

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İKİ FARKLI BÖLGE İÇİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİNE  
DAYALI OLARAK ISI ADALARI VE ŞEHİRLEŞME ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşegül ÇALIŞKAN

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı  
Bilgisayar Mühendisliği Programı

Aralık, 2018



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İKİ FARKLI BÖLGE İÇİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİNE  
DAYALI OLARAK ISI ADALARI VE ŞEHİRLEŞME ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşegül ÇALIŞKAN

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı  
Bilgisayar Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer ASLAN

Aralık, 2018





T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi**

Enstitümüz Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1413.010011 numaralı öğrencisi **Ayşegül ÇALIŞKAN**' ın “**İKİ FARKLI BÖLGE İÇİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİNE DAYALI OLARAK ISI ADALARI VE ŞEHİRLEŞMENİN ANALİZİ**” adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 18.07.2018 tarih ve 2018/13 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ..... ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak ..... edilmiştir.

**Öğretim Üyesi Adı Soyadı**

**İmzası**

**Tez Savunma Tarihi : 12/12/2018**

**1) Tez Danışmanı:** Prof. Dr. Zafer ASLAN

.....

**2) Jüri Üyesi :** Prof. Dr. Ali GÜNEŞ

.....

**3) Jüri Üyesi :** Prof. Dr. Filiz SUNAR

.....

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “İki Farklı Bölge İçin Uzaktan Algılama Yöntemlerine Dayalı Olarak Isı Adaları Ve Şehirleşme Analizi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.  
(...../...../2019..)

**Ayşegül ÇALIŞKAN**





## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenim hayatım boyunca öncelikle değerli fikir ve önerileriyle beni yönlendiren, her konuda destek veren, gösterdiği sabır ve katkılarıyla bilgilerini her zaman benimle paylaşan esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Zafer ASLAN' a, Prof. Dr. Ali GÜNEŞ'e ve Prof. Dr. Filiz SUNAR'a teşekkürlerimi sunarım. Veri ön analiz kısmında sağladığı desteklerden dolayı Yük. Müh. Nagihan ESENDAL'a ve Yük. Müh. Turgut PURA'ya teşekkür ederim. Son olarak hayatım boyunca beni hem maddi hem de manevi olarak destekleyen, beni bugünlere getiren aileme ve eşime sonsuz teşekkür ederim.

**Ocak, 2018**

**Ayşegül CALIŞKAN**



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
ABSTRACT .....	xvii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. UZAKTAN ALGILAMA .....</b>	<b>1</b>
2.1 Uzaktan Algılama Genel Bilgiler.....	1
2.2 Elektromanyetik Enerji.....	4
2.3 Atmosferik Pencereleler.....	6
2.4 Elektromanyetik Spektrum.....	7
2.5 Planck Kanunları .....	8
2.6 Stefan- Boltzman Kanunları.....	9
2.7 Parlaklık Sıcaklığı .....	10
<b>3. UZAKLIK ALGILAMA ve ANALİZ YÖNTEMLERİ .....</b>	<b>11</b>
3.1 Yüzeysel Sıcaklığı Belirleme Yöntemleri .....	11
3.1.1 Tek kanal yöntemi.....	12
3.1.2 Bölünmüş pencereler yöntemi .....	13
3.1.3 Çok açı yöntemi .....	13
3.2 Yayınlılık Belirleme Yöntemleri .....	15
3.2.1 Normalized difference vegetation index (NDVI) yöntemi .....	15
3.2.2 Temperature and emissivity separation (TES) yöntemi.....	17
<b>4. ŞEHİRLEŞME ve NÜFUS DAĞILIMI.....</b>	<b>19</b>
4.1 Şehirleşme Problemi .....	19
4.2 Şehirleşme Probleminin Bina ve Nüfus Oranı ile İlişkisi .....	21
<b>5. VERİ VE YÖNTEM.....</b>	<b>25</b>
5.1 Tez Kapsamında Kullanılan Veriler.....	25
5.2 TERRA Uydu Sistemi .....	25
5.2.1 TERRA algılayıcısı: MODIS .....	26
5.3 Sınıflandırma Yöntemi .....	27
5.3.1 WEKA yazılımı.....	27
5.3.2 K-Means algoritması.....	28
5.3.3 WAVELET (Dalgacık) dönüşümü.....	28
<b>6. UYGULAMA ve ANALİZ .....</b>	<b>33</b>
6.1 K-Means Analizi .....	33
6.2 WAVELET Dönüşümü Analizi .....	34
<b>7. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>41</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>45</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>65</b>



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 1.1: Yüzey sıcaklığı ile ilgili yapılan önceki çalışmalar.....	3
Çizelge 3.1: NDVI Değerlerinin Yüzey Karakteristik Bilgisi.....	16
Çizelge 4.1: Türkiye’de köy ve şehir nüfusunun değişimi (1927-2014) .....	22
Çizelge 4.2: 2001- 2016 yılları arasında Trieste şehrindeki yerleşik nüfus .....	23
Çizelge 5.1: MODIS algılayıcısı genel özellikleri (Sunar vd. , 2016).....	27
Çizelge 6.1: Trieste Şehri Wavelet Analizi Maksimum ve Minimum Değerleri .....	36
Çizelge 6.2: İstanbul Şehri Wavelet Analizi Maksimum ve Minimum Değerleri ....	38
Çizelge A.1: İstanbul için NASA’dan alınan NDVI verileri (2012). .....	51
Çizelge A.2: İstanbul için NASA’dan alınan NDVI verileri (2013). .....	52
Çizelge A.3: İstanbul için NASA’dan alınan NDVI verileri (2014). .....	53
Çizelge A.4: İstanbul için NASA’dan alınan NDVI verileri (2015). .....	54
Çizelge A.5: İstanbul için NASA’dan alınan NDVI verileri (2016). .....	55
Çizelge A.6: Trieste için NASA’dan alınan NDVI verileri (2012). .....	56
Çizelge A.7: Trieste için NASA’dan alınan NDVI verileri (2013). .....	57
Çizelge A.8: Trieste için NASA’dan alınan NDVI verileri (2014). .....	58
Çizelge A.9: Trieste için NASA’dan alınan NDVI verileri (2015). .....	59
Çizelge A.10: Trieste için NASA’dan alınan NDVI verileri (2016). .....	60



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: 2000-2012 yılları arası ay bazlı arazi yüzey sıcaklık farkı haritaları .....	7
Şekil 1.2: 2000-2012 yılları arası ay bazlı arazi yüzey sıcaklık farkı grafik gösterimleri .....	8
Şekil 1.3: Çalışmada göz önüne alınan şehirler .....	9
Şekil 2.1: Algılama Türleri (a) Aktif algılama, (b) Pasif algılama .....	2
Şekil 2.2: Uzaktan algılama yönteminde görüntü elde etme aşamaları .....	3
Şekil 2.3: Elektrik alan ve manyetik alan yayılımı .....	5
Şekil 2.4: Atmosferik pencereler .....	6
Şekil 2.5: Elektromanyetik spektrum .....	7
Şekil 2.6: Siyah cisim eğrileri (Mallı, 2015) .....	9
Şekil 3.1: Yüzey sıcaklığının belirlenmesi ile ilgili genel akış .....	12
Şekil 5.1: TERRA uydu sistemi .....	26
Şekil 5.2: Dalgacık analizinde ölçek-zaman alanı (Önder ve diğerleri, 2017) .....	29
Şekil 5.3: Dönüşümlerin zaman-frekans çözünürlüğü bakımından karşılaştırma .....	30
Şekil 6.1: WEKA yazılımı K-Means algoritması .....	33
Şekil 6.2: WEKA yazılımı K-Means algoritması .....	34
Şekil 6.3: Wavelet Analizi, Db, Seviye 3, Trieste .....	35
Şekil 6.4: Frekans Histogramı, Trieste .....	36
Şekil 6.5: 1D Continuous wavelet, mexh fonksiyonu, sampling 1, Trieste .....	37
Şekil 6.6: Wavelet Analizi, Db, Seviye 3, İstanbul (2012-2016) .....	38
Şekil 6.7: Frekans Histogramı, İstanbul (2012-2016) .....	39
Şekil 6.8: 1D Continuous wavelet, mexh fonksiyonu, sampling 1, İstanbul, NDVI, (2012-2016) .....	40





## İKİ FARKLI BÖLGE İÇİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİNE DAYALI OLARAK ISI ADALARI VE ŞEHİRLEŞME ANALİZİ

### ÖZET

Günümüzde şehirleşme kavramının oluşmasına dayanak teşkil eden esas faktörün; şehre yakın yerlerde veya şehirlerde nüfusun hızla artıyor olması kabul görmüş bir gerçekliktir. Buna istinaden, insanların yaşayacakları bölgeleri belirlemesinde, şehrin topoğrafik özellikleri büyük önem arz etmektedir. İnsanlar yaşamsal faaliyetleri doğrultusunda yerleştikleri şehirlerde, arazi kullanımını da değiştirmektedir. Arazi kullanımının değişmesi zaman içerisinde hem bölgesel hem de yerel iklimin (mikroklima yapısı) değişmesine neden olmaktadır. İstanbul gibi hızlı bir şehirleşme aşaması geçiren kentlerde planlanan büyüme oranı gerçekleşmediği durumda, arazinin doğal topoğrafyası ve doğal kaynakları açısından büyük sorunlar oluşturabilmektedir. Ayrıca; hızlı kentleşme ile birlikte çevre kirliliği (su, hava, toprak) doğal alanların tahribi ve çarpık yapılaşmalarda da ciddi oranda artış gözlenmektedir.

Bu tez çalışmasında inceleme bölgesi olarak Türkiye’de İstanbul ve İtalya’da Trieste şehirleri seçilmiştir. Bu bölgelerde 5 yıllık, 2012-2016 dönemi için NDVI (Normalize Bitki Örtüsü İndeksi) değerlerinin ayda ortalama iki kez 4,5 km\*4,5 km’lik seçicilik ile elde edilen zaman serileri incelenmiştir. Araştırmanın amacı, NASA’nın TERRA uydusu MODIS algılayıcısından alınan NDVI verilerin MATLAB programında Wavelet (Dalgacık) dönüşümü ile analiz edilmesi sonucunda elde edilen bu değişiklikler karşılaştırmaktır. Genel olarak mod, ortalama ve en yüksek NDVI değerleri her iki şehirde de benzer sınıf değerine (sınıf no 5 ve 4. NDVI sınıflarına, açık otlak, şehir korusu, çiftlik ve ormanlık arazi karakteristikleri) karşı gelmektedir. Bu benzerlik İstanbul için çok özel bir bölgenin (Kandilli Şehir Korusu) inceleme bölgesi olarak seçilmiş olmasıyla açıklanabilir.

Dalgacık dönüşümü uygulamalarında 1D Wavelet Packet (Db fonksiyonları yardımıyla) analizleri ile Trieste ve İstanbul NDVI değerlerinin 5 yıl süreyle aylık değişimlerinin farklı ölçekteki değişimleri incelenmiştir. Aktüel sinyal, büyük (d3), orta (d2) ve küçük (d1) ölçekli salınımlar yorumlanmıştır. İnceleme döneminin ikinci yarısından itibaren İstanbul civarı için bitki örtüsü indeksi değişimi üzerinde orta ölçekli salınımlara nazaran büyük ve küçük ölçekli olaylar daha önemli rol oynamaktadır. Benzer analizler Trieste ve civarı için yapıldığında İstanbul’dan farklı olarak büyük ve küçük ölçekli olaylar orta ölçekli olaylarla birlikte NDVI zaman serilerinin aylık değişimde etkili olmuştur. Ham veriler bu tez kapsamında yazılan MATLAB kodları yardımıyla düzenlenmiştir. Aylık NDVI ortalama, median, mod, maksimum, minimum, genlik ve standart sapma değerleri istatistiksel olarak incelenmiştir. WEKA yazılımı yardımıyla K-Means yöntemlerine dayalı olarak sınıflandırma analizi yapılmıştır. Bu yöntemin uygulanmasında spesifik olarak İstanbul’da 2013 yılı sonu, Trieste’de ise 2014 yılı başı itibariyle NDVI değerlerinde sınıf farklılıkları saptanmıştır. Her iki şehrin inceleme dönemi boyunca nüfus değişimi göz önüne alınmış olup; iki inceleme bölgesinde de 2012 yılından itibaren

nüfus yoğunluğu artış göstermiştir. Her şehirde de hareketli nüfus önemli değişiklik göstermektedir. Özellikle Trieste’de yaz mevsiminde bu değişiklik daha da artmaktadır.

NDVI standart sapma grafikleri iki şehirde inceleme dönemi boyunca kaydedilen mevsimsel değişiklikleri açık bir şekilde gösterir. Trieste ve civarı için, NDVI ortalamaları mevsim normallerine göre daha yüksek olup, ikinci sene dışında diğer yılların standart sapmaları birbirine yakındır. Diğer grafiklerin de desteklediği gibi bu şehirde mevsimsel olarak fazla bir değişim gözlenmemektedir. İstanbul için NDVI standart sapma grafiğine bakıldığında, önemli değişikliğe uğradığı görülmektedir.

Bu tez çalışmasında inceleme bölgesi olarak seçilen Kandilli istasyonuna ek olarak tarihi doku ve yoğun şehirleşme bölgeleri için benzer bir araştırmanın yapılması bir sonraki araştırma çalışmasının konusu olabilir. Böyle bir inceleme sonunda hızlı şehirleşmenin bitki örtüsü üzerinde oynadığı rol çok daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konulabilir.

Bu tez bulgularının, arazi kullanım politikalarında, belediye planlama birimlerinde, su ve enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili stratejik planlamalarda ve yeşil alanların korunmasına yönelik çalışmalarda kaynak olarak kullanılabileceği vurgulanabilir.

**Anahtar Kelime:** *NDVI, Sınıflandırma, Uzaktan Algılama Yöntemi, WAVELET Yöntemi.*

## **HEAT ISLAND AND URBANIZATION ANALYSIS BASED ON REMOTE SENSING METHODS FOR TWO DIFFERENT ZONES**

### **ABSTRACT**

Today it is well accepted that the main factor constituting a basis the formation of the concept of urbanization is the population growing rapidly in cities or outskirts. Due to this, the topographic features of the city has a significant importance in determining the regions where people will live. People change their land use in cities where they settle in line with their vital activities and necessities. Temporal variations in land use cause a change in both the regional and local climate (microclimate). If the planned growth rate is not realized in the cities that undergo a rapid urbanization phase such as Istanbul, it may create big problems in terms of natural topography and natural resources of the land. Due to rapid urbanization, it is also observed that the significant increasing in environmental pollution (water, air, soil), demolition of natural areas and distorted housing.

In this thesis, Trieste in Italy and Istanbul in Turkey were chosen for examination areas. For these regions, time series, which have been making twice a month with 4.5 km \* 4.5 km of selectivity of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) values, were examined for 5-year period (2012-2016). The aim of this study is to compare these changes with analysis of NDVI data obtained from the MODIS sensor of NASA's TERRA satellite in the MATLAB program with Wavelet transform. In general, mode, average and highest NDVI values correspond to similar class values (class no. 5 and 4. NDVI classes, open meadow, city forest, farm and forest land characteristics) in both cities. This similarity can be explained by the fact that a very special area for Istanbul (Kandilli Grove) was chosen as the study area.

The monthly changes of the Trieste and İstanbul NDVI values at different scales were examined in the wavelet transform applications with 1D Wavelet Packet (with the help of Db functions) for 5 years of period. Actual signal, large (d3), medium (d2) and small (d1) scale oscillations were interpreted. As for the second half of the study period, large and small-scale events play a more important role in the region of Istanbul than the medium-scale oscillations. When similar analyzes were performed for Trieste and around,unlike Istanbul, large and small-scale events were effective in the monthly change of NDVI time series along with medium-sized events. The raw data was arranged with the help of MATLAB codes written in this thesis. Monthly NDVI mean, median, mode, maximum, minimum, amplitude and standard deviation values were analyzed statistically. Classification analysis was performed based K-Means methods with WEKA software. In the implementation of this method, class differences in the NDVI values were determined at the end of 2013 in Istanbul and at the beginning of 2014 in Trieste. Population change was taken into consideration during the review period of both cities; population density has increased in both cities since 2012. The moving population of both cities also varies significantly. Especially in the summer in Trieste, this change is increasing.

The NDVI standard deviation graphs clearly show the seasonal changes experienced by the two cities during the period of review. In considering the graph of the city of Trieste, the standard deviations are close to each other except for the second year. In the second year, the mean of NDVI is very high in comparison to the seasonal normal. As supported by other graphics, seasons in this city does not change significantly. When we look at the standard deviation graph of NDVI for Istanbul, we see that it has undergone significant changes.

It is possible to carry out a similar research for historical tissue and intensive urbanization areas in addition to the chosen Kandilli Station as the study area. Because of such an examination, the role of rapid urbanization on vegetation can be explained in more detail.

It can be emphasized that the findings of this thesis can be used as a resource in the studies of land use policies, municipal planning units, strategic planning related to the use of water and energy resources and the protection of green spaces.

**Keywords:** *NDVI, Classification, Remote Sensing Method, WAVELET Method*



## 1. GİRİŞ

Şehir kavramı disiplinler arası bir kavramdır ve içinde birçok disiplini barındırır. Bu disiplinler coğrafya bilimine ek olarak kamu yönetimi, tarih, sosyoloji, şehir bölge planlama ve iktisat kavramlarıdır. Bu nedenledir ki şehir kavramını tanımlarken çeşitlilik söz konusudur. Günümüzde insanlar, daha kolay iş imkânı bulabilecekleri ve bu nedenle de özellikle fabrikaların bulunduğu şehirleri tercih etmektedir. Böyle alanların gün geçtikçe gelişmesiyle birlikte insanlar da daha rahat iş bulmaktadır. Bu yüzden dünyada yaşan milyonlarca insan çok büyük şehirlere yerleşmektedir. Nüfus göz önüne alındığında Dünya Nüfus Beklentilerinin 2017 Revizyonundaki verilere istinaden dünyanın en kalabalık şehri Tokyo'dur. Türkiye ise 2017 yılı bazında 15,03 milyonluk nüfusu ile İstanbul en kalabalık şehir olarak 19'ncu sırada yer almaktadır. (United Nations 2017)

Şehirlerin gün geçtikçe büyümesi beraberinde hava, ulaşım ve güvenlik gibi birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Fakat çevreye verilen bu zararlar insanoğlu tarafından ne yazık ki göz ardı edilmektedir. Artan nüfus ile birlikte şehirlere ait doğal kara parçalarının kullanım şekli de değişmekte ve bu değişim iklimi de etkilemektedir. Artık insanlar doğal kaynakları bilinçsizce kullanmakta ve doğayı yok etmektedir. Örneğin kullanılan araç sayısı nüfus ile birlikte artmış ve doğaya salınan ağır metal oranı da artmıştır. Bununla birlikte yapılan binalar ve kesilen ağaçlar şehirleşmenin getirdiği diğer problemler arasındadır. Yapılan çalışmalar ısı adaları ile şehirleşmenin doğru orantılı olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan çalışmalara örnek olarak, Amerika Birleşik Devletlerine ait olan Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency - EPA) ;

- Ağaçların ve bitki örtüsünün azalması yüzünden gölgelik alanların, dolayısıyla da rüzgârın azalması ile de toprak ve su yüzeyinden gerçekleşen buharlaşmanın azalması,

- Araç sayılarındaki artış ile birlikte artan araç sayısı ve bu araçlardan çıkan zararlı gazların ve aynı şekilde fabrikalardan çıkan zararlı gazların artması,
- Gökdelenler gibi yüksek binalar ile birlikte dar sokak sayısının artması bu yapıların arasında kalan havanın daha fazla ısınması ve hava akışının azalmasını ısı adalarının oluşumuna neden olarak göstermiştir. (EPA, 2008).

Tüm bu etkileri göz önüne alırsak, insanların soluduğu havanın kirlenmesi ile birlikte ısı adalarının oluşumuna da neden olmaktadır. Şehirlerde oluşan bu ısı akıları insan hayatını olumsuz yönde etkilemektedir. Yüzey sıcaklığı kavramı, şehir ısı adaları çalışmalarında birinci derecede önemlidir.

Yüzey sıcaklığı, şehir atmosferinde özellikle sınır tabaka dediğimiz alt tabakalardaki hava sıcaklığının değişimi üzerinde büyük önem taşımaktadır. Yine yüzey sıcaklığı, yüzeyin enerji dengesinin temelidir ve şehirlerde meydana gelen enerji değişiminin ve binaların etkisi ile oluşan iklimsel değişikliklerin ortaya koyulmasında büyük rol oynamaktadır (Voogt ve Oke, 2002).

Şehirleşme faktörünün neden olduğu aşağı seviye atmosferindeki ve yüzeydeki sıcaklık değişimleri uzun yıllar boyunca yüzey bazlı olarak ölçümler ile yapılabilmektedir. Yüzey bazlı ölçümlerin temelini sıcaklık ölçümleri oluşturmaktadır. Gün geçtikçe gelişen teknoloji ile birlikte uzay teknolojilerinin kullanılabilir hale gelmesiyle, günümüzde artık uydu görüntüleri gibi yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip verilerde de kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle şehirlerin ısı adalarının tespit edilmesi de kolaylaşmıştır.

Şehir yüzeyi ısı adaları (Surface Urban Heat Islands - SUHI) konusunda bilinen en eski çalışma 1972 yılında Rao tarafından yapılmıştır. Uydu teknolojilerinin gün geçtikçe gelişmesiyle birlikte bu alandaki çalışmalar da hızla artmıştır. Şehir yüzey ısı adası uydu verileri ile ilk olarak 1972 yılında Rao'nun yaptığı çalışma ile ortaya koyulmuştur. Daha sonra algılayıcı çeşitliliğinin artması ile birlikte şehir yüzey ısı adalarının araştırılması daha da kolaylaşmış ve uzaktan algılama ile şehir yüzey sıcaklıklar ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. 1989 yılında Roth ve diğerleri şehrin termal iklimi konulu bir çalışma yapmışlardır (Başar, 2008).

