

UYDU VERİLERİNE DAYALI OLARAK BİTKİ ÖRTÜSÜ ANALİZİNagihan ESENDAL BOZKURT¹¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
nagihanesendal89@gmail.comMetin ZONTUL²²İstanbul Aydın Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, İstanbul
metinzontul@aydin.edu.trZafer ASLAN³³İstanbul Aydın Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
zaferaslan@aydin.edu.tr**Özet**

Son yıllarda özellikle Türkiye'nin batı bölgelerinde şehirleşmenin etkisiyle yeşil alanlar hızla azalmaktadır. İnceleme bölgesi için uzaktan algılama yöntemi kullanılarak, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Normalized Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) bitki örtüsü indeksi elde edilmiştir. MODIS uydusu aracılığıyla Kandilli Bölgesi ve civarı için on yıl boyunca gözlenen günlük NDVI değerlerine dayalı olarak bitki örtüsü tahmini yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, enlem değeri 41° 4'N ve boylam değeri 29° 3'E olan Kandilli Bölgesinin Eylül, 2005 ile Ekim, 2016 yılları arasındaki NDVI değerleri ile çalışılmıştır. RMSE değeri 0.089 olarak hesaplanmıştır. Değerlerin saptanmasında MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, Orta Çözünürlük Spektrometre Görüntüleme) çeşitlerinden olan TERRA Uydusu kullanılmıştır. Ölçümler yaklaşık olarak 6.25 kilometrekarelik bir alan üzerinde yapılmıştır. TERRA Uydusu'ndan elde edilen NDVI değerleri ile farklı mevsimlerdeki değişimleri karşılaştırılmıştır. NDVI değerlerinin en yüksek değerleri, 2012 yılı ilkbahar mevsiminde gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: NDVI, Zaman Serisi, MODIS.**ANALYSIS OF VEGETATION INDEXES BASED ON SATELLITE DATA****Abstract**

Over the last few years, green areas are decreasing rapidly due to urbanization; especially in the western regions of Turkey. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) based on remote sensing method has been used to obtain the vegetation index for the study area. MODIS satellites were used to define the vegetation coverage for the Kandilli Region and the neighboring villages based on the daily NDVI values observed for ten years. In this study, the NDVI values between September 2005 and October 2016 were evaluated in and near vicinity of Kandilli Region located at a latitude value of 41 ° 4 'N and a longitude value of 29 ° 3'E. The RMSE value is calculated as 0.089. The TERRA satellite which is a MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) variety was used to measure the values. Measurements were made on an area of approximately 6.25 square kilometers. The highest NDVI values have been observed in spring, 2012.

Keywords: NDVI, Time Series, MODIS.

1. GİRİŞ

Doğal kaynaklarımızdan olan bitkiler, yaşamımızı ve doğal döngüyü devam ettirebilmemiz için önemlidir ve bu yüzden artışı ya da azalışı denetlenmelidir. Bitki örtülerindeki bu değişimleri uydular aracılığıyla gözlemek ve denetlemek mümkündür. NDVI, uzaktan algılama yöntemine dayalı olarak elde edilen, bitkinin yoğunluğunu belirten bir indekstir. Uydular aracılığıyla yeryüzüne elektromanyetik dalgalar gönderilir ve incelenen bölgelerin elektromanyetik dalgalara verdikleri yanıt sonucu değerler uydular üzerindeki alıcılar sayesinde toplanır. Bu işlem yapılırken görünür ve kızılötesi band bölgesindeki em dalgalar göz önüne alınır ve bitkilerin tür çeşitliliği belirlenir. İnsan gücüyle belirlenmesi çok zor ve maliyetli olan güncel bitki örtüsü haritası, uzaktan algılama teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde kolayca elde edilebilir bir hale gelmiştir. Kaan Şevki KAVAK'ın uzaktan algılama sistemleri için belirtmiş olduğu gibi, elektromanyetik radyasyonun uzakta bulunan objelere etkileşimde bulunup yansımaları sonucunda algılanan objenin özelliklerini ortaya çıkaran bir teknolojidir. (Kavak,1998)

Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrum üzerindeki mor ötesi ışınlar ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümlerini havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerinin kaydedilmesi ve incelenmesi olarak tanımlanır. Bu ölçümler yapılırken elektromanyetik spektrum içerisindeki davranışları konumsal ve yıl olarak değişimlere bakarak ölçülmektedir. Uzaktan algılayıcılardaki, yani sensörler dünya yüzeyi ile etkileşim içinde bulunan elektromanyetik ışını ölçmektedirler. Elektromanyetik ışına her maddenin davranışı farklı olduğu için elektromanyetik ışının yönü, yoğunluğu, dalga boyu içeriği ve kutuplaşması değişik olabilir. (Kandemir, 2010)

