

established in
2016



MAS JOURNAL of Applied Sciences

ISSN 2757-5675

DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.112>

Araştırma Makalesi

Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanılarak Mısır Bitkisinin Bitki İndeks Değerleri İle Hasat Arasındaki İlişkinin Antalya/Aksu Örneğinde Ele Alınması

Eda BOSTANCI^{1*}, Önder KABAŞ², Ercüment AKSOY³

¹Antalya Büyükşehir Belediyesi, Fen İşleri Daire Başkanlığı, Yapım İşleri Şube Müdürlüğü, Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine Bölümü, Antalya

³Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Antalya

*Sorumlu yazar: edabostanci7@gmail.com

Geliş Tarihi: 06.03.2021

Kabul Tarihi: 10.04.2021

Özet

Türkiye nüfusunun çoğunluğu büyük şehirlerde yaşarken küçük bir bölümü ise kırsal bölgelerde yaşamaktadır. Kırsalda yaşayan kesimin hemen hemen hepsi geçimini tarım ile sağlarken nüfus artışı ile köyden kente göç sürekli olarak artmakta ve bununla birlikte yıllar içinde tarım ile uğraşanların sayısı azalmaktadır. Mevcut tarım uygulamalarından en verimli şekilde yararlanmak için Uzaktan Algılama ve CBS teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek mekânsal ve spektral çözünürlük sağlayan Sentinel-2 uydu görüntüleri ile bitkilerin spektral imzaları belirlenebilmektedir. Bu çalışmanın amacı Antalya/Aksu ilçesinin silajlık mısır bitkisinin bitki indeks ile hasat ilişkisinin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak tespitidir. Aksu Tarım İlçe Müdürlüğü verileri, Kadastro Bölge Müdürlüğü verileri ve Uydu görüntüleri kullanılmıştır. Veriler CBS yazılımında katmanlar halinde oluşturulmuştur. Bu veriler ışığında Parsellerin bitki indeks tipleri belirlenmiştir. Ürünün parsel bazında hasadının zamanında veyahut erken hasat edilen parsel bazında tespitleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarım, uzaktan algılama ve CBS, GNDVI, Sentinel-2

The Investigation of Correlation Between Plant Index Values and Harvest of Corn Plant in Example of Antalya/Aksu

Abstract

While majority of the population of Turkey is lives in metropolitans, small portion of that is lives in rural areas. Almost all of the portion of the population which is lives countryside works in agriculture for income. But migration to metropolitans from villages is increased continuously, thus, number of people works in agriculture is decreased over the years. Remote Sensing and GIS techniques are widely used to utilize most effective among existing applications of agriculture. Spectral signature of plants can be determined by Sentinel-2 satellite views in which obtained high locational and spectral resolution. Aim of this study is determine of corelation between plant index and harvest of silage corn plant by using GIS in Aksu county of Antalya. Data of District Directorate of Aksu, Cadastre Regional Directrate and Satellite have been used. Data were generated as layers in GIS. In the light of this data, types of plant index of Parcels have been determined. Harvest on time or early harvest of agricultural products for each parsel have been determined.

Keywords: Agriculture, remote sensing and GIS, GNDVI, Sentinel-2

GİRİŞ

Uydu ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte tarımda Uzaktan Algılama ve CBS tekniklerinin kullanımı da yaygınlaşmıştır. Uzaktan Algılama, yeryüzü ve üzerinde bulunan objelerle temas etmeksizin bilgi almayı sağlayan bir bilim dalıdır. CBS ise grafik olmayan mekânsal ve mekânsal olmayan verilerin toplanıp işlenerek belirli bir koordinat sisteminde tanımlı haritalarda kullanıcıya sunulmasıdır.

Bitkilerin spektral yansıma karakteristikleri, bitki besin elementi konsantrasyonları ve diğer faktörlerin etkisi ile bitkilerin gelişim periyodu boyunca farklılık göstermektedir (Gözükara ve ark., 2019). Uzaktan Algılama teknikleri ile bitkilerin enerjiyi yansıtma karakteristiği incelenerek;

Bitki stresi, yaprak su içeriği ve besin eksiklikleri tespit edilebilmekte; bunun yanında hassas tarım çalışmalarında gübreleme ve sulama takibi, yabancı ot ve zararlılarla mücadele ve yıllık verim tahminleri yapılabilmektedir.

Uydu görüntülerinden elde edilen bitki örtüsü indeksleri yeryüzüne ilişkin bilgiler sağlamaktadır (Kaya ve Polat, 2021). Bitkilerin gelişim dönemleri içerisinde gösterdikleri ayırıcı özellikler, farklı bitki örtüsü indeksleri ile izlenebilmektedir.

Mısır bitkisi organik maddece zengin, derin ve su tutma kapasitesi iyi topraklarda yüksek verim potansiyeline sahip bir bitkidir. Kumlu topraklardan killi topraklara kadar iyi drenaj sağlanmış her çeşit toprakta yetiştirilebilmesinin yanında havasız topraklar mısır bitkisine zarar verir. Asitlik açısından pH' ı 5-8 arasında değişen yerlerde verimli olarak yetiştirilebilir. Mısırın bitkisinin gelişim süreci ürün çeşidine bağlı olarak 90 ile 130 gün arasındadır. Mısırın minimum

çimlenme sıcaklığı 8-10 °C, uygun büyüme sıcaklığı ise 20- 30 °C'dir. Mısır bitkisi, sapa kalkma ile çiçeklenme evrelerinde çok su tüketir. Bu dönemde yeterli miktarda yağış olmadıysa mısır bitkisinin su isteği sulama suyu ile karşılanmalıdır. Mısır ekimleri genellikle Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Nisan ayı başında, Marmara, Orta Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde Nisan sonu ve Doğu Anadolu Bölgesinde Mayıs ayında gerçekleştirilir. O yılın iklim durumu da ekim zamanını belirlemede oldukça önemlidir. Ancak olabildiğince erken yapılmalıdır. Erken ekimler, mısır bitkisinin kış ve ilkbahar yağışlarından daha iyi yararlanmasını sağlar. Mısır tarımında dekardan yüksek verim alabilmek için zamanında ve yeterli su verilmesine dikkat edilmelidir. Mısır ekim döneminde toprakta yeterli nem bulunmuyorsa çıkış sulaması yapılabilir. Buna ek olarak erken gelişme döneminde yaklaşık 15-20 gün aralıklar ile 2-3 kere sulama yapılabilir. (Süzer, 2003).

Silajlık mısırdaki da dane mısırdaki olduğu gibi ana ürün olarak Nisan Mayıs aylarında, ikinci ürün olarak ise Haziran-Temmuz aylarında ekim yapılmaktadır. Bitkiler 30-40 cm boya erişince ilk sulama yapılır. Silajlık mısırın püskül çıkarma ve dane bağlama dönemleri en fazla suya ihtiyaç duyduğu dönemlerdir. Bu dönemde yeterince sulama yapılmalıdır. Silajı yapılacak mısırın yem kalitesinin, silolama yeteneği ve en yüksek verimin sağlandığı zamanda hasat edilmesi gerekir. Tek yıllık bir bitki olan, mısır bitkisinin yetiştirme süresi 70-150 gün arasında değişir. (Şahin, 2001). Silaj yapımı için en uygun zaman koçanlardaki danelerin olgunlaşmaya yüz tuttuğu, ancak dişle rahatlıkla ezilebilecek derecede suyunu kaybetmediği evredir. Hasat işleminde daha fazla gecikilirse daneler

sertleşeceğinden hayvanlar tarafından yeterince sindirilemez (Gözügil ve Öztürk, 2008).

Demir ve Başayığıt (2020) hazırladıkları çalışmada İHA üzerine yerleştirilen multispektral algılama kameraları ile şeker pancarı, patates, mısır, tıbbi ve aromatik bitkiler, silajlık mısır ve elma parselleri içeren çalışma alanında bitkilerin sağlık durumunu izlemişlerdir. NDVI (Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi) ve TGI (Üçgen Yeşillik İndeksi) bitki örtüsü indekslerinin sağlıklı bitkileri yüksek doğrulukla ayırt ettiği ve sorunlu gelişim gösteren alanların tespitinde başarılı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Çamoğlu ve ark. (2010) Mısır bitkisinin gelişme süreci boyunca sulama öncesi ve sonrası dönemlerinde su stresine karşı spektral tepkilerini tespit edebilmek amacıyla yaprak düzeyindeki yansıma ölçümlerinden yararlanılarak yedi farklı bitki indeksi hesaplanmıştır. Genel olarak tüm bitki indeksleri birbirine yakın stres düzeylerini tam olarak ayırt edememiş ancak stres derecesinin artması ile değerler belirgin bir biçimde farklılaşmıştır. Bu çalışma, uzaktan algılama tekniklerinin arazi çalışmalarında kullanılarak su stresinin gözlemlenebileceğini göstermiştir.

