

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE İSTANBUL
PENDİK İLÇESİNİN ALANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halil İhsan ALTUNDAŞ

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

EYLÜL 2018

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE İSTANBUL
PENDİK İLÇESİNİN ALANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Halil İhsan ALTUNDAŞ
(705101012)**

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL

EYLÜL 2018

İTÜ, Bilişim Enstitüsü' nün 705101012 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Halil İhsan ALTUNDAŞ ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE İSTANBUL PENDİK İLÇESİNİN ALANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Azime TEZER**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Füsun BALIK ŞANLI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **28 Ağustos 2018**

Savunma Tarihi : **04 Eylül 2018**





Babama,



ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında bilgi ve deneyimleriyle bana yardımcı olan ve çalışma ortamı yaratan değerli danışman hocam Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL' e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmam boyunca verilerinden yararlandığım ve çalışmalarına büyük katkıları olan Pendik Belediye Başkanlığı Plan ve Proje Müdürlüğü 'nde çalışan Şehir-Bölge Plancısı arkadaşlarım; Rafet DİREN' e ve Faik KÖKTEMİR' e teşekkür ederim.

Çalışmamda her zaman bana destek olan eşim, Başak ALTUNDAŞ' a ve varlığı ile beni daha çok motive eden oğlum Mustafa Kemal ALTUNDAŞ' a sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Eylül 2018

Halil İhsan ALTUNDAŞ
(Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	4
1.2 Kapsam.....	4
1.3 Yöntem	5
2. UYDU GÖRÜNTÜLERİNDEN BİLGİ ÇIKARIMI.....	7
2.1 Yeryüzü Cisimlerinin Spektral Özellikleri.....	7
2.1.1 Kentsel alanların spektral karakteristikleri.....	8
2.2 Geometrik Düzeltme (Rektifikasyon)	9
2.3 Yeniden Örnekleme (Resampling).....	10
2.4 Sınıflandırma	11
2.4.1 Kontrollü sınıflandırma	11
2.4.2 Sınıflandırma doğruluğu	11
2.5 Corine Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Lejantı	12
3. ÇALIŞMA ALANI, KULLANILAN VERİLER VE YÖNTEM.....	15
3.1 Kullanılan Veriler	17
3.1.1 Uydu görüntüleri	17
3.1.1.1 Ikonos uydusu	17
3.1.1.2 Spot-7 uydusu	19
3.1.1.3 Worldview-2 uydusu	20
3.1.2 Arazi kullanım durumları.....	22
3.1.3 Pendik ilçesine ait 1/5000 ölçekli nazım imar planları (N.İ.P).....	24
3.2 Yöntem	28
4. UYGULAMA.....	29
4.1 Uydu Görüntülerinin İşlenmesi	29
4.2 Kontrollü Sınıflandırma İşlemi	30
4.2.1 Doğruluk analizi.....	31
4.2.2 Zamansal değişimin belirlenmesi.....	32
4.3 Görüntüler Üzerinden Sayısallaştırma	35
4.4 Arazi Kullanım Durumu ve Nazım İmar Planlarının Sayısallaştırılması ve Alansal Karşılaştırmaları.....	38
4.5 Karşılaştırmalı Değerlendirme	43
4.5.1 Yollar.....	43
4.5.2 Uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumlarının karşılaştırılması	44
4.5.3 TEM otoyolu güneyi değerlendirmesi	46

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	59



KISALTMALAR

SPOT	: Satellite Pour l'Observation de la Terre
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UTM	: Universal Transverse Mercator
WGS	: World Geodetic System
İDO	: İstanbul Deniz Otobüsleri
TEM	: Transit European Motorways
GMES	: Global Monitoring for the Environment and Security
N.İ.P	: Nazım İmar Planı
HA	: Hektar
LUCC	: Land use-Land Cover Change
IGBP	: The International Geosphere-Biosphere Programme
IHDP	: International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Corine lejantı	13
Çizelge 3.1 : 2005 – 2017 yılları arasında Pendik ilçesi nüfusu.....	16
Çizelge 3.2 : Ikonos uydusu teknik özellikleri	18
Çizelge 3.3 : Spot-7 uydusu teknik özellikleri.....	19
Çizelge 3.4 : Worldview-2 uydusu teknik özellikleri	21
Çizelge 4.1 : Ikonos ve Spot-7 uydu görüntülerinin geometrik düzeltmesine ait karesel ortalama hataları	30
Çizelge 4.2 : Sınıflandırma sonuçları	31
Çizelge 4.3 : Ikonos uydusu sınıflandırma doğruluğu raporu	32
Çizelge 4.4 : Spot-7 uydusu sınıflandırma doğruluğu raporu.....	32
Çizelge 4.5 : Uydu görüntülerinden sınıflandırılmış alanların karşılaştırılması.....	34
Çizelge 4.6 : 2005 - 2017 yılları arazi kullanım durumlarının karşılaştırılması	39
Çizelge 4.7 : 2005 - 2017 yıllarına ait N.İ.P karşılaştırılması	40
Çizelge 4.8 : Genelleştirilmiş arazi kullanım durumları ve farklar	41
Çizelge 4.9 : Genelleştirilmiş N.İ.P sınıfları ve farklar	42
Çizelge 4.10 : Uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılan yollar	43
Çizelge 4.11 : Arazi kullanım durumu paftası ve N.İ.P üzerinden sayısallaştırılan yolların alanları ve karşılaştırılması.....	43
Çizelge 4.12 : 2005 yılı N.İ.P ile 2017 yılı arazi kullanım durumu paftasından sayısallaştırılan yolların karşılaştırılması.....	43
Çizelge 4.13 : Uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumlarına göre alanlar	44
Çizelge 4.14 : 2005 N.İ.P ve 2017 arazi kullanım durumu karşılaştırması	45
Çizelge 4.15 : Uydu görüntülerinin TEM otoyolu güneyi için genelleştirilmiş sınıfları ve alanları	46



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Kentsel alanlardaki farklı arazi kullanımı/örtüsüne ait spektral yansıtım eğrileri	8
Şekil 2.2 : Yeniden örnekleme yöntemleri	10
Şekil 3.1 : Pendik ilçesinin konumu	15
Şekil 3.2 : Yıllara göre nüfus sayıları	16
Şekil 3.3 : Pendik ilçesi 2005 yılı ikonos uydu görüntüsü	18
Şekil 3.4 : Pendik ilçesi 2017 yılı spot-7 uydu görüntüsü	20
Şekil 3.5 : Pendik ilçesi 2012 yılı worldview-2 uydu görüntüsü.....	22
Şekil 3.6 : 2005 yılı arazi kullanım durumu paftası.....	23
Şekil 3.7 : 2017 yılı arazi kullanım durumu paftası.....	23
Şekil 3.8 : 2005 yılı N.İ.P paftası.....	26
Şekil 3.9 : 2017 yılı N.İ.P paftası.....	27
Şekil 3.10 : Çalışma akış diyagramı	28
Şekil 4.1 : Sınıflandırılmış görüntüler	31
Şekil 4.2 : Fark görüntüsü.....	33
Şekil 4.3 : Renklendirilmiş fark görüntüsü.....	34
Şekil 4.4 : Uydu görüntüleri üzerinden sınıflandırılmış alanlar	35
Şekil 4.5 : İkonos uydusu üzerinden sayısallaştırılan yollar	36
Şekil 4.6 : Spot-7 uydusu üzerinden sayısallaştırılan yollar.....	37
Şekil 4.7 : 2005-2017 yıllarına ait genelleştirilmiş arazi kullanım durumları.....	42
Şekil 4.8 : 2005-2017 yıllarına ait genelleştirilmiş N.İ.P	42
Şekil 4.9 : Uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumları.....	45
Şekil 4.10 : TEM otoyolu güneyine ait sınıflandırma sonuçları.....	46
Şekil 4.11 : 2005 yılı ikonos uydusu TEM otoyolu güneyi sınıflandırılmış görüntü	47
Şekil 4.12 : 2017 yılı spot-7 uydusu TEM otoyolu güneyi sınıflandırılmış görüntü.	47



YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE İSTANBUL PENDİK İLÇESİNİN ALANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Şehirleşmenin yayılması üzerine yapılan araştırmalara göre gelişmiş uydu sistemleri; özellikle konum ile ilgili bilgi verebilme, veri üretebilme ve analiz yeteneği sayesinde ilgili bölgeye yapılan yatırımların etkisinin belirlenebilmesinde önemli bir planlama aracı olmuştur. Uzaktan algılama teknolojisi, kentsel büyüme ve arazi kullanımı değişimindeki süreçlerin, mekansal ve zamansal dinamiklerin ortaya konulmasında eşsiz bir tekniktir. Kentsel alanların haritalanması, kentsel büyümenin ve arazi kullanımının/değişiminin analizlerinin yapılması ve modellenmesi için kaynak veri oluşturulmasında çokça kullanılmaktadır.

Uzaktan algılama teknikleri ile arazi örtüsü kullanımını/değişimini saptamak ve kontrol etmek için farklı ölçeklerde, farklı zamanlara ait uydu görüntüleri üzerinden değişimin belirlenebilmesi, karşılaştırmalı analizlerin yapılabilmesi önemli fırsatlar sağlamaktadır. Uzaktan algılama tekniği, özellikle imar planlarının yapılması aşamasında, geleceğe yönelik olarak hızlı ve etkin karar verebilme yeteneği ile oldukça önemli bir araçtır.

Tez kapsamında; ulaşım imkanlarının çeşitliliği (kara, hava, deniz ve demiryolu) ve İstanbul' a Anadolu' dan giriş kapısı konumunda bulunması ve dolayısıyla sürekli büyüme eğiliminde olan Pendik ilçesindeki yapay yüzeylerin (yollar, raylı sistem ve bağlantı noktaları, limanlar, havaalanları, maden ocakları, boşaltım alanları, inşaat bölümleri, yeşil yerleşim alanları, spor ve dinlenme alanları), 2005 ve 2017 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden ayırt edilmesi, sınıflandırılması ve haritalanması amacına yönelik uygulama ve değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Bu genel amaç doğrultusunda tezin ana hedefleri;

- Yüksek çözünürlüğe sahip 2005 yılına ait Ikonos ve 2017 yılına ait Spot-7 uydu görüntüleri kullanılarak yapay yüzeylerin, genel olarak Corine lejantı seviye 1 düzeyinde, arazi örtüsü ve arazi kullanımının en çok benzerlik yöntemi ile belirlenmesi,
- İlçenin 2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu paftalarında yer alan yapay yüzey alanları ile 2005 yılı Ikonos ve 2017 yılı Spot-7 uydu görüntülerinden çıkartılmış olan yapay yüzey alanlarının karşılaştırmalarının yapılması,
- Pendik ilçesi sınırları içinde yer alan ana yolların, yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerinden yapılan sayısallaştırılma sonuçlarının karşılaştırılması ve nazım imar planları ile uyumluluğunun değerlendirmesinin yapılması,

işlem adımları olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın ana materyalleri, 1m x 1m mekansal çözünürlüğe sahip 3 bantlı 2005 yılına ait Ikonos, 1m x 1m çözünürlüğe sahip 4 bantlı 2017 yılına ait Spot-7, 1m x 1m çözünürlüğe sahip 3 bantlı 2012 yılına ait Worldview-2 (sadece geometrik düzeltme için, referans veri olarak kullanılmıştır) uydularından elde edilmiş yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, 2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu paftaları ile 2005 ve 2017 yıllarına ait 1/5000 ölçekli nazım imar planı paftaları, 1/1000 ölçekli halihazır haritalar ve Google Earth görüntüleri kullanılmıştır.

Uydu görüntülerinin geometrik düzeltmesi, işlenmesi, analizi için Erdas 9.2 programı kullanılmış olup, imar planları ve arazi kullanım durumu paftalarının sayısallaştırılması, vektörizasyonu ve alan hesaplamaları Netcad 7.6 gis programı ile yapılmıştır.

Yapılmış alanlar bakımından Pendik ilçesindeki değişimin tespit edilebilmesi, arazi kullanımının/değişimlerinin saptanabilmesi ve bu değişimlerin değerlendirilebilmesi, yorumlanabilmesi için bölgeye ait tüm verilerin ortak bir koordinat sisteminde tanımlı olması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmanın birinci aşamasında söz konusu verilerden farklı koordinat sisteminde ve farklı çözünürlüklerde olan; 2005 yılına ait Ikonos ve 2017 yılına ait Spot-7 uydu görüntüleri, 2012 yılına ait Worldview-2 uydu görüntüsü referans alınarak geometrik dönüşüme tabi tutulmuştur.

Uydu görüntülerinin geometrik düzeltme işlemi sonrasında, 2005 ve 2017 yıllarına ait görüntüler üzerinden kontrollü sınıflandırma yapılmış, bu sınıflandırmalara ait genel doğruluk ve kappa doğruluk oranları hesaplanmıştır. 2005 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumları 200' er sınıf olarak çalışılmış ve yapay yüzeyler, su ve diğer (tarımsal alanlar, ormanlar ve doğal alanlar, park ve yeşil alanlar), sınıfları olarak 3 sınıfa genelleştirilmişlerdir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, tüm verilerin UTM WGS84 datum ve koordinat sisteminde tanımlı olması ile ekran üzerinden ana arterler başta olmak üzere 2005 ve 2017 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden 100' er adet yol sayısallaştırılmış ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda ortaya çıkan değişim oranının, aynı yıllara ait arazi kullanım durumları arasındaki karşılaştırma sonucu hesaplanan değişim oranı ile benzerliğinin olup olmadığı test edilmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında ise, tüm değerlendirme sonuçlarının, ilçeye ait 1/5000 ölçekli nazım imar planları göz önüne alınarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sonuç olarak, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü üzerinden yapay yüzeylerin ayırt edilmesinde sayısallaştırma ve sınıflandırma ile tematik harita üretimi yapılacak ve yollar özelinde çıkarılan bilginin doğruluğu karşılaştırmalı olarak ortaya konulacaktır. Ayrıca, bölgeye ait 1/5000 ölçekli nazım imar planlarının mevcut duruma katkısı konusu incelenerek yorumlanacaktır.

ANALYSIS OF FIELD CHANGES IN PENDİK PROVINCE OF ISTANBUL WITH HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGES

SUMMARY

According to researches on the urban sprawl advanced satellite systems; has been an important planning tool in determining the impact of investments made in the relevant region, especially through its ability to provide location information, data production and analysis capabilities.

Remote sensing technology is a unique technique for revealing the spatial and temporal dynamics of the processes of urban growth and land use change. Mapping of urban areas is often used to generate source data for analyzing and modeling of urban growth and land use / change.

Remote sensing techniques provide significant opportunities to identify and control the use of land cover, to determine the changeover satellite images at different scales at different times, and to perform comparative analyzes.

The remote sensing technique is a very important tool especially with the ability to make quick and effective decisions for the future in the process of making development plans.

Within the thesis; in the Pendik district the diversity of transport facilities (roads, railway systems and connection points, ports, airports, mines, quarries, etc.) and its position of entrance gate from Anatolia to Istanbul and therefore has a tendency of continuous growth classification and mapping of high resolution satellite images for the years 2005 and 2017 were carried out for the purpose of classification and mapping.

In line with this general objective, the main objectives of the thesis are;

- Determination of artificial surfaces, land cover and land use at the level of Corine legend level 1 in general by using the similarity method, using Ikonos of 2005 with high resolution and Spot-7 satellite images of 2017,
- Comparisons of artificial surface areas in the state of land use for 2005 and 2017, and artificial surface areas extracted from 2005 Ikonos and 2017 Spot-7 satellite images,
- Comparison of the digitization results of the main roads within the Pendik district boundaries with high resolution images and evaluation of the compatibility with the master plans,

process steps.

The main materials of the workshop are the high resolution satellite images obtained from the satellites 3-bands Ikonos with a spatial resolution of 1m x 1m for the year 2005, the 4-bands Spot-7 with with a spatial resolution of 1m x 1m for the year 2017 and Worldview-2 with 3-bands with a resolution of 1m x 1m for the year 2012(for geometric correction only) , 2005 and 2017 land use cases, 1/5000 scale master plans for 2005 and 2017, 1/1000 scale current maps and Google Earth images were used.

The Erdas 9.2 program was used for geometric correction, processing and analysis of satellite imagery, digitization of the zoning plans and land use situations, vectorization and field calculations were done with Netcad 7.6 gis program.

All data belonging to the region should be brought together in a common coordinate system in order to be able to determine the change in the Pendik district, to determine the land use / change and to evaluate and interpret these changes in terms of structured areas.

For this reason, in the first phase of the study, it is necessary to have a different coordinate system and different resolutions; The 2005 Ikonos and 2017 Spot-7 satellite imagery were geometrically transformed with reference to the 2012 Worldview-2 satellite imagery.

After the geometric correction of the satellite images, controlled classification was made on the images for years 2005 and 2017, and general accuracy and kappa accuracy rates of these classifications were calculated.

Satellite imageries and land use cases for 2005 and 2017 were studied as 200 classes and artificial surfaces, water and other (agricultural areas, forests and natural areas, parks and green areas) were generalized to 3 classes.

In the second phase of the study, 100 data are digitized and compared on the high-resolution satellite images of 2005 and 2017, mainly on the main arteries, with all data being defined in the UTM WGS84 datum and coordinate system.

It has been tested whether the rate of change resulting from this comparison is comparable to the calculated rate of change between land use cases of the same years.

In the third phase of the study, the results of all evaluations were evaluated taking into account the provincial 1/5000 scale master plans.

From the point of view of temporal change, according to analyzes made on high resolution satellite images and land use cases within 12 years time period between 2005 and 2017; for the Pendik district, the high increase was found to be in the artificial surface areas, whereas green area, forest area etc. decreased in the same ratio.

Consumption increase as a result of the rising in the Pendik population and therefore the boost in needs, makes the change of natural environments inevitable.

The ability to keep up-to-date with the rapid change in land use is crucial for achieving sustainable development.

During the review of permanent land use changes resulting from human influences, along with the social and economic evaluations, by the possible 1/1000 scale development plans made to the north of the TEM highway construction will be followed up in order to protect current situations of the forest and agricultural areas

of this region and the Ömerli drinking water basin it is possible to obtain results that will benefit the authorized and interested persons in their work.





1. GİRİŞ

Globalleşmenin en önemli etkilerinden biri kentsel alanlardaki hızlı büyümedir. Bu büyüme kentlerin değişken yapısından meydana gelmektedir. Kentsel alanlarda meydana gelen bu büyüme artışı kontrol edilemez bir duruma geldiğinde doğal kaynaklara zarar verebilmekte, arazi örtüsünde/kullanımında değişikliklere sebep olabilmektedir. Kentsel alanlardaki büyümeleri izlemede uzaktan algılama güvenilir bir araç olarak kullanılmaktadır (Maktav ve Uysal 2015).

Kentsel alanların büyüme eğilimleri, doğrusal olmayan ve dinamik etkileşimler gösterdiğinden dolayı, karmaşık bir sistemdir. Bu karmaşıklığın arazi kullanım sınıfları olarak tanımlanan kentsel planlama uygulamalarına nasıl entegre edilebileceği oldukça önemlidir (Tezer ve diğ, 2012). Uzaktan algılama ile kentsel alanlarda doğru arazi kullanım biçiminin belirlenmesi, toplum ve kentin gelecek projeksiyonunun ne şekilde olabileceğine dair önemli veriler içerir. Bu sebeple, şehir ve bölge planlama süreçlerinde, sağlam ve yaşanabilir yerler oluşturmada, sürdürülebilir bir şehircilik anlayışı ile afet ve çevre esaslı bir planlamanın gerçekleştirilmesi için farklı meslek disiplinlerine ait verilerin özel yöntemlerle değerlendirilmesi, plan öncesi analiz ve sentez sürecinde hayati önem taşımaktadır (Toptaş ve Tüdeş, 2014). Gelişen ve büyüyen şehirlerdeki değişimin global olarak tanımı için en önemli yaklaşım; arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişikliklerdir (Göksel ve diğ, 2018).

