



T.C. MİLLÎ SAVUNMA ÜNİVERSİTESİ HEZÂRFEN HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ ENSTİTÜSÜ UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI UYDU TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI

Landsat 8 Uydusundan Alınan 2 Farklı Tarihli Görüntülerin İndeks Uygulaması ile Karşılaştırılması

Uzaktan Algılanmış Görüntülerin İşlenmesi ve Analizi Dersi

Mert SEVER 1191101

Öğretim Üyesi: Prof. Dr. Elif SERTEL

İstanbul HAZİRAN 2020

İÇINDEKILER

1.GİRİŞ4
2.QGIS
3.ÇALIŞMA ALANI
4. VERİLER
5.МЕТОDOLOJİ9
5.1. Indeks Seçimi9
5.1.1 Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)9
5.1.2. Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (NDWI)10
5.1.3 Normalize Edilmiş Fark Tarım İndeksi (NDTI)10
5.1.4 Toprak Ayarlı Bitki Örtüsü İndeksi (SAVI)11
5.2. Görüntülerin Birleştirilmesi12
6. SONUÇLAR12
6.1. Stack (Yığınlama) İşlemi Sonuçları12
6.2. İndeks Uygulamaları Sonuçları14
6.2.1 NDVI İndeksi Uygulaması14
6.2.2 NDWI İndeksi Uygulaması15
6.2.3. NDTI İndeksi Uygulaması16
6.2.4. SAVI İndeksi Uygulaması17
6.3 Karşılaştırma ve Yorumlama18
7. GENEL DEĞERLENDİRME21
8. REFERANSLAR

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1:QGIS Program arayüzü	6
Şekil 2:Çalışma alanı	7
Şekil 3: Seçilen çalışma alanı için 10 Ağustos 2013 tarihli stack görüntü	13
Şekil 4:Seçilen çalışma alanı için 24 Ağustos 2018 tarihli stack görüntü	13
Şekil 5: 10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için NDVI uygulaması	14
Şekil 6:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için NDVI uygulaması	14
Şekil 7:10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için NDWI uygulaması	15
Şekil 8:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için NDWI uygulaması	15
Şekil 9:10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için NDTI uygulaması	16
Şekil 10:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için NDTI uygulaması	16
Şekil 11:10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için SAVI uygulaması	17
Şekil 12:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için SAVI uygulaması	17
Şekil 13: : Şehrin kuzey doğusu için 2013 NDVI uygulaması	17
Şekil 14: Şehrin kuzey doğusu için 2018 NDVI uygulaması	17
Şekil 15: Şehrin kuzey batısı için 2013 NDVI uygulaması	17
Şekil 16: Şehrin kuzey batısı için 2018 NDVI uygulaması	17
Şekil 17: Odtü ve çevresi için 2013 NDVI uygulaması	
Şekil 18: Odtü ve çevresi için 2018 NDVI uygulaması	
Şekil 19: Mogan Gölü için 2013 NDWI uygulaması	18
Şekil 20: Mogan gölü için 2018 NDWI uygulaması	19
Şekil 21: Şehrin batısı için 2013 NDTI uygulaması	
Şekil 22: Şehrin batısı için 2018 NDTI uygulaması	
Şekil 23: Şehrin kuzey batısı için 2013 SAVI uygulaması	19
Şekil 24: Şehrin kuzey batısı için 2018 SAVI uygulaması	19
Şekil 25: ODTU ve çevresi için 2013 SAVI uygulaması	19
Şekil 26: ODTU ve çevresi için 2018 SAVI uygulaması	20

1.GİRİŞ

Günümüzde ilerleyen teknoloji ile beraber uydularda kullanılan uzaktan algılama sistemleri de gelişmiştir. Yüksek çözünürlüklü ve farklı işlevsel özellikli sensörler ve kameralar uydular üzerinde kullanılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte bu sensörlerin ve kameraların kullanımıyla yeryüzündeki değişiklik ve özelliklerin incelenmesi konusundaki çalışmalar hız kazanmıştır. Farklı özelliklerdeki sensörlerin birleştirilmesi, birlikte kullanılması, ile yeryüzünün farklı özelliklerinin verimli bir şekilde incelenebileceği anlaşılmıştır. Özellikle uydulardan elde edilen farklı bandlardaki görüntülerin index işlemi uygulaması sonrası incelenen durum doğrultusunda bilgi ürettiği fark edilmiştir. Yeryüzündeki su, yerleşim ve yeşillik miktarlarının uzaktan algılanan farklı bandlardaki görüntülerin birleştirilmesiyle kolayca fark edildiği gözlemlenmiştir.