**Çizelge 1.1: Yüzey sıcaklığı ile ilgili yapılan önceki çalışmalar (Başar, 2008)**

<u>Uygulamacılar</u>	<u>Platform: Algılayıcı</u>	<u>Çalışma Konusu</u>
Balling & Brazel 1988	AVHRR	Yüzey Sıcaklık Paternleri ile Karaların Kullanımı Arasındaki İlişkinin
Dousset 1989	AVHRR	Şehir Alanları Üzerinde Yüzey ve Hava Sıcaklığı İlişkisi
Henry ve Diğerleri 1989	HCMM	Uzaktan Algılama Ve Yüzey Ölçümü Modellemesi Kullanılarak Şehir Isı Adası Analizi.
Carnahan ve Larson 1990	Landsat TM	Şehir Ve Kırsal Bölgenin Isınması ve Soğuması Arasındaki Farklılıklar
Caselles ve Diğerleri 1991	AVHRR	Uydu Ve Yüzey Verileri İle Isı Adası Analizi.
Dousset 1991	AVHRR, SPOT	Şehirlerde Kara Kullanımı Ve Onların Yüzey Sıcaklığı İle İlişkinin Çok Bantlı Olarak Sınıflandırılması
Johnson ve Diğerleri 1991	IRT	Yüzey Isı Adası Modeli
Eliasson 1992	AGEMA	Yer Yüzeyi Yüzey Sıcaklığı İle Gökyüzü Arasındaki İlişki
Kim 1992	Landsat TM	Şehir Alanlarda Enerji Dengesi Modellemesi
Stoll ve Brazel	Hava Aracı	Farklı Şehir Yüzeyleri İçin Yüzey

**Çizelge 1.1: (Devam):** Yüzey sıcaklığı ile ilgili yapılan önceki çalışmalar (Başar,2008)

1992		ve Hava Sıcaklığı İlişkisi.
Gallo ve Diğerleri	AVHRR	Şehir Isı Adası İncelenmesi İçin
1993a 1993b		NDVI Bitki İndeksi Kullanımı
Lee	AVHRR	Kore'de Şehir Gelişimine Bağlı
1993		Olarak Gelişen Hava Ve Yüzey Isı
		Adalarının Değerlendirilmesi.
Johnson ve Diğerleri	TOVS	Şehir Hava Sıcaklığının Uydu
1994		Verilerinin Türetilmesi İle Kırsal
		Kesimlerde Hava Sıcaklığı Tahmini.
Quattrochi ve Ridd	TIMS	Şehir Yüzeyinin Gece Ve Gündüz
1994		Termal Etkisi.
Shoshany ve Diğerleri	Termal Tarayıcı	Isı Adaları İçin Çatıların
1994		Sıcaklıklarının Analizi.
Aniello ve Diğerleri	Landsat TM	Şehir Yüzey Sıcaklığı Ve Ağaçların
1995		İlişkisi
Epperson ve Diğerleri	AVHRR, DMSP	Şehir Yüzey Sıcaklığının NDVI ve
1995		Gece Yarısı Sıcaklığı Verisi
		Kullanılarak Tahmini
Gallo ve Diğerleri	AVHRR	Uydu Verileri Kullanılarak Şehir Isı
1995		Adalarının Ortaya Koyulması
Gallo ve Tarpley	AVHRR	Isı Adası Etkisinin NDVI İle
1996		Etkileşimi
Iino ve Hoyano	MSS	Uzaktan Algılama Ve GIS Verileri
1996		Kullanarak Şehir Enerji Dengesi
		Modellemesi
Lougeay ve Diğerleri	Landsat TM	Karasal Alanların Kullanımı ve



**Çizelge 1.1: (Devam):** Yüzey sıcaklığı ile ilgili yapılan önceki çalışmalar (Başar,2008)

1996		Kullanımının Değişiminin Sıcaklık Paternleri İle İlişkilendirilmesi.
Nichol	Landsat TM	Yüzey Sıcaklık Paternlerinin
1996		Şehir Morfolojisi İle İlişkisi.
Ben-Dor ve Saaroni	Tırs	Yüzey Ve Hava Sıcaklığı Isı Adası
1997		Analizi
Lo ve Diğerleri	ATLAS	Kara Yüzeyi İçin Termal Veri ve
1997		NDVI İlişkisi
Voogt ve Oke 1997	AGEMA	Şehir Yüzey Sıcaklıkları
Gallo ve Owen	AVHRR, DSMP/	Uydu Verilerinin Çok Bantlı
1998	Landsat MSS	İncelenmesi ve Uzun Zamanlı
		Sıcaklık Verileri İle UHI Analizi
Nichol	Landsat TM	Uzaktan Algılama İle Şehir Isısının
1998		Üç Boyutlu İfadesi
Owen ve Diğerleri	AVHRR	Isıl Kanal ve NDVI Verilerinin
1998		SVAT Verisi İle İklimsel Değişikliğin
		Araştırılması
Voogt ve Oke	AGEMA	Şehir Yüzeylerinin Farklılıkları
1998		
Carlson, Sanchez-Azofeifa	AVHRR	Şehirleşme İle Şehir Mikro İklim
1999		Değişimi
Hadner ve Kidder	AVHRR	Termal Durum Ve Nemlilik İle SUHI
1999		ve UHI Arasındaki İlişki
Hoyano ve Diğerleri	Termal Tarayıcı	Uzak Binalardan Gizli Isı Akısı
1999		Hesaplanması
Parlow	Landsat TM	Çok Bantlı Verilerle Şehir Alanlarının

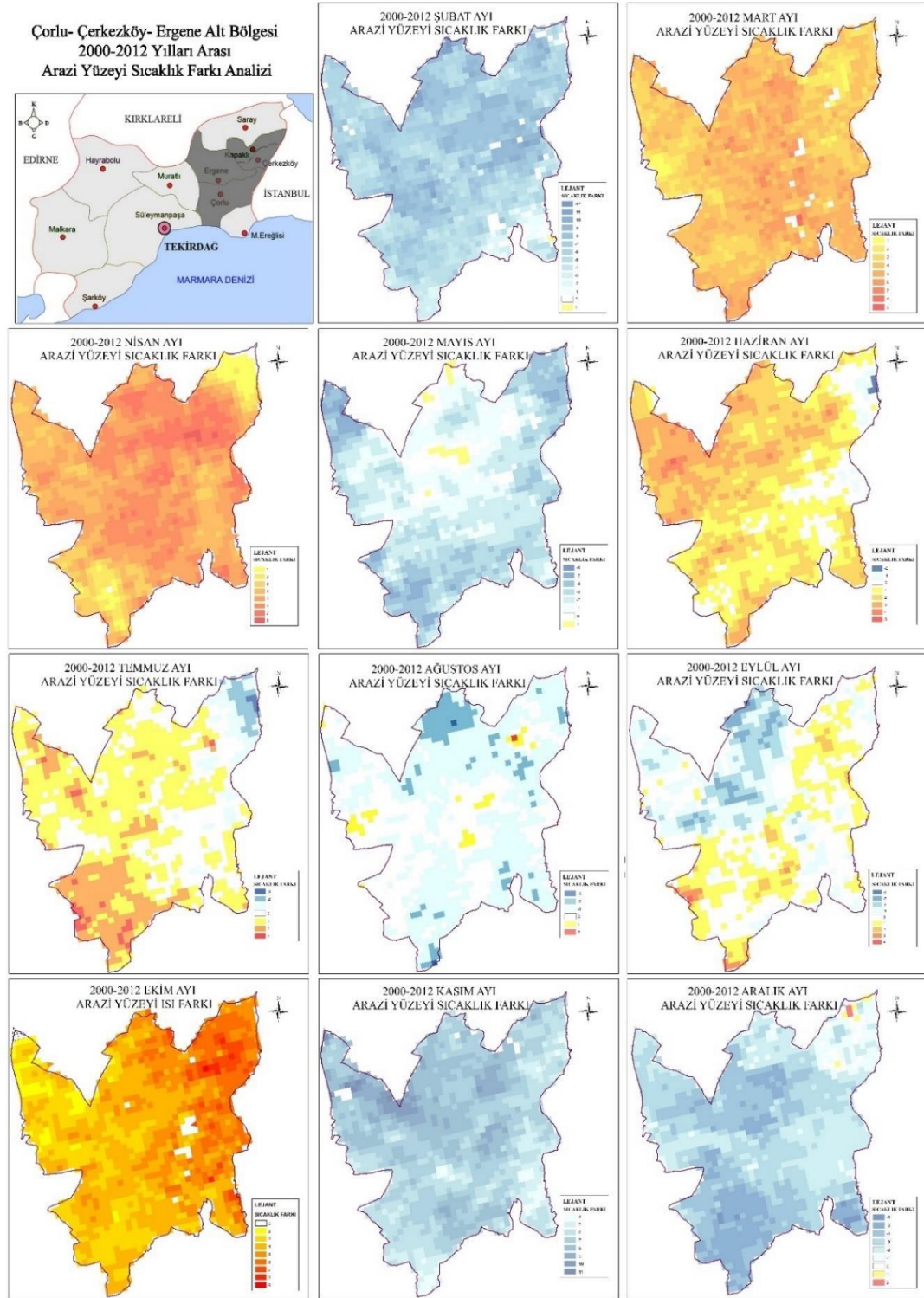
**Çizelge 1.1: (Devam):** Yüzey sıcaklığı ile ilgili yapılan önceki çalışmalar (Başar,2008)

1999		Enerji Dengesi Hesabı
Wald ve Baleynaud	Landsat TM	Termal Uzaktan Algılama İle Hava
1999		Kalitesi İncelemesi
Quattrochi ve Diğerleri	ATLAS	Şehir Isı Adasının GIS Ve Uzaktan
2000		Algılama İle Tespiti
Voogt	AGEMA	Şehir Yüzey Sıcaklıklarının Alansal
2000		Olarak Farklı Skalalar İle İfadesi.
Voogt Ve Grimmond	AGEMA	Gizli Isı Akısı Modellemesi,
2000		Yüzeyin Termal Değişimi ve Isı
		Adası Tespiti
Voogt Ve Soux	Termal Tarayıcı,	Şehirde Termal Oluşan Alanda
2000	IRT	Farklılıklar

Yüzey sıcaklıkları ile ilgili en güncel çalışmalardan biri ülkemizde 2017 yılında Özkök ve diğerleri tarafından yapılmış olan çalışmadır. Bu çalışmaya göre Trakya bölgesinde 1980’li yıllar ile başlayan ve 1990’lı yıllarla beraber etkisi artan sanayileşme ve kentleşme eğilimleri sonucunda hızlı bir nüfus artışı ve doğal alanlara baskı yaratan kontrolsüz bir büyüme süreci yaşandığı belirtilmiş ve bu kontrolsüz büyümenin bölgeye getirdiği olumsuz sonuçlar incelenmiştir. MODIS-Terra uydularından elde edilen görüntülerden yararlanılarak belirlenen dönemler arasında arazi yüzeyi sıcaklık artışı incelenmiş, elde edilen veriler, CORINE Arazi Kullanım haritalarının analizleri ile elde edilen kentsel büyüme ve arazi değişim/dönüşüm bilgileri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda kentsel büyüme süreçleriyle ortaya çıkan arazi kullanımını değişimi ile arazi yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki tanımlanmış ve planlamanın bu süreçlere olan/olabilecek etkileri tartışılmıştır (Özkök vd., 2017). Elde ettikleri sonuçlar Şekil 1.1 ve Şekil 1.2 gösterilmiştir.

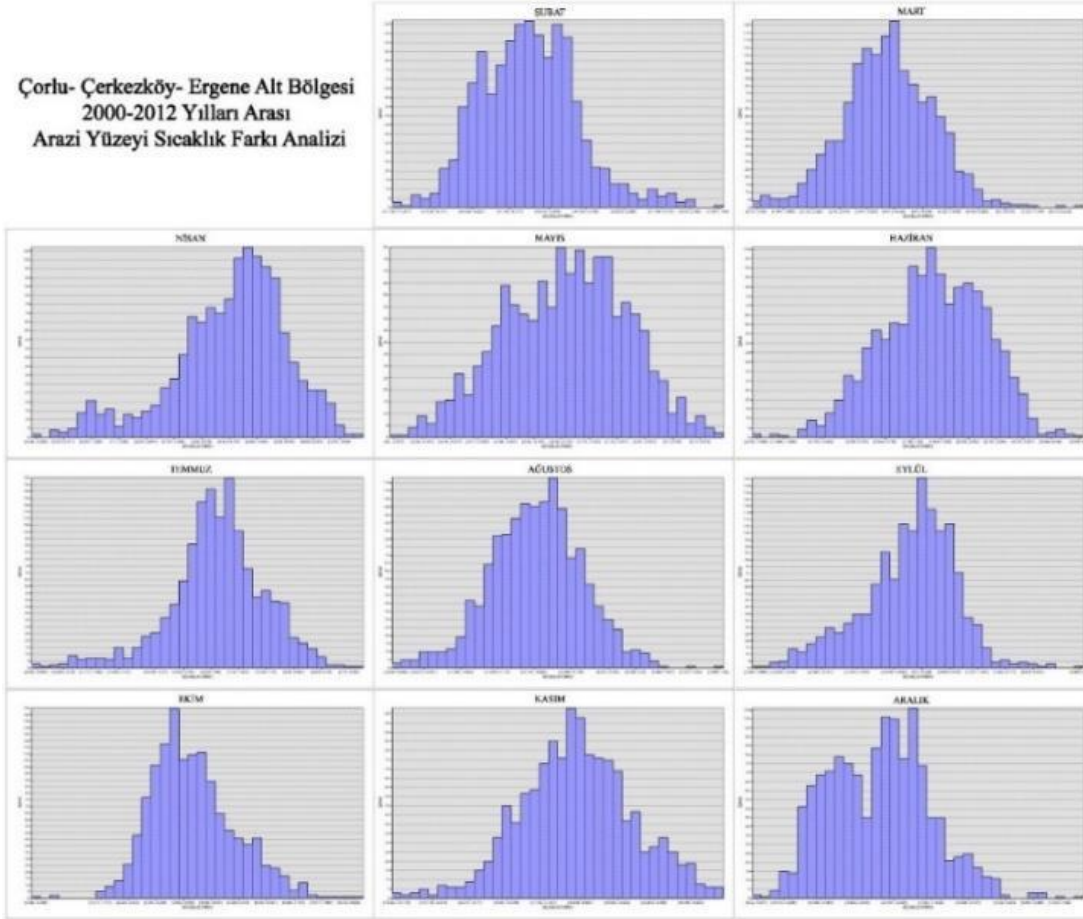
Sonuç olarak 2000-2012 yılları arasında, kontrolsüz büyümenin arazi kullanımındaki yayılcı etkilerinin çalışma alanında yaşandığı görülmektedir.

Bu bakımdan bölgedeki gelişim sürecinin doğal-yapay denge bakımından sürdürülebilir bir yapıda olmadığını savunmak mümkündür. Bir ön sonuç olarak, çalışma alanı bütününde arazi yüzeyi sıcaklığı değişimi yaşanmıştır. (Özök vd., 2017).



**Şekil 1.1:** 2000-2012 yılları arası ay bazlı arazi yüzey sıcaklık farkı haritaları (Özök vd., 2017).

Çorlu- Çerkezköy- Ergene Alt Bölgesi  
2000-2012 Yılları Arası  
Arazi Yüzey Sıcaklık Farkı Analizi



Şekil 1.2: 2000-2012 yılları arası ay bazlı arazi yüzey sıcaklık farkı grafik gösterimleri (Özkök vd., 2017).

Bu çalışma uzaktan algılama yöntemlerinin ne kadar önemli ve kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Üzerinde yaşadığımız ve yaşamsal faaliyetlerimizi devam ettirdiğimiz dünyanın artan nüfus sebebiyle yenilenemeyen kaynaklarının tükenmeye başladığı bilinmektedir (Grooten, M. ve Almond, R.,2018). Nüfusun artışı enerji artışını beraberinde getirir. Bu sebeple yenilenemeyen kaynakların tüketiminin artışı, insanoğlunu çeşitli enerji arayışlarına sevk edecektir. Artan sanayileşmenin sebebi olarak da gösterilebilir.

Daha mikro düzeye incek olduğumuzda; Türkiye’de sanayileşme ve sanayileşme etkisiyle ortaya çıkan şehirleşme 1950 yılı ve sonrası olarak Marmara Bölgesi gösterilebilir. Marmara Bölgesi’nde yapılan (iller bazındaki) çalışmalar da sanayileşme ve doğal alanların tahribine Trakya ili en net, görünür sonuçları vermektedir.

Bu çalışmada, nüfus ve bitki örtüsü olarak birbirinden farklı iki şehir olan İstanbul ve Trieste'nin yü sıcaklıklarında 5 yıl içerisinde meydana gelen değişiklikleri ortaya koymak ve bu değişiklikleri şehirleşme ile ilişkilendirmek esas alınmıştır. NASA'ya ait TERRA uydusundan alınan İstanbul ve Trieste şehirlerine ait NDVI verileri ile değerlendirilmiştir.

Karşılaştırma için kullanılan şehirler Şekil 1.3 'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.3:** Çalışmada göz önüne alınan şehirler

Trieste İtalya'nın Kuzeydoğusunda bulunan 84 km<sup>2</sup>'lik bir liman kentidir. İtalya'nın güncel nüfus verilerine göre Trieste şehrinin 2014 resmi nüfusu 205.400 olarak gösterilmektedir (Geodemo.ist.it'e göre). Kıyaslamaya alınacak bir diğer şehir olan İstanbul ise 1,539 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümüne sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre İstanbul'un güncel nüfusu 15 milyon 29 bin olarak verilmektedir.



## 2. UZAKTAN ALGILAMA

### 2.1 Uzaktan Algılama Genel Bilgiler

Uydu teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte ilk olarak meteoroloji alanında kullanılmaya başlanmış olsa da daha sonra birçok farklı alanda kullanılmaya devam etmiştir. Günümüzde bu teknolojinin en çok ve en etkin bir şekilde uzaktan algılamada kullanıldığını görülmektedir.

uzaktan algılama, arada mekanik bir temas olmaksızın bir cisimden yayılan veya yansıtılan elektromanyetik ışınımın nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesidir (Sunar vd. ,2016).

Yer yüzeyinden yayılan enerji uydu algılayıcıları ile idrak edilip, kaydedilir ve elde edilen sinyal işlenip, analiz edilerek uygulama amacına yönelik veriler haline getirilir. Bu teknoloji ile yeryüzü ve atmosfere ait cisimler hakkında doğrudan bilgi edinilemeyip, bilgi, ölçülen yansıtma değerlerine bağlı olarak çıkartılmaktadır ( Başar 2008).

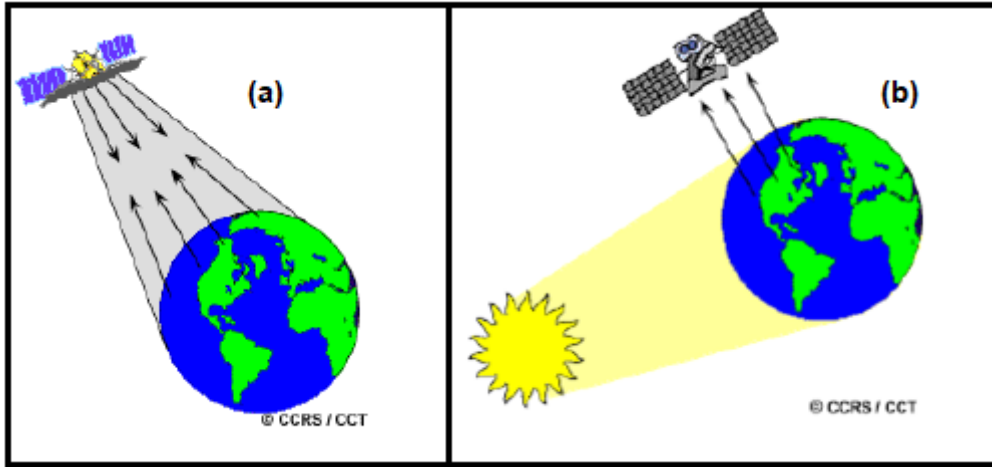
Uydu üzerindeki algılayıcılar kullanılarak uygulamanın amacına göre elektromanyetik spektrumun farklı bölümlerinden veri sağlanmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte uydu teknolojileri de gelişmeye devam etmiş ve bu sayede elde edilen görüntülerin çözünürlüğünde de bir artış meydana gelmiştir. Mekânsal çözünürlük, görüntüde ayırt edilebilir detay seviyesini gösteren bir özelliktir. Diğer bir ifade ile bir uydu görüntüsünde görülen detaylar algılayıcının mekânsal çözünürlüğüne bağlı olup, bu değer görüntünün en küçük elemanı olan bir pikselin yeryüzündeki kapladığı alana karşılık gelmektedir (Sunar vd. , 2016). Tanıma ek olarak, uçaklar yardımıyla alınan hava fotoğraflarının da sayesinde elde edilen yersel veri ve dijital arazi modellerinin entegre şekilde kullanılabiliyor olması sayesinde coğrafya, hidroloji, orman, tarım, jeoloji, jeofizik, savunma ve meteoroloji gibi alanlarda oldukça başarılı

çalışmalar yürütülmektedir. Böylelikle gelişen teknoloji ile daha kolay ve hızlı olunmasının yanında daha da ekonomik sonuca varılmaktadır.

Algılamada kullanılan kaynaklara göre uydular; aktif ve pasif algılama olarak ikiye sınıfa ayrılmakta. (Şekil 2. 1) Ve aşağıdaki gibi kısaca açıklanabilmektedir.

- **Aktif algılama:** Sistemler kendi enerji kaynaklarını kullanmaktadır. Bu sistemler hedefe kendi ürettikleri elektromanyetik dalga sinyalinin yollamakta ve hedeften saçılan enerjiyi algılamaktadır.
- **Pasif algılama:** Güneş enerjisi ya da yeryüzünün doğal yayılım enerjisinin yansıtımını algılayan ısı, optik ve mikrodalga algılayıcılar bulunmaktadır. Kısacası başka bir kaynaktan (güneş gibi) gelen ışınlar, cisimlere çarpıp geri dönerek uyduya ulaşmasıyla elde edilen bir algılama yöntemidir.

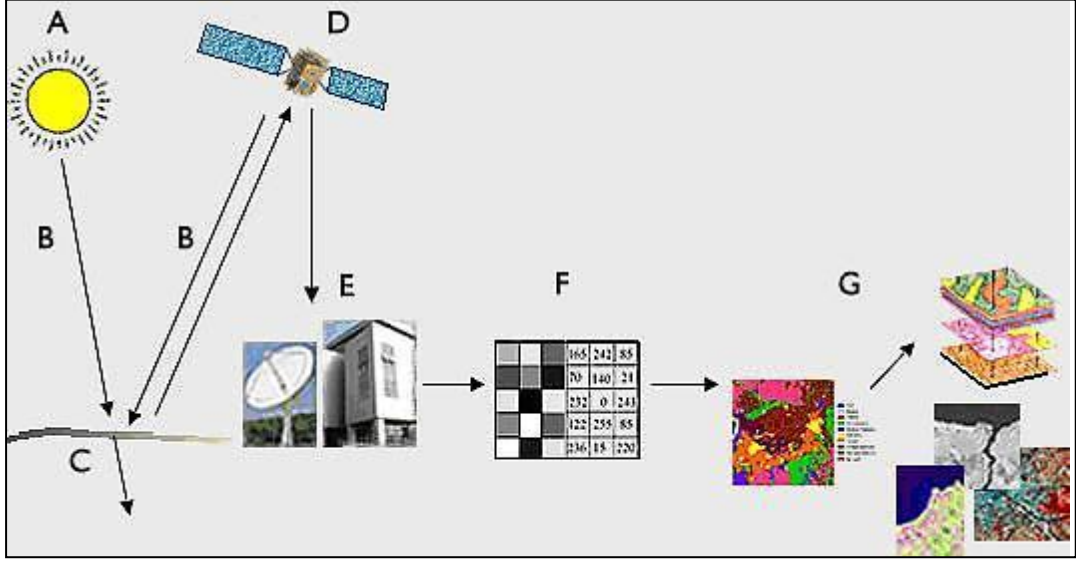
Pasif algılamada gün kavramı (gündüz veya gece olması) ve meteoroloji faktörler önemli bir etken iken, aktif algılamada bu durumlar önemli değildir.



**Şekil 2. 1: Algılama Türleri (a) Aktif algılama, (b) Pasif algılama (CCRS, 2007)**

Uzaktan algılamada görüntü elde etme aşamaları kaynaktan son ana kadar aşağıdaki şekil ile gösterilir. (Şekil 2. 2)





**Şekil 2.2:** Uzaktan algılama yönteminde görüntü elde etme aşamaları (Çavaş, 2006)

**Enerji Kaynağı:** En önemli unsur hedefin özelliklerine uygun bir enerji kaynağı (güneş gibi) ve elektromanyetik enerjidir.

