

## Kuraklığa NDVI ve Makine Öğrenmesi ile Bakış: Konya Kapalı Havzası

Hilmi Emre Göktaş<sup>\*1</sup>, Zerrin Dağlı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mersin Yusuf Kalkavan Anadolu Lisesi, Mersin, Türkiye

### Anahtar Kelimeler:

NDVI  
Regresyon  
Makine Öğrenmesi  
Konya Kapalı Havzası  
Bitki Örtüsü

### ÖZ

Kuraklık uzun yıllardır dünyanın çoğu coğrafyasını olduğu gibi Konya Kapalı Havzasını da etkilemektedir. Bu çalışmada Konya Kapalı Havzasındaki kuraklık hakkında makine öğrenmesi ile geleceğe yönelik tahminler yapmak amaçlanmaktadır. Çalışmamızda 2000-2021 yılları arasındaki Landsat 5-8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uygulama Python programlama dili ile yazılmış komut satırlarıyla gerçekleştirilmiştir, havzaya ve havzadaki il ve ilçelere ait Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi (NDVI) değerleri elde edilmiştir. Meteorolojik veriler ile makine öğrenmesi algoritması olan regresyonla gelecek 5 yıl için (2022-2026 arası) tahmini veriler elde edilmiştir. Daha sonra meteorolojik veriler ile NDVI değerleri birleştirilmiş ve ayrı bir regresyon ile tahmini meteorolojik parametrelere bağlı olarak tahmini NDVI değerleri elde edilmiştir. Çalışmamıza göre havza içerisinde bulunan 66 ilçeden 26'sının NDVI değerlerinin artma eğiliminde olduğu fakat 40 ilçenin de NDVI değerlerinin azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. İl bazında da Antalya ve Isparta için 5 yıl içerisinde bitki örtüsü bozulması olacağı, diğer illerde de çok fazla bir değişimin olmayacağı tahmin edilmiştir. Havzadaki kuraklığın önlenmesi için havza içerisinde yapılan ağaçlandırma çalışmalarının artırılması, çiftçilerin tarım konusunda bilinçlendirilmesi, orman yangınları ile mücadele çalışmalarının hızlandırılması, havzadaki bitki örtüsü sağlığı ve kuraklık için önem arz etmektedir.

## A View to Drought with NDVI and Machine Learning: Konya Closed Basin

### Keywords:

NDVI  
Regression  
Machine Learning  
Konya Closed Basin  
Vegetation

### ABSTRACT

Drought has been affecting the Konya Closed Basin as well as most places for many years. In this study, it is aimed to make predictions about the drought of Konya Closed Basin for the future with machine learning. In our study, Landsat 5-8 satellite images between the years 2000-2021 were used. The application was carried out in Python programming language, and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) values of the basin and the provinces and districts in the basin were obtained. Estimated data for the next 5 years (between 2022-2026) were obtained by using meteorological data and regression. Then, meteorological data and NDVI values were combined and estimated NDVI values were obtained based on predicted meteorological parameters with a separate regression. According to our study, it has been determined that the NDVI values of 26 of the 66 districts in the basin tend to increase, but the NDVI values of 40 districts tend to decrease. On a provincial basis, it has been estimated that there will be deterioration of vegetation within 5 years for Antalya and Isparta, and there will not be much change in other provinces. To prevent drought in the basin, increasing afforestation activities in the basin, raising awareness of farmers on agriculture, and accelerating efforts to combat forest fires are important for vegetation health and drought in the basin.

\*Sorumlu Yazar

(goktashilmiemre@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-6037-036X  
(zerrin.dagli33@gmail.com) ORCID 0000-0001-9490-6425

Kaynak Göster(APA);

Göktaş H.E., Dağlı, Z. (2022). Kuraklığa NDVI ve Makine Öğrenmesi ile Bakış: Konya Kapalı Havzası. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 4(2), 75-86.

## 1. GİRİŞ

Kuraklık, yağışların kaydedilen normal değerlerin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve kaynak üretim sistemlerini olumsuz etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olaydır (URL-1). Tüm dünyada yaşanan iklim değişikliğinden dolayı sera gazlarının atmosferdeki birikimleri hızla artmış, bunun sonucunda dünya ikliminin daha sıcak ve daha değişken olmasına sebep olmuştur (Turan, 2018). Bu sebeple yağış ve sıcaklıklarda meydana gelebilecek ani artış ve azalışlar kuraklığın boyutunu büyütebilme etkisine sahiptir ve böylece kuraklık bir felakete sürüklenebilir (Oğuztürk, 2010). Küresel iklim değişikliğinin olası etkileri ülkemiz açısından ele alındığında; Türkiye'nin risk grubu ülkeler arasında yer aldığı, gelecekte özellikle Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerimizin iklim değişikliğinden daha çok etkileneceği tahmin edilmektedir (Kapluhan, 2013). Bu nedenle Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerinde yapılacak çalışmalar önemlidir.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü [ÇEM] tarafından 2017 yılında yayınlanan Türkiye Çölleşme Modeli'ne göre Türkiye arazisinin %45'i çeşitli düzeylerde (orta %25,3, yüksek %13, çok yüksek %5,8 ve aşırı yüksek %0,7) çölleşme süreçlerinden etkilenmektedir ve Konya Kapalı Havzası yüksek-düşük ve yüksek-orta derece çölleşme alanı olarak sınıflandırılmıştır (ÇEM, 2017).

Literatürde Konya Kapalı Havzası veya İç Anadolu Bölgesi üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda sıcaklık ve yağış gibi parametreler ile meteorolojik kuraklığın tespit edildiği görülmektedir. Yıldız'ın çalışmasında standart yağış indeksi (SPI) yöntemi ile zamansal kuraklık tespit edilmiş ve 1956-2001 yılları arasında İç Anadolu Bölgesinin %40'ının çeşitli kuraklıklardan etkilendiği görülmüştür (Yıldız, 2014). Sarış ve Gedik ise Konya Kapalı Havzasındaki kuraklığı benzer bir şekilde SPI ile incelemiş ve havzadaki meteorolojik kuraklığın, tarımsal ve hidrolojik kuraklığa doğru ilerlediği gözlemlemiştir (Sarış ve Gedik, 2021). Akın'ın çalışmasında De Martonne Kuraklık İndisi, Erinç Yağış Etkinliği İndisi, Thornthwaite İklim Sınıflandırması yöntemleriyle Tuz Gölü'ne ait kuraklık tespit edilmiş (Akın, 2019), Türkes ve arkadaşları da Palmer Kuraklık İndisi ile İç Anadolu Bölgesindeki kurak dönemleri ve kuraklık şiddetini gözlemlemiştir (Türkes, Akgündüz & Demirörs, 2009). Şensoy ve arkadaşları da çalışmamıza benzer bir amaç taşıyan Karaman ve Karapınar'ın iklim değişikliği eğilimlerini araştırmıştır (Şensoy vd., 2017). Orhan ve Ekercin'in çalışmasında uzaktan algılama yöntemleriyle Konya Kapalı Havzasına ait arazi yüzey sıcaklığı, bitki durum indeksi ve sıcaklık-bitki indeksleri ile kuraklık tespit edilmiştir (Orhan ve Ekercin, 2015). Demir ve Kaya ise havza içerisindeki arazi kullanım değişikliklerini regresyon ile tahmin

etmiştir (Kaya ve Demir, 2022). Literatürdeki bu çalışmalardan farklı olarak uzaktan algılama ve makine öğrenmesi ile gelecekte bitki örtüsü durumunu tahmin etmek çalışmamızda amaçlanmıştır.

