



## Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği<sup>a</sup>

Kemal Sulhi GÜNDOĞDU<sup>1\*</sup>, Benjamin B. BANTCHINA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Bölümü, Bursa, Türkiye,

<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği, Bursa, Türkiye,

\*Sorumlu yazar ORCID: 0000-0002-5591-4788

e-posta (Corresponding author e-mail): kemalg@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0002-2593-426X

e-posta (Author-s e-mail):bennytcher@yahoo.fr

Geliş Tarihi (Received): 06.04.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 17.04.2018

**Öz:** Uzaktan algılama, çoğu zaman karar verme ve doğal kaynak gelişiminin izlenmesi alanlarında ekonomik çözümler sunan güvenilir bir yöntemdir. Yüksek mekansal çözünürlüklere sahip uydular sayesinde, bitki örtüsünün mevsimsel ve yıllık değişimlerinin takip edilmesi ve belirlenmesi mümkündür. Uydu görüntüsündeki çeşitli bantlarda bulunan yansıma değerleri kullanılarak, biyomas, aktif fotosentetik radyasyon gibi bazı biyofiziksel parametreleri tahmin etmek için, bitki indeksleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisini kapsayan 2013-2017 yılları arasındaki 29 Landsat uydu görüntüsünden yararlanılarak, bitki örtüsü indeksi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerlerinin dağılımının parsel bazlı değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Parsellerdeki NDVI değerlerinin konumsal dağılımını belirlemek için NDVI haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca parsellerde ekili buğday, mısır, ayçiçeği ve yonca ürünlerinin verimleri ile NDVI değerleri arasında istatistiksel bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma sonunda, Ziraat Fakültesi arazisindeki parsellerin nispeten küçük olmasına bağlı olarak, parsel sınırından uzaklaştıkça NDVI değerlerinin değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca parsellerde elde edilen NDVI değerlerinin normal dağılıma uymasına karşın, minimum ve maksimum değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki örtüsü, Landsat uydu, NDVI, uzaktan algılama.

<sup>a</sup> Gündoğdu, K.S. ve Bantchina, B.B. 2018. Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği*. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 45-53.

# Parcel Based Evaluation of NDVI Values Distribution from Landsat Satellite Images, A case study of Uludağ University, Faculty of Agriculture Farm

**Abstract:** Remote sensing is often a reliable method of providing economic solutions in areas of decision-making and natural resource development monitoring. It is possible to monitor and determine the seasonal and annual changes of the vegetation cover courtesy of satellites with high spatial resolutions. Vegetation Index is widely used to estimate some biophysical parameters, such as biomass, active photosynthetic radiation, using reflection values from various bands in the satellite image. This study was aimed to evaluate the vegetation cover index NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) values by using 29 images of Landsat satellite that cover the farm land of Uludağ University Faculty of Agriculture between 2013-2017. NDVI maps were created to determine the positional distribution of NDVI values in the parcels. In addition, wheat, corn, sunflower and alfalfa yields in parcels and NDVI values were investigated statistically. At the end of the study, it was observed that the NDVI values changed as they moved away from the parcel boundary due to the relatively small parcels in the area of study. In addition, despite the normal distribution of the NDVI values obtained in the parcels, significant differences were observed between the minimum and maximum values.

**Keywords:** Vegetation cover, Landsat satellite, NDVI, remote sensing.

## Giriş

Geniş alanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, uzaktan algılama tekniklerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Uzaktan algılama ile karar destek çalışmaları, sürdürülebilir tarım ve çevre, doğal kaynakların korunması ve geleceğe dönük planlamalar, konumsal analizler kolaylıkla yapılabilmektedir. Bitki örtüsünün belirlenmesi, verimlerin tahmini, bitki gelişiminin takip edilmesi uzaktan algılama teknolojileri ile uygulanabilir hale gelmiştir. Bu bağlamda, günümüzde uydu görüntülerinin kullanımı sayesinde pek çok araştırma çalışmaları yapılmaktadır.