Şehirselleşmenin büyümesinin üzerinde konum faktörünün etkisi üzerine yapılan araştırmalarda uzaktan algılama, veri ve analiz kabiliyetleri ile önemli bir planlama aracı olmuştur. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı, çevresel değişimin en önemli göstergesi olarak, sürdürülebilir gelişme için büyük öneme sahiptir. Sürdürülebilir gelişmenin ise; sosyal, ekonomik ve çevresel olarak yaşam kalitesinin korunması ve artırılması ile birlikte, aynı zamanda, çevresel ve doğal kaynaklardaki bozulmayı dikkate alarak tasarlanmış nitelikte olması önerilmiştir (Yuyao ve diğ, 2013).

Arazi kullanımını açısından bakıldığında kentleşme, karmaşık ve değişken bir olgudur. Zaman ve ekonomik avantajı olan uzaktan algılama uygulamalarındaki çok bantlı ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile yerleşim alanlarındaki bu değişkenliğin izlenmesi, ve arazi kullanım değişimlerinin belirlenmesi, çeşitli görüntü işleme yöntemleri uygulanarak, hızlı ve doğru bir şekilde yapılmaktadır (Şanlı ve diğ, 2006).

Arazi örtüsü ve kullanımına dair, uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve bu sınıfların alansal olarak ortaya konulmasının yanı sıra, tematik haritaların hazırlanmasında da bilgisayar teknolojisinin gelişmesine paralel olarak pek çok yöntem uygulanmaktadır (Göksel ve diğ, 2016; Schneider ve diğ, 2003).

Yüksek özünürlüklü uydu görüntülerinin kullanımının artışı ile özellikle mevcut durum ve değişimin incelenmesinde sınırsız kapasitesi ile uzaktan algılama teknolojisi, arazi kullanımının uygunluk değerlendirilmesinde etkin bir karar destek sistemi olarak ortaya çıkmaktadır (Inneke ve diğ, 2006; Zhou ve diğ, 2008; Zhu ve diğ, 2012).

Yüksek özünürlüklü uydu görüntülerinde konumsal çözünürlük 10 m' nin altında olup, yüksek geometrik doğruluk, spektral kapasite, güncel veri elde edilebilmesi, arşiv verilerden yararlanılması ve alan büyüklüğü için bir kısıt olmaması gibi avantajları sayesinde çalışma kolaylığı sağlamaktadır (Url-1). Uzaktan algılama geniş alanları kapsayan mekansal ayrıntılara ait veriler sağlamaktadır. Bu nedenle, kentsel büyüme ve arazi kullanımındaki/değişimindeki süreçlerde, konum ve zaman ilişkisi içerisinde eşsiz bir veri üretme aracı olarak vurgulanmıştır (Herold, ve diğ, 2003). Farklı ölçeklerde çalışma imkanı sunan farklı özellikteki uydulardan, farklı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak arazi örtüsü ve arazi kullanımını değişimlerini saptamak ve izlemek konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. (Taubenböck ve diğ, 2012; Baud ve diğ, 2010; Ji ve diğ, 2006; Stefanov ve diğ, 2001; Wilson ve diğ, 2003).

Planlı ya da plansız olarak yönlendirilen arazi kullanım kararlarının olası doğal tehlike etkilerini arttırması; yerleşim, tarım, turizm, koruma alanları gibi kullanımların uygun olmayan alanlarda yer seçimi ile ekonomik, kültürel, sosyal, yaşamsal kayıplara yol açması olasıdır. Uzaktan algılama ile kentsel alanlarda uygun

arazi kullanım biçiminin belirlenmesi, kenti oluşturan toplum için ve kent için çok önemlidir (Zang ve diğ, 2010).

Uzaktan algılama teknolojisi ile arazi kullanımının ve değişiminin zamana ve konuma bağlı olarak görsel ve istatistiksel olarak tespit edilebilmesi, hız ve ekonomi bakımından önemli bir kazanç olmasının yanında; doğruluğu yüksek oranda veri üretebilmesi özelliği ile de bölge hakkında analitik değerlendirme süreçlerine yönelik olanakları önemli ölçüde arttırarak, planlama sürecinde kullanıcılara amacına uygun yöntem ve model üretebilme imkanı sağlayabilmektedir (Hellowell, 1991; Banister ve diğ, 1997; Kumar ve diğ, 2008; Göksel ve diğ, 2016).

Arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişimler, yeryüzünün değişimine ve dönüşümüne sebep olan çevresel değişikliklerin etkisini arttırmaktadır (Turner ve diğ, 1994). Bu değişim ve dönüşümler, zamana bağlıdır. Değişimin nedeni ise; yerel ve bölgesel yönetimlerin, ekonomik, kültürel, sosyal ve ekolojik süreçlerle entegre aldığı kararlardır (Aspinall, 2006). Genel olarak; nüfus, trafik durumu, sanayileşme ve politikalar kentsel yayılmayı etkileyen temel faktörlerdir. (Xiao ve diğ, 2005).

Arazi kullanımındaki/örtüsündeki değişim; iklim, ekosistem süreçleri, biyokimyasal döngüler, canlı çeşitliliği ve daha da önemlisi insan hareketleri ile ilişkileri açısından önemli bir faktördür (Lopez ve diğ, 2001; Aguilar ve diğ, 2003).

Bu nedenle Arazi Kullanımı/ Örtüsü Değişimi (LUCC), Uluslararası Geosfer Biyosfer Programı (IGBP) ve Küresel Çevre Değişiminde Uluslararası İnsan Boyutu Programı (IHDP) projelerinin esas birleşimi olarak ele alınmıştır. Son yıllarda arazi kullanımı/örtüsü değişimine, kentsel alanlardaki ekosistemlerin insan etkinliklerinden fazlaca etkilendikleri ve neredeyse dünya nüfusunun yarısıyla yakın ilişki içinde bulunması nedeniyle çok daha fazla dikkat edilmiştir. Arazi kullanımındaki/örtüsündeki değişimin tespit edilmesi, farklı zamanlardaki halihazır durumun belirlenerek, farkın ve meydana gelen değişimin irdelenmesi işlemidir. Zamansal değişim tespitinde sınıflandırma yöntemleri, değişim matrisleri, görsel yorumlama, aritmetik işlemlerle gerçekleştirilen oran görüntüleri, fark görüntüleri, sınıflandırma sonrası karşılaştırılmaları, ekran üzerinden sayısallaştırma ile vektörel olarak değişim alanlarının tespiti vb. gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır (Stow, ve Chen 2002).

1.1 Amaç

Bu çalışmada; özellikle ulaşım imkanlarının çeşitliliği (kara, hava, deniz ve demiryolu) ve İstanbul' a Anadolu' dan giriş kapısı konumunda olmasından dolayı sürekli gelişim ve büyüme eğiliminde olan Pendik ilçesindeki sadece yapay yüzey alanları bakımından zamansal değişim tespitinin farklı yöntemlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın amacı olan yapay yüzey alanları bakımından Pendik ilçesindeki 2005 ile 2017 yılları arasındaki zamansal değişim analizi için belirlenen bilgi sınıfları, Corine lejantının birinci seviyesine göre; yapay yüzeyler, su varlığı ve diğer olmak üzere 3 ana başlık altında toplanarak genelleştirilmiştir.

Yapay yüzey alanlarındaki değişimler; 2005 ve 2017 yıllarına ait nazım imar planları raporlarında esas alınmış olan arazi kullanım durumları, aynı yıllara ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden yapılan sınıflandırmaların sonuçlarına göre yapılan değişim analizi ve ekran üzerinden yapılan sayısallaştırmalarla elde edilen vektör veriler kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada, uydu görüntüleri üzerinden elde edilen değişim analizi sonuçları ve sayısallaştırma ile elde edilen vektörel bazlı bilgiler ile arazi kullanım durumu paftaları üzerinden çizilen yapay yüzey alanları ile ayrıca yolların vektörel bazlı sonuçlarının karşılaştırılması yapılmış ve 2005 yılına ait Ikonos uydusu ile 2017 yılına ait Spot-7 uydusundan elde edilmiş yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak; Corine lejantının seviye 1 düzeyinde yapay yüzeyler sınıfı için bilgi çıkarımı olanakları farklı yöntemlerle test edilmiş, bu sınıf özelinde değişim analizi sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

1.2 Kapsam

Çalışma alanı olarak seçilen Pendik; yaklaşık 190 km² yüzölçüme ve 7,5 km sahil şeridine sahiptir. Ayrıca İstanbul' un en büyük su kaynaklarından biri olan Ömerli Barajı da ilçe sınırları içerisinde kalmaktadır.

Pendik; gerek İstanbul, gerekse de Kocaeli, Bursa ve Adapazarı gibi yakın iller için önemli bir merkezdir. Bu önemi sağlayan sadece konumu değildir; uluslararası havalimanı (İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı), Türkiye' nin en büyük teknoloji

merkezi (Teknopark İstanbul), Türkiye' nin ikinci büyük hastanesi (Marmara Eğitim ve Araştırma Hastanesi), Türkiye' nin outlet konseptli en büyük alışveriş merkezi (Viaport) ve İstanbul' un üçüncü büyük marinasıyla (Marin Türk) Türkiye' nin önemli ilçelerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Pendik; kara (D100 Karayolu ve E80 Otoyolu), hava (Sabiha Gökçen Havalimanı), deniz (İstanbul Deniz Otobüsleri A.Ş. – İDO) ve demir (Yüksek Hızlı Tren, Metro) yollarıyla Türkiye' de dördü bir arada ulaşım olanakları bulunan nadir ilçelerden biridir.

Çalışmada Pendik ilçesinin; 2005 yılına ait Ikonos ve 2017 yılına ait Spot7 uydularından elde edilmiş yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak, yapay yüzey alanları özellik sınıfları için bilgi çıkarımı yapılmıştır. Bu değişimin doğru tespit edilebilmesi için gerekli koşullar ise; aynı alana ait farklı zamanlarda elde edilmiş yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin aynı koordinat sisteminde tanımlı olması ve yüksek doğrulukta sınıflandırılmış olmalarıdır.

Pendik ilçesi için 2005 ve 2017 yıllarına ait görüntüler arasındaki değişim bilgisi elde edilmiş ve bu iki görüntü arasındaki farklılık “yapay yüzey alanları” bakımından detaylı olarak belirlenmiştir.

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin hem sınıflandırma sonucu hem de ekran üzerinden yapılan sayısallaştırma ile yapay yüzey alanları bakımından elde edilen farkları ile ilçenin 2005 ve 2017 yıllarına ait 1/5000 ölçekli nazım imar planlarına esas olan arazi kullanım durumları arasındaki farkların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Arazi örtüsü ve arazi kullanımları, yapay yüzey alanları özelinde ortaya konulmuş ve değişim analizi sunulmuştur.

1.3 Yöntem

Çalışmada, İstanbul Pendik ilçesi için yapay yüzeyler arazi kullanımı/değişimi sınıfları, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve bölgeye ait nazım planlarına esas olan arazi kullanım durumları ile birlikte değerlendirilmiştir. Planlanan ve gerçekleşen durum karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Bu çalışma; 5 adımda gerçekleştirilmiştir:

1. Adım: Görüntü ön işleme (geometrik düzeltme ve yeniden örnekleme),

2. Adım: Sınıflandırma (Corine arazi örtüsü lejantına göre) ,
3. Adım: Ekran üzerinden sayısallaştırma,
4. Adım:İki farklı zamanlı ve farklı özellikte uydu verilerinden elde edilen verilerin karşılaştırılması,
5. Adım: Alansal karşılaştırmaların plan gerçeği verileri ile uyumu.



2. UYDU GÖRÜNTÜLERİNDEN BİLGİ ÇIKARIMI

Uzaktan algılama, cisimler ile fiziksel bir temasta bulunmaksızın onlar hakkında bilgi edinilmesi, onların tanınması, çevrelerinden ayırt edilmesi ve bu bilgilerin görüntü şeklinde oluşturulması bilimidir (Örmeci, 1987).

Mekansal çözünürlüğü 10 metrenin üzerindeki görüntüler yüksek çözünürlüklü görüntüler olarak kabul edilmektedir. Bu görüntüler; özellikle kentsel gelişimin ve arazi kullanımının/değişiminin tespit edilmesinde, kolaylık sağlamaktadır (Yastıklı ve diğ., 2014).

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden elde edilen verilerin doğruluğu; yeryüzü objelerinin spektral karakteristikleri ile kullanılan uyduların; spektral, radyometrik, konumsal ve zamansal çözünürlüklerine, görüntü ön işlemedeki yüksek doğruluğa ve sınıflandırma sonuçlarının başarısına bağlıdır.

2.1 Yeryüzü Cisimlerinin Spektral Özellikleri

Cisimlerin yansıtma, yutulma ve geçirilme özellikleri; cisimlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ile cisme gelen ışınımın dalga boyuna bağlıdır. Görünür bölgede bu değişiklikler, renk olgusunu meydana çıkarmaktadır. Göz, cisimleri ayırt edebilmek için gelen ışınımı farklı oranda yansıtır, yutar yada geçirir. Cisimlerin spektral özelliklerinin farklı olması, farklı dalga boylarındaki davranışlarının farklı olması, birbirlerinden ayırt edilebilmelerinin de nedenidir. Uzaktan algılama sistemleri çalışma amacına göre, yansıtılan enerjinin sahip olduğu dalga boyu aralığında algılama yaptıkları için cisimlerin yansıtma kapasiteleri ve özellikleri çok önemlidir (Sunar ve diğ., 2011; İspir, 2000).

Elektromanyetik enerji, cisim ile etkileşime girdikten sonra elde ettiği bilgiyi algılayıcılara taşırkenki süreçte cisim ile algılayıcı arasındaki uzaklığı geçmek zorundadır. Bu yol boyunca ışık, atmosferin farklı katmanlarında farklı fiziksel ve kimyasal yapılarla etkileşir.

Aynı zamanda elektromanyetik dalga ile yeryüzü ve cisimler ile olan temasta; elektromanyetik dalganın tanecik karakteri, ışık ile etkileşen cisimlerin geometrik özellikleri, bu cisimlerin moleküler yapıları da bu aşamada etkin rol oynar (Sunar ve diğ., 2011).

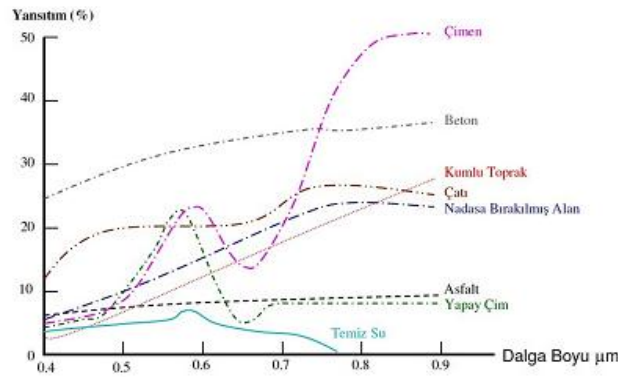
Tüm bu kurallar sonucu; gelen toplam enerji, eşitlik 2.1' de ifade edildiği gibidir (Lillesand, T.M., ve Kiefer, R.W., 2000).

$$I(\text{ToplamEnerji})=A(\text{YutulananEnerji})+R(\text{YansıtılanEnerji})+T(\text{GeçirilenEnerji}) \quad (2.1)$$

2.1.1 Kentsel alanların spektral karakteristikleri

Uzaktan algılamada, belirli dalga boyu aralıklarındaki yansıtım değerleri bazı spektral özellikler içerir. Bu spektral özellikler her zaman sabit olmayıp spektral dağılım, yapılaşmış alanlar bakımından değerlendirilen özellik sınıfının belirli zamandaki yansıtım değerine, enerji ile algılayıcının tarama açısı ile arasındaki geometrik ilişkiye, meteorolojik, atmosferik koşullara ve alanın fiziksel yapısına bağlıdır. Şekil 2.1' de; kentsel alanlardaki doğal ve yapay farklı yeryüzü özelliklerinin spektral yansıtım eğrileri sunulmuştur.

Cisimlerin spektral özelliklerinin belirlenmesinde; çalışma alanının büyüklüğü, bina yapımında seçilen malzemelerin özellikleri ve atmosferik koşullar etkili olmaktadır. Kentsel alanlara ait çalışmalarda, özellikle heterojen yapı nedeniyle ortaya çıkabilecek karışma problemlerini en aza indirmek için yapılması önerilen yer gerçeği belirleme çalışmaları ve spektrometre ölçmeleri veya bölgeye ait farklı algılama sistemlerinden alınmış verilerin kullanılması, aynı zamanda çalışma kalitesini de yükseltecektir (Rencz ve Ryerson, 1999).



Şekil. 2.1 : Kentsel alanlardaki farklı arazi kullanımı/ örtüsüne ait spektral yansıtım eğrileri (Rencz ve Ryerson, 1999; Yücer, 2014).

2.2 Geometrik Düzeltme (Rektifikasyon)

Uydu sisteminden elde edilen işlenmemiş (ham) görüntüler; uydunun bulunduğu yüksekliğindeki, konumundaki ve algılayıcı platformunun hızındaki değişimler, atmosferik kırılıma uğrama gibi etkenlerle meydana gelen geometrik distorsiyonlar içerdiğinden, uydu görüntüleri üzerinde değişim belirleme çalışmaları yapılabilmesi için tüm görüntülerin aynı harita projeksiyon sisteminde tanımlı olması gerekmektedir (Neville ve Jensen, 2000; Lillesand ve diğ, 2000).

Bu distorsiyonlardan; sistematik olanları matematiksel modellerle düzeltilebiliyor iken, sistematik olmayanları, bu çalışmada olduğu gibi görüntüden görüntüye dönüşüm yapılarak giderilebilir.

Görüntü koordinat sistemleri ile kullanılan yer koordinat sistemleri, polinom dönüşümü kullanılarak ilişkilendirilebilir. Polinom derecesi görüntünün ve çalışma alanının büyüklüğü ve kullanılan harita projeksiyonuna bağlı olarak değişir. Matematiksel gösterimde iki koordinat sistemi arasındaki bağıntı, denklem 2.2 ve 2.3' te verilmiştir.

$$x = f_1(X, Y) \quad (2.2)$$

$$y = f_2(X, Y) \quad (2.3)$$

Burada,

f_1, f_2 : Transformasyon fonksiyonları,

x, y : Görüntü koordinatları (sattır, sütun),

X, Y : Yer koordinatları (referans koordinat sistemindeki)

İki koordinat sistemini ilişkilendirmek için oluşturulan dönüşüm modelinde kullanılan t . dereceden bir polinom;

$$X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + \dots + a_nyt \quad (2.4)$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4xy + \dots + b_nyt \quad (2.5)$$

2.4 ve 2.5 denklemlerinde ifade edildiği gibidir. Burada; a ve b , dönüşüm matrisi katsayılarıdır.

Karesel ortalama hata (KOH); 2.6 formülü ile hesaplanır;

$$KOH = \sqrt{(X - x)^2 + (Y - y)^2} \quad (2.6)$$

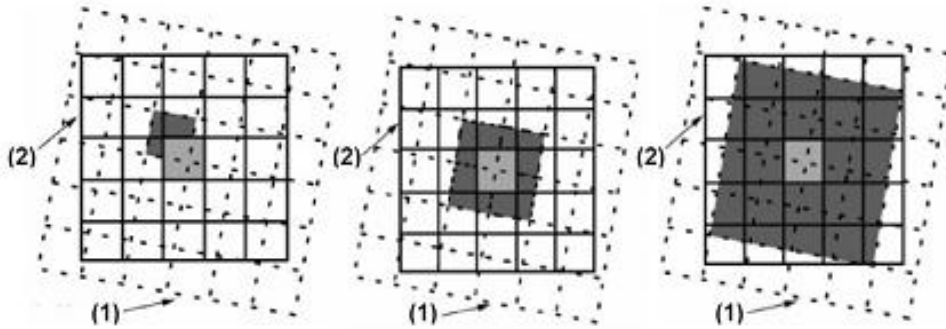
2.3 Yeniden Örnekleme (Resampling)

Geometrik olarak düzeltilmiş görüntüye yeniden örnekleme işlemi uygulanır. Yeniden örnekleme; seçilen referans koordinat sisteminin x ve y eksenlerine karşılık gelen yeni bir ağ içerisine görüntünün yeniden örneklenmesi işlemi olup, üç farklı yöntem ile gerçekleştirilebilir (Şekil 2.2).

