



Araştırma Makalesi

Yozgat İli NDVI Yersel ve Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi

Ömer Faruk KARACA^{1*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6302-9738>

*Sorumlu Yazar e-mail: omerf.karaca@yobu.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 30.10.2024

Kabul: 06.01.2025

DOI: 10.59128/bojans.1576006

Anahtar Kelimeler

CBS,
Landsat,
NDVI,
Uydu,
Yozgat

Öz: Günümüzde uydu görüntüleri yardımıyla toprak ve bitki üzerindeki değişimlerin belirlenmesinde özellikle uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yoğun olarak kullanılmaktadır. Sağlıklı bir bitki, görünür ışını soğurup yakın kızılötesi ışını büyük bir bölümünü yansıtmaktadır. Bu çalışmada amaç, uydu görüntüleri kullanılarak Yozgat ili normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksinin (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) zamansal ve yersel değişiminin CBS yardımıyla tespit edilmesidir. Yozgat iline ait 2010 yılı Temmuz Landsat 4-5 TM (Thematic Mapper) C2 L2 ve 2020 yılı Temmuz Landsat 8 OLI/TIRS C2 L2 uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile o yıllara ait yeni NDVI haritaları elde edilmiş ve gerekli değişim analizleri yapılmıştır. Yozgat ili düzeyinde yıldan yıla yeşil bitki örtüsündeki değişim miktarı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tarımsal açıdan gelişimin en uygun düzeylerde olduğunu gösteren 3. ve 4. sınıf aralıklarında 2010 yılına göre 2020 yılında genel olarak azalmalar olduğu belirlenmiştir. Özellikle sağlıklı bitki materyaline bakıldığında sadece Aydıncık, Çandır ve Çekerek ilçelerinde artış olduğu, geriye kalan 11 ilçenin tamamında ise 2020 yılında 2010 yılına oranla yeşil alanlarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Tehlikeli olabilecek düzeyde en fazla artışın yaşandığı 2.sınıf, 0-0.33 NDVI ile sağlıklı bitki materyalinin olduğu alanlarda görülmüştür. Sağlıklı bitki materyalinde ise %59.19 oranında azalış olduğu tespit edilmiştir.

Atıf Künyesi: Karaca, Ö.F. (2024). Yozgat İli NDVI Yersel ve Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tespit Edilmesi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2), 155-167. **How To Cite:** Karaca, Ö.F. (2024). Determination of Spatial and Temporal Changes in NDVI in Yozgat Province Using Satellite Images, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 3(2), 155-167.

Determination of Spatial and Temporal Changes in NDVI in Yozgat Province Using Satellite Images

Article Info

Received: 30.10.2024

Accepted: 06.01.2025

DOI: 10.59128/bojans.1576006

Abstract: Nowadays, remote sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) are intensively used to determine changes in soil and plants with the help of satellite images. A healthy plant absorbs visible light and reflects a large part of the near infrared light. The aim of this study is to determine the temporal and spatial changes of the normalized difference vegetation index (NDVI) of Yozgat province using satellite images with the help of GIS. By classifying the 2010 July Landsat 4-5 TM (Thematic

Keywords

GIS,
Landsat,
NDVI,
Satellite,
Yozgat

Mapper) C2 L2 and 2020 July Landsat 8 OLI/TIRS C2 L2 satellite images of Yozgat province, new NDVI maps for those years were obtained and the necessary change analyzes were made. The amount of change in green vegetation from year to year in Yozgat province was tried to be revealed. It was determined that there were general decreases in the 3rd and 4th class intervals, which show that agricultural development is at the most suitable levels, in 2020 compared to 2010. When we look at healthy plant material in particular, it was determined that there was an increase only in Aydıncık, Çandır and Çekerek districts, and in all of the remaining 11 districts, there was a decrease in green areas in 2020 compared to 2010. The second class, where the highest increase at a level that could be dangerous was seen in areas with unhealthy plant material with 0-0.33 NDVI. It was determined that there was a very large decrease of 59.19% in healthy plant material.

1. Giriş

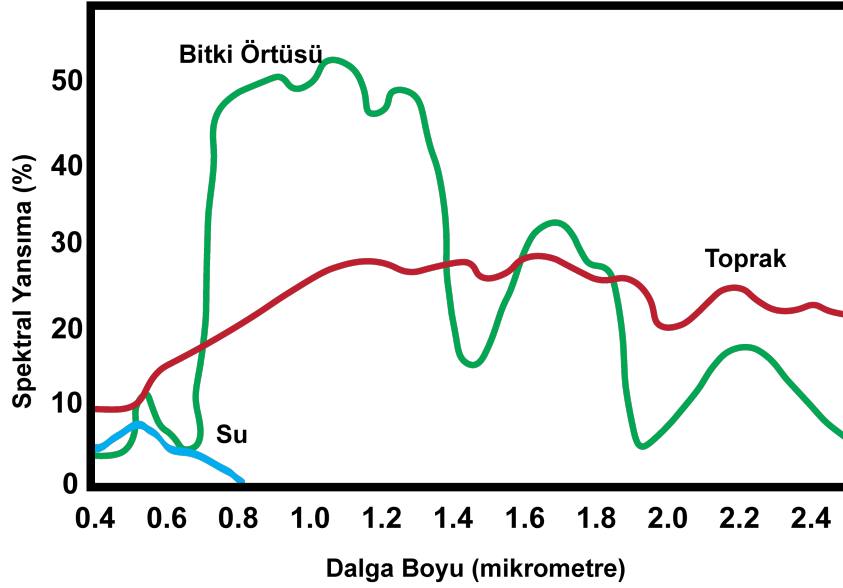
Hızla artan nüfusa bağlı olarak sınırlı olan toprak ve su kaynaklarının daha etkin ve sürdürülebilir kullanılması gerekmektedir. Günümüz teknolojik koşullarında toprak miktarında bir artışın olamayacağı bilinen bir gerçektir. Toprakta yararlanmada azalan verim kuralının halen geçerli olması nedeniyle, verimli tarım topraklarının daha etkin bir şekilde ve özelliklerine uygun olarak kullanılması gün geçtikçe daha da önemli hale gelmektedir (Yılmaz, 2001).

Ülkemizde tarım arazilerinin amacı dışında, uygunsuz ve plansız kullanımı mevcut arazilerde geri döndürülmesi imkânsız sorunların oluşmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda yok olan arazilerin miktarı (I., II. ve III. sınıf) 573.239 ha'ya ulaşmıştır (Cangir ve ark., 1998; Dengiz ve ark., 2006). Bundan dolayı doğal ortama da bağlı kalacak şekilde arazilerin sınıf değerlerine uygun kullanılması ve planlanmasında ve özellikle arazi sürdürülebilirliği için güncel arazi örtüsü/arazi kullanım bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Gülersoy, 2008; Demir ve ark., 2022).