**Atmosfer ve Yayım:** Enerji kaynağından çıkan enerji hedefe doğru yol alırken atmosfer ile etkileşimde bulunur. Aynı etkileşime ikinci defa hedeften algılayıcıya giderken karşılaşmaktadır.

**Hedef ile Etkileşim:** Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışınım hem de hedef özelliklerine bağlı olarak farklı etkileşimler oluşur.

- **Algılayıcıların Enerjiyi Kaydetmesi:** Yayılan elektromanyetik enerji algılayıcılar tarafından algılanır ve kaydedilir.
- **Verinin Gönderilmesi:** Algılayıcıların kaydetmiş olduğu enerji verisi elektronik olarak işlenerek görüntü haline getirileceği istasyona gönderilmektedir.
- **Değerlendirme ve Analiz:** Görüntü dijital veya elektronik olarak analiz edilerek değerlendirilmektedir.
- **Uygulama Aşaması:** Elde edilen verilerden kullanılacak alana göre bilgi çıkarılır ve sonuçlara ulaşılır.

Günümüzde en yaygın olarak kullanılmaya başlanan uzaktan algılama yönteminin kullanım alanları da bir o kadar geniştir. Uzaktan algılama kullanım alanları genel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir(URL-1 2006):

- Kentsel ve Bölgesel Planlama
- Kent Yönetimi ve Belediyecilik
- Çevre Yönetimi
- Doğal Kaynak Yönetimi
- Yer Bilimleri-Petrol ve Maden Arama
- Afet ve Kriz Yönetimi
- Tarım ve Ormancılık
- Meteoroloji
- Ulaşım Planlaması
- Turizm
- Mülkiyet-İdari Yönetim
- İstatistik
- Sağlık Yönetimi
- Eğitim
- Pazarlama-Bankacılık
- Savunma, Güvenlik.

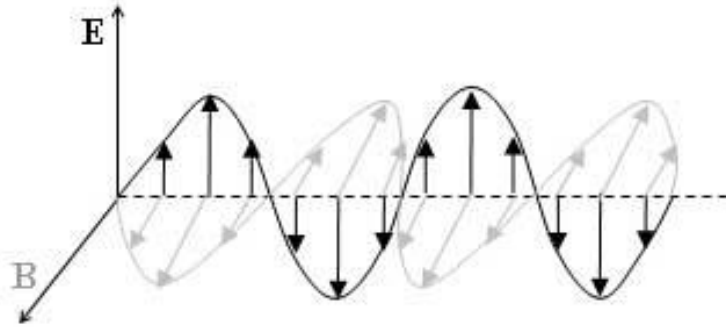
Tüm bunlar ile birlikte, bu kullanım alanlarına ek olarak jeofizik araştırma yöntemlerinde, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi problemlerin ortaya çıkarılmasında da etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır.

## **2.2 Elektromanyetik Enerji**

Elektromanyetik (EM) ışın bir enerji çeşidi olarak bilinir. Bu enerjiye en basit örnek, gözümüzle gördüğümüz ışıktır. Yeryüzünden algılayıcıların algılamış olduğu veriler, yeryüzünde farklı özelliklere sahip maddelerin yansıttığı veya yaydığı elektromanyetik ışınlardır.

Elektromanyetik enerji dalgalar halinde yayılım göstermektedirler. Bir ortamda yayılan elektromanyetik dalgalar ve oluşan alanlar arasındaki ilişkiler Maxwell denklemleriyle tanımlanmaktadır.

Maxwell teorisine göre elektromanyetik dalgalar birlikte değişen ve birbirine dik düzlemdeki (x-z ve y-z düzlemlerinde) sinüs dalgası seklinde ve aynı fazlı elektrik ve manyetik alanlardan oluşmaktadır. Uzayda değişen elektrik alanlar manyetik alanları oluşturmaktadır. Bu değişim sinüzoidal bir eğri seklindedir. Bir ortamda elektrik alanı değiştirmek için yüklü cisimleri ivmeli hareket ettirmek gerekmektedir. Dolayısıyla ivmeli hareket eden yükler elektromanyetik dalga yaymaktadır (Başar, 2008). Elektromanyetik dalgalar ivmelendirilmiş elektrik yükleri tarafından oluşturulmaktadır. Yayınlanan bu tür dalgalar birbirlerine ve dalganın yayılma doğrultusuna dik olan ve titreşen elektrik ve manyetik alanlardan ibarettir. Bu nedenle elektromanyetik dalgalar enine dalgalardır (Yıldız, 2003). Şekil 2.3’de elektrik alan ve B manyetik alan olmak üzere; elektrik alan ve manyetik alanın düzlem üzerinde yayılım hareketleri gösterilmiştir.



**Şekil 2.3:** Elektrik alan ve manyetik alan yayılımı.

Elektromanyetik dalgaların yayılımı ışık hızında olduğu bilinmektedir. Hız (C), dalga boyu ( $\lambda$ ) ile frekansın ( $\nu$ ) çarpımı olarak ifade edilmektedir. Birimleri ise dalga boyu ( $\lambda$ )  $\mu\text{m}$  ya da m, frekans ( $\nu$ ) ise Hz’ dir. Işık hızı ise  $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ’ dir.

$$C = \lambda * \nu \quad (2.1)$$

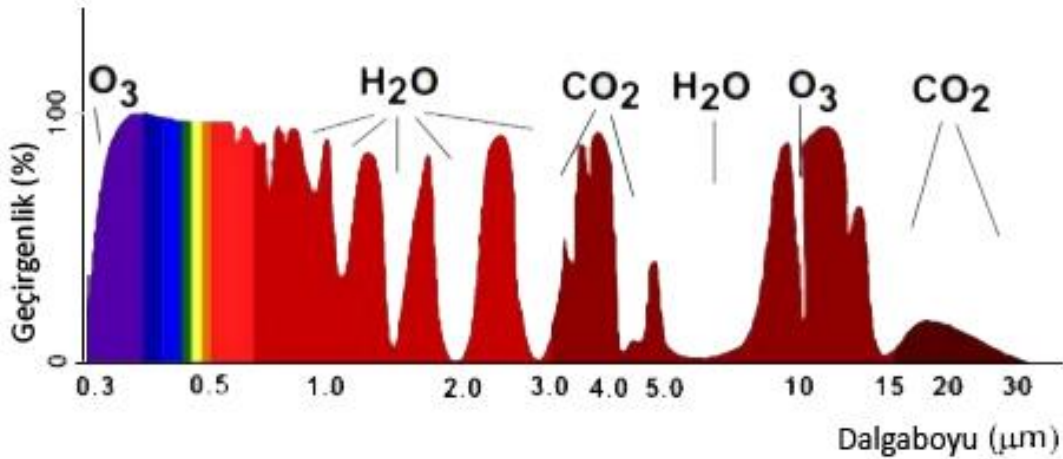
Denklem (2.1)’deki ifadeye göre dalga boyu ve frekans birbirleri ile ters orantılıdır. Bu yüzden dalga boyu arttıkça frekans azalmaktadır.

### 2.3 Atmosferik Pencere

Atmosferik pencere atmosferdeki geçirilebilen dalga boylarını ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle; atmosferin uzaydan gelen belirli dalga boylarındaki elektromanyetik ışınımın girişine olanak veren soğurma boşlukları bulunmaktadır. Üç farklı atmosfer penceresi bulunmaktadır. Bunlar;

- Bunlardan ilki '*optik pencere*' dir. Görünür spektrumun tümünü (dalga boyu yaklaşık 760-400 nanometre) ve dalga boyu 200 nanometrenin üzerindeki morötesi ışınımı geçirmektedir. 200 nm' den küçük dalga boylu ışınımlarsa, stratosferdeki ozon tabakası tarafından soğrulmaktadır.
- İkinci olarak '*kızılötesi pencere*' dir. Atmosferdeki su buharınca kızılötesi ışınımın soğrulmadığı bölgeye karşılık gelen 8-11 mikrometrelik dalga boylarını geçirmektedir.
- Son olarak ' *radyo pencere*' bulunmaktadır. Bu pencere ise 8 mm. - 20 m. arasındaki dalga boylarını geçirmektedir.

Uzaktan algılamada atmosferdeki yutulma nedeni ile sadece belirli dalga boylarında algılama yapılabilmektedir. Atmosferik pencereler Şekil 2.4' te gösterilmiştir.

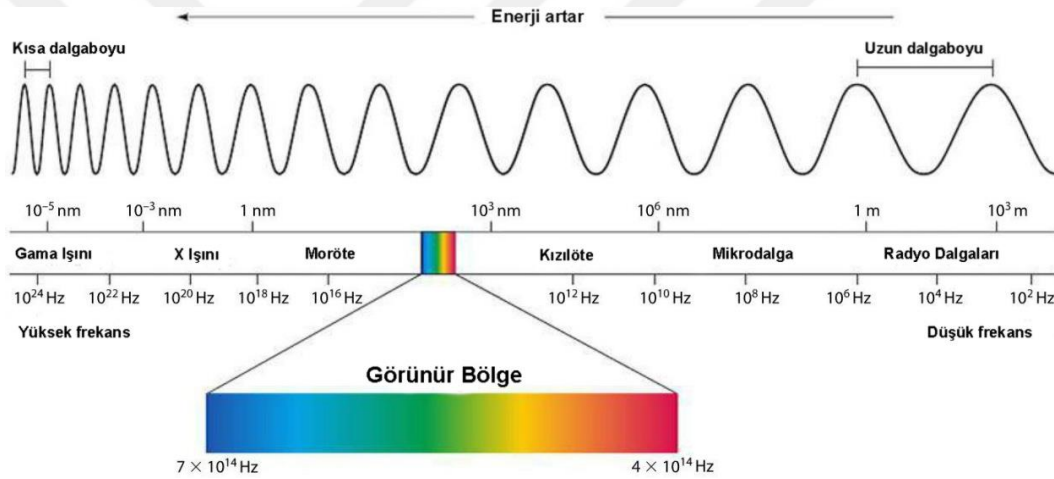


Şekil 2.4: Atmosferik pencereler.

## 2.4 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum, ışık hızı ile hareket eden dalga boyu nanometrelerden kilometrelere kadar uzanan sürekli enerji ortamıdır. Elektromanyetik spektrumda dalga boyları bina mertebesinde uzunluğa sahip radyo dalgalarından, bir atom çekirdeği mertebesindeki kısa dalga boylarına kadar uzanır (Şekil 2. 5). İnsan gözünün algılayabildiği dalga boyları, sadece görünür bölgedekilerdir (Marangoz,2012).

Spektrumda sırasıyla, Gama, X Işını, Morötesi, Kızılötesi, Mikrodalga ve Radyo Dalgaları vardır. Gama Işınlara doğru dalganın boyu kısalmış, enerjisi ve frekansı artar. En büyük dalga boyunda dolayısıyla en düşük enerji ve frekanslarda ise radyo dalgaları vardır. (Bağış, 2016).



Şekil 2.5: Elektromanyetik spektrum (Bağış, 2016)

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki; kızılötesi ışınlar bütün soğuk ve sıcak maddeler tarafından oluşturulmakta ve yutulmaktadır. Atomlar tarafından yutulduklarında maddeyi ısıtırlar. Bu yüzden ısı radyasyonu olarak da bilinmektedir. Belirtilen bu bölge yaklaşık  $0.7\mu\text{m}$  ile  $100\mu\text{m}$  dalga boyları arasında yer almaktadır. Genel olarak aşağıdaki gibi dört bölüme ayrılmaktadır. Bunlar;

- Uzak Kızılötesi (FIR)=  $15 - 100\mu\text{m}$
- Isıl Kızılötesi=  $8 - 15\mu\text{m}$
- Orta Kızılötesi (MIR)=  $3 - 8\mu\text{m}$
- Yakın Kızılötesi (NIR)=  $0.7 - 3\mu\text{m}$ 'dir.

Isıl kızılötesinde ise görünür ve yakın kızılötesinden farklı olarak yayılan ısıyı, yeryüzü objelerinin yaydıkları enerjidir. Bu enerji ısı enerjisidir (Başar, 2008).

## 2.5 Planck Kanunları

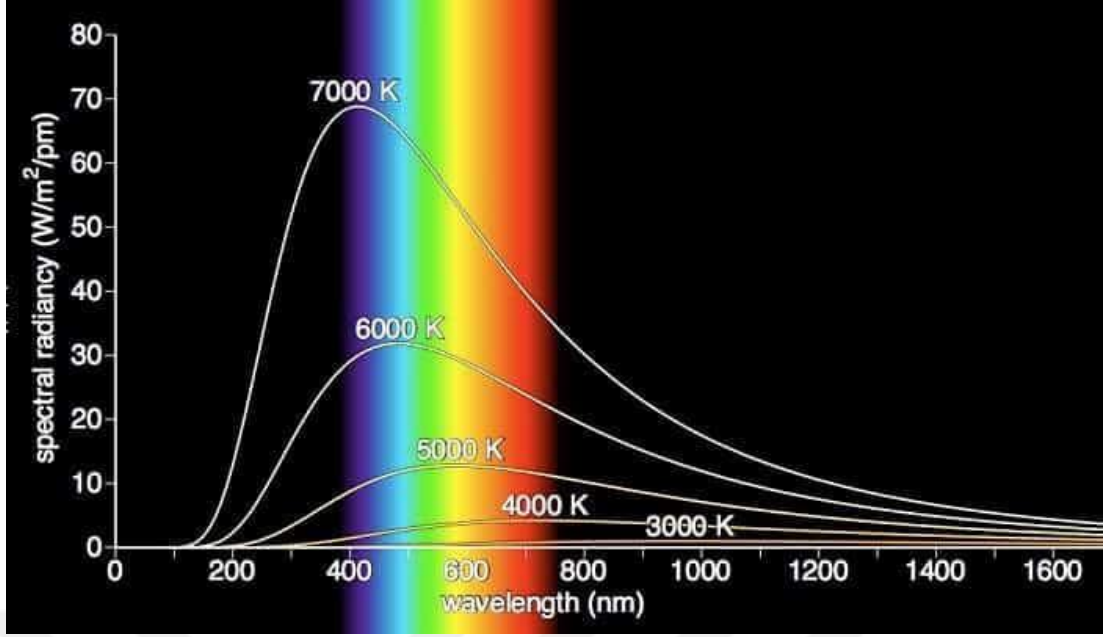
Elektromanyetik ışımın bir enerjisi ışımın frekansı ile orantılıdır ve frekansla artar. Artan enerjinin miktarını ( $E_n$ ) hesaplamak ve orantıyı göstermek için Planck eşitliği kullanılır. Bu eşitliği Denklem (2.2) ile ifade edilir. Bu denklemde  $h$  Planck sabitini ifade ederken  $\nu$  (veya  $f$ ) titreşimin frekansını ifade etmektedir.  $n$  quantum sayısı olarak adlandırılır ( $n=1,2,3\dots$ ).

$$E_n = n \cdot h \cdot \nu \quad (2.2)$$

Bu denkleme göre yüksek frekansta hareket eden fotonlar daha yüksek enerjiye sahiptir (NASA, 2008). Dalga boyu ve frekans arasındaki ters orantıyı da göz önüne aldığımız zaman kısa dalga boylarında enerjinin uzun dalga boyundakinden daha yüksek olacağı gözlenmektedir.

Planck eşitliği aynı zamanda her bir sıcaklık ( $^{\circ}\text{K}$ ) değeri için Planck eğrisini ifade etmektedir. Planck eğrisinin altında kalan alanın büyüklüğü, o sıcaklık derecesinde yayılan toplam enerjinin miktarına eşittir. Bu alanın büyüklüğü Stefan-Boltzman Kanunu eşitliğiyle elde edilmektedir (Başar, 2008). Bölüm 2.6' da bu eşitlik hakkında bilgi ek olarak verilecektir.

Siyah cisim, Planck eğrisine uyduğu varsayılan ve üzerine düşen enerjinin tamamını yutup tekrar geri yaydığı doğada bulunmayan teorik bir madde olarak kabul edilmektedir. Güneş'in eğrisi, siyah cisim eğrisine benzemesiyle birlikte birçok yeryüzü objesi siyah cisim özelliğinden daha farklı özellik göstermektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Siyah cisim eğrileri (Mallı, 2015).

Temelde ise tüm cisimler mutlak sıfır haricinde ışımaktadır.  $0^{\circ}\text{K}$ ' de, bütün atomlar temel kuantum durumlarında olup, ışımları mümkün olmamaktadır. Işıma spektrumunun şekli hep aynı olup, maksimum şiddete karşılık gelen dalga boyu, kaynağın sıcaklığına bağlıdır. Cisim ısındıkça, bu dalga boyu kısalmakta ve ışının toplam enerji miktarı artmaktadır (Başar, 2008).

## 2.6 Stefan- Boltzman Kanunları

Mutlak sıfırın üzerinde sıcaklığa sahip objelerin tümü belirli bir enerji yayar ve bu yayılan enerjinin miktarı objelerin yüzey sıcaklıklarının bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Bu durum Stefan-Boltzman kanunu ile açıklanmaktadır. Aşağıda verilen denklemde (2.3)  $\mu$  cisim yüzeyinden yayılan toplam enerjiyi, T mutlak sıcaklık ( $^{\circ}\text{K}$ ) ve  $\sigma$  Stefan-Boltzman sabitini ifade etmektedir.

$$\mu = \sigma \cdot T^4 \quad (2.3)$$

Formüldeki sabit  $\sigma = 5.6697 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$  değerinde iken, cisim yüzeyinden yayılan toplam enerjinin birimi ise  $\text{Wm}^{-2}$ ' dir. Denklemdeki sıcaklık ve enerji arasındaki bu ilişki spektrumdaki mikrodalga bölgesindeki dalga boylarından kısa olan tüm dalgalar için geçerli olmaktadır. Bununla birlikte söz konusu formülde enerji, sıcaklığın T( $^{\circ}\text{K}$ ) 4. kuvvetinin fonksiyonudur. Fakat bu değer

sıcaklık artışı ile doğrudan ve lineer olarak artmaktadır (Lintz ve Simonett,1976).

## 2.7 Parlaklık Sıcaklığı

Parlaklık sıcaklığı ( $T_{B,i}$ ), algılayıcı spektral duyarlılık fonksiyonu ile çarpılmış Planck siyah cisim fonksiyonunun, algılayıcının bant aralığında integrali alınarak elde edilen yöne bağlı radyometrik sıcaklık değeridir. Parlaklık sıcaklığı yeryüzünün siyah cisim yani yayınlılık değerinin  $\varepsilon = 1$  olarak düşünüldüğü sıcaklıktır (Çelik, 2013).

$$B_{B,i} = B_{B,i}(T_{B,i}) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{f_i(\lambda) C_i}{\pi \lambda^5 (\exp(\frac{C_2}{\lambda T_{B,i}}) - 1)} d\lambda \quad (2.4)$$

Denklem (2.4)'deki ifadedeki;  $\lambda$  dalga boyu,  $\lambda_1$  ve  $\lambda_2$  algılayıcı bandının alt ve üst dalga boyu değerleri,  $C_1=3.7404*10^8 \text{W}\mu^4\text{m}^{-2}$ ,  $C_2=14387 \mu\text{K}$  sabitler,  $f_i(\lambda)$  ısı kızılotesi algılayıcının,  $\lambda_1$  ve  $\lambda_2$  bant aralıklarında (ör. 10-12.5  $\mu\text{m}$ ) bağlı duyarlılık fonksiyonudur ( $B_{B,i}$ ). Kanal duyarlılık fonksiyonları, belirli dalga boyları aralığında çalışan bir algılayıcının bu aralıktaki diğer spesifik dalga boylarına olan duyarlılıklarını ifade etmektedir (Çelik, 2013). Bir algılayıcının bağlı duyarlılığını normalize etmek için Denklem (2.5) ifadesi kullanılmaktadır.

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} f_i(\lambda) d\lambda = 1 \quad (2.5)$$



### 3. UZAKLIK ALGILAMA ve ANALİZ YÖNTEMLERİ

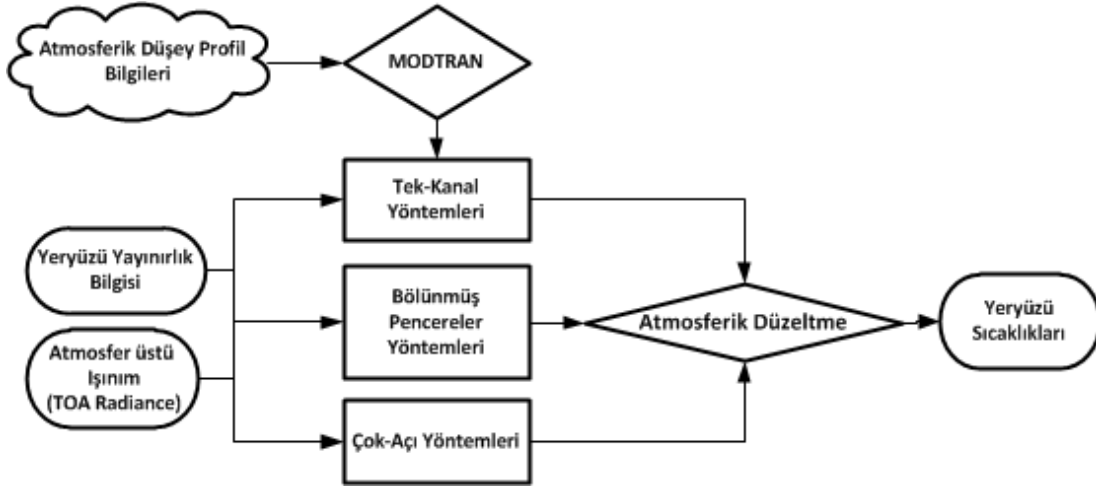
#### 3.1 Yüzey Sıcaklığı Belirleme Yöntemleri

Yüzey sıcaklığı; dünya enerji dengesi, terleme ve buharlaşma, kuraklık, küresel değişim ve ısı adası konularında önemli bir faktördür. Küresel ölçekte dünya sistemini daha iyi anlayabilmek için, son yıllarda uydu verilerinden Deniz Yüzey Sıcaklığı (SST) ve Yer Yüzeyi Sıcaklığı (LST) elde etmek amacıyla birçok yaklaşım geliştirilmiştir (Bhattacharya ve Dadhwal 2003, Li ve Becker 1993, Şekertekin 2013, Şekertekin ve diğerleri 2015). Yer yüzey sıcaklığı; toprak üzerindeki enerji dengesini yöneten önemli bir parametredir ve çevre ile dünya kaynaklarının dinamik değişimini yönlendiren önemli belirleyici bir faktördür (Qin ve Karnieli 1999).

Yer yüzey sıcaklığını (LTS) belirlemek amacıyla geliştirilmiş birçok algoritma bulunmaktadır. Algoritmadaki farklılıkları, ısı kanala sahip uyduların aynı ısı algılayıcıdan değil farklı ısı algılayıcılara sahip olması ve sonuçların doğruluklarının daha yüksek olmasını elde etmek anlamına gelmektedir. Bu tür ölçümler meteoroloji istasyonları tarafından da yapılabilir fakat geniş ölçekli değildir ve istasyon kurulması ve bakımları maliyetli işlemlerdir (Şentekin, 2013).