Gündoğdu ve ark. (2018), 2013 ve 2017 yılları arasında 29 uydu görüntüsü kullanarak bu görüntüler için NDVI indeksi değeri hesaplaması oluşturmuşlardır. NDVI değerlerini parsel bazında oluşturmuşlardır. Parsellerdeki NDVI değerlerini belirlemek için NDVI haritaları oluşturmuşlardır. Belirlenen parsellerde yetiştirilen ürünlerin NDVI değerini etkileyip etkilemediğini incelemişlerdir. Sonuç olarak, tarımsal bitki gelişimini takip etmek, verim tahmini yapmak için uydu görüntüleri kullanılabileceğini fakat uygun tarihlerde görüntü bulmamama olasılığı olmasının çalışmayı olumsuz etkileyebileceğini ortaya koymuşlardır. ^[6]

Akkartal ve ark. (2005), Trakya bölgesi, Kırklareli iline bağlı Lüleburgaz bölgesindeki bitki biyokütlesi, farklı bitki indeksleri ve dijital görüntü işleme teknikleri kullanarak incelemişlerdir. 1987 yılından 2003 yılına kadar olan biyokütle değişimleri çok zamanlı ve çok algılayıcı uydu verileri aracılığıyla analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda 1987 ve 2003 yılları arasındaki bitki örtüsü değişimleri irdelenerek çok algılayıcılı uydu verilerinin bitki örtüsü analilerinde başarı ile uygulanabileceği gösterilmiştir.^[7]

Kaplan ve ark. (2016), Türkiye'nin Orta Anadolu bölgesinde yer alan Akşehir Gölü'nü izlemek için 1987, 2000, 2011 ve 2016 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini elde etmiş ve analiz etmişlerdir. Su değişiminin izlenmesi için NDWI indeksi, ve göl çevresindeki bitki örtüsünün değişikliklerin incelenmesi için NDVI analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda doğal kaynaklarda ve iklimde meydana gelen değişimlerin geri dönüşü mümkün olmayacak kayıplar oluşmasına sebep olabileceği ortaya konulmuştur. Plansız gelişimi önlemek ve izleyebilmek amacı ile zamansal değişimin tespit edilmesi ve gerekli planlamaların yapılması gerektiği vurgulanmıştır.^[8]

Bu çalışmada, Ankara şehiri üzerinde seçilen bölge için Landsat 8 uydusu kullanılarak 2013 yılı Ağustos ayı ve 2018 yılı Ağustos ayında çekilen 2 farklı görüntü ele alınmıştır. Daha sonra seçilen bu görüntüler için 2 tane yeşil alan, 1 tane su alanı ve 1 tane de yerleşim alanı için uygulanabilecek indeks yöntemi seçilmiştir. Seçilen index yöntemleri QGIS programı yardımı ile seçilen görüntülere uygulanarak, 2013 ve 2018 tarihlerindeki yeşil alan, su alanı ve yerleşim alanı farklılıkları incelenmiştir. Oluşturulan modeller QGIS programı ile modellenerek görüntü olarak sunulmuştur.

2.QGIS

QGIS programı veri görüntüleme, düzenleme, işleme ve çözümleme yetenekleri sağlayan açık kaynaklı bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılımıdır. Açık Kaynak Coğrafya Vakfı (OSGeo) tarafından oluşturulmuş bir programdır. QGIS programı Linux, Unix, Mac OSX, Windows ve Android tabanlı çalışabilir.^[1]

QGIS programı çok katmanlı haritalar oluşturmasına imkan sağlar. Farklı kullanımlar için farklı biçimlerde haritalar oluşturulabilir.^[1] Raster veya vector katmanları QGIS programı ile oluşturulabilir. Vektör verileri nokta, çizgi veya poligon özellikli olarak saklanır. QGIS programı ile farklı türlerde raster görüntüler için jeoreferanslama gerçekleştirilebilir.^{2]}

QGIS programı, PostGIS, GRASS ve Mapserver gibi diğer açık kaynak coğrafi bilgi sistemi paketleri ile birleştirilebilir.^[2] Python veya C++ yazılı eklentileri QGIS ile birlikte kullanılabilir. Geoprocessing (fTools) uygulamak ve Mapnik ile harita oluşturmak için eklentilere sahiptir.