Gündoğdu ve Bantchina (2018) hazırladıkları çalışmada, Landsat 8 uydu görüntüleri kullanarak buğday, mısır, ayçiçeği ve yonca ürünleri için NDVI değerlerini hesaplamışlar ve verim arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Tüm görüntülerden elde edilen verilerin istatistik analizi yapılmış ve uydu görüntülerinin alınma zamanı ile NDVI arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Parsel alanları arttıkça verim de artma eğilimi gözlenmiştir. Ekilen ürün ile NDVI arasında önemli ilişki gözlenmiştir. Ancak beklentinin aksine NDVI ile verim arasındaki

ilişkinin anlamsız olduğu anlaşılmıştır. Bu durum kullanılan uydu görüntüsünün çözünürlüğünün düşük olması ile açıklanmıştır.

Dedeoğlu (2020) hazırlamış olduğu çalışmada, şeker pancarı azot içeriğini Sentinel-2 uydu görüntülerinden elde edilen Redge-NDVI değerleri ile incelemiş, bu çalışma ile şeker pancarı azot içerikleri arasında erken ve orta vejetasyon dönemleri boyunca tatmin edici ilişkiler elde edilmiştir. Ancak olgunlaşma ve ileri dönem için kullanım kabiliyetinin zayıfladığı gözlemlenmiştir. Sentinel-2 uydusunda bulunan Red Edge bandının alt toprak yansıma etkisini azaltması ve klorofil pigmentine hassas duyarlılığından dolayı özellikle gelişme dönemi başlangıcında başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

Uyaner ve ark. (2020) hazırladıkları çalışmada arpa ve buğday parsellerinde mini insansız hava aracı ve yersel görüntülerden elde edilen NDVI değerleri arasındaki korelasyonu hesaplamışlardır. Arpa denemeleri çiçeklenme ortası, buğday denemeleri ise çiçeklenme başlangıcı döneminde gerçekleştirilmiştir. Yersel ve İHA ile elde edilen veriler arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu, ancak İHA ile elde edilen NDVI değerlerinin yersel olarak elde edilen NDVI değerleri kadar başarılı olmadığı gözlemlenmiştir. Verim tahmininde İHA kullanımının önerilebilmesi için bitkilerin farklı gelişim dönemlerinde de aynı çalışmaların tekrar edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Kayad ve ark. (2019) hazırladıkları çalışmada mısır bitkisinin verimini tahmin etmek için Sentinel-2 uydu görüntüleri ve makine öğrenme teknikleri ile türetilen bitki örtüsü indekslerinin kullanılma olasılığını araştırmışlardır. Mısır verimi hasat makinesine monte edilmiş bir tane

verimi monitörü ile ölçülmüştür. Daha sonra Sentinel-2 görüntüleriyle verim arasındaki korelasyon analiz edilmiştir. Üç ana sonuç ortaya çıkmıştır:

- GNDVI mısır tane veriminin tarla içi değişkenliğini izlemek için en yüksek korelasyonu vermiştir.
- Mısır veriminin izlenmesi için en uygun dönem ekim tarihinden itibaren 105 ila 135 gün aralığındaki dönemdir.
- Rasgele Orman yöntemi mısır veriminin tarla içi değişkenliğini tahmin etmek için en doğru makine öğrenmesi yaklaşımıdır.

Alvino Francisco ve ark. (2020) hazırladıkları çalışmada sulu mısır parsellerinde NDVI, EVI (Gelişmiş bitki Örtüsü İndeksi), SAVI, GNDVI, SR, NDWI ve MSI(nem stresi indeksi) ile parsellerdeki değişkenliği izlemişlerdir. Test edilen indekslerden SR indeksi, yüksek mısır biyokütlesine daha duyarlıyken, GNDVI, NDVI, EVI ve SAVI indekslerinin düşük değerlere daha duyarlı olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple bu indekslerin bir arada kullanılması önerilmiştir.

Santana ve ark. (2021) hazırladıkları çalışmada mısır tarlalarında NDVI, NDRE, GNDVI ve SAVI bitki örtüsü indeksleri ile yaprak azot içeriği, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, gövde çapı, koçan uzunluğu verim gibi özellikleri incelemişlerdir. SAVI, GNDVI, NDVI ve NDRE indekslerinin mısırdaki agronomik özelliklerle ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Yaprak azot içeriği ve mısır verimi tahminlerinde bu bitki örtüsü indekslerinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Henriques ve ark. (2021), lineer regresyon denklemleri uygulayarak yedi

bitki örtüsü indeksi ile mısır tane verimi arasındaki doğruluğu değerlendirmişlerdir.

Çalışma sonucunda indeksler ile verim arasında yüksek bir korelasyon gözlenmiştir. Bu çalışmada kırmızı dalga boyu yerine kırmızı kenar bantları kullanan PRENDVI ve GRENDVI indekslerinin tahıl verimi tahmin etmede daha başarılı olduğu ortaya konulmuştur.

Wilton ve Michael (2021) mısır bitkisi verim tahminlerinde çoklu NDVI metriklerinin başarısını incelemişlerdir. 13 yıllık MODIS uydularından üretilen NDVI verileri ile mısır verimi arasında regresyon analizleri yapılmış ve sonuç olarak mısır verimini en iyi tahmin eden değerlerin max NDVI değerleri olduğu tespit edilmiştir.

Sentinel-2, Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) Copernicus programı kapsamında geliştirilmiştir. İki özdeş SENTINEL-2 uydusu, ortalama 786 km yükseklikte, güneşle eşzamanlı bir yörüngede birbirine 180 ° aşamalı olarak eş zamanlı olarak çalışır. Her bir SENTINEL-2 uydusunun yörüngesindeki konumu, bir çift frekanslı Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (GNSS) alıcısı tarafından ölçülür. Sentinel-2 uydusu 13 spektral bant ve 10 metreye kadar mekansal çözünürlük ile görüntü alabilmekte ve yüksek doğruluk elde etme başarısı ile tarımsal çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Sentinel-2 uydusu 290 km'lik bir şerit genişliğine ve ekvatorda 5 günlük bir yeniden ziyaret süresine sahiptir (Wolters ve ark., 2021). Sentinel-2 Uydusunun bant ve spektral özellikleri aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bitki örtüsü indeks örnekleri

Sentinel-2 Bantları	Merkezi Dalga Boyu (μm)	Çözünürlük (m)
1- Coastal aerosol	0.443	60
2- Blue	0.490	10
3- Green	0.560	10
4- Red	0.665	10
5- Vegetation Red- Edge	0.705	20
6- Vegetation Red- Edge	0.740	20
7- Vegetation Red- Edge	0.783	20
8- NIR	0.842	10
8A- Vegetation Red-Edge	0.865	20
9- Water vapour	0.945	60
10- SWIR	1.375	60
11- SWIR	1.610	20
12- SWIR	2.190	20

Bitkilerin kendilerine özgü yansıtım karakteristiğinin saptanmasında, uydu görüntülerinden üretilen bitki indeksleri kullanılmaktadır. Bitki indeksleri, çeşitli matematiksel işlem kombinasyonları ve spektral bant dönüşümleri ile

hesaplanmaktadır. Thiam ve Eastman (1997), 20'den fazla bitki indeksi tanımlandığını bildirmişlerdir. Çizelge 2 de en çok bilinen ve kullanılan bitki indeksleri formülleriyle beraber verilmiştir.