Yüzey sıcaklığının belirlenmesi ile ilgili genel bir akış Şekil 3. 1' de verilmiştir. Yüzey sıcaklığının belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılan 3 adet yöntem bulunmaktadır. Bunlar;

- Tek Kanal Yöntemi
- Bölünmüş Pencereler Yöntemi
- Çok Açı Yöntemi



**Şekil 3.1:** Yüze sıcaklığının belirlenmesi ile ilgili genel akış (Çelik, 2013).

### 3.1.1 Tek kanal yöntemi

Mono-window ya da Single-Channel adlarıyla da bilinmektedir. Bu yöntem, ısı spektrumun 8-13 $\mu$ m atmosferik penceresinde yalnızca tek ısı bantta algılayıcılarda kullanılmaktadır. Yöntemde atmosferik düzeltmeler için, düşey ve yatay yönde nem, basınç ve sıcaklık gibi atmosferik profil bilgilerinin dikkatli bir biçimde elde edilmesi gerekmektedir. Düşey yöndeki en önemli atmosferik profil bilgisi toplam atmosferik su buharı iken; yatay yöndeki ise ortalama atmosfer sıcaklığıdır.

Düşey profil bilgilerinin elde edilebileceği başlıca kaynaklar, bu bilgileri elde etmeye yönelik tasarlanan algılayıcılara sahip uydular (TIROS Vertical Operational Sounder (TOVS)) veya yerel ravinsonde istasyonlarıdır. Ravinsonde istasyonlarından elde edilen veriler mekansal olarak noktasal veri olduğundan genellikle tüm görüntü için atmosferin elde edilen bu profile olduğu kabul edilmektedir (Çelik, 2013).

Tek kanal yöntemlerinin temel prensibi, uydu platform yüksekliği ve zenit açısı, yeryüzü yayınlılığı, ortalama atmosfer sıcaklığı gibi belirli parametrelere bağlı olarak, uyduda yapılan ölçümlerin, bu ölçümlerle eş zamanlı düşey atmosferik profil bilgilerini kullanan MODTRAN, LOWTRAN gibi ışınımsal transfer kodları yardımıyla tekrar simüle edilmesidir (Çelik, 2013).

### 3.1.2 Bölünmüş pencereler yöntemi

Split-window adı ile de literatüre girmiş bir yöntemdir. Bu yöntemin ilki 1970 yılında Kauth ve Anding'in yapmış olduğu çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Yaptıkları bu araştırmadaki temel amaç ise NOAA/AVHRR verilerinin kullanılmasıyla deniz yüzey sıcaklıklarının bulunmasıdır.

Isıl kızılötesi spektrumun 8-13 µm dalga boyu aralığı atmosferik etkilerin az olduğu bölgedir. Bu yüzden birçok meteorolojik gözlem uyduları bu dalga boyu aralığında algılama yapacak biçimde tasarlanmıştır. Bölünmüş pencereler yöntemlerinde de bu aralıkta en az iki farklı bantta algılama yapan algılayıcılardan elde edilen veriler kullanılmaktadır. Bu veriler yardımıyla atmosferik etkiler, her iki banttan elde edilen diferansiyel yutulmuş değerleri ile hesaplanır ve yeryüzü sıcaklıkları iki banttaki atmosferüstü parlaklık sıcaklığı değerlerinin bir kombinasyonu olarak elde edilir (McMillin 1975, Çelik 2013).

Yöntemin AVHRR algılayıcısı için ana alt yapısını oluşturan genel basitleştirilmiş formülasyon Denklem (3.1)' de ifade edilmiştir.

$$T_s = a(\tau_\lambda \varepsilon_\lambda) T_4 + b(\tau_\lambda \varepsilon_\lambda) T_5 + c(\tau_\lambda \varepsilon_\lambda) \quad (3.1)$$

Bu formülde  $T_s$  yer yüzeyi sıcaklığı;  $T_4$  ve  $T_5$  AVHRR algılayıcısının 4' üncü ve 5' inci bantlarında algılanan parlaklık sıcaklığı değerlerini;  $a$ ,  $b$  ve  $c$  atmosferik geçirgenlik ( $T_A$ ) ve  $\varepsilon_\lambda$  yüzey yayınlılığı değerlerine bağlı olan atmosferik katsayılarıdır. Bu katsayıları bu atmosferik parametrelerden bağımsız hale getirmek için birçok çalışma yapılmıştır (Prata vd.1995, Çelik 2013).

### 3.1.3 Çok açı yöntemi

Multi-angle adıyla da bilinen bir yöntemdir. Bu yöntemde ölçümler bir uydu veya eş zamanlı olarak farklı iki uydudan yapılır.

1991 yılında fırlatılan ERS-1 uydusunda bulunan ATSR (Along Track Scanning Radiometer) iki-açılı modda çalışabilecek ilk algılayıcıdır. Bu algılayıcı yakın nadir pozisyonunda ( $0-22^\circ$ ), ve  $55^\circ$  ile ileri yönlü bakış açısında algılama yapabilme yeteneğine sahip olup, bu yöntemin kullanılması açısından çok uygundur. Bu algılayıcı için geliştirilmiş formül Denklem (3. 2) de ifade edilmektedir.

$$B(T_s) = B(T_n) \frac{a_1}{a_2} - B(T_f) \frac{a_0}{a_2} - (B(T_{An}) - B(T_{Af})) \frac{a_0 a_1}{a_2} \quad (3.2)$$

Burada;

$B(T_s)$ : algılayıcıda kaydedilmiş olan ışıını,ı,

$n$  ve  $f$ : sırası ile nadir ve ileri bakış açılarını,

$T_s$ : yeryüzü sıcaklıklarını,

$B(T_{An})$ ,  $B(T_{Af})$  ve  $B(T_n)$ ,  $B(T_f)$ : sırası ile ileri ve geri bakış açılarında atmosfer ve yeryüzü ışıını,ım değerlerini ifade etmektedir.

Denklem (3.2)' de ifade edilen  $B(T_n)$ ,  $B(T_f)$  yüzey ışıını,ımlarını Denklem (3.3) ve Denklem (3.4) ile hesaplamak mümkündür.

$$B(T_n) = \varepsilon_n B(T_s) \tau_n + [(1 - \tau_n) + (1 - \varepsilon_n)(1 - \tau_{53}) \tau_n] B(T_{An}) \quad (3.3)$$

$$B(T_f) = \varepsilon_n B(T_s) \tau_n + [(1 - \tau_n) + (1 - \varepsilon_n)(1 - \tau_{53}) \tau_n] B(T_{An}) \quad (3.4)$$

Denklem (3.5) ile ifade edilmiş olan  $a_0$ ,  $a_1$  ve  $a_2$  atmosferik geçirgenlik ve yüzey yayıınırlığına bağlı olan katsayılarıdır. Bu katsayıları hesaplayabilmek için Denklem (2.10), Denklem (3.6) ve Denklem (3.7) denklemleri kullanılmaktadır.

$$a_0 = 1 - \tau_n \tau_{53} - \varepsilon_n \tau_n (1 - \tau_{53}) \quad (3.5)$$

$$a_1 = 1 - \tau_{53} \tau_f - \varepsilon_f \tau_f (1 - \tau_{53}) \quad (3.6)$$

$$a_2 = \varepsilon_n \tau_n (1 - \tau_f \tau_{53}) - \varepsilon_f \tau_f (1 - \tau_n \tau_{53}) \quad (3.7)$$

Denklem (3.8) çok açı yönteminin temelidir. Ancak yine de sıcaklık değerlerinin ışıını,ım değerlerinden daha kolay bir biçimde doğrulanmasından dolayı sıcaklık değerlerini kullanmak daha pratik bir yaklaşım olacaktır. Bu nedenledir ki  $T_s$  yüzey sıcaklıklarının hesaplanmasında denklem (2.7) ye ilave bir sadeleştirme işlemlerinin yapılması gerektirmektedir.

Eğer Planck fonksiyonuna  $T_n$  civarında Taylor açılımı uygulandığında, yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi için fonksiyon (Denklem 2.13) elde edilir (J. A., Sobrino ve diğerleri 2008).

$$T_s = T_n + \frac{a_0}{a_2} (T_n - T_f) - \left(1 + \frac{a_0 - a_1}{a_2}\right) L_n - \frac{a_0 a_1}{a_2} (T_{an} - T_{af}) \quad (3.8)$$

$T_n$ ,  $T_f$  ve  $T_{an}$ ,  $T_{af}$  ifadeleri sırası ile ileri ve geri bakış açılarında radyometrik ve ortalama atmosferik sıcaklıklarını göstermektedir.

### 3.2 Yayırlık Belirleme Yöntemleri

Yayırlık; siyah cisim teorisiyle karşılaştırıldığında, toplam gelen ışın enerjisinin, emilen ışın enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak, madde ne kadar mat ve siyah olursa, yayırlığı bire o kadar yakın olur. Madde ne kadar yansıtıcı olursa, yayırlığı o kadar düşük olmaktadır (Şentekin, 2013).

Yeryüzü yayırlık değerleri  $\varepsilon$ , yeryüzü tarafından yapılan ısıl ışınımı, Planck fonksiyonu ile tanımlanan siyah cisim ışınımı ölçekleyerek belirlemeye yarayan orantısal bir değerdir (Sobrino ve diğerleri 2008, Çelik 2013). Bu değeri belirlemek için aşağıda belirtilen Denklem (3.9) kullanılır.

$$\varepsilon = \frac{L(T)}{B(T)} \quad (3.9)$$

Bu denklemde;  $L(T)$  yeryüzü tarafından yapılan ısıl ışınımını ifade ederken,  $B(T)$  siyah cisim ışınımını ifade etmektedir. Eğer ısıl algılayıcılar yardımıyla sıcaklık ölçümü yapılacaksa, bu ölçümlerde yüzey karakteristiği ve özellikle yüzey geometrisi ile yayırlık faktörleri önemlidir. Uydu verilerinin kullanılarak yayırlık belirleme yöntemleri aşağıda sıralanmaktadır;

- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
- Temperature Independent Spectral Index (TISI)
- Temperature and Emissivity Separation (TES)

#### 3.2.1 Normalized difference vegetation index (NDVI) yöntemi

Normalize edilmiş fark bitki endeksi yöntemi NDVI, bitki örtüsünü belirlemek amacıyla uzaktan algılama alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Normalize edilmiş bitki endeksi, görünür spektrumun kırmızı bandı ve yakın kızılötesi bant kullanılarak hesaplanmaktadır (Sunar vd., 2016).

$$NDVI = \frac{\text{Yakın Kızılötesi} - \text{Kırmızı}}{\text{Yakın Kızılötesi} + \text{Kırmızı}} \quad (3.10)$$

NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değerler içermektedir. Eğer bu değer 0.1 veya daha düşük bir değer ise bu alanlar su veya kayalık bölgelerini; 0.2-0.3 arasındaki alanlar bitki örtüsünün olduğu ama çok zengin olmadığı bölgeleri, 0.4-1.0 arasındaki değerler ise zengin bitki örtüsüne sahip olan bölgeleri ifade etmektedir. NDVI değerleri ile yüzey karakteristik bilgisinin çıkartımı Çizelge 3.1 'de verilmektedir.

**Çizelge 3.1: NDVI Değerlerinin Yüzey Karakteristik Bilgisi (Okçu,1999)**

NDVI	Yüzey Özellikleri	Sınıf No
0,01-0,05	Bulut, kar örtüsü, toprak yüzeyi, yarı çöl	1
0,05-0,15	Kentleşmiş alan, kuru toprak, kil yüzeyi	2
0,15-0,25	Nemli toprak, geçiş bölgesi, toprak yüzeyi, daha az bitki örtüsü	3
0,25-0,35	Şehir ormanı, koru, açık otlak alanlar	4
0,35-0,45	Ormanlık alan, çiftlik arazileri	5
> 0,45	Yağmur ormanları, yüksek dağlık alan, yoğun bitki örtüsü	6

### 2.1.1. Temperature independent spectral index (TISI) yöntemi

Yöntem sıcaklıktan bağımsız spektral indis yöntemi adı ile de bilinmektedir. İlk olarak 1990 yılında Becker ve Li'nin yaptığı çalışma ile ortaya çıkmıştır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için gündüz ve gece olmak üzere iki ayrı zamanda aynı bölgeye ait 3 ile 5 µm dalga boyu aralığında (i bandı) ve 10 ile 13 µm dalga boyu aralığında (j bandı) elde edilmiş ısı görüntülere gereksinim vardır.

Atmosferik düzeltmeleri yapılmış bir görüntünün i bandında elde edilmiş yeryüzü ışınım değerlerini Denklem (3.11) ile ifade etmek mümkündür.

$$B_i(T_{gi}) = \varepsilon_i B_i(T_s) + (1 - \varepsilon_i) + L_i^\downarrow \quad (3.11)$$

Bu formülde,  $T_{gi}$  i bandında elde edilen, yayınlılığın 1 olarak kabul edildiği yeryüzü parlaklık sıcaklığı değerini,  $T_s$  yeryüzü sıcaklık değerini,  $\epsilon_i$  i bandındaki yeryüzü yayınlılık değerini,  $L_i^\downarrow$  ise değerine bölünmüş aşağı doğru atmosferik ışınlım akısını ifade etmektedir (Çelik, 2013)

$$TISIE_{ij} = \frac{B_i(T_{gi}) - L_i^\downarrow}{B_j(T_{gj}) - L_j^\downarrow} \quad (3.12)$$

$$\epsilon_j = \frac{(TISIE_{ij})^{n_j}}{\epsilon_j^{-n_j/n_i}} \quad (3.13)$$

$$L_i = a_i T^{n_i} \quad (3.14)$$

Denklem (3.12), Denklem (3.13) ve Denklem (3.14) ile ifade edilen eşitliklerden yararlanarak; Planck fonksiyonu yaklaşımı ve ışınlım-sıcaklık ile ilgili ilişkide göz önüne alındığı zaman sıcaklıktan bağımsız spektral indisi Denklem (3.15) ile ifade etmek mümkündür. Burada önemli olan  $a_i$  ve  $n_i$  katsayıları i dalga boyundaki En Küçük Kareler Yöntemi ile elde edilmiş katsayılardır.

$$TISIE_{ij} = \frac{\epsilon_i}{\epsilon_j^{n_i/n_j}} \quad (3.15)$$

### 3.2.2 Temperature and emissivity separation (TES) yöntemi

Sıcaklık-yayınlılık ayırım yöntemi adıyla bilinen bu yöntem ilk olarak 1998 yılında yapılan çalışma ile ortaya konulmuştur. Sıcaklık-yayınlılık ayırım yöntemi ASTER uydusu ile elde edilmiş ısı görüntülerdeki yayınlılık değerlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmakta ve geliştirilmektedir. Aynı zamanda yöntem, 4 veya ondan daha fazla ısıl banda sahip diğer uydu algılayıcıları için de uygulanabilir. Yönteme ait girdi parametreleri ise, tüm dalga boylarındaki atmosfer tarafından aşağı yönde yapılan ışınlım ve yüzey ışınlım değerleridir.

TES yöntemi üç modülden oluşmaktadır (Çelik, 2013).

- Bunlardan birincisi, yüzey sıcaklık ve yayınlılık ön değerlerinin elde edilmesini sağlayan normalize edilmiş yayınlılık yöntemidir (Çelik,2013).

- İkincil modül ise oran modülüdür. Bu modül, normalize edilmiş yayınlık spektrumunun kestirinde kullanılmaktadır.
- Üçüncü modül, minimum-maksimum fark modülü olara adlandırılmaktadır. Bu modül ise normalize edilmiş yayınlık spektrumunu mutlak yeryüzü yayınlık değerlerine dönüştürmekte ve de yüzey sıcaklıklarını spektral kontrast ve minimum yayınlık arasındaki ampirik ilişkiyi kullanarak hesaplamaktadır (Oltra-Carrió ve diğerleri 2012, Çelik 2013)





#### 4. ŞEHİRLEŞME ve NÜFUS DAĞILIMI

Bu bölümde şehirleşme problemi ve bu problemlerin getirdikleri ile şehirleşme probleminin bina ve nüfus oranı ile ilişkisi hakkında genel bilgi verilecektir.

##### 4.1 Şehirleşme Problemi

Şehirleşme probleminden bahsetmeden önce şehir ve şehirleşme kavramlarının tanımının yapılması gerekir. Diğer bir ifadeyle “Şehir Nedir?” “Şehirleşme Nedir?” sorularının yanıtından sonra şehirleşme ile birlikte gelen problemler irdelenmelidir.

Şehir kavramını Türk Dil Kurumu (TDK), “nüfusunun çoğu ticaret, sanayi, hizmet veya yönetimle ilgili işlerle uğraşan, genellikle tarımsal etkinliklerin olmadığı yerleşim alanıdır” diye tanımlamıştır ([www.tdk.gov.tr](http://www.tdk.gov.tr), 2018).

Bununla birlikte, Lois Wirth 1938 yılındaki “Urbanizm as a Way of Life” konusundaki makalesinde şehir tanımının ancak öğelerini tanımlayarak anlaşılacağını ifade etmektedir. Wirth’in tanımlamada bahsettiği şehir öğelerini aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür;

- Nüfus yoğunluğu,
- Yerleşmenin büyüklüğü,
- Heterojenlik.

21.yy başlarında, sanayileşme ile birlikte şehir sayılarında ve buna bağlı olarak nüfus oranında artış meydana gelmiştir.

Şehirleşme kavramı ise şehirlerin ve şehir nüfusunun artmasını ifade etse de şehirleşme, halkın sosyal ve ekonomik yapısında ki gelişmeleri de kapsamaktadır. Başka bir deyişle şehirleşme için şehirlerin büyümesi ile birlikte ortaya çıkan yaşama tarzındaki değişimler anlamına da gelebilir. Ayrıca, kentsel davranış ve değerler sisteminin zamanla ananevi davranış ve ilişkilerin

yerini alması ve insanların şehre uyum sağlaması sürecine de şehirleşme denilmektedir (Korkmaz, 1988).

Şehirleşme, şehirsal nüfusun büyüme sürecini ifade etmektedir ve şehirleşme kavramının iki boyutu bulunmaktadır. Bunlardan ilki şehirlerde yaşayan nüfusun artması, ikincisi de bir ülke veya coğrafi alanda yaşayan şehirli nüfusun toplam nüfus içindeki payının artmasıdır (Aliğaoğlu ve Uğur 2012, Avcu 2016).

Tüm Dünya’da şehirleşme kavramının hem olumlu hem de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Gelişmiş ülkeler şehirleşme faktörünü kendi lehlerine çevirebilirlerken, gelişmekte olan ülkeler ne yazık ki şehirleşmenin getirdiği problemler ile yüzleşmek zorundadırlar. Ülkemiz ise gelişme gösterse bile gelişmekte olan ülkeler arasındadır. Bu yüzden de şehirleşme sürecinde farklı birçok problem ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu durumun temel nedeni ise şehirleşme kavramı yaşanırken yanlış uygulamaların yapılmasıdır. Kısacası; şehirleşme ve gelişme kavramları doğru orantılı olarak ilerlemek zorundadır. Aksi bir durumda eğer şehirleşme kavramı gelişme kavramının önüne geçer ise çeşitli problemleri de beraberinde getirecektir.

Sezal 1992 yılında şehirleşme sürecinde ortaya çıkan ve çıkabilecek problemleri; ekonomik problemler ve sosyo-kültürel problemler olarak iki ayırmıştır. Tez çalışmasında genel anlamıyla sosyo-kültürel problemler üzerinde durulacaktır. Bunun nedeni çevre tahribi ve kirliliğinin bu alanda yer alıyor olmasıdır.

Şehirleşme sürecinde ortaya çıkan sosyo-kültürel problemleri şu şekilde sıralamak mümkündür;

- Çevrenin tahribi,
- Fiziki plansızlık ve yerleşme düzensizliği,
- Planlama ve yönetim sorunları,
- Gelir dağılımındaki eşitsizlik,
- Kültür değişmesi ve boşluğu,
- Şehir hayatına uyum sağlayamama,
- Sosyal tabakalaşmanın veya sınıflaşmanın artması,
- Toplum hayatındaki çözülme (Sezal, 1992).

Tüm bunlara ek olarak görüntü ve ses kirliliği, artan nüfus ile birlikte gelen hava kirliliği ve trafik sıkışıklığı gibi problemleri de bu problemler arasında sıralamak mümkündür.

#### **4.2 Şehirleşme Probleminin Bina ve Nüfus Oranı ile İlişkisi**

Dünya gelişen ve gelişmeye devam eden bir olgudur. Gelişen dünya ile birlikte topluluklar ve ülkeler de gelişmeye başlamıştır. Bununla birlikte şehirleşmeler ve nüfus artışları meydana gelmektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki hızla şehirleşmeye başlamış şehirlere baktığımızda nüfus artışındaki dengesizlik göze çarpmaktadır. Bu durum beraberinde yeşil alanların tükenmesi ve hava, toprak kirliliği ile birlikte doğal kaynakların yok olması gibi problemleri de getirmiştir.

Artan nüfustaki dengesizlik, katı atıkların artmasına da neden olmaktadır. Şehir ve bölge planlamasının olmadığı şehirlerde çarpık şehirleşme ve gecekondulaşma meydana gelmektedir.

Hızlı ve plansız şehirleşme sonucu, okul ve hastane sayısı artan nüfusun ihtiyacının altında kalarak eğitim ve sağlık hizmetlerinin karşılanmasında sorunlarına yol açmaktadır. Ayrıca gelir durumu da eğitim ve sağlık olanaklarından yararlanmasını etkilemektedir. Altyapı yetersizliğinin olduğu bölgelerde, kötü koşullarda yaşama zorunluluğu da salgın hastalıklara neden olmaktadır. Şehirleşme aşamasında, şehir hayatına uyum sağlamayı engelleyen faktörler, göç edenlerin sosyo-kültürel yapısı, şehrin yapısı ve kuralları ve şehrin kültürel yapısıdır (Avcu, 2016).

Köy ve şehir kavramlarını birbirinden ayırmak amacıyla kullanılan en önemli kriter nüfus miktarıdır. Nüfusun yoğunluğu zaman ve sınır bölgeye göre değişiklik göstermektedir.

Dünya üzerindeki tarımsal faaliyetler ve üretiminin azalması sonucundan şehirleşme hareketi de hızlanmış, göçün hangi bölgelerden hangi bölgelere doğru ilerleyeceğinin de bir göstergesi olmuştur. Günümüz şartlarında ise asıl şehirleşme hareketinin başlaması Sanayi Devriminin ortaya çıkmasıyla olmuştur. Sanayi Devrimi ile köylerden şehirlere göç artmıştır. Bu göçler neticesinde 1994 yılından itibaren dünya üzerindeki köy nüfusu şehir nüfusundan daha az olduğu gözlemlenmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti kurulduktan sonra ilk nüfus sayımı 1927 yılında yapılmıştır. 1927 yılında Türkiye'nin toplam nüfusu 13. 648.270 iken, şehir nüfusu ise 3.305.879

Olarak görülmektedir. Fakat günümüzde sadece İstanbul ilindeki nüfusun yaklaşık 15 milyon olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum son 90 yılda ülkemizin nüfusunun ne kadar çok arttığının en önemli göstergesidir. TÜİK' in raporuna göre Türkiye' deki Köy ve Şehir nüfusunun 1927 ile 2014 yılları arasındaki değişimi Çizelge 4.1' de verilmiştir.