Akkartal ve ark. (2005), çok zamanlı uydu görüntüleri ile bitki örtüsü değişim analizi üzerine yaptıkları çalışmada, Trakya bölgesindeki Kırklareli ili Lüleburgaz ilçesi ve çevresindeki bitki örtüsü değişimini, üç zamanlı Landsat TM ve SPOT XS görüntüsü ile analiz etmişlerdir. (Domaç ve ark. 2004) Antalya’da tür seviyesinde sınıflandırmanın bitki indeksleri ve temel bileşenler analizi yardımıyla geliştirebilme olanaklarını araştırmışlardır. Araştırmada LANDSAT uydusunun görünür ve kızılötesi bant görüntüleri kullanılarak iki ayrı bitki indeksi seti oluşturulmuştur. Birinci set NDVI, GVI, Greenness, IPVI, TVI bitki indekslerinden, ikinci set toprak tipinin yansımaya etkilerini minimize eden SAVI, MSAVI1, MSAVI2 indekslerinden oluşmuştur. Bitki indeksleri ve orijinal bantlardan elde edilen temel bileşen bantları üzerinden yapılan sınıflandırma ise %77 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Bu kolay ve hızlı yöntem ile sınıflandırma doğruluğunun önemli ölçüde artırılabilceği sonucuna ulaşılmıştır. Karakaş (2004), uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) tekniklerini kullanarak toprak özellikleri ile pamuk verimi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile yaptığı çalışmada Şanlıurfa ili Harran Ovası kapsamındaki 18 sulama birliğinin kapladığı alanı seçmiştir. Ovanın farklı alanlarından alınan verim değerleri, CBS ortamında NDVI haritası ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki doğrultusunda, ovada dört farklı düzeyde verimliliğe sahip pamuk verim haritası oluşturulmuştur. Karabulut (2002), uzaktan

algılama yöntemleri ile elde edilen verileri kullanarak vejetasyonun yıl içerisindeki değişiminin izlenmesi ve incelenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, 15 günlük periyotlar halinde hazırlanan NOAA-AVHRR uydusuna ait verileri kullanarak doğal bitki örtüsü ile yağış koşulları arasındaki ilişkileri incelemiştir. Sonuçlar yağış koşulları ile bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) yoluyla tespit edilebileceğini ortaya koymuştur. Şenkal (1998), Çukurova Bölgesinin, bitki örtüsünü, NOAA-14 AVHRR verilerini kullanarak ve bitki indeksi NDVI metodu ile belirtmeye çalışmıştır. Bölgede, coğrafi ve mevsim koşulları göz önüne alınarak 6 tip genel örtü sınıfı saptanmıştır ve 1997 yılına ait aylık görüntülerin NDVI değerleri işlenerek, en yüksek NDVI değerlerinin ilkbahar ayına denk düşen Mayıs ayında olduğu, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarının bu aya göre düşük olduğu sonucuna varmıştır. (Shimabukuro ve ark. 1996), AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)'dan bitki örtüsünü incelemek istemişlerdir. Bitki örtüsü kesir bileşen değerlerinin NDVI değerleri ile güçlü bir şekilde ilişkilendiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, parça görüntülerinin mevcut Landsat TM görüntülerinden alınan Sao Paulo eyaleti küresel bitki örtüsü haritası ile iyi bir uyum gösterdiği gözlemlenmiştir. Görüleceği gibi, çok sayıda araştırmacı toprak bitki örtüsünün belirlenmesi, verimin bitki örtü indeksleri ile ilişkilendirilmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır.

Bu çalışma ile Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisini kapsayan 2013-2017 yılları arasında 29 uydu görüntüsünden NDVI değerleri hesaplanmıştır. NDVI değerleri parsel bazında hesaplanmıştır. Parsellerdeki NDVI değerlerinin konumsal dağılımını belirlemek için NDVI haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca parsellerde ekili buğday, mısır, ayçiçeği ve yonca ürünlerinin verimleri ile NDVI değerleri arasında istatistiksel bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Bu araştırma kapsamında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliği arazilerini kapsayan Landsat-8 OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntüler, 2013-2017 yıllarında çekilmiş görüntülerdir (**Çizelge 1.**). Bu yıllar arasında, çiftlik arazisinde buğday (Pehlivan, Golia ve Tahirova çeşitleri), ayçiçeği (Oliva, İnegöl Alası çeşitleri), mısır (Sincero, Hido çeşitleri) ve yonca (MA 225 çeşidi) yetiştiriciliği yapılmıştır. Görüntülerin işlenmesi ve bazı analizlerin yapılabilmesi için ArcMAP 10.2 Coğrafi Bilgi Sistemi (Esri, Redlands, USA) programı kullanılmıştır. NDVI değerlerinin hesaplanması için Python ver 2.7 programlama dili ile hazırladığımız yazılım kullanılmıştır.