Çizelge 2. Bazı bitki örtüsü indeksleri ve formülleri

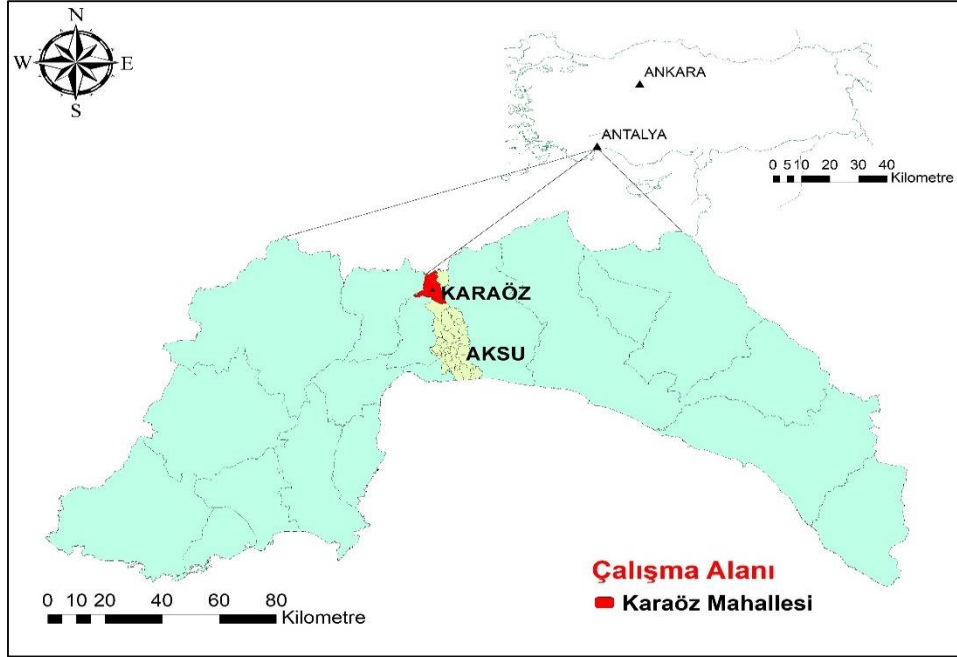
İndeks	Açılım	Formül	Kaynak
NDVI	Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi	$(\text{NIR}-\text{Red})/(\text{NIR}+\text{Red})$	(Rouse vd. 1973)
GNDVI	Yeşil Bant Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi	$(\text{NIR}-\text{Green})/(\text{NIR}+\text{Green})$	Gitelson (1996)
MCARI	Modifiye Klorofil Oran Emilim İndeksi	$[(\text{RedEdge1}-\text{Red})-0.2(\text{RedEdge1}-\text{Green})]*(\text{RedEdge1}-\text{Red})$	Haboudane vd. (2002)
IRECI	Ters Kırmızı Uç Klorofil İndeksi	$(\text{RedEdge3}-\text{Red})/(\text{RedEdge1}/\text{RedEdge2})$	(Frampton et al., 2013)
mSR	Modifiye Basit İndeks	$(\text{RedEdge3}/\text{Red}-1)/\sqrt{(\text{RedEdge3}/(\text{Red}+1))}$	Chen (1996)
mSR2	Modifiye Basit İndeks 2	$(\text{RedEdge2}/(\text{Red}-1))/\sqrt{(\text{RedEdge2}/(\text{Red}+1))}$	Chen (1996)
CVI	Klorofil Bitki Örtüsü İndeksi	$\text{CVI}=\text{NIR}/\text{GREEN}*\text{RED}/\text{GREEN}$	Birth and McVey (1968)
CI	Klorofil İndeksi	$\text{CI}=(\text{NIR}/\text{RED})-1$	Gitelson et al. (2003)

Bu çalışmada, Antalya Aksu bölgesinde yetişen silajlık mısırın bitki örtüsü indeksleri ile hasat arasındaki ilişki incelenmiştir. Antalya’da yetişen silajlık mısırın yansıtım karakteristiklerinin belirlenmesi için Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada, tamamına silajlık mısır bitkisi ekilmiş 38 adet test parseli ele alınmıştır, toplamı 40 adet olan bu test parselleri içerisinde istisnai olarak 2 adet dane mısır parseli bulunmaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı ve özellikleri

Çalışma alanı olarak, Antalya ili Aksu ilçesinde mısır tarımının en çok yapıldığı mahalle olan Karaöz Mahallesi seçilmiştir. Karaöz Mahallesi, kuzeyde Burdur Kızılseki; doğuda Kayadibi, Karaahmetler; güneyde ve güneybatıda Yeşilkaraman, Kızıllı; batıda ise Ekşili, Kevşirler ve Camili Mahalleleri ile çevrili olup, Antalya şehir merkezine 33 km uzaklıktadır. Yüz ölçümü 63.511 da ve rakımı 93 metredir. Çalışma alanı Yer Bulduru haritası Şekil 1’ de görülmektedir.



Şekil 1. Aksu karaöz mahallesi yer bulduru haritası

Çalışmada izlenen yöntemler

Aksu Tarım İlçe Müdürlüğü’nden Ms. Excel formatında;

- İl, ilçe, mahalle,
- Ada/Parsel,
- Parsel alanı,
- Kullanılan ve ekim yapılan parsel alanı,
- Tarımsal ürün numarası,
- Ürün,

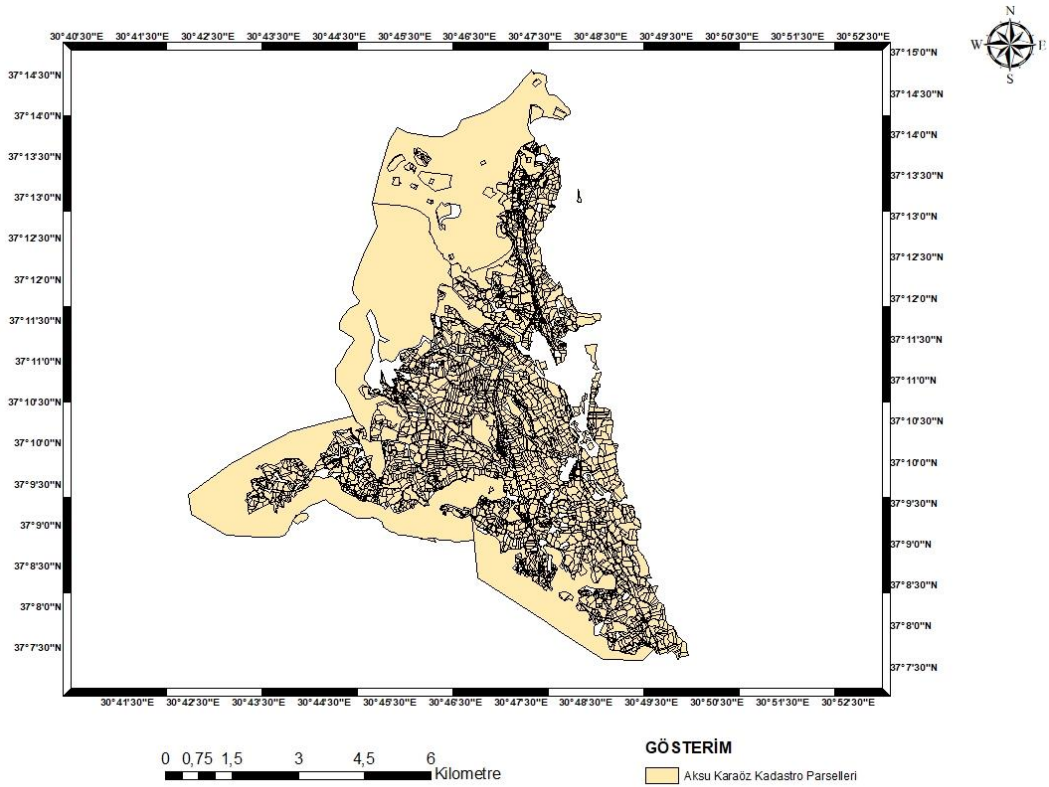
- Tarım Şekli (sulu tarım, kuru tarım)

- Ekim ve hasat tarihi sütunlarını içeren mısır parselleri verileri temin edilmiştir.

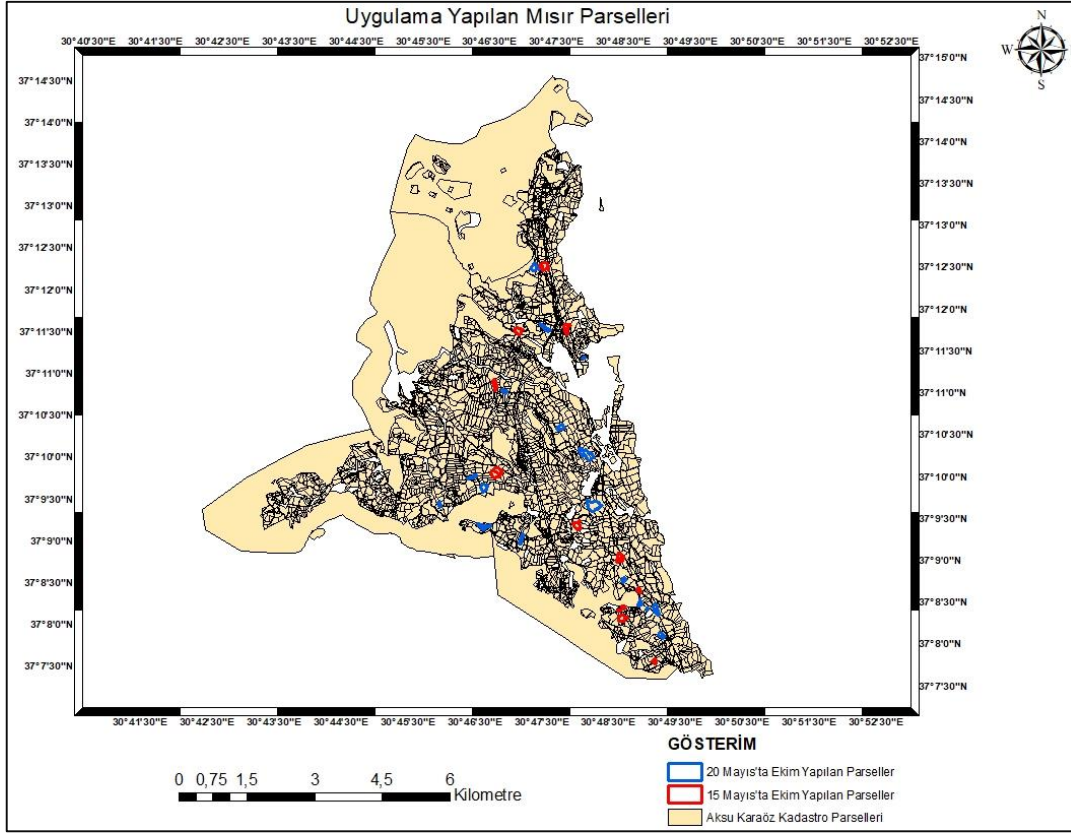
- Tüm katmanlar Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarında yoğunlukla tercih edilen açık kaynak yazılım QGIS yazılımında oluşturulmuştur.