**Çizelge 4.1:** Türkiye'de köy ve şehir nüfusunun değişimi (1927-2014) (Avcu, 2016).

YIL	KÖY NÜFUSU	%	ŞEHİR NÜFUSU	%	TOPLAM
1927	10.342.391	75,78	3.305.879	24,22	13.648.270
1935	12.355.376	76,47	3.802.642	23,53	16.158.018
1940	13.474.701	75,61	4.346.249	24,39	17.820.950
1945	14.103.072	75,06	4.687.102	24,94	18.790.174
1950	15.702.851	74,96	5.244.337	25,04	20.947.188
1955	17.137.420	71,21	6.927.343	28,79	24.064.763
1960	18.895.089	68,08	8.859.731	33,69	27.754.820
1965	20.585.604	65,58	10.805.817	34,42	31.391.421
1970	21.914.075	61,55	13.691.101	38,45	35.605.176
1975	23.478.651	58,19	16.869.068	41,81	40.347.719
1980	25.091.950	56,09	19.645.007	43,91	44.736.957
1985	23.798.701	46,97	26.865.757	53,03	50.664.458
1990	23.146.684	40,99	33.326.351	59,01	56.473.035
1997	21.983.217	34,97	40.882.357	65,03	62.865.574
2000	23.797.743	35,00	44.006.184	65,00	67.803.927
2007	20.838.397	35,10	49.747.859	64,90	70.586.256
2008	17.905.377	29,60	53.611.723	70,40	71.517.100
2009	17.754.093	25,80	54.807.219	74,20	72.561.312
2010	17.500.632	24,40	56.222.356	75,60	73.722.988
2011	17.338.563	23,30	57.385.706	76,80	74.724.269
2012	17.178.953	22,72	58.448.431	77,28	75.627.384
2013	6.633.451	8,65	70.034.413	91,35	76.667.864
2014	6.409.722	8,25	71.286.182	91,75	77.695.904

Çizelge 4. 1 ülkemizdeki nüfusun ne kadar çok arttığının önemli bir göstergesidir. Şehirlerin sanayileşme ve sanayileşmenin getirdiği ihtiyaçları karşılayarak doğru oranda gelişmesi gerekirken, ülkemizde bu durum daha farklı olmuştur. Sanayinin fazla olduğu yerlerde yerleşim ve şehirleşme fazla

olmasına rağmen sanayinin getirdiği ihtiyaçlar karşılanamadığı için şehirleşme düzensiz ve sağlıksız bir şekilde gerçekleşmiştir (İsbir, 1986). Ülkemizdeki en çok göç alan şehirlerimiz İstanbul, İzmir ve Ankara'dır. Bu şehirler arasında en üst sıra hiç şüphesiz ki sanayileşmenin fazla olduğu İstanbul ili bulunmaktadır.

Ülkemizde durum böyle iken; İtalya'nın Trieste şehrinde durum biraz daha farklıdır. Trieste bir liman kentidir ve nüfusu şu an itibariyle İstanbul'un beşte biri kadardır. Yeşil alanları ise İstanbul'a göre daha fazladır. Çizelge 4. 2 Trieste şehrine ait 2001-2016 yılları arasındaki yerleşik nüfusu göstermektedir.

**Çizelge 4.2: 2001- 2016 yılları arasında Trieste şehrindeki yerleşik nüfus (Feoli, 2017)**

YIL	YERLEŞİK NÜFUS
2001	210.882
2002	209.557
2003	208.309
2004	207.069
2005	206.058
2006	205.363
2007	205.356
2008	205.341
2009	205.523
2010	205.535
2011	203.081
2012	201.148
2013	204.849
2014	205.413
2015	204.420
2016	204.234

Sonuç olarak; şehirlerdeki nüfusun artması ile birlikte insanların konaklayacakları binalar için ihtiyaç da artmıştır. Şehirleşme sürecini yaşayan şehirlere bakıldığında zaman, burada artan nüfus ile birlikte bu şehirlerde binalaşma ve yapılaşmalarında arttığı açıkça görülecektir. Bu yapılaşma yeşil alanların azalmasına ve bununla birlikte pek çok çevre problemini de beraberinde getirecektir.



## 5. VERİ VE YÖNTEM

Bu bölümde tez kapsamında NASA'dan alınan iki şehre ait verilerle, kullanılan matematiksel yöntemler olan Wavelet (Dalgacık) Dönüşümü ve WEKA yazılımında K-Means algoritması anlatılacaktır.

### 5.1 Tez Kapsamında Kullanılan Veriler

Tez çalışmasında NASA'dan alınan NDVI verileri üzerinden İstanbul ( $\lambda=41.04$ ,  $\phi=29.04$ ) için 2012 ile 2016 yıllarını gösteren değerler **ekler** bölümünde sırası ile Çizelge A. 1, Çizelge A. 2, Çizelge A. 3, Çizelge A. 4 ve Çizelge A. 5 olarak; Trieste ( $\lambda=45,64$ ,  $\phi=13,76$ ) için aynı yılların değerleri Çizelge A. 6, Çizelge A. 7, Çizelge A. 8, Çizelge A. 9 ve Çizelge A. 10 olarak verilmiştir. İstanbul için seçilen istasyon en yoğun bitki örtüsünün gözlemlendiği Kandilli Rasathanesi ve civarı olarak seçilmiştir.

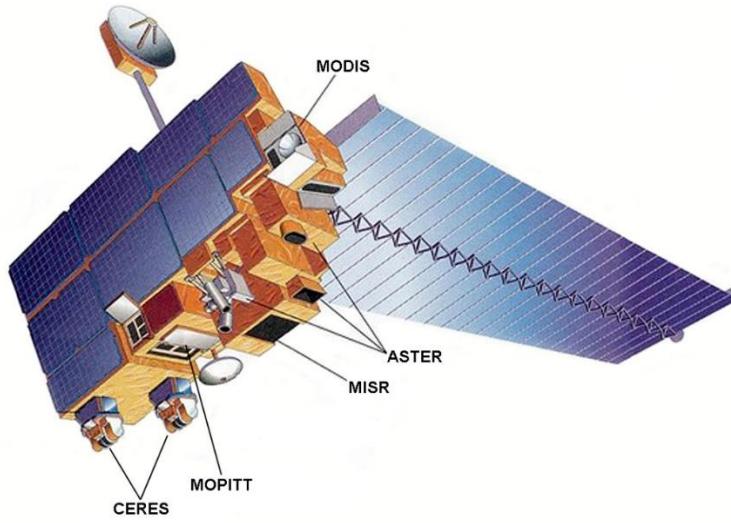
Bu tez çalışmasında yaklaşık 15 günde bir elde edilen örneklem değerleri arasında incelenen bölge koordinatı için NASA'dan elde edilen min, max. ve ortalama NDVI değerleri arasında o yıla ait aylık ortalama değerler göz önüne alınmış, incelenmiştir.

Tez çalışmasının bu bölümünde çalışma kapsamında yararlanılan MODIS algılayıcısı hakkında genel bilgi ve TERRA uydusundan bahsedilecektir.

### 5.2 TERRA Uydu Sistemi

TERRA uydusu, 18 Aralık 1999 yılında Van Der Berg Hava Üssü'nden (Kaliforniya) başarıyla fırlatılmıştır. Uydu üzerinde beş değişik modül bulunmaktadır. Bunlar; ASTER, MODIS, CERES, MOPITT ve MISR'dir. ASTER, 24 Şubat 2000 tarihinde veri toplamaya başlamış ve 01 Aralık 2000 tarihinden itibaren veriler kullanıma sunulmuştur (ERSDAC, 2003). Terra uydusu sabahları ekvatoru (kuzey-güney istikametinde) geçmektedir ve MODIS modülü 1 km mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Şekil 5. 1' de TERRA Uydu

Sistemi'nin görüntüsü verilmiştir. Bu beş modülden en çok veri toplamada kullanılan modüller MODIS ve ASTER modülleridir.



**Şekil 5.1:** TERRA uydu sistemi (NASA-MODIS, 2008).

ASTER, Terra platformu üzerindeki tek yüksek mekânsal çözünürlüklü algılayıcısıdır. Terra uydusunun ASTER modülü ile yüksek mekânsal çözünürlüklü (15m/ 90m) ve 14 banttan (VNIR ile V-SWIR-TIR) oluşan görüntüleri elde edilir. ASTER görüntüleri özellikle kayaç tipi tanımlaması, ayrıntılı volkanik aktivite haritalaması, çizgisel ve dairesel yapıların belirlenmesi, hidrotermal alterasyon alanlarının ve mineralojik katman haritalarının hazırlanması, jeotermal alanların belirlenmesi, stereoskopik üç boyutlu görüntü elde edilmesi vb. gibi jeolojik amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır. (portal,netcad.com.tr).

### **5.2.1 TERRA algılayıcısı: MODIS**

MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) sahip olduğu 36 farklı spektral bant yardımıyla dünyamız üzerindeki her noktayı 1 veya 2 günde bir görebilecek kapasiteye sahip bir algılayıcıdır. Görüntü boyutu 4km\*4km dir. Diğer uydulara nazaran daha geniş bir alanı taraması sayesinde özellikle meteorolojik amaçlı uygulamalarda çok kullanışlıdır. Bunun yanı sıra orman yangını tespiti, bitki indeksleri ile bitkilerin incelenmesi hatta ısı adalarının



ortaya koyulması konularında da kullanılmaktadır. Çizelge 5.1 MODIS algılayıcısının genel özelliklerini göstermektedir.

**Çizelge 5.1: MODIS algılayıcısı genel özellikleri (Sunar vd. , 2016).**

Global Ölçekte					
Algılayıcı	Mekânsal çözünürlük	Radyometrik çözünürlük (bit)	Spektral çözünürlük Bant sayısı	Spektral bölge	Zamansal çözünürlük (gün)
NOAA AVHRR	1km (LAC) 4km (GAC)	10	5	Görünür YKö., Isıl Kö.	günde 2 kez
TERRA/ AQUA MODIS	0.25km 0.5km 1 km	12	1-2 3-7 8-36	Görünür/YKö./ Kısa Dalga Kö./ Isıl Kö.	1 gün

MODIS, küresel karbon dönüşümü çalışmalarına yeni anlayışlar kazandıracak olan biyosferdeki geniş ölçekli değişimlerin izlenmesi içinde ideal bir modüldür. Mevcut uydu algılayıcılarından hiçbiri atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonlarını direkt olarak ölçemezken, MODIS algılayıcısıyla, bitki üretiminde ne kadar sera gazı soğurulduğu ve kullanıldığı hakkında daha iyi tahminler oluşturmak için karasal ve deniz bitkilerinin fotosentetik hareketliliği ölçülebilmektedir. MODIS verileriyle, kar ve buzul alanlar da haritalandırılabilir. Bu veriler volkanik faaliyetler, sel, kasırga, yangın gibi afet olaylarının izlenmesine olanak sağlamaktadır. Atmosfere yayılan gaz ve dumanlar için daha iyi tahminler yapılmasına da olanak sağlamaktadır (www.nik.com.tr).

### 5.3 Sınıflandırma Yöntemi

#### 5.3.1 WEKA yazılımı

WEKA, Yeni Zellanda'daki Waikato Üniversitesi tarafından geliştirilmiş, makine öğrenimi algoritmalarının bir arada barındıran, işlevsel bir grafik arabirimine sahip, açık kaynak kodlu bir veri madenciliği programıdır (İşler ve Narin, 2012). WEKA yazılımı kullanarak elimizdeki veri ile sınıflandırma, kümeleme, ilişkilendirme kuralları, ön işleme ve görselleştirme uygulamaları yapılabilir. Buna ek olarak yeni makine öğrenme algoritmaları da geliştirilebilir.

Örüntü tanıma olarak da adlandırılan sınıflandırma işlemi medikal görüntüleme, optik karakter tanıma, video izleme gibi birçok bilgisayarlı görme tabanlı uygulamaların yanı sıra otomatik öğrenme ve uzaktan algılama uygulamalarında da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Uzaktan algılamada sınıflandırma, tematik bilgiyi oluşturan görüntüdeki anlamlı örüntü gruplarının belirlenmesi işlemidir (Sunar vd. , 2016).

### **5.3.2 K-Means algoritması**

K-Means algoritması giriş uzayını k adet merkezle ifade etmeye çalışan algoritmadır.

Temsilci nesne medoid olarak adlandırılır ve kümenin merkezine en yakın noktadır.

Bir grup nesneyi k tane kümeye bölerken asıl amaç, birbirine çok benzeyen nesnelerin bir arada bulunduğu ve farklı kümelerdeki nesnelerin birbirinden benzersiz olduğu kümeleri bulmaktır. En yaygın kullanılan k-medoids algoritması, 1987 yılında Kaufman and Rousseeuw tarafından geliştirilmiştir (Işık ve Çamurcu, 2007)

### **5.3.3 WAVELET (Dalgacık) dönüşümü**

Bir sinyal, fiziksel bir büyüklüğü veya değişkeni temsil eden bir fonksiyondur ve tipik olarak olgunun doğası veya davranışı hakkında bilgi içerir (Hsu 1995) Bir sinyal sonlu ve sonsuz aralıktaki bütün değerleri alabiliyorsa buna analog sinyal veya sürekli sinyal denilmektedir. Sinyal değerleri sonlu değer kümesindeki değerleri alabiliyorsa buna da dijital veya ayrık sinyal denilmektedir. Bir sinyalin işlenebilmesi için sinyalin, dijital sinyal olması gerekmektedir. Eğer sinyal sürekli sinyal ise önce örnekleme, sonra niceleme yapılarak dijital sinyale dönüştürülmesi gerekmektedir (Oppenheim ve diğerleri, 1997).

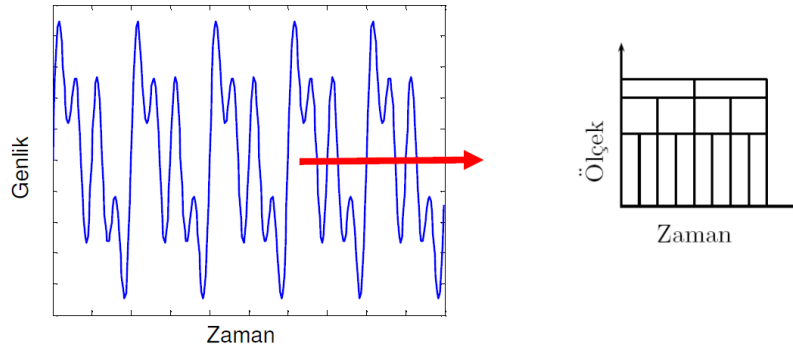
Bir fiziksel büyüklüğün bir veya birden fazla bağımsız değişkene göre durumunu ifade eden gözlemler topluluğuna zaman serisi denilmektedir. Zaman serilerinde bağımsız değişken genellikle zamandır. Matematiksel olarak tanımlandığında (t) ye bağlı bir g(t) fonksiyonu şeklinde tanımlanmaktadır. Veriler sürekli bir şekilde kaydediliyorsa elde edilen seriler sürekli seriler adını

alırken; belirli aralıklarda kaydediliyorsa ayrık seriler adını almaktadır. Sürekli serilerdeki veri boyutunun fazla olması nedeniyle, içinden örnekleme yapılarak ayrık diziler oluşturulmaktadır (Önder ve diğerleri, 2017).

Günümüzde birçok fiziksel büyüklük ayrık ve sürekli sinyal olarak gösterilebilmekte ve genellikle bu sinyallerin analizinde Wavelet dönüşümü kullanılmaktadır.

Dalgacık dönüşümü de Fourier dönüşümü gibi bir işareti analiz etmek, bileşenlerine ayırmak için kullanılmaktadır. Fourier dönüşümünde zaman ya da mekânsal alanda tanımlı bir işaret, frekans alanında incelenmektedir. Sürekli devam eden periyodik fonksiyonlar kullanıldığı için Fourier dönüşümü sadece frekans bilgisi taşır ve işaretin zamansal değişimi göz ardı edilir. Dalgacık dönüşümünde ise hem frekans hem de zaman alanındaki (ya da mekânsal alandaki) bilgiler aynı anda analiz edilebilir. Ani geçişler yüksek frekans bileşenleri gerektirdiğinden, yüksek geçirgenli filtreler ile görüntüdeki keskin kenarlar belirlenebilir (Sunar vd. 2017).

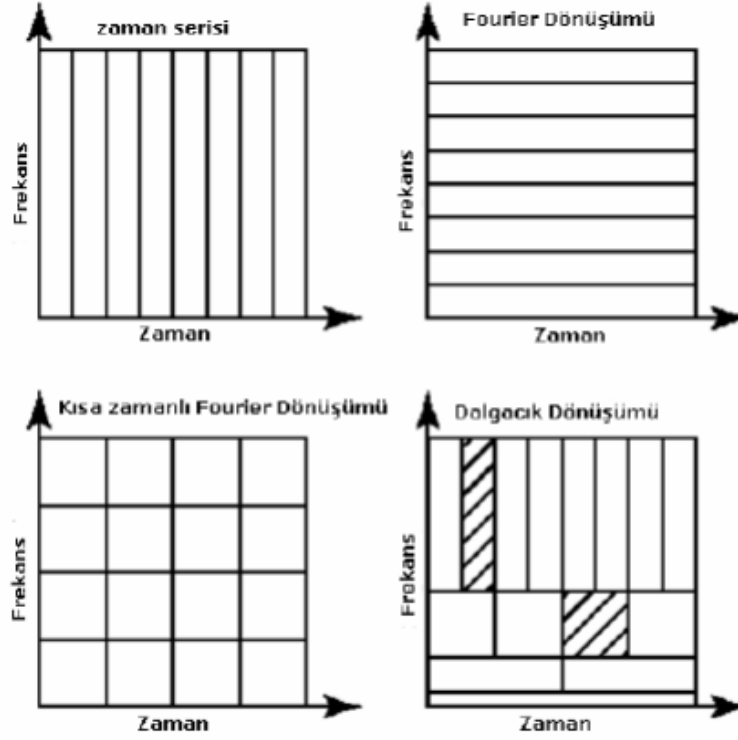
Şekil 5.2’ de dalgacık analizi sonucunda sinyalde ölçek ve zaman değişimi verilmektedir.



**Şekil 5.2:** Dalgacık analizinde ölçek-zaman alanı (Önder ve diğerleri, 2017).

Fourier dönüşümü frekans bilgisi verirken, bu frekansın hangi zamanda oluştuğu bilgisini vermemektedir. Zaman-frekans çözünürlüğü ise kısa zamanlı Fourier dönüşümünde sabittir. Diğer bir ifadeyle bu dönüşüm de bütün frekanslarda zaman penceresi değişmeyen büyüklüktedir. Wavelet dönüşümünde ise ikisinden farklı olarak bu çözünürlüğü ayarlamak mümkündür.

Şekil 5. 3’de Fourier, kısa zamanlı Fourier ve Wavelet (dalgacık) dönüşümlerinin zaman-frekans ortamında çözünürlükleri ifade edilmektedir.



**Şekil 5.3:** Dönüşümlerin zaman-frekans çözünürlüğü bakımından karşılaştırma (Önder ve diğerleri, 2017).

Wavelet dönüşümünde en önemli parametre dalgacıktır. Wavelet dönüşümünde, Fourier dönüşümündeki pencere fonksiyonu görevini ana dalgacık fonksiyonları üstlenmektedir. Bir fonksiyonun dalgacık olabilmesi iki koşula bağlıdır. Bunlar;

- Fonksiyonun süresi sınırlı olmalı
- Fonksiyonun ortalama değeri sıfır olmalıdır.

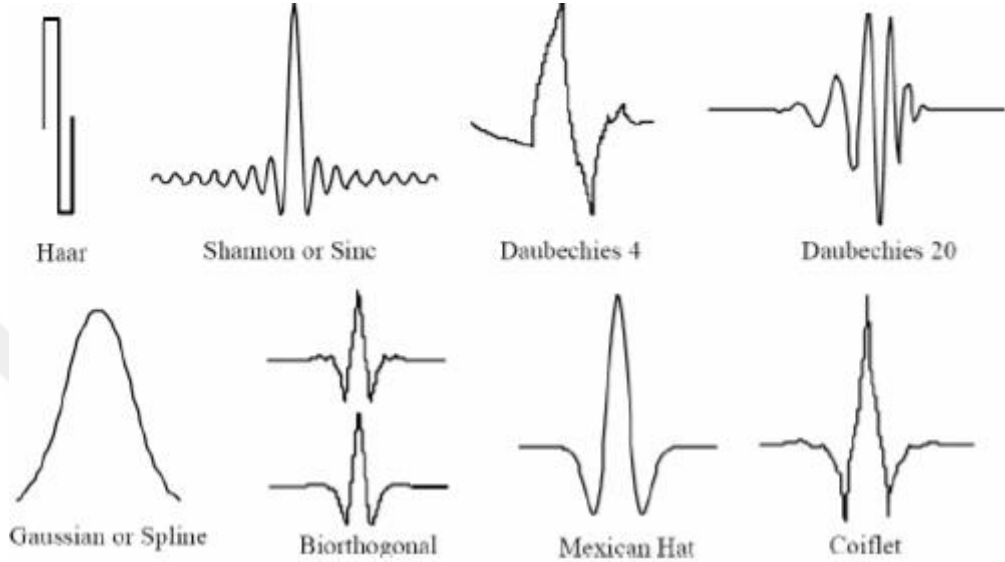
Belirtilen koşullar nedeni ile dalgacık fonksiyonu genlik ekseninin pozitif ve negatif yönlerinde salınım yapmalı ve bu salınım, zaman ekseninde ilerledikçe genlik ekseninde sıfıra oturarak sona ermelidir (Önder ve diğerleri, 2017).

Dalgacık nitelik yönünden ele alındığında Denklem (5.1) ve Denklem (5.2)’ de ifade edilen iki koşulu sağlayan bir gerçek değerli  $\psi(x)$  fonksiyonu olması gerekmektedir.

$$\left(\int_{-\infty}^{+\infty} \psi(x)dx = 0\right) \quad (5.1)$$

$$\left( \int_{-\infty}^{+\infty} \psi^2(x) dx \right) = 1 \quad (5.2)$$

Şekil 5.4'te Wavelet dönüşümünde kullanılan bazı ana dalgacık fonksiyonları görülmektedir. Bu şekilde de görüldüğü gibi ana dalgacıklar genlik ekseninde salınım yapmış ve sifira oturmuşlardır.