Kuraklık tespit çalışmalarında sıklıkla bitki örtüsü indeksleri kullanılır. Bitki örtüsü indeksi, uydu görüntüsündeki her bir resim ögesi veya piksel için yeşilliği -bitki örtüsünün göreceli yoğunluğunu ve sağlığını- tanımlayan bir göstergedir (URL-2). Vejetasyon indislerinin analizine dayanarak, toprak bozulmasına maruz kalan bölgeler ayırt edilir (Koroleva vd., 2021) ve bitki örtüsünün tespiti yapılabilir (URL-3).

Literatüre bakıldığında bitki örtüsü ile meteorolojik parametreler arasında sıkı bir ilişki olduğunu görmekteyiz. Çünkü bitki örtüsü değişimi, sıcaklık, yağış gibi bölgedeki hidrotermal değişikliklere bağlıdır (Zhifang vd., 2019). Bunların yanında yüzey koşullarına ve beşerî faktörlere de bağlı olduğunu söyleyebiliriz (Feng vd., 2020). Bölgesel ekolojik çalışmalarda da bitki örtüsü indekslerinin yanında iklim parametrelerini kullanmak önemli katkı sağlar (Zhan vd., 2022). Çalışmamızda bitki örtüsü değerlerinin yanında ayrıca meteorolojik parametreler kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, meteorolojik parametrelerin gelecek değerleri tahmini ile havzanın ve havzadaki il ve ilçelerin gelecek yıllardaki bitki örtüsü değerlerini elde ederek gelecekteki bitki örtüsü bozulmaları için öngörde bulunmaktır.

## 2. YÖNTEM

Çalışmamızda makine öğrenmesi teknikleri, görüntü işleme, veri bilimi ve uzaktan algılama teknikleri kullanılmıştır. Programlama işlemi için Python programlama dili kullanılmıştır. Çalışmamız çevrimiçi kod yazabilme imkânı veren Kaggle üzerinde, Python 3.7.6 sürümü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada raster görüntü üzerindeki işlemler için Rioxarray, Rasterio ve Earthpy; coğrafi veriler için Shapely ve Geopandas; veri inceleme için Numpy ve Pandas; verilerin görselleştirilmesi için Matplotlib; haritalandırma için Folium ve regresyon modelleri için Sklearn kütüphaneleri kullanılmıştır.

Çalışmada Sklearn kütüphanesinin regresyon algoritmalarından rastgele orman regresyonu (random forest regression) ve gradyan hızlandırıcı regresyon (gradient boosting regression) kullanılmıştır. Bu algoritmalar toplu (ensemble) (URL-4) ve hızlandırıcı (boosting) (URL-5) algoritmalar olduğundan dolayı doğruluk oranının daha yüksek çıkacağı düşüncesiyle seçilmiştir.

## 2.1. Çalışma Alanı

Konya Kapalı Havzası, Orta Anadolu Bölgesi'nde 36°51'-39°29' kuzey enlemlerinde, 31°36'-34°52' doğu boylamlarında konumlanmaktadır ve yaklaşık 1000 m rakımındadır (Orhan ve Ekercin, 2015).



**Şekil 1.** Konya Kapalı Havzası'nın Türkiye'deki konumu (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017)

Şekil 1'de Türkiye'deki konumu gösterilmiş Konya Kapalı Havzası, Türkiye'nin toplam yüzölçümünün yaklaşık %7'sine karşılık gelir ve Havza, Türkiye'nin en büyük kapalı havzasıdır (Orhan ve Ekercin, 2015). Yaşanan kuraklıklar ve çölleşme sonucunda Konya Kapalı Havzası içerisindeki bazı göller kuruma tehlikesiyle karşı

karşıya kalmış ve havza içerisindeki obruk sayısı artmıştır. Havzanın en büyük gölü olan Tuz Gölü, iklim değişikliğine bağlı olarak küçülmektedir (URL-6). Karapınar ilçe sınırları içerisinde yer alan Meke Gölü, yağış azlığı gibi nedenlerle büyük oranlarda kurumuştur (URL-7). Ayrıca son yıllarda adını obruklarla duyuran Karapınar'da halk ani toprak göçmelerinden dolayı tedirgin durumdadır (URL-8).

## 2.2. Verilerin Elde Edilmesi

Çalışmamızda 2000- 2021 yıllarına ait Landsat 5 ve Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Havza sınırlarını belirlemek için kullandığımız veri seti Ahmet Kargın tarafından ücretsiz bir şekilde alınmıştır. İl ve ilçe sınırları verisi T.C. Millî Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü (HGM) internet sitesi üzerinden ücretsiz bir şekilde alınmıştır (URL-9). Kullanılan meteorolojik veriler Mersin Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınmıştır. Elde edilen meteorolojik veriler aylık ortalama sıcaklık, aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık, aylık ortalama maksimum sıcaklık, aylık ortalama minimum sıcaklık, aylık maksimum yağış ve aylık toplam yağış değerleridir. Kullanılan meteorolojik istasyonlar Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmaya ait iş akış şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Kullanılan verilerin ölçüm yaptığı istasyonlar (URL-9)

İstasyon Adı	İstasyon No	Bulunduğu İl / İlçe	Koordinatları
Aksaray	17192	Aksaray / Merkez	38°22'13.8"N 33°59'55.3"E
Beyşehir	17242	Konya / Beyşehir	37°40'39.7"N 31°44'46.7"E
Çumra	17900	Konya / Çumra	37°33'56.9"N 32°47'24.0"E
Ereğli	17248	Konya / Ereğli	37°31'31.8"N 34°02'54.6"E
Karaman	17246	Karaman / Merkez	37°11'35.5"N 33°13'12.7"E
Karapınar	17902	Konya / Karapınar	37°42'58.7"N 33°31'33.6"E
Konya Bölge	17245	Konya / Meram	37°52'07.3"N 32°28'16.7"E
Konya Havalimanı	17244	Konya / Selçuklu	37°59'01.3"N 32°34'26.4"E
Kulu	17754	Konya / Kulu	39°04'43.7"N 33°03'56.5"E
Niğde	17250	Niğde / Merkez	37°57'30.6"N 34°40'46.2"E
Seydişehir	17972	Konya / Seydişehir	37°26'58.6"N 31°51'13.7"E

## 2.3. Görüntü İşleme ve Uzaktan Algılama

İlk olarak uydu görüntüleri birleştirilmiş ve havza sınırlarına göre kesilmiştir. Bulut ve kar oranı düşük görüntüler içerisinde her mevsime eşit dağılım sağlanmamıştır fakat her yıl için sonbahar ve yaz aylarına ait görüntüler olduğu tespit edilmiştir. Bitki örtüsünün yıllara göre kıyaslamasında daha doğru bir sonuç almak için sadece yaz ve sonbahar aylarına ait görüntüler

birleştirilmiştir.

Literatüre bakıldığında NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Türkçe: Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi) bitki örtüsü ve kuraklık tespit çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu indis, bitki örtüsü tarafından yansıtılan görünür kırmızı (RED) ve yakın kızılötesi (NIR) ışıktan hesaplanır (URL-10). Denklem 1'de görüldüğü üzere NIR ve RED bantlarındaki piksel değerlerinin farkının toplamına bölümüyle NDVI

elde edilir (URL-10).