Sekil 1:QGIS Program arayüzü^[1]

3.ÇALIŞMA ALANI

Ankara Türkiyenin başkentidir ve yaklaşık 5.5 milyon kişilik bir nüfüsa sahiptir. İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yer alan Ankara, 39 ve 57' kuzey enlemi ve 32 ve 53' doğu boylamı arasında bulunur. Bu bölge yüksek ve düşük yoğunluklu yerleşim alanlarına sahiptir. Geniş kuru araziler ve endüstriyel alanları içerir. Şehir üzerinde su, yapılaşma ve yeşillik alan içeren 50x50 kilometrelik bir alan seçilmiştir. Çalışma alanı şekil 1. De belirtildiği gibidir.



Şekil 2:Çalışma alanı^[11]

4. VERİLER

Bu çalışmada, analizler için 1C düzeyinde işlenmiş, bulutsuz Landsat-8 görüntüleri kullanılmıştır. Ankara üzerinde seçilen alan için kullanılacak görüntülerin alım tarihleri 10 Ağustos 2013 ve 24 Ağustos 2018 olarak belirlenmiştir.

Landsat-8 Dünya etrafında 705 kilometrede 98.2 derecelik eğimle kutupsal bir yörüngede bulunur. Güneş senkron bir yörüngeye sahip olan Landsat-8 dünya etrafındaki yörüngesinin bir periyodunu 99 dakikada tamamlar. Dünya'nın tamamını taraması yaklaşık 16 gün sürer. Ekvatordan geçiş zamanı 10.00 'dır. Landsat-8 11 farklı cihaza sahiptir. Bunlardan 9 tanesi operasyonel yer görüntüleyicisi (Operational Land Imager - OLI), 2 tanesi ise termal kızılötesi sensördür (Thermal Infrared Sensor - TIRS). Bu cihazlar;

Operasyonel Yer Görüntüleyicisi (OLI)

- Band 1 Coastal Aerosol (0.43 0.45 µm) 30 m
- Band 2 Blue (0.450 0.51 µm) 30 m
- Band 3 Green (0.53 0.59 µm) 30 m
- Band 4 Red (0.64 0.67 µm) 30 m
- Band 5 Near-Infrared (0.85 0.88 µm) 30
- Band 6 SWIR 1(1.57 1.65 µm) 30 m
- Band 7 SWIR 2 (2.11 2.29 μm) 30 m
- Band 8 Panchromatic (PAN) (0.50 0.68 μm) 30 m
- Band 9 Cirrus (1.36 1.38 µm) 30 m

Termal Kızılötesi Sensör (TIRS)

- Band 10 TIRS 1 (10.6 11.19 µm) 100 m
- Band 11 TIRS 2 (11.5 12.51 µm) 100 m

5.METODOLOJİ

5.1. Indeks Seçimi

Bu çalışma kapsamında görüntülerin analiz edilmesi için 4 farklı indeks kullanılmıştır. Seçilen indekslerden 2 tanesi yeşil alan analizinde 1 tanesi su alanı analizinde ve diğer 1 tanesi ise yerleşim (yapılaşma) analizlerinde kullanılmıştır.

Yerleşim indeksi	Yeşil alan indeksi	Su alanı indeksi
1. NDTI	1. NDVI	1. NDWI
	2. SAVI	

5.1.1 Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Bitki örtüsü yoğunluğunu belirleyen indeksler arasında uygulaması en çok olan indeks normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksidir. Sağlıklı bitki örtüsünden yansıyan radyasyon değerinin, diğer tüm kaynaklardan yansıyan radyasyon değerine oranıdır. Görüntü üzerindeki herbir piksel için hesaplanarak oluşturulur. Sonuçlar bitki örtüsünün bulunduğu alana bağlı olarak -1 ile +1 aralığında değişim gösterebilir. Sağlıklı bitki örtüsü +1 ile gösterilir iken hiç bitki örtüsünün olmadığı -1 ile gösterilir. Indeks değerinin elde edilmesi için kullanılan hesaplamalar aşağıdaki formül kullanılarak elde edilir.