MODIS verileri kullanılarak zaman serileriyle çalışılmıştır. Zaman serisi, ilgilenilen bir büyüklüğün zaman içerisinde sıralanmış ölçümlerinin bir kümesini ifade etmektedir. Zaman serisi ile analiz yapılmaya amaç ise, gözlem kümesince temsil edilen gerçeğin anlaşılması ve zaman serisindeki değişkenlerin gelecekteki değerlerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesidir. Zaman serileri, karar verme işlemlerinde ilk başlarda yazılım kodları geliştirme yöntemi olarak kullanılmıştır.(Güneş,2009)

MODIS uydusundan elde etmiş olduğumuz NDVI verilerinin model çalışmaları öncesi uyumlu hale getirilmesi için gerekli kodlamalar yapılmıştır ve verilen sistemin anlayabileceği şekilde düzenlenmiştir. Düzenlenmiş veri setleri ile yaklaşık 6.25 km² olarak seçilen örneklem bölgelerine ait "ortalama" değerleri elde edilmiştir. Hazırlanmış olan veri ve MATLAB ortamındaki hazır yapay sinir ağı sistemlerinden olan ANFIS modeli kullanılarak, zaman serisine ait çıktılar elde edilmiştir. Veri uzunluğu, 510 satır olup, veriler parçalanarak sistemin eğitilmesi sağlanmıştır. Genel olarak sistemden üretilen değerler gözönüne alınmış ve sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. (Esendal Bozkurt, 2017)

Veri ve Yöntem

Bitki örtüsü çeşitliliği hakkında da bilgi almamız için NDVI değerlerinin MODIS uydu sistemi üzerinden elde edilmesi için MODIS-TERRA Uydusu-bandı kullanılmıştır. Ayrıntılar aşağıda sıralanmaktadır:

Veri İnceleme Bölgesi: 6.25 Km²

Enlem: 41° 4'

Boylam: 29° 3'

Gözlem Dönemi: Eylül 2005- Ekim 2016

İnceleme Bölgesi

Bu tez çalışmasında Kandilli ve civarı inceleme alanı olarak seçilmiştir. Verinin elde edilmesi aşamasında öncelikle MODIS web sitesinden yararlanarak incelemek istediğimiz koordinatların girilmesi gerekmektedir. <https://daac.ornl.gov/> adresi kullanılarak bu alanla ilgili ölçülen değerler kısa e-posta ekinde kullanıcıya gönderilmektedir.

Verinin Elde Edilmesi

Verilerin elde edilmesi aşamasında, Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan ORNL DAAC'nin (Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Centre) veri merkezi arşivinden yararlanılmıştır, https://daacmodis.ornl.gov/cgi-bin/MODIS/GLBVIZ_1_Glb/modis_subset_order_global_col5.pl

Verinin Düzenlenmesi

Veriler, üzerinde excel programını kullanarak çalışılabilecek şekilde alt alta hizalanmıştır. Verilerin düzenlenmesi aşamasında Visual Studio ortamında C# dili ile geliştirdiğimiz kodlar uygulanmıştır. Verileri düzenleme kodlarına web sitesi içerisinde yer verilmiştir. NDVI değerlerini alt alta sıralayabilmek adına bir buton yerleştirilmiştir.

Gerekli işlemlerin yapılabilmesi için **"Veriİslemleri"** isiminde yazmış olduğumuz class içerisindeki metodlar kullanılarak, verileri okumak, verileri alt alta sıralamak ve verileri yeni haliyle başka bir dosyaya kaydetmek hedeflenmiştir. Şekil1'de veri işlemleri kodları bulunmaktadır.

```
public class Veriİslemleri
{
    public static string[] DosyaOku(string dosyaYolu)
    {
        return File.ReadAllLines(dosyaYolu);
    }

    public static List<string> IslemYap(string dosyaIcerigi)
    {
        List<string> sonuclar = new List<string>();

        string[] satirlar = dosyaIcerigi.Split(new string[] {
            Environment.NewLine }, StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
        foreach (string satir in satirlar)
        {
            sonuclar.AddRange(satir.Split(','));
        }
        return sonuclar;
    }

    public static void DosyaYaz(string dosyaYolu, IEnumerable<string>
    sonuclar)
    {
        File.WriteAllLines(dosyaYolu, sonuclar);
    }
}
```