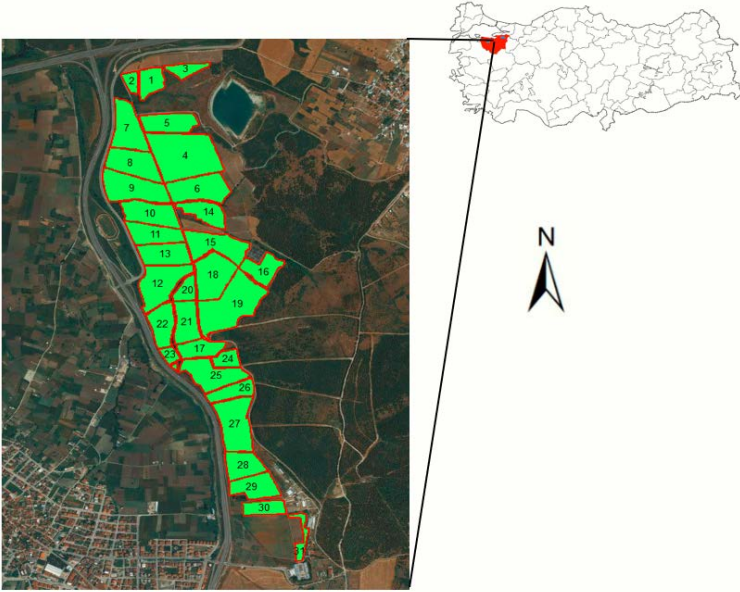
### Çizelge 1. Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin tarihleri

2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
27/05/2013	22/01/2014	09/01/2015	01/04/2016	07/06/2017
14/07/2013	15/06/2014	17/05/2015	17/04/2016	23/06/2017
30/07/2013	01/07/2014	20/07/2015	04/06/2016	09/07/2017
15/08/2013	21/10/2014	06/09/2015	06/07/2016	25/07/2017
19/11/2013	24/12/2014	27/12/2015	22/07/2016	26/08/2017
05/12/2013			07/08/2016	11/09/2017
21/12/2013				

Fakülte çiftliğinde, genel olarak buğday ekimi Ekim ayında, hasadı ise Temmuz ayına doğru gerçekleştirilmektedir. Ayçiçeği ekim tarihi Mart-Nisan-Mayıs aylar arasında, hasat tarihi ise Eylül ayındadır. Silajlık mısır ekimi Mayıs ayında, hasat zamanı Eylül ayındadır. Yonca ekim tarihi Mart-Nisan aylar arasında, biçim tarihleri Mayıs-Ekim ayları arasında değişmektedir. Çalışmanın materyalini oluşturan parseller **Şekil 1.**'de verilmiş, parsel alanları ise **Çizelge 2.**'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Çalışmadaki parsellerin alanları

<i>Parsel No</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Parsel Alanı, da	28	15	17	116	44	60	54	53	64	49	41	62	44	42	61	36
<i>Parsel No</i>	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Parsel Alanı, da	29	61	102	18	39	37	9	16	65	29	69	37	43	34	14	



**Şekil 1.** Çalışma alanını oluşturan parsellerin konumu

### Yöntem

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliğindeki parseller WGS\_1984\_UTM\_Zone\_35N projeksiyon sistemine göre ArcGIS ortamında sayısallaştırılmıştır. Elde edilen sayısallaştırılmış parseller için öznitelik tablosu oluşturularak, parsel bilgileri öznitelik tablosuna girilmiştir.

Landsat-8 OLI uydu görüntülerinin 4. Bandı kırmızı (RED) ve 5. Bandı yakın kızıl ötesi (NIR) yansımaları içermektedir. Landsat görüntüleri 30 m x 30 m çözünürlükte veriler içerdiğinden, oluşan NDVI dosyası da aynı çözünürlüğe sahiptir. NDVI değerini hesaplamak için aşağıdaki formülü kullanılmıştır.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Burada, NIR ışık spektrumunun yakın kızılötesi dalga boyunu (0.851 – 0.879  $\mu\text{m}$ ), RED ise kırmızı bölge dalga boyunu (0.636 – 0.673  $\mu\text{m}$ ), NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Anonim, 2018a). NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise sıfıra yakın NDVI değeri gösterir (Hatfield ve ark. 1985). NDVI hesaplamalarının yapılması için, Python programlama dili ile yazılan program kullanılmıştır. Sayısallaştırılan parsel dosyası, her uydu görüntüsü için, aynı harita sınırları (mapextent) değerine sahip olacak şekilde raster dosyaya dönüştürülmüştür. Hesaplanan NDVI değerleri ile raster parsel haritası karşılaştırılarak her parseli oluşturan piksellerin koordinatları ve NDVI değerleri bir dosyaya aktarılmıştır. Değerlendirme ve analizler, oluşturulan bu dosyadaki veriler üzerinden yapılmıştır. Ancak, her parseli oluşturan 30 m x 30 m boyutlarında çok sayıda piksel bulunduğundan, değerlendirmede kolaylık sağlaması açısından, her parseldeki NDVI değerlerinin minimum, ortalama, maksimum, kartil %25, kartil %75 ve NDVI değişim aralığı ile çarpıklık değerleri hesaplanmıştır.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