 $Normalize \ Edilmiş \ Fark \ Bitki \ \" tusu \ lndeksi = \frac{Yakın \ Kızılötesi \ band - Kırmızı \ band}{Yakın \ Kızılötesi \ band + Kırmızı \ band}$

Landsat-8 üzerindeki bandlar ile ifade edilecek olursa;

$$NDVI = \frac{Band \ 5 - Band \ 4}{Band \ 5 + Band \ 4}$$

Kısaca NDVI indeksinin çalışma prensibine göre yakın kızılötesi dalga boylarındaki yansıyan radyasyon, görünür dalga boylarındaki yansıyan radyasyondan çok daha fazla ise o pikselde bitki örtüsünün yoğun olması muhtemeldir.

Bu çalışmada sağlıklı bitki örtüsü yeşil renk ile gösterilmiş, sağlıksız bitki örtüsüne veya bitki örtüsüne sahip olmayan alanlar ise sırasıyla sarı ve kırmızı renk ile ifade edilmiştir.

5.1.2. Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (NDWI)

Normalize edilmiş fark su indeksi McFeeters tarafından 1996 yılında tanımlanan görünür yeşil ve yakın kızılötesi dalga boylarını kullanarak su kütlelerindeki su içeriği ile ilgili değişiklikleri izlemek için kullanılan bir indeks türüdür. Diğer indekslere benzer olarak -1 ile +1 aralığında değişim gösteren sonuçlara sahiptir. Görüntü üzerindeki her bir piksel için hesaplanır ve herbir piksel için değer oluşturulur. -1 ile 0 değerleri aralığı su içermeyen yüzeyleri temsil ederken 0 ile +1 değerleri aralığı su içeren yüzeyleri temsil eder. Indeks değerinin elde edilmesi için kullanılan hesaplamalar aşağıdaki formül kullanılarak elde edilir.

 $Normalize \ Edilmiş \ Fark \ Su \ lndeksi = \frac{Yeşil \ band - Yakın \ Kızılötesi \ band}{Yeşil \ band + Yakın \ Kızılötesi \ band}$

Landsat-8 üzerindeki bandlar ile ifade edilecek olursa;

$$NDWI = \frac{Band \ 3 - Band \ 5}{Band \ 3 + Band \ 5}$$

Bu çalışmada su alanının yoğun olduğu yerler mavi renk ile gösterilmiş, su alanının az olduğu veya hiç olmadığı alanlar ise sırasıyla sarı ve kırmızı renk ile ifade edilmiştir.

5.1.3 Normalize Edilmiş Fark Tarım İndeksi (NDTI)

Normalize edilmiş fark tarım indeksi yerleşim alanlarını vurgulayarak, toprak alanlarından ayır eder. Kısa dalga kızılötesi (SWIR-1 ve SWIR-2) bandlar arasındaki yansıtma farkları toprak alanları ile yerleşim alanları arasında yüksek farklılıklar göstermektedir. Oluşturulan bu indeks sonucunda oluşan değerler piksel başına -1 ile +1 aralığında değişmektedir. Değerlerin -1 e yakınlaşması ile yerleşim alanlarının arttığı, +1 e yakınlaşması ile yerleşim alanlarının azaldığı gösterilmektedir. Indeks değerinin elde edilmesi için kullanılar hesaplamalar aşağıdaki formül kullanılarak elde edilir.

Normalize Edilmiş Fark Tarım İndeksi =
$$\frac{SWIR \ 1 - SWIR \ 2}{SWIR \ 1 + SWIR \ 2}$$
SWIR=Kısa Dalga Kızılötesi band

Landsat-8 üzerindeki bandlar ile ifade edilecek olursa;

$$NDTI = \frac{Band \ 6 - Band \ 7}{Band \ 6 + Band \ 7}$$

Bu çalışmada yerleşim alanlarının yüksek yoğunluk gösterdiği alanlar kırmızı renk ile gösterilmiş, yerleşim alanlarının düşük yoğunluk gösterdiği alanlar ise yeşil renk ile ifade edilmiştir.

5.1.4 Toprak Ayarlı Bitki Örtüsü İndeksi (SAVI)

Toprak ayarlı bitki örtüsü indeksi, vejetatif örtü düşük olduğunda toprak parlaklığının etkisini düzeltmek için normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksinin bir modifikasyonu olarak geliştirilmiştir.^[3] Diğer indekslerde olduğu gibi bu indeks uygulandığında değerler -1 ile +1 aralığında her bir piksel için değişiklik göstermektedir. SAVI, NDVI endeksine benzer şekilde oluşturulur fakat toprak parlaklık düzeltme faktörü eklenerek iyileştirilmiştir. Indeks değerinin elde edilmesi için kullanılan hesaplamalar aşağıdaki formül kullanılarak elde edilir.