En Yakın Komşuluk Yöntemi: Orjinal görüntüdeki en yakın pikselin atanması sonucu oluşan yeni piksel değeridir. Yöntemin avantajı; hesaplama kolaylığı olmasına karşın, orjinal piksel değerlerinin sonuç görüntüsünde atanması esnasında oluşan kaymalar yüzünden, görüntüde kopukluklar oluşması da dezavantajıdır.

Bilineer Enterpolasyon Yöntemi: Komşu dört pikselin ağırlıklı ortalaması çıktı görüntüsünün piksel değeri olarak alınmaktadır. Yöntemin avantajı, geometrik açıdan doğruluğu yüksek bir yöntem olmasına karşın, orjinal piksel değerleri değiştiğinden ve kenar düzeltmesi olduğundan bazı veriler kaybolmaktadır.

Kübik Enterpolasyon Yöntemi: Komşu 16 pikselin ağırlıklı ortalaması alınarak uygulanan bu yöntem en doğru örnekleme yöntemi olmasına karşın, dezavantaj olarak; hesaplama süresinin uzunluğu, işlemlerin kompleksliği ve orjinal piksel değerlerinin değişimi sayılabilmektedir (Campbell ve Wyne, 2011).



En yakın komşuluk Bilineer Enterpolasyon Kübik Enterpolasyon

Şekil 2.2 : Yeniden örnekleme yöntemleri: 1 - Ham görüntü

2 - Geometrik düzeltmesi yapılmış görüntü.

2.4 Sınıflandırma

Sınıflandırma, bir görüntüdeki bütün piksellerin sınıflara ya da temalara göre kategorilere ayrılmasıdır (Lillesand ve diğ., 2007). Veri içerisinde benzer objelerin homojen sınıfları oluşturması veya verilen objenin özelliğini kullanarak ya da daha önceden tanımlanmış sınıfların oluşturulmasının, matematiksel ve istatistiksel yöntemlerle elde edilmesidir.

Görüntü sınıflandırma işleminin amacı, görüntüyü oluşturan piksellerin parlaklık değerleri temel alınarak belirli bir kurala göre her bir pikselin arazi örtüsünü oluşturan sınıflardan birine atanması ile tematik haritanın elde edilmesidir (Çetin ve Musaoğlu, 2008).

2.4.1 Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırmada, yer kontrol örnek alanlarından yararlanılarak, bilinmeyen piksellerin hangi özellik sınıfına ait olduğu belirlenmektedir (Campbell, 2011). Bu sınıflandırma yönteminde; çalışma bölgesindeki özellikleri belirleyen gerek ve yeterli sayıda örnekler kullanılarak, yeryüzü cisimlerinin spektral özellikleri tanımlanmış özellik dosyaları meydana getirilir. Oluşan sınıflar, bilgi sınıfları olarak adlandırılır.

2.4.2 Sınıflandırma doğruluğu

Sınıflandırma uygulamasının doğru bir şekilde uygulanıp uygulanmadığının belirlenebilmesi için sonuçların doğruluk etiketleri ile sunulması gerekir (Richards, 2013). Hata matrisleri ile doğruluk değerlendirmesi en çok uygulanan ve sonuçları piksellerin doğruluk yüzdeleri ile birlikte sunulan bir yöntemdir (Congalton ve Green, 1999).

Doğruluk; üretici ve kullanıcı doğrulukları gibi çoğu hata ölçüsü hata matrisinden elde edilebilmektedir. Doğruluk analizi sonucu elde edilen hata matrislerinden sınıflar arası doğrulukların analiz edilmesinde, kappa katsayısı kullanılmaktadır. 0 ile 1 arasında değer alan Kappa katsayısı, hata matrisinin satır ve sütun toplamları ile köşegeni üzerindeki elemanlardan yararlanılarak hesaplanmaktadır (Foody, 1992, 2002).

2.5 Corine Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Lejantı

Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi anlamına gelen (Coordination of Information on the Environment) Corine; Avrupa Birliği GMES (Global Monitoring for the Environment and Security) Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme programı kapsamındaki önemli arazi yönetimi projelerinden biridir.

Avrupa Birliği ülkeleri arazi standart veri tabanı oluşturulması amacı ile Corine arazi kullanımı ve arazi örtüsü lejantı geliştirmiştir (Moos ve Wyatt 1994). Corine tüm Avrupa için 44 ana ve alt sınıftan oluşan ve arazi örtüsünü tanımlayan standart arazi örtüsü lejantı olarak tanımlanmaktadır.

Birinci seviyede 5 ana kategoriye içermekte (yapay alanlar, tarımsal alanlar, orman ve yarı doğal alanlar, sulak alanlar ve su yüzeyleri) olan Corine lejantı; ikinci seviye, ilk beş ana sınıfın daha detaylı olarak tanımlandığı 15 farklı kategoriden oluşmaktadır (yerleşim alanları, ormanlar, göller vb.). Üçüncü seviyede ise 44 kategori bulunmaktadır (Willems ve diğ, 2000).

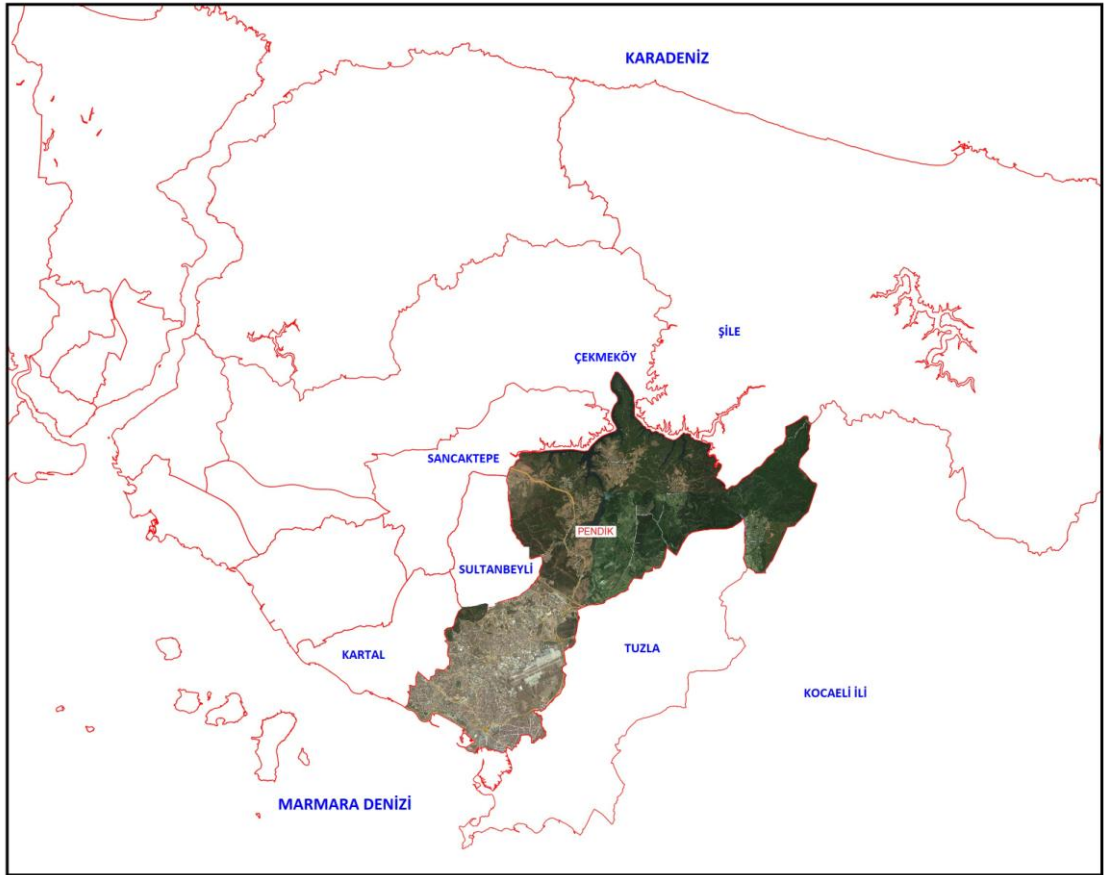
Çizelge 2.1: Corine lejantı.

Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
1. Yapay Yüzeyler	1.1. Yerleşim Alanları	1.1.1. Yoğun Yerleşim 1.1.2. Dağınık Yerleşim 1.2.1. Endüstriyel ve Ticari Birimler 1.2.2. Yollar, Raylı Sistem ve Bağlantı Noktaları 1.2.3. Limanlar 1.2.4. Havaalanları
	1.2. Endüstriyel, Ticari ve Ulaşım Birimleri	1.3.1. Maden Ocakları 1.3.2. Boşaltım Alanları 1.3.3. İnşaat Bölümleri
	1.3. Maden Ocağı, Boşaltım ve İnşaat Sahaları	1.4.1. Yeşil Yerleşim Alanları 1.4.2. Spor ve Dinlenme Alanları
	1.4. Yapay, Tarımsal Olmayan Yeşil Alanlar	
2. Tarımsal Alanlar	2.1. Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	2.1.1. Kuru Tarım Alanları 2.1.2. Sulu Tarım Alanları 2.1.3. Çeltik Tarlaları
	2.2. Sürekli Ürünler	2.2.1. Bağ, Üzüm Bağlı 2.2.2. Meyve Ağaçları ve Meyveli Bitkiler 2.2.3. Zeytinlik
	2.3. Meralar	2.3.1. Mera 2.4.1. Sürekli Ürünler ile İlişkilendirilmiş Yıllık Ürünler
	2.4. Heterojen Tarım Alanları	2.4.2. Karışık Çiftçilik 2.4.3. Önemli Doğal Bitki Alanlarının Tarım Tarafından Çoğunlukla İşgal Edilmiş Olduğu Alanlar 2.4.4. Ormanla Karışık Tarım Alanları
3. Ormanlar ve Doğal Alanlar	3.1. Ormanlık Alanlar	3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar 3.1.2. Kozalaklı ve İğne Yapraklı Ormanlar 3.1.3. Karışık Ormanlar
	3.2. Maki veya Otsu Bitkiler	3.2.1. Doğal Çayırlar 3.2.2. Bozkır ve Fundalık 3.2.3. Sklerofil Bitki Örtüsü 3.2.4. Bitki Değişim Alanları
	3.3. Bitki Örtüsü Olmayan ya da Az Bitkili Alanlar	3.3.1. Plaj, Kum Tepeciği, Kumullar 3.3.2. Verimsiz Toprak ve Kayalar 3.3.3. Seyrek Bitkili Alanlar 3.3.4. Yanmış Alanlar
4. Sulak Alanlar	4.1. Anakarada Sulak Alanlar	4.1.1. Karasal Bataklıklar 4.1.2. Turbalar
	4.2. Deniz Kaynaklı Sulak Alanlar	4.2.1. Tuz Bataklığı 4.2.2. Tuzlalar 4.2.3. Gel - Git Düzlükleri
5. Su Varlığı	5.1. Karasal Sular	5.1.1. Akarsu Yüzeyleri 5.1.2. Su Kütlesi
	5.2. Deniz Suları	5.2.1. Lagünler 5.2.2. Haliçler 5.2.3. Deniz ve Okyanus



3. ÇALIŞMA ALANI, KULLANILAN VERİLER ve YÖNTEM

Çalışma alanı olarak seçilen Pendik; Anadolu' nun İstanbul' a giriş kapısı niteliğinde olup, yaklaşık 190 km² yüzölçüme ve 7,5 km sahil şeridinde sahiptir. Ayrıca İstanbul' un en önemli su kaynaklarından biri olan Ömerli içme suyu havzası ve barajı da ilçe sınırları içerisinde kalmaktadır.



Şekil 3.1: Pendik ilçesinin konumu.

Ulaşım ağlarının çeşitliliği ve özellikle Sabiha Gökçen Havalimanı' nın gün geçtikçe yoğun bir ulaşım noktası olarak kullanılması, ilçenin büyümesini tetikleyen sebepler olmuş, bununla birlikte hazırlanan imar planları, uygulanan kentsel dönüşüm çalışmaları, nüfus ve yapı yoğunluğunun artışına ve beraberinde insan yapımı objelerin, ilçedeki sayısının artmasına sebep olmuştur.

Özellikle 08 Ocak 2001 tarihinde trafiğe açılan, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı; sivil havacılık kurallarındaki bazı değişiklikler, serbest piyasa ekonomisinin uçuş sektörüne getirdiği yenilikler, çeşitlilik, rekabet, ulaşılabilirlik gibi sebeplerle yıllık 47 bin yolcudan 31 milyon yolcunun ağırlandığı bir ulaşım merkezine dönüşmüştür (Url-2).

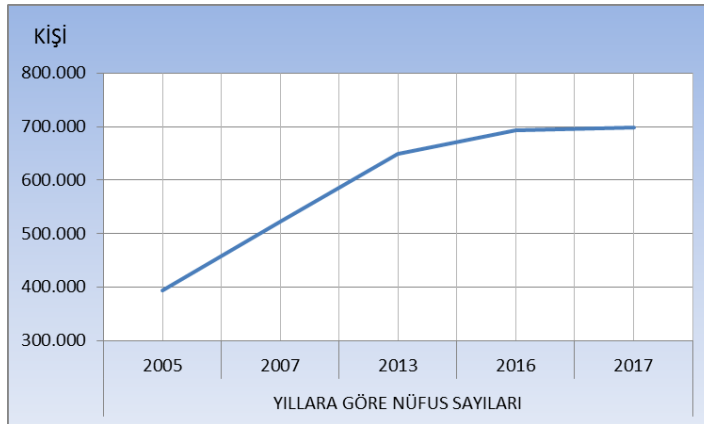
Geçmişten günümüze farklı dönemlerde aldığı göçlerle Pendik'in bugünkü demografik yapısı ortaya çıkmıştır. 1924 Türkiye-Yunanistan nüfus mübadelesiyle Preveze, Drama ve Yanya gibi kentlerden, 1930' lu yıllarda Anadolu' dan, 1960 itibarıyla hem Anadolu hem Almanya hem de Balkan ülkelerinden göçler alan Pendik' in nüfusu, 1990' lara varıldığında 235 bine ulaşmıştır. TÜİK kayıtlarına göre ilçenin bugünkü nüfusu 698.206 olup, İstanbul'un nüfus büyüklüğü olarak 5., kara alanı büyüklüğü olarak ise 7. büyük ilçesi konumundadır (Url-3).

Pendik' te; sanayileşme, ulaşım ağlarının çeşitliliği, özellikle Sabiha Gökçen Havalimanı' nın etkisi ile ilçe geneline yapılan yatırımlar ve kentsel dönüşüm çalışmaları ile beraber artan şehirleşme, Türkiye ortalamasına göre 2 kat daha fazla gerçekleşmektedir.

Şehirleşmenin getirdiği bir sonuç olarak da artan nüfusun yıllara göre dağılımı Çizelge 3.1 ve Şekil 3.2' de gösterilmektedir. 2005 yılı ile 2017 yılı arasındaki nüfus artışı, % 77,85 oranındadır.

Çizelge 3.1 : 2005 - 2017 yılları arasında Pendik ilçesi nüfusu.

Yıllara Göre Nüfus Sayıları (Kişi)					
	2005	2007	2013	2016	2017
Toplam	392.618	522.493	648.388	693.697	698.260



Şekil 3.2 : Yıllara göre nüfus sayıları.

3.1 Kullanılan Veriler

Bu çalışmada, zamansal değişimin belirlenmesi için 2005 ve 2017 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile Pendik ilçesine ait arazi kullanım durumu paftaları kullanılmıştır.

Bu verilere dayalı olarak çeşitli yöntemlerle yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumu paftaları üzerinden bilgi çıkartımı yapılmış, bu bilginin doğruluğu karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuş ve 1/5000 ölçekli nazım imar planlarının mevcut duruma katkısı incelenmiştir.

Tüm veriler, UTM WGS 84 datum ve koordinat sisteminde olup, sayısallaştırma sonucu elde edilen tüm kapalı alanlar da yine aynı datum ve koordinat sistemindedirler.

3.1.1 Uydu görüntüleri

Çalışmada üç ayrı yüksek çözünürlüklü görüntü kullanılmıştır. Bu görüntülerin tümü; 1m x 1m mekansal çözünürlüğe sahip olan; 3 bantlı 2005 yılına ait Ikonos uydusu, 3 bantlı 2012 yılına ait Worldview-2 uydusu ve 4 bantlı 2017 yılına ait Spot-7 uydu görüntüleridir.

2012 yılına ait Worldview-2 uydu görüntüsü, sadece, diğer görüntülerin geometrik düzeltilmesinde referans veri olarak değerlendirilmiştir.

3.1.1.1 Ikonos uydusu

Ikonos uydusu görüntüleri, değişik uygulamalarda kullanılmak üzere yüksek çözünürlü çok bantlı, renkli, siyah/beyaz (pankromatik), stereo ve 3 boyutlu verileri ile harita bazlı bilgilerin üretilmesi, güncellenmesi ve bu bilgilerin birleştirilmesi için büyük avantaj sağlamaktadır. Ikonos, dünyada herhangi bir yerin yakın fotografik yüksek çözünürlüklü uydu görüntülemesini yapan ilk ticari uydudur (Url-4). Ikonos uydusuna ait teknik veriler, Çizelge 3.2' de, Pendik ilçesine ait görüntüsü ise Şekil 3.3' te sunulmaktadır.

Çizelge 3.2 : İkonos uydusu teknik özellikleri.

Fırlatma Tarihi	24 Eylül 1999
Yörünge	Yükseklik: 681 km Tip: Güneş senkronizasyonlu Periyod: 97.96 dk
Uydu Ömrü (Tahmini)	12+ yıl
Uydu boyutu ve güç özellikleri	1.83 m x 1.57 m 720 kg
Spektral Bantlar	Pankromatik: 0.45-0.90 μm •Mavi: 0.450-0.520 μm •Yeşil: 0.530-0.590 μm •Kırmızı: 0.625-0.695 μm •Yakın İnfrared 0.760-0.890 μm
Yersel Çözünürlük	Pankromatik Çözünürlük: 1m Multispektral band sayısı: 4 Çözünürlük: 4m
Radyometrik Çözünürlük	11 bit
Çerçeve Genişliği	60 km (nadir)
Tek geçiş sırasında elde edilebilecek maksimum alan	11 km x 11 km
Yeniden Geçiş Sıklığı	3 gün



Şekil 3.3 : Pendik ilçesi 2005 yılı ikonos uydu görüntüsü.

3.1.1.2 Spot-7 uydusu

İkiz uydular olan Spot 6 ve Spot 7; 180 derecelik ötelemeli yörüngeleri ile, dünya üzerinde herhangi bir noktada günde en az bir defa olmak üzere tekrarlı geçiş yapabilmektedir. Eş zamanlı olarak algılanan beş spektral banda (Pan/R/G/B/NIR) sahip, 1.5 m çözünürlüklü görüntüler sunabilmektedir. Nominal algılama ile 60 km x 60 km şeritler mümkün olmakla birlikte, tek bir yörünge geçişinde çok şeritli algılama gerçekleştirilebilmektedir.

Spot 6 ve Spot 7 ile yüksek çözünürlüklü Pléiades 1A ve Pléiades 1B (50 cm çözünürlük) uyduları, aynı yörüngede, 4' lü uydu takımı olarak çalışmaktadır. Bu özellik sayesinde dünya üzerinde herhangi bir bölge için aynı gün içinde yüksek çözünürlük ve geniş kapsama alanı kombinasyonu sağlanabilmektedir (Url-5). Spot-7 uydusuna ait teknik veriler, Çizelge 3.3' te, Pendik ilçesine ait görüntüsü ise Şekil 3.4' te sunulmaktadır.