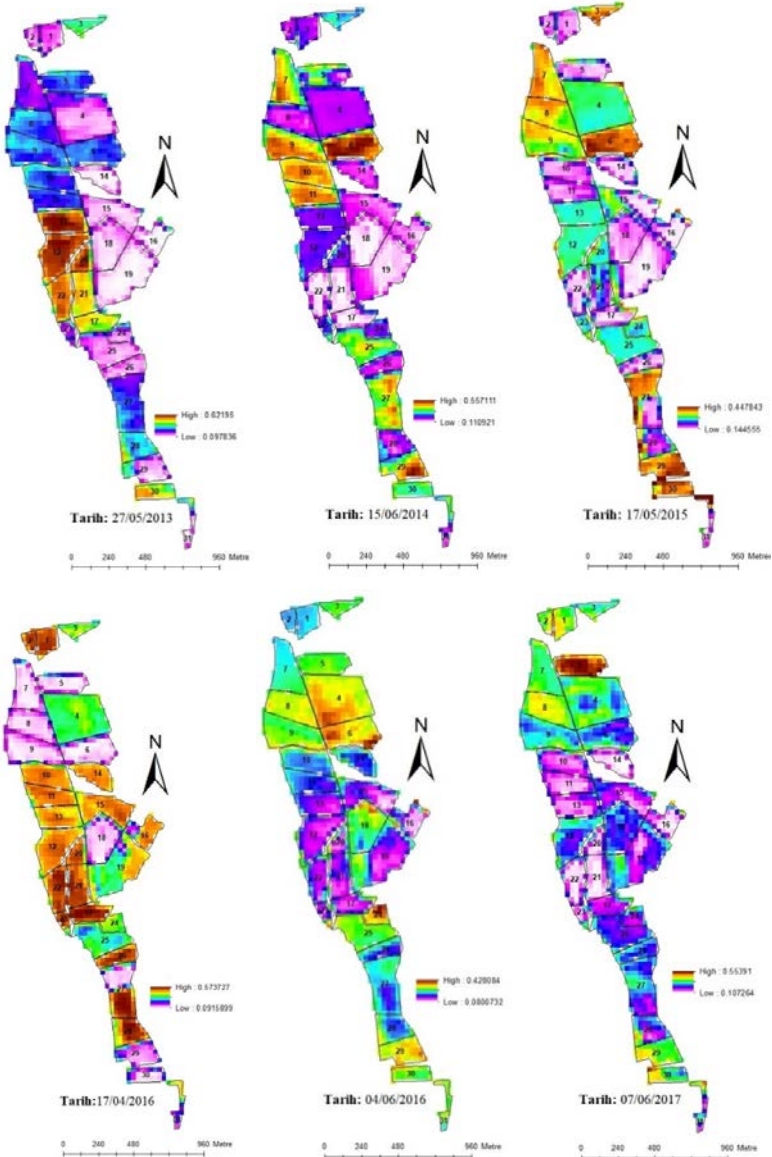
Çalışmada kullanılan Landsat-8 OLI uydu görüntülerinden 30 m x 30 m aralıklar ile hesaplanan NDVI değerlerinin merkez konumları **Şekil 2.**'de verilmiştir. Haritada görülen her konum için, NDVI değerleri hesaplanmış ve ArcMAP ortamında her noktanın konumuna ait NDVI değeri öznitelik tablosuna eklenmiştir.