Antalya Büyükşehir Belediyesi'nden Aksu Karaöz Mahallesi'ne ait kadastro parselleri .shp formatında temin edilmiştir. ED50 koordinat sisteminde tanımlı vektörel formatta temin edilen kadastro parselleri, WGS84 UTM Zone 36 N koordinat sistemine dönüştürülerek raster formatta elde edilecek uydu görüntüleri için

uyumlu hale getirilmiştir. Belediyeden temin edilen veriler, ada/parsel numarası, parsel alanı, parsel çevre uzunluğu, kullanım amacı gibi verileri kapsamaktadır. Ada/Parsel katmanı haritası Şekil 2'de görülmektedir. Şekil.3'de Uygulama Yapılan Silajlık Mısır Parsellerinin tarihsel ölçüt ile ekim haritası oluşturulmuştur.



Şekil 2. Aksu karaöz mahallesi parselleri



Şekil 3. Uygulama yapılan silajlık mısır parselleri

Çalışmada, 15 Mayıs ve 20 Mayıs 2020 tarihlerinde ekimi yapılan ve 20 Eylül 2020 tarihinde hasat edilen mısır bitkisinin gelişim sürecini kapsayan toplamda 13 adet Sentinel-2 uydu görüntüsü indirilmiş ve GNDVI

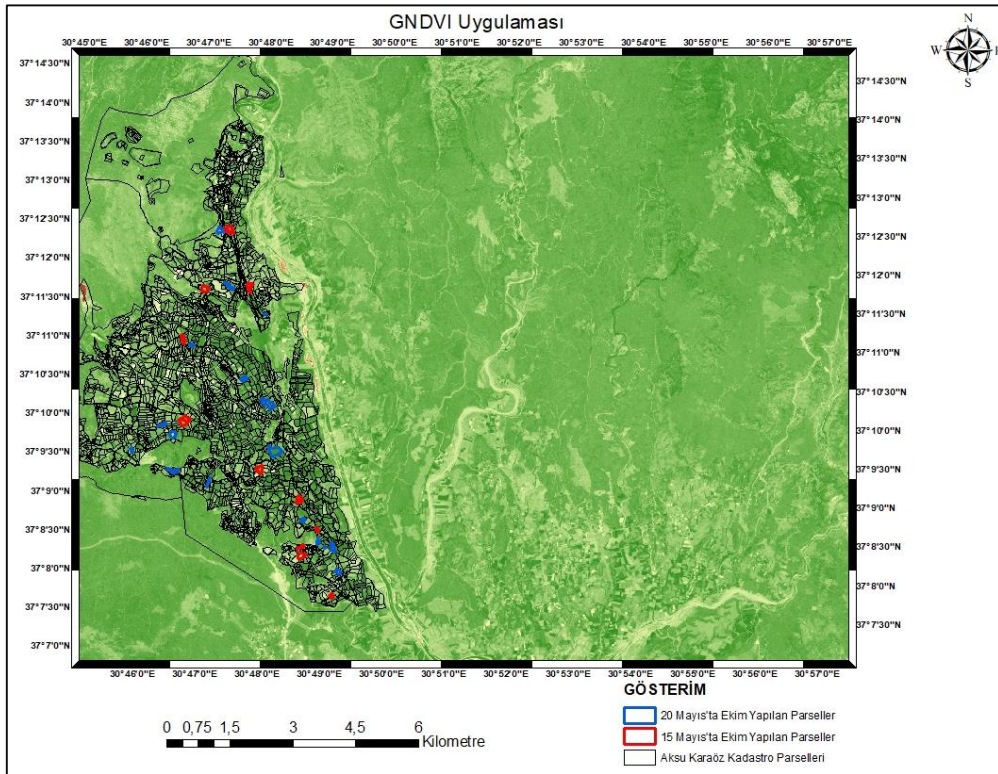
haritaları üretilmiştir. Gelişim dönemini kapsayan uydu görüntülerinin bir kısmı 'offline' durumda olduğundan tamamı indirilememiştir. Çizelge 3'de Sentinel-2 Uydu Görüntüleri ve Tarih Bilgisi verilmiştir.

Çizelge 3. Sentinel-2 uydu görüntüleri ve tarih bilgisi

Uydu Görüntüsü Adı	Tarih	Saat
S2B_MSIL2A_20200516T083559_N0214_R064_T36SUG_20200516T123826.SAFE	16.05.2020	08:35:59
S2B_MSIL2A_20200605T083559_N0214_R064_T36SUG_20200605T131458.SAFE	5.06.2020	08:35:59
S2A_MSIL2A_20200610T083611_N0214_R064_T36SUG_20200610T112436.SAFE	10.06.2020	08:36:11
S2A_MSIL2A_20200710T083601_N0214_R064_T36SUG_20200710T112552.SAFE	10.07.2020	08:36:01
S2B_MSIL2A_20200715T083559_N0214_R064_T36SUG_20200715T123855.SAFE	15.07.2020	08:35:59
S2A_MSIL2A_20200720T083611_N0214_R064_T36SUG_20200720T113545.SAFE	20.07.2020	08:36:11
S2A_MSIL2A_20200730T083611_N0214_R064_T36SUG_20200730T114836.SAFE	30.07.2020	08:36:11
S2A_MSIL2A_20200819T083611_N0214_R064_T36SUG_20200819T120147.SAFE	19.08.2020	08:36:11
S2B_MSIL2A_20200824T083609_N0214_R064_T36SUG_20200824T112701.SAFE	24.08.2020	08:36:09
S2B_MSIL2A_20200903T083609_N0214_R064_T36SUG_20200903T123859.SAFE	3.09.2020	08:36:09
S2A_MSIL2A_20200908T083601_N0214_R064_T36SUG_20200908T103544.SAFE	8.09.2020	08:36:01
S2B_MSIL2A_20200913T083559_N0214_R064_T36SUG_20200913T112651.SAFE	13.09.2020	08:35:59
S2A_MSIL2A_20200918T083621_N0214_R064_T36SUG_20200918T120824.SAFE	18.09.2020	08:36:21

Öncelikle altlık olarak belediyeden temin edilen kadastro parselleri QGIS yazılımında açılarak kontroller yapılmıştır. Öznitelik tablosunda verilen ada parsel numaraları eski olduğundan, Aksu Tarım İlçe Müdürlüğü'nden alınan ve .xlsx formatında bulunan listeden güncel parsel numaraları ile TKGM Parsel Sorgulama ekranından sorgulama yapılarak veriler .shp formatında indirilmiştir. Daha sonra belediye verileri TKGM' den indirilen parsellerle eşleştirilerek tekrar sayısallaştırılmıştır.

QGIS yazılımında «raster calculator» aracı ile GNDVI haritası üretilmiştir. (Şekil 4). GNDVI uygulamasının sağlıklı sonuç verebilmesi için tamamı Aksu Tarım İlçe Müdürlüğü'nden alınan veriler incelenerek tamamı ekim yapılan parseller seçilmiştir. Altlık olarak temin edilen kadastro parsellerinden bazıları, TKGM verileri ile uyuşmadığından bu parseller elimine edilmiştir. 20 Mayıs'ta Ekimi yapılan tamamı ekili olan test parselleri Çizelge 4'de, 15 Mayıs'ta Ekimi yapılan tamamı ekili olan test parselleri Çizelge 5'de verilmiştir.



Şekil 4. GNDVI uygulaması

Çizelge 4. 20 Mayıs'ta Ekimi yapılan tamamı ekili olan test parselleri (Karaöz/Aksu/Antalya)