**Şekil 5.4:** Örnek dalgacık şekilleri (Fugal, 2016).

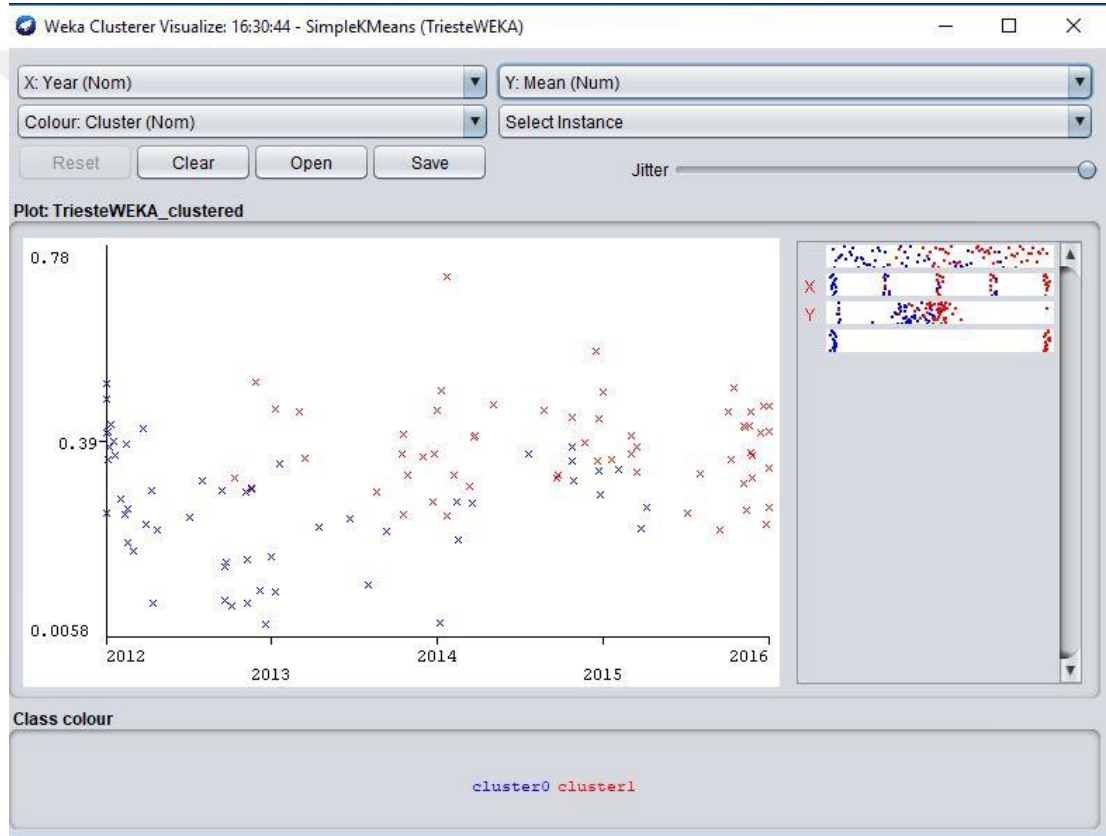
Wavelet (dalgacık) dönüşümünde ölçek parametresi 'a' ile gösterilir ve frekans ile ilişkilidir. Büyük ölçekler düşük frekanslara, küçük ölçekler de yüksek frekanslara karşılık düşerler. Dalgacık dönüşümü ile işaret analizi yapıldığında kullanılan ölçek küçük değerde ise bu durumda üzerinde çalışılan işarete bulunan yüksek frekanslı bileşenler daha rahat ayırt edilebilirler. Bunun tersine ise ölçek büyük tutulduğunda düşük frekanslı işaretler daha kolay ayırt edilebilecektir (Önder ve diğerleri, 2017).



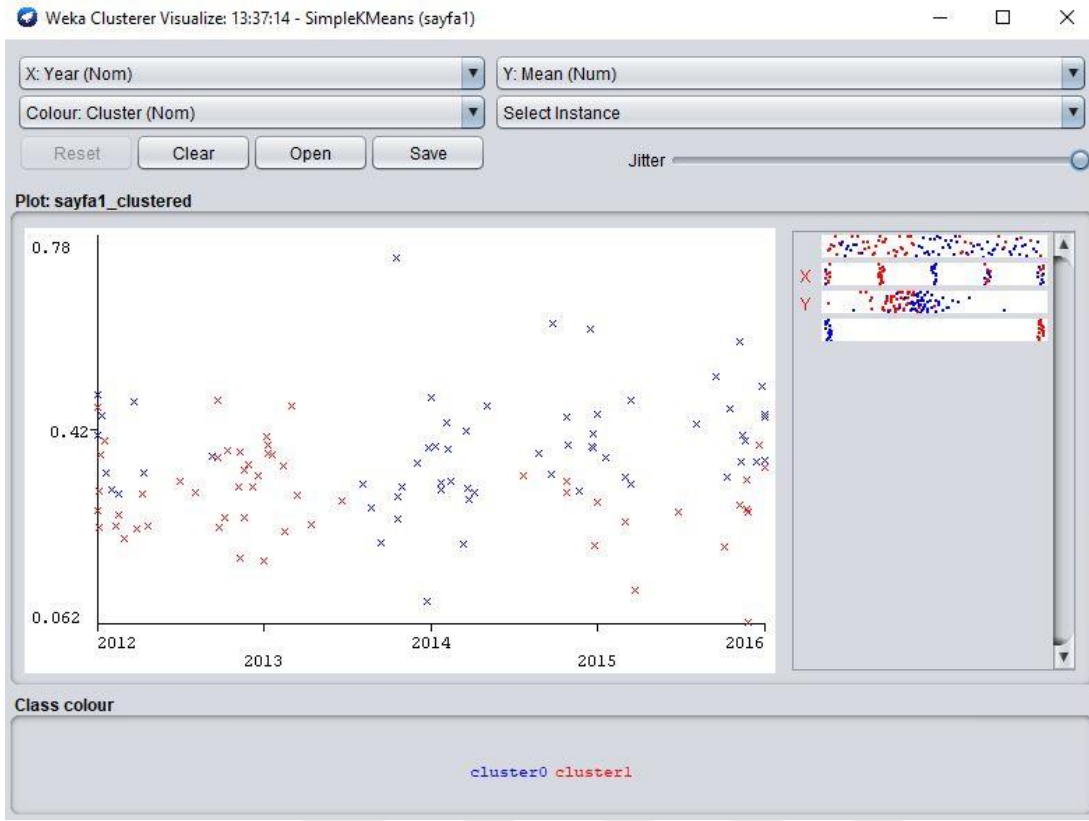
## 6. UYGULAMA ve ANALİZ

### 6.1 K-Means Analizi

Bu tez çalışmasında WEKA programı ve K-Means fonksiyonu kullanılarak İstanbul ve Trieste şehirlerinin normalize edilmiş bitki örtüleri arasında karşılaştırılma yapılmıştır.



Şekil 6.1: WEKA yazılımı K-Means algoritması (Trieste, 2012-2016).



**Şekil 6.2:** WEKA yazılımı K-Means algoritması (İstanbul, 20012-2016)

Şekil 6.1 ve Şekil 6.2 Trieste ve İstanbul şehirlerinin K-Means algoritması sonuçlarını göstermektedir. Bu analiz gerçekleştirilirken 2012-2016 yılları arasındaki NDVI değerlerinin ortalamaları alınmıştır.

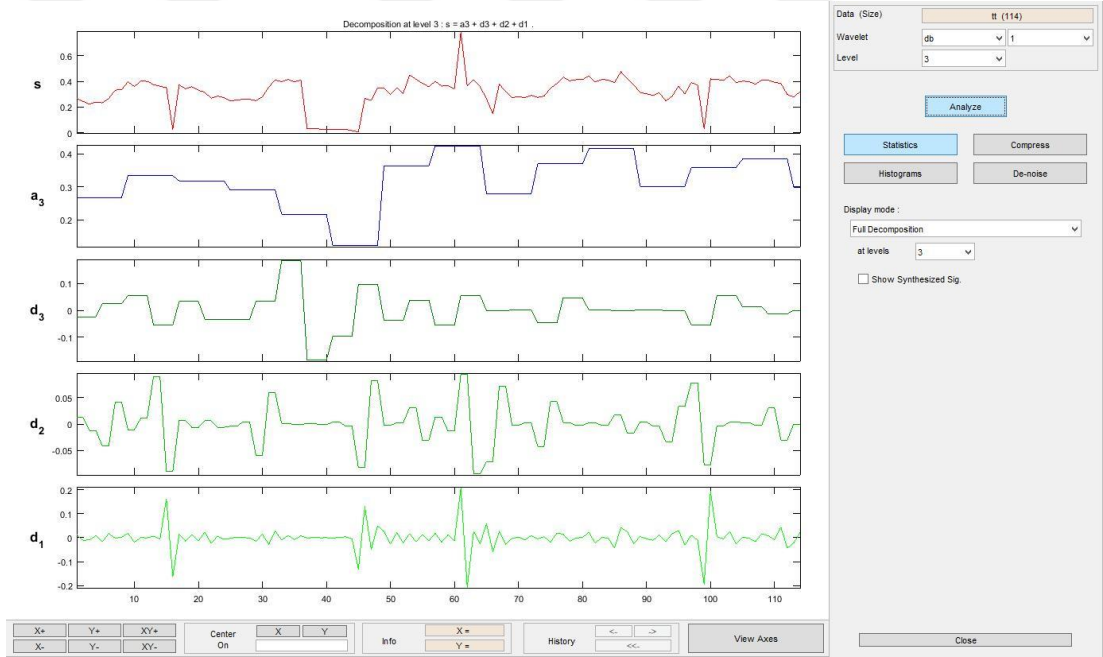
Trieste şehri incelendiğinde homojen bir dağılım söz konusudur. 2014 yılının yarısından itibaren NDVI değerlerinde yükselme gözlemlenmiştir. İstanbul şehrinin ortalama NDVI değeri Trieste'den daha yüksektir. Özellikle inceleme döneminin son yıllarında İstanbul'un NDVI değerlerinde gözlenen artışlar, Trieste kayıtlarına göre daha belirgindir.

## 6.2 WAVELET Dönüşümü Analizi

Bu tez çalışmasında MATLAB programı ve Db fonksiyonu kullanılarak uzaktan algılama alanına da uygulanabilirliği gösterilmiştir. Tez çalışmasının amacı; İstanbul ve Trieste şehirleri için NASA'dan alınan NDVI verilerinin MATLAB programında Wavelet (Dalgacık) dönüşümüyle analiz edilerek karşılaştırılmasıdır.



Wavelet yöntemi zaman serilerinin incelenmesinde kullanılan yaygın bir yöntemdir. Tezin bu bölümünde bu yöntem kullanılarak iki şehrin son 5 yıl içerisinde ölçülmüş NDVI değerleri karşılaştırılmıştır. Bu şehirlerden ilki İstanbul 'dur. İstanbul'da Marmara iklimi görülmektedir. Bu iklimde yazlar sıcak, kışlar ise yağışlı ve iç kesimlere göre ılık geçer. Şehirlerden ikincisi ise İtalya 'nın Trieste şehridir. Bu şehrin Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Yazları İstanbul'a kıyasla daha az yağışlı geçer. İncelenen veriler iki şehirden aynı zamanlarda alınan son beş yıla ait (2011-2016) 105 ölçümden oluşmaktadır. Ölçümler arası geçen süreler ise bir aydır. Verilerin boyutları birbiriyle aynı olduğu için iki veri seti için de aynı yöntemler uygulanmıştır. Verilerin analizi için ayrıık Wavelet dönüşümü uygulanmıştır.



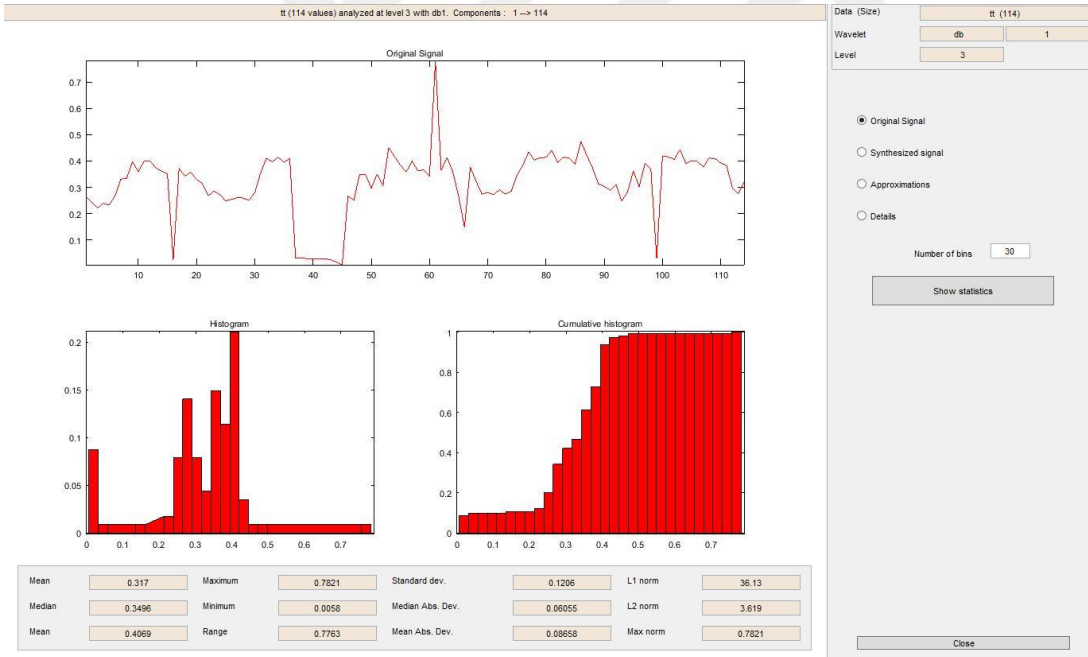
**Şekil 6.3:** Wavelet Analizi, Db, Seviye 3, Trieste (2012-2016)

Şekil 6.3'te  $a_3$  katsayıların;  $d_3$ ,  $d_2$ ,  $d_1$  ise sırasıyla ayrıntıların zaman ortamındaki (5 yıl boyunca) değişimini göstermektedir.  $d_3$  büyük ölçekli olayların,  $d_2$  orta ölçekli olayların ve  $d_1$  ise küçük ölçekli olayların NDVI üzerindeki rolünü açıklamaktadır. Trieste ve civarı için büyük ölçekli olayların etkisinin (küçük ölçekli olayların aksine) inceleme döneminin 2. yarısında azalma gösterdiği saptanmaktadır. Orta ölçekli olayların etkinliği bütün inceleme dönemi boyunca benzer değişim göstermiştir.

**Çizelge 6.1: Trieste Şehri Wavelet Analizi Maksimum ve Minimum Değerleri**

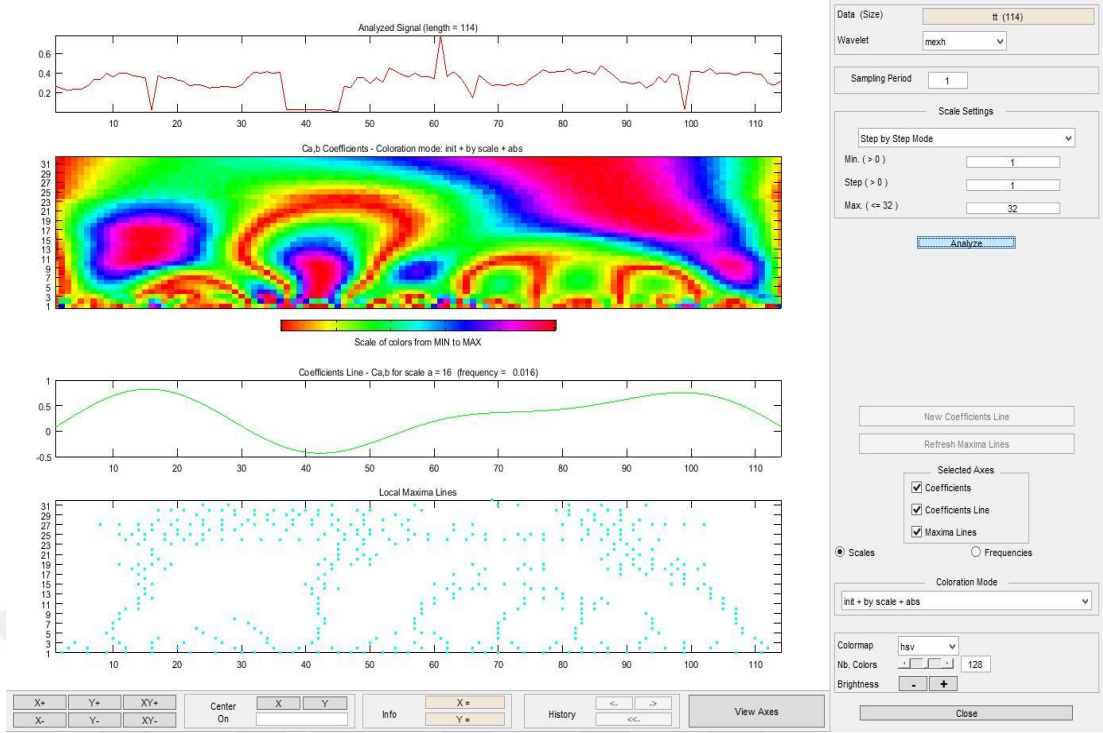
DVI Değerleri	$d_3$	$d_2$	$d_1$
Ortalama	-4,82456E07	0	-5,17374E19
Minimum	-0,2082	-0,093975	-0,18715
Maksimum	-0,2082	-0,093975	-0,18715

Çizelge 6. 1 incelendiğinde; maksimum değerlere göre, enerjinin önemli bir bölümünün inceleme döneminin ikinci yarısında orta ölçekli olaylar ve küçük ölçekli olaylar üzerinde toplandığı görülmektedir. Dolayısıyla orta ölçekli olayların katsayılarının pozitif değere daha yakın olduğu gözlemlenmektedir. Orta ölçekli olaylara mevsimsel yağışları küçük ölçekli olaylara ise şehirleşmeyi örnek verebiliriz. Trieste şehrinin bitki örtüsündeki değişimlere iklimsel olayların etkisi daha büyüktür.



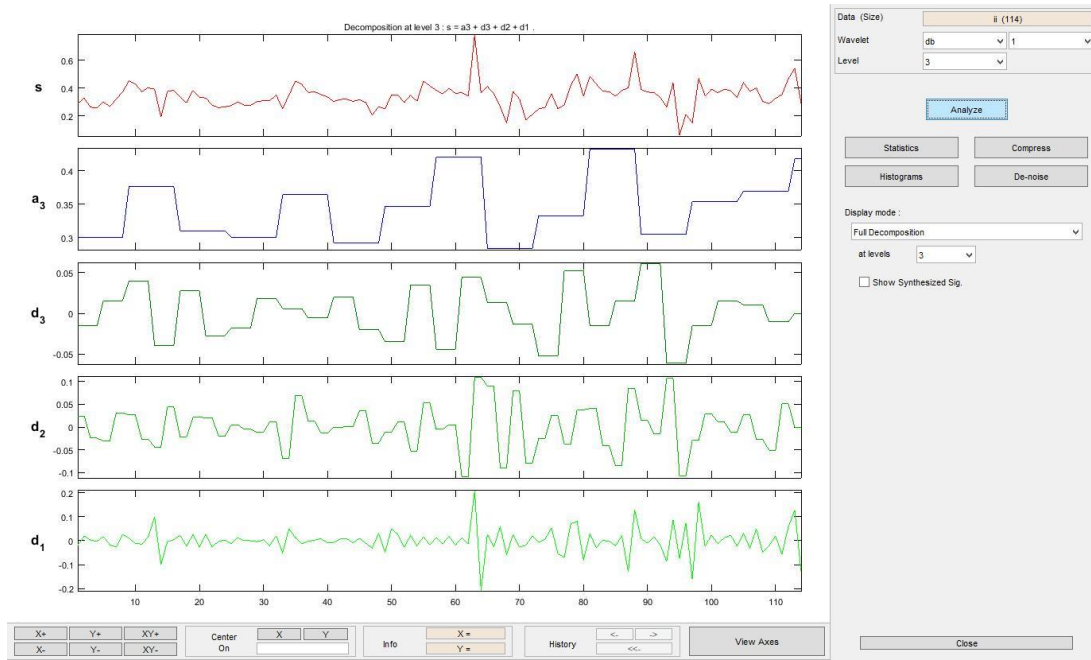
**Şekil 6.4: Frekans Histogramı, Trieste (2012-2016)**

Şekil 6.4 incelendiğinde değerlerin normal dağılıma yakın olduğu gözlenmektedir. NDVI standart sapması 0,12 olarak hesaplanmıştır. NDVI sınıf karakteristik tablosuna bakıldığında ortalama değer şehir ormanı olarak adlandırıldığı gözükmektedir.



**Şekil 6.5:** 1D Continuous wavelet, mexh fonksiyonu, sampling 1, Trieste

Şekil 6.5 NDVI ekstremlerinin (minimum ve maksimum değerlerinin) gözlemlendiği dönemleri göstermektedir. Düşey eksen yaklaşık olarak bir yıla karşılık gelen zaman aralığını göstermektedir. 16, 38, 45 ve 98. gözlemler en düşük NDVI değerlerine karşı gelmekte olup, bu düşük değerlerin gözlenmesinde büyük ölçekli olayların (yaklaşık 40 ile 250 günde bir gözlenen) önemli rol oynadığı söylenebilir. En yüksek değer gözlemlendiği 29 Ağustos 2014 tarihindeki NDVI değeri (0,782) küçük, orta ve büyük ölçekli olayların birlikte etkin olduğu bir yapıyı göstermektedir.



**Şekil 6.6:** Wavelet Analizi, Db, Seviye 3, İstanbul (2012-2016)

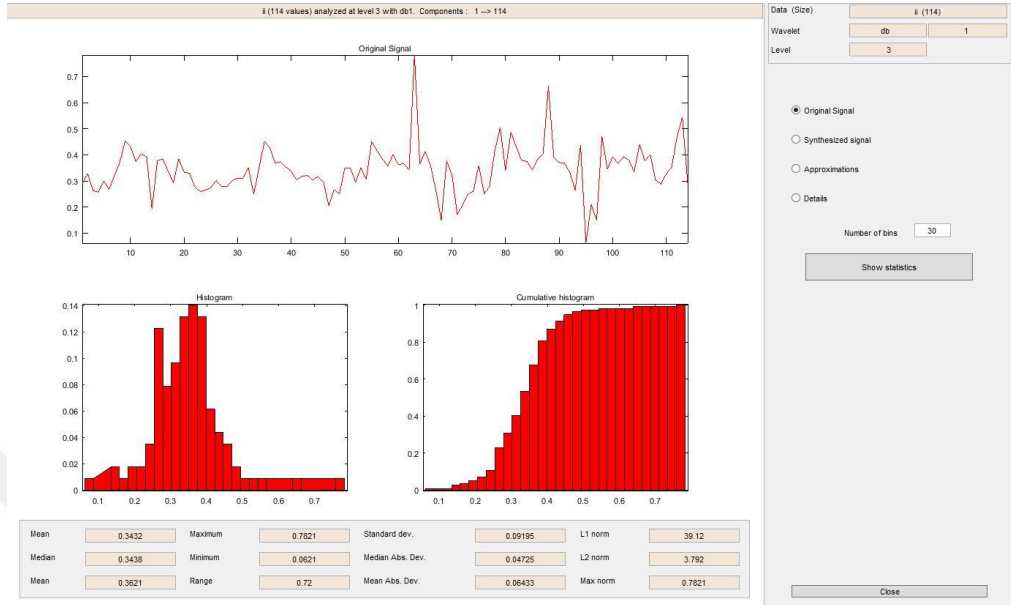
Şekil 6.6’da  $a_3$  katsayıların;  $d_3$ ,  $d_2$ ,  $d_1$  ise sırasıyla ayrıntıların zaman ortamındaki (5 yıl boyunca) değişimini göstermektedir.  $d_3$  büyük ölçekli olayların,  $d_2$  orta ölçekli olayların ve  $d_1$  ise küçük ölçekli olayların NDVI üzerindeki rolünü açıklamaktadır. Özellikle inceleme döneminin son yarısında küçük, büyük ve orta ölçekli olayların etkisinin artış gösterdiği Şekil 6.6’da açıkça gözlemlenmektedir.