Günümüzde uydu görüntüleri yardımıyla toprak ve bitki üzerindeki değişimlerin belirlenmesinde özellikle UA ve CBS yoğun olarak kullanılmaktadır. UA ve CBS'nin birlikte entegrasyonu, birçok yer bilimi çalışmalarına kaynak sağlayan arazi örtüsü/arazi kullanımlarının tespiti, zamansal ve mekânsal değişikliklerin gözlemlenmesi, planlanması ve yönetiminde de büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Turan ve ark., 2021). Bu sayede çalışma alanına gitmeye gerek kalmadan uydu görüntüleri kullanılarak bitki örtüsündeki değişimler gözlemlenebilmektedir.

Uydular, Dünya'ya gönderdikleri elektromanyetik dalgaların geri dönüş yanıtına göre alıcılar yardımıyla yeryüzüne ait verileri toplamaktadır. Toplanan bu bilgiler uydu görüntüleri içerisindeki değişik bantlara kaydedilmektedir. Bu sayede UA teknolojisi ile herhangi bir bölgeye ait bitki örtüsü haritası kolay bir şekilde elde edilebilmektedir. Bunun yanında benzeri işlemler sayesinde insan gücüyle tespit edilmesi zor ve aşırı pahalı olabilecek alanlarda dahi bitki örtüsü yoğunluğu belirlenebilmektedir (Başarsoft, 2024).

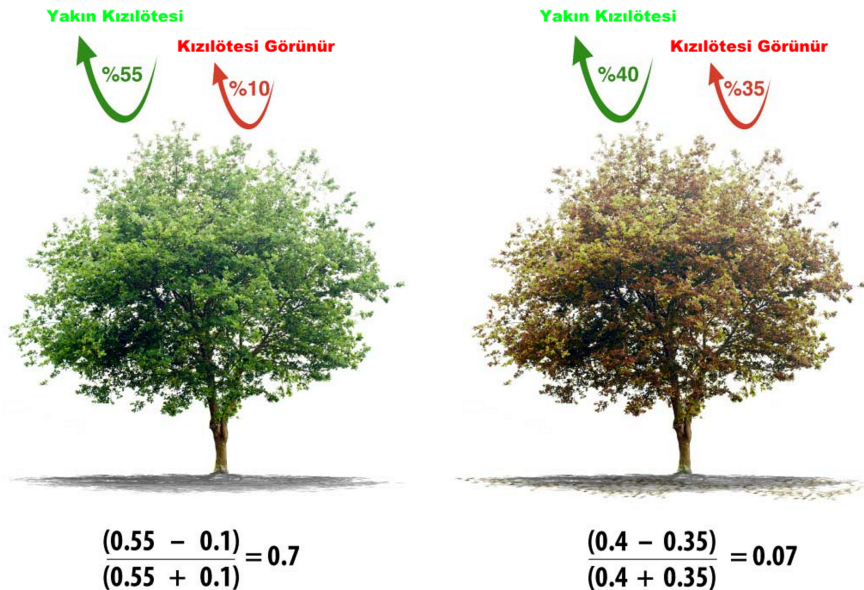
Her cismin farklı dalga boylarına bağlı olarak, yansıtma özellikleri arasında farklılıklar gözükmektedir. Bu durum ise spektral yansıma eğrilerini (Şekil 1) ortaya çıkarmaktadır. Su, toprak, bitki, kaya vb. gibi nesnelere bu dalga boylarına göre farklı eğrilerin oluşmasına neden olmaktadır.



Şekil 1. Spektral yansımaya eğrisi (Kumar and Reshmidev, 2013)

Yansımaya değerlerinden elde edilen indekslerden yararlanılarak su, toprak ve bitki ile ilgili tahminler yapılabilmektedir. Bu amaçla bitkiler açısından en çok NDVI analiz yöntemi kullanılmaktadır. NDVI yüzey örtüsü, yaprak alan indeksinin oranları, yüzey sularının biyokütlesi ve bitkinin fotosentez etkinliği ile doğrudan ilişkili bir terimdir (Karadoğan ve ark., 2023). Bitki indeksi, ilk defa (Rouse ve ark., 1973) tarafından Texas A&M Üniversitesi Uzaktan Algılama Merkezindeki çalışmada ortaya atılmıştır.

NDVI; iklim, arazi özellikleri ve yetiştirme tekniği uygulamalarının olumlu ve olumsuz etkilerinin bitki örtüsü üzerindeki etkisini gösteren en önemli vejetasyon indisi (Anonim, 2024a). Sağlıklı bir bitki, görünür ışını bünyesinde emerek, yakın kızılötesi ışının büyük bir bölümünü yansıtmaktadır (Şekil 2). NDVI değerinin -1 ile +1 arasında değişmesine karşın, değerin artmasıyla birlikte vejetasyonun canlılığı da artmaktadır (Anonim, 2024b). Bitki gelişiminin sağlıklı olarak devam etmesi ürün veriminde pozitif bir etkinin olacağını göstermektedir (Anonim, 2024c). NDVI sonuçlarında 0 değerinden küçük değerler bitki olmayan pikselleri, 0 – 1 aralığındaki NDVI değerleri ise bitkinin sık bulunduğu pikselleri ifade etmektedir. Bitki indeksi sonucu eksi değerler, sıfıra taşınabilir (Körümdük, 2003).



Şekil 2. Bitkilerin NIR ve RED bantları yansımaya biçimleri (Esular, 2024).

Landsat uyduları, yaklaşık 30 yıla yakın bir zamandır görüntü eldesinde kullanılmaktadır. NASA, ilk Landsat uydusunu 1972'de, geliştirilmiş Landsat 8'i 2013 yılında ve son olarak Landsat 9 uydusunu da 2021'de uzaya fırlatmıştır. Elde edilen bu görüntüler haritalama, tarım, jeoloji, eğitim, şehir-bölge planlama, ormancılık ve küresel değişimlerin araştırılması konularında çalışan araştırmacılar için sıklıkla kullanılmaktadır.