Çizelge 3.3 : Spot-7 uydusu teknik özellikleri.

Fırlatma Tarihi	30 Haziran 2014
Yörünge	Yükseklik: 694 km Tip: Güneş senkronizasyonlu Periyod: 98.79 dk
Uydu Ömrü (Tahmini)	10 yıl
Uydu boyutu ve güç özellikleri	1.75 m uzunluk x 2.7 m boyunda 5.4 m ² solar kanat panelleri 712 kg
Spektral Bantlar	Pankromatik: 0.450-0.745 µm • Mavi: 0.450-0.520 µm • Yeşil: 0.530-0.590 µm • Kırmızı: 0.625-0.695 µm • Yakın İnfrared 0.760-0.890 µm
Yersel Çözünürlük	Pankromatik Çözünürlük: 2 m Multispektral band sayısı: 4 Çözünürlük: 8 m
Radyometrik Çözünürlük	12 bit
Çerçeve Genişliği	60 km (nadir)
Uydu Veri Kapasitesi	1 Tbit solit state Hard Disk
Maksimum Çekim Açısı	Standard: +/- 30° Genişletilmiş: +/- 45°
Tek geçiş sırasında elde edilebilecek maksimum alan	60 km x 60 km
Yeniden Geçiş Sıklığı	Eş zamanlı çalışan Spot 6 ve 7 ile 1 gün Tek uydulu operasyonlarda 1-3 gün arası



Şekil 3.4 : Pendik ilçesi 2017 yılı spot-7 uydu görüntüsü.

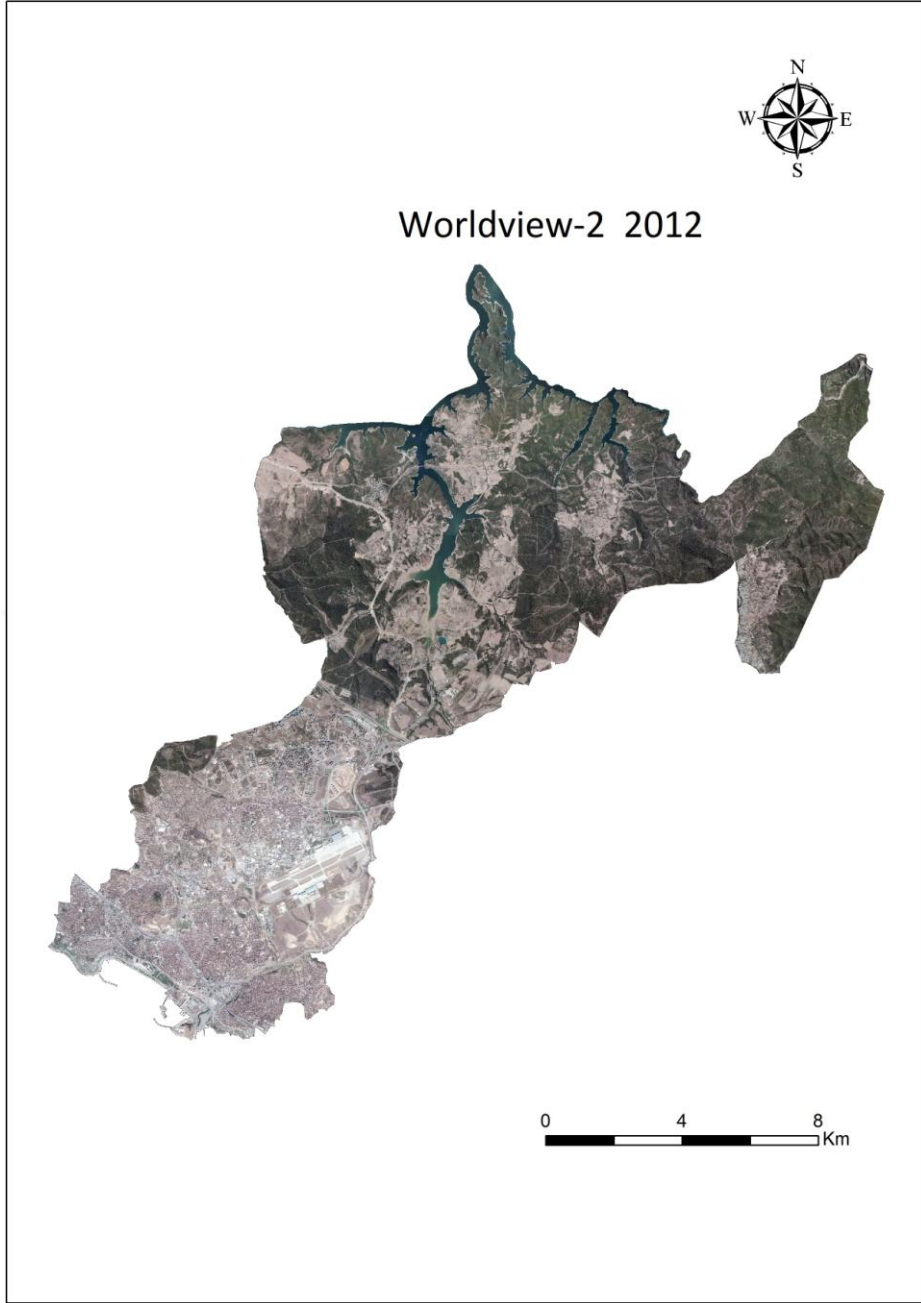
3.1.1.3. Worldview-2 uydusu

Worldview-2 uydusu, dünyanın 8 spektral banda sahip ilk yüksek çözünürlüklü gözlem uydusudur. 770 km yükseklikte konumlandırılmış olan uydu; hem 0.46 m yersel çözünürlüklü pankromatik hem de 1.84 m yersel çözünürlükte çoklu spektral olarak görüntü sağlayabilmektedir. Worldview-2 uydusu ortalama 1.1 günlük yeniden ziyaret etme süresine ve günlük 975 km² lik alan çekebilme özelliğine

sahiptir (Url-6). Worldview-2 uydusuna ait teknik veriler, Çizelge 3.4' te, Pendik ilçesine ait görüntüsü ise Şekil 3.5' te sunulmaktadır.

Çizelge 3.4 : Worldview-2 uydusu teknik özellikleri.

Fırlatma Bilgileri	8 Ekim 2009
Yörünge	Yükseklik: 770 km Tip: Güneş senkronizasyonlu Periyod: 100 dk
Uydu Ömrü (Tahmini)	7,25 yıl
Uydu boyutu ve güç özellikleri	4.3 m uzunluk x 2.5 m boyunda 7.1 m açılmış solar boyutu 2800 kg, 3.2 kW solar array, 100 Ahr pil gücü
Spektral Bantlar	Pankromatik: 450 - 800 nm, 8 band Multispektral: Kıyasal: 400 - 450 nm Kırmızı: 630 - 690 nm Mavi: 450 - 510 nm Kırmızı Kenarı: 705 - 745 nm Yeşil: 510 - 580 nm Yakın-IR1: 770 - 895 nm Sarı: 585 - 625 nm Yakın-IR2: 860 - 1040 nm
Yersel Çözünürlük	Pankromatik: 0.46 metre GSD (nadir), 0.52 metre GSD at 20° derece off-nadir Multispectral: 1.84 metre GSD (nadir), 2.08 meters GSD at 20° derece off-nadir
Radyometrik Çözünürlük	11-bit dinamik aralığı
Çerçeve Genişliği	16.4 km (nadir)
Uydu Veri Kapasitesi	2199 gigabit solid state HardDisk
Maksimum Çekim Açısı	Nominal olarak +/-45° off-nadir
Yörünge Başına Toplanan Veri miktarı	524 gigabit
Tek geçiş sırasında elde edilebilecek maksimum alan	65.6 km x 110 km mono (nadir)
Bitişik Alan Miktarı	48 x 110 km stereo (nadir)
Yeniden Geçiş Sıklığı	1.1 gün- 1 m GSD veya daha az 3.7 gün 20° off-nadir veya daha az (0.52 m. GSD)

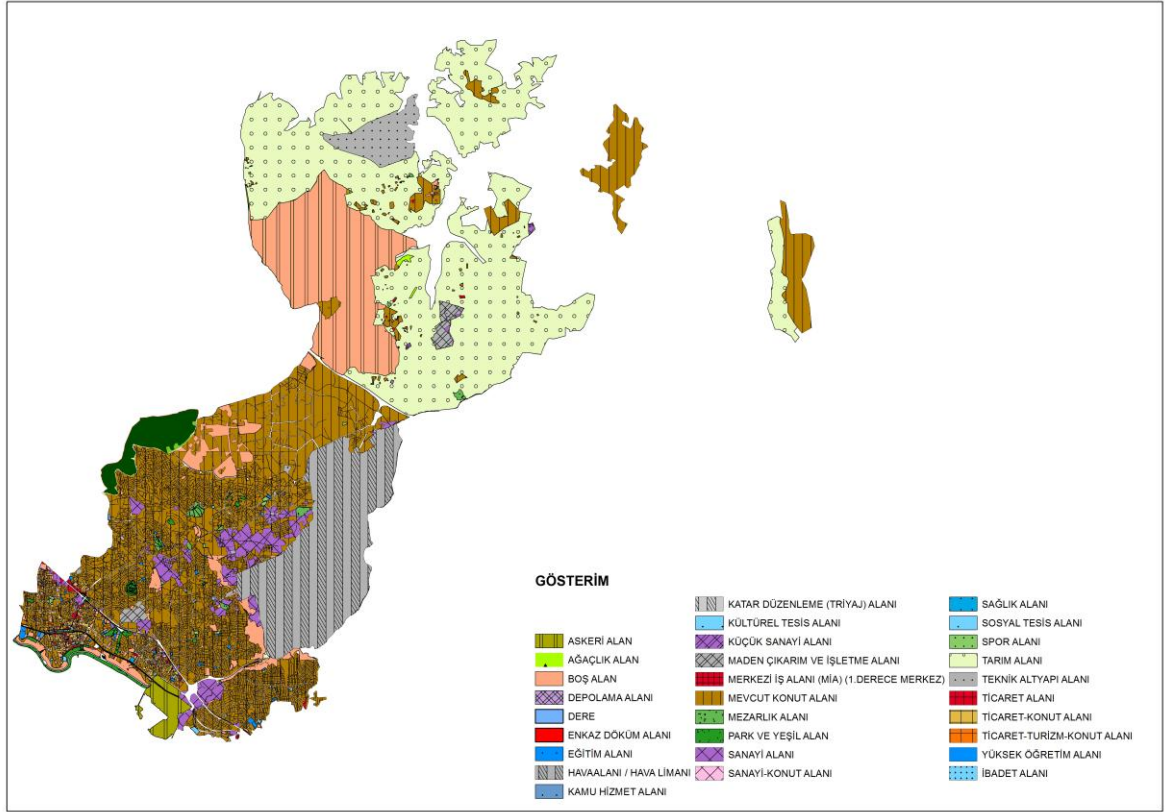


Şekil 3.5 : Pendik ilçesi 2012 yılı worldview-2 uydusu görüntüsü.

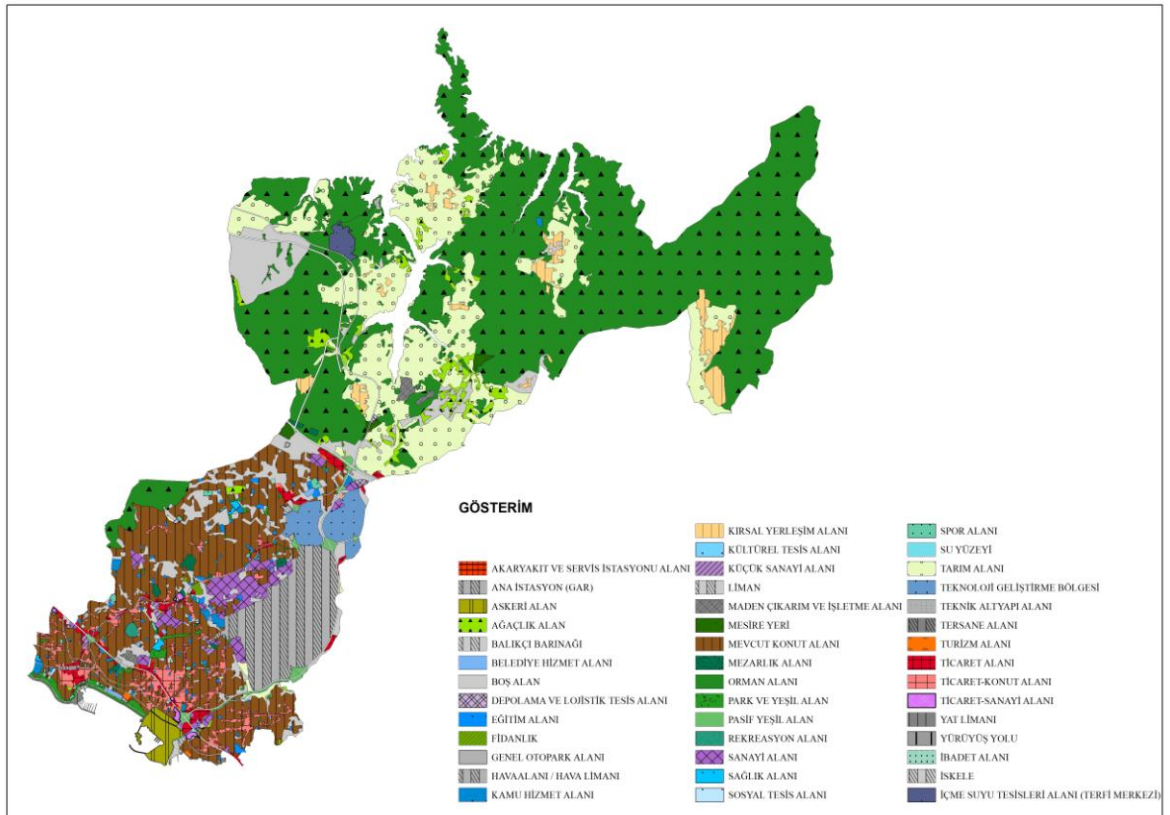
3.1.2 Arazi kullanım durumları

Arazi kullanım durumu paftaları; arazide parsellerin, yapı adalarının veya bölgenin kullanım amaçlarının saptanması ve kentin halihazırdaki durumunun belirlenmesini sağlamaktadır. Tespit edilen arazi kullanım durumu doğrultusunda planlama eğilimleri belirlenmektedir.

Bu amaçla, 2005 ve 2017 yıllarında hazırlanmış olan arazi kullanım durumu paftaları, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7' de sunulmuştur.



Şekil 3.6 : 2005 yılı arazi kullanım durumu paftası.



Şekil 3.7 : 2017 yılı arazi kullanım durumu paftası.

3.1.3 Pendik ilçesine ait 1/5000 ölçekli nazım imar planları (N.İ.P)

Pendik ilçesine ait 1/5000 ölçekli nazım imar planları (N.İ.P), İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 5216 sayılı Kanun kapsamında yapılmaktadır. Bu planlar; bölgenin yoğunluklarının tanımlandığı, kentin nasıl ve ne şekilde büyüyeceğinin kararlarının alındığı, kent ulaşım sistemlerinin (kara, hava, deniz, demir ve havayolu vb.) tanımlandığı planlardır.

Pendik ilçesi için hazırlanan 1/5000 ölçekli nazım imar planı 2005 yılı öncesinde sadece TEM otoyolunun güney kısmı için mevcut iken; İstanbul 8 no' lu İdare Mahkemesi' nin 2006/3088 esas sayılı dosyanın 2008/1980 sayılı kararı ile iptal edilmiştir. TEM otoyolunun güneyi için bölgesel planlar yapılmaya başlanmıştır.

2017 yılına kadar sadece TEM otoyolunun güneyi için nazım imar planları yapılırken, 2017 yılında Balıca, Emirli, Kurna, Kurdoğmuş Mahalleleri' ne ait nazım imar planı yapılması ile TEM otoyolunun kuzeyi için de planlama çalışması yapılmış, böylelikle Pendik ilçesinin tamamı için nazım imar planı varlığından söz edilebilir duruma gelinmiştir.

Söz konusu bu planların kronolojik sıralaması aşağıda gösterildiği gibi olup, grafik gösterimleri Şekil 3.8 ve Şekil 3.9' da sunulmuştur:

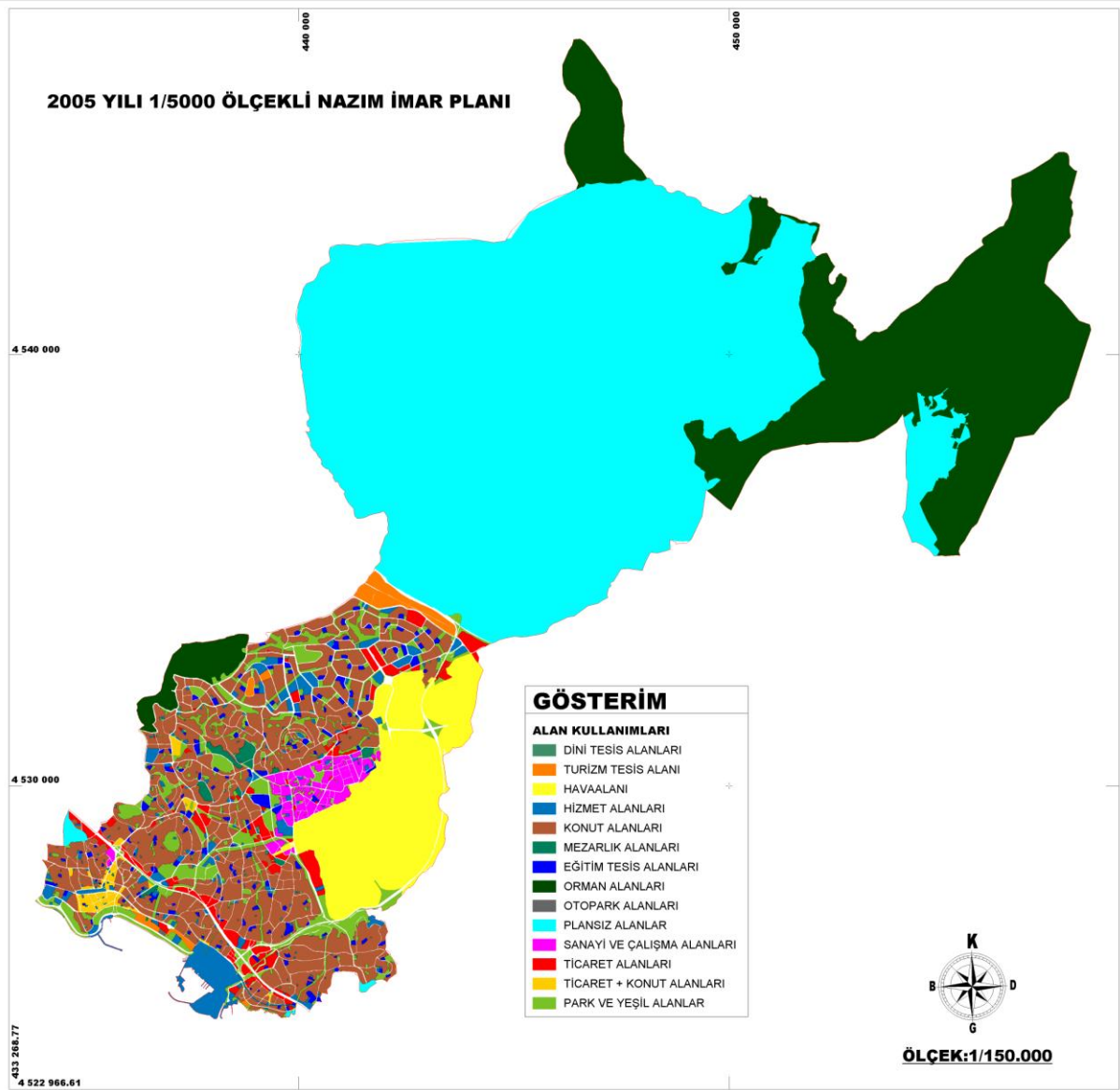
Pendik ilçesi, 2005 yılı öncesi onaylı 1/5000 ölçekli nazım imar planları:

- 05/12/1997-14/04/2000 tarihli 1/5000 ölçekli Pendik Merkez,
- 29/07/2003 tarihli 1/5000 ölçekli Havaalanı,
- 29/07/2003 tarihli 1/5000 ölçekli Kurtköy Pendik Fuar Alanı,
- 18/12/2003 tarihli 1/5000 ölçekli Güzelyalı,
- 26/11/2004 tarihli 1/5000 ölçekli E5 karayolu ile TEM otoyolu arası,
- 06/04/2005 tarihli 1/5000 ölçekli Pendik Dolgu Alanı,

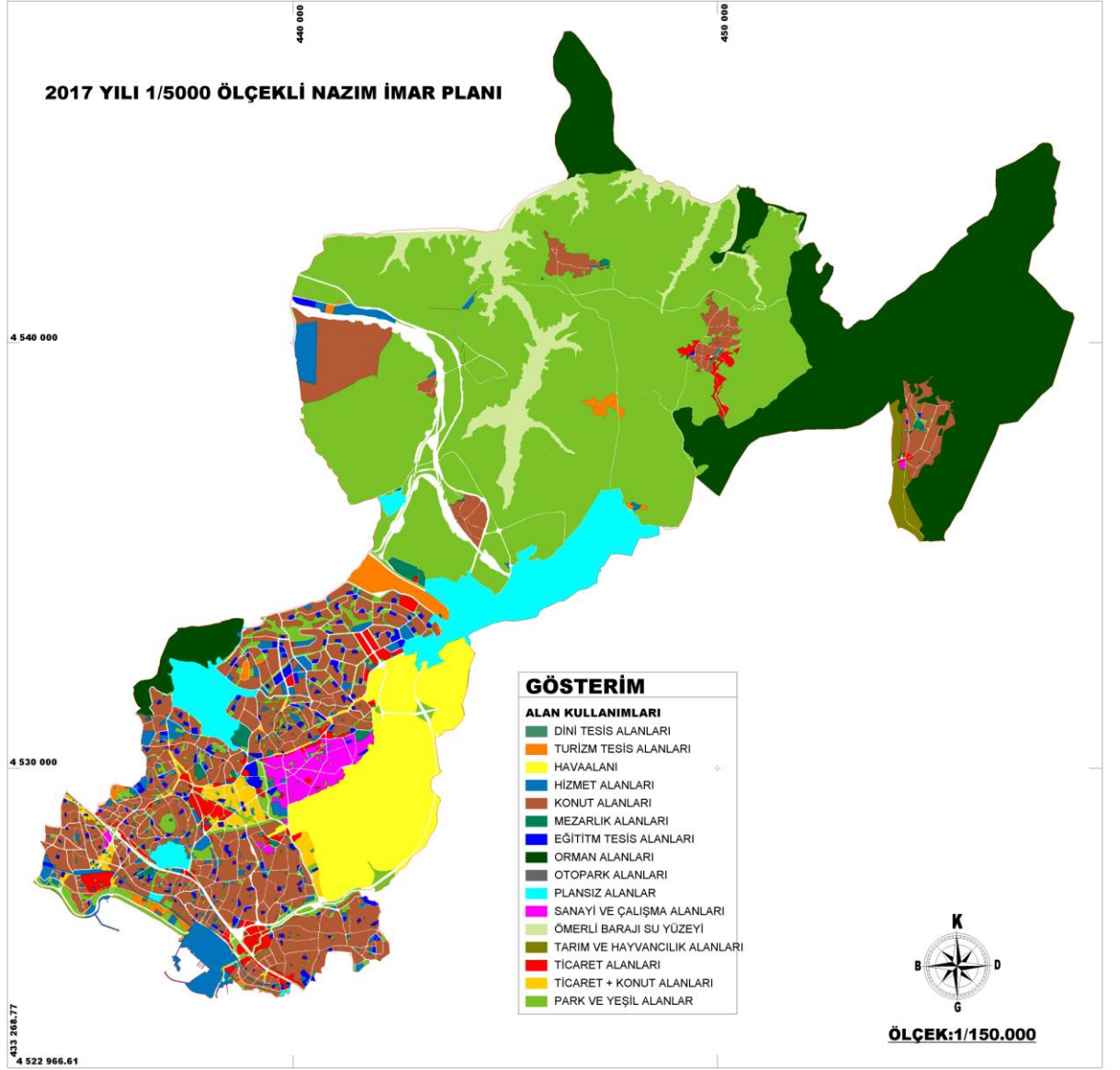
Pendik ilçesi, 2017 yılı itibari ile geçerli onaylı 1/5000 ölçekli nazım imar planları:

- 29/07/2003 tarihli 1/5000 ölçekli Havaalanı,
- 29/07/2003 tarihli 1/5000 ölçekli Kurtköy Pendik Fuar Alanı,
- 18/12/2003 tarihli 1/5000 ölçekli Güzelyalı,

- 25/12/2009 tarihli 1/5000 ölçekli Burla Biladerler Korusu,
- 19/03/2010 tarihli 1/5000 ölçekli Pendik Sanayi,
- 29/05/2010 tarihli 1/5000 ölçekli Pendik Höyüğü,
- 16/12/2011 tarihli 1/5000 ölçekli Çınardere Mahallesi ile Yayalar, Velibaba ve Ertuğrulgazi Mahalleleri' nin bir kısmına ait nazım imar planı,
- 05/03/2012 tarihli 1/5000 ölçekli Yenişehir ve Çamlık Mahalleleri' nin bir kısmına ait nazım imar planı,
- 25/04/2012 tarihli 1/5000 ölçekli Şeyhli Bölgesi,
- 28/05/2012 tarihli 1/5000 ölçekli Esenyalı Bölgesi,
- 18/07/2014 tarihli 1/5000 ölçekli Pendik sahil dolgu nazım imar planı,
- 28/01/2015 tarihli 1/5000 ölçekli Pendik sokak hayvanları barınağı,
- 12/03/2015 tarihli 1/5000 ölçekli Orta ve Dumlupınar Mahalleleri riskli alan,
- 13/05/2016 tarihli 1/5000 ölçekli Ankara Caddesi ile TEM bağlantı yolu arası,
- 26/09/2016 tarihli 1/5000 ölçekli Göçbeyli Mahallesi,
- 22/02/2017 tarihli 1/5000 ölçekli Pendik Batı Mahallesi riskli alan,
- 17/03/2017 tarihli 1/5000 ölçekli D100 Karayolu ile sahil arasında kalan alan,
- 14/09/2017 tarihli 1/5000 ölçekli Güzelyalı Liman Tesisleri,
- 13/10/2017 tarihli 1/5000 ölçekli Balıca, Emirli, Kurna, Kurtdoğmuş Mahalleleri nazım imar planları.



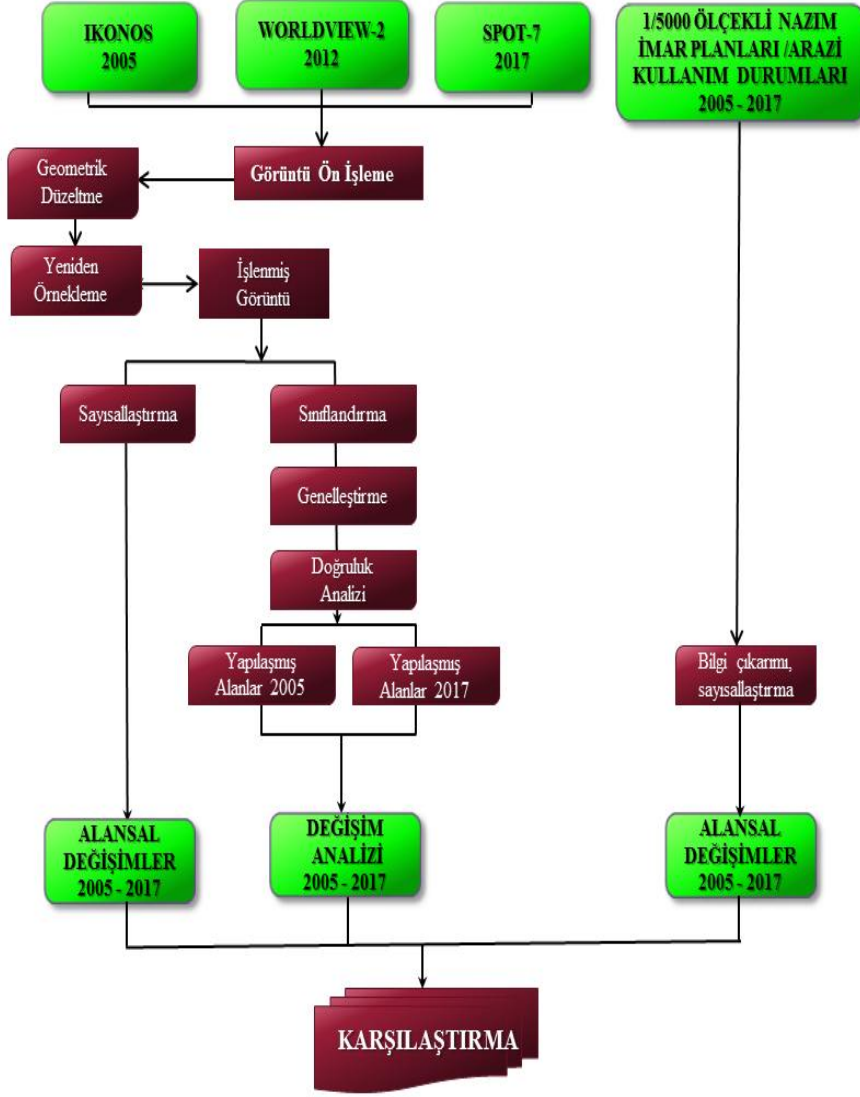
Şekil 3.8 : 2005 yılı N.İ.P paftası.



Şekil 3.9 : 2017 yılı N.İ.P paftası.

3.2 Yöntem

Genel hatlarıyla bu çalışmada kullanılan yöntemle ait akış diyagramı Şekil 3.10' da gösterilmekle birlikte, yapılan işlemler detaylı olarak bölüm 4' te anlatılmıştır.



Şekil 3.10 : Çalışma akış diyagramı.

4. UYGULAMA

Bu bölümde, çalışmada kullanılan 2005 yılına ait Ikonos uydusu ve 2017 yılına ait Spot-7 uydu görüntüsünün işleme adımı, sayısallaştırılması ve sınıflandırılması ile, yine aynı yıllara ait, 1/5000 ölçekli nazım imar planı ve arazi kullanım durumu paftalarının sayısallaştırılması ve kullanım alanlarının yapay yüzeyler sınıfı bakımından değişimi değerlendirilmiştir.

4.1 Uydu Görüntülerinin İşlenmesi

2005 yılına ait Ikonos, 2012 yılına ait Worldview-2 ve 2017 yılına ait Spot-7 uydu görüntüleri ilçe sınırlarından kesilerek; UTM projeksiyonunda ve WGS 84 datumunda olan Worldview-2 uydu görüntüsü referans alınarak geometrik dönüşüme (rektifikasyon) tabi tutulmuştur. Rektifikasyon için yer kontrol noktalarının görüntüler üzerinde homojen olarak dağılmış ve görüntüler üzerinde açıkça görülebilen noktalar olmalarına özen gösterilmiştir.

Ikonos ve Spot-7 uydu görüntüleri için yapılan geometrik düzeltmede:

1. 5' er adet homojen dağılmış yer kontrol noktası seçilmiştir.
2. Maksimum karesel ortalama hata; Ikonos uydusu için 0,4335 piksel Spot -7 uydusu için 0,4697 piksel olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).
3. Ülke koordinat sistemi ile görüntü koordinat sistemi arasındaki bağıntıyı sağlayan dönüşüm eşitlikleri için 1.derece polinomial model seçilmiştir.
4. Projeksiyon türü UTM' dir. UTM zone 36 North seçilmiştir.
5. Spheroid WGS 84 olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.1 : Ikonos ve Spot-7 uydu görüntülerinin geometrik düzeltmesine ait karesel ortalama hataları

Uydu	X (piksel) K.O.H.	Y (piksel) K.O.H.	Toplam (piksel) K.O.H.
Ikonos	0,4091	0,1436	0,4335
Spot-7	0,1926	0,4284	0,4697

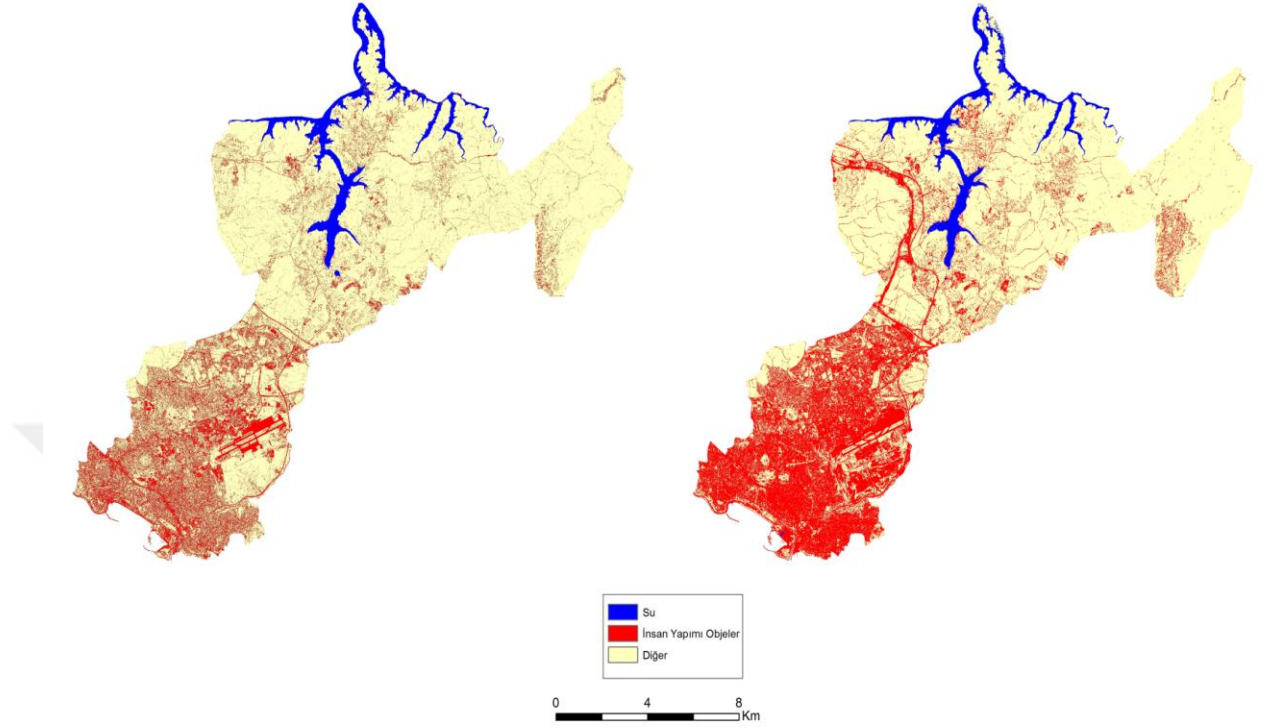
Geometrik düzeltmesi yapılmış Spot-7 ve Ikonos uydu görüntüleri, bilineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak 1m x 1m çözünürlüğe yeniden örneklenmiştir.

4.2 Kontrollü Sınıflandırma İşlemi

En çok benzerlik yöntemi kullanılarak yapılan kontrollü sınıflandırma işlemi sonucunda, her iki görüntüde 200' er adet bilgi sınıfı oluşturulmuştur. Bu 200 adet sınıf 3 sınıfa genelleştirilmiştir. Sınıf birleştirme işlemleri, Erdas Imagine 9.2 yazılımının recode tool' u kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Corine lejantının (Çizelge 2.1) birinci seviyesine göre;

- Su varlığı; Su,
- Tarımsal alanlar, ormanlar ve diğer alanlar, sulak alanlar; Diğer,
- Doğal arazi örtüsü sınıflarını içermeyen, insan yapımı özellikleri içeren Yapay Yüzeyler, sınıfı olmak üzere 3 sınıf belirlenmiştir.

2005 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden yapılan sınıflandırma ve genelleştirme sonucu ortaya çıkan durum; Şekil 4.1 ve Çizelge 4.2' de sunulmuştur.



Şekil 4.1 : Sınıflandırılmış görüntüler.

Çizelge 4.2 : Sınıflandırma sonuçları.

Sınıflar	2005 Yılı Ikonos Uydu Görüntüsü		2017 Yılı Spot-7 Uydu Görüntüsü	
	Alan (Ha)	Oran (%)	Alan (Ha)	Oran (%)
Su	861,48	4,56	773,98	4,10
Yapay Yüzeyler	3258,95	17,25	5483,17	29,03
Diğer	14.766,80	78,18	12.630,08	66,87
Toplam	18.887,23	100	18.887,23	100

4.2.1 Doğruluk analizi

Sınıflandırma işleminden sonra doğruluk analizi işlemi gerçekleştirilmiştir. Erdas Imagine 9.2 yazılımı kullanılarak 256' şar adet örnek sayısı rastgele noktalar olarak seçilerek görüntüler üzerine aktarılmış, yazılımın gösterdiği noktaların esas görüntüler üzerinden bakılarak gerçekten de o sınıfa ait olup olmadığının kontrolü yapılmış ve böylelikle doğruluk analizi sonuçlarına ulaşılmıştır.

Buna göre; İkonos uydusu üzerinden yapılan sınıflandırma işlemi sonucu toplam doğruluk oranı % 86,75 olarak, Spot-7 uydusu üzerinden yapılan sınıflandırma işleminin toplam doğruluk oranı % 90,74 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4).

İkonos uydusu için toplam kappa istatistiği; 0,8637, Spot-7 uydusu için ise; 0,8085 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3 : İkonos uydusu sınıflandırma doğruluğu raporu.