Kullanılan Alan(da)	Parsel Alanı (da)	Ürün	Tarım Sekli	Ekili Alan (da)	Ekim Tarihi	Hasat Tarihi	Bölge Adı	FID
49,649	49,649	Mısır (Daane)	Kuru	49,649	20.05.2020	20.09.2020	Zone1	1133
14,176	14,182	Mısır (Silajlık)	Sulu	14,176	20.05.2020	20.09.2020	Zone2	679
13,702	13,702	Mısır (Silajlık)	Sulu	13,702	20.05.2020	20.09.2020	Zone3	2786
6,175	6,175	Mısır (Silajlık)	Sulu	6,175	20.05.2020	20.09.2020	Zone4	3247
16,652	16,655	Mısır (Silajlık)	Sulu	16,652	20.05.2020	20.09.2020	Zone5	2212
7,34	7,34	Mısır (Silajlık)	Sulu	7,34	20.05.2020	20.09.2020	Zone6	3151
11,005	11,005	Mısır (Silajlık)	Sulu	11,005	20.05.2020	20.09.2020	Zone7	2970
4,698	4,698	Mısır (Silajlık)	Sulu	4,698	20.05.2020	20.09.2020	Zone8	3607
18,803	18,803	Mısır (Dane)	Sulu	18,803	20.05.2020	20.09.2020	Zone9	2835
7,769	7,769	Mısır (Silajlık)	Sulu	7,769	20.05.2020	20.09.2020	Zone10	2840
6,67	6,67	Mısır (Silajlık)	Sulu	6,67	20.05.2020	20.09.2020	Zone11	1074
1,224	1,232	Mısır (Silajlık)	Sulu	1,224	20.05.2020	20.09.2020	Zone12	2883
11,616	11,626	Mısır (Silajlık)	Sulu	11,616	20.05.2020	20.09.2020	Zone13	2611
11,418	11,418	Mısır (Silajlık)	Kuru	11,418	20.05.2020	20.09.2020	Zone14	4505
11,683	11,695	Mısır (Silajlık)	Sulu	11,683	20.05.2020	20.09.2020	Zone15	4152
12,15	12,15	Mısır (Silajlık)	Sulu	12,15	20.05.2020	20.09.2020	Zone16	3295
1,92	1,92	Mısır (Silajlık)	Sulu	1,92	20.05.2020	20.09.2020	Zone17	1396
3,575	3,582	Mısır (Silajlık)	Sulu	3,575	20.05.2020	20.09.2020	Zone18	4040
5,251	5,251	Mısır (Silajlık)	Sulu	5,251	20.05.2020	20.09.2020	Zone19	3100
6,584	6,584	Mısır (Silajlık)	Sulu	6,584	20.05.2020	20.09.2020	Zone20	1606

Sonuç olarak bu çalışmaya uyan kriterlere uygun toplamda 40 adet parsel seçilmiş ve GNDVI değerleri hesaplanmıştır. Literatür taraması kısmında açıklanmış olan Kayad ve ark. (2019) tarafından yayınlanan “Sentinel-2 ve Makine Öğrenimi Teknikleri Kullanılarak Mısır Veriminin Tarla İçi Değişkenliğinin İzlenmesi” adlı çalışmadan yola çıkılarak GNDVI değerleri esas alınmıştır. 15 Mayıs tarihinde ekim yapılan parseller için genel bir değerlendirme yapabilmek

amacıyla NDVI değerleri de hesaplanmıştır.

Çizelge 6’da 15 Mayıs’ta Ekimi Yapılan Parseller ve Ortalama GNDVI Değerleri, Çizelge.7’de 15 Mayıs’ta Ekimi Yapılan Parseller ve Ortalama NDVI Değerleri, Çizelge.8’de 20 Mayıs’ta Ekimi Yapılan Parseller ve Ortalama GNDVI Değerleri verilmiştir. Bu bulunan değerler yardımıyla parsel bazında bitki gelişimi ve hasadı incelenmiştir.

Çizelge 5. 15 Mayıs'ta Ekimi yapılan tamamı ekili olan test parselleri (Karaöz/Aksu/Antalya)

Kullanılan Alan(da)	Parsel Alanı	Ürün	Tarım Sekli	Ekili Alan (da)	Ekim Tarihi	Hasat Tarihi	Bölge Adı	FID
11,548	11,548	Mısır (Silajlık)	Sulu	11,548	15.05.2020	20.09.2020	zone21	2717
1,185	4,983	Mısır (Silajlık)	Sulu	1,185	15.05.2020	20.09.2020	zone22	1276
1,11	3,011	Mısır (Silajlık)	Sulu	1,11	15.05.2020	20.09.2020	zone23	1626
2,615	2,615	Mısır (Silajlık)	Sulu	2,615	15.05.2020	20.09.2020	zone24	1812
18,325	18,325	Mısır (Silajlık)	Sulu	18,325	15.05.2020	20.09.2020	zone25	4158
2,234	6,057	Mısır (Silajlık)	Sulu	2,234	15.05.2020	20.09.2020	zone26	4543
13,133	19,014	Mısır (Silajlık)	Sulu	13,133	15.05.2020	20.09.2020	zone27	2295
17,653	17,653	Mısır (Silajlık)	Sulu	17,653	15.05.2020	20.09.2020	zone28	2296
1,098	1,1	Mısır (Silajlık)	Sulu	1,098	15.05.2020	20.09.2020	zone29	4153
4,992	4,998	Mısır (Silajlık)	Sulu	4,992	15.05.2020	20.09.2020	zone30	506
15,41	15,416	Mısır (Silajlık)	Sulu	15,41	15.05.2020	20.09.2020	zone31	2493
1,236	1,24	Mısır (Silajlık)	Sulu	1,236	15.05.2020	20.09.2020	zone32	2497
2,983	17,902	Mısır (Silajlık)	Sulu	2,983	15.05.2020	20.09.2020	zone33	1580
11,553	11,573	Mısır (Silajlık)	Sulu	11,553	15.05.2020	20.09.2020	zone34	3992
2,313	2,331	Mısır (Silajlık)	Sulu	2,313	15.05.2020	20.09.2020	zone35	3999
6,691	13,384	Mısır (Silajlık)	Sulu	6,691	15.05.2020	20.09.2020	zone36	1702
4,152	5,537	Mısır (Silajlık)	Sulu	4,152	15.05.2020	20.09.2020	zone37	3770
17,506	17,508	Mısır (Silajlık)	Sulu	17,506	15.05.2020	20.09.2020	zone38	1263

Çizelge 6. 15 Mayıs'ta ekimi yapılan parseller ve ortalama GNDVI değerleri

Bölge Adı	16.May	5.Haz	10.Haz	10.Tem	15.Tem	20.Tem	30.Tem	19.Ağu	24.Ağu	3.Eyl	8.Eyl	13.Eyl	18.Eyl
Zone2	0.40933	0.40933	0.34986	0.27929	0.28205	0.28621	0.32586	0.53128	0.59056	0.72379	0.74204	0.64935	0.69262
1	8	8	7	3	0	2	3	7	5	0	3	3	5
Zone2	0.45704	0.45704	0.40369	0.30476	0.36228	0.36310	0.38571	0.57761	0.71073	0.73070	0.76867	0.69972	0.73324
2	2	2	7	5	2	3	0	0	0	7	6	9	5
Zone2	0.34188	0.34188	0.33925	0.26910	0.28104	0.27099	0.27024	0.30280	0.29057	0.28290	0.27417	0.28834	0.27163
3	1	1	8	7	8	1	7	3	5	8	2	7	8
Zone2	0.46769	0.46769	0.41061	0.44664	0.42749	0.43143	0.44093	0.44373	0.43022	0.41805	0.43397	0.39842	0.41988
4	3	3	8	5	1	4	8	5	2	2	8	5	8
Zone2	0.35567	0.35567	0.34757	0.33608	0.32524	0.31893	0.33394	0.33683	0.31714	0.22462	0.16015	0.17578	0.16537
5	1	1	3	4	1	5	1	9	3	5	5	8	7
Zone2	0.55212	0.55212	0.49647	0.70056	0.67382	0.68332	0.67133	0.37296	0.35691	0.35171	0.34757	0.33805	0.34269
6	6	6	6	8	5	4	4	5	9	4	5	5	1
Zone2	0.44144	0.44144	0.39586	0.35210	0.34373	0.35871	0.39706	0.49058	0.49217	0.51261	0.50981	0.49630	0.49834
7	8	8	2	6	2	0	7	2	1	8	6	9	7
Zone2	0.36637	0.36637	0.35113	0.29793	0.32365	0.35494	0.38605	0.58335	0.52931	0.59809	0.64689	0.62077	0.65172
8	9	9	2	9	6	4	2	3	7	7	8	7	9
Zone2	0.47701	0.47701	0.42777	0.40108	0.41609	0.41064	0.41980	0.43648	0.47798	0.49396	0.42930	0.46438	0.42924
9	0	0	9	6	2	5	3	1	6	7	9	7	2
Zone3	0.42038	0.42038	0.37192	0.37584	0.37109	0.37294	0.38620	0.39235	0.39961	0.39093	0.38460	0.40104	0.37618
0	6	6	0	4	8	3	9	3	5	9	4	0	9
Zone3	0.36416	0.36416	0.34180	0.34040	0.30744	0.31390	0.34279	0.44006	0.41892	0.44508	0.48478	0.52007	0.54244
1	2	2	9	5	4	9	2	6	1	2	2	6	0
Zone3	0.23905	0.23905	0.24254	0.55795	0.54024	0.60611	0.63938	0.58750	0.61008	0.27704	0.18313	0.19198	0.19458
2	5	5	4	4	4	1	5	9	2	7	1	4	2
Zone3	0.54200	0.54200	0.46865	0.50819	0.50292	0.50119	0.52332	0.53996	0.53225	0.54259	0.54729	0.50066	0.51525
3	0	0	5	7	3	5	5	6	5	4	9	2	5
Zone3	0.43955	0.43955	0.37365	0.25572	0.24191	0.22804	0.25015	0.33005	0.39325	0.45774	0.48700	0.47766	0.52522
4	0	0	6	8	4	0	0	6	4	6	2	2	9
Zone3	0.45885	0.45885	0.39467	0.37836	0.33600	0.34651	0.41091	0.46789	0.54589	0.58142	0.66474	0.57568	0.65218
5	2	2	1	7	0	9	1	5	5	2	7	7	9
Zone3	0.39427	0.39427	0.37128	0.28243	0.32628	0.33108	0.40802	0.63386	0.74169	0.70701	0.74239	0.66860	0.70260
6	5	5	0	4	0	6	4	1	9	1	5	7	4
Zone3	0.34268	0.34268	0.34034	0.24764	0.25772	0.33504	0.41138	0.68939	0.76128	0.73825	0.75626	0.68764	0.71654
7	4	4	1	3	0	4	4	8	3	4	1	2	7
Zone3	0.37804	0.37804	0.34645	0.30386	0.30922	0.31081	0.36623	0.45907	0.46839	0.48153	0.48896	0.45359	0.46614
8	9	9	8	6	6	8	0	3	7	8	7	3	7