Landsat TM ((Thematic Mapper = Tematik Haritalayıcı) uyduları çoğunlukla canlı bitkilerin yeşil bölümleri; litoloji ve toprak arasındaki sınırın saptanması; farklı bitki türlerinin tespiti; toprak ve bitki arası farklılıklar; kurak alanlar, su miktarı, kar ve buz arasındaki farkın bulunması; ormanlık alanları ve kıyı çizgisinin haritalanması; bitki miktarlarının saptanması; sıcaklık miktarı; termal kirlilik tespiti; toprak ve bitkilerdeki su miktarının saptanması; jeotermal alanların belirlenmesi gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Anonim, 2024d).

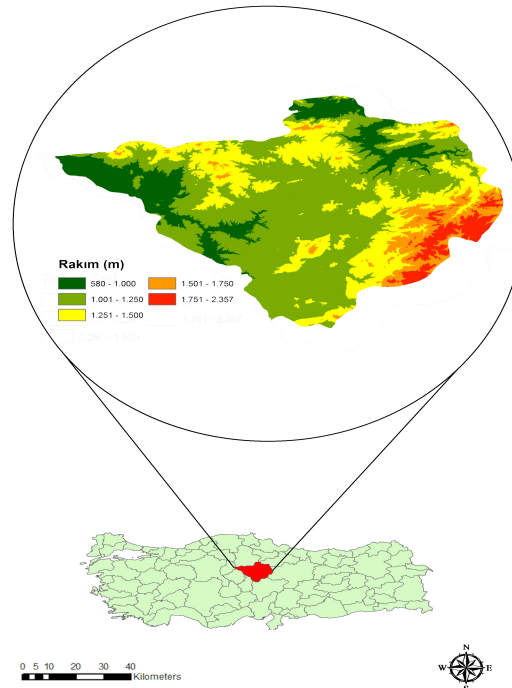
Bu çalışmanın amacı, Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Yozgat ili NDVI'nin zamansal ve yersel değişiminin son zamanlarda yoğun bir şekilde kullanılan CBS yardımıyla tespit edilmesidir. Bunun için, Yozgat iline ait 2010 yılı Temmuz Landsat 4-5 ve 2020 yılı Temmuz Landsat 8 uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile o yıllara ait yeni NDVI haritaları elde edilmiş ve gerekli değişim analizleri yapılmıştır. Yozgat ili düzeyinde yıldan yıla yeşil bitki örtüsündeki değişim miktarı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Yozgat, İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır (Şekil 3). Nüfusun yaklaşık %76.35'i şehirlerde yaşamaktadır. İz-düşüm alanı 13690 km², gerçek alanı ise 14123 km²'dir (HGK, 2024). İl'de km²'ye düşen kişi sayısı 31'dir ve bu sayı merkez civarında yaklaşık 53'tür. Merkezde rakım değeri 1317 m'dir. İlin batısı ile doğusu arasındaki saat farkı yaklaşık sekiz dakikadır. Alansal büyüklük açısından Türkiye'nin on beşinci ilidir. İl geneli fazla dağlık değildir. İlde 14 ilçe, 36 belediye, bu belediyelerde 234 mahalle, 558 köy bulunmaktadır (Anonim, 2024e).

İklim olarak, il genelinde sıcak ve ılıman bir iklim görülmektedir. Kış mevsiminde yaz aylarına oranla daha çok yağış alan bir ildir. Köppen-Geiger'e göre iklim CSB (Akdeniz sıcak/serin yaz iklimi)'dir. Yozgat ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 9.6 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 512 mm'dir (Anonim, 2024f). İl ortalama yıllık iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 3. Çalışma alanının genel görüntüsü

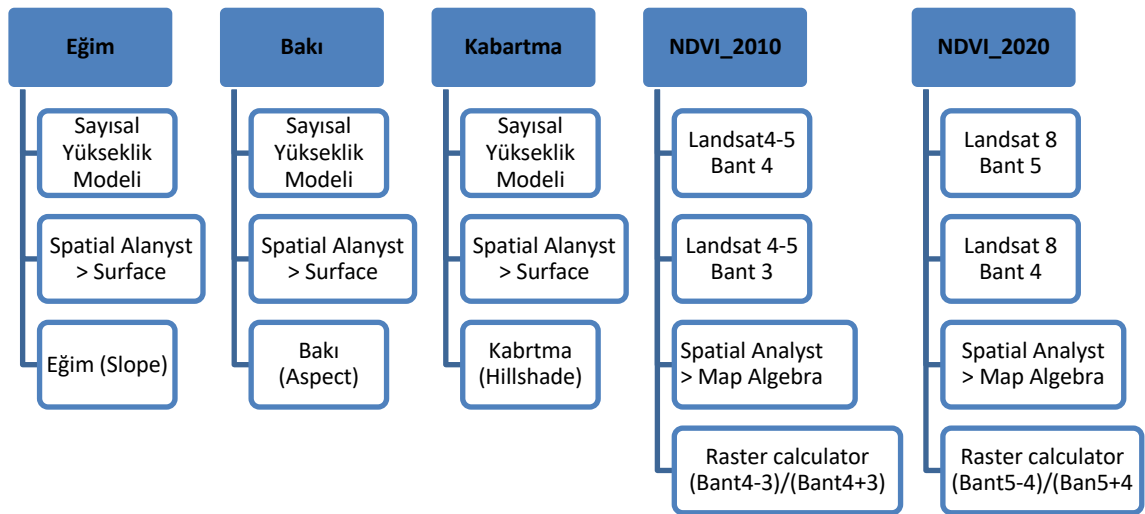
Tablo 1. Yozgat ili uzun yıllar ortalama bazı iklim verileri (Anonim, 2024f)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (°C)	-2.1	-0.4	3.8	8.6	13.3	17.4	20.9	21.2	16.9	11.2	4.8	0.1
Min. Sıcaklık (°C)	-6.1	-5	-1.8	2.3	6.7	10.7	13.5	14	10.3	5.8	0.1	-3.6
Mak. Sıcaklık (°C)	2.3	4.6	9.3	14.4	19.2	23.4	27.7	28	23.5	17.1	10.3	4.7
Yağış (mm)	54	44	64	66	68	44	10	8	16	33	45	60
Nem (%)	74%	69%	63%	58%	56%	52%	44%	44%	46%	56%	64%	71%
Güneşli saatler	5.8	6.7	8.1	9.8	11.2	12.0	12.3	11.6	10.3	8.2	7.1	6.0

Yarı kurak iklim şartlarından dolayı, il ekonomik olarak tarıma dayalıdır. Buna bağlı olarak kuru tarım yaygındır ve yetiştirilen ürün çeşitleri nispeten daha azdır. Büyük oranda tahıl ve baklagiller yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ayrıca sulama imkanı olan bölgelerde ise soğan, patates, ayçiçeği ve şeker pancarı, gibi ürünlerin de tarımı yapılabilmektedir. Sınırlı orandaki sulanabilir alanlardan dolayı, sebze yetiştiriciliği istenilen oranlarda değildir. Karasal iklimin etkisi ve depolama koşullarının eksikliğinden dolayı meyve tarımı küçük boyutlarda yapılmaktadır. Ceviz, badem, ayva, üzüm, vişne, kayısı, armut ve elma yetiştirilen başlıca meyvelerdir. Ormanlık alanlar il topraklarının %18.24'ünü kaplayan Kadışehri, Çayıralan, Çekerek, Saraykent, Çandır, Aydıncık ve Akdağmadeni'nde yoğunlaşmıştır (Anonim, 2024e).