**Şekil 2.** 30 m x 30 m aralıklarla hesaplanan NDVI değerlerinin konumları

**Çizelge 1.**'de görüleceği gibi, 29 adet uydu görüntüsü için hesaplama yapılmıştır. Çiftlik arazisini kapsayan 22787 adet 30 m x 30 m boyutunda piksel bulunmaktadır. Sonuçta parsellerin büyüklüğüne bağlı olarak çok sayıda NDVI değeri elde edilmiştir. Sözü edilen yıllarda, genelde tüm ürünlerin arazide olduğu aylar Nisan-Mayıs-Haziran aylarıdır.

Bu nedenle, elde edilen NDVI haritalarından sadece bu aylara denk gelenler burada verilmiştir (**Şekil 3**). Uydu görüntülerinin kalitesi, atmosferik koşullar ile doğrudan bağlantılıdır. Örneğin bulutluluğun fazla olması elde edilen görüntünün kullanılmamasına neden olmaktadır. Bu nedenle birbirini takip eden yıllarda, aynı aya ait uygun görüntü bulunmayabilmektedir. **Çizelge 1.**'de de görüleceği gibi 2014, 2016 ve 2017 yılları için Mayıs aylarına ait uygun görüntü elde edilememiştir. Bu nedenle, bir ay önceki ya da sonraki görüntüler için hesaplama yapılabilmekmiştir.



**Şekil 3.** Farklı tarihlerdeki uydu görüntülerinden hesaplanan NDVI değerleri haritası

**Şekil 3.**'de verilen 6 haritada, NDVI değerlerinin parsel içerisindeki değişimine dikkat edilirse, homojen bir dağılımın olmadığı görülecektir. Bu durum, parsellerdeki bitkilerin homojen bir büyümeye sahip olmadığını göstermektedir. Özellikle parsel sınırları ile sınırdan uzaklaştıkça NDVI değerlerin de farklılıklar gözlenmektedir. Bu durum, doğal olarak parsel sınırlarındaki tarımsal işlemlerin tam olarak yapılamamasından kaynaklanabilir. Tarım alet ve makineleri parsel sınırında belli bir alanı işleyememektedir. **Çizelge 3**'te de görüleceği gibi her parselde elde edilen NDVI değerlerinin veri aralığı fazla çıkmıştır. Bu durum konuma bağlı gübreleme işleminin yapılmadığından da kaynaklanabilir. Çarpıklık değerlerine bakıldığında, Anonim (2018c) de belirtildiği gibi çarpıklığın -1 ile +1 değerleri arasında olması veya bu değerlere yaklaşması verinin normal dağılıma uyduğunu göstermektedir. Tüm uydu görüntülerinden elde edilen veriler incelendiğinde, çok az sayıda verinin normal dağılıma uymadığı genelde normal dağılıma uyumun söz konusu olduğu sonucuna varılmıştır.

