer tarafından zamanında doğru ve ayrıntılı durum raporları istenmektedir. Afet öncesi, sırası ve sonrasında uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımı; afet etkilerini azaltmak, tespit etmek ve müdahale etmek gibi afet yönetimi adımlarında önemli yararlar sağlamaktadır. Bu bakımdan uzaktan algılama kapsamında uydu görüntüsü verileri kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma metodu ile taşkın felaketinin öncesi, sırası ve sonrasındaki değişim incelenmiş ve tespit edilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile su kütlelerinin çoğu tanımlanabilmektedir. Ancak kentsel yerleşimin yoğun olduğu bölgelerde gölge alanların olması sebebiyle bazı karışıklıklar ortaya çıkmaktadır. Uydu görüntüsü ve hava fotoğraflarından nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile sel alanlarının tespitinde, yöntemin bir

diğer olumsuz yanı ise bölgedeki çok nemli ya da su birikmiş toprak alanlarının da taşkın sınıfına atanmasıdır. Bu sorun nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin uygulandığı Definiens eCognition yazılımında operatör aracılığı ile aşılmaktadır. Bu yazılım sayesinde yanlış sınıf atamaları kolay bir şekilde düzeltilebilmekte ve doğru sınıfa atanmaktadır. Bu tür sınıflandırmanın doğruluğunu etkileyen unsurları aşmak için ham uydu verilerinin yanında sayısal yükseklik modeli (SYM) ve sayısal arazi modeli (SAM) gibi ek verilerin kullanılması doğruluğu arttırması beklenmektedir.

Çok bantlı yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerden taşkın alanlarının tespit edilebileceğini ve bu tespit çalışması sonucunda operatörler tarafından analiz edilebileceğini belirtmek önemlidir. Bulutsuz görüntü verileri mevcut olduğu sürece prosedürleri herhangi bir kentsel veya kentsel olmayan alana uygulanabilir. Buna benzer alansal değişimlerin detay tespitine yönelik çalışmalarda aynı parametrelerin farklı bölgelerde test edilmesi ve kullanılan parametrelerin çeşidinin arttırılmasının doğruluğu arttıracağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aghayev, A. (2018). Determining of Different Inundated Land Use in Salyan Plain During 2010 The Kura River Flood Through GIS and Remote Sensing Tools. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3 (3), 80-86. DOI: 10.26833/İjeg.412348
- Baatz M. ve Schape A. (2000). Multi Resolution Segmentation: An Optimization Approach for High Quality Multi Scale Image Segmentation. *Proceedings of Twelfth Angewandte Geographische Informations*, Wichmann-Verlag, Heidelberg, ss.12-23.
- Batur, E. ve Maktav, D. (2016). Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Meriç Nehri Örneği. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Ocak 2012 Cilt 5 Sayı 3 (47-54).
- Baumann, P. (1999). Flood Analysis. <http://www.research.umbc.edu/~tbenja~/baumann/mod2.html>, 10 February 1999.
- Copernicus EMS. (2019). Twitter Post. Erişim Tarihi: 17.11.2019, Erişim Adresi: <https://twitter.com/CopernicusEMS/status/1152472325511667712> ve <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- Çömert, R, Matcı, D. ve Avdan, U. (2019). Object Based Burned Area Mapping with Random Forest Algorithm. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4 (2), 78-87. DOI: 10.26833/ijeg.455595
- Dölek, İ. (2015). Sungu Beldesi ve Yakın Çevresinde (Muş) Sel ve Taşkına Duyarlı Alanların Belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 31, Ocak- 2015, S.258-280 İSTANBUL
- Düzce Cumayeri ve Akçakoca Sel Felaketi TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Düzce Temsilciliği Değerlendirme Raporu (17-18 Temmuz 2019). Erişim Tarihi: 17.11.2019, Erişim Adresi: http://ankara.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/918dc3f29d19238_ek.pdf?tipi=1&turu=X&sube=3
- Geçen R. ve Sarp G. (2007). Yüksek ve Düşük Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinden Yolların Tayini. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 30 Ekim -02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon
- Gupta, N. ve Bhadauria, H.S. (2014). Object Based Information Extraction from High Resolution Satellite Imagery Using eCognition. *International Journal of Computer Sciences*
- Issues, Vol. 11, Issue 3, No. 2, pp. 139-144, May 2014.
- Hofmann, P. (2001). Detecting Urban Features from IKONOS Data Using an Object-Oriented Approach. *First Annual Conference of the Remote Sensing & Photogrammetry Society*, 12-14 September 2001, 28-33.
- Kalkan, K. ve Maktav, D. (2010). Nesne Tabanlı ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (IKONOS Örneği). *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, Ocak 2010.
- Kanber, B. ve Yavuz, M. (2015). Object-Oriented Programming in Meshfree Analysis of Elastostatic Problems. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7 (2), 1-18. DOI: 10.24107/İjeas.251244
- Karaman, M., Özalkan, E. ve Taşdelen, S. (2018). Dar Nehirlerin Sentinel2-A Uydu Görüntüleri ile Belirlenebilirliğinde Havza Hidrojeolojisinin Etkisi: Karamenderes (Çanakkale) Örneği. *Doğ Afet Çevre Derg*, 2018; 4(2): 140-155, DOI: 10.21324/dacd.416514
- Manavalan, P., Sathyanath, P. ve Rajegowda, G.L. (1993). Digital image analysis techniques to estimate waterspread for capacity evaluations of reservoirs. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 59(9):1389-1395.
- Shaikh, M., Brady, A. ve P. Sharma. (1997). Applications of Remote Sensing to Assess Wetland Inundation and Vegetation Response in Relation to Hydrology in The Great Cumbung Swamp, Lachlan Valley, NSW, Australia. *Wetlands for the Future, Gleneagles Publishing, Glen Osmond*, South Australia, pp. 595-606.
- Smith, L. C. (1997). Satellite Remote Sensing of River Inundation Area, Stage and Discharge: A review, *Hydrological Processes*, 11, 1427-1439
- Tapan, K.S., Bölme, M. ve Eker, O. (2015). Görüntülerden Sınıflandırma Yöntemlerini Kullanarak Detayların Otomatik Olarak Belirlenmesi: Renkli Kızılötesi Hava Fotoğraflarından Ormanlık Alanlarda Yolların Belirlenmesi İçin Bir Sınıflandırma Uygulaması. *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu*, 21-23 Mayıs 2015/ Konya
- Tunay, M. ve Ateşoğlu A. (2004). Bartın İli Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2004, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 60-72

Villarini G., James A. S., Francesco S. Bales J., Bates P.D. ve Krajewski, F. (2009). Flood Frequency Analysis For Nonstationary Annualpeak Records İn An Urban Drainage Basin. *Advances İn Water Resources*.

WEI, W., Chen, X. ve Ma, A. (2005). Object-Oriented Information Extraction and Application in High-Resolution Remote Sensing Image. *IEEE International Geoscience & Remote Sensing*, Vol. 6, pp. 3803-3806, 2005.

URL-1. Erişim adresi:
<http://www.nik.com.tr/content/sistem/uydu.asp?id=64>
Erişim tarihi: 17.11.2019

URL-2. Erişim adresi:
<https://blog.esriturkey.com.tr/2019/02/25/sentinel-2-uydu-goruntuleriyle-esri-sentinel-2-explorer-web-uygulamasi-araciligiyla-calismak/>
Erişim tarihi: 17.11.2019