2.2. Yöntem

CBS ve uydu görüntüleri ile ilgili tüm düzeltme ve hesaplamalar ArcGIS 10.8 yazılımı ile yapılmıştır. İl sınırını belirleyen .shp uzantılı sayısal vektör haritaları, Harita Genel Komutanlığı (HGK, 2024) adresinden temin edilmiştir. ArcGIS yazılımında elde edilen çıktılar için iş akış şeması Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. ArcGIS yazılımı iş akış şeması

NDVI değişim verileri 2010 yılına ait Landsat 4-5, 2020 yılına ait Landsat 8 uydu görüntülerinde yakın kızılötesi ve kırmızı bantların işlenmesiyle elde edilmiştir. İndirilen Uydu görüntülerine ait genel bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. İndirilen Landsat 4-5 ve 8 uydu görüntülerine ait özellikler (EarthExplorer, 2024)

Görüntü Tarihi		Uydu ve Sensör	Yörünge / Satır (Path / Row)	Bulut Oranı (%)	Konumsal Çözünürlük
2010/07/10	Landsat 4-5 TM C2 L2	LT05_L2SP_176032_20100710_20200823_02_T1	176-32	10	30m
2010/07/10		LT05_L2SP_176033_20100710_20200823_02_T1	176-33	10	30m
2010/07/03		LT05_L2SP_175032_20100703_20200823_02_T1	175-32	10	30m
2010/07/03		LT05_L2SP_175033_20100703_20200823_02_T1	175-33	10	30m
2010/07/01		LT05_L2SP_177032_20100701_20200823_02_T1	177-32	10	30m
2010/07/01		LT05_L2SP_177033_20100701_20200823_02_T1	177-33	10	30m
2020/07/14	Landsat 8 OLI /TIRS C2 L2	LC08_L2SP_175032_20200714_20200912_02_T1	175-32	10	30m
2020/07/14		LC08_L2SP_175033_20200714_20200912_02_T1	175-33	10	30m
2020/07/12		LC08_L2SP_177032_20200712_20200912_02_T1	177-32	10	30m
2020/07/12		LC08_L2SP_177033_20200712_20200912_02_T1	177-33	10	30m
2020/07/05		LC08_L2SP_176032_20200705_20200913_02_T1	176-32	10	30m
2020/07/05		LC08_L2SP_176033_20200705_20200913_02_T1	176-33	10	30m

NDVI hesabı amacıyla kullanılan formül Denklem 1’de verilmiştir (Rouse Jr ve ark., 1974; Ghosh ve ark., 2018).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad \text{Denklem 1}$$

Eşitlikte;

NIR: Yakın kızılötesi bant değeri (Landsat 4-7 için bant=4, Landsat 8-9 için bant=5)

RED: Kırmızı bant değeri (Landsat 4-7 için bant=3, (Landsat 8-9 için bant=4)

NDVI hesabı amacıyla Spatial Analyst>Map Algebra >Raster Calculator komutu kullanılmıştır. Bu komut aracılığı ile Landsat 4-5 uydusu için NDVI, yakın kızılötesi bant değeri olan bant 4 değerinin kırmızı bant değeri olan bant 3 değerinden çıkarıp toplamlarına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Yine aynı komut ile Landsat 8 uydusu için NDVI, yakın kızılötesi bant değeri olan bant 5 değerinin kırmızı bant değeri olan bant 4 değerinden çıkarıp toplamlarına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Elde edilen NDVI değerleri (Auravant, 2024) tarafından önerildiği şekilde ve Tablo 3’te verilen sınıf aralıklarına göre 4 sınıf olacak biçimde düzenlenmiştir.

Tablo 3. NDVI sınıf aralıkları (Auravant, 2024).

Sınıf Aralığı	Anlamı
-1 - 0	Ölü Bitki veya Cansız Nesnelere
0 - 0.33	Hastalıklı Bitkiler
0,33 - 0.66	Orta Derecede Sağlıklı Bitkiler
0.66 - 1	Çok Sağlıklı Bitkiler

ASTER uydusundan alınan veriler ile çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Haritası (DEM) elde edilmiştir. Daha sonra DEM yardımıyla Spatial Analyst>Surface>slope ve aspect araçları ile yeni eğim ve bakı haritaları oluşturularak 2010-2020 yıllarındaki yönelimler tespit edilmeye çalışılmıştır. Eğim şekli derece cinsinden hesaplanmıştır.

ASTER üzerinde 5 farklı modül bulunmaktadır. Yüksek alansal (spatial), tayfsal (spektral) ve radyometrik çözünürlüğe sahip toplam 14 bant spektral aralığa sahiptir. Görüntü büyüklüğü 60 x 60 km'dir. Landsat 8, 15 - 100 m arasındaki çözünürlüklerde görüntü verisi sağlayabilmektedir. Termal infrared, kısa dalga infrared, görünür ve yakın-infrared aralıklarında görüntü alan uydu NASA ve USGS (U.S. Geological Survey) işbirliği ile üretilmiştir. Landsat 8, TIRS (Thermal Infrared Sensor) ve OLI (Operational Land Imager) isimlerinde iki adet algılayıcı taşımaktadır (Avdan, 2016). Landsat 8, toplamda 9 spektral bant şeklinde veri toplamaktadır. Landsat 8 uydusuna ait genel bilgiler Tablo 4'de verilmiştir.