**Çizelge 3.** 15/06/2014 tarihli uydu görüntüsü için NDVI ve parsel bilgileri

Parsel No	Ürün Adı	Çeşit Adı	Verim	NDVI							
				Minimum	Kartil%25	Ortanca	Kartil%75	Maksimum	Veri Aralığı	Çarpıklık	Ortalama
1	Buğday	Pehlivan	345	0.19851	0.2358	0.32753	0.36722	0.43056	0.23205	-0.13223	0.30842
2	Buğday	Pehlivan	345	0.20004	0.2262	0.32647	0.37592	0.42649	0.22644	-0.20122	0.31229
3	Buğday	Pehlivan	345	0.18182	0.2495	0.28379	0.32794	0.36945	0.18763	-0.15981	0.28928
4	Yonca	MA 225	857	0.15645	0.19609	0.20208	0.41156	0.55711	0.40066	0.91767	0.2932
5	Ayçiçeği	Oliva	175	0.18847	0.19713	0.2336	0.26971	0.40455	0.21608	1.01488	0.25235
6	Ayçiçeği	Oliva	175	0.15634	0.18572	0.40464	0.49767	0.55669	0.40034	-0.08999	0.35544
9	Ayçiçeği	Oliva	175	0.21223	0.33358	0.45173	0.49032	0.51441	0.30219	-0.84576	0.41743
10	Ayçiçeği	Oliva	175	0.23219	0.40938	0.45226	0.48634	0.51003	0.27784	-1.10666	0.42408
12	Yonca	MA 225	857	0.1132	0.20931	0.22196	0.24882	0.3572	0.244	0.08423	0.2257
15	Buğday	Pehlivan	448	0.11772	0.14377	0.18245	0.20992	0.27121	0.1535	0.05634	0.17871
16	Buğday	Pehlivan	448	0.12126	0.13331	0.152	0.18547	0.30767	0.18641	1.81827	0.16512
17	Mısır	Hido	5266	0.12879	0.28488	0.34318	0.36821	0.41654	0.28775	-1.09848	0.31977
18	Buğday	Golia	567	0.11355	0.12128	0.14632	0.1822	0.24915	0.13561	0.5977	0.1566
19	Buğday	Golia	567	0.11647	0.1288	0.16347	0.22204	0.45697	0.3405	1.44973	0.19027
20	Yonca	MA 225	857	0.11659	0.14011	0.18405	0.20809	0.24714	0.13055	0.02104	0.17584
21	Mısır	Hido	5266	0.11543	0.12123	0.13812	0.21456	0.30572	0.19029	0.99427	0.16994
22	Mısır	Hido	5266	0.12087	0.12412	0.16934	0.22121	0.30026	0.17939	0.68428	0.17864
23	Mısır	Hido	5266	0.14562	0.19133	0.22845	0.25448	0.28799	0.14237	-0.31667	0.22281
25	Yonca	MA 225	857	0.16465	0.20204	0.27098	0.32742	0.4264	0.26175	0.27662	0.26904
26	Buğday	Pehlivan	520	0.14564	0.25774	0.36368	0.44711	0.4968	0.35116	-0.26957	0.3469
27	Ayçiçeği	Oliva	175	0.15068	0.21599	0.32989	0.39433	0.49229	0.34162	-0.08728	0.31303
30	Ayçiçeği	Oliva	175	0.15164	0.19819	0.22137	0.26767	0.39148	0.23983	0.94397	0.24185
31	Buğday	Pehlivan	567	0.0689	0.15115	0.17828	0.21723	0.31635	0.24745	0.33248	0.18425

Tüm görüntülerden elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda, beklendiği gibi uydu görüntülerinin alınma zamanı ile NDVI değerleri arasında  $p < 0,01$  önem düzeyinde ilişkinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Bunun yanında, aynı oranda önemli ilişki parsel alanları ile verim arasında da elde edilmiştir. Yani parsel alanları arttıkça verimde artma eğilimi gözlenmiştir. Aynı düzeyde önemli ilişki, ekilen ürün ile NDVI değerleri arasında elde edilmiştir. Ancak beklenenin aksine, verim ile NDVI değerleri arasında ilişki önemsiz çıkmıştır. Bu durum, kullanılan uydu görüntüsünü çözünürlüğünün düşük olması (30 m x 30 m), parsel alanlarını oldukça küçük olması, hassas tarım teknolojilerinin kullanılmaması gibi nedenlerden kaynaklanıyor olabilir. Kayahan (2013) yaptığı çalışmada, çok bantlı kamera ile havadan görüntü almış, bu görüntülerden NDVI değerleri hesaplanmıştır. NDVI değerleri ile verim değerlerini karşılaştırılmıştır. En yüksek ilişkiyi  $R^2 = 0,945$  olarak çiçeklenme döneminde elde edilen görüntüler ile verim arasında bulunmuştur. (Pinter ve ark. 1981), buğday ve arpa bitkilerine ait spektral yansımalarının gelişme dönemleri boyunca zamana bağlı değişimlerini belirlemek ve bu değişken değerlerin kullanılmasıyla hesaplanan bitki indeksi değerlerinden yararlanarak, verim tahminlerinin yapılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada, dane olum periyoduna kadar geçen gelişim süresinde iki buğday ve iki arpa çeşidinin spektral yansıma değerlerinden hesap edilmiş bitki indeksi değerleri ile verim arasında yüksek ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, geliştirdikleri bu model ile, farklı su stresi koşullarında yetişen buğday ve arpa bitkilerindeki verim değişiminin belirlenmesinde de %88'lik bir doğruluğa ulaştığını belirtmişlerdir.