Toprak Ayarlı Bitki Örtüsü İndeksi = $\left(\frac{Yakın kızılötesi band - Kırmızı band}{Yakın kızılötesi band + Kırmızı band + L}\right) * (1 + L)$ Landsat-8 üzerindeki bandlar ile ifade edilecek olursa;

$$SAVI = \left(\frac{Band \ 5 - Band \ 4}{Band \ 5 + Band \ 4 + L}\right) * (1 + L)$$

L, toprak parlaklığı düzeltme faktörüdür. L değeri seçilen alanın bitki örtüsüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Çok yüksek bitki örtüsüne sahip alanlarda L=0, yeşil bitkisi örtüsü olmayan alanlarda ise L=1 olarak alınabilir. L=0 olduğunda SAVI=NDVI olacaktır. Bunun yanısıra genellikle L=0.5 olarak alınır ve çoğu durumda iyi çalışır.

Bu çalışmada L değeri 0.5 olarak kullanılmıştır. Sağlıklı bitki örtüsü yeşil renk ile gösterilmiş, sağlıksız bitki örtüsüne veya bitki örtüsüne sahip olmayan alanlar ise sırasıyla sarı ve kırmızı renk ile ifade edilmiştir.

5.2. Görüntülerin Birleştirilmesi

Doğada 3 ana renk bulunur. Bunlar kırmızı, yeşil ve mavi olarak tanımlanır. Doğada bulunan gözle görünebilen tüm renkler bu 3 rengin kombinasyonu ile meydana gelir. Bu durum uydular üzerindeki sensörlerden gelen görüntüler içinde teorik olarak bu şekildedir. Uydular üzerindeki kırmızı, yeşil ve mavi band sensörlerinden gelen görüntüler birleştirilerek görüntüler gözle görünen biçime çevirilir. Bu işlem stacking yani yığınlama işlemi olarak tanımlanır.

Bu çalışmada Landsat-8 uydusu üzerindeki kırmızı, yeşil ve mavi band sensörlerinden elde edilen görüntüler QGIS programı yardımı ile birleştirilerek görünür formda görüntü oluşturuldu. Birleştirme sonrası false colour olarak tanımlanan yanlış renklendirme oluşmuştur. Bunun giderilmesi yine QGIS programı üzerinde doğru bandların doğru renklere atanması ile sağlanmıştır. Düzeltme sonrası elde edilen görüntü görünür forma gelmiş olacaktır.

6. SONUÇLAR

6.1. Stack (Yığınlama) İşlemi Sonuçları

Kırmızı, yeşil ve mavi band üzerinden elde edilen veriler QGIS programı yardımı ile birleştirilmiş, doğru renk bandı atamaları yapılmıştır. Elde edilen bu görüntüler indeks uygulamalarının yorumlanması için önem arz etmektedir. İndeks uygulamaları sonrası yanlış yorumlamalara yol açılmaması için bu resimler kullanılacak ve görüntüler üzerinde yorumlama yapılacaktır. 2013 yılındaki görüntü şekil 3, 2018 yılındaki görüntü ise şekil 4 ile ifade edilmiştir.



Şekil 3: Seçilen çalışma alanı için 10 Ağustos 2013 tarihli stack görüntü



Şekil 4: Seçilen çalışma alanı için 24 Ağustos 2018 tarihli stack görüntü

6.2. İndeks Uygulamaları Sonuçları

6.2.1 NDVI İndeksi Uygulaması

Seçilen bölge için yukarıda belirtilen formüller doğrultusunda NDVI indeksi uygulaması sonuçları şekil 5 ve şekil 6 da paylaşılmıştır. Uygulanan indeksler sonucunda değerler -0.3 ile 0.7 aralığında oluşturulmuştur. -0.3 minimum yeşil alanı 0.7 ise maksimum yeşil alanı olarak belirlenmiştir.



Şekil 5: 10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için NDVI uygulaması



Şekil 6:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için NDVI uygulaması

6.2.2 NDWI İndeksi Uygulaması

Seçilen bölge için yukarıda belirtilen formüller doğrultusunda NDWI indeksi uygulaması sonuçları şekil 7 ve şekil 8 de paylaşılmıştır. Uygulanan indeksler sonucunda değerler -0.6 ile 0.4 aralığında oluşturulmuştur. -0.6 minimum su alanı 0.4 ise maksimum su alanı olarak belirlenmiştir.



*Şekil 7:*10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için NDWI uygulaması



Şekil 8:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için NDWI uygulaması

6.2.3. NDTI İndeksi Uygulaması

Seçilen bölge için yukarıda belirtilen formüller doğrultusunda NDTI indeksi uygulaması sonuçları şekil 9 ve şekil 10 da paylaşılmıştır. Uygulanan indeksler sonucunda değerler -0.2 ile 0.3 aralığında oluşturulmuştur. -0.2 maksimum yerleşim alanı 0.3 ise minimum yerleşim alanı olarak belirlenmiştir.



Şekil 9:10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için NDTI uygulaması



Şekil 10:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için NDTI uygulaması

6.2.4. SAVI İndeksi Uygulaması

Seçilen bölge için yukarıda belirtilen formüller doğrultusunda SAVI indeksi uygulaması sonuçları şekil 11 ve şekil 12 de paylaşılmıştır. Uygulanan indeksler sonucunda değerler -0.4 ile 1 aralığında oluşturulmuştur. -0.4 minimum yeşil alanı 1 ise maksimum yeşil alanı olarak belirlenmiştir.



*Şekil 11:*10 Ağustos 2013 tarihli görüntü için SAVI uygulaması



Şekil 12:24 Ağustos 2018 tarihli görüntü için SAVI uygulaması

6.3 Karşılaştırma ve Yorumlama

Bu çalışma kapsamında Ankara şehri üzerinde 10 Ağustos 2013 ve 24 Ağustos 2018 tarihli iki görüntü elde edilmiştir. Elde edilen görüntülere yerleşim alanı, su alanı ve yeşil alan bakımından incelemek için 4 farklı indeks uygulaması yapılmıştır. Yeşil alan incelemesi için NDVI ve SAVI, yerleşim alanı incelemesi için NDTI ve su alanı incelemesi için NDWI indeksleri QGIS programı kullanılarak uygulanmıştır. Uygulama sonucu elde edilen değerler uygun renklendirme biçimi seçilerek renklendirilmiştir. İndeks uygulamasının sonucunu doğru olarak yorumlamak için üç görünür band (kırmızı, yeşil ve mavi) birleştirilerek görünür formda görüntü elde edilmiştir.

NDVI indeksi incelendiğinde, şekil 15 ve şekil 16 da gösterildiği gibi görüntünün kuzey batı bölgesinde bitki örtüsünün genişlediği gözlemlenirken, şekil 17 ve şekil 18 de gösterildiği gibi ODTU kampüsü çevresindeki ve eymir gölü çevresindeki alanlardaki bitki örtüsünün azaldığı gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra şekil 13 ve şekil 14 de gösterildiği gibi çok belirgin olmamakla beraber görüntünün kuzey doğu bölgesinde de bitki örtüsü bakımından azalma gözlemlenmektedir.





Şekil 13: Şehrin kuzey doğusu için 2013 NDVI uygulaması Şekil 14: Şehrin kuzey doğusu için 2018 NDVI uygulaması



Şekil 15: Şehrin kuzey batısı için 2013 NDVI uygulaması



Şekil 16: Şehrin kuzey batısı için 2018 NDVI uygulaması



Şekil 17: ODTU ve çevresi için 2013 NDVI uygulaması



Şekil 18: ODTU ve çevresi için 2018 NDVI uygulaması

NDWI indeksi incelendiğinde seçilen bölgenin güneyinde yer alan Mogan Gölü üzerindeki değişim gözle görünür derecede fazladır (şekil 19 ve şekil 20). Göl üzerindeki 2013 yılındaki mavilik oranı ile 2018 yılındaki mavilik oranı büyük farklılık göstermektedir. Göldeki su seviyesinin veya su kalitesinin azaldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 19: Mogan gölü için 2013 NDWI uygulaması



Şekil 20: Mogan gölü için 2018 NDWI uygulaması

NDTI indeksi incelendiğinde seçilen bölgenin batı bölgelerinde (şekil 21 ve şekil 22) yerleşim alanlarının, şehirleşmenin, arttığı fark edilmektedir. Bu indeks incelemesi sonucunda şehirin batı yönünde geliştiği söylenebilir.