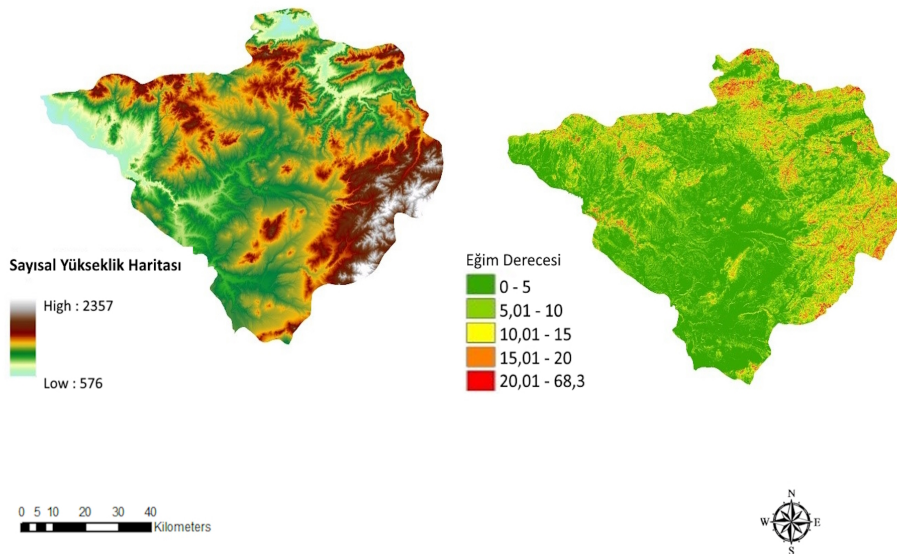
Tablo 4. Landsat 8 OLI uydusu genel özellikleri (Anonim, 2024g)

Bantlar	Dalga-boyu (μm)	Çözünürlük (m)
Bant 1 - Ultra Mavi (kıyı/aerosol)	0.435 – 0.451	30
Bant 2 - Mavi	0.452 – 0.512	30
Bant 3 - Yeşil	0.533 – 0.590	30
Bant 4 – Kırmızı	0.636 – 0.673	30
Bant 5 – NIR	0.851 – 0.879	30
Bant 6 – SWIR 1	1.566 – 1.651	30
Bant 7 – SWIR 2	2.107 – 2.294	30
Bant 8 – Renklere duyarlı (Pankromatik)	0.503 – 0.676	15
Bant 9 – Cirrus	1.363 – 1.384	30

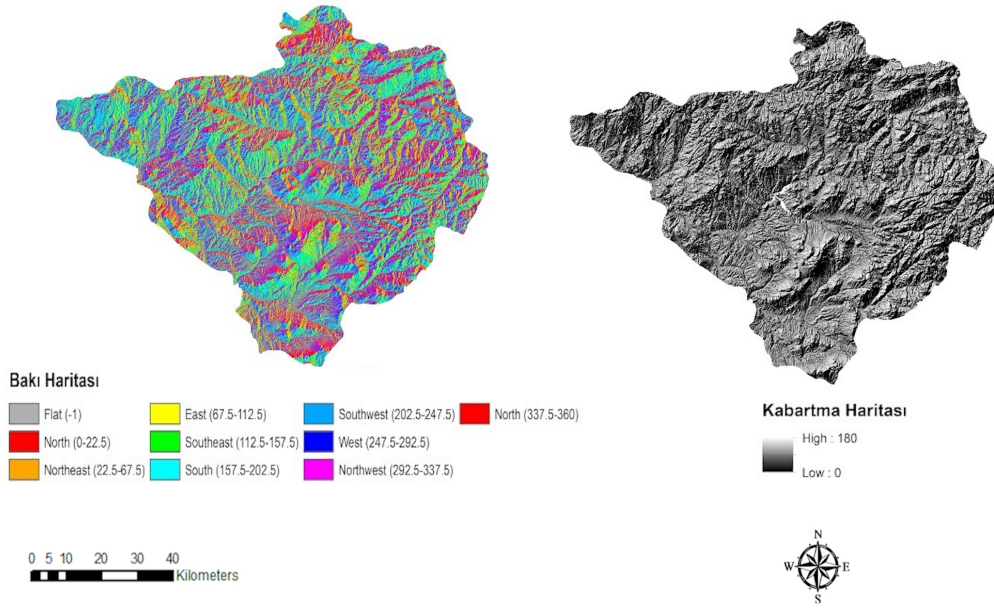
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çalışma alanı DEM, eğim ve bakı haritaları

ASTER DEM uydusundan elde edilen DEM haritasından eğim ve bakı haritaları türetilmiştir (Şekil 4). Elde edilen DEM ve eğim haritaları Şekil 5'te, bakı ve kabartma haritaları ise Şekil 6'da verilmiştir. Haritaların çözümlenmesi ve sayısallaştırılması ile elde edilen sınıf ve yüzde değerleri ise Tablo 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Yozgat ili sayısal yükseklik ve eğim haritası



Şekil 6.Yozgat ili baki ve kabartma haritası

Tablo 5. Yozgat DEM, eğim ve baki haritaları sınıf aralıkları ve yüzde değerleri

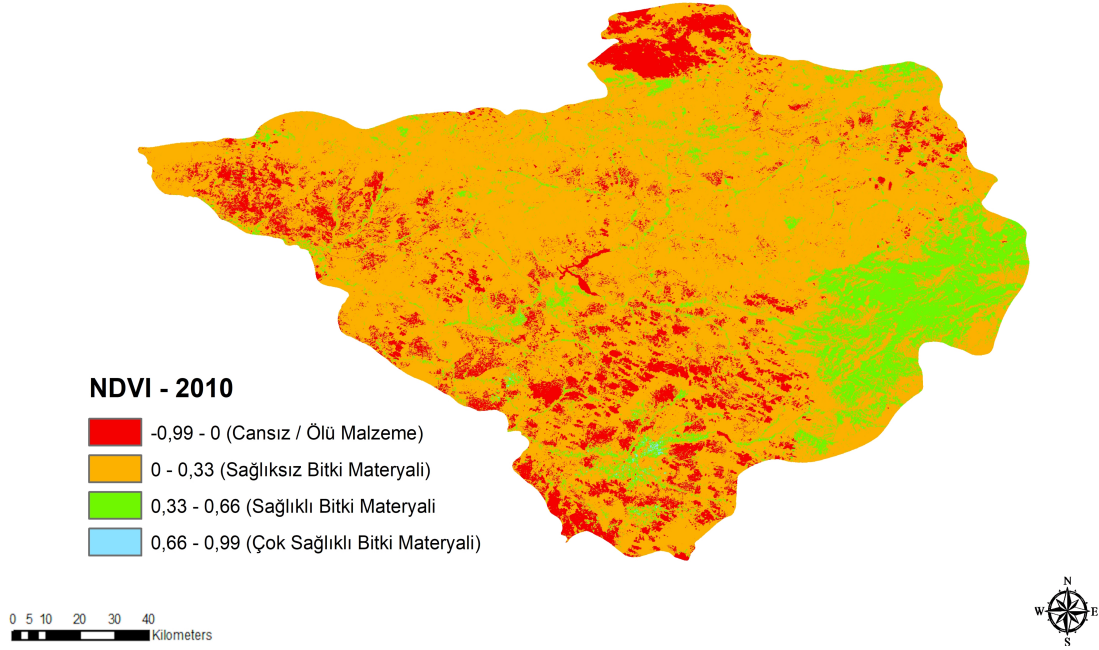
DEM (m)		Eğim (°)		Baki (yön)		
Sınıf	Yüzdesi	Sınıf	Yüzdesi	Sınıf	Yüzdesi	Yön
0-576	5.52	0-5	50.74	-1	1.88	Düz
577-877	8.76	5.01-10	28.80	0-22.5	6.03	Kuzey
878-1100	17.34	10.01-15	13.10	22.5-67.5	10.05	Kuzeydoğu
1101-1200	22.91	15.01-20	5.22	67.5-112.5	8.82	Doğu
1201-1300	18.32	20.01-25	1.56	112.5-157.5	12.62	Güneydoğu
1301-1400	10.69	25.01-30	0.36	157.5-202.5	15.81	Güney
1401-1500	5.78	30.01-35	0.09	202.5-247.5	12.95	Güneybatı
1501-1600	3.23	35.01-40	0.05	247.5-292.5	11.21	Batı
1601-1700	2.60	40.01-45	0.04	292.5-337.5	13.69	Kuzeybatı
1701-2360	4.85	45.01-68.3	0.04	337.5-360	6.93	Kuzey