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

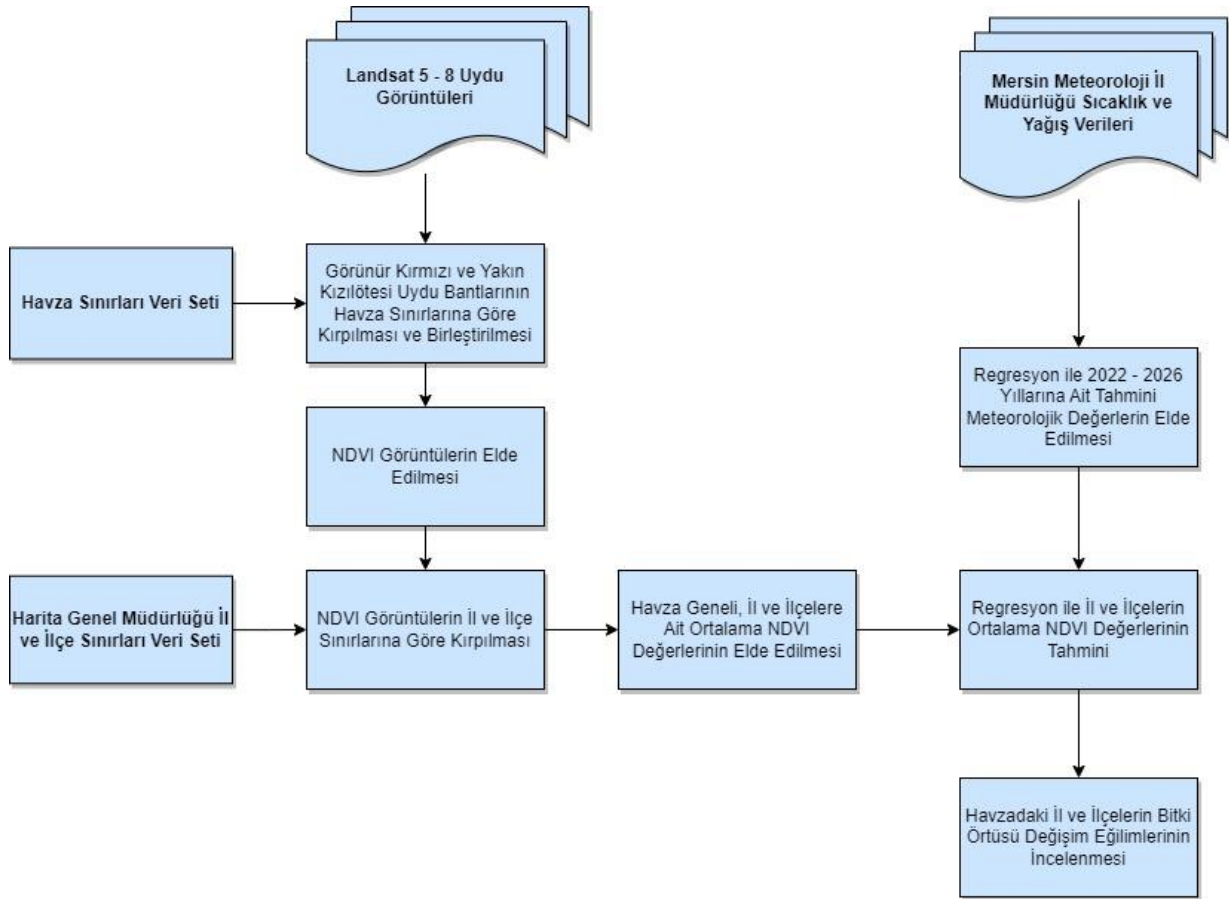
Bir pikselin NDVI değeri -1 ile +1 arasında değer alır, aynı şekilde 0 değerine yaklaştıkça vejetasyonun az olduğu görülür, +1'e yaklaştıkça vejetasyon yoğun olduğu görülür (URL-10). Bitki örtüsünün olduğu yer 0'dan küçük değerler almaz, NDVI değeri 0'dan küçük olan yerlerde bitki örtüsü hakkında bir yorum yapılamaz. Çünkü NDVI değeri -1 ile 0 arasında olan değerler; nehir, göl, deniz gibi sulak alanlara karşılık gelir (Silleos vd., 2006; URL-11). Aynı zamanda NDVI değeri 1'e eşit olamaz, eğer piksel NDVI değeri 1'e eşitse o pikselin RED bandındaki değerinin 0 olduğunu gösterir (URL-12). Bu değerlerin olduğu piksellerde de bulut olma ihtimali vardır (URL-11). Bu yüzden NDVI hesaplaması sırasında 0'dan küçük ve 1'den büyük değerler maskelenmiştir, daha sonrasında NDVI görüntüler kaydedilmiştir.

HGM'nin il ve ilçe sınırları verisi bütün

Türkiye'yi kapsadığı için bu veriler Konya Kapalı Havzasına göre kırılmıştır ve bu illeri çevreleyebilmesi için havza sınırları ile birleştirilmiştir.

Veri setinde bulunan tekli çizgi (linestring) veriler çokgen (polygon) haline getirilmiş, sonrasında da Folium kütüphanesi kullanılarak çokgenlerin (polygonların) haritalandırılması gerçekleştirilerek ilgili çokgenlerin (polygonların) kapsadığı il/ilçeler tespit edilmiştir. Sonrasında elde ettiğimiz il ve ilçelerin çokgenleri (polygonları) havza sınırlarına göre kırılarak Konya Kapalı Havzası il ve ilçeleri elde edilmiştir. Daha sonrasında bu il ve ilçeler, elde edilen NDVI görüntülere göre kırılıp oluşturulan görüntüler kaydedilmiştir.

Havza geneli NDVI görüntülerin ve il ve ilçe sınırlarına göre kırılmış NDVI görüntülerinin ait olduğu yıl, yer (havza geneli ya da il/ilçe adı) ve ortalama NDVI değeri "csv" formatında dosyaya yazdırılmış ve kaydedilmiştir.



Şekil 2. Kullanılan veriler ve işlem şeması

#### 2.4. Meteorolojik Parametrelerin Tahmini

Literatüre bakıldığında NDVI ile meteorolojik parametreler arasında sıkı bir ilişki olduğunu görmekteyiz. Bu yüzden geleceğe yönelik tahmin yapmak maksadıyla NDVI değerlerinin yanında sıcaklık ve yağış gibi değerlere de ihtiyacımız vardır.

Meteorolojik veriler yıllık olarak düzenlendikten sonra geleceğe dair tahmini meteorolojik parametre değerleri regresyon algoritmaları kullanılarak elde edilmiştir.

Yıl bazında düzenlenen verilerimiz ile bir sonraki yılın meteorolojik değerleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen meteorolojik değerler

“yıllık maksimum sıcaklık, yıllık ortalama maksimum sıcaklık, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık minimum sıcaklık, yıllık ortalama minimum sıcaklık, yıllık maksimum yağış, yıllık toplam yağış” değerleridir ve bu değerler için regresyon modelleri ayrı ayrı çalıştırılmıştır. Modellerin eğitim test bölütleme oranı %90 / %10’dur. Eğitim test oranı %70/%30 ve %80/%20 olan modellere kıyasla %90 / %10 bölütlemesinin doğruluk değeri daha yüksek sonuçlar verdiği ve verilerin dağılımı incelendiğinde gerçek değerlere daha yakın değerler elde edildiği gözlemlenmiştir.