Çizelge.7. 15 Mayıs'ta Ekimi Yapılan Parseller ve Ortalama NDVI Değerleri

Bölge Adı	16.May	5.Haz	10.Haz	10.Tem	15.Tem	20.Tem	30.Tem	19.Ağu	24.Ağu	3.Eyl	8.Eyl	13.Eyl	18.Eyl
Zone2 1	0.24485 2	0.24485 2	0.22007 4	0.15923 6	0.17547 8	0.18100 2	0.21038 0	0.49367 0	0.57990 6	0.78324 8	0.80744 1	0.70905 4	0.76237 1
Zone2 2	0.32564 6	0.32564 6	0.29727 2	0.21699 8	0.30349 3	0.29907 1	0.30737 8	0.54757 7	0.75479 9	0.76662 2	0.83005 2	0.75918 7	0.79303 7
Zone2 3	0.29773 5	0.29773 5	0.30322 9	0.18955 6	0.20934 2	0.19389 4	0.18417 0	0.21475 6	0.21092 0	0.19692 1	0.17816 1	0.20109 8	0.17600 4
Zone2 4	0.41642 0	0.41642 0	0.36650 9	0.36319 1	0.34495 8	0.34406 7	0.35018 2	0.35363 8	0.33840 3	0.31747 5	0.33866 1	0.30938 5	0.32381 2
Zone2 5	0.21577 2	0.21577 2	0.24556 4	0.18429 6	0.17952 5	0.16707 1	0.17792 6	0.19527 0	0.18491 0	0.14776 7	0.09828 6	0.11983 4	0.10227 6
Zone2 6	0.58247 1	0.58247 1	0.49424 8	0.73360 2	0.69758 7	0.71411 2	0.70390 5	0.23849 7	0.21805 6	0.20748 2	0.20526 6	0.20102 5	0.20369 0
Zone2 7	0.31482 8	0.31482 8	0.28986 3	0.21671 2	0.21358 9	0.23361 2	0.27318 0	0.40625 4	0.40872 7	0.43486 9	0.42576 5	0.43431 0	0.41948 3
Zone2 8	0.22193 8	0.22193 8	0.23649 0	0.20106 7	0.24512 3	0.27218 5	0.29915 7	0.56745 8	0.49335 3	0.58636 7	0.65610 3	0.66059 7	0.68113 4
Zone2 9	0.38920 4	0.38920 4	0.32880 2	0.28358 8	0.32127 2	0.30854 9	0.31825 5	0.35511 1	0.40865 2	0.42546 4	0.33380 9	0.39086 0	0.34638 7
Zone3 0	0.33643 8	0.33643 8	0.28252 3	0.29501 7	0.29548 9	0.28853 3	0.30635 7	0.32070 2	0.33461 2	0.32466 8	0.31111 5	0.35520 5	0.30673 9
Zone3 1	0.26041 1	0.26041 1	0.24841 6	0.31655 6	0.27366 6	0.28136 6	0.31899 5	0.43590 5	0.40619 2	0.44422 2	0.49755 2	0.55431 6	0.57824 0
Zone3 2	0.20626 6	0.20626 6	0.20680 8	0.61205 9	0.58398 4	0.65291 1	0.68968 1	0.62994 8	0.66685 7	0.19631 5	0.10985 6	0.12252 2	0.12071 9
Zone3 3	0.55005 7	0.55005 7	0.44884 8	0.45724 2	0.45269 7	0.45513 3	0.47258 8	0.49593 0	0.48543 6	0.49475 7	0.49908 3	0.46179 7	0.47251 8
Zone3 4	0.29625 7	0.29625 7	0.25067 3	0.14600 0	0.14168 2	0.12623 0	0.15029 8	0.24027 4	0.33021 3	0.41081 5	0.43570 0	0.44884 6	0.51330 7
Zone3 5	0.33975 5	0.33975 5	0.28995 2	0.24329 8	0.20371 6	0.21761 5	0.29889 0	0.37254 4	0.50055 0	0.55709 0	0.68605 6	0.59193 5	0.69830 7
Zone3 6	0.26831 2	0.26831 2	0.27164 3	0.17346 7	0.20833 7	0.25049 8	0.31576 8	0.63261 6	0.79780 2	0.74752 9	0.79787 9	0.72136 9	0.75201 4
Zone3 7	0.18339 9	0.18339 9	0.21732 1	0.12804 0	0.14346 5	0.25424 6	0.32512 1	0.71276 1	0.83487 8	0.79788 9	0.82064 8	0.75802 1	0.77744 4
Zone3 8	0.24572 0	0.24572 0	0.25242 1	0.18677 0	0.19764 7	0.19496 9	0.26463 4	0.37883 7	0.39605 6	0.41497 6	0.42176 8	0.39712 3	0.40427 3

Çizelge.8. 20 Mayıs'ta ekimi yapılan parseller ve ortalama GNDVI değerleri

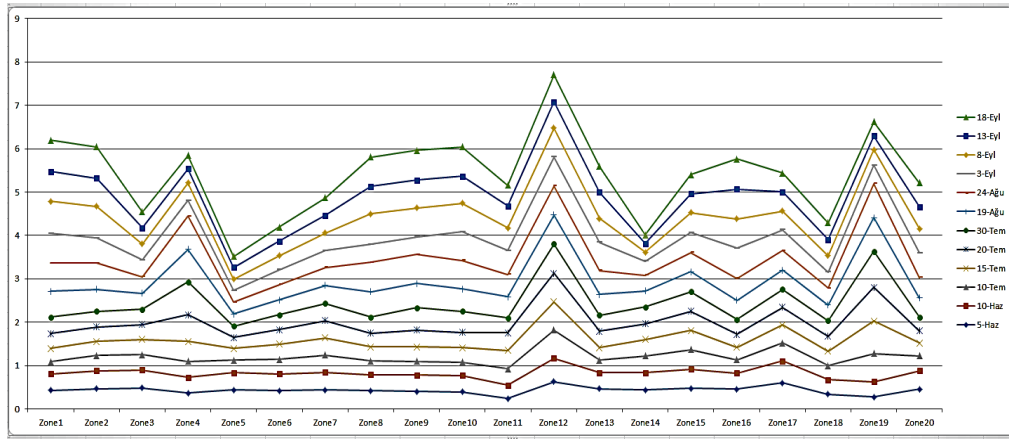
Bölge Adı	5.Haz	10.Haz	10.Tem	15.Tem	20.Tem	30.Tem	19.Ağu	24.Ağu	3.Eyl	8.Eyl	13.Eyl	18.Eyl
Zone1	0.43464 8	0.37136 6	0.28556 7	0.30386 7	0.34164 2	0.38466 7	0.59195 2	0.64579 6	0.68609 9	0.74351 1	0.68420 9	0.72135 8
Zone2	0.46526 5	0.41722 2	0.35161 4	0.32600 1	0.32915 1	0.36689 3	0.50218 6	0.60697 2	0.57864 5	0.72629 1	0.65404 0	0.71847 0
Zone3	0.48326 8	0.41803 1	0.35233 0	0.34989 6	0.33983 1	0.35121 6	0.37230 8	0.37964 1	0.38619 5	0.37078 9	0.36889 9	0.36777 2
Zone4	0.36962 8	0.36230 3	0.36858 2	0.46013 8	0.60795 1	0.75991 8	0.75234 8	0.76371 7	0.36118 9	0.40173 5	0.33062 5	0.30480 3
Zone5	0.43556 5	0.40402 9	0.28178 4	0.27161 4	0.25859 1	0.26147 2	0.27537 2	0.27222 0	0.26982 9	0.25953 2	0.26997 7	0.26016 8
Zone6	0.42561 2	0.38072 0	0.33946 2	0.34559 2	0.33823 1	0.34353 0	0.34232 4	0.34624 5	0.34434 4	0.32657 5	0.33641 6	0.32206 8
Zone7	0.44077 3	0.40301 5	0.40225 8	0.39575 1	0.39137 3	0.40148 9	0.41022 7	0.41424 9	0.39082 2	0.40568 7	0.41012 6	0.40743 0
Zone8	0.41914 1	0.37451 4	0.31151 0	0.32635 9	0.31886 0	0.36890 6	0.58123 0	0.68176 2	0.41022 7	0.70608 5	0.63621 5	0.67118 5
Zone9	0.40354 9	0.37753 2	0.31492 2	0.33326 5	0.38834 0	0.52017 4	0.55131 4	0.67112 0	0.41022 7	0.66678 0	0.64181 6	0.68071 1
Zone1 0	0.39585 3	0.37422 4	0.30688 6	0.33260 3	0.35660 0	0.48435 4	0.51830 7	0.65399 7	0.65914 6	0.66069 3	0.62289 9	0.67274 1
Zone1 1	0.24395 6	0.30338 4	0.38017 4	0.42241 5	0.40243 4	0.34751 2	0.48602 5	0.51800 2	0.54941 2	0.51965 4	0.50236 6	0.48070 1
Zone1 2	0.62976 8	0.53991 6	0.64949 1	0.65441 9	0.65431 6	0.67363 8	0.67187 5	0.66426 7	0.66805 1	0.67299 7	0.60158 6	0.62435 0
Zone1 3	0.46706 9	0.36858 8	0.28874 9	0.29239 7	0.37176 4	0.37176 3	0.47662 2	0.55690 7	0.64511 4	0.54802 4	0.60418 6	0.59734 8
Zone1 4	0.44117 2	0.39248 9	0.38973 5	0.37776 2	0.36319 9	0.38325 8	0.37653 6	0.36077 5	0.31820 3	0.20902 5	0.20202 2	0.19844 8
Zone1 5	0.47793 6	0.43510 0	0.45541 9	0.43895 8	0.44260 6	0.45415 5	0.45569 5	0.44953 2	0.45458 7	0.46464 5	0.43039 2	0.44633 2
Zone1 6	0.45632 0	0.37466 1	0.29944 2	0.29052 8	0.29567 1	0.34606 9	0.44522 4	0.50421 7	0.69584 9	0.67523 1	0.68274 4	0.70038 7
Zone1 7	0.60593 4	0.50233 5	0.41031 9	0.41829 0	0.40619 3	0.41736 3	0.44172 3	0.45237 8	0.47022 3	0.44092 0	0.44254 4	0.43311 9