En çok yüzdellik değere sahip yükseltilerin (%22.91) 1101-1200 m arasında olduğu belirlenmiştir. İl genelinde 878-1400 m yükseltiyeye sahip bölgeler toplam alanın yaklaşık %69.26'sını oluşturmaktadır. En düşük yüzdellik dilime sahip bölgeler 1601-1700 m yükseltiyeye sahip yerlerdir (Tablo 5).

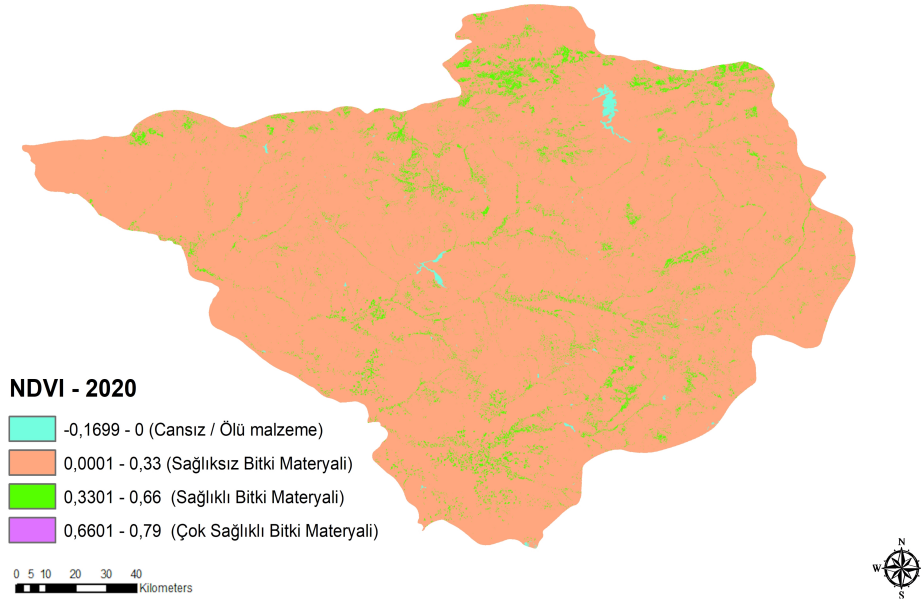
Eğim açısından bakıldığında, arazilerin yaklaşık yarısının 0°-5° eğime sahip olduğu görülmektedir. 20°-68.3° eğime sahip alanlar ise toplam alanın yaklaşık %2.14'lük gibi çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Baki değerlerinde ise güneybatı, güneydoğu ve güney yönleri toplam arazinin yaklaşık %41.38; kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğu yönleri %29.77'lik kısmını kapsamaktadır. Bu durumda ilin güney yön değerlerinin bir miktar daha fazla olduğu söylenebilmektedir (Tablo 5).

3.2. NDVI sınıflandırması

2010 yılına ait Landsat 4-5 ve 2020 yılına ait Landsat 8 uydu görüntülerinden yakın kızılötesi ve kırmızı bantların işlenmesiyle yeni haritalar oluşturulmuştur. ArcGIS>Spatial Analyst>Reclass>Reclassify komutunda yeniden sınıflandırılması ile oluşturulmuş yeni sınıf aralığına sahip haritalardan 2010 yılına ait olanlar Şekil 7, 2020 yılı sonuçları ise Şekil 8’de verilmiştir. Alan ve yüzde hesaplamalarının daha kolay yapılabilmesi için yeniden sınıflandırılmış haritalar aynı zamanda sayısallaştırılıp vektör haline dönüştürülmüş ve oluşturulan veri tabanına aktarılmıştır.



Şekil 7. Yeniden sınıflandırılmış-sayısallaştırılmış 2010 yılı NDVI haritası



Şekil 8. Yeniden sınıflandırılmış-sayısallaştırılmış 2020 yılı NDVI haritası

Elde edilen NDVI haritalarına ait sınıf aralığı (Tablo 3), alan ve yüzde dilimleri gösterir veriler ise Tablo 6'da verilmiştir. 2010 yılı sonuçlarına göre en yüksek alanı (10175.35 km²) ve yüzdelik dilimi (%73.63) 0-0.33 NDVI değerine sahip sağlıklı bitki materyali içeriğine sahip alanlar oluşturmaktadır. En düşük değerde ise %0.18 ile çok sağlıklı bitki materyalinin olduğu alanlar bulunmaktadır. Cansız/ölü malzemeye sahip (su, boş, kayalık vb.) bölgeler, toplam alanın yaklaşık %15.23'lük bir kısmını oluşturmaktadır. Sağlıklı denebilecek düzeyde bitki materyaline sahip bölgeler ise toplam alanın ancak %10.96'lık kadar bir kısmını oluşturmaktadır.