Sınıflar	Referans Topamları	Sınıflandırılmış Topamlar	Doğru Sayısı	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)
Su	5	5	5	100	100
Yapay Yüzeyle	26	32	21	100	65,62
Diğer	52	46	46	88,46	100
Toplam	83	83	72		
Toplam Sınıflandırma Doğruluğu = % 86,75					

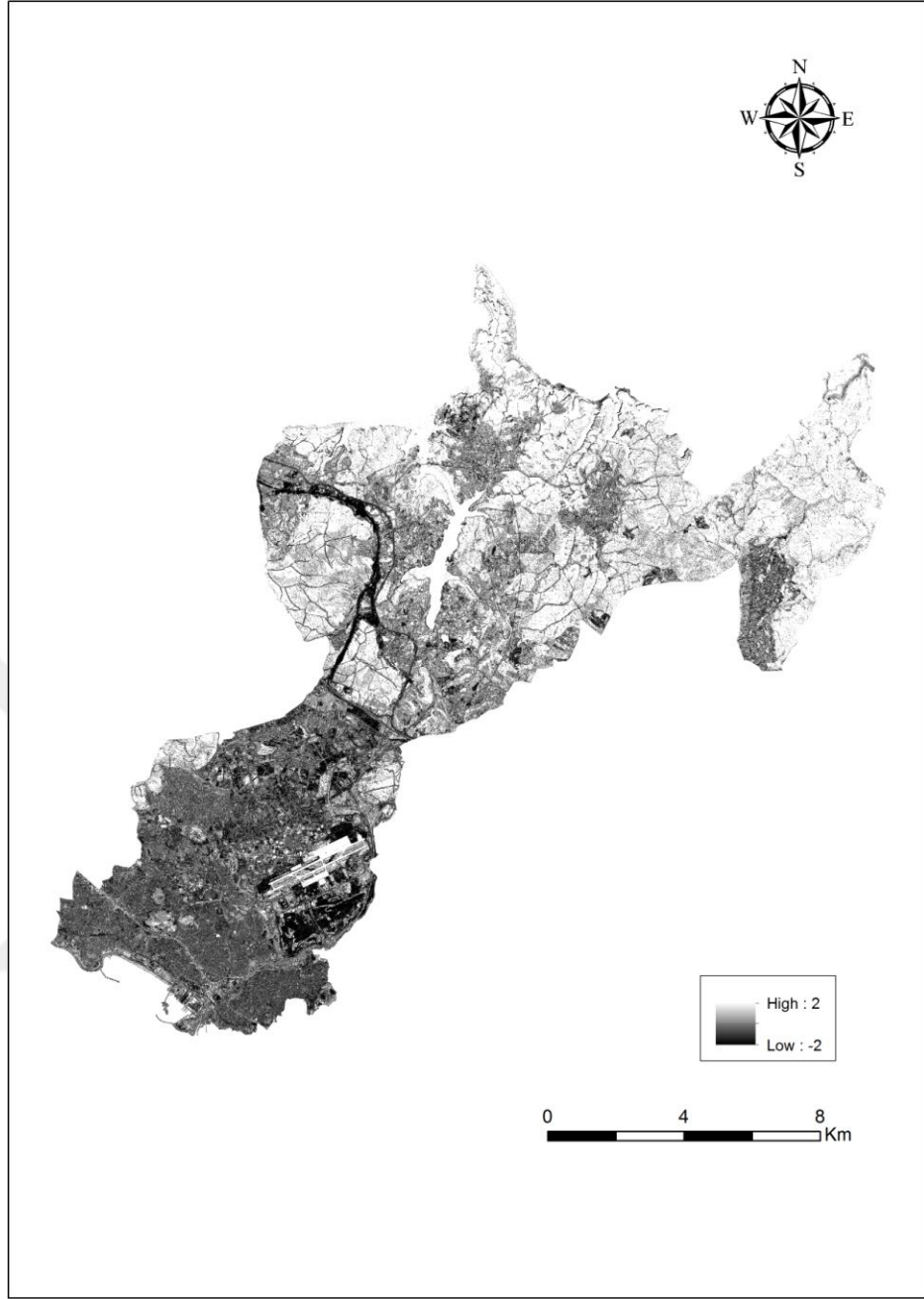
Çizelge 4.4 : Spot-7 uydusu sınıflandırma doğruluğu raporu.

Sınıflar	Referans Topamları	Sınıflandırılmış Topamlar	Doğru Sayısı	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)
Su	3	3	3	100	100
Yapay Yüzeyle	12	16	11	100	68,75
Diğer	39	35	35	89,74	100
Toplam	54	54	49		
Toplam Sınıflandırma Doğruluğu = % 90,74					

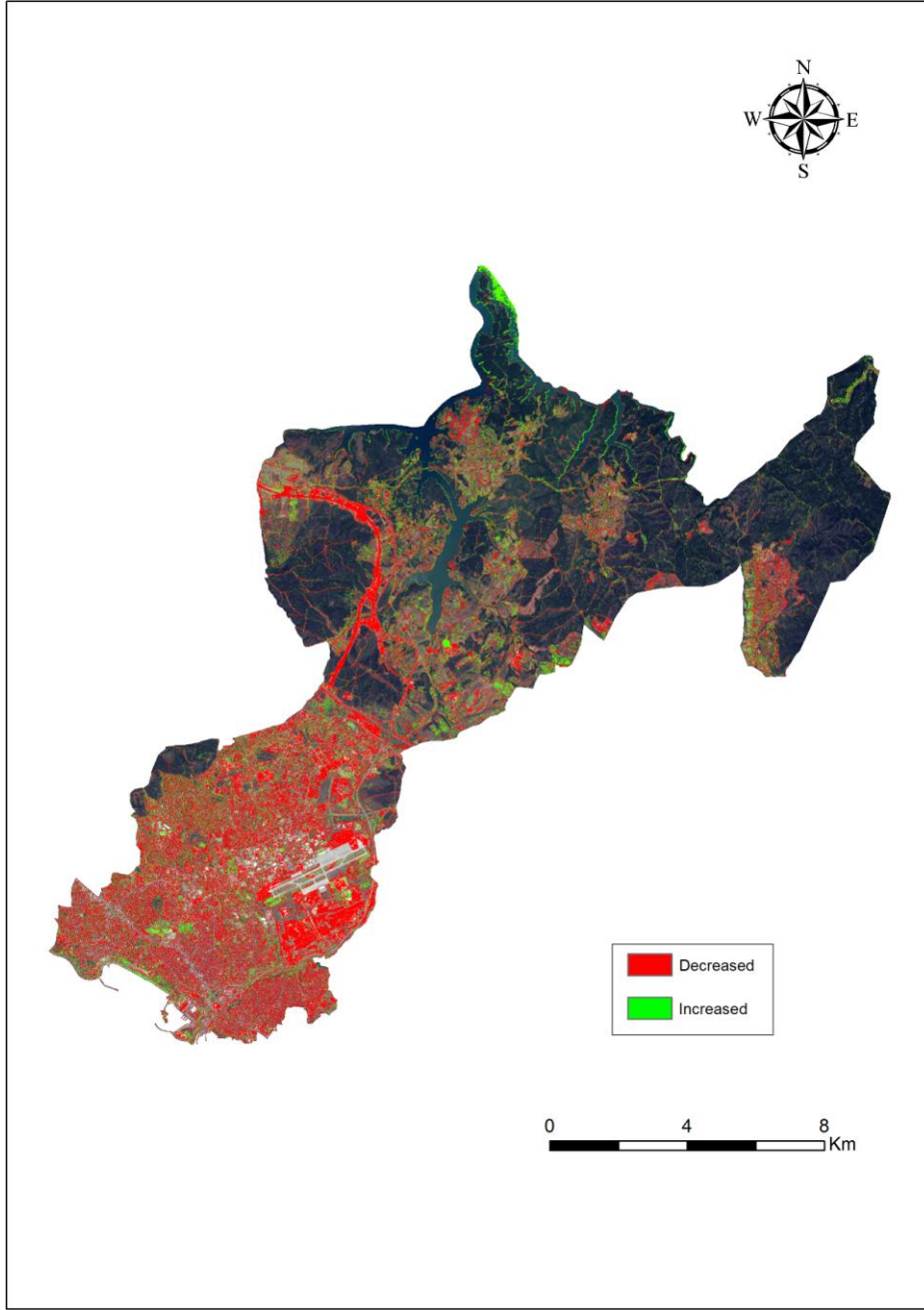
Sınıflandırma sonuçları değerlendirildiğinde, benzer spektral yansıtım değerlerine ait sınıfların birbirine karıştığı gözlemlenmiş, ancak özellik gruplarının 3 ana sınıfta toplanması ve ardından genelleştirilmesi nedeniyle doğruluk değerlendirmesi sonuçları ilgili konuda yapılmış literatüre uygun ve kabul edilebilir bir toplam doğruluk ve kappa değerini yansıttığı görülmüştür.

4.2.2 Zamansal değişimin belirlenmesi

Bağımsız olarak sınıflandırılmış iki görüntüdeki tematik sınıfların değişimleri için, karşılaştırmalı alansal değerlendirme yapılmıştır. Değişim miktarı alansal olarak hesaplanmış ve hangi sınıfın ne kadar değiştiği, Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve Çizelge 4.5' te gösterilmiştir.



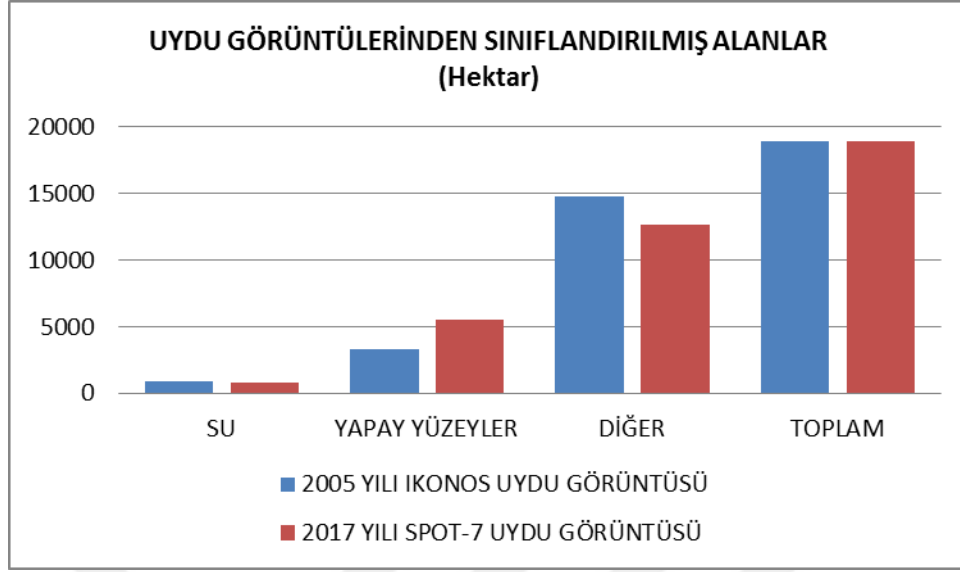
Şekil 4.2 : Fark görüntüsü.



Şekil 4.3 : Renklendirilmiş fark görüntüsü.

Çizelge 4.5 : Uydu görüntülerinden sınıflandırılmış alanların karşılaştırılması.

Sınıflar	2005 yılı Ikonos uydu görüntüsü	2017 yılı Spot-7 uydu görüntüsü	Fark (2017 - 2005)	Değişim Oran (%)
		Alan (Ha)		
Su	861,48	773,98	-87,50	-10,16
Yapay Yüzeyler	3258,95	5483,17	2224,22	68,25
Diğer	14.766,80	12.630,08	-2136,72	-14,47
Toplam	18.887,23		0	



Şekil 4.4 : Uydu görüntüleri üzerinden sınıflandırılmış alanlar.

2005 yılına göre su sınıfında 87,5 ha azalma olmuşken, yapay yüzeylerin ilçe genelinde 2224,22 ha artmış olduğu tespit edilmiştir. Bunun en büyük nedeni; Şekil 4.3' teki renklendirilmiş fark görüntüsünde sunulduğu gibi, ilçenin kuzeyinden geçen Kuzey Marmara Çevreyolu' nun yapılmış olması, artan nüfusla birlikte yapılaşmanın artması ve Sabiha Gökçen Havalimanı' nın büyütülmesi kapsamında yapımına başlanılan ikinci pist ve terminal binası inşaatlarıdır.

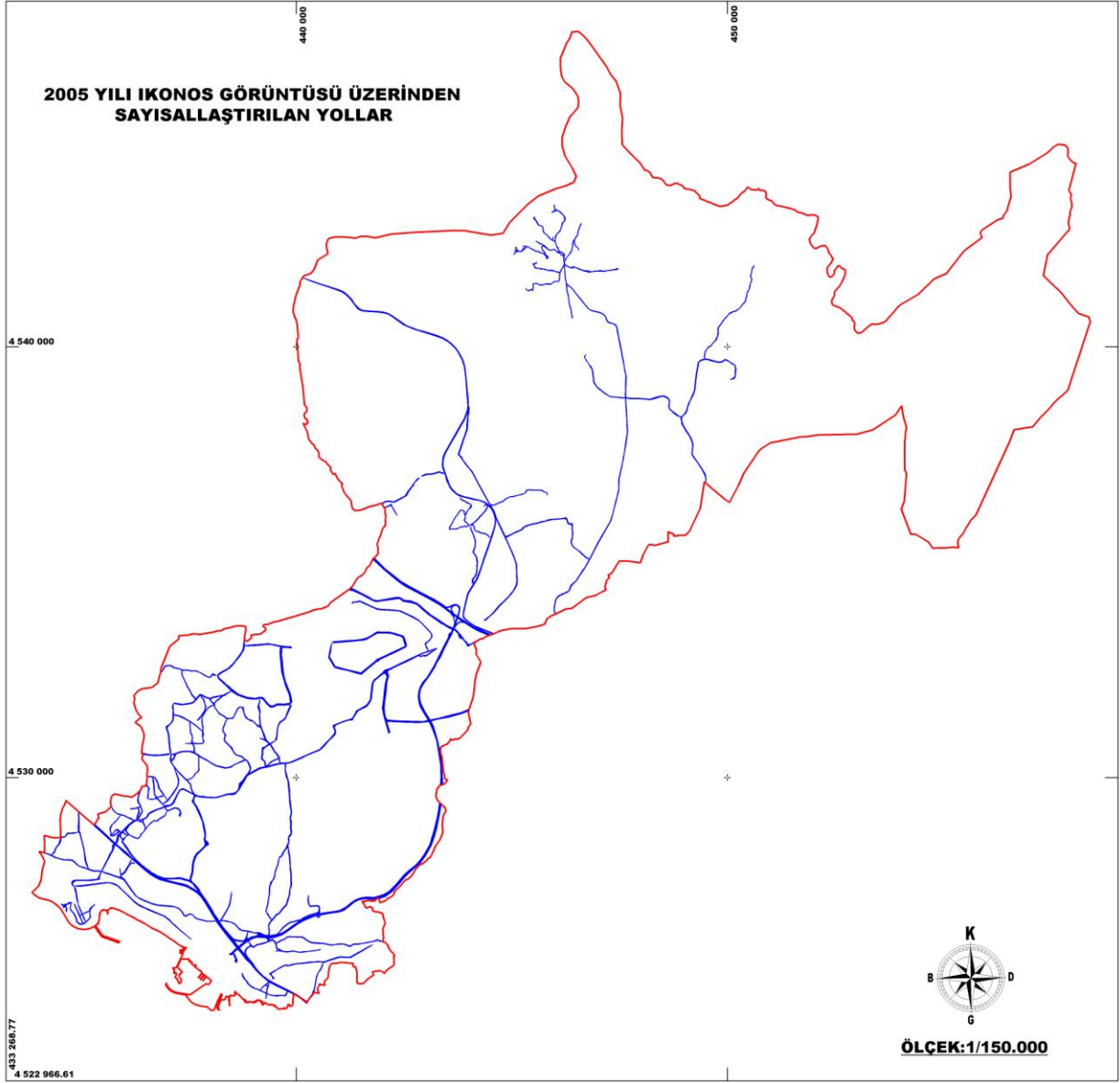
Yapay yüzey alanlarının artmasının sonucu olarak, Corine lejantının birinci seviyesine göre; -tarımsal alanlar, ormanlar ve doğal alanlar, sulak alanlar sınıfının genelleştirilmesi sonucu oluşturulan- diğer sınıfı da 2005 yılına göre, 2136,72 ha azalmıştır.

4.3 Görüntüler Üzerinden Sayısallaştırma

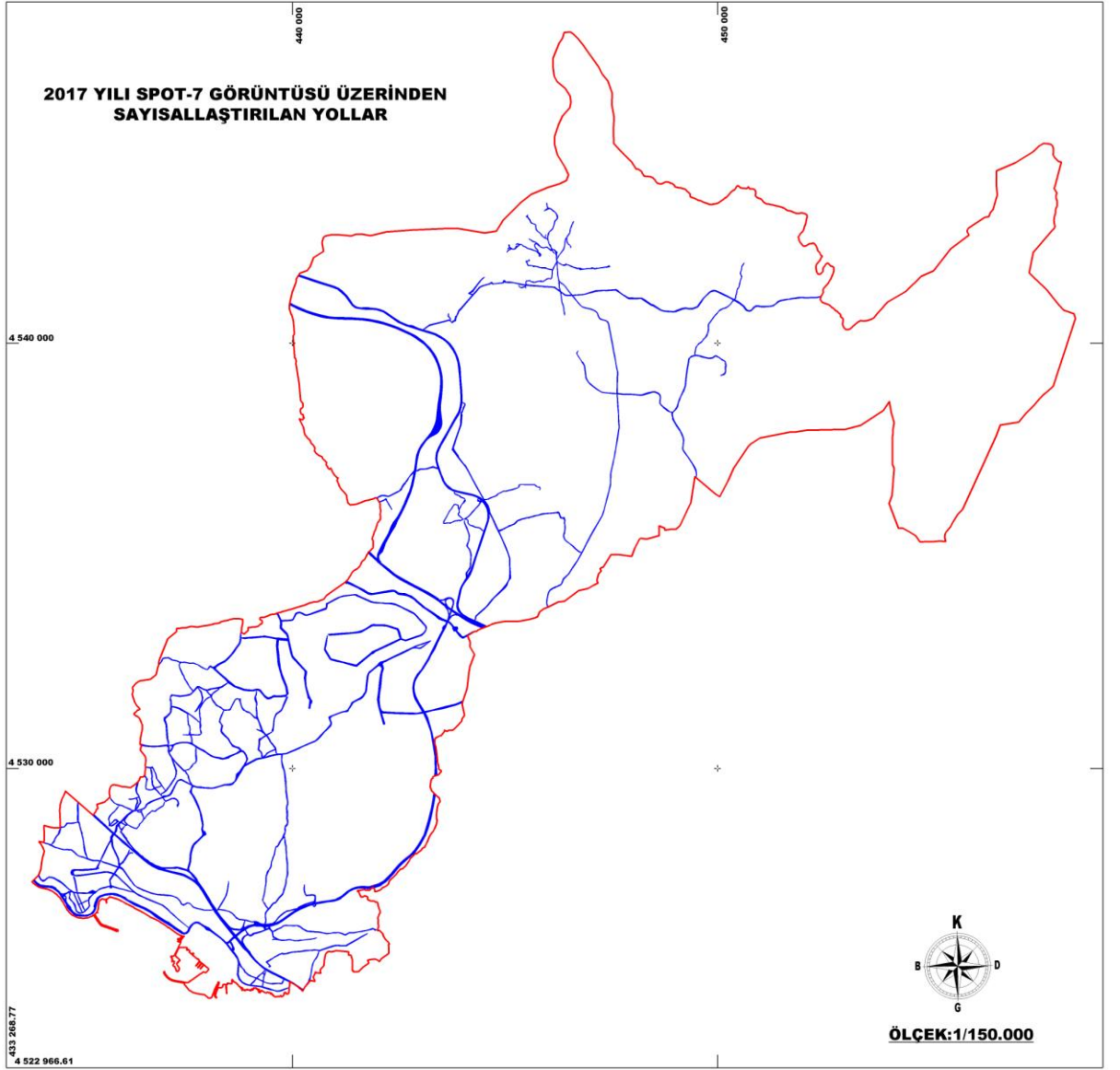
Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırma yapılırken; görüntü kontrastının kalitesi, ekran ölçeğinin aynı olması, mümkün olduğunca eşit aralıklarda nokta tesisi ve aynı analistin, dolayısıyla gözün ayırma gücünün ve deneyiminin eş olması, çalışmanın yüksek doğrulukla olmasını sağlayan özelliklerdir.

Sayılan bu faktörler ışığında, 2005 yılına ait Ikonos uydu görüntüsü ile 2017 yılına ait Spot-7 uydu görüntüsü üzerinden, Erdas Imagine 9.2 yazılımı kullanılarak sayısallaştırma yapılmıştır. Bölgeyi tanıyan ve bilen aynı analist tarafından yapılan

sayısallaştırma ile başta ana arterler ve yüksek yoğunluklu kullanılan ara yollar sayısallaştırılmıştır (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8).



Şekil 4.5 : Ikonos uydusu üzerinden sayısallaştırılan yollar.



Şekil 4.6 : Spot-7 uydusu üzerinden sayısallaştırılan yollar.

Oluşturulan her bir yol tabakası .aoi uzantılı dosyalar olup, Erdas Imagine 9.2 programında edit işlemleri yapılarak; .shp (shapefile), .dwg ve .ncz formatlarına dönüştürülmüş ve böylece tüm verilerin, kullanılan bütün yazılımlarda birbirleri ile karşılaştırılabilme olanağı elde edilmiştir.