2021 yılına ait veriler ve daha önceden tahmin edilmiş veriler ile gelecekteki 5 yıla ait değerler (2022-2026 yıllarına ait değerler) tahmin edilmiştir. Determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) ve ortalama mutlak hata (MAE) doğruluk yöntemlerine ait denklemler sırasıyla Denklem 2 ve 3’te yer almaktadır (UADMK, 2022) (URL- 14).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - x_{ort})^2} \quad (2)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - x_i|}{n} \quad (3)$$

Yapılan eğitim ve test işlemlerinden sonra parametreler için yapılan regresyonların doğruluk oranları Tablo 2’de gösterilmiştir. Bazı parametreler için elde edilen doğruluk oranları çok yüksek olmasa da 2000 yılından önce elimizde verinin olmamasından dolayı çalışmaya bu modeller ile devam edilmiştir. Gelecek yıllara ait tahmin işlemlerinde her bir parametre için doğruluk oranı en yüksek modeller kullanılmıştır. Maksimum sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, toplam yağış için gradyan hızlandırıcı (gradient boosting) ve minimum sıcaklık, maksimum yağış parametreleri için rastgele orman (random forest) modelleri kullanılmıştır. Bu modeller 2022, 2023, 2024, 2025, 2026 yılları yani gelecekteki ilk 5 yıl için tahmin üretmiştir. Bir yıla ait çıktılar başka bir model için referans veri olarak kullanılmıştır. Örneğin 2022 yılına ait veriler, 2023 yılına ait değerlerin tahmini için kullanılmıştır.

**Tablo 2.** Parametrelerin tahmini sırasında doğruluk oranları

Parametre	Rastgele Orman Regresyonu (Random Forest Regressor)		Gradyan Hızlandırıcı Regresyon (Gradient Boosting Regressor)	
	$R^2$	MAE	$R^2$	MAE
Maksimum Sıcaklık (°C)	0.4091	1.0277	0.4447	0.9929
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	0.6156	0.5551	0.6927	0.5026
Minimum Sıcaklık (°C)	0.3860	1.8489	0.1279	2.2081
Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	0.9802	0.6175	0.9869	0.4948
Ortalama Sıcaklık (°C)	0.6663	0.4791	0.7156	0.4252
Toplam Yağış (mm)	0.8081	55.5504	0.8234	49.6450
Maksimum Yağış (mm)	0.6538	5.3019	0.5962	5.7376

## 2.5. NDVI Değerlerin Tahmini

Elde edilen NDVI değerleri ile ilçeye en yakın mesafede bulunan istasyonun verileri birleştirilmiştir. İller için de benzer bir işlem uygulanmıştır fakat içerisinde birden fazla meteorolojik istasyon bulunduran illerde, sahip olduğu istasyonların verilerinin ortalamaları ile birleştirilmiştir. Havza geneli için ise bütün istasyonların verilerinin ortalamaları ile birleştirilmiştir.

Ortalama NDVI değeri alınan il ve ilçeler, en yakın istasyonun verileri ile birleştirildikten sonra makine öğrenmesi ile tahmin yapılmıştır. Referans veri olarak il/ilçe, en yakın istasyon ve bu istasyona ait yıllık maksimum sıcaklık, yıllık ortalama maksimum sıcaklık, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık minimum sıcaklık, yıllık ortalama minimum sıcaklık, yıllık maksimum yağış, yıllık toplam yağış

kullanılmıştır ve doğrusal (lineer) regresyon, rastgele orman (random forest) ve gradyan hızlandırıcı regresyon (gradient boosting regressor) modelleri havzanın, ilin, ilçenin yıllık ortalama NDVI değerini tahmin etmiştir. Doğruluk değerleri Tablo 3’te gösterilmiştir. Veriler %80 eğitim, %20 test olarak ayrılmıştır. En doğru değer rastgele orman modeli ile yapıldığı için gelecek 5 yılın NDVI değerlerinin tahmininde rastgele orman modeli kullanılmıştır. Meteorolojik parametreler için yaptığımız makine öğrenmesi çalışmasında 2022, 2023, 2024, 2025, 2026 yıllarına ait elde edilmiş meteorolojik parametreler ile ortalama NDVI değerleri tahmin edilmiştir. Bu tahmin her bir il ve ilçe için aynı zamanda havza için 2022, 2023, 2024, 2025, 2026 yani gelecek 5 yıl için yapılmıştır.

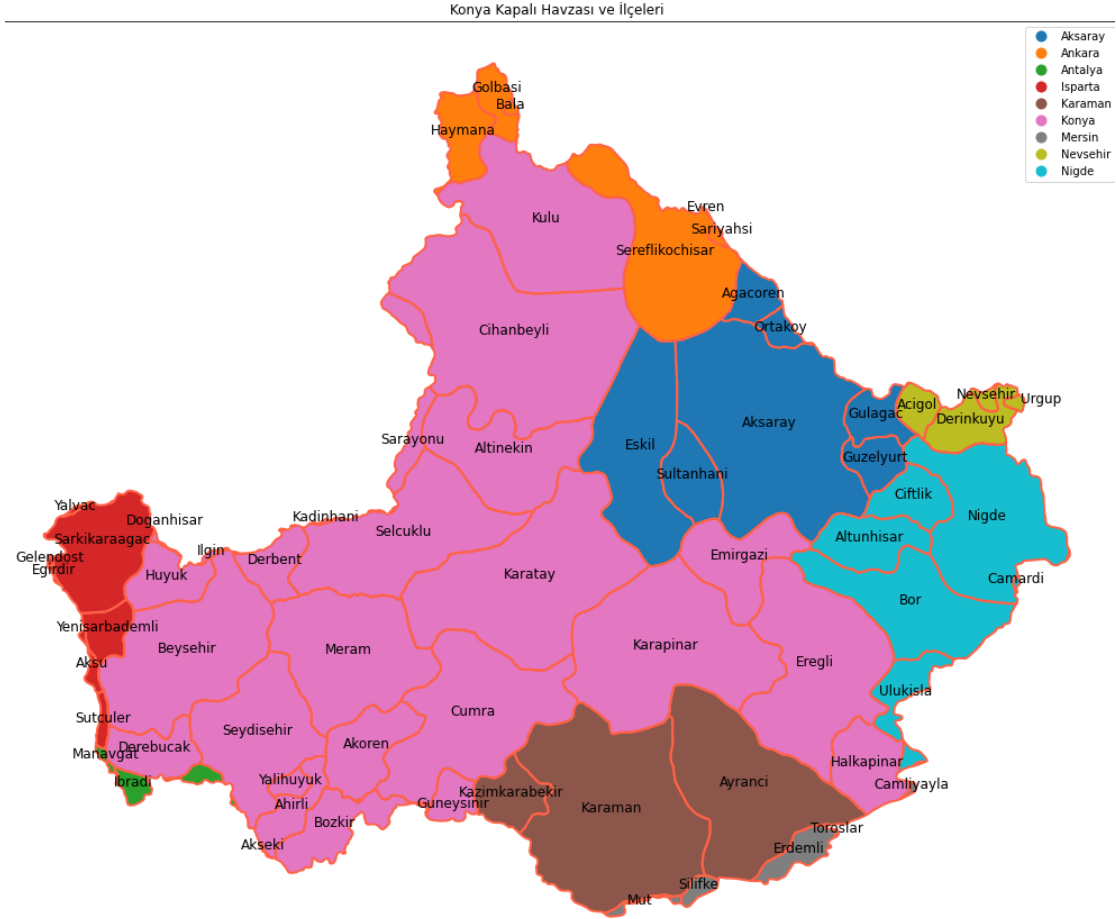
**Tablo 3.** NDVI değerlerinin tahmininde modellerin doğruluk oranları

	Lineer Regresyon	Rastgele Orman Regresyonu	Gradyan Hızlandırıcı Regresyon
$R^2$	0.6841	0.8383	0.7482
MAE	0.0161	0.0097	0.0147

### 3. BULGULAR

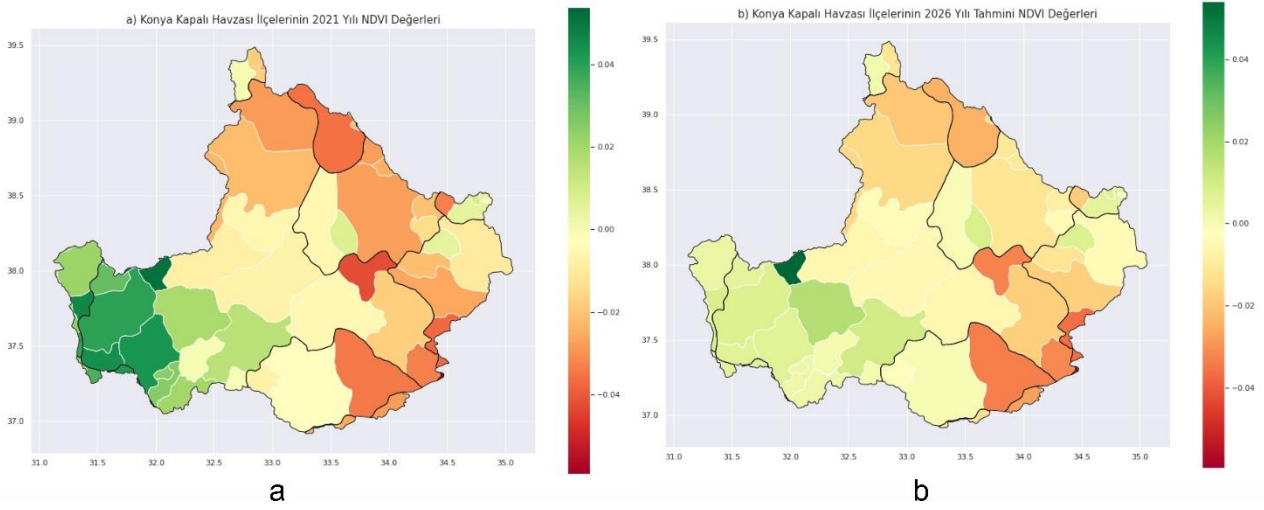
Şekil 3'te gösterildiği üzere çalışmamızda Konya Kapalı Havzası ve havza içerisindeki 9 il ve 66

ilçenin sıcaklık ve yağışa bağlı olarak bitki örtüsündeki değişimi gözlemlenmiştir. Şekil 4-5-6'de ilgili grafikler gösterilmiştir.



**Şekil 3.** Konya Kapalı Havzası il ve ilçeleri haritası





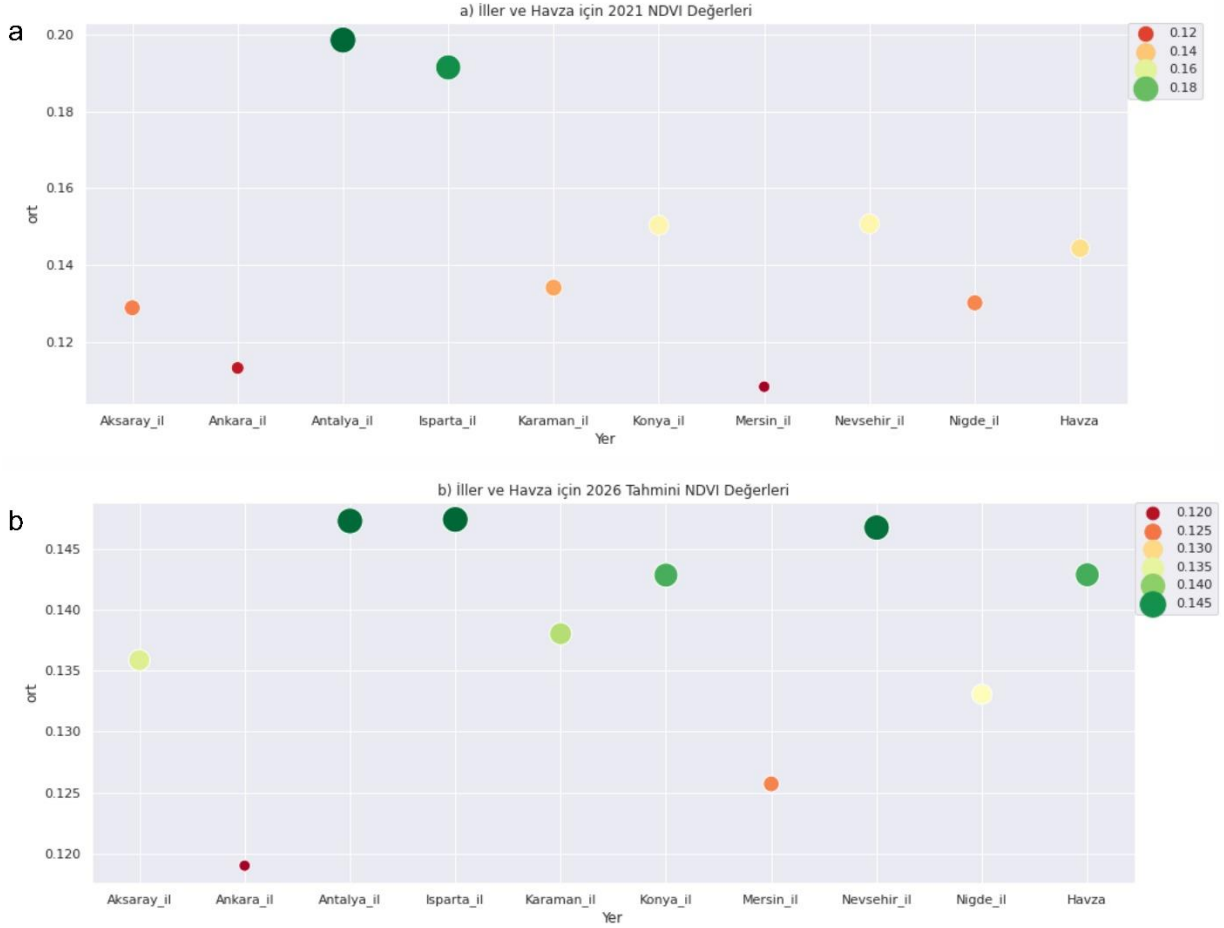
**Şekil 4.** Konya Kapalı Havzası ilçelerinin a) 2021 yılı ortalama NDVI değerleri haritası, b) 2026 yılı tahmini ortalama NDVI değerleri haritası

Şekil 4a'ya göre:

- Şekil 4a, Konya Kapalı Havzasında bulunan ilçelerin 2021 yılı ortalama NDVI değerlerini göstermektedir.
- Havzanın batı tarafındaki ilçelerde ortalama NDVI değerleri daha yüksek iken doğuya doğru NDVI değerleri düşmektedir ve havzanın doğusundaki ilçelerde ortalama NDVI değerleri daha düşüktür.
- Genel olarak Isparta, Antalya ve Konya'nın batısı içerisindeki ilçeler yüksek NDVI değerlerine sahip iken Karaman, Mersin, Aksaray, Konya'nın doğusu, Niğde, Ankara ve Nevşehir'de bulunan ilçelerin NDVI değerleri daha düşüktür.
- En düşük ortalama NDVI değerine sahip ilçe 0.053927 NDVI değeri ile Mersin'in Çamlıyayla ilçesi iken en yüksek ortalama NDVI değerine sahip ilçe 0.233398 NDVI değeri ile Konya'nın Ilgın ilçesidir. Çamlıyayla ilçesinin havza içerisinde bulunan kısmında yerleşik nüfus bulunmadığından dolayı sonuç dikkat çekicidir.