Yine 2020 yılında da 2010 yılına benzer şekilde sağlıklı bitki materyali olarak sınıflandırılabilen bölgeler toplam alanın çok büyük bir kısmını (%95.21) kaplamaktadır. 2010 yılı ile kıyaslandığında 2020 yılında kapladığı alan bakımından cansız/ölü malzeme alanlarında %97.92 oranında bir azalış, sağlıklı bitki materyali alanında %29.32'lik bir artış, sağlıklı bitki materyali alanında %59.22'lik bir azalış olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6. 2010 ve 2020 yıllarına ait NDVI sınıf aralığı, alan ve yüzdelik dilim verileri

	Sınıf	Adı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
2010 NDVI	-1-0	Cansız / ölü malzeme	2104.91	15.23
	0-0.33	Sağlıksız bitki materyali	10175.35	73.63
	0-33.0.66	Sağlıklı bitki materyali	1514.55	10.96
	0.66-0.99	Çok sağlıklı bitki materyali	24.77	0.18
2020 NDVI	-1-0	Cansız / ölü malzeme	43.79	0.32
	0-0.33	Sağlıksız bitki materyali	13158.47	95.21
	0-33.0.66	Sağlıklı bitki materyali	617.68	4.47
	0.66-0.79	Çok sağlıklı bitki materyali	0.02	0.00
		Toplam	13690	100

Kısacası yeşil bitki örtüsü ve biyokütle miktarının bir ölçüsü olan NDVI değerlerine bakıldığında son 10 yıl içerisinde Yozgat ilinde yeşil örtü ile kaplı alanların giderek azaldığı açık bir şekilde görülmektedir. Bu durumun temel nedeni ise, özellikle iklim değişikliği ve küresel ısınma sonucu tarım veya orman alanlarında ortaya çıkan azalma şeklinde yorumlanabilmektedir. Yine benzer şekilde kuraklık ve yağış azlığı nedeniyle cansız/ölü materyale sahip alanlarda da yıldan yıla bir azalış olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen yeni haritalardan 2010-2020 yıllarına ait ilçelere ve sınıf aralıklarına göre düzenlenmiş kapladığı alan değerleri Tablo 7'de verilmiştir. İlk sınıftaki cansız/ölü materyalde çok büyük bir oranda azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu materyallerin büyük bir çoğunluğunu boş, kayalık ve sulak alanlar oluşturmaktadır. Yine az gelişmiş veya hiç gelişmemiş bitki aralığını gösteren ve 2.sınıfta yer alan sağlıksız bitki materyali grubunda ise tüm ilçelerde %3.8 ile %140.8 arasında değişen oranlarda artışlar olduğu belirlenmiştir. Bu gruptaki bölgeler tarıma uygun olmayan veya kullanılmayan yerleri işaret etmektedir.

Tarımsal açıdan gelişimin en uygun düzeylerde olduğunu gösteren 3. ve 4. Sınıf (0.33-1) aralıklarında 2010 yılına göre 2020 yılında azalmalar olduğu görülmektedir. 3. sınıftaki sağlıklı bitki materyaline bakıldığında sadece Aydıncık, Çandır ve Çekerek ilçelerinde artış olduğu belirlenmiştir. Özellikle Aydıncık ilçesinde 2010 yılına oranla 2020 yılında yaklaşık %2923.98'lik gibi çok büyük bir oranda artış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ilçedeki tarımsal ve orman faaliyetlerindeki artışa da işaret edebilmektedir. Artış oranı Çandır ilçesinde %30,75, Çekerek ilçesinde ise yaklaşık %20.67 dolaylarındadır. Geriye kalan 11 ilçenin tamamında 2020 yılında 2010 yılına oranla yeşil alanlarda azalma olduğu belirlenmiştir. En fazla azalmanın görüldüğü ilçe ise Akdağmadeni'dir.

Tablo 7. İlçelere ve sınıf aralıklarına göre gruplandırılmış yıllık NDVI alansal toplam değerleri

İlçe	Yıl	Sınıf aralıkları ve 2010 yılına göre yüzde değişimleri							
		1	Yüzde	2	Yüzde	3	Yüzde	4	Yüzde
Akdağmadeni	2010	65.523		1186.502		627.256		2.679	
	2020	0.116	-99.8	1830.176	54.2	51.750	-91.75	0.017	-99.4
Aydıncık	2010	196.816		121.149		0.888			
	2020	0.267	-99.9	291.745	140.8	26.848	2923.99		
Boğazlıyan	2010	451.836		944.520		106.589		13.491	
	2020	3.189	-99.3	1427.011	51.1	86.246	-19.09		
Çandır	2010	31.047		129.619		8.485		0.346	
	2020	0.194	-99.4	158.224	22.1	11.094	30.75		
Çayıralan	2010	59.822		617.305		330.117		2.086	
	2020	1.797	-97.0	954.710	54.7	52.890	-83.98	0.001	-99.99
Çekerek	2010	105.813		682.405		53.265		0.041	
	2020	24.502	-76.8	752.743	10.3	64.278	20.67		
Kadışehri	2010	46.562		370.250		55.548		1.612	
	2020	0.161	-99.7	434.726	17.4	39.139	-29.54		
Merkez	2010	140.141		1643.460		87.910		0.392	
	2020	4.751	-96.6	1803.759	9.8	63.391	-27.89		
Saraykent	2010	11.319		322.312		11.799		0.033	
	2020	0.220	-98.1	334.561	3.8	10.681	-9.47		
Sarıkaya	2010	237.421		796.614		49.190		0.135	
	2020	0.411	-99.8	1041.482	30.7	41.468	-15.70		
Sorgun	2010	158.007		1558.484		93.498		0.324	
	2020	6.794	-95.7	1703.197	9.3	100.321	7.30		
Şefaati	2010	186.416		657.034		36.273		1.050	
	2020	0.725	-99.6	852.134	29.7	27.944	-22.96		
Yenifakılı	2010	128.911		267.891		20.742		1.856	
	2020	0.461	-99.6	400.047	49.3	18.929	-8.74		
Yerköy	2010	292.500		883.774		33.135		0.744	
	2020	0.234	-99.9	1186.783	34.3	23.190	-30.02		
Toplam	2010	2112.133		10181.319		1514.694		24.790	
	2020	43.822	-97.9	13171.299	29.4	618.168	-59.19	0.017	-99.94

1: Cansız / Ölü Materyal; 2: Sağlıksız Bitki Materyali; 3: Sağlıklı Bitki Materyali; 4: Çok Sağlıklı Bitki Materyali