Şekil 21: Şehrin batısı için 2013 NDTI uygulaması



Şekil 22: Şehrin batısı için 2018 NDTI uygulaması

SAVI indeksi incelemesi sonucunda ise, seçilen alanın bitki örtüsü hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edilebilir. Temel olarak NDVI indeksine benzemesine rağmen NDVI indeksine göre daha iyi sonuç vermiştir. Elde edilen görüntüler sonucunda NDVI'a benzer şekilde değişiklikler elde edilmiştir. Fakat farklılıklar daha kolay fark edilebilir düzeydedir. Şekil 23 ve şekil 24 de şehrin kuzey batısı için 2018 yılında yeşil alan artışı gözlemlenirken, ODTU ve çevresinde (şekil 25 ve şekil 26) 2018 yılında yeşil alanın azaldığı fark edilmektedir.



Şekil 23:Şehrin kuzey batısı için 2013 SAVI uygulaması



Şekil 25: ODTU ve çevresi için 2013 SAVI uygulaması



Şekil 24: Şehrin kuzey batısı için 2018 SAVI uygulaması



Şekil 26: ODTU ve çevresi için 2018 SAVI uygulaması

7. GENEL DEĞERLENDİRME

Bu proje kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda uzaktan algılama ile bölgesel değişikliklerin fark edilebileceği gösterilmiştir. SAVI indeksinin düzeltme katsayısı ile uygulandığında yeşil alan ayırımı yapılmasında NDVI'dan daha başarılı sonuç elde ettiği fark edilmiştir. NDWI indeksinin su alanlarındaki değişikliklerde başarılı olduğu analiz sonuçlarında kolaylık gözlemlenebilmektedir. NDTI indeksinin ise şehirleşme analizlerinde başarı ile sonuç verdiği gösterilmiştir. Şehirleşme ve çıplak toprak alanı arasındaki farkı ayırt edebildiği ortaya konulmuştur.

Seçilen alanların zaman ile bağlı değişimi, değişim türüne bağlı belirlenecek indeks seçimi ile analiz edilebilmektedir. Bunun yanı sıra uzaktan algılama ile yapılan indeks analizlerinin şehirleşme yönü gibi geleceğe yönelik bilgiler verebileceği gösterilmiştir. Seçilen alanda tehlike altında olan bölgeler indeks uygulaması ile saptanabilecektir. Indeks analizlerinin yeryüzü hakkında detaylı bilgi elde edebileceği çıkarılmıştır.

8. REFERANSLAR

- 1. QGIS Programı websitesi, https://qgis.org/tr/site/about/index.html, 2020
- 2. Wikipedia websitesi, https://tr.wikipedia.org/wiki/QGIS#cite_note-QGIS.org-1, 2020
- Wikipedia websitesi, <u>https://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:soil-</u> <u>adjusted_vegetation_index</u>, 2020
- 4. Ettehadi Osgouei, P.; Kaya, S.; Sertel, E.; Alganci, U. Separating built-up areas from bare land in mediterranean cities using sentinel-2a imagery. Remote Sens. 2019, 11, 345.
- Sonmez, N.K.; Slater, B. Measuring intensity of tillage and plant residue cover using remote sensing. *Eur. J. Remote Sens.* 2016, 49, 121–135.
- 6. Gündoğdu, K.S., Bantchina, B.B. 2018 Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2018, Cilt 32, Sayı 2, 45-53
- Akkartal, A., Türüdü, O., Erbek, F. S. 2005. Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri İle Bitki Örtüsü Değişim Analizi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart – 1 Nisan 2005, Ankara.
- Kaplan, G., Avdan, U., Avdan, Z., Yıldız, N.D., Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Kuraklık İzlenmesi (Akşehir Gölü Örneği), 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, Türkiye, 5 - 07 October 2016
- Van Deventer, A.P.; Ward, A.D.; Gowda, P.H.; Lyon, J.G. Using Thematic Mapper Data to Identify Contrasting Soil Plains and Tillage Practices. Photogramm. Eng. Remote Sens. 1997, 63, 87–93.
- 10. Huete, A. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sens. Environ. 1988, 25, 295–309.
- Harita Genel Müdürlüğü websitesi, <u>https://www.harita.gov.tr/urun-325-fiziki-il-haritalari.html</u>,
 2020