Şekil 1. Veri İşlemleri Kodları

Convert butonuna tıklanması durumunda IslemYap Metodu aracılığıyla verilerin virgüle kadar ayrılması ve alt alta sıralanması gerçekleştirilmiştir. Convert butonuna ise aşağıdaki kodların yazılması gerekmektedir. Şekil 2'de verileri dönüştürme kodlarına yer verilmiştir.

```
protected void btnConvert_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string satirlar = txtInput.Text;
    List<string> degerler = VeriIslemleri.IslemYap(satirlar);
    txtOutput.Text = String.Join(Environment.NewLine,
degerler.ToArray());
}
```

Şekil 2. Veri Dönüştürme Kodları

Eksik Verilerin Tamamlanması

NDVI ölçümlerini yapan MODIS sistemi üzerindeki TERRA Uyduyu ile hava koşullarının kötü olması, bulutluluk durumunda gerekli ölçümler gerçekleştirilememiş, gözlem yapılamamıştır ve uydu tarafından ölçümlenemeyen bu değerler bizlere F değeri olarak iletilmiştir. Özellikle kış aylarında havanın bulutlu olması durumunda ölçümü yapan uydu dünyanın yüzeyini bulutlardan, sisten ya da diğer hava durumlarından dolayı görüntüleyemediğinden dolayı veriler F olarak kaydedilmiş ve dolayısıyla herhangi bir ölçüm yapılamamıştır. Bu eksik verilerin tamamlanması için IBM tarafından geliştirilmiş olan IBM SPSS Statistics Data Editor Programı kullanılmıştır. SPSS Statistics Programı eksik verileri elde ederken o sütunda yer alan diğer verileri göz önünde bulundurarak bu işlemi yapmıştır. Eksik kalan zamanlardaki verileri tespit edip bu verilerin tek tek SPSS programına alınması ve bu eksik verilerin tamamlanması işlemi "Lineer Interpolasyon" yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Normalize Bitki Örtüsü İndeksi

NDVI değerlerini belirlemek için görünür bant (VIS, Band 1; Ch1) ve yakın kızılötesi bandı (NIR, Band2; Ch2) kullanılır ve NDVI değerleri aşağıdaki gibi verilen standart formüle göre hesaplanır, (Aslan vd., 2004).

$$NDVI = \frac{(NIR - VIS)}{(NIR + VIS)} = \frac{(CH2 - CH1)}{(CH2 + CH1)} \quad (1)$$

(1) Eşitliğinde yer alan değerlere dayalı olarak NDVI sınıf değerleri ve ilişkili yüzey karakteristikleri belirlenmiştir, (Aslan vd., 2004)

Tablo 1. NDVI Sınıf Değerleri ve Yüze Karakteristikleri

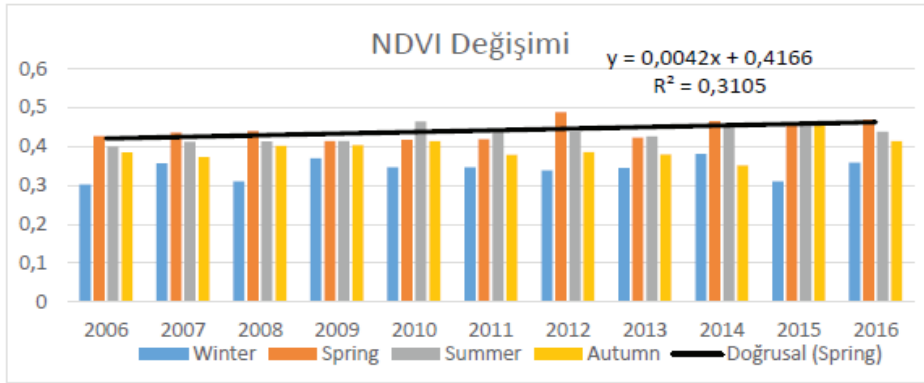
NDVI	Yüze Karakteristikleri	Sınıf Numarası
0,01 – 0,05	Kentsel alan, yarı çöl	1
0,05 – 0,15	Kentleşmiş alan, kuru toprak, kil yüzeyi	2
0,15 – 0,25	Nemli toprak, geçiş bölgesi, çıplak toprak, daha az bitki örtüsü	3
0,25 – 0,35	Orman, açık otlak	4
0,35 – 0,45	Orman, çiftlik arazileri	5
>0,45	Yağmur alan yoğun bitki örtüsü	6

Bu araştırmada NDVI değerlerinin mevsimsel ve yıllık değişimlerinde Tablo 1’de verilen sınıflandırma değerleri gözönüne alınmaktadır.