Şekil 3'de görüldüğü gibi Nisan, Mayıs ve Haziran aylarındaki görüntülerdeki NDVI değerlerinin oldukça fazla değiştiği gözlenmektedir. Bu durum bitki büyüme, yetiştirme evreleri dikkate alındığında normal bir durumdur. Bu nedenle, bir zaman serisi aralığında yürütülecek çalışmalarda, birbirini takip eden yıllarda aynı aylara ait uydu görüntülerinin bulunması oldukça önemli olmaktadır. Bulutluluk durumu ve uydunun aynı bölgeyi görüntüleme aralığı (Landsat 8'de 16 günde bir) uygun görüntünün bulunması da önemli faktörlerdir. Şekil 3'de en yüksek NDVI değerlerine sahip görüntü, 17/04/2016 tarihinde alınan görüntüdür. Bu tarihte, 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 27 ve 30 nolu parsellerde buğday bulunmaktadır. 4, 5, 8 ve 25 nolu parsellerde yonca bulunmaktadır. Nisan ayında NDVI değerlerinin yüksek olması, bu ayda vejetatif aksamın fazla olduğunu göstermektedir.

Şekil 3'deki mayıs ayına ait haritalar içerisinde, 04/06/2016 tarihli uydu görüntüsünde, maksimum NDVI değerleri diğer 2 haritaya göre, daha düşük olarak elde edilmiştir. Bu durum, yıllar arasındaki iklim koşullarındaki değişimden kaynaklanabilecektir. Marmara bölgesinde, yıllık yağış toplamı 2013-2017 yılları arasında sırasıyla, 630 mm, 820 mm, 625 mm, 628 mm ve 665 mm olarak elde edilmiştir (Anonim, 2018b). Yıllık toplam yağışın aylara göre dağılımı bitki gelişimi üzerinde önemlidir.

Sonuç olarak, tarımsal bitki gelişimini takip etmek, verim tahmini yapmak için uydu görüntüleri kullanılabilir. Ancak atmosferik koşullardaki değişkenlik nedeniyle, istenen tarihlerde görüntü bulunmayabilir. Uydu görüntülerinin çözünürlük düzeylerinin artması, bu konuda yapılacak çalışmalarda daha doğru sonuçların elde edilmesine yol açacaktır. Son yıllarda kullanımı oldukça artan, insansız hava araçlarının tarımda kullanılması, hem maliyeti düşürücü hem de atmosferik kısıtlardan kaynaklanan sorunların çözümünde etkili olacaktır. Tarımda hassas tarım tekniklerinin kullanımının artması, arazideki bitkilerin homojen bir şekilde yetişmesini sağlayacaktır. Geniş parsel alanlarında



düşük çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin kullanılması bir sorun oluşturmayacak iken, çalışma alanına benzer şekilde parselleri küçük olan yetiştiricilik alanlarında yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri daha uygun sonuçlar verebilecektir.

## Kaynaklar

- 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.
- Anonim, 2018a. Web bağlantısı, "<https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>", Erişim tarihi 04/04/2018.
- Anonim, 2018b. Web bağlantısı, "<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>", Erişim tarihi 05/04/2018.
- Anonim, 2018c. Web bağlantısı, "<https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=828&redirect=1>, , Erişim tarihi 06/04/2018.
- Domaç, A., Zeydanlı, U., Yesilnacar, E. and Süzen, M. L. 2004, Integration and usage of indices, feature components and topography in vegetation classification for regional biodiversity assessment, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, İstanbul, 12–23 pp.
- Hatfield, J. L., Kanemasu, E. T., Asrar, G., Jackson, R. D., Pinter, P. J. Jr., Reginato R. J., and Idso, S. B. 1985. Leaf area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat Int. J. Remote Sens. 6 167–75.
- Karabulut, M. 2002. An Examination of Relationships Between Vegetation and Rainfall Using Maximum Value Composite AVHRR-NDVI Data, Turkish Journal of Botany,2003,Sayı 27,S. 93-101.
- Karakaş, S. 2004, Coğrafik Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Toprak Özellikleri ile Pamuk Verimi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü., Şanlıurfa.
- Kayahan, N. 2013. Uzaktan Algılama Kullanılarak Silajlık Mısır Veriminin Tahminlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, YL Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Pinter, P.J., R.D., Jackson, S.B., Idso And R.J., Reginato. 1981. Multidate Spectral Reflectance As Predictors Of Yield In Water Stressed Wheat And Barley, International Journal Of Remote Sensing, 2(1):43-48.
- Shimabukuro, Y. E., Carvalho, V. C. and Rudolf, B. F. T. 1996. NOAA- AVHRR data Processing for The Mapping of Vegetation Cover. Int. J. Remote Sensing, Vol. 18, No:3, s.671–677.
- Şenkal, O. 1998. NOAA Uydu Verileri Kullanılarak Çukurova Bölgesinde Bitki Örtüsünün Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü., Adana.