Zone18	0.336379	0.335516	0.329411	0.333888	0.343219	0.356287	0.359888	0.389254	0.372595	0.376602	0.372540	0.389254
Zone19	0.277918	0.352906	0.648964	0.742983	0.780483	0.832172	0.775963	0.784585	0.417390	0.368488	0.311174	0.327500
Zone20	0.456218	0.423500	0.344660	0.294995	0.280883	0.316664	0.445398	0.468434	0.565215	0.558403	0.511139	0.545259

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

20 Adet zone, farklı tarihlerde elde edilen GNDVI değerleri tek bir grafikte Şekil.5’de gösterilmiştir. Bitkinin her zaman aynı yansımayı vermediği zamansal değişimler

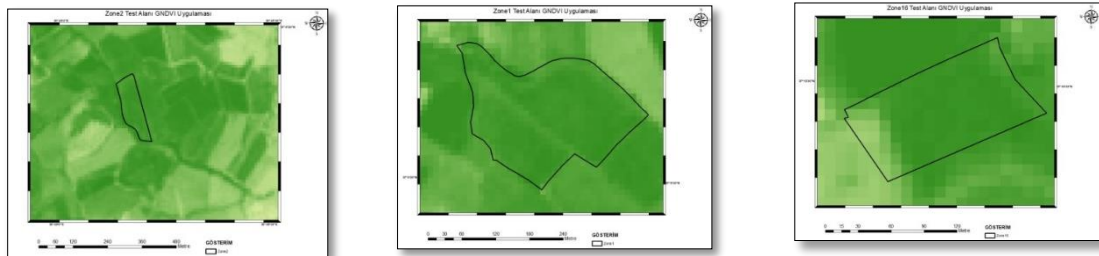
görülebilmektedir. Bu veriler doğrultusunda aşağıdaki tespitler yapılmıştır. Sadece 15 Mayıs tarihinde ekimi yapılan parseller için aynı gün geçen uydu görüntüsü bulunmadığı için en yakın gün olan 16 Mayıs görüntüsü temin edilmiştir.



Şekil 5. GDNVI değerlerini zamansal değişimi

Çalışma alanındaki tüm Zone’lar CBS ortamında oluşturulmuş ve katmanlar tek bir dosyada bir araya getirilmiştir. Çalışmadan örnek gösterim olarak

Şekil.6’da Zone1, Zone2 ve Zone16 Test Alanları 18 Eylül GNDVI Görüntüleri gösterilmiştir. Bu şekilde tüm zone’ların haritaları oluşturulmuştur.



Şekil 6. Zone1, Zone2 ve Zone16 Test Alanları 18 Eylül GNDVI Görüntüleri

Maxwell ve Sylvester (2012)'de NDVI değeri 0.2'den fazla olan alanlarda yeşil aksamli bitkiler bulunduğunu belirtmiştir. Bu sebeple NDVI değerleri hesaplanmış ve 15 Mayıs tarihinde ekimi yapılmış olan parsellerden yalnızca zone 37 test alanının 0.183399 değeri ile 0.2 nin altında değer aldığı gözlemlenmiştir. Ekimden sonraki gün Bu durum çiftçi tarafından beyan edilen tarihten önce ekim yapılmış olabileceği sonucunu vermektedir. Ancak Zone 37 bölgesinde başlangıçta 0,183339 NDVI değeri ve son ayda elde edilen 0,777444 değeri ile tam zamanında hasat yapıldığı söylenebilir. Aynı parsel için GNDVI değeri ekim tarihinden sonraki gün olan 16 Mayıs'ta 0.342684 ve hasat tarihine en yakın olan 18 Eylül tarihli görüntüde 0.716547 dir.

Zone23, Zone24, Zone25, Zone29, Zone30 ve Zone33 numaralı test parsellerinde, ekim tarihinden hasat tarihine kadar olan GNDVI ve NDVI değerlerinde durağan sonuçlar elde edilmiştir. Gelişme dönemi boyunca değerlerin çok düşük seviyede olması, özellikle Zone23 ve Zone25 alanlarında ekim yapılmadığı sonucuna ulaştırmaktadır.

Zone26 parseli ilk görüntüye ait değerler incelendiğinde GNDVI (0.552126) ve NDVI (0.582471) değerleri ile çiftçi tarafından beyan edilen tarihten daha erken bir tarihte ekim yapıldığını gösteriyor. 30 Temmuz tarihinde ise her iki bitki indeksi de en yüksek değerine ulaşmış ve 19 Ağustos'ta ani düşüş yaşanmıştır. Bu erken tarihte ekimi yapılmış olan Zone26 parselinin, 30 Temmuz ve 19 Ağustos tarihleri arasında hasat edilmiş olabileceğini göstermektedir.

Aynı şekilde Zone 32 parseli, nispeten düşük değerler (GNDVI: 0.239055 ve NDVI: 0.206266) ile başlamış 24 Ağustos tarihli görüntülerde ise en yüksek GNDVI ve NDVI

değerlerine ulaşmıştır. Bu sonuç Zone32 parselinin 24 Ağustos ve 3 Eylül tarihleri arasında hasat edilmiş olabileceğini göstermektedir.

16 Mayıs tarihinde Zone21, Zone22, Zone28, Zone35 ve Zone36 numaralı parsellerde GNDVI ve NDVI değerlerinin yine 0.20'den fazla olduğu görülmektedir. Ancak değerler bu parsellerde doğrusal bir şekilde hasat tarihine kadar artmıştır. Mısır parsellerinin 20 Eylül tarihinde hasat edildiği bilindiğinden, GNDVI ve NDVI değerlerinin en yüksek değerlere ulaştığında hasat yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Zone27, Zone31, Zone34 ve Zone38 numaralı test alanlarında ise GNDVI ve NDVI değerlerinin Ağustos ve Eylül aylarına kadar durağan olduğu, bu tarihlerden sonra ise artmaya başladığı görülmektedir. Ancak bu artışa rağmen değerlerin, 18 Eylül görüntülerinde hasat için yeterli düzeye ulaşmadığı tespit edilmiştir.

20 Mayıs'ta ekim yapılan parseller için ilk uydu görüntüsü tarihi 5 Haziran'dır. 20 Mayıs' ta ekimi yapılan mısır parselleri için yalnızca GNDVI uygulaması yapılmıştır. Zone1, Zone2 ve Zone16 test alanlarında ilk GNDVI değeri (5 Haziran) 0.40 üzerinde başlamış ve 5 gün sonraki uydu görüntüsünde (10 Haziran) bir düşüş görülmüştür. Buradaki düşüşler, bitkinin su stresi altında olabileceği konusunda bir fikir verebilir. Sonrasında, 19 Ağustos itibariyle bu üç test alanında GNDVI değerleri artış göstermiş ve hasat tarihinden önceki uydu görüntüsünde (18 Eylül) en yüksek değere ulaşmıştır. Bu durum, silajlık mısırın en gelişmiş zamanında hasat edildiğini göstermektedir.