Toplamda Yozgat ili düzeyinde bakıldığında ise; cansız / ölü materyalde %98 oranında bir azalma, sağlıksız bitki materyalinde %29.4'lük bir artış, sağlıklı bitki materyalinde %59.19'lük bir azalış ve nadiren de olsa belirlenen çok sağlıklı bitki materyalinde ise %99.9'lük bir azalışın olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Yozgat ili 2010 yılından 2020 yılına NDVI değişim miktarlarının belirlenmesi amacıyla Landsat 4-5 ve 8 ile ASTER DEM görüntülerinin kullanıldığı çalışma sonucu bölgede meydana gelen değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır. 2010 yılından 2020 yılına gelindiğinde özellikle yeşil alanlar ile sulak alanlarda gözle görülebilecek oranda büyük azalmaların yaşandığı tespit edilmiştir. Tehlikeli olabilecek düzeyde en fazla artışın yaşandığı sınıf 0-0,33 NDVI ile sağlıksız bitki materyalinin olduğu alanlarda görülmüştür. Sağlıklı bitki materyalinde ise %59.19 gibi çok büyük bir oranda azalış olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, iklim değişikliği ve küresel ısınmanın olumsuz etkilerini gün geçtikçe daha fazla hissettiğimiz bu zamanlarda su kaynakları, orman alanları ve tarımsal üretim için daha kalıcı ve hızlı tedbirlerin ivedilikle hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Not

Yapılan bu çalışma Uluslararası Hitit Üniversitesi Teknoloji ve Sanat Sempozyumu - International Hitit University Technology and Art Symposium (07- 08 Kasım 2014, Çorum)'da özet olarak bildiri kitabında yer almaktadır.

Kaynakça

- Anonim, (2024a). *Tarımsal Ürün İzleme ve Verim Tahmin Bülteni*, 2018 (Cilt 13). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Merkezi, Ankara. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Belgeler/2018BUL/KASIM_2018.pdf. Erişim tar: 13.10.2024.
- Anonim, (2024b). *NDVI Analizi*. <https://www.basarsoft.com.tr/ndvi-analizi/>. Erişim Tar: 14.10.2024.
- Anonim, (2024c). *Tarımsal Ürün İzleme ve Verim Tahmini Bülteni*, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü – Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Merkez Sayı:25, Şubat-2020. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/toprakgubre/Belgeler/Tar%C4%B1msal%20%C3%9Cr%C3%BCn%20%C4%B0zleme%20ve%20Verim%20Tahmin%20B%C3%BClteni/Mart%202020%20Tar%C4%B1msal%20%C3%9Cr%C3%BCn%20%C4%B0zleme%20ve%20Verim%20Tahmin%20B%C3%BClteni.pdf>. Erişim tar: 15.10.2024.
- Anonim, (2024d). *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü - Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Birimi*. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/birimler/uacbs-uydu-landsat>. Erişim tar: 15.10.2024.
- Anonim, (2024e). [https://tr.wikipedia.org/wiki/Yozgat_\(il\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Yozgat_(il)). Erişim Tar: 10.10.2024.
- Anonim, (2024f). <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/yozyozgat/yozyozgat-256/>. Erişim Tar: 05.10.2024.
- Anonim, (2024g). *USGS - Amerika Jeolojik Araştırmalar Kurumu*. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>. Erişim tar: 02.10.2024.
- Auravant, (2024). *Vegetation indices and their interpretation: NDVI, GNDVI, MSAVI2, NDRE, and NDWI*. <https://www.auravant.com/en/articles/precision-agriculture/vegetation-indices-and-their-interpretation-ndvi-gndvi-msavi2-ndre-and-ndwi/>. Erişim Tar: 10.12.2024.
- Başarsoft, (2024). *NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) Analizi (NDVI Analysis)*. <https://www.basarsoft.com.tr/ndvi-analizi/>. Erişim Tar: 24.10.2024.
- Avdan, U. (2016). *Görüntü Ön İşleme ve Zenginleştirme Yöntemleri*. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Cangir, C., Kapur, S., Boyraz, D., ve Akça, E. (1998). *Türkiye’de Arazi Kullanımı, Tarım Topraklarının Sorunları ve Optimum Arazi Kullanım Politikaları*. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, Menemen, İzmir, Türkiye.
- Demir, S., Arslan, B., ve Gönültaş, H. (2022) *Faklı İklim Bölgesi Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi*. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi (BOJANS)*, 1(1), 31-38.
- Dengiz, O., Usul, M., ve Keçeci, M. (2006). *Atatürk Orman Çiftliği Arazilerinin Tarımsal Kullanım Durumlarının Değerlendirilmesi*. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 55-64.
- Esular, 2024. *NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) Nedir?* <https://esular.com/ndvi-normallestirilmis-fark-bitki-ortusu-indeksi-nedir>. Erişim Tar: 10.12.2024.
- EarthExplorer, (2024). *USGS, Earthexplorer*. <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Erişim Tar: 10.12.2024.
- Ghosh, P., Mandal, D., Bhattacharya, A., Nanda, M. K., and Bera, S. (2018). *Assessing Crop Monitoring Potential of Sentinel2 in A Spatio-Temporal Scale*. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-5, 227–231. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-227-2018>.
- Gülersoy, A. E. (2014). *Bakırçay Havzası’nda Arazi Kullanımı İle Arazi Yetenek Sınıfları Arasındaki İlişkiler*. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(6), 1-20.
- HGK. (2024). *Harita Genel Komutanlığı*. <https://www.harita.gov.tr/il-ve-ilce-yuzolcumlari>. Erişim tar: 15.10.2024.
- Karadoğan, S., Kavak, M., and Al, A. (2023). *NDVI ve DEM Verileriyle Bitki Örtüsünün Yatay, Dikey ve Zamansal Değişiminin İncelenmesi: Savur İlçesi (Mardin) Örneği*. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (DÜFED)*, 12(1), 95-105. doi:doi: 10.55007/dufed.1194363

- Körümdük, C. (2003). Adana İlinin Kuzeyindeki Orman Alanlarının Uydu Verileri Kullanılarak Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Kumar, D.N. Reshmidev, T.V. (2013). Remote Sensing Applications in Water Resources. Journal of the Indian Institute of Science, 93(2), 163-187,
- Rouse Jr, J., Haas, R., Deering, D., Schell, J., and Harlan, J. (1974). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ErtS. *Nasa Special Publication*, 351, 309.
- Rouse, J., Haas, R., Schell, J., and Deering, D. (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). Greenbelt: Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium, 10-14 December.
- Turan, İ., Dengiz, O., ve Kaya, N. (2021). Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimlerinin Farklı Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri ile Belirlenmesi: Çarşamba Delta Ovası Örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU J. Agric. Fac.)*, 9(1), 141-152.
- Yılmaz, H. 2001. Bartın Kenti ve Yakın Çevresinde Biyotopların Haritalanması. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul.