

# GSJ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES

*Volume: 5, Issue: 2, p. 1-22, 2022*

## ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN MEKÂNSAL VE ZAMANSAL OLARAK DEĞİŞİMİNİN YER YÜZEY SICAKLIĞINA OLAN ETKİSİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ, İSTANBUL PENDİK İLÇESİ ÖRNEKLEMİ

DETERMINING THE EFFECT OF SPATIAL AND TEMPORARY CHANGE OF LAND COVER ON LAND SURFACE TEMPERATURE USING REMOTE SENSING AID, THE CASE OF İSTANBUL PENDİK DISTRICT

Mahdi Hassan PASHAEI  
Talha AKSOY

(Received 11.02.2022 Accepted 04.08.2022) – Research Article

### Özet:

Son yıllarda, hızlı nüfus artışından dolayı yerleşim alanlarının büyümesi, arazi örtüsünün değişimine neden olmuştur. Arazi örtüsünün değişimi LST (yer yüzey sıcaklığı) üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu olumsuz etkiler küresel ısınmaya, iklim değişikliğine ve bir çok insani problemlere neden olmaktadır. Bu çalışmada; İstanbul ili Pendik ilçesinin 1986 - 2021 yılları arasında arazi örtüsünde görülen değişimi, CE (Climate Engine) platformunun verileri kullanılarak 4 farklı indeks üzerinde (NDBI, NDVI, NDWI ve DBSI) incelenmiştir. Elde edilen indeks değerleri ve LST arasında korelasyon hesapları yapılmıştır. Ardından, arazi örtüsünün zamansal ve mekansal değişiminin LST üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Sonuçlar; bitki örtüsünün, kuraklığın ve LST nin arttığını göstermektedir. İncelemelerde NDBI (normalize edilmiş yerleşim alanı indeksi) indeksinin, yerleşim alanları ve kuru çıplak araziye ayıramadığı belirlenmiştir. Bu sonuç; NDBI indeksinin yerleşim alanları analizinde tek başında yetersiz kaldığı sonucunu doğurmaktadır. Bu çalışmanın özgün değeri; verilerin 35 senelik CE platformundan elde edilmiş olmasıdır. Bu değerler, önceki çalışmalara göre daha güvenilir sonuçlar üretmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Arazi örtüsü, Yer yüzey sıcaklığı, LST, Climate Engine

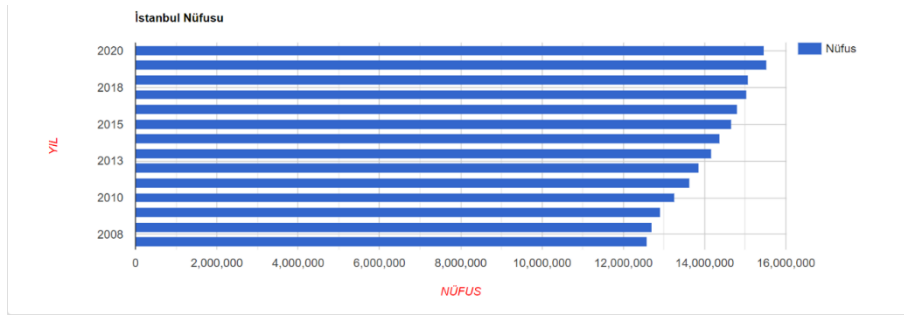
**Abstract:**

Recently, the increase in settlements following the rapid population growth, has led to a change in land cover. The change in land cover has negative impacts on LST (Land Surface Temperature). These negative impacts cause global warming, climate change, and many other problems. In this study; the land cover change in Istanbul province between the years 1986-2021 was investigated by 4 different indices (NDBI, NDVI, NDWI, and DBSI) using the data of CE (Climate Engine) platform. The resulting index values and correlations were made between LST. The effect of temporal and spatial land cover change on LST was then determined. Results indicate an increase in vegetation, drought and LST. Furthermore, according to the findings of this study, the NDBI index (Normalize Difference Build-up Index) did not separate the settlements and dry bare land. The obtained results are incomplete in NDBI index analysis of settlements. The significance of this study is that the data is obtained from the 35 years of CE platform which adds more reliability to the results compared to previous studies.

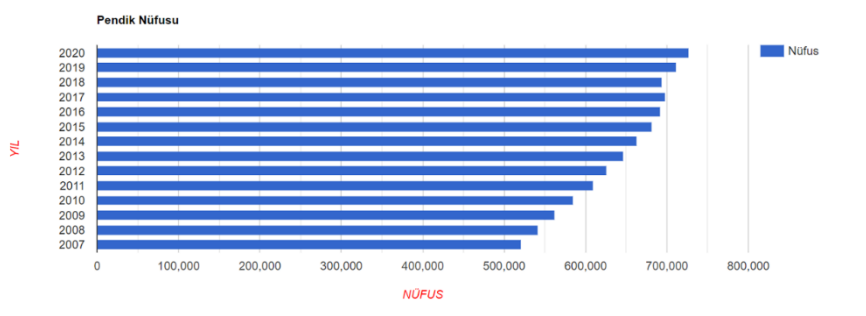
**Keywords:** Land Cover, Land Surface Temperature, LST, Climate Engine

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda nüfus artışı kentlerin hızlı büyümesine neden olmuştur. Hızla büyüyen kentlerde insanların ihtiyaçlarını karşılamak için yoğunluğun artması kaçınılmaz olmuştur. Özellikle şehir merkezlerinde gözlemlenen bu düzensiz yoğunluk, arazi kullanım oranının artışına ve dolayısıyla kent ısı adalarının oluşmasına sebep olmuştur. İstanbul kentinin nüfusu son 20 yılda ilk kez 2020 yılında nüfus azalması yaşarken (Şekil 1) İstanbul/Pendik ilçesinde 14587 kişi nüfus artışı tespit edilmiştir (Şekil 2). Şekil 1 ve 2 grafikleri nüfusu.com web sitesinden alınmıştır, yıl aralıkları ve veriler üzerinde değişiklik yapılmamıştır (İstanbul Nüfusu, 2021). Bu çalışma İstanbul pendik ilçesini ele alarak son 35 sene boyunca arazi örtüsünün değişikliğini ve yer yüzey sıcaklığının (LST) artmasını incelemektedir.



Şekil 1. İstanbul nüfusu yıllara göre artış grafiği<sup>1</sup>



Şekil 2. Pendik nüfusu yıllara göre artış grafiği<sup>2</sup>

Alig ve arkadaşları (2004) yapmış oldukları bir çalışmada gelişmiş ülkelerde kentsel arazi örtüsündeki değişikliklerin nüfus artışından daha hızlı olduğunu vurgulamışlardır. Kentsel alanlarda yoğun yapılaşma ile birlikte yeşil alanların ve

<sup>1</sup> <https://www.nufusu.com/il/istanbul-nufusu>

<sup>2</sup> [https://www.nufusu.com/ilce/pendik\\_istanbul-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/pendik_istanbul-nufusu)

buharlaştırma yüzeylerinin beton, asfalt vb. malzemelerle kapanması, yerel ve bölgesel ölçeklerde iklim değişikliklerine sebep olmaktadır (Gerçek ve Bayraktar, 2014). Uzaktan algılanan LST, bina çatıları, asfalt yüzeyler, bitki örtüsü, çıplak zemin ve su dahil olmak üzere zemin yüzeyinden yayılan radyasyon enerjisini kaydeder (Arnfield, 2003; Voogt ve Oke, 2003). Bu nedenle, kentsel peyzajlardaki arazi örtüsü modeli, potansiyel olarak LST'yi etkileyebilir (Arnfield, 2003; Forman, 1995). Arazi örtüsü düzeninin iki temel yönü, kompozisyon ve konfigürasyondur (Gustafson, 1998; Turner, 2005). Zhou, W. ve arkadaşları 2011 yılında yayınlanmış bir çalışmalarında arazi örtüsü özelliklerinin bileşiminin, LST'nin belirlenmesinde konfigürasyonlarından daha önemli olduğunu bulmuşlar. Yazarların bulgularına göre, binaların örtü yüzdesi LST değerlerinin büyümesinde en çok etkileyen değişkendir. Bu değeri azaltan en önemli faktör ise, odunsu bitki örtüsü yüzdesidir. Bununla birlikte, arazi örtüsü özelliklerinin konfigürasyonunda önemlidir. Kompozisyon sabit tutularak, LST, arazi örtüsü özelliklerinin farklı mekansal düzenlemeleri ile önemli ölçüde değişebiliyor.

He, Li, Wang, ve Darko, 2017 yılında Çin Shenyang şehri üzerinde, Landsat 8 uydu görüntülerini kullanarak yapmış oldukları bir çalışmada sıcaklık profilleri arazi örtüsünün tiplerine göre büyük farklılıklar gösterdiğini ayrıca binaların ve yolların sıcaklığa yol açan ana etkenler olduğunu ortaya koymuşlar. Ayrıca aynı çalışmada arazi örtü tiplerine göre en çok yer yüzey sıcaklığına sebep olan örtüleri sıralamışlar (bina > yol > çıplak arazi > tarım arazisi > yeşil arazi > su) ve bulgularına göre yeşil arazi ve su kütleleri LST'ni azaltmak için en önemli kapasite göstereceği boyutları küçük olduğunda soğutma etkileri belirgin olmuyor.

Bazı çalışmalarda arazi örtüsü ve yer yüzey sıcaklığının arasındaki ilişkiyi her zaman doğrusal olmadığı söyleneler bile (Tran vd. 2017) çoğu çalışmada, LST ve normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) arasındaki korelasyonun farklı NDVI'nin eşik değerlerine tabi olduğunu bildirmiştir (Qiao, Tian ve Xiao, 2013; Guo vd. 2015).

Günlük LST varyasyonunun kentleşme indeksi ile arttığını ve kentleşmenin günlük LST varyasyonu üzerindeki olumsuz etkilerinin kentleşmenin erken aşamalarında daha önemli olduğu açıklanmıştır (Chen, Chiu, Su, Wu ve Cheng, 2017). Yer yüzey sıcaklığı arttıkça kent ısı adaları meydana çıkmaktadır. Dolayısıyla kent ısı adalarının etkisine bağlı olarak artan sıcaklıklar, kentsel alanlarda su tüketimini ve enerji kullanımını artırabilir ve biyotik topluluklarda değişikliklere yol açabilir (White, Nemani, Thornton ve Running, 2002). Aşırı ısı aynı zamanda kent sakinlerinin konforunu da etkileyebilir ve daha büyük sağlık risklerine yol açabilir (Poumadere, Mays, Le Mer ve Blong, 2005). Chen ve arkadaşları (2017) yılındaki çalışmalarında Kent ısı adalarının etkilerini azaltmada, kentsel parklar, toplu yeşil alanlar, yeşil çatılar ve serin (veya geçirgen) kaldırımlar gibi kentsel ısı emilimini azaltabilecek önlemlere daha fazla öncelik verilmesi gerektiğine dair kapsamlı destekleyici kanıtlar sunmuşlar.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada uydu verilerinin değerleri ve görüntüleri farklı platformlar üzerinden temin edildi. Sonra excel program üzerinden kolerasyon çalışmaları yapıldı. Ardından GEE platformundan elde edilen görüntüler kullanılarak Arcgis programi üzerinde haritalar oluşturulmuştur.

### 2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı Türkiye'nin ilk planlı kasabasına sahip olan Pendik ilçesidir. Pendik belediyesi stratejik plan<sup>3</sup> raporundan alınan bilgilere göre; Marmara Denizi'nin kuzeydoğusunda, İstanbul ilinin doğu yarısında yer alan yüzölçümü 188,8 km<sup>2</sup> ve rakımı 125 m olan Pendik, doğuda Tuzla, Kocaeli, kuzeyde Sultanbeyli, batıda Kartal, güneyde Marmara Denizi ile çevrilmiş olup 10 km sahil şeridi bulunmaktadır.

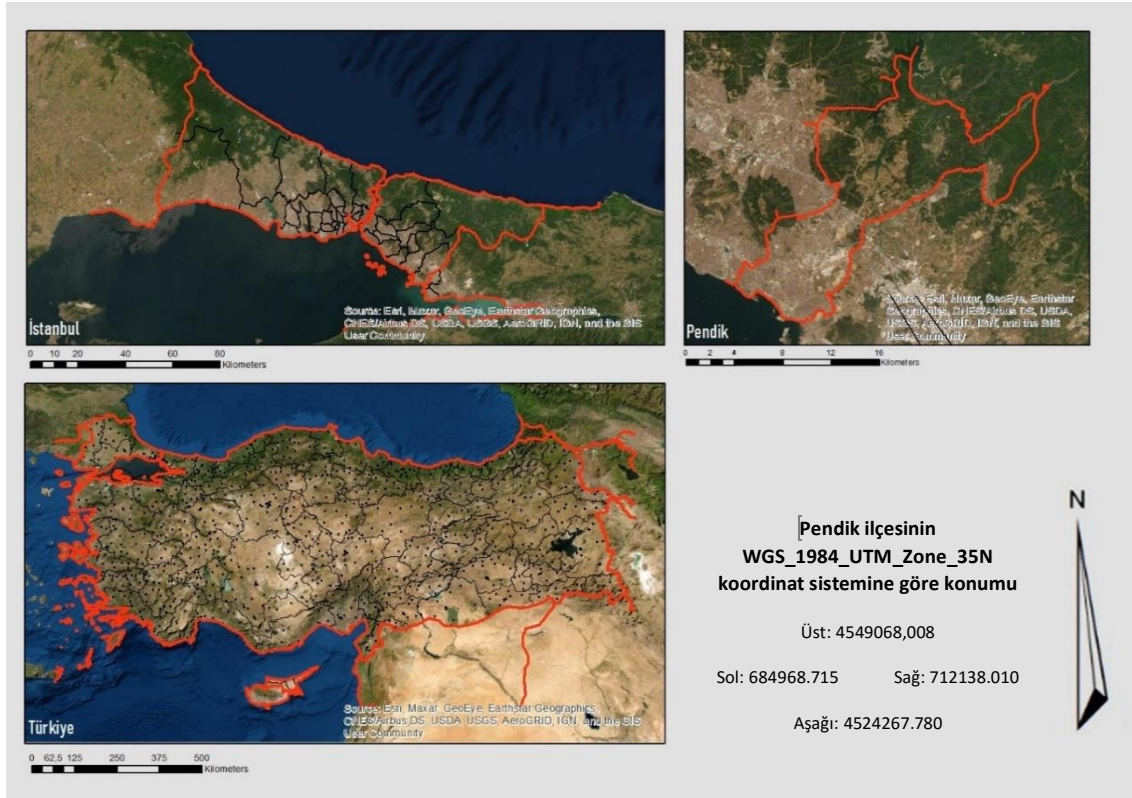
Pendik belediyesi resmi sitesinden alınmış verilere göre Pendik ilçesi 36 mahalleden oluşmaktadır ancak otoyol 4 (0-4); diğer adıyla Anadolu Otoyolu ilçeyi kuzey ve güney kısmına ayırmaktadır. Böylece otoyolun güney kısmındaki mahallelerde yerleşim alanları fazlalık gösterirken kuzey mahallelerin yüzey ölçümünün bir çok kısmını orman, tarım ve kıyı Alanları oluşturmaktadır. Pendik ilçesini oluşturan mahallelerin ve mahallelere göre nüfus sayısı Tablo 1'de gösterilmiştir. Çalışma alanına ait UTM koordinatları Şekil 3'te gösterilmiştir.

NO	MAHALLE	NÜFUS	NO	MAHALLE	NÜFUS	NO	MAHALLE	NÜFUS	NO	MAHALLE	NÜFUS
1	AHMET YESEVİ	27603	11	ERTUĞRUL GAZİ	13561	21	KAYNARCA	47332	31	ŞEYHİL	17944
2	BAHÇELİ EVLER	12871	12	ESENLER	32407	22	KURNA	1159	32	VELİBABA	37636
3	BALLICA	570	13	ESENYALI	14023	23	KURDOĞMUŞ	515	33	YAYALAR	12395
4	BATI	14206	14	FATİH	20788	24	KURTKÖY	34001	34	YENİ	15747
5	ÇAMÇEŞME	31044	15	FEVZİ ÇAKMAK	37024	25	ORHANGAZİ	27655	35	YENİŞEHİR	60539
6	ÇAMLIK	17810	16	GÖÇBEYLİ	1381	26	ORTA	5708	36	YEŞİLBAĞLAR	6421
7	ÇINARDERE	19398	17	GÜLLÜ BAĞLAR	15339	27	RAMAZANOĞLU	2720	TOPLAM PENDİK İLÇESİ NÜFUS SAYISI	711894	
8	DOĞU	15849	18	GÜZELYALI	33386	28	SANAYİ	3257			
9	DUMLUPINAR	26015	19	HARMANDERE	8202	29	SAPAN BAĞLARI	12160			
10	EMİRLİ	237	20	KAVAKPINAR	61365	30	SÜLÜNTEPE	23626			

*Tablo 1. Veriler Pendik ilçesinin belediye sitesinden alınmıştır<sup>4</sup>*

<sup>3</sup> Pendik belediyesi 2020-2024 stratejik planı

<sup>4</sup> <https://cbs.pendik.bel.tr/>



Şekil 3. Bu görsel ArcGIS programında ve Harita Genel Müdürlüğü'nün verilerini kullanarak yazarlar tarafından üretilmiştir.

## 2.2. Veri temini

Bu çalışmada üretilen tüm haritalar ArcGIS programı ortamında Türkiye mülki idari sınırlarının vektör verilerini kullanarak elde edilmiştir. Analizde kullanılan veriler aşağıda anlatılan, uzaktan algılama verilerini sunan platformlar üzerinden yapılmıştır.

### 2.2.1. Google Earth Engine (GEE)

Haritaları üretmek için 1986 ve 2020 yıllarına ait Landsat 5TM Collection 1 Tier 1<sup>5</sup> ve Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1<sup>6</sup> data seti kullanıldı.

### 2.2.2. Climate Engine (CE)

Çalışma alanına ait normalize edilmiş yerleşim alanı indeksi (NDBI), NDVI, normalleştirilmiş fark su indeksi (NDWI) ve kuru çıplak toprak indeksi (DBSI) verilerini

<sup>5</sup> [https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT\\_LT05\\_C01\\_T1\\_TOA](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LT05_C01_T1_TOA)

<sup>6</sup> [https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT\\_LC08\\_C01\\_T1\\_TOA](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LC08_C01_T1_TOA)

1986 ve 2020 yılları arası CE<sup>7</sup> platformu üzerinden temin edilmiştir. CE platformu Landsat TOA/SR verilerine bir bulut maskesi uygulayarak BQA kalite bandını kullanıyor ve orta ve yüksek güvenilirliğe sahip kar, gölge ve sirüs bulutlarını ortadan kaldırmaya çalışarak sonuç değerleri sunmaktadır.

### 2.3. Yöntem

Arazi örtüsünün zaman içerisindeki değişiminin LST üzerindeki etkisini belirlenmesi ve Landsat uydu setinin görüntülerinden fiziksel parametrelerin çıkarılması için Climate Engine (CE) platformu kullanıldı. 35 yıllık veriler, değerlendirmek için 5 yıllık dilimlere bölündü ve her 5 yılın ortalama değerlerinden Excel programında box plot grafiği çizildi, ardından en son arazi örtüsü ve LST arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon hesapları yapıldı. Arazi örtüsünün zamansal değişimini incelemek için 4 farklı indeks kullanıldı. Yerleşik alanlar için NDBI indeksi, bitkisel alanlar için NDVI, sulak alanlar için NDWI ve kuru çıplak toprak için DBSI indeksi kullanılmıştır.

#### 2.3.1. NDBI değerlerinin hesaplanması

NDBI verilerini üretmek için CE platformu üzerinden Near Infrared (NIR) ve Short-Wave Infrared (SWIR 1) bantlarının çalışma alanımıza ait verilerini indirerek NDBI;

$$NDBI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \quad (1)$$

uygulandı. NDBI değerleri -1 ve +1 arasında yer alır, negatif değerler su kütlelerini temsil ederken pozitif değerler ise yerleşim alanlarını göstermektedir (Zha, Gao ve Ni, 2003). NDBI değerlerinden üretilmiş box plot grafiği Tablo 2'de gösterilmiştir.

#### 2.3.2. NDVI değerlerinin hesaplanması

Uydu görüntüleri, bitki yansımalarındaki farklılıkları değerlendirmek ve bunların mekansal dağılımlarını belirlemek için uzun süredir kullanılmaktadır. Bitki örtüsü canlılığının yaygın bir uydu görüntüsü indeksi, -1 ile 1 arasında değişen ve yüksek bitki canlılığını temsil eden ~ 0,5 ile 1 arasında değişen NDVI İndeksi'dir (Jackson ve Huete, 1991). Kuraklığın etkileri, NDVI'nin zaman serileri ve uzamsal anomalileri hesaplayarak gösterilmiştir. NDVI indeksinin değerleri aşağıdaki formül üzerinden elde edilir (Jackson ve Huete, 1991). Sonuç değerlerden üretilen box plot grafiği Tablo 3'te sunulmuştur.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (2)$$

#### 2.3.3. NDWI değerlerinin hesaplanması

NDWI, bitki örtüsü sıvı su içeriğini veya su altında kalmış alanları değerlendirmek için kullanılabilir (Gao, 1996). NDWI, benzer saçılma özelliklerine sahip, ancak gölgelik

<sup>7</sup> <https://app.climateengine.com/climateEngine>

su içeriğinden dolayı biraz farklı sıvı su absorpsiyonuna sahip bitki örtüsü kanopilerinden yansımayı değerlendirmek için kullanışlıdır. Sonuç olarak, NDWI, bitki örtüsü kanopilerinin ve açık su alanlarının sıvı su içeriğindeki değişikliklere karşı hassastır. Yeşil bitki örtüsü için ortak NDWI aralığı -0,1 ila 0,4'tür ve 0,4 yüksek bitki örtüsü su içeriğini gösterir (Gao, 1996). NDWI değerleri üzerinden üretilen box plot grafiği Tablo 4'te sunulmuştur.

$$NDWI = (NIR-SWIR1) / (NIR+SWIR1) \quad (3)$$

#### 2.3.4. DBSI değerlerinin hesaplanması

DBSI kurak ve yarı kurak iklimlerde kentsel alanlar ve çıplak toprak arasında ayırım yapmak için önerilmiştir. DBSI değerleri -2 ila +2 arasında olabilir ve daha yüksek sayılar daha fazla çıplak toprağı temsil eder (Rasul vd. 2018). Bu çalışmada; DBSI değerlerini hesaplamak için, 35 senelik SWER1, GREEN, NIR ve RED bantlarının değerlerini CE platformu üzerinden elde ederek ve aşağıdaki formül kullanarak yapılmıştır.

$$DBSI = ((SWER1-GREEN) / (SWER1+GREEN)) - ((NIR-RED) / (NIR+RED)) \quad (4)$$

DBSI değerleri üzerinden üretilen box plot grafiği Tablo 5'de sunulmuştur.

#### 2.3.5. LST değerlerinin hesaplanması

Yüzey sıcaklığı; dünya enerji dengesi, terleme ve buharlaşma, kuraklık, küresel değişim ve ısı adası konularında önemli bir faktördür. Yer yüzey sıcaklığı, toprak üzerindeki enerji dengesini yöneten önemli bir parametredir ve çevre ile dünya kaynaklarının dinamik değişimini yönlendiren önemli bir belirleyici etkidir (Qin ve Karnieli, 1999). Bu çalışmada, çalışma alanımıza ait 35 senelik LST verilerini climate engine platformu üzerinden elde ettik. Climate engine platformu Landsat uydu serisinin verilerini google earth engin üzerinden çekerek LST değerlerini sunmaktadır. Bu değerler üzerinden üretilmiş box plot grafiği Tablo 6'da sunulmuştur.

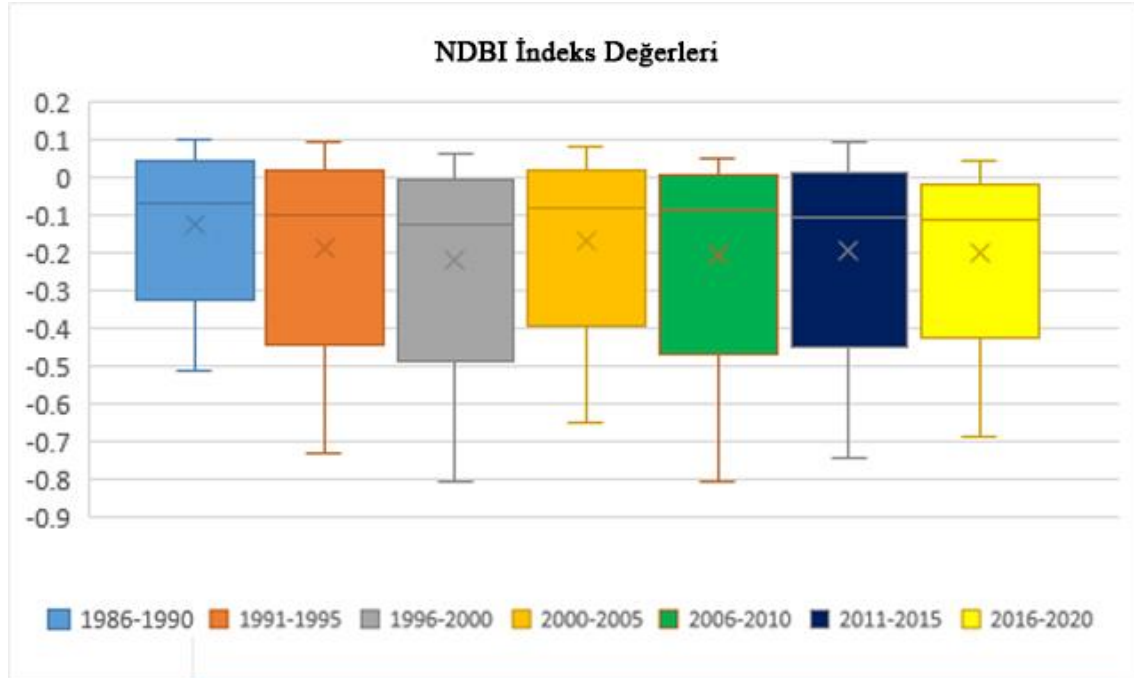


### 3. ARAŞTIRMA BULGULAR

Çalışmada kullanılan tüm indeksler için box plot grafikleri çizilmiştir. NDBI ile kuru iklimlerde birçok şehri çevreleyen çıplak ve kuru toprak ile yerleşik alanlar arasında ayırım yapılamaz (Rasul vd, 2018). Bu nedenden dolayı DBSI indeksi çalışmaya dahil ederek arazi örtüsünün zamansal olarak değişimi incelenmiştir.

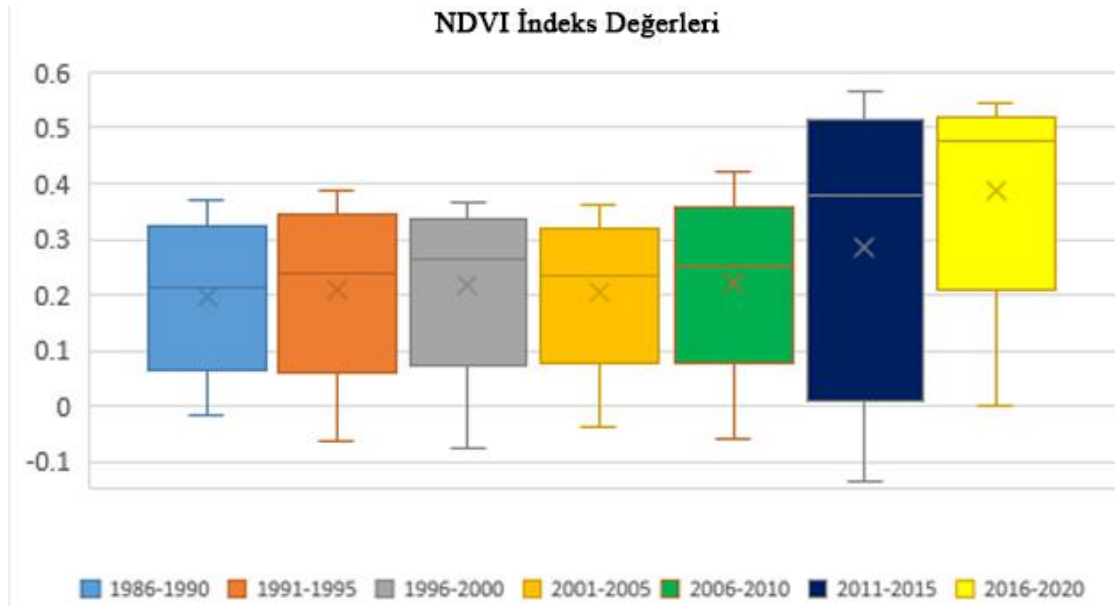
#### 3.1.1. İndekslere ait box plot grafikleri

NDBI, NDVI, NDWI ve DBSI indeks değerlerini elde ettikten sonra 5 yıl aralıklarına bölerek box plot grafikleri oluşturulmuştur.



Tablo 2. NDBI 1986-2020 Pendik/İstanbul

Bu çalışmada kullanılan indeksler Pendik ilçesinin tamamının ortalama değerlerini göstermektedir ve yerleşim alanları yerleşim olmayan alanlardan daha az olduğu için, NDBI değerlerinin eksi olması gayet normal sayılır. NDBI indeksinin box plotuna bakınca 1986 yılından 2000 yılına kadar medyan değerlerinde düşüş (-0,057) yaşandığı görülmektedir. Ancak 2005 yılında tekrar bir artış (0,028) yaşanmıştır. Medyan değerlerine genel baktığımızda bir düşüş yaşandığı söylenebilir.

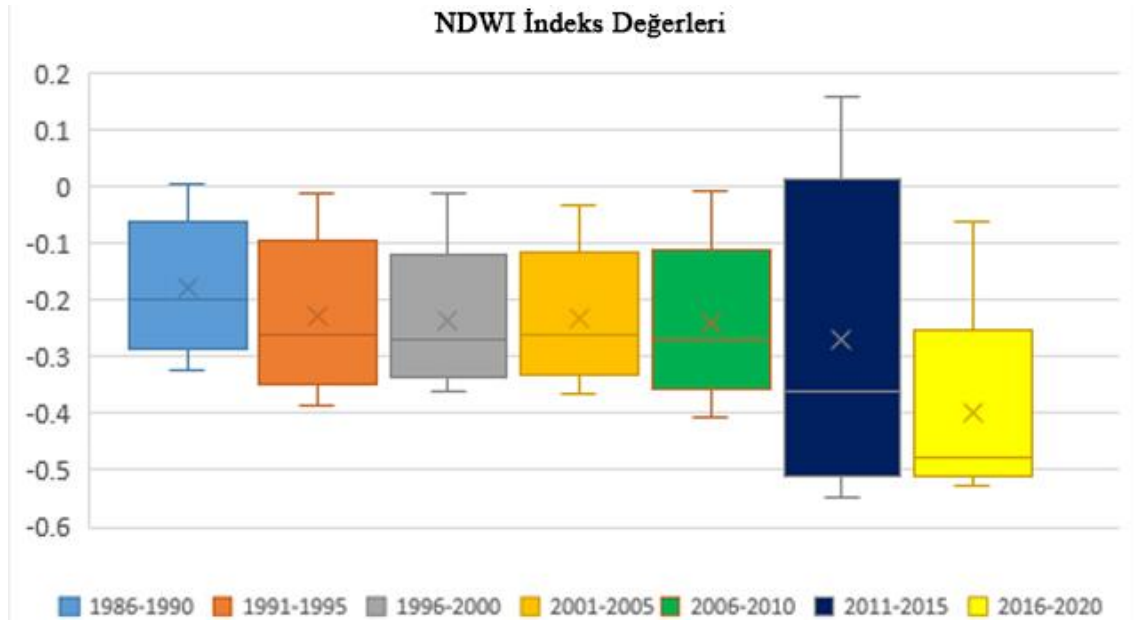


*Tablo 3. NDVI 1986-2020 Pendik/İstanbul*

NDVI box plot grafiğine bakıldığında medyan değerleri özellikle 2006 yılından sonra artış (2006-2010 yıllarına ait medyan değeri 0.22 ve 2016-2020 yıllarına ait medyan değeri ise 0.39) göstermektedir. 2011-2015 yıllarına ait box plotun verileri, Landsat 7 uydusunun verilerini de içerdiği için (Landsat 7 ETM+<sup>8</sup> tarama çizgisi düzelticisi (SLC)<sup>9</sup> 31 Mayıs 2003'te arızalandı ve tarama modelinin kama şeklinde taramadan taramaya boşluklar göstermesine neden oldu (Scaramuzza ve Barsi, 2005).) en küçük değer ve en büyük değer arası geniş görünmektedir.

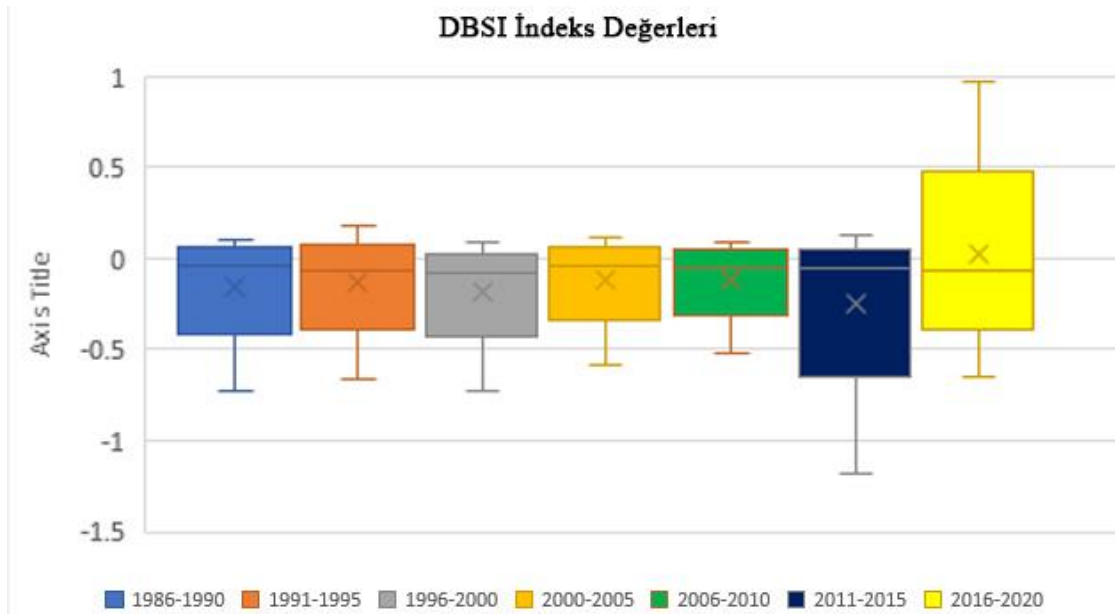
<sup>8</sup> Enhanced Thematic Mapper Plus

<sup>9</sup> Scan line corrector



*Tablo 4. NDWI 1986-2020 Pendik/İstanbul*

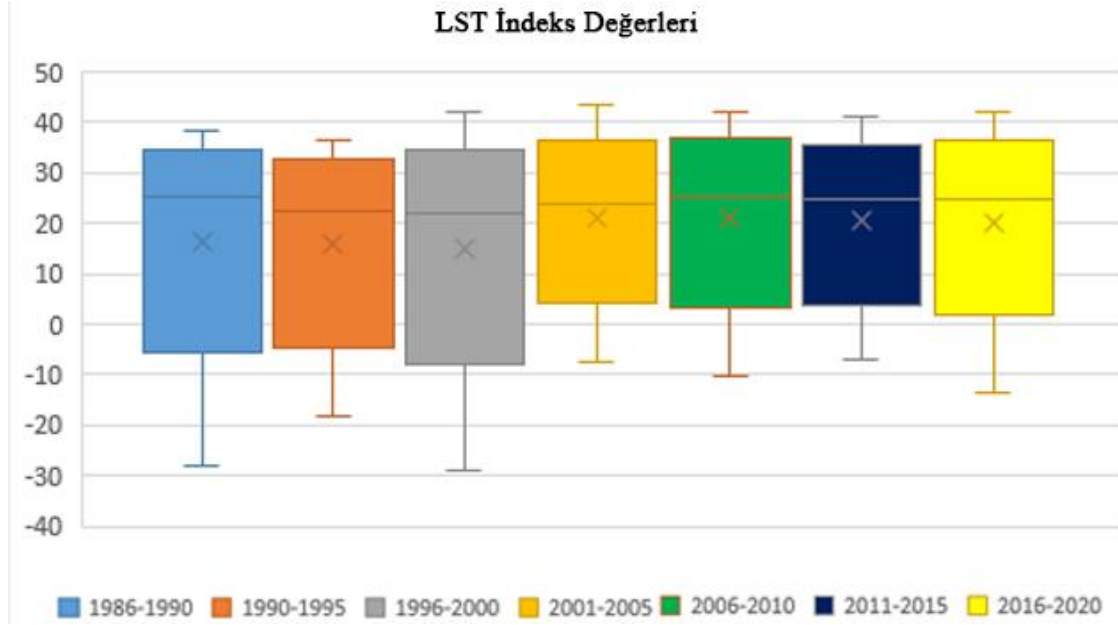
NDWI değerlerine ait box plotlar medyan değerlerinin düştüğünü ve kuraklığın arttığını göstermektedir.



*Tablo 5. DBSI 1996-2020 Pendik/İstanbul*

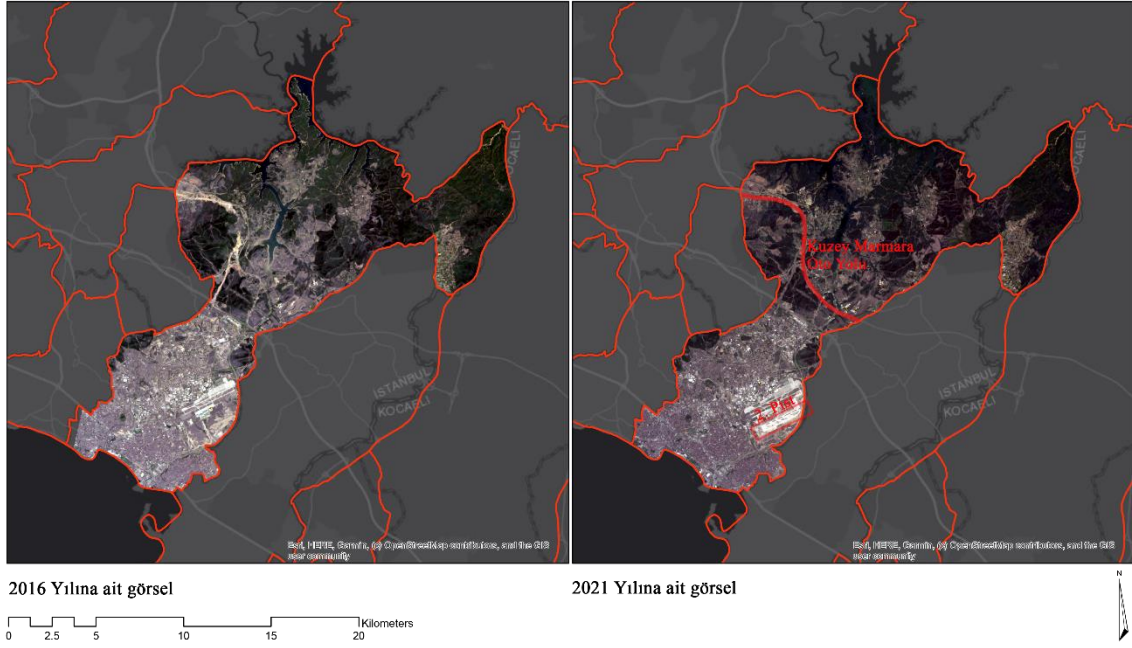
DBSI değerlerine ait box plotlarda, 2016-2020 yılları arasında medyan değerinde çok fark görünmese (bir önceki box plotına göre -0,009) bile ortalama değerinde büyük bir

artış (0.26) yaşandığı görülmektedir. Şekil 4'deki uydu görüntülerine bakıldığında bu yıllar arası Sabiha Gökçen havalimanının 2. Pisti ve kuzey marmara oto yolunun inşa edildiği gözlemlenmektedir.



*Tablo 6. LST 1996-2020 Pendik/İstanbul*

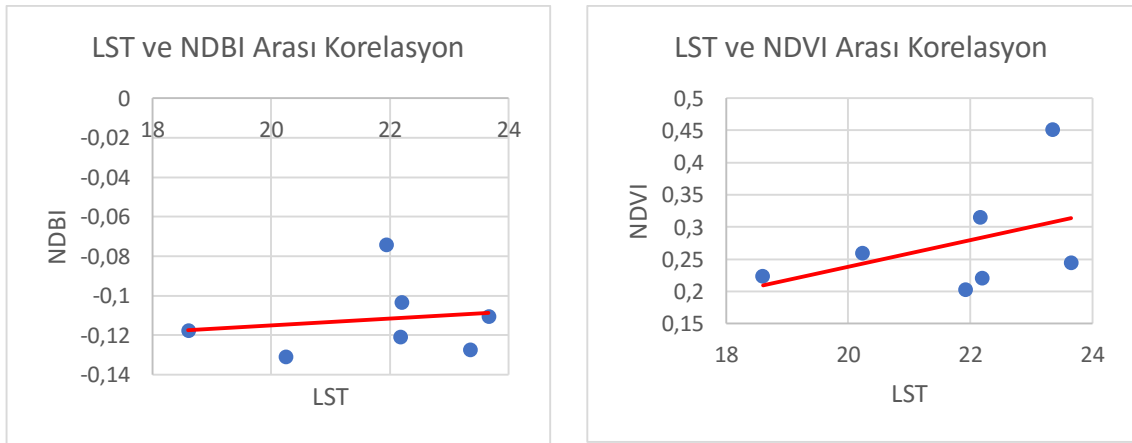
LST değerleri incelendiğinde genel olarak ortakama değerlerinde bir artış olduğu gözlenmektedir. Şöyleki 1986-1990 yılların ortalaması 21.93 °C iken 2016-2020 yılların ortalaması 23.35 °C olmuştur.

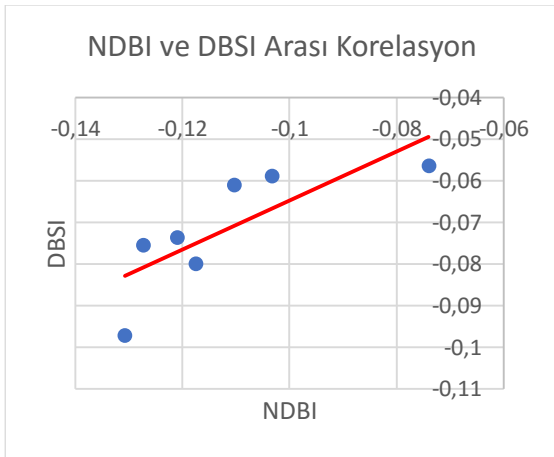
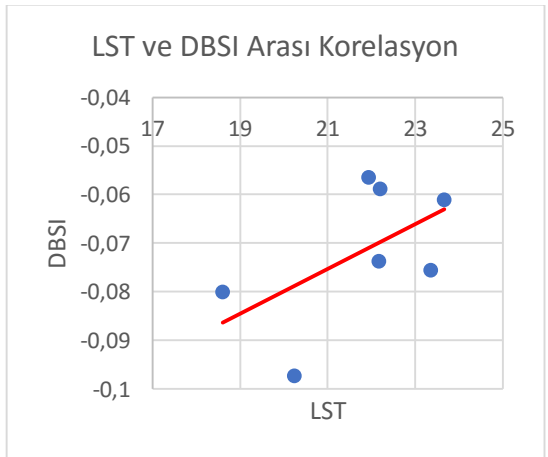
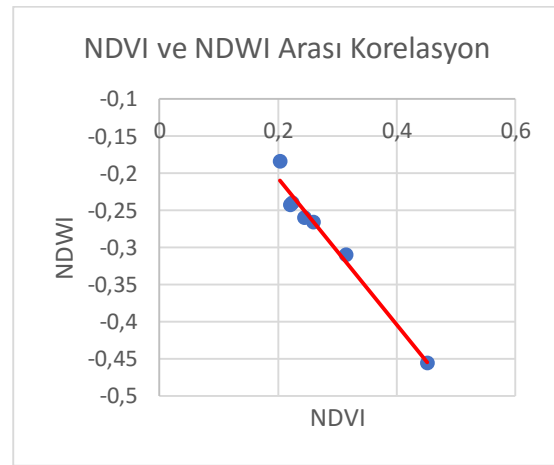
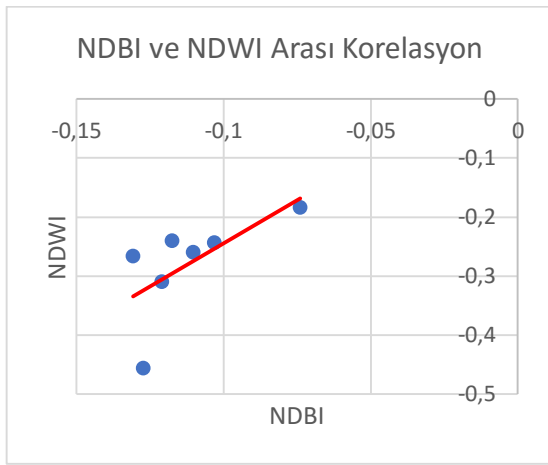
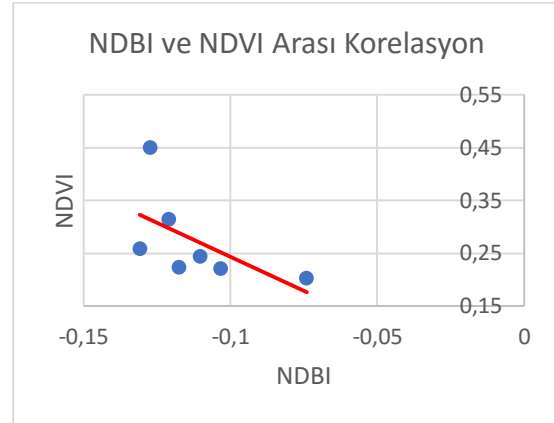
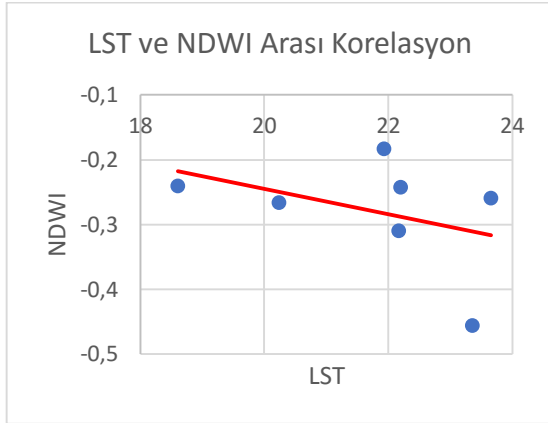


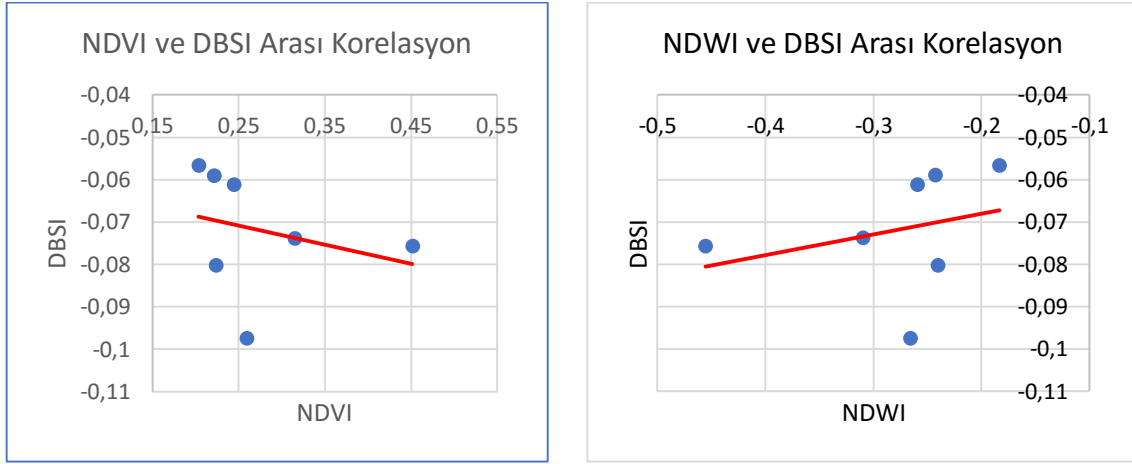
Şekil 4. 2016 ve 2021 yıllarına ait uydu görüntüleri

### 3.1.2. Korelasyon

Tablo 7’de değerlendirilmiş indekslerin ikili korelasyon grafikleri gösterilmiştir. Korelasyon değerleri hakkında araştırma sonuçları kısmında detaylı olarak açıklamalar yapılmıştır.







Tablo 7. İkili korelasyon grafikleri

NDBI, NDVI, NDWI, DBSI ve LST arasındaki korelasyon değerleri Tablo 8’de incelenmiştir.

	LST	NDBI	NDVI	NDWI	DBSI
LST	1	0.154	0.426	-0.401	0.566
NDBI	0.154	1	-0.575	0.653	0.785
NDVI	0.426	-0.575	1	-0.986	-0.271
NDWI	-0.401	0.653	-0.986	1.000	0.294
DBSI	0.566	0.785	-0.271	0.294	1

Tablo 8. Korelasyon değerleri

Yukarıdaki tabloda korelasyon değerleri iki değişken arasında şöyle yorumlanır:

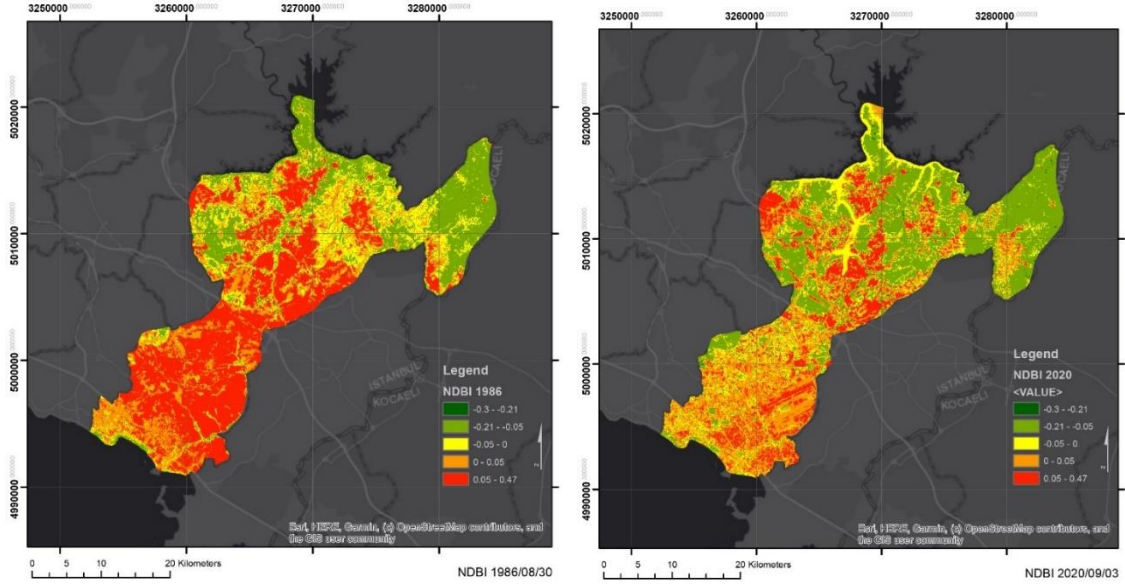
Korelasyon katsayısı: “ r ”

- r = 0 Doğrusal ilişki yok
- 0.01 ≤ r ≤ 0.29 Zayıf korelasyon
- 0.30 ≤ r ≤ 0.70 Orta düzey korelasyon
- 0.71 ≤ r ≤ 0.99 Güçlü korelasyon
- r = 1 Mükemmel korelasyon

Katsayının + ya da – olması korelasyonun yönünü belirtmektedir. Eksi (-) işaretli değerler korelasyonun negatif, artı (+) işaretli değerler ise pozitif olduğunu bildirmektedir.

### 3.1.3. Haritalar

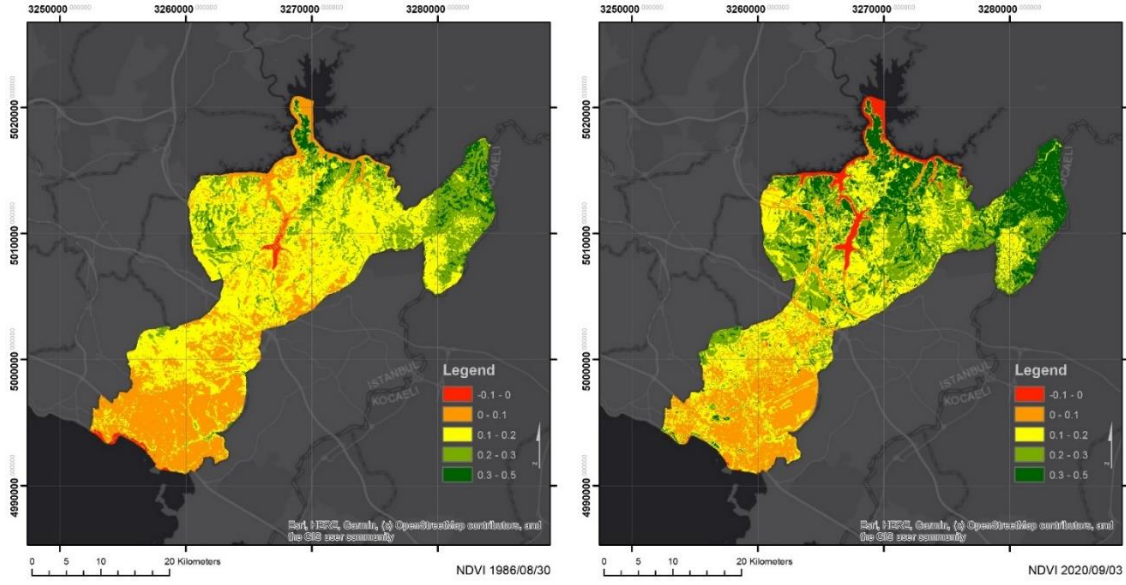
1986 ve 2020 yıllarına ait NDBI, NDVI ve NDWI ve DBSI haritaları hazırlanmıştır. 1986 ve 2020 yıllarına ait haritaların piksel değerlerinin aralıkları eşit olduğu için zaman içerisinde değişimler net bir şekilde görünmektedir.



Şekil 5. 1986-2020 NDBI

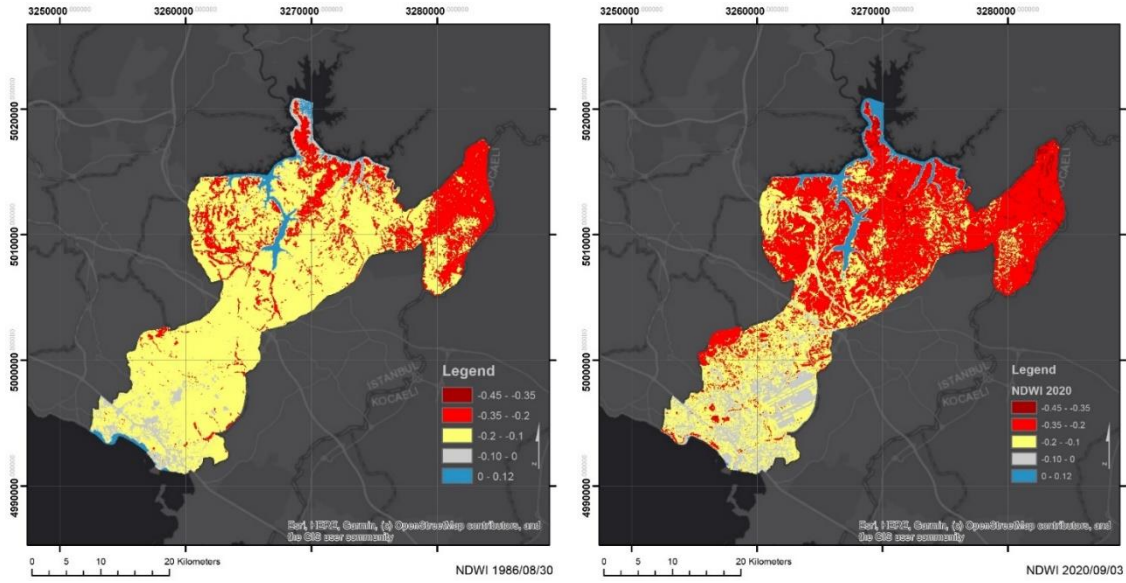
NDBI değerleri 2020 yılında 1986 yılına göre çoğalma göstermesi beklenir iken azalma göstermiştir.





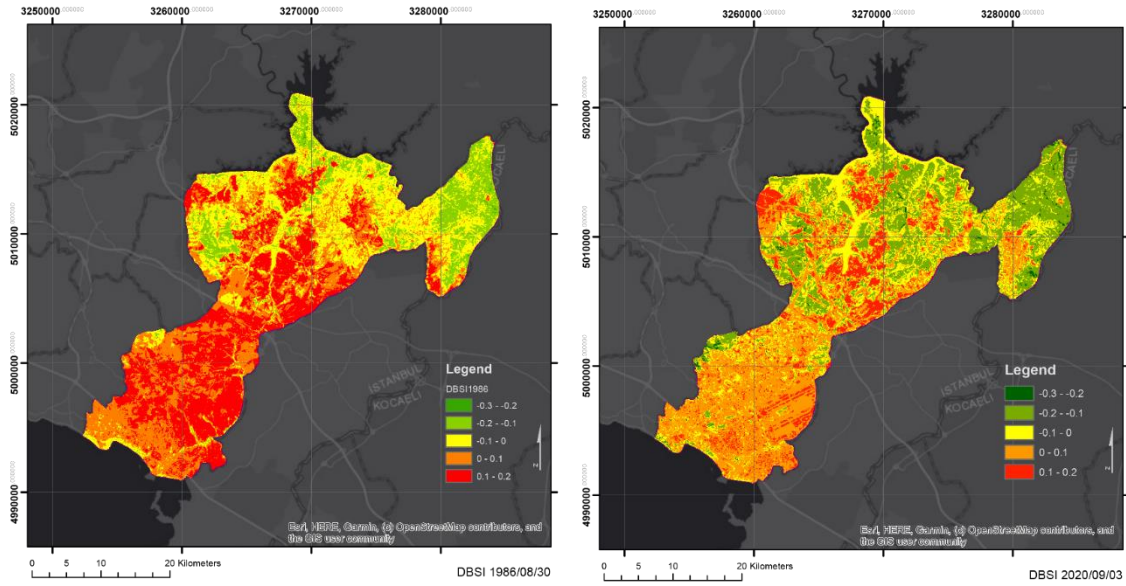
Şekil 6. 1986-2020 NDVI

Şekil 6’da görüldüğü gibi NDVI değerleri bu iki zaman dilimi arasında çoğalma göstermiştir.



Şekil 7. 1986-2020 NDWI

Şekil 7’de kırmızı bölgeler kuraklığı gösteriyor dolayısı ile 2020 yılında 1986 yılına göre kuraklık artmıştır.



Şekil 8. 1986-2020 DBSI

DBSI haritaları, zaman içerisinde NDBI değerlerinin neden arttığının açıklamaktadır; kuru çıplak arazi 2020 yılında 1986 yılına göre azalma göstermiştir ve NDBI indeksi kuru çıplak arazi ve yerleşim bölgelerini ayıramamıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Arazi örtüsünün mekansal ve zamansal olarak değişimini LST ve 4 farklı arazi örtüsünü ayıran indeksler ile ilişkisine bakarak değerlendirildi. Bu değerlendirmeye göre;

- Şekil 5'e bakıldığında Pendik ilçesinin 35 sene boyunca NDBI değerlerinin azaldığı görülmektedir. Ancak bu çalışmada da bir çok çalışmada olduğu gibi (Rasul vd, 2018) NDBI indeksinin kuru çıplak toprak ve yerleşik alanları arasında ayırım yapamadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle; çalışmanın sonuçlarını daha anlamlı kılmak için, DBSI indeksi de analize dahil edilmiştir. Korelasyon değerlerine göre NDBI ve DBSI arasında pozitif güçlü korelasyon (0.785) olduğu gözlemlenmektedir. NDBI değerlerinin zaman içerisinde azalmasının nedeni; kuru çıplak topraklı alanları NDBI olarak göstermesidir.
- Yukarıda bahsedilen nedenden dolayı; NDBI ve NDWI arasında da orta düzeyde pozitif (0.653) bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Şöyle ki; 1986 yılında NDBI değerleri yüksek görünür iken, NDWI değerleri de yüksek çıkmış ve son zamanlarda kuraklık oranı artmıştır.
- NDBI ve NDVI arasında orta düzeyde negatif (-0.575) bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Bunun nedeninin; kentleşmenin ilk zamanlarında, kentin geniş alanlarının kuru çıplak toprak olarak görünmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kent genişledikçe parklar ve yeşil alanların yüzölçümünün

arttığından ve bu alanlarda bulunan ağaçların büyümesinden dolayı NDVI değerlerinde artış görülmesi oldukça normaldir.

Korelasyon değerlerine bakıldığında; LST ve NDBI arasında pozitif zayıf ilişki (0.154) gözlemlenmiştir. NDBI indeksinin 1986 yılı değerleri, 2020 yılına göre yüksek görünmektedir. Bunun düşük olmasının nedeni; NDBI indeksinin işlem sırasında yerleşim alanları ile kuru çıplak arazi alanlarını ayıramamasıdır.

LST ve NDVI arasında orta düzeyde pozitif (0.426) bir ilişki gözlemlenmiştir. LST box plot grafiğine bakıldığında genel olarak bir artış görülmektedir, NDVI değerleri de kentleşme ilerledikçe artış göstermektedir.

Kuraklık artınca LST değerlerinin de arttığı görülmektedir, bu beklenen bir sonuçtur. NDWI ve LST arasında orta düzeyde negatif (-0.401) bir ilişki gözlemlenmektedir.

LST ve DBSI arasında orta düzeyde pozitif (0.566) bir ilişki gözlemlenmiştir.

## 5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulgularına göre nüfus artışı farklı boyutlardan bakıldığında iklim değişikliğine neden olmaktadır. İklim değişikliği ise zaman boyunca arazi örtüsünün değiştiğinden ve LST'nin artmasından ortaya çıkmaktadır. LST'nin artması kent ısı adalarının oluşmasına sebep olmaktadır ve bu da su tüketimini ve enerji kullanımını artırabilir. Bu nedenlerden dolayı ve ayrıca gelişmiş uydu teknolojilerinden yararlanarak, bu tür çalışmalar son yıllarda önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada ağırlıklı CE platformunun sunduğu veriler kullanılmıştır. Google ile ortak çalışan Climate Engine, Google Earth Engine'in Kurumsal düzeyde bir dağıtımdır. Climate Engine'in çekirdeğinde, kuruluşların Google Earth Engine ve Google Cloud'un gücünden yararlanarak dünya gözlem verilerini Kurumsal ölçeklerde daha iyi sunmasına yardımcı olan bir dizi hızlandırıcı bulunur (Ingest, Catalog, Analyze ve Deliver (via API)). Bu hızlandırıcılar birden çok kaynaktan ham verileri alırlar ve bunları çalıştırılabilir biçimlere dönüştürürler. Bu veri kaynakları, Google Cloud'da yerel olan 400'den fazla Google Earth Engine verilerini içerir. Sonra, indeksleme ve keşif için bir kataloğa yerleştirilir. Veriler kataloğa girdikten sonra, analiz etmek için bilimsel modeller işlenebilir. Çıktılar bir API (Uygulama Programlama Arayüzü)<sup>10</sup> aracılığıyla erişilebilir olmaları için kodlanır. CE; kullanıcılara kayıt olan mevcut verilerin tüm zenginliğinden yararlanmak olağanı sağlıyor (Climate Engine Hızlandırıcıları, 2022).

Bu tür çalışmalar iklim değişikliğine neden olan faktörlerin ağırlığını incelemektedir. Kentsel tasarımcılar master plan projelerini tasarlar iken bu faktörleri

---

<sup>10</sup> Application Programming Interface

dikkate alarak ve su kütlelerini ve bitki örtüsünü doğru dağıtımını yaparak LST'nin azalmasına neden olacaklardır.

## KAYNAKÇA

- Alig, R. J., Kline, J. D., & Lichtenstein, M. (2004). Urbanization on the US landscape: looking ahead in the 21st century. *Landscape and urban planning*, 69(2-3), 219-234.
- Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology: a Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(1), 1-26.
- Chen, Y. C., Chiu, H. W., Su, Y. F., Wu, Y. C., & Cheng, K. S. (2017). Does urbanization increase diurnal land surface temperature variation? Evidence and implications. *Landscape and Urban Planning*, 157, 247-258.
- Forman, R. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10(3), 133-142.
- Gao, B. C. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*, 58(3), 257-266.
- Gerçek, D., & Bayraktar, N. T. Kentsel ısı adası etkisinin uzaktan algılama ile tespiti ve değerlendirilmesi: İzmit kenti örneği.
- Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., & Zhang, X. (2015). Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. *Landscape and Urban Planning*, 135, 1-10.
- Gustafson, E. J. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art?. *Ecosystems*, 1(2), 143-156.
- Jackson, R. D., & Huete, A. R. (1991). Interpreting vegetation indices. *Preventive veterinary medicine*, 11(3-4), 185-200.
- Pendik Belediyesi. Pendik Anonim Haritası. Mahalle Nüfus Haritası. Erişim adresi: <https://cbs.pendik.bel.tr/>

Pendik Belediyesi. Pendik belediyesi 2020-2024 stratejik planı. Erişim adresi: [https://www.pendik.bel.tr/data/dokumanlar/5db28a3b58140\\_2020-2024-stratejik-plani.pdf](https://www.pendik.bel.tr/data/dokumanlar/5db28a3b58140_2020-2024-stratejik-plani.pdf)

Poumadere, M., Mays, C., Le Mer, S., & Blong, R. (2005). The 2003 heat wave in France: dangerous climate change here and now. *Risk Analysis: an International Journal*, 25(6), 1483-1494.

Qiao, Z., Tian, G., & Xiao, L. (2013). Diurnal and seasonal impacts of urbanization on the urban thermal environment: A case study of Beijing using MODIS data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 85, 93-101.

Qin, Z., & Karnieli, A. (1999). Progress in the remote sensing of land surface temperature and ground emissivity using NOAA-AVHRR data. *International journal of remote sensing*, 20(12), 2367-2393.

Rasul, A., Balzter, H., Ibrahim, G. R. F., Hameed, H. M., Wheeler, J., Adamu, B., ... & Najmaddin, P. M. (2018). Applying built-up and bare-soil indices from Landsat 8 to cities in dry climates. *Land*, 7(3), 81.

Scaramuzza, P., & Barsi, J. (2005, October). Landsat 7 scan line corrector-off gap-filled product development. In *Proceeding of Pecora* (Vol. 16, pp. 23-27).

Tran, D. X., Pla, F., Latorre-Carmona, P., Myint, S. W., Caetano, M., & Kieu, H. V. (2017). Characterizing the relationship between land use land cover change and land surface temperature. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 124, 119-132.

Turner, M. G. (2005). Landscape ecology: what is the state of the science?. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 36, 319-344.

Türkiye Nüfusu. Türkiye illeri. Erişim adresi: <https://www.nufusu.com/iller>

Voogt, J. A., & Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote sensing of environment*, 86(3), 370-384.

White, M. A., Nemani, R. R., Thornton, P. E., & Running, S. W. (2002). Satellite evidence of phenological differences between urbanized and rural areas of the eastern United States deciduous broadleaf forest. *Ecosystems*, 5, 260-277.

Pashaei, H., M. & Aksoy, T., (2022). Arazi Örtüsünün Mekânsal ve Zamansal Olarak Değişiminin Yer Yüzey Sicaklığına Olan Etkisinin Uzaktan Algılama Yöntemi İle Belirlenmesi, *Istanbul Pendik İlçesi Örnekleme GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies (AIST)*, 5(2): 1-22.

Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International journal of remote sensing*, 24(3), 583-594.

Zhao, Z. Q., He, B. J., Li, L. G., Wang, H. B., & Darko, A. (2017). Profile and concentric zonal analysis of relationships between land use/land cover and land surface temperature: Case study of Shenyang, China. *Energy and Buildings*, 155, 282-295.

Zhou, W., Huang, G., & Cadenasso, M. L. (2011). Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes. *Landscape and urban planning*, 102(1), 54-63.

İstanbul Nüfusu, (2021, 4 Aralık). Erişim adresi:

<https://www.nufusu.com/il/istanbul-nufusu>

Pendik Nüfusu – İstanbul, (2021, 4 Aralık). Erişim adresi:

[https://www.nufusu.com/ilce/pendik\\_istanbul-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/pendik_istanbul-nufusu)

Climate Engine Hızlandırıcıları, (2022, 17 Haziran). Erişim adresi:

[https://climateengine.com/resilience\\_google/](https://climateengine.com/resilience_google/)