**Çizelge 6.2: İstanbul Şehri Wavelet Analizi Maksimum ve Minimum Değerleri**

NDVI Değerleri	$d_3$	$d_2$	$d_1$
Ortalama	0,660537719	0,343189474	-0,003551754
Minimum	0	0,0621	-0,2
Maksimum	0,66210	0,7821	0,9932

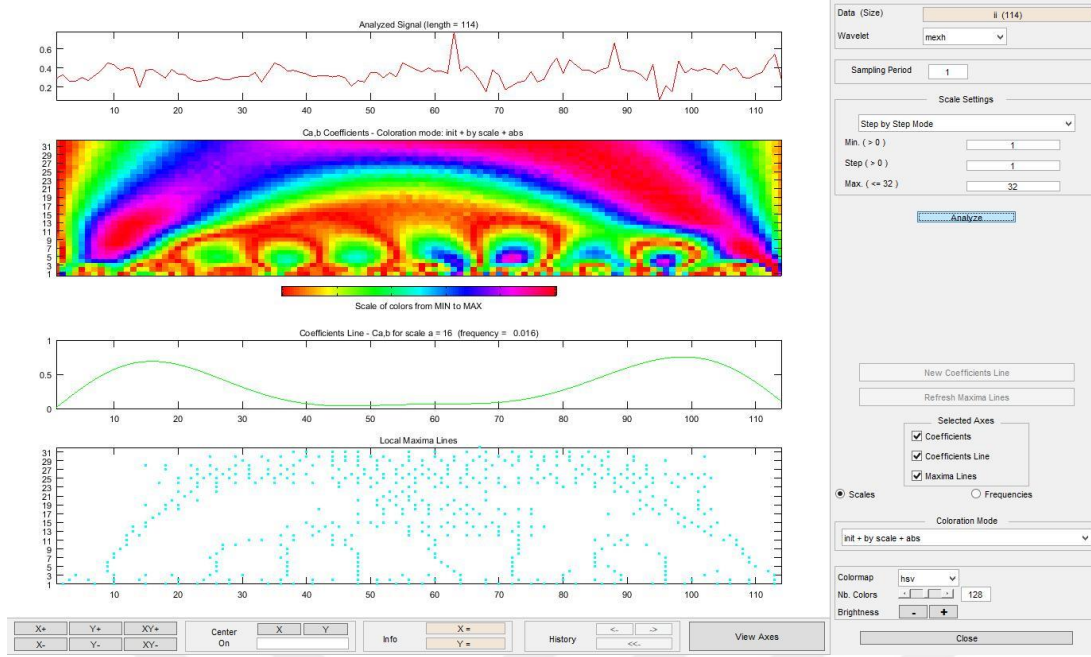
Çizelge 6. 2 incelendiğinde; maksimum değerlere göre, enerjinin önemli bir bölümünün küçük ölçekli olaylar üzerinde toplandığı görülmektedir. Orta ölçekli olaylara mevsimsel yağışları küçük ölçekli olaylara ise şehirleşmeyi örnek verebiliriz. İstanbul şehrinin bitki örtüsü ve sıcaklıklarındaki değişimlere

şehirleşme ve nüfus artışı gibi küçük ölçekli olayların daha fazla etki ettiğini söyleyebiliriz.



**Şekil 6.7:** Frekans Histogramı, İstanbul (2012-2016)

Şekil 6.7 incelendiğinde değerlerin son yıllarda diğer yıllara göre farklılık gösterdiği gözlenmektedir. NDVI standart sapması 0,09 olarak hesaplanmıştır, (Trieste'nin standart sapması 0,12). NDVI sınıf karakteristik tablosuna bakıldığında bu değerlerin kentleşmiş alan, kuru toprak, kil yüzeyi olarak adlandırıldığı gözlenmektedir. Trieste ve İstanbul NDVI değerleri karşılaştırıldığında ortalama değerler sırasıyla 0,32 ve 0,34 olup birbirine yakın değerler kaydedilmiştir. Mod değerleri karşılaştırıldığında Trieste için 0,41; İstanbul için 0,36 değeri hesaplanmıştır. Maksimum değerler incelendiğinde 0,76 olarak yaklaşık aynı değerler gözlenmiştir.



**Şekil 6.8:** 1D Continuous wavelet, mexh fonksiyonu, sampling 1, İstanbul, NDVI, (2012-2016)

Şekil 6. 8 NDVI ekstremlerinin (minimum ve maksimum değerlerinin) gözlemlendiği dönemleri göstermektedir. Düşey eksen yaklaşık olarak 365 güne (yıllık) karşılık gelen zaman aralığını göstermektedir. Düşey eksene bakıldığında zaman ilerledikçe yüksek değerlerin gözlemlenmesi; küçük, orta ve büyük ölçekli olayların birlikte etkisini göstermektedir.

## 7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı bitki örtüsü değerlerine etki eden şehirleşme ve benzeri faktörlerin rolünü saptamaktadır. Diğer bir ifade ile bitki örtüsünün mevsimsel, aylık değişimlerine etki eden farklı ölçekteki olayları matematiksel yöntemlerle ortaya çıkartmak, açıklamaktır. Bu çalışmanın birinci bölümünde uzaktan algılama yöntemleri üzerinde durulmuştur. Uzaktan algılama sistemlerinin çalışma kurallarını açıklamak üzere gerekli fiziksel bağıntılar ve kuramsal kavramlara yer verilmiştir. Ayrıca çalışmada göz önüne alınan veriler TERRA uydu sistemi MODIS algılayıcısından edinilmiştir. MODIS'in çalışma sistemiyle ilgili bant bölgeleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Çalışmada göz önüne alınan parametlerin başında normalize bitki örtüsü verisi (NDVI) gelmektedir. Normalize bitki örtüsünün indeksinin nasıl hesaplandığı ikinci bölümde açıklanmıştır. Üçüncü bölümde bitki örtüsüne etki eden faktörleri saptamak amacıyla nüfus kayıtlarının incelenmesine yer verilmiştir. Dördünü bölümde göz önüne alınan veri ve inceleme bölgesi ile ilgili ayrıntılar açıklanmıştır. Çalışma bölgesinde normalize bitki örtüsünün mevsimsel ve aylık değişimleri ele alınmıştır. Dördüncü bölümde yapılan analizleri dayanarak hem istatistiksel değişimler saptanmış, hem de Wavelet dalgacık yöntemine dayalı olarak farklı ölçekten olaylarının rolü ile ilgili daha ayrıntılı incelemeye yer verilmiştir. Dalgacık yöntemiyle farklı bant bölgelerindeki salınımların yıl boyu farklı aylardaki değerleri karşılaştırılmıştır. Büyük, orta ve küçük ölçekli olayların hangi bölgelerde daha baskın olduğu incelenmiştir. Fonksiyon olarak Daubechies fonksiyonu kullanılmıştır. Sürekli dalgacık analizinde de Mexican hat fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyon ekstrem olayları ve gözleendiği dönemleri çok daha belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır. Enerjinin hangi ölçekten hangi ölçeye transfer olduğunu anlamak amacıyla bu 3 ölçek için katsayılar tablosu oluşturulmuştur. Genel analizlerden elde edilen sonuçlarda Trieste ve İstanbul örneğinde standart sapma değişimlerine bakıldığında oldukça farklı bulgulara varılmıştır. Bunun nedeni de İstanbul'un aldığı hızlı göç ve

yoğun şehirleşmedir. İnceleme döneminin ikinci yarısında Trieste ve İstanbul için NDVI değerleri ilk yarıya nazaran daha fazla değişim göstermiştir, (Şekil 6.3 ve Şekil 6.6). Bu değişim her iki şehrin nüfus yoğunluğunda son yıllarda gözlenen artışla ilişkilendirilebilir. Genel olarak mod, ortalama ve en yüksek NDVI değerleri her iki şehirde de benzer sınıf değerine (sınıf no 5 ve 4. NDVI sınıflarına, açık otlak, şehir korusu, çiftlik ve ormanlık arazi karakteristikleri) karşı gelmektedir. Bu benzerlik İstanbul için çok özel bir bölgenin (Kandilli Korusu) inceleme bölgesi olarak seçilmiş olmasıyla açıklanabilir.

Son olarak NDVI standart sapma grafiklerine bakıldığında bu grafikler iki şehrin beş yıl boyunca yaşadığı mevsimsel değişiklikleri açık bir şekilde göstermektedir. Trieste şehrinin grafiğine bakıldığında, NDVI ortalamaları mevsim normallerine göre çok yükselmektedir, ikinci sene dışında diğer yılların standart sapmaları birbirine yakındır. Bu durum diğer grafiklerin de desteklediği gibi bu şehirde mevsimlerin fazla değişkenlik göstermediğini gösterir. İstanbul için NDVI standart sapma grafiğine bakıldığında, zamanla önemli değişikliğe uğradığı görülmektedir.

Trieste şehri yıllar ilerledikçe şehir alanı olarak fazla büyümemiş, mevcut alanlardaki doğal oranlar büyük oranda korunmuştur. Trieste şehri turistik bir yapıya sahiptir. Bu durum şehrin aldığı göçlerin çoğunlukla mevsimlik olmasına, sonuçta da şehrin genel nüfusunun yıllar ilerledikçe çok fazla değişmemesine yol açmaktadır. Böylece şehir çok fazla şehirleşmeye gerek duymamış, mevcut yeşil alanlarını koruyabilmiştir. İstanbul'da ise göç ve doğum oranları fazladır. Şehirde ölçümlerin başladığı yılda 15 milyon civarı olan nüfusunu giderek arttırmıştır. Bu durum karşısında şehir alan olarak bir büyüme yaşamıştır. Yeni yaşam alanları şehre yakın ya da şehrin içindeki yeşil alanlara inşa edilmiştir. Ölçümün başladığı yıllardan itibaren İstanbul, sahip olduğu yeşil alanlarının çoğunu sanayi, altyapı ve şehirleşme çalışmalarıyla kaybetmiştir.

Bu tez çalışmasında inceleme bölgesi olarak seçilen Kandilli ve civarındaki analizlere ek olarak tarihi doku ve yoğun şehirleşme bölgeleri için benzer bir araştırmanın yapılması bir sonraki araştırma çalışmasının konusu olarak düşünülmektedir. Böyle bir inceleme sonunda hızlı şehirleşmenin bitki örtüsü üzerinde oynadığı rol çok daha açık olarak ortaya konabilecektir.



Sonuç olarak, bu tez çalışması, arazi kullanım politikalarında, belediye planlama birimlerinde, su kaynakları ve enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili stratejik planlamalarda ve yeşil alanların korunmasına yönelik projelerde etkin olarak kullanılabilir.





## KAYNAKLAR

- Aliğaoğlu, A. & Uğur, A.** (2012). Şehir Coğrafyası (2.Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Avcu, S.** (2016). *İstanbul Sultangazi İlçe'nde Şehirleşme Süreci ve Ortaya Çıkan Problemler*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversite Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Bağış, H.** (2016). Samanyolu Ekspresi Blogu, *Astrofizik Notlarım-4*. 08.03.2018, <[www.samanyoluekspresi.blogspot.com.tr/2016/12/astrofizik-notlarım-4-elektromanyetik.html](http://www.samanyoluekspresi.blogspot.com.tr/2016/12/astrofizik-notlarım-4-elektromanyetik.html)>.
- Başar, U.G.** (2008). *Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak İstanbul 'da Isı Adalarının Analizi*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Bayram, B.** (2016). Atmosferik Pencereleler. Ders Notları. 09.03.2018.
- Becker, F. Li, Z-H.** (1990). Temperature-independent spectral indices in thermal infrared bands, *Remote Sensing of Environment*, vol. 32, no. 1, s. 17-33.
- Bhattacharya, B. K. & Dadhwal, V. K.** (2003). Retrieval and validation of land surface temperature (LST) from NOAA AVHRR thermal images of Gujarat, India. *Int. J. Remote Sens.*, vol. 24, no. 6, s. 1197-1206.
- CCRS, 2007.** *Fundamentals of Remote Sensing*. Canada Centre for Remote Sensing. (Kanada Uzaktan Algılama Merkezi), 08.03.2018, [http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index\\_e.php](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php).
- Chedin, A., Scott, N. & Berroir, A.** (1982). A single-channel double viewing method for SST determination from coincident Meteosat and TIROS-N measurements. *J. Applied Meteorology*, vol. 21, s. 613-618.
- Çalışkan, Z.** (2006). Türkiye'de Şehirleşme ve Gecekondulaşma. FIRAT ÜNİVERSİTESİ Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi (*DAUM*), vol. 4, no. 2, s. 55-61.
- Çavaş G.** (2007) , Uzaktan Algılama Sistemleri Yardımı İle Hassas Tarım Uygulamaları Ve Türkiye'de Uygulama Olanakları, s.6.
- Çelik, B.** (2013). Yeryüzü Sıcaklıklarının Uzaktan Algılama Tekniği ile Belirlenmesi: Tek-Kanal Yöntemi. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Demo-Geodemo 1952**, Viewed 3 December 2018, <<http://www.demo.istat.it/>>.
- ERSDAC, (2003).** *ASTER Referans Guide (Version 1.0)*, Japonya
- Feoli E.** (2017) e-mail yazışması ve bilgi temini.
- Fugal, D. L.** (2016). *Conceptual Wavelets In Digital Signal Processing*, 05.03.2018, <[http:// www.conceptualwavelets.com](http://www.conceptualwavelets.com)>.
- Grooten, M. & Almond, R.E.A.**(Eds). WWF, Gland, İsviçre, 2018, WWF. 2018. Yaşayan Gezegen Raporu - 2018: Daha İyiyi Hedeflemek.
- Hsu, H. P.** (1995). *Theory and Problems of Signals and Systems*, McGraw-Hill,
- Işık M., Çamurcu A. Y.** (2007). K-MEANS, K-MEDOIDS VE Bulanık C-Means Algoritmalarının Uygulamalı Olarak Performanslarının Tespiti, İstanbul

Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 6 Sayı:11Bahar 2007/1 s. 31-45.

- İsbir, Eyüp, G.** (1986). Şehirleşme ve Meseleleri. Ankara: Ocak Yayınları. İstatistik Kurumu Matbaası Yayın No: 4182, s. 117-178, 09.03.2018.
- İşler Y. , Narin A.** (2012). WEKA Yazılımında k-Ortalama Algoritması Kullanılarak Konjestif Kalp Yetmezliği Hastalarının Teşhisi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak.
- Korkmaz, A.** (1988). Şehirleşme ve Suç Malatya Araştırması (1981-1985). Yayınlanmamış Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Li, Z. L. & Becker, F.** (1993). Feasibility of land surface temperature and emissivity determination from AVHRR data. *Remote Sens. Environ.*, vol. 43, s. 67–85.
- Lintz, J. Jr-Simonett, D. S.** (Ed). (1976). Remote Sensing of Enviroment, Addison Wesley Publishing Company.
- M. Marangoz A.** (2012). Bülent Ecevit Üniversitesi Fotogrametri Anabilim Dalı Ders Notları: Uzaktan Algılama Görüntülerinden Detay Çıkarımı,
- Mallı O.** (2015), Siyah Cisim Işması ve Planck Hipotezi, Mühendis Beyinler Web Tabanlı Makale.
- McMillin, L. M.** (1975). Estimation of sea surface temperatures from two infrared window measurements with different absorption, *J. Geophys. Res.*, vol. 80, no. 36, s. 5113–5117.
- Modis Genel Özellikleri,** 09.03.2018, <[www.nik.com.tr/content-sistem-uydu.asp?id=28](http://www.nik.com.tr/content-sistem-uydu.asp?id=28)>.
- NASA-MODIS,** 2008. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, 09.03.2018, <<http://modis.gsfc.nasa.gov>>.
- Okçu D.** (1999). Türkiye’de Bitki Örtüsü İndeksi Değerlerinin Değişimi ve Meteorolojik Parametrelerle İlişkilendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (Tez Danışmanı, Prof. Dr. Zafer ASLAN).
- Oltra-Carrio, R., J.A. Sabrino, B. Franchand and F. Nerry** (2012). “Land Surface Emmissivity Retrieval from Airborn Sensor Over Urban Areas. Remote Sensing of Environment s.112-134.
- Oppenheim, A. V., Willsky ,A. S. & Nawab, S. .H** (1997). Signals & Systems. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Önder, İ.V. Yeşilyurt, M.K. & Yılmaz, E.Ç.** (2017). Wavelet Analiz Tekniği ve Uygulama Alanları. *Ordu Üniversitesi Bilgi Teknolojileri Dergisi*, Vol.7, no. 1, s. 42-56.
- Özkök, M. K., Tok, E., Gündoğdu, E. H. & Demir, G.** (2017). Arazi yüzey sıcaklığı farklılaşmalarının kentsel gelişim ve planlama süreçleri açısından uzaktan algılama verileri ile değerlendirilmesi: Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı alt bölgesi örneği, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. vol. 5, no. 2, s. 69-79.
- Prata, A. J., Caselles, V., Coll C., Sobrino, J. A. & Ottlé, C.** (1995). Thermal remote sensing of land surface temperature from satellites: Current status and future prospects, *Remote Sensing Reviews*, vol. 12, no. 3-4, s. 175-224.
- Qin Z. ,Karnieli A.** (1999). “Progress in the Remote Sensing Of Land Surface Temperature and Ground Emissivity Using NOAA±AVHRR Data”, Ben-Gurion University of the Negev, Israel.

- Sezal, İ.** (1992). Şehirleşme, Ağaç Yay., İstanbul .
- Sobrin, J.A., Jimenez-Muoz, J.C., Soria, G., Romaguera, M., Guanter, L., Moreno, J.; Plaza, A., & Martinez, P.,** (2008). Land Surface Emissivity Retrieval From Different VNIR and TIR Sensors, *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, vol. 46, no. 2, s. 316-32.
- Sunar F. , Özkan C. ,Osmanoğlu B.** (2017), T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını, Uzaktan Algılama, s. 3,s.113.
- Sunar F. , Özkan C. ,Ok A.Ö. , Osmanoğlu B. , Uça Avcı D. , Berberoğlu S.** (2016) Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını, Dijital Görüntü İşleme s.91, s.151.
- Şekertekin, A.İ.** (2013). *Uzaktan Algılama Verileri ile Bölgesel Çevre Etkinliklerinin Belirlenmesi: Zonguldak Örneği*. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye.
- Şertekin, A.İ., Kutoğlu, Ş. H. & Marangoz, A. M.** (2015). Uzaktan Algılama Teknolojisi ve Uydu Görüntüleri Yardımıyla Önemli Çevresel (Su ve Kara Yüzeyi) Etkilerin Gözlemlenmesi. *Karaelmas Mühendislik Fakültesi Dergisi*, vol. 5, no.2, s. 105-112.
- TÜİK** (2014). SEÇİLMİŞ GÖSTERGELERLE İSTANBUL 2013. Ankara: Türkiye
- Tümertekin, E.** (1973). Türkiye’de Şehirleşme ve Şehirsiz Fonksiyonlar. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayın No. 1840, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayın No:72.
- Türk Dil Kurumu** (2018)  
<[http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5c0a1c7721a7c3.25715698](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5c0a1c7721a7c3.25715698)>
- Voogt, J.A. , Oke, T.R.** (2002). Thermal Remote Sensing Of Urban Areas. *Remote Sensing of Environment*, vol. 86, s. 370 – 384.
- Wirth L. (1938). “Urbanism as a Way of Life “ , *The American Journal of Sociology*. World Population Prospects The 2017 Revision Key Findings and Advance Tables (2017),NewYork,
- Yıldız, U.,** 2003. Elektromanyetik Dalgalar. Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara, Türkiye.
- URL-1 (2006). 08.03.2018. <[http://www.netcadportal.com/File/?\\_Args=pd,478](http://www.netcadportal.com/File/?_Args=pd,478)>, NetCadPortal.



## **EKLER**

**EK A:** Uygulamada Kullanılan Veriler

**EK B:** Kullanılan MATLAB Kodları

**Ek C:** K-Means Algoritması İçin Kullanılan Kodlar







**EK A****Çizelge A.1: İstanbul için NASA'dan alınan NDVI verileri (2012).**

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2012	-0.1588	0.9753	115.523	11.341	0.2888	0.0731
17.1.2012	-0.0943	0.6488	266.032	0.7431	0.3284	0.0347
2.2.2012	-0.1562	0.7399	212.674	0.8961	0.2626	0.0333
18.2.2012	-0.2000	0.5880	208.307	0.7880	0.2572	0.0496
5.3.2012	-0.0977	0.5612	243.469	0.6589	0.3006	0.0293
21.3.2012	0.1255	0.4799	58.922	0.3544	0.2678	0.0113
6.4.2012	0.1199	0.5612	259.325	0.4413	0.3202	0.0158
22.4.2012	-0.0246	0.7128	301.721	0.7374	0.3725	0.0447
8.5.2012	0.3061	0.5885	27.193	0.2824	0.4532	0.0137
24.5.2012	0.1480	0.7151	335.690	0.5671	0.4304	0.0280
25.6.2012	0.0386	0.7065	303.594	0.6679	0.3748	0.0469
11.7.2012	0.0296	0.7179	326.547	0.6883	0.4031	0.0380
27.7.2012	-0.0119	0.6170	317.593	0.6289	0.3921	0.0226
12.8.2012	0.0641	0.4810	13.529	0.4169	0.1933	0.0236
28.8.2012	0.0352	0.5892	305.462	0.5540	0.3771	0.0224
13.9.2012	0.0628	0.6527	311.646	0.5899	0.3847	0.0223
29.9.2012	-0.0681	0.6237	274.124	0.6918	0.3384	0.0362
15.10.2012	0.0202	0.5322	237.909	0.5120	0.2937	0.0270
31.10.2012	0.1386	0.5426	311.425	0.4040	0.3845	0.0112
16.11.2012	-0.0954	0.6086	270.557	0.7040	0.3340	0.0306
2.12.2012	-0.1932	0.6750	266.760	0.8682	0.3293	0.0527
18.12.2012	-0.1947	0.8369	224.560	10.316	0.2772	0.0618

**Çizelge A.2:** İstanbul için NASA'dan alınan NDVI verileri (2013).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2013	-0.0813	0.5530	210.507	0.6343	0.2599	0.0340
17.1.2013	-0.1875	0.6223	214.525	0.8098	0.2648	0.0388
2.2.2013	-0.1707	0.8684	123.845	10.391	0.2752	0.0374
18.2.2013	-0.0421	0.6205	244.005	0.6626	0.3012	0.0320
6.3.2013	-0.0509	0.5066	225.081	0.5575	0.2779	0.0211
6.3.2013	-0.0509	0.5066	225.081	0.5575	0.2779	0.0211
22.3.2013	0.1789	0.4840	244.702	0.3051	0.3021	0.0073
7.4.2013	-0.0486	0.6755	251.543	0.7241	0.3105	0.0449
7.4.2013	-0.0486	0.6755	251.543	0.7241	0.3105	0.0449
23.4.2013	-0.0410	0.7012	284.324	0.7422	0.3510	0.0472
9.5.2013	0.0310	0.6115	99.976	0.5805	0.2499	0.0342
25.5.2013	-0.0289	0.7145	284.328	0.7434	0.3510	0.0408
10.6.2013	0.2315	0.6879	365.290	0.4564	0.4510	0.0162
26.6.2013	0.0683	0.6727	345.707	0.6044	0.4268	0.0370
12.7.2013	-0.1794	0.6157	298.413	0.7951	0.3684	0.0319
28.7.2013	0.0199	0.6790	302.880	0.6591	0.3739	0.0366
13.8.2013	0.0622	0.5447	109.575	0.4825	0.3535	0.0242
29.8.2013	-0.0513	0.5250	272.631	0.5763	0.3366	0.0219
14.9.2013	-0.0139	0.5364	206.854	0.5503	0.3042	0.0288
30.9.2013	0.0072	0.5985	216.209	0.5913	0.3180	0.0243
16.10.2013	-0.0322	0.6038	212.054	0.6360	0.3213	0.0220
1.11.2013	0.0085	0.5476	118.492	0.5391	0.3038	0.0234
17.11.2013	-0.1724	0.6379	256.707	0.8103	0.3169	0.0451
3.12.2013	-0.1449	0.5673	240.244	0.7122	0.2966	0.0383
19.12.2013	-0.1347	0.5381	166.945	0.6728	0.2061	0.0362