NDVI Verilerinin İstatistiksel Analizi

SPSS Programı kullanılarak Linear İnterpolasyon yöntemiyle tamamlanmış olduğumuz veriler excel programında her yıl için ayrı ayrı düzenlenmiştir. Onbeşer günlük her bir veri grubunun ortalama değerleri ile çalışılmıştır.

Zaman serileri düzenli zaman aralıklarında ölçümlenen değerlerden oluşmaktadır. Bu araştırma çalışmasında NDVI Zaman Serisi Analizi ile çalışılmıştır. MODIS sisteminden elde edilen ondalıklı değerlerin yıl ve mevsim kriterleri göz önünde bulundurularak değişim değerleri gösterilmiştir. Yıllara göre mevsimsel bazlı olarak ilkbahar mevsimi için eğilim çizgisi eklenmiştir. Eğilim çizgisi denklemi $y=0,0042x + 0,4166$ şeklinde olup r^2 değeri de 0,31 olarak hesaplanmıştır. R^2 değerinin karekökü olan r değeri, Pearson Korelasyon Katsayısı (İlişki Katsayısı), -1 ile 1 arasında değerler almaktadır. Bu bölümde, Pearson Korelasyon Katsayısı 0,56 olarak hesaplanmıştır. 2005 yılından itibaren NDVI değerlerinde zamanla artış, saptanmıştır.

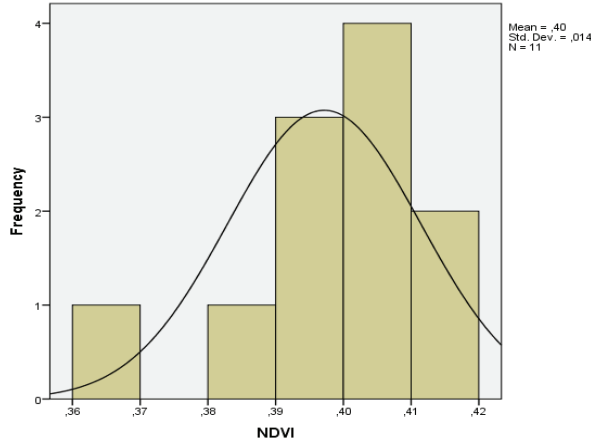


Şekil 3. NDVI değerlerinin bölgesel ortalama olarak yıllık değişimi Kandilli ve civarı (1 Eylül 2005- 1 Ekim 2016).

NDVI değerleri Şekil 3’te gösterilmiş, kış mevsiminde 0,3 ila ilkbahar mevsiminde 0,5 arasında değişmektedir. saptanmış olup Şekil 3’te gösterilmiştir. Alpha, güven seviyesi 0,05 – 0,10 olarak saptanmıştır. En yüksek değer 2012 yılı ilkbahar mevsiminde (şehir ormanı) en düşük değer ise 2006 yılı kış mevsiminde (açık otlak) kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Veri setleri histogram grafiğiyle de gösterilmiştir. Gruplandırılmış veriler, SPSS programı kullanılarak Histogram şeklinde gösterilmiştir, Şekil 4. Öncelikle her bir yılın NDVI ortalamaları SPSS ortamına aktarılmıştır ardından bu veriler üzerinden "Graphs Legacy Dialogs Histogram" alt menüsü kullanılarak Histogram oluşturulmuştur.



Şekil 4. NDVI Frekans Histogramı, Kandilli Bölgesi

Verilerin ortalama değerlerinin inceleme döneminde önemli bir bölümünün şehir ormanı sınıfı özelliği taşıdığı vurgulanabilir. NDVI değerlerinin standart sapması 0,014 olup dağılım fonksiyonu normal dağılımdan farklı olarak negatif çarpıklık göstermektedir.

Tablo 2. NDVI Değerleri İstatistiksel Büyüklükleri (2006-2016, Kandilli Bölgesi)

	N	Minimum	Maksimum	Ortanca	Standard sapma
2006	49	0,05	0,46	0,363	0,096
2007	47	0,27	0,48	0,392	0,047
2008	47	0,27	0,49	0,393	0,056
2009	47	0,32	0,45	0,401	0,034
2010	47	0,29	0,51	0,411	0,057
2011	47	0,3	0,47	0,391	0,051
2012	47	0,31	0,6	0,403	0,067
2013	47	0,31	0,46	0,388	0,040
2014	47	0,08	0,55	0,402	0,087
2015	43	0,26	0,62	0,416	0,085
2016	43	0,11	0,49	0,409	0,081
Ortalama	46,455	0,234	0,507	0,397	0,064

Tablo'2'de Kandilli Bölgesi için NDVI değerleri istatistiksel büyüklükleri 2006 ve 2016 yılı aralığı için tanımlayıcı istatistik bilgileri gösterilmiştir.

Median değerleri 2006 yılından 2016 yılına doğru sıralanmıştır. Ortanca değerleri 2006 yılından 2016 yılına doğru azalma ve artma eğilimleri gözlenmiş olup, mevsimsel şartlarının değişmesi sonucunda yine artışlar izlenmiştir.

2. SONUÇ

NDVI değerlerinin elde edilmesi aşamasında MODIS sistemi üzerinde yer alan Terra Uydusu kullanılmıştır. Uzaktan Algılama genel olarak, farklı dalga boyundaki mor ötesi ışınlar ile mikrodalga ışınları arasındaki havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak tanımlanır. Bu ölçümler yapılırken elektromanyetik spektrumda bitki örtüsü indeksi değişimi konumsal ve yıl bazında ölçülmektedir. Uzaktan algılayıcılar, yani sensörler dünya yüzeyi ile etkileşim içinde bulunan elektromanyetik ışınını ölçmektedirler. Elektromanyetik ışına her maddenin davranışı farklı olduğu için elektromanyetik ışının yönü, yoğunluğu, dalga boyu içeriği ve kutuplaşması değişik olabilir. Uydu Merkezi veri talep kısmında girilmiş olan aralıktaki veriler, mail yoluyla sağlanmış olup bu verilerin üzerinden istatistiksel analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Veri setinde, hava koşullarının bulutlu olması sonucunda ölçümlenemeyen veriler de bulunmaktadır. Ölçümü eksik olan veriler için SPSS istatistik programı kullanılarak veri tamamlama işlemi Linear Interpolation yöntemi yardımı ile yapılmıştır. Bu çalışmada, Visual Studio, SQL Management Studio, MATLAB, Excel ve IBM SPSS Editor programları kullanılmıştır. Mevsimsel değişime göre NDVI değerleri 0,055 ile 0,624 değerleri arasında değişmektedir. En yüksek değer 2012 yılı ilkbahar mevsiminde gözlenmiştir. 2010 ve 2015 yılı ortalamaları diğer yıllara nazaran daha yüksektir. 2006 yılı en düşük ortalama değer gözlenmiştir. Genel olarak, 2006 yılından 2016 yılına doğru aylık ve mevsimsel analizlere dayalı olarak NDVI değerlerinde artış sözkonusudur. NDVI değerlerinin standart sapması 0,014 olup dağılım fonksiyonu normal dağılımdan farklı olarak negatif çarpıklık göstermektedir.

3. KAYNAKLAR

Aslan, Z, Natarajan K, Tankut M. (1994). İstanbul ve Cıvırı İçin LANDSAT Verilerine Dayalı Bitki Örtüsü Değişimi (NDVI).

Güneş, A. (2009). Bilgisayar Programlarının Program Geliştirme Deneyimi Kazanmalarında Karar Tablolarının Kullanımı. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 1(2), 80-93. Ocak 23, 2017 tarihinde alındı.

WIKIPEDIA (2016, Mart 5). Aralık 18, 2016 tarihinde tr.wikipedia.org:
<https://tr.wikipedia.org/wiki/MODIS> adresinden alındı.

Kaan K. (1998).Uzaktan Algılamanın Temel Kavramları ve Jeolojideki Uygulama Alanları, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Eylül 1,2017 tarihinde alındı.

WIKIPEDIA (2016, Şubat 2). Aralık 18, 2016 tarihinde tr.wikipedia.org:
<https://tr.wikipedia.org/wiki/MODIS> adresinden alındı.

Egemen K. (2010).Uzaktan Algılama Tekniğinde NDVI Değerleri İle Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi.

Z. Aslan, Z. Can, And O. Oguz, (2004): "Climatic Changing Effects on Hazelnut Production and Biomass Energy of Waste", Agro Environ 2004, Role of Multi-purpose Agriculture in Sustaining Global Environment, 20-24 October 2004, Udine, Italy.

Bozkurt, N. E. (2017): Tezin adı Uydu Verilerine ve Yapay Sinir Ağlarına Dayalı Olarak Bitki Örtüsü Tahmini Ve Analizi İAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Danışman: Prof. Dr. Zafer ASLAN.