Zone8, Zone9 ve Zone10 test alanlarında ise durum, buna benzer şekilde gerçekleşmiş, hasat tarihine kadar aynı şekilde artmalar olmuş ancak

GNDVI değerleri, 0.60 dolaylarında son bulmuştur. Değerlerin birebir aynı olması beklenemez ancak, sulama ve gübreleme şartları nedeniyle değerlerde farklılıklar olabilir.

Zone3, Zone5, Zone6, Zone7, Zone14, Zone15 ve Zone18 test alanlarına ait ilk GNDVI değerleri, 0.30 ila 0.45 değerleri arasındadır. Sonraki görüntülerde hepsinde ortak bir düşüş gerçekleşmiş, fakat hasat tarihine kadar GNDVI değerleri durağan bir şekilde devam etmiştir. Değerlerin yükseliş göstermeden durağan ilerlemesi, bu alanlarda ekim yapılmadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Zone4 ve Zone19 alanlarına ait GNDVI değerleri Temmuz ayında yükselişe geçmiş ve 24 Ağustos tarihine kadar olan görüntülerde en yüksek değerleri alarak 3 Eylül tarihinde ani düşüş yaşanmıştır. Bu durum, 24 Ağustos ve 3 Eylül tarihleri arasında hasat yapıldığını göstermektedir.

Zone17 alanında ekimden 15 gün sonra elde edilen ilk GNDVI değeri, 0.605934'tür. Bu tarihten hasata GNDVI değerleri azalarak devam etmiştir. Bu durum, çiftçi tarafından beyan edilen ekim tarihinden önce ekim yapıldığını göstermektedir.

Zone11 (0.243956) GNDVI değeri, Zone13 (0.467069) ve Zone20 (0.456218) alanları ise nispeten yüksek bir GNDVI değeri ile başlayarak; sonraki tarihlerde diğer test alanlarında olduğu gibi düşüşler yaşanmış, ardından hasat tarihine kadar yükseliş devam etmiştir.

Silajlık mısır danelerin olgunlaşmaya yeni başladığı zamanlarda hasat edilmektedir. Hasat tarihine yakın tarihlerde GNDVI değerlerinin en yüksek değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Çalışmada, 20 Eylül hasat tarihi sonrası için Sentinel-2 uydu görüntüleri offline durumda olduğundan bu tarihlere ait görüntüler elde

edilememiş, ve bu parsellerde hasat yapıp yapılmadığı kontrol edilememiştir.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bilgiler ışığında; Aksu Tarım İlçe Müdürlüğü Uzaktan Algılama yöntemleri ile çiftçi tarafından beyan edilen tarihlerde ekim yapıp yapılmadığını tespit edebilecektir. Sentinel-2 uydu görüntüleri ile bitki örtüsü indekslerinin hasat çalışmalarına destek olacağı tespiti yapılmıştır. Çalışma alanında kullanılan test parsellerinin alanları 1 dekar ile 18 dekar arasında değişmekte olup, en yüksek alan 49 dekadır. Sentinel-2 uydu görüntüleri her ne kadar yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip olsa da daha büyük ölçekli alanlarda daha hassas sonuçlar verecektir. İleride yapılacak çalışmalar, uydu görüntülerinin kullanımının yanı sıra, yersel çalışmalarla desteklenerek bitki indeksleri ile arasındaki korelasyon incelenmesi hedeflenmiştir.

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknikleri kullanılarak çalışma bölgesindeki mısır bitkisinin karakteristiğinin hem kısa zamanda hem de ekonomik olarak belirlenecek olmasının yanı sıra hasat ile ilgilenen kurum ve kuruluşlara yardımcı olacağı tespiti yapılmıştır.

Tarımsal çalışmalarda hasadın diğer faktörler ile ilişkisinin sağlıklı yapılabilmesi için hasat verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri standartlarının artırılması gerektiği ve çalışmaların verimli olması için CBS katmanlarının güçlendirilmesinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Alvino, F.C., Aleman, C.C., Filgueiras, R., Althoff, D., da Cunha, F.F. 2020. Vegetation Indices For Irrigated Corn Monitoring. Engenharia Agrícola, 40(3): 322-333.

- Chen, J.M. 1996. Evaluation of vegetation indices and a modified simple ratio for boreal applications. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 22(3): 229-242.
- Cordeiro Santana, D., da Silva Flores, M., Favero Cotrim, M., Vitório Rodrigues, E., dos Santos, A., Pereira Ribeiro Teodoro, L., & Eduardo Teodoro, P. Genotype-by-trait biplot and canonical correlations for spectral and agronomic traits in corn. *Agronomy Journal*, 113(2): 1197-1204.
- Çamoğlu, G., Şerafettin, A., Levent, G. 2010. Mısır bitkisinin su stresine karşı spektral tepkileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 3(1): 37-43.
- Dedeoğlu, M. 2020. Vejetasyon indis değerleri ile şeker pancarı yaprak azot içeriğinin izlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8(1): 69-76.
- Demir, S., Başayığıt, L. 2020. Sorunlu Gelişim Gösteren Bitkilerin İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Belirlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(1): 12-22.
- Frampton, W. J., Dash, J., Watmough, G., Milton, E.J. 2013. Evaluating the capabilities of Sentinel-2 for quantitative estimation of biophysical variables in vegetation. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 82, 83-92.
- Gitelson, A.A., Kaufman, Y.J., Merzlyak, M.N. 1996. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 58: 289–298.
- Gitelson, A.A., Gritz, Y., Merzlyak, M.N. 2003. Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of plant physiology*, 160(3): 271-282.
- Gözügül, A., Öztürk. İ. 2008. Silajlık Mısır Tarımı Ve Silaj Yapımı. T.C. Samsun Valiliği, İl Tarım Müdürlüğü, Samsun.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., Şimşek, O., Ozan, S., Buyurgan, K., Maltaş, A., Kaplan, M. 2019. Roka (*Eruca vesicaria*) yetiştiriciliğinde spektral yansıma ile bitki besin maddesi konsantrasyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32: 55-62.
- 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*, 32(2): 45-53.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Tremblay, N., Zarco-Tejada, P.J., Dextraze, L. 2002. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. *Remote sensing of environment*, 81(2-3): 416-426.
- Henriques, H.J.R., Schwambach, D.A., Fernandes, V.J.M., Cortez, J.W. 2021. Vegetation Indices And Their Correlation With Second-Crop Corn Grain Yield In Mato Grosso Do Sul, Brazil. *Revista Brasileira De Milho E Sorgo*, 20, 13.
- Kayad, A., Sozzi, M., Gatto, S., Marinello, F., Pirotti, F. 2019. Monitoring within-field variability of corn yield using Sentinel-2 and machine learning techniques. *Remote Sensing*, 11(23): 2873.
- Maxwell, S.K., Sylvester, K.M. 2012. Identification of “ever-cropped” land (1984–2010) using Landsat annual maximum NDVI image composites: Southwestern Kansas case study. *Remote sensing of environment*, 121: 186-195.
- Rouse Jr, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation.

- NASA/GSFCT Type III Final Report, Greenbelt, MD, USA.
- Santana, D.C., Cotrim, M.F., Flores, M.S., Baio, F.H.R., Shiratsuchi, L.S., da Silva Junior, C.A., Teodoro, P.E. 2021. UAV-based multispectral sensor to measure variations in corn as a function of nitrogen topdressing. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23: 100534.
- Süzer, S. 2003. Mısır Tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne.
- Şahin, S. 2001. Türkiye’de Mısır Ekim Alanlarının Dağılışı Ve Mısır Üretimi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1).
- Thiam, A., Eastman, J.R. 1997. Vegetation Indices. In: *IDRISI1 for Windows: User Guide*. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Chapter 18. Pp 208-220.
- Uyaner, M., Karaşahin, M., Bilici, M., Topal, İ., Yakışır, E., Keleş, R. Mini İnsansız Hava Aracının Tahıl Islah Parsellerinde Verim Tahmininde Kullanılabilirliği. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2): 280-294.
- Üstüner, M., Balık Şanlı, F.U.S.U.N., Abdikan, S. 2016. Bitki Örtüsü İndekslerinin Tarımsal Ürün Deseni Tespitindeki Etkisinin Araştırılması. 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Vincini, M., Frazzi, E., D’Alessio, P. 2008. A broad-band leaf chlorophyll vegetation index at the canopy scale. *Precis. Agric.* 9, 303–319.
- Wilton, M. 2021. Crop Yield Estimation Using NDVI: A Comparison of Various NDVI Metrics. Department of Agribusiness and Agricultural Economics, University of Manitoba, Master of Thesis, USA
- Wolters, S., Söderström, M., Piikki, K., Reese, H., Stenberg, M. 2021. Upscaling proximal sensor N-uptake predictions in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with Sentinel-2 satellite data for use in a decision support system. *Precision Agriculture*, 1-21.
- Yunus, K.A.Y.A., Polat, N. Bitki İndeksleri Kullanarak Buğday Bitkisinin Rekolte Tahmini. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 12(1): 99-110.