**Çizelge A.3:** İstanbul için NASA'dan alınan NDVI verileri (2014).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2014	0.0458	0.6186	199.879	0.5728	0.2665	0.0107
17.1.2014	0.0202	0.4594	153.377	0.4392	0.2514	0.0175
2.2.2014	0.0500	0.5353	139.769	0.4853	0.3494	0.0108
18.2.2014	-0.0303	0.6908	276.261	0.7211	0.3497	0.0296
6.3.2014	-0.1428	0.6280	240.087	0.7708	0.2964	0.0437
22.3.2014	0.0421	0.6772	283.369	0.6351	0.3498	0.0285
7.4.2014	0.0053	0.5849	150.061	0.5796	0.3062	0.0288
23.4.2014	0.1125	0.7427	365.086	0.6302	0.4507	0.0353
9.5.2014	0.0047	0.7140	337.203	0.7093	0.4163	0.0384
25.5.2014	0.1515	0.6014	203.850	0.4499	0.3846	0.0198
10.6.2014	0.1163	0.6130	182.720	0.4967	0.3583	0.0266
26.6.2014	0.1025	0.6527	323.825	0.5502	0.3998	0.0249
12.7.2014	0.0612	0.6850	239.406	0.6238	0.3627	0.0327
28.7.2014	0.0514	0.6515	297.036	0.6001	0.3667	0.0392
13.8.2014	0.0470	0.6165	181.409	0.5695	0.3423	0.0333
29.8.2014	0.5872	0.9932	633.507	0.4060	0.7821	0.0089
14.9.2014	-0.0279	0.6846	296.215	0.7125	0.3657	0.0408
30.9.2014	-0.0909	0.6656	334.188	0.7565	0.4126	0.0323
16.10.2014	-0.0751	0.6943	291.050	0.7694	0.3593	0.0475
1.11.2014	-0.1449	0.5800	156.257	0.7249	0.2648	0.0473
17.11.2014	-0.0609	0.3419	58.103	0.4028	0.1490	0.0156
3.12.2014	0.0000	0.6749	229.788	0.6749	0.3767	0.0334
19.12.2014	-0.1735	0.9220	261.609	10.955	0.3230	0.0486

**Çizelge A.4:** İstanbul için NASA'dan alınan NDVI verileri (2015).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2015	-0.0247	0.4214	106.399	0.4461	0.1716	0.0204
17.1.2015	-0.1857	0.5299	169.697	0.7156	0.2095	0.0444
2.2.2015	-0.1680	0.6267	196.956	0.7947	0.2493	0.0455
18.2.2015	-0.1597	0.6537	188.210	0.8134	0.2614	0.0442
6.3.2015	-0.1564	0.6662	197.909	0.8226	0.3598	0.0313
22.3.2015	-0.1922	0.6043	184.234	0.7965	0.2524	0.0360
7.4.2015	-0.0897	0.6544	205.622	0.7441	0.2779	0.0476
23.4.2015	0.1029	0.6892	337.581	0.5863	0.4168	0.0270
9.5.2015	0.2000	0.7293	398.322	0.5293	0.5042	0.0167
25.5.2015	0.0543	0.6351	259.273	0.5808	0.3411	0.0381
10.6.2015	0.1308	0.6964	355.214	0.5656	0.4866	0.0229
26.6.2015	0.0724	0.7452	313.790	0.6728	0.4298	0.0407
12.7.2015	0.0256	0.6749	257.266	0.6493	0.3783	0.0438
28.7.2015	0.0397	0.6311	285.023	0.5914	0.3750	0.0331
13.8.2015	-0.0295	0.6214	263.759	0.6509	0.3425	0.0426
29.8.2015	0.0025	0.6290	299.065	0.6265	0.3834	0.0362
14.9.2015	-0.0232	0.6333	326.460	0.6565	0.4030	0.0225
30.9.2015	0.0323	0.9615	516.183	0.9292	0.6618	0.0146
16.10.2015	0.0847	0.6380	316.795	0.5533	0.3911	0.0249
1.11.2015	-0.0927	0.6997	237.644	0.7924	0.3713	0.0495
17.11.2015	-0.0279	0.6919	275.963	0.7198	0.3680	0.0406
3.12.2015	-0.0220	0.5956	269.820	0.6176	0.3331	0.0312
19.12.2015	-0.1917	0.6336	198.583	0.8253	0.2648	0.0544

**Çizelge A.5:** İstanbul için NASA'dan alınan NDVI verileri (2016).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2016	-0.0839	0.9310	288.267	10.149	0.4368	0.0531
17.1.2016	0.6621	105.080	0.8462	0.2144	0.0621	0.2492
2.2.2016	-0.1842	0.5183	98.932	0.7025	0.2105	0.0537
18.2.2016	0.0483	0.2455	116.769	0.1972	0.1497	0.0037
5.3.2016	0.1014	0.8536	268.376	0.7522	0.4708	0.0150
21.3.2016	0.0056	0.6674	279.455	0.6618	0.3450	0.0309
6.4.2016	0.0322	0.7666	317.562	0.7344	0.3921	0.0349
22.4.2016	0.0352	0.6281	224.267	0.5929	0.3677	0.0447
8.5.2016	0.0530	0.6657	188.167	0.6127	0.3920	0.0298
24.5.2016	0.0283	0.6321	175.407	0.6038	0.3813	0.0496
9.6.2016	0.1099	0.5802	200.882	0.4703	0.3348	0.0280
25.6.2016	0.1627	0.7178	356.102	0.5551	0.4396	0.0247
11.7.2016	-0.0028	0.7601	304.923	0.7629	0.3764	0.0436
27.7.2016	0.0653	0.6561	325.045	0.5908	0.4013	0.0278
12.8.2016	0.0479	0.5716	100.135	0.5237	0.3034	0.0374
28.8.2016	0.0269	0.5392	161.258	0.5123	0.2880	0.0258
13.9.2016	-0.0563	0.5587	163.819	0.6150	0.3276	0.0288
29.9.2016	-0.0366	0.6100	285.646	0.6466	0.3526	0.0328
15.10.2016	-0.0737	0.9402	256.994	10.139	0.4673	0.0379
31.10.2016	-0.1690	0.9531	435.328	11.221	0.5442	0.0549
16.11.2016	-0.1323	0.5822	235.565	0.7145	0.2908	0.0444

**Çizelge A.6:** Trieste için NASA'dan alınan NDVI verileri (2012).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2012	0.0573	0.5902	216.093	0.5329	0.2668	0.0155
17.1.2012	0.0735	0.5380	197.556	0.4645	0.2439	0.0120
2.2.2012	0.0700	0.5291	179.755	0.4591	0.2219	0.0088
18.2.2012	0.0807	0.5265	193.645	0.4458	0.2391	0.0104
5.3.2012	0.0705	0.5670	183.620	0.4965	0.2324	0.0092
21.3.2012	0.0674	0.6778	216.475	0.6104	0.2673	0.0129
6.4.2012	0.1388	0.7941	268.383	0.6553	0.3313	0.0241
22.4.2012	0.0735	0.8236	270.851	0.7501	0.3344	0.0268
8.5.2012	0.1268	0.8590	321.546	0.7322	0.3970	0.0247
24.5.2012	0.0765	0.8745	291.627	0.7980	0.3600	0.0325
9.6.2012	0.1579	0.8469	324.318	0.6890	0.4004	0.0289
25.6.2012	0.1360	0.8587	324.097	0.7227	0.4001	0.0271
11.7.2012	0.0912	0.8523	303.606	0.7611	0.3748	0.0329
27.7.2012	0.0848	0.8286	292.719	0.7438	0.3614	0.0281
12.8.2012	0.0767	0.7893	284.943	0.7126	0.3518	0.0244
28.8.2012	0.8219	282.520	0.7372	0.3488	0.0251	0.1584
13.9.2012	0.1326	0.8157	301.835	0.6831	0.3726	0.0251
29.9.2012	0.0972	0.7844	277.748	0.6872	0.3429	0.0244
15.10.2012	0.0611	0.8073	289.722	0.7462	0.3577	0.0280
31.10.2012	-0.0428	0.7399	267.733	0.7827	0.3305	0.0265
16.11.2012	0.0510	0.7312	251.869	0.6802	0.3148	0.0193
2.12.2012	0.0165	0.5975	217.352	0.5810	0.2683	0.0157
18.12.2012	0.0732	0.6246	231.152	0.5514	0.2854	0.0182

**Çizelge A.7:** Trieste için NASA'dan alınan NDVI verileri (2013).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2013	0.1231	0.6178	220.838	0.4947	0.2726	0.0122
17.1.2013	0.0315	0.5462	201.578	0.5147	0.2489	0.0130
2.2.2013	0.0428	0.5818	205.750	0.5390	0.2540	0.0154
18.2.2013	0.0844	0.5829	211.275	0.4985	0.2608	0.0119
6.3.2013	0.0979	0.4693	210.015	0.3714	0.2593	0.0074
22.3.2013	0.0653	0.5149	202.810	0.4496	0.2504	0.0116
7.4.2013	0.0975	0.5313	226.017	0.4338	0.2790	0.0102
23.4.2013	0.1251	0.8091	287.576	0.6840	0.3550	0.0221
9.5.2013	0.1470	0.9029	332.756	0.7559	0.4108	0.0341
25.5.2013	0.0610	0.8930	321.307	0.8320	0.3967	0.0312
10.6.2013	0.1073	0.8627	335.784	0.7554	0.4145	0.0315
26.6.2013	0.0865	0.8348	320.495	0.7483	0.3957	0.0262
28.7.2013	0.1210	0.8600	332.395	0.7390	0.4104	0.0285
13.8.2013	0.8971	318.008	0.7957	0.3926	0.0305	0.1745
29.8.2013	0.8746	309.362	0.8121	0.3819	0.0321	0.1791
14.9.2013	0.8569	323.549	0.7350	0.4044	0.0287	0.1693
30.9.2013	0.8437	293.069	0.7813	0.3618	0.0288	0.1697
16.10.2013	0.8134	299.553	0.7180	0.3698	0.0279	0.1672
1.11.2013	0.7804	284.318	0.7266	0.3510	0.0288	0.1698
17.11.2013	0.7926	270.754	0.7411	0.3343	0.0254	0.1595
3.12.2013	0.6198	256.252	0.4657	0.3244	0.0163	0.1279
19.12.2013	0.2995	0.9131	0.2130	0.1522	0.0058	0.0760

**Çizelge A.8** : Trieste için NASA'dan alınan NDVI verileri (2014).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2014	0.0458	0.6186	199.879	0.5728	0.2665	0.0107
17.1.2014	0.0202	0.4594	153.377	0.4392	0.2514	0.0175
2.2.2014	0.0500	0.5353	139.769	0.4853	0.3494	0.0108
18.2.2014	-0.0303	0.6908	276.261	0.7211	0.3497	0.0296
6.3.2014	-0.1428	0.6280	240.087	0.7708	0.2964	0.0437
22.3.2014	0.0421	0.6772	283.369	0.6351	0.3498	0.0285
7.4.2014	0.0053	0.5849	150.061	0.5796	0.3062	0.0288
23.4.2014	0.1125	0.7427	365.086	0.6302	0.4507	0.0353
9.5.2014	0.0047	0.7140	337.203	0.7093	0.4163	0.0384
25.5.2014	0.1515	0.6014	203.850	0.4499	0.3846	0.0198
10.6.2014	0.1163	0.6130	182.720	0.4967	0.3583	0.0266
26.6.2014	0.1025	0.6527	323.825	0.5502	0.3998	0.0249
12.7.2014	0.0612	0.6850	239.406	0.6238	0.3627	0.0327
28.7.2014	0.0514	0.6515	297.036	0.6001	0.3667	0.0392
13.8.2014	0.0470	0.6165	181.409	0.5695	0.3423	0.0333
29.8.2014	0.5872	0.9932	633.507	0.4060	0.7821	0.0089
14.9.2014	-0.0279	0.6846	296.215	0.7125	0.3657	0.0408
30.9.2014	-0.0909	0.6656	334.188	0.7565	0.4126	0.0323
16.10.2014	-0.0751	0.6943	291.050	0.7694	0.3593	0.0475
1.11.2014	-0.1449	0.5800	156.257	0.7249	0.2648	0.0473
17.11.2014	-0.0609	0.3419	58.103	0.4028	0.1490	0.0156
3.12.2014	0.0000	0.6749	229.788	0.6749	0.3767	0.0334
19.12.2014	-0.1735	0.9220	261.609	10.955	0.3230	0.0486



**Çizelge A.9** : Trieste için NASA'dan alınan NDVI verileri (2015).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2015	0.0623	0.6283	221.986	0.5660	0.2741	0.0161
17.1.2015	0.0799	0.6272	227.222	0.5473	0.2805	0.0148
2.2.2015	0.0903	0.5946	212.835	0.5043	0.2729	0.0138
18.2.2015	0.1280	0.5722	229.495	0.4442	0.2905	0.0132
6.3.2015	0.0712	0.5840	222.854	0.5128	0.2751	0.0132
22.3.2015	0.0653	0.5887	230.297	0.5234	0.2843	0.0135
7.4.2015	0.0876	0.8602	279.445	0.7726	0.3450	0.0287
23.4.2015	0.0982	0.8255	310.890	0.7273	0.3838	0.0283
9.5.2015	0.1574	0.8645	308.084	0.7071	0.4339	0.0255
25.5.2015	0.0682	0.8605	327.252	0.7923	0.4040	0.0275
10.6.2015	0.0832	0.8772	334.436	0.7940	0.4129	0.0326
26.6.2015	0.0862	0.8543	335.292	0.7681	0.4139	0.0291
12.7.2015	0.1808	0.8900	357.044	0.7092	0.4408	0.0234
28.7.2015	0.0800	0.8529	312.364	0.7729	0.3954	0.0247
13.8.2015	0.1084	0.8601	327.302	0.7517	0.4143	0.0302
29.8.2015	0.1110	0.8907	333.033	0.7797	0.4112	0.0291
14.9.2015	0.0954	0.8323	315.031	0.7369	0.3889	0.0274
30.9.2015	0.0911	0.9530	384.514	0.8619	0.4747	0.0547
16.10.2015	0.0766	0.8776	341.333	0.8010	0.4214	0.0318
1.11.2015	0.0804	0.7596	279.771	0.6792	0.3730	0.0214
17.11.2015	0.1051	0.6315	253.448	0.5264	0.3129	0.0171
3.12.2015	0.0372	0.6398	224.602	0.6026	0.3035	0.0182
19.12.2015	0.0725	0.5134	216.990	0.4409	0.2893	0.0110

**Çizelge A.10** : Trieste için NASA'dan alınan NDVI verileri (2016).

<b>date</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>sum</b>	<b>range</b>	<b>mean</b>	<b>variance</b>
1.1.2016	0.1056	0.8652	252.068	0.7596	0.3112	0.0252
17.1.2016	0.0358	0.5930	200.788	0.5572	0.2479	0.0156
2.2.2016	0.0505	0.5862	229.043	0.5357	0.2828	0.0148
18.2.2016	0.2132	0.5470	94.175	0.3338	0.3622	0.0069
5.3.2016	0.1024	0.5567	244.805	0.4543	0.3022	0.0126
21.3.2016	0.1979	0.7086	317.128	0.5107	0.3915	0.0146
6.4.2016	0.0866	0.9106	299.447	0.8240	0.3697	0.0288
22.4.2016	0.9175	300.244	0.8166	0.3707	0.0305	0.1746
8.5.2016	0.1173	0.8784	339.612	0.7611	0.4193	0.0312
24.5.2016	0.1446	0.8423	336.567	0.6977	0.4155	0.0239
9.6.2016	0.1025	0.8763	329.034	0.7738	0.4062	0.0269
25.6.2016	0.1369	0.8688	359.367	0.7319	0.4437	0.0278
11.7.2016	0.0624	0.8931	316.937	0.8307	0.3913	0.0321
27.7.2016	0.1523	0.8476	309.050	0.6953	0.4014	0.0279
12.8.2016	0.1406	0.8527	322.654	0.7121	0.3983	0.0268
28.8.2016	0.0828	0.8389	305.578	0.7561	0.3773	0.0260
13.9.2016	0.0786	0.8522	332.801	0.7736	0.4109	0.0297
29.9.2016	0.1471	0.8628	331.695	0.7157	0.4095	0.0257
15.10.2016	0.1126	0.7653	317.893	0.6527	0.3925	0.0267
31.10.2016	0.0690	0.7852	311.141	0.7162	0.3841	0.0259
16.11.2016	0.0552	0.6185	240.499	0.5633	0.2969	0.0177
2.12.2016	0.0651	0.5773	221.123	0.5122	0.2764	0.0154
18.12.2016	0.0797	0.7330	259.427	0.6533	0.3203	0.0198

## EK B

### Plotter.m

```
loadfunc;
tri_min_wt = cwtHelper(weather_min_tri,4,4,5);
tri_sum_wt = cwtHelper(weather_sum_tri,4,4,5);
tri_mean_wt = cwtHelper(weather_mean_tri,4,4,5);
tri_max_wt = cwtHelper(weather_max_tri,4,4,5);
tri_variance_wt = cwtHelper(weather_variance_tri,4,4,5);

min_wt = cwtHelper(weather_min,4,4,5);
sum_wt = cwtHelper(weather_sum,4,4,5);
mean_wt = cwtHelper(weather_mean,4,4,5);
max_wt = cwtHelper(weather_max,4,4,5);
variance_wt = cwtHelper(weather_variance,4,4,5);

%% Plotter Part
figure;
subplot(241);plot(weather_min_tri);title('Trieste NDVI Değerleri');ylabel(' NDVI ');
subplot(242);plot(weather_max_tri);title('Trieste NDVI Maksimum
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(243);plot(weather_mean_tri);title('Trieste NDVI Ortalama
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(244);plot(weather_variance_tri);title('Trieste NDVI Ortalama
Sapması');ylabel('Sapma Oranı');

subplot(245);plot(tri_min_wt);title('Trieste işlenmiş NDVI Minimum
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(246);plot(tri_max_wt);title('Trieste işlenmiş NDVI Maksimum
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(247);plot(tri_mean_wt);title('Trieste işlenmiş NDVI Ortalama
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(248);plot(tri_variance_wt);title('Trieste Hava işlenmiş Ortalama
Sapması');ylabel('Sapma Oranı');
%% Plotter For Istanbul
figure;
subplot(241);plot(weather_min);title('İstanbul NDVI Minimum
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(242);plot(weather_max);title('İstanbul NDVI Maksimum
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(243);plot(weather_mean);title('İstanbul NDVI Ortalama
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(244);plot(weather_variance);title('İstanbul NDVI Ortalama
Sapması');ylabel('Sapma Oranı');

subplot(245);plot(min_wt);title('İstanbul işlenmiş NDVI Minimum
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(246);plot(max_wt);title('İstanbul işlenmiş NDVI Maksimum
Değerleri');ylabel('NDVI Değerleri');
subplot(247);plot(mean_wt);title('İstanbul işlenmiş NDVI Ortalama
Değerleri');ylabel('Hava Değerleri');
subplot(248);plot(variance_wt);title('İstanbul Hava işlenmiş Ortalama
```

```
Sapmasi');ylabel('Sapma Orani');
```

### **cwtHelper.m**

```
function QRSBand = cwtHelper(Data,Lvl,StartLvl,EndLvl)
wt = modwt(Data,Lvl);
wtrec = zeros(size(wt));
wtrec(StartLvl:EndLvl,:) = wt(StartLvl:EndLvl,:);
QRSBand = imodwt(wtrec,'sym4');
end
```

### **loadfunc.m**

```
load('ist_data.mat');
load('trieste_data.mat');
weather_min = [ist_data(:,1);ist_data(:,7);ist_data(:,13);ist_data(:,19);ist_data(:,25)];
weather_max = [ist_data(:,2);ist_data(:,8);ist_data(:,14);ist_data(:,20);ist_data(:,26)];
weather_sum = [ist_data(:,3);ist_data(:,9);ist_data(:,15);ist_data(:,21);ist_data(:,27)];
weather_range = [ist_data(:,4);ist_data(:,10);ist_data(:,16);ist_data(:,22);ist_data(:,28)];
weather_mean = [ist_data(:,5);ist_data(:,11);ist_data(:,17);ist_data(:,23);ist_data(:,29)];
weather_variance = [ist_data(:,6);ist_data(:,12);ist_data(:,18);ist_data(:,24);ist_data(:,30)];

weather_min_tri =
[trieste_data(:,1);trieste_data(:,7);trieste_data(:,13);trieste_data(:,19);trieste_data(:,25)];
weather_max_tri =
[trieste_data(:,2);trieste_data(:,8);trieste_data(:,14);trieste_data(:,20);trieste_data(:,26)];
weather_sum_tri =
[trieste_data(:,3);trieste_data(:,9);trieste_data(:,15);trieste_data(:,21);trieste_data(:,27)];
weather_range_tri =
[trieste_data(:,4);trieste_data(:,10);trieste_data(:,16);trieste_data(:,22);trieste_data(:,28)];
weather_mean_tri =
[trieste_data(:,5);trieste_data(:,11);trieste_data(:,17);trieste_data(:,23);trieste_data(:,29)];
weather_variance_tri =
[trieste_data(:,6);trieste_data(:,12);trieste_data(:,18);trieste_data(:,24);trieste_data(:,30)];
```

## EK C

```
public void clusterWithWekaKMeans() {

    SimpleKMeans cluster = new SimpleKMeans();
    cluster.setNumClusters(2);
    cluster.getMaxIterations();
    Instances dataSource = loadDataFromDatabase();

    try {
        AddCluster filter = new AddCluster();
        filter.setClusterer(cluster);
        filter.setInputFormat(dataSource);
        filter.useFilter(dataSource, filter);
        Instances newInstance = Filter.useFilter(dataSource, filter);
        int[] clusterSize = cluster.getClusterSizes();
        for (int i = 0; i < clusterSize.length; i++) {
            System.out.println("Cluster" + i + ": " + clusterSize[i] + “
NDVI”);
        }
    } catch (Exception e) {
        System.out.println("Error " + e);
    }
}
```



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

**Ad-Soyad:** Ayşegül Çalışkan

**Doğum Tarihi:** 03.01.1992

**E-Posta:** caliskanaysegul\_92@hotmail.com



**Adres:** İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı Trafik Müdürlüğü  
Bakırköy Ek Hizmet Binası Bakırköy/İstanbul

### Eğitim Bilgileri:

**Lisans:** 2014, Trakya Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojileri Bilişim Sistemleri

**Yüksek Lisans:** İstanbul Aydın Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği ABD

### Programlama Bilgileri

C#, MS SQL, Java, MATLAB.

### Dil Bilgisi

İngilizce

### Yayınları

Çalışkan, A.; İki Farklı Bölge İçin Uzaktan Algılama Yöntemlerine Dayalı Olarak Isı Adaları Ve Şehirleşme Analizi (2018), İstanbul.

Çalışkan, A., Enhanced Coordination in Istanbul's Mobility Environment (2018), İstanbul.

Çalışkan, A., Designing Istanbul's Mobility Status Updates System (2018), İstanbul.