4.4 Arazi Kullanım Durumu ve Nazım İmar Planı Paftalarının Sayısallaştırılması ve Alansal Karşılaştırmaları

Yapılan bu çalışmada Pendik ilçesi için zamansal değişim, yapılaşmış alanlar bakımından dikkate alındığından; arazi kullanım durumu ve 1/5000 ölçekli nazım imar planı paftalarının kullanılması, çalışmanın amacına ve değerlendirme ölçeğine uygundur.

2005 ve 2017 yıllarına ait 1/5000 ölçekli nazım imar planları ve arazi kullanım durumu paftaları, Netcad 7.6 gis yazılımı kullanılarak sayısallaştırılmıştır.

2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu paftalarının sayısallaştırılması sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.6' da; 1/5000 ölçekli nazım imar planı paftalarının sayısallaştırılması sonucu elde edilen veriler ise, Çizelge 4.7' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 : 2005-2017 yılları arazi kullanım durumlarının karşılaştırılması.

2005 Yılı Arazi Kullanım Durumu			2017 Yılı Arazi Kullanım Durumu		
Gösterim	Alan (Ha)	Oran (%)	Gösterim	Alan (Ha)	Oran (%)
AĞAÇLIK ALAN	400,75	2,12	AĞAÇLIK ALAN	292,83	1,55
ASKERİ ALAN	120,48	0,64	AKARYAKIT VE SERVİS İSTASYONU ALANI	2,01	0,01
BOŞ ALAN	8199,05	43,41	ANA İSTASYON (GAR)	4,89	0,03
DEPOLAMA ALANI	2,44	0,01	ASKERİ ALAN	120,48	0,64
DERE	0,01	0,00	BALIKÇI BARINAĞI	0,29	0,00
EĞİTİM ALANI	40,22	0,21	BELEDİYE HİZMET ALANI	16,26	0,09
HAVAALANI / HAVA LİMANI	1330,76	7,04	BOŞ ALAN	1087,56	5,76
İBADET ALANI	15,45	0,08	DEPOLAMA VE LOJİSTİK TESİS ALANI	14,25	0,08
KAMU HİZMET ALANI	14,63	0,08	EĞİTİM ALANI	81,10	0,43
TRİYAJ ALANI	0,50	0,00	FİDANLIK	10,15	0,05
KÜÇÜK SANAYİ ALANI	6,96	0,04	GENEL OTOPARK ALANI	19,85	0,11
KÜLTÜREL TESİS ALANI	9,69	0,05	HAVAALANI	1033,90	5,47
MADEN ÇIKARIM VE İŞLETME ALANI	86,62	0,46	İBADET ALANI	12,87	0,07
MERKEZİ İŞ ALANI (MİA)	1,65	0,01	İÇME SUYU TES. ALANI	62,35	0,33
MEVCUT KONUT ALANI	1592,26	8,43	İSKELE	2,31	0,01
MEZARLIK ALANI	38,64	0,20	KAMU HİZMET ALANI	54,84	0,29
PARK VE YEŞİL ALAN	82,61	0,44	KIRSAL YERLEŞİM ALANI	322,19	1,71
SAĞLIK ALANI	2,97	0,02	KÜÇÜK SANAYİ ALANI	24,25	0,13
SANAYİ ALANI	356,06	1,89	KÜLTÜREL TESİS ALANI	1,24	0,01
SANAYİ-KONUT ALANI	5,50	0,03	LİMAN	15,83	0,08
SOSYAL TESİS ALANI	1,30	0,01	MADEN ÇIK. İŞL. ALANI	48,56	0,26
SPOR ALANI	9,35	0,05	MESİRE YERİ	39,50	0,21
TARIM ALANI	5745,21	30,42	KONUT ALANI	2473,34	13,10
TEKNİK ALTYAPI ALANI	240,74	1,27	MEZARLIK ALANI	54,29	0,29
TİCARET ALANI	31,61	0,17	ORMAN ALANI	7929,09	41,98
TİCARET-KONUT ALANI	90,29	0,48	PARK VE YEŞİL ALAN	111,84	0,59
TİCARET-TURİZM-KONUT	0,28	0,00	PASİF YEŞİL ALAN	82,16	0,44
YÜKSEK ÖĞRETİM ALANI	5,58	0,03	REKREASYON ALANI	13,67	0,07
YOL	455,63	2,41	SAĞLIK ALANI	20,26	0,11
TOPLAM	18.887,23	100	SANAYİ ALANI	321,62	1,70
			SOSYAL TESİS ALANI	4,66	0,02
			SPOR ALANI	33,29	0,18
			SU YÜZEYİ	10,88	0,06
			TARIM ALANI	2678,87	14,18
			TEKNİK ALTYAPI ALANI	15,99	0,08
			TEKNOLOJİ GELŞ. BÖLG.	280,39	1,48
			TERSANE ALANI	3,94	0,02
			TİCARET ALANI	181,26	0,96
			TİCARET-KONUT ALANI	364,60	1,93
			TİCARET-SANAYİ ALANI	19,00	0,10
			TURİZM ALANI	12,55	0,07
			YAT LİMANI	10,24	0,05
			YÜRÜYÜŞ YOLU	8,53	0,05
			YOL	989,25	5,24
			TOPLAM	18.887,23	100

Çizelge 4.7 : 2005-2017 yıllarına ait N.İ.P karşılaştırılması.

Gösterim	2005 Yılı Plan Durumu		2017 Yılı Plan Durumu	
	Alan (Ha)	Oran (%)	Alan (Ha)	Oran (%)
DİNİ TESİS	8,68	0,05	14,97	0,08
GÜNÜBİRLİK TESİS	95,99	0,51	174,18	0,92
HAVAALANI	1214,74	6,43	1214,74	6,43
HİZMET	348,17	1,84	453,55	2,40
KONUT	2197,97	11,64	2606,89	13,80
MEZARLIK	39,81	0,21	43,89	0,23
OKUL	157,75	0,84	168,58	0,89
ORMAN	196,18	1,04	3631,40	19,23
OTOPARK	2,83	0,01	24,23	0,13
PLANSIZ	12.487,65	66,12	928,85	4,92
SANAYİ	172,98	0,92	172,30	0,91
SU YÜZEYİ	0	0	777,56	4,12
TARIM ALANI	0	0	70,93	0,38
TİCARET	254,65	1,35	226,87	1,20
TİCARET VE KONUT	50,08	0,27	124,31	0,66
PARK VE YEŞİL	701,77	3,72	6769,39	35,84
YOL	957,97	3,58	1484,58	4,95
TOPLAM	18.887,23	100	18.887,23	100

Arazi kullanım durumu paftasındaki gösterimler, çalışmanın amacı olan yapay yüzeyler bakımından ilçe içerisindeki değişimlerin belirlenmesine uygun olabilmesi için ve uydu görüntüleri üzerinden sınıflandırılan alanlarla karşılaştırma yapılabilmesi için Corine lejantının birinci seviyesine göre genelleştirilmiştir.

Nazım imar planı paftalarındaki gösterimler de, çalışmanın amacı olan yapay yüzeyler bakımından ilçe içerisindeki değişimlerin belirlenmesine uygun olabilmesi için ve hem 2005 ile 2017 yıllarına ait plan kararları arasında karşılaştırma yapılabilmesi, hem de 2005 yılına ait arazi kullanım durumu ve aynı yıla ait İkonos uydu görüntüsünden elde edilen sınıflandırma sonuçlarına göre değerlendirilebilmesi için, Corine lejantının birinci seviyesine göre 3 sınıfa genelleştirilmiştir (Çizelge 4.8, 4.9 ve Şekil 4.7, 4.8).

Çizelge 4.6 ve 4.7' ye göre;

Yapay yüzeyler sınıfı;

- Arazi kullanım durumlarındaki; askeri alan, depolama alanı, eğitim alanı, havaalanı, ibadet alanı, kamu hizmet alanı, triyaj alanı, küçük sanayi alanı, kültürel tesis alanı, maden çıkarım ve işletme alanı, merkezi iş alanı, mezarlık

alanı, sağlık alanı, sanayi alanı, sanayi-konut alanı, sosyal tesis alanı, spor alanı, teknik altyapı alanı, ticaret alanı, ticaret-konut alanı, ticaret-turizm-konut alanı, yüksek öğretim alanı, yol, akaryakıt ve servis istasyonu alanı, gar, balıkçı barınağı, belediye hizmet alanı, depolama ve lojistik alanı, genel otopark alanı, içme suyu tesisleri alanı, iskele, kırsal yerleşim alanı, liman, mesire yeri, mevcut konut alanı, rekreasyon alanı, tersane alanı, ticaret-sanayi alanı, turizm alanı, yat limanı, yürüyüş yolu lejantlarınının genelleştirilmesi ile,

- Nazım imar planlarındaki; dini tesis, günübürlük tesis, havaalanı, hizmet alanı, konut alanı, mezarlık alanı, okul alanı, otopark, sanayi alanı, ticaret alanı, ticaret-konut alanı, yol lejantlarınının genelleştirilmesi ile oluşturulmuştur.

Su sınıfı;

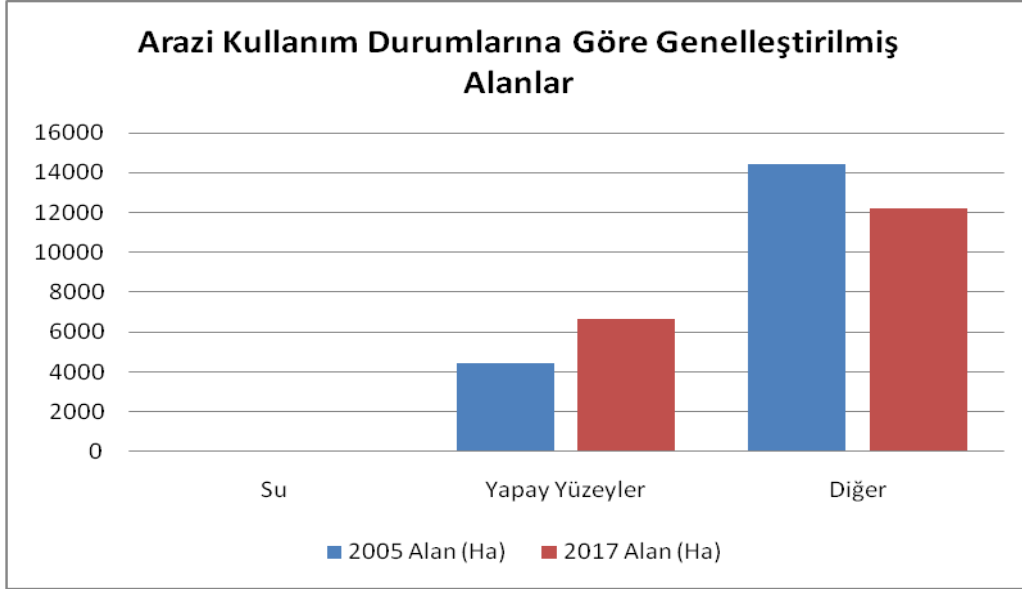
- Arazi kullanım durumundaki; dere ve su yüzeyi lejantlarına göre,
- Nazım imar planlarındaki; su yüzeyi lejantına göre oluşturulmuştur.

Diğer sınıfı;

- Arazi kullanım durumundaki; ağaçlık alan, boş alan, park ve yeşil alan, tarım alanı, fidanlık, orman alanı, pasif yeşil alan lejantlarınının genelleştirilmesi ile,
- Nazım imar planlarındaki; orman alanı, plansız alan, park ve yeşil alan lejantlarınının genelleştirilmesi ile oluşturulmuştur.

Çizelge 4.8 : Genelleştirilmiş arazi kullanım durumları ve farklar.

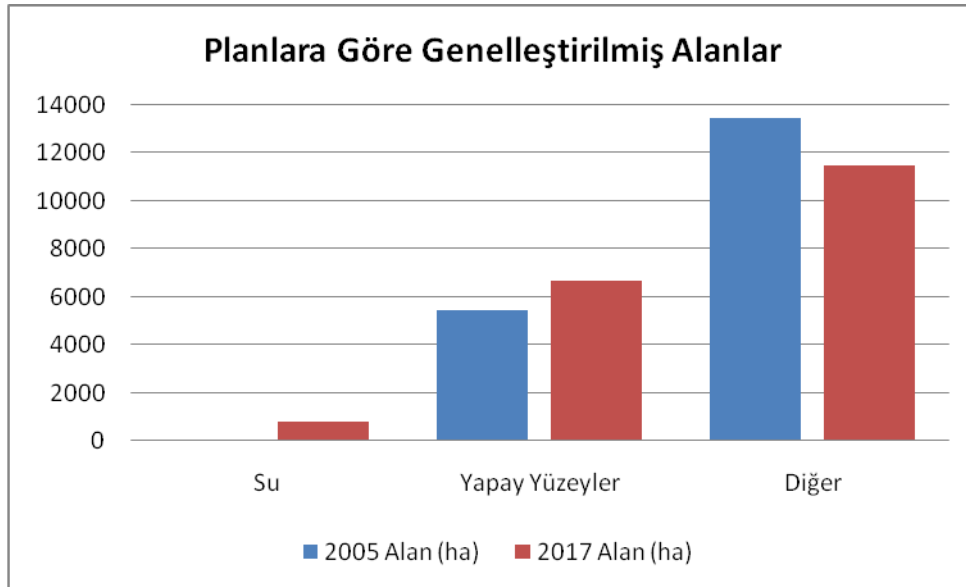
Sınıflar	2005		2017		Fark (2017-2005)	
	Alan (Ha)	Oran (%)	Alan (Ha)	Oran (%)	Alan (Ha)	Oran (%)
Su	0	0	10,88	0,06	10,88	0
Yapay Yüzeyler	4459,11	23,61	6683,86	35,39	2224,75	49,89
Diğer	14.428,12	76,39	12.192,49	64,55	-2235,63	-15.49
Toplam	18.887,23	100	18.887,23	100	0	



Şekil 4.7 : 2005 - 2017 yıllarına ait genelleştirilmiş arazi kullanım durumları.

Çizelge 4.9 : Genelleştirilmiş N.İ.P sınıfları ve farklar.

Sınıflar	2005		2017		Fark (2017-2005)	
	Alan (Ha)	Oran (%)	Alan (Ha)	Oran (%)	Alan (Ha)	Oran (%)
Su	0	0	777,56	4,12	777,56	0
Yapay Yüzeyleyler	5461,82	28,92	6665,20	35,29	1203,38	22,03
Diğer	13.425,41	71,08	11.444,47	60,59	-1980,94	-14,75
Toplam	18.887,23	100	18.887,23	100	0	



Şekil 4.8 : 2005-2017 yıllarına ait genelleştirilmiş N.İ.P.

4.5 Karşılaştırmalı Değerlendirme

Çalışmanın bu bölümünde uydu görüntüleri, sayısallaştırılan yollar, arazi kullanım durumları ve nazım imar planlarının detaylı olarak karşılaştırılması ve ilçenin TEM otoyolu güneyi için uydu görüntüleri üzerinden yapılan sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

4.5.1 Yollar

Pendik ilçesindeki yolların, 2005 - 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden yapılan sayısallaştırılmasına ait sonuçlar, Çizelge 4.10 'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 : Uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılan yollar.

	2005	2017	Fark	Değişim
	Alan (Ha)		Oran (%)	
Sayısallaştırılan Yollar	304,68	440,88	136,20	44,70

2005 - 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu ve nazım imar planı paftaları üzerinden ilçenin tamamına ait yolların sayısallaştırılması sonucu ortaya çıkan durum, Çizelge 4.11' de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.11 : Arazi kullanım durumu paftası ve N.İ.P üzerinden sayısallaştırılan yolların alanları ve karşılaştırılması.

	2005	2017	Fark	Değişim
	Alan (Ha)		Oran (%)	
Nazım İmar Planları	957,97	1484,58	526,61	54,97
Arazi Kullanım Durumları	455,63	989,25	533,62	117,12

Çizelge 4.12 : 2005 yılı N.İ.P ile 2017 yılı arazi kullanım durumu paftasından sayısallaştırılan yolların karşılaştırılması.

	2005			2017		
	Uydu Görüntüsü (Ikonos)	Arazi Kullanım Durumu	N.İ.P	Arazi Kullanım Durumu	Uydu Görüntüsü (Spot-7)	N.İ.P
Alan (Ha)	304,68	455,63	957,97	989,25	440,88	1484,58
Fark (Ha)				31,28		
Oran (%)				3,26		

Uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılan 100' er adet yola ait verilere göre; 2005 yılından 2017 yılına kadar yol alanında; % 44,70 oranında artış olduğu, arazi kullanım durumları ve nazım imar planları üzerinden sayısallaştırılan yolların alanlarında ise % 54,97 ve % 117,12 oranında artış olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10 ve 4.11).

Gerek uydu görüntüleri üzerinden ana arterler başta olmak üzere yoğun olarak kullanılan yolların sayısallaştırılması, gerekse arazi kullanım durumları ve nazım imar planları üzerinden sayısallaştırılan yolların alanlarının; 2005 ile 2017 yılları arasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

İlçenin tamamında bulunan yolların; 2005 yılına ait nazım imar planı kararlarına göre; 957,97 ha öngörülen alanı, 2017 yılına ait arazi kullanım durumuna göre; 989,25 ha olarak hesaplanmış ve neredeyse birebir örtüştüğü görülmüştür (Çizelge 4.12).

4.5.2 Uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumlarının karşılaştırılması

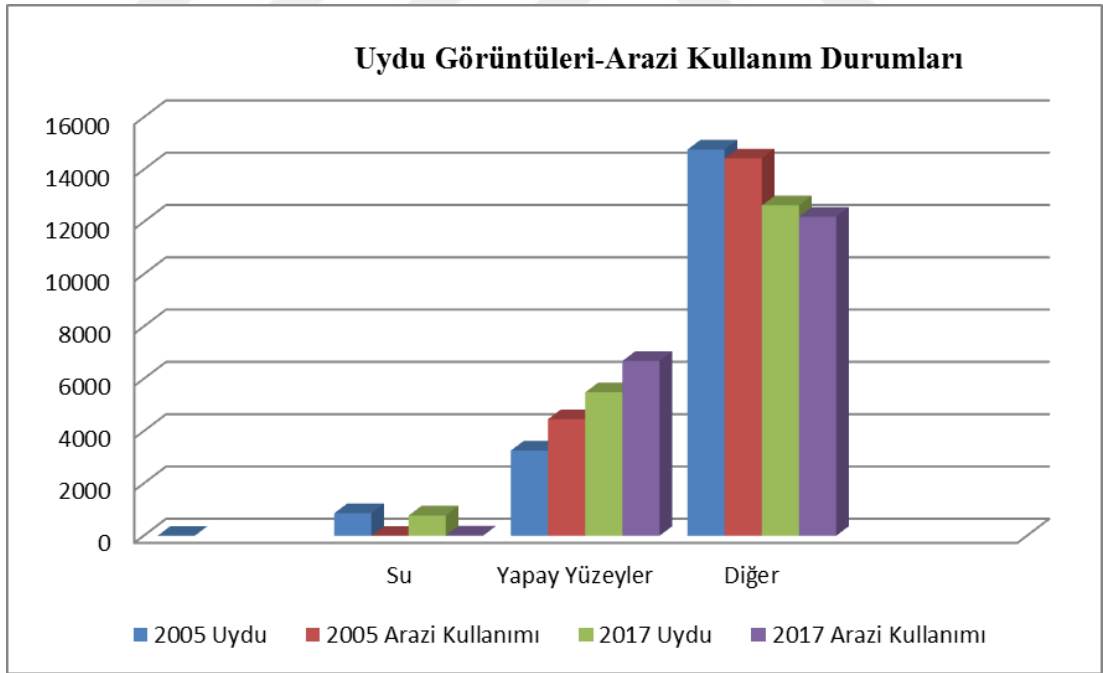
Uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumu paftaları üzerinden oluşturulan sınıfların çalışmanın amacına uygun olarak genelleştirilmeleri sonucu 3 sınıfa ait; 2005 ve 2017 yılları arasındaki alanları, Çizelge 4.13, 4.14 ve Şekil 4.9' da gösterilmektedir.