Şekil 4b'ye göre:

- Şekil 4b, Konya Kapalı Havzasında bulunan ilçelerin 2026 yılı tahmini ortalama NDVI değerlerini göstermektedir. Bu değerler regresyon çalışması ile elde edilmiştir.
- 2021 NDVI değerleri kadar olmasa da havzanın batı tarafında tahmini ortalama NDVI değerleri daha yüksektir. Fakat 2021 yılına göre daha düşüktür. Havzanın doğu tarafına doğru gidildikçe tahmini ortalama NDVI değeri azalmaktadır fakat 2021 NDVI değerlerine göre havzanın doğu tarafındaki ortalama NDVI değerleri daha yüksektir. Havzanın güney tarafına inildikçe tahmini ortalama NDVI değeri düşmektedir.
- Isparta, Antalya ve Konya'nın batısı içerisindeki ilçeler yüksek tahmini NDVI değerlerine sahip iken Karaman, Mersin, Aksaray, Konya'nın doğusu, Niğde, Ankara ve Nevşehir'de bulunan ilçelerin tahmini NDVI değerleri daha düşüktür.
- En düşük tahmini ortalama NDVI değerine sahip ilçe 0.054119 NDVI değeri ile Mersin'in Çamlıyayla ilçesi iken en yüksek tahmini ortalama NDVI değerine sahip ilçe 0.221232 NDVI değeri ile Konya'nın Derbent ilçesidir. Çamlıyayla ilçesinin havza içerisinde bulunan kısmında yerleşik nüfus bulunmadığından dolayı 2021 NDVI değerlerindeki gibi sonuç dikkat çekicidir.



**Şekil 5.** Konya Kapalı Havzası illerinin a) 2021 yılı ortalama NDVI değerleri grafiği, b) 2026 yılı tahmini ortalama NDVI değerleri grafiği

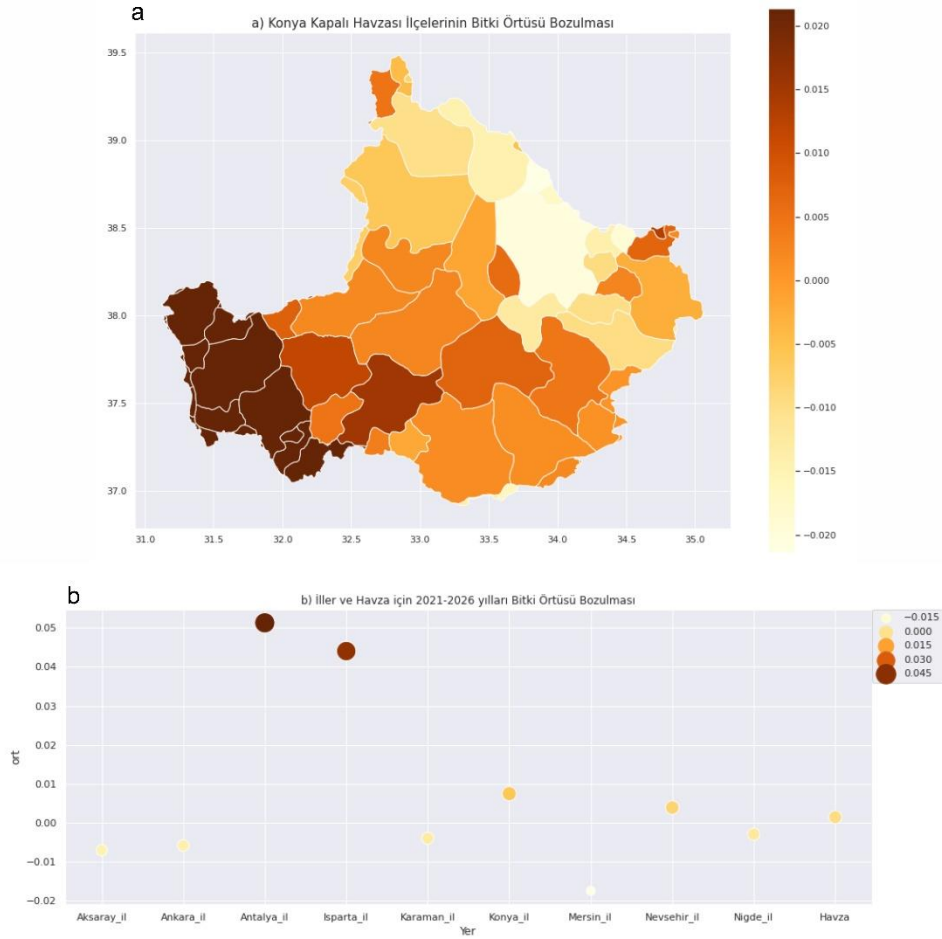
Şekil 5a'ya göre:

- Şekil 5a, Konya Kapalı Havzasında bulunan illerin 2021 yılı ortalama NDVI değerlerini göstermektedir.
- En yüksek ortalama NDVI değerine sahip il Antalya iken en düşük ortalama NDVI değerine sahip il Mersin'dir.
- En yüksek ortalama NDVI değerini Antalya'dan sonra sırasıyla Isparta, Konya ve Nevşehir izlemektedir.
- En düşük ortalama NDVI değerini Mersin'den sonra sırasıyla Ankara, Aksaray, Niğde ve Karaman izlemektedir.
- Havza ortalama NDVI değeri ise Nevşehir ve Niğde NDVI değerleri arasında kalarak 0.14436 NDVI değerine sahiptir.

Şekil 5b'ye göre:

- Şekil 5b, Konya Kapalı Havzasında bulunan illerin 2026 yılı tahmini ortalama NDVI değerlerini göstermektedir. Bu değerler regresyon çalışması ile elde edilmiştir.
- En yüksek ortalama NDVI değerine sahip il Isparta iken en düşük ortalama NDVI değerine sahip il Ankara olarak tahmin edilmiştir.
- En yüksek ortalama NDVI değerini Isparta'dan sonra sırasıyla Antalya, Nevşehir, Konya, Karaman ve Aksaray olarak tahmin edilmiştir.
- En düşük tahmini ortalama NDVI değerini Ankara'dan sonra sırasıyla Mersin ve Niğde izlemektedir.
- Havza tahmini ortalama NDVI değeri ise Nevşehir ve Konya NDVI değerleri arasında kalarak 0.142922 NDVI değerine sahiptir. 2021 yılına göre bu değer düşmesi beklenmektedir.





**Şekil 6.** Konya Kapalı Havzası a) ilçelerinin ve b) illerinin bitki örtüsü bozulma grafikleri

Şekil 6a'ya göre:

- Şekil 6a, Konya Kapalı Havzasında bulunan ilçelerin regresyon sonucunda tahmin edilmiş bitki örtüsü bozulmasını göstermektedir. 2021 NDVI değerlerinin 2026 tahmini NDVI değerlerinden çıkarılması ile elde edilmiştir.
- Havzanın batı tarafında bitki örtüsü bozulmasının daha fazla olacağı tahmin edilmiştir. Seydişehir ve Beyşehir Göllerine kıyısı bulunan alanlarda ortalama NDVI değerleri diğer bölgelere kıyasla yüksek derecede azalmaktadır. Aynı zamanda Konya ilinin orta kesimlerinde ve Karaman ilinde ciddi tahribat beklenmektedir.
- Aksaray ilinde daha az bitki örtüsü tahribatı beklenmektedir. Aksaray kadar olmasa da havzanın kuzey kesimlerinde daha az bitki örtüsü bozulması olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca Konya'nın Kulu ve Cihanbeyli ilçeleri ile Ankara'nın Şereflikoçhisar ilçelerinde diğer bölgelere göre kıyasla NDVI değerinin artma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Bu ilçelerin ve Aksaray'ın Tuz Gölü kıyısında olması da dikkat çekicidir.
- En düşük tahmini bitki örtüsü bozulması değerine sahip ilçe -0.02141 değeri ile Aksaray'ın Ağaçören ilçesi iken en yüksek tahmini bitki örtüsü bozulması değerine sahip

ilçe 0.074175 NDVI değeri ile Konya'nın Ilgın ilçesidir.

Şekil 6b'ye göre:

- Şekil 6b, Konya Kapalı Havzasında bulunan illerin regresyon sonucunda tahmin edilmiş bitki örtüsü bozulmasını göstermektedir. 2021 NDVI değerlerinin 2026 tahmini NDVI değerlerinden çıkarılması ile elde edilmiştir.
- En fazla bozulma Antalya'da, en az bozulma da Mersin'de gözlemlenmesi beklenilmektedir.
- En fazla tahmini bozulma değerini Antalya'dan sonra Isparta, Konya ve Nevşehir izlemiştir.
- En az tahmini bozulma değerini Mersin'den sonra Aksaray, Ankara, Karaman ve Niğde izlemiştir. Bu illerde bitki örtüsü miktarının artacağı tahmin edilmektedir.
- Havzadaki bozulma değeri 0.001438 değeri olması beklenmektedir.

Tablo 4'e göre NDVI değerinin artma eğiliminde (bitki örtüsü tahribatının olmadığı ve bitki örtüsünün arttığı) 26 ilçe, NDVI değerinin azalma eğiliminde (bitki örtüsü tahribatının olduğu) 40 ilçe belirlenmiştir.

**Tablo 4.** İl ve ilçelerin NDVI değerlerinin artma ve azalma eğilimleri tablosu

İl ve İlçeler	Artış Eğiliminde Olan Sayısı	Azalış Eğiliminde Olan Sayısı	Toplam
Aksaray İlçeleri	7	1	8
Ankara İlçeleri	5	0	5
Antalya İlçeleri	0	3	3
Isparta İlçeleri	0	7	7
Karaman İlçeleri	1	2	3
Konya İlçeleri	4	21	25
Mersin İlçeleri	4	1	5
Niğde İlçeleri	4	2	6
Nevşehir İlçeleri	1	3	4
Bütün İlçeler	26	40	66
Bütün İller	5	4	9
İller ve İlçeler	31	44	75

#### 4. SONUÇLAR

Çalışmamızda 2026 yılına ait tahmini NDVI değerleri elde edilmiş, 2021 yılı ile karşılaştırılmış ve analizler yapılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre havzada NDVI değeri azalma eğiliminde olan ilçelerin sayısı, artma eğiliminde olan ilçelerin sayısından fazla çıkmıştır. Tablo 4'te görüldüğü üzere 66 ilçe üzerinde yapılan çalışmada 26 ilçenin NDVI değerinin artma eğiliminde olduğu fakat 40 ilçenin de NDVI değerinin azalma eğiliminde olduğu tahmini değerlere göre tespit edilmiştir. Bu sonuç, havzada ve ülkemizde iklim değişikliğinden dolayı yaşanan kuraklıkların ilçeleri olumsuz bir şekilde etkileyeceğinin göstergesidir.

Şekil 6a'da görüldüğü üzere Tuz Gölüne kıyısı bulunan ilçelerde bitki örtüsü tahribatı diğer bölgelere göre daha düşüktür ve regresyon modeli sonucunda bitki örtüsünde artış olacağı tahmin edilmektedir. Fakat havzanın batısında daha büyük oranda bitki örtüsü tahribatı olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca Şekil 5b'de görüldüğü üzere 2026 yılındaki NDVI değerleri havzanın güneyinde en düşüktür. Havzanın güneyi ve batısında yapılacak ağaçlandırma çalışmaları ve tarım faaliyetleri önemlidir. Özellikle ilçelerin NDVI değerleri yıllık olarak incelendiğinde bazı yıllarda artışlar meydana gelmiştir ve bu tarihlerde kamu ve özel girişimli çeşitli ağaçlandırma çalışmaları yapıldığı görülmüştür (URL 14, 15, 16, 17, 18). Aynı zamanda bazı yıllarda NDVI değerlerinde düşüşler de görülmüştür, bunlar da havzada çıkan orman yangınları (URL 19, 20, 21) ve havzada yapılan bilinçsiz tarım (Tomar, 2014) gibi sebeplerden dolayı olduğu düşünülmektedir.

İllere bakacak olursak Şekil 6b'de görüldüğü üzere genel olarak bitki örtüsünün bozulmayacağı fakat bitki örtüsünde çok büyük bir gelişme de olmayacağı tahmin edilmiştir. Antalya ve Isparta için bitki örtüsü bozulması olacağı tahmin edilmiştir. Bazı illerde çok az miktarda olsa da bitki örtüsünün artacağı tahmin edilmiştir.

Havza genelinde ise ortalama NDVI değerinin azalma eğiliminde olduğu tahmin edilmektedir. Kaya ve Demir'in Konya Kapalı Havzası üzerine yaptığı çalışmaya göre 2036 yılına kadar sulak ekilebilir tarım alanları dışındaki tüm tarım

arazilerinin azalacağı tahmin edilmekte iken orman arazisi sayısının ve doğal çayır arazisi sayısının azalacağı tahmin edilmektedir (Kaya ve Demir, 2022). Yayınlanan çalışmada plansız kentleşmenin orman arazilerini işgal ettiğinden bahsedilmektedir (Kaya ve Demir, 2022). Havza içerisinde yapılan ağaçlandırma çalışmalarının artırılması, çiftçilerin tarım konusunda bilinçlendirilmesi, orman yangınları ile mücadele çalışmalarının hızlandırılması ve doğru şehir planlama çalışmalarının yapılması havzadaki bitki örtüsü sağlığı ve kuraklık için önem arz etmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmaya görüşleriyle katkı sağlayan elektrik-elektronik mühendisi Osman BAHADIR'a ve coğrafya öğretmeni Bilal ER'e teşekkür ederiz. Ayrıca bu çalışma TÜBİTAK 2204-D Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması kapsamında gerçekleştirilmiş ve çalışma Çevre alanından 2. seçilmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

#### Araştırmacıların katkı oranı beyan özeti

Araştırmacılar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

#### Çıkar çatışması beyanı

Makale ile ilgili olarak, herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve yayım etiği beyanı

Yapılan çalışmada yazarlar, araştırma ve yayım etiğine aykırı bir durum olmadığını ve çalışmanın etik kurul izni gerektirmediğini beyan etmektedir.

#### KAYNAKÇA

Akın, B. (2019). Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*. 2 (1), 44-56.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. (2017). *Türkiye çölleşme modeli, teknik özet*.

Ankara, Türkiye.

Feng, J., Dong, B., Qin, T., Liu, S., Zhang, J., & Gong, X. (2020). Temporal and spatial variation characteristics of NDVI and its relationship with environmental factors in Huangshui River Basin from 2000 to 2018. *Pol. J. Environ. Stud.*, 30 (4), 3043-3063.

Kapluhan, E. (2013). Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487-510.

Kaya, H. E., & Demir, V.(2022). Estimation of land use and land cover changes in Konya Closed Basin. 4<sup>th</sup> *Intercontinental Geoinformation Days (IGD)*, 180-183, Tabriz, Iran.

Koroleva, P. V., Rukhovich, D. I., Rukhovich, D. D. & Kalinina N. V. (2021). The use of deep machine learning for the automated select of remote sensing data for the determination of areas of arable land degradation processes distribution. *Remote Sensing*, 13(1), 155.

Oğuztürk, G. (2010). *Kızılırmak Havzası’nda SYİ ile kuraklık analizi ve YSA yöntemi ile kuraklık tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, Türkiye.*

Orhan, O. (2018). Determining potential sinkhole areas using remote sensing and geographic information systems. *Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 182s.*

Orhan. O. & Ekercin, S. (2015). Konya Kapalı Havzasında uzaktan algılama ve CBS teknolojileri ile iklim değişikliği ve kuraklık analizi. *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi, Konya.*

Sarış, F. & Gedik, F. (2021). Konya Kapalı Havzası’nda meteorolojik kuraklık analizi. *Coğrafya Dergisi Journal of Geography*, (42),295-308.

Silleos, G., Alexandridis, T., Gitas, I. & Perakis, K. (2006). Vegetation indices: Advances made in biomass estimation and vegetation monitoring in the last 30 years. *Geocarto International*, 21, 21-28.

URL-1:

[https://web.archive.org/web/20170425114748/http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/faaliyetler/dis\\_iliskiler/collesme\\_ile\\_mucadele\\_sozlesmesi/UNCCD\\_BM\\_Collesme\\_ile\\_Mucadele\\_Sozlesmesi\\_\(Turke\).pdf](https://web.archive.org/web/20170425114748/http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/faaliyetler/dis_iliskiler/collesme_ile_mucadele_sozlesmesi/UNCCD_BM_Collesme_ile_Mucadele_Sozlesmesi_(Turke).pdf)  
[Erişim tarihi: 30.01.2022]

URL-2:

Şensoy S., Coşkun, M., Sumer, U.M., Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Türkoğlu, N. & Çiçek, İ. (2017). Karaman ve Karapınar’ın iklim değişikliği trendleri. *IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK.*

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2017). Konya Kapalı Havzası sektörel su tahsis planını hazırlamasına yönelik teknik destek hizmet alım işi- taslak mevcut durum raporu. Ankara, Türkiye.

Tomar, A. (2014). Toprak ve su kirliliği ve su havzalarının korunması. *1.İzmir Kent Sempozyumu Bildirileri, TMMOB.*

Turan, E. S. (2018). Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 63-69.

Türkeş, M., Akgündüz, A.S. & Demirörs, Z. (2009). Palmer Kuraklık İndisi’ne göre İç Anadolu Bölgesi’nin Konya Bölümü’ndeki kurak dönemler ve kuraklık şiddeti. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (2), 129-144.

UADMK. (2022). 4. hafta.pdf, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. Erişim Adresi: [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/62029/mod\\_resource/content/0/4.%20hafta.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/62029/mod_resource/content/0/4.%20hafta.pdf), Erişim tarihi: 15.04.2022

Yıldız, O. (2014). Spatial temporal analysis of historical droughts in the Central Anatolia, Turkey. *Gazi University Journal of Science GU J Sci*, 27(4),1177-1184.

Zhan, C., Liang, C., Zhao, L., Jiang, S., Niu, K., Zhang, Y. & Cheng, L. (2022). Vegetation dynamics and its response to climate change in the Yellow River Basin, China. *Environmental Informatics and Remote Sensing, frontiers in Environmental Science*, 10:892747.

Zhifang, P., Fang, S., Yang, W., Wang, L., Wu, M., Zhang, Q., Han, W. &Khoi, D.N. (2019). The relationship between NDVI and climate factors at different monthly time scales: A case study of grasslands in Inner Mongolia, China (1982–2015). *Sustainability*, 11(24), 7243.

<https://www.usgs.gov/special-topics/remote-sensing-phenology/science/ndvi-foundation-remote-sensing-phenology#:~:text=NDVI%20is%20especially%20useful%20for,sensitive%20to%20underlying%20soil%20color>

[Erişim tarihi: 13.04.2022]

URL-3:

<https://www.earthdatascience.org/courses/us-e-data-open-source-python/multispectral-remote-sensing/vegetation-indices-in-python/>  
[Erişim tarihi: 13.04.2022]

URL-4:

<https://scikitlearn.org/stable/modules/ensemble.html#ensemble>  
[Erişim Tarihi: 12.06.2022]

URL-5:

<https://machinelearningmastery.com/why-use-ensemble-learning/>  
[Erişim Tarihi: 12.06.2022]

URL-6:

<https://www.aa.com.tr/tr/cevre/tuz-golu-kuraklik-nedeniyle-kuculuyor/2442995>  
[Erişim Tarihi:01.02.2022]

URL-7:

<https://www.aa.com.tr/tr/pg/foto-galeri/dunyanin-nazar-boncugu-kuruyor>  
[Erişim Tarihi:01.02.2022]

URL-8:

<https://www.aa.com.tr/tr/pg/foto-galeri/karapinar-halkinin-quot-obrukquot-korkusu/0/11770>  
[Erişim Tarihi:01.02.2022]

URL-9:

<https://konya.mgm.gov.tr/istasyonlar.aspx>  
[Erişim Tarihi: 02.04.2022]

URL-10:

[https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring\\_vegetation\\_2.php](https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php)  
[Erişim Tarihi:05.02.2022]

URL-11:

<https://github.com/sentinel-hub/custom-scripts/tree/master/sentinel-2/ndvi>  
[Erişim Tarihi: 13.04.2022]

URL-12:

<https://www.researchgate.net/post/What-is-value-range-for-different-Vegetation-Indices/598d954b404854fcc17db610/citation/download>

[Erişim Tarihi: 02.05.2022]

URL-13:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Mean\\_absolute\\_error](https://en.wikipedia.org/wiki/Mean_absolute_error)  
[Erişim Tarihi: 15.04.2022]

URL-14:

<https://www.nigdehaber.com.tr/haber/6774/agaclandirma-calismalari-devam-ediyor.html>  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]

URL-15:

<https://www.cekud.org.tr/tr/konya-fidan-dikim-calismalari/>  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]

URL-16:

<https://www.cekud.org.tr/tr/meramda-2-bin-fidan-toprakla-bulusturuldu/>  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]

URL-17:

<https://www.karamandan.com/haber/7358725/torku-ormanlarindaki-agac-sayisi-21-milyona-ulasti>  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]

URL-18:

<http://www.ydavakfi.org.tr/sosyal-sorumluluklar/konya-sarayonu-ilcesi%CC%87-agaclandirma-projesi/>  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]

URL-19:

[www.fibhaber.com](http://www.fibhaber.com)<https://www.fibhaber.com/nevsehir/nevsehir-de-orman-yangini-42-donum-alan-zarar-gordu-h56049.html>  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]

URL-20:

[https://www.konhaber.com/haber-konya\\_da\\_cikan\\_orman\\_yangini\\_kontrol\\_altina\\_alindi-1594366.html](https://www.konhaber.com/haber-konya_da_cikan_orman_yangini_kontrol_altina_alindi-1594366.html)  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]

URL-21:

<https://www.trthaber.com/haber/turkiye/konyada-orman-yangini-505830.html>  
[Erişim Tarihi: 12.05.2022]



© Author(s) 2022.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>