Çizelge 4.13 : Uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumlarına göre alanlar.

Sınıflar	2005				2017			
	Uydu Görüntüsü	Arazi Kullanım Durumu	Fark	Değişim Oranı	Uydu Görüntüsü	Arazi Kullanım Durumu	Fark	Değişim Oranı
		Alan (Ha)		(%)		Alan (Ha)		(%)
Su	861,48	0	-861,48	0	773,98	10,88	763,10	-98,59
Yapay Yüzeyler	3258,95	4459,11	1200,16	36,83	5483,17	6683,86	1200,69	21,90
Diğer	14.766,8	14.427,62	-339,18	-2,30	12.630,08	12.192,49	-437,59	-3,46

Çizelge 4.14 : 2005 N.İ.P ve 2017 arazi kullanım durumu karşılaştırması.

Sınıflar	2005		2017		
	Arazi Kullanım Durumu	N.İ.P	Arazi Kullanım Durumu	Uydu Görüntüsü	N.İ.P
	Alan (Ha)				
Su	0	0	10,88	773,98	777,56
Yapay Yüzeyle	4459,11	5461,82	6683,86	5483,17	6665,20
Diğer	14.427,62	13.425,41	12.192,49	12.630,08	11.444,47
Toplam	18.887,23				
Sınıflar	Fark (2017 Arazi Kullanım Durumu - 2005 N.İ.P)		Oran		
	Alan (Ha)		(%)		
Su	10,88		0		
Yapay Yüzeyle	1222,04		22,37		
Diğer	-1232,92		-9,18		
Toplam	0				



Şekil 4.9 : Uydu görüntüleri ve arazi kullanım durumları.

4.5.3 TEM otoyolu güneyi değerlendirilmesi

Pendik ilçesinin nüfus ve yapılaşma yoğunluğunun çok fazla olduğu TEM otoyolu güneyi için sadece uydu görüntüleri *üzerinden* sınıflandırma yapılarak, 2005 ve 2017 yılları arası için bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

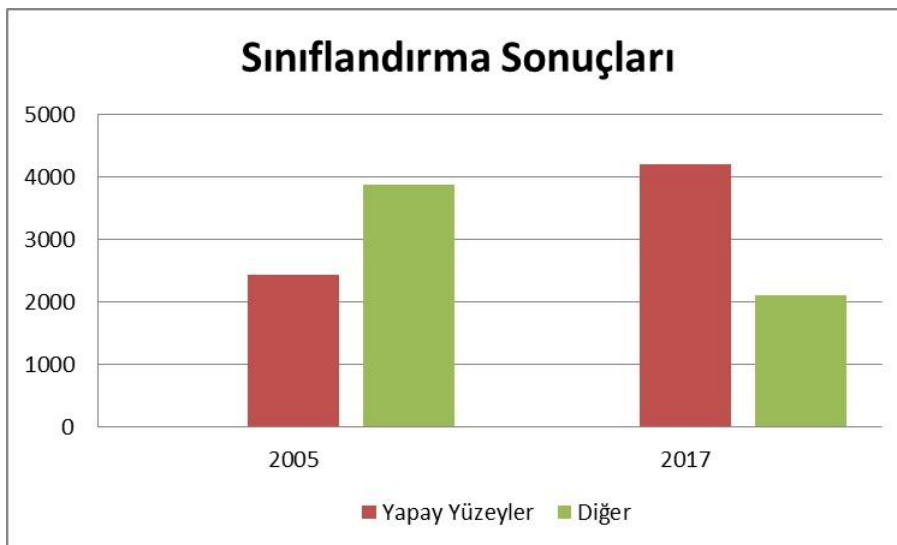
2005 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri, ilçedeki TEM otoyolunun güneyinde yer alan kısmı için sınıflandırılmış, ardından yapay yüzey alanları sınıfındaki değişimin irdelenebilmesi için; su, yapay yüzeyler ve diğer sınıfı olmak üzere 3 sınıfa geliştirilerek birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Su sınıfı, ilçenin güney kısmı için sadece liman bölgesinde bulunduğu için, karşılaştırma yapılırken dikkate alınmamıştır.

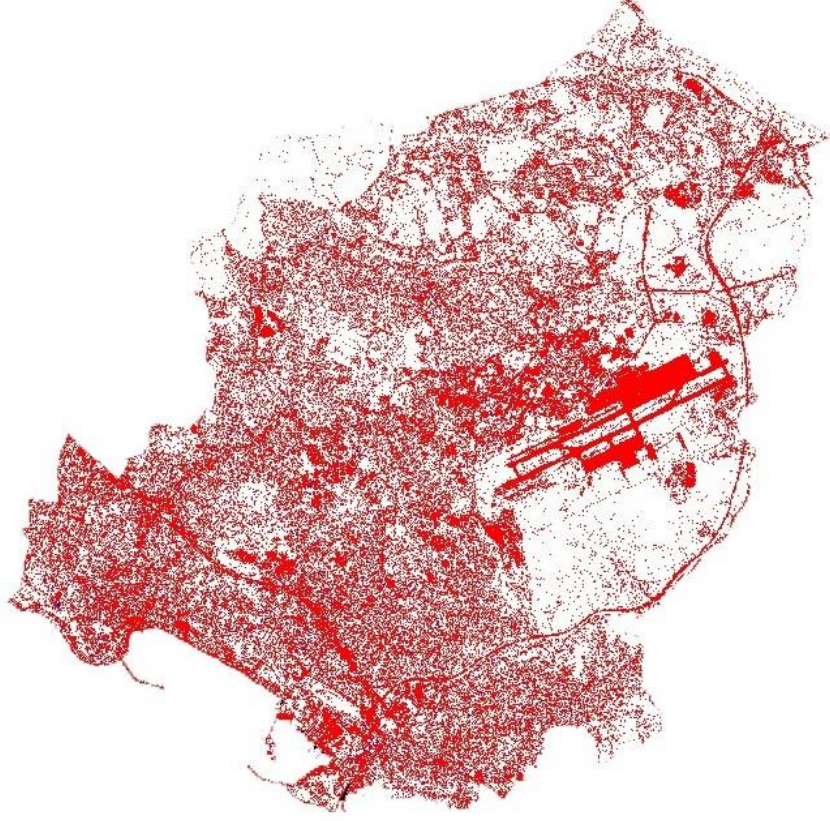
İlçenin TEM otoyolu güneyi için, 2005 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinde yapılan sınıflandırma sonuçları; Şekil 4.10, 4.11, 4.12 ve Çizelge 4.15' te gösterilmektedir.

Çizelge 4.15 : Uydu görüntülerinin TEM otoyolu güneyi için geliştirilmiş sınıfları ve alanları.

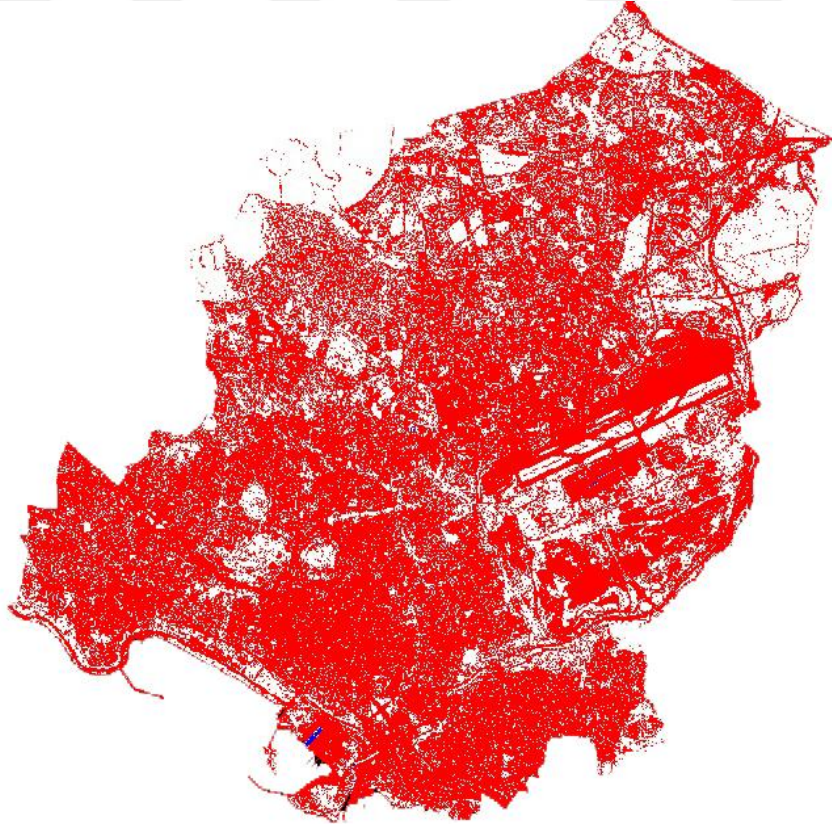
Sınıflar	2005	2017	Fark	Değişim Oranı (%)
	Alan (Ha)			
Su	0	0	0	0
Yapay Yüzeyler	2436,15	4213,48	1777,33	72,96
Diğer	3897,02	2119,69	-1777,33	-45,61
Toplam	6333,17	6333,17	0	0



Şekil 4.10 : TEM otoyolu güneyine ait sınıflandırma sonuçları.



Şekil 4.11 : 2005 yılı ikonos uydusu TEM otoyolu güneyi sınıflandırılmış görüntü.



Şekil 4.12 : 2017 yılı spot-7 uydusu TEM otoyolu güneyi sınıflandırılmış görüntü.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; özellikle ulaşım imkanlarının çeşitliliği (kara, hava, deniz ve demiryolu) ve İstanbul' a Anadolu'dan giriş kapısı konumunda olmasından dolayı sürekli gelişim ve büyüme eğiliminde olan Pendik ilçesindeki yapay yüzeyler bakımından zamansal olarak değişimin tespitinin farklı yöntemlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

İlçedeki zamansal değişim tespiti için veri olarak; 2005 yılına ait Ikonos ve 2017 yılına ait Spot-7 uydularından elde edilmiş yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile 2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu ve nazım imar planı paftaları kullanılmıştır.

Çalışmanın birinci aşamasında; 2005 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntülerine uygulanan geometrik düzeltme ile tüm veriler UTM WGS84 datum ve koordinat sistemine dönüştürülmüş, böylece 2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu ve nazım imar planı paftaları ile karşılaştırılma imkanı oluşturulmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında, 2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu ve 1/5000 ölçekli nazım imar planı paftaları sayısallaştırılarak; su, yapay yüzeyler ve diğer sınıfı olmak üzere 3 sınıfa genelleştirilmiştir.

Böylece, 2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumları ile uydu görüntüleri birbirleri ile karşılaştırılmış, ayrıca; 2005 yılına ait nazım imar planındaki arazi kullanım kararlarının, 2017 yılına ait arazi kullanım durumu paftasından ve Spot-7 uydu görüntüsünden elde edilen sınıfların alanları ile ne kadar örtüştüğünün tespit edilmesine çalışılmıştır.

Buna göre;

- Çalışma, uydu görüntüleri üzerinden yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre değerlendirildiğinde; 2005 yılından 2017 yılına kadar;
- Su sınıfı alanında: 87,50 ha (% 10,16 oranında) azalma,

- Yapay yüzeyler sınıfı alanında: 2224,22 ha, (% 68,25 oranında) artış,
- Diğer sınıfı alanında: 2136,72 ha (% 14,47 oranında) azalma tespit edilmiştir.
- Çalışma, arazi kullanım durumu paftaları üzerinden yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, 2005 yılından 2017 yılına kadar;
- Yapay yüzeyler sınıfı alanında: 2224,75 ha (% 49,89 oranında) artış,
- Diğer sınıfı alanında: 2235,12 ha (% 15,49 oranında) azalma olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışma, nazım imar planı paftaları üzerinden yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, 2005 yılından 2017 yılına kadar;
- Yapay yüzeyler sınıfı alanında: 1203,38 ha (% 22,03 oranında) artış,
- Diğer sınıfı alanında: 1980,94 ha (% 14,75 oranında) azalma olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışma, 2005 yılı nazım imar planındaki arazi kullanım kararları ile 2017 yılı arazi kullanım durumu paftası ve aynı yıla ait Spot-7 uydusu üzerinden yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre değerlendirildiğinde;
- Yapay yüzeyler sınıfı alanında: Arazi kullanım durumuna göre; 1222,04 ha (% 22,37 oranında) artış, Spot-7 uydu görüntüsüne göre; 21,35 ha (% 0,39 oranında) artış,
- Diğer sınıfı alanında: Arazi kullanım durumuna göre; 1232,92 ha (% 9,18 oranında) azalma, Spot-7 uydu görüntüsüne göre; 795,33 ha (% 0,06 oranında) azalma olduğu tespit edilmiştir.

2005 yılına ait nazım imar planında, TEM otoyolu kuzeyi plansız alan olarak tanımlanmakla birlikte, bu yıla ait arazi kullanım durumu ve nazım imar planı paftalarında su yüzeyi alanı lejantı bulunmamaktadır. Bu sebepten dolayı su yüzeyi sınıfındaki değişim farkı ortaya konulamamıştır. Diğer taraftan, 2017 yılına ait nazım imar planı bu bölge için mevcut olmakla birlikte, arazi kullanım durumu ve nazım imar planı paftalarında da su yüzeyi lejantı bulunmaktadır.

Yukarıdaki tespitlere göre; 2005 yılında tescil edilen 1/5000 ölçekli nazım imar planındaki arazi kullanım kararlarına göre yapay yüzeyler sınıfı alanının 2017 yılına

gelindiğinde öngörülenden daha fazla arttığı, buna karşılık diğer sınıftaki alanın azaldığı görülmektedir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, yollar özelinde bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu analiz; 2005 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden ana arterler başta olmak üzere, kullanım yoğunluğu fazla olan yolların sayısallaştırılması sonucu ortaya çıkan alansal durum karşılaştırılmıştır.

Uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılan, ana arterler ve yoğun kullanılan ara yolların birbirleri ile karşılaştırılması sonucu; özellikle Kuzey Marmara Çevreyolu'nun da etkisi ile 2017 yılındaki yolların alanlarının 2005 yılındaki yolların alanlarına göre % 44,70 oranında artmış olduğu tespit edilmiştir.

2005 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım durumu ve nazım imar planı paftalarından sayısallaştırılan, ilçe genelindeki tüm yolların karşılaştırılması sonucunda ise;

Arazi kullanım durumunu paftası üzerinden sayısallaştırılan yolların; 2017 yılındaki alanının, 2005 yılına göre % 117,12 oranında arttığı, yine aynı yıllara ait nazım imar planlarındaki arazi kullanım kararlarına göre de; % 54,97 oranında artmış olduğu tespit edilmiştir. Burada, 2005 yılındaki plan kararlarında, ilçedeki yolların alanlarındaki öngörülen artışın, 2017 yılına gelindiğinde yaklaşık 2 kat fazla gerçekleştiği görülmektedir.

2005 ile 2017 yılları arasında; hem uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılan, hem de aynı yıllara ait arazi kullanım durumu paftaları üzerinden sayısallaştırılan yolların alanlarında artış olduğu, ayrıca; 2005 yılındaki plan kararına göre 957,97 ha olarak öngörülen yol alanının da, 2017 yılındaki arazi kullanım durumu paftası üzerinden sayısallaştırılarak hesaplanan 989,25 ha'lık yol alanı ile % 3,26 oranında, yani neredeyse birebir örtüştüğü görülmüştür.

6333,17 ha'lık alanıyla ilçe yüzölçümünün yaklaşık 1/3' lük kısmını kapsayan TEM otoyolu güneyi bölgesi; Sabiha Gökçen Havalimanı, marina, İDO iskelesi, D100 karayolu, metro ve demiryolu hatları gibi ana ulaşım arterlerine ve olanaklarına sahip olup, şehrin en kalabalık ve yapılaşmanın en yoğun olduğu bölgedir. Yoğun yapılaşma ve nüfus yükünün yanında, ilçenin bu kısmında yeşil alanlar oldukça azdır. Bu sebeplerden dolayı değişimin ve nüfus artış hızının fazla olduğu bu bölge

özelinde, 2005 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeye göre;

- Yapay yüzeyler sınıfı alanında: 1777,33 ha (% 72,96 oranında) artış,
- Diğer sınıfı alanında: 1764,11 ha (% 45,44 oranında) azalma tespit edilmiştir.

İlçe merkezinin de içinde bulunduğu bu bölgede yapay yüzey alanlarının 12 yıl içerisinde % 72,96 oranında artması, buna karşılık; yeşil alan, mezarlık alanı, plansız alanların geliştirilmesi sonucu oluşturulan diğer sınıfı alanının da hemen hemen aynı oranda azalmış olması, bundan sonraki süreçte kentin en yoğun ve değişimin en hızlı olduğu bu bölge özelinde şehircilik açısından karar vericilere; sağlıklı kentleşme sürecini ne şekilde etkileyebileceğinin analizinde yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

İlçe genelinde yapay yüzeyler sınıfı alanının, 2005 yılına ait imar planı kararlarında öngörülenden çok daha fazla çıkmasının, buna karşılık diğer sınıfı alanının aynı oranda azalmasının; ilçenin arazi kullanımı/değişimin hızlı bir şekilde ve beklenenden daha fazla oranda gerçekleştiğini ortaya koymakla birlikte, bu değişimin aynı zamanda demografik veriler bakımından da desteklenmiş olduğunu göstermektedir.

Sonuç görüntülerinde ve ilçenin TEM otoyolu güneyinde kalan kısmı için yapılan özel değerlendirmede, artan nüfus ile birlikte yapılaşmanın arttığı, Sabiha Gökçen Havalimanı'nda yapımına başlanılan ikinci pist ve ek terminal binaları inşaatı, nüfus artışı, kentsel dönüşüm yasası, ilçe geneline yapılan yatırımlar (yollar, metro, hızlı tren istasyonu, marina vb.) sebebiyle yapay yüzey alanlarının fazlaştığı, TEM otoyolunun kuzey kısmında ise yapılan Kuzey Marmara Çevreyolu nedeni ile yine yapay yüzey alanlarının artış miktarı objektif olarak ortaya konulmuştur.

Sınıflandırma ve zamansal değişim analizi sonuçlarının ve ekran üzerinden yolların sayısallaştırılması sonucu ortaya çıkan değişimlerin, arazi kullanım durumları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Zamansal değişim açısından, 2005 ile 2017 yılları arasındaki 12 yıllık zaman sürecinde kullanım durumları ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden yapılan analizlere göre; Pendik ilçesi için yüksek oranda artışın yapay yüzey

alanlarında olduğu gör÷lmekle birlikte, aynı oranda azalmanın, yeşil alan, orman alanı, vb. alanlarda olduğu tespit edilmiştir.

Sabiha Gökçen Havalimanı' nın büyüt÷lme çalışmaları ile Kuzey Marmara Çevreyolu ve Yavuz Sulan Selim Köprüsü üzerinden geçerek İstanbul Avrupa yakasına gitmesi planlanan demiryolu hattı ve bu hattın ana istasyonunun ilçe içerisinde konumlandırılmasının planlanması, İstanbul Büyükşehir Belediye tarafından yapılması planlanan; Pendik Burnu adası, Sabiha Gökçen- Sultanbeyli ve Sabiha Gökçen-Pendik metro hattı gibi yatırımlar ve mevcutta bulunan 2017 yılı onaylı 1/5000 ölçekli nazım imar planları altlığında yapılacak olan 1/1000 ölçekli uygulama imar planları göz önüne alındığında ve bu çalışmada tespit edilen 12 yıllık süreç içerisinde nüfus ve yapılaşmada gör÷len artışın, gelecekte de yukarı yönde devam edeceği öngörülmektedir.

Pendik ilçesindeki nüfusun ve buna bağılı olarak ihtiyaçların artması sonucunda tüketimde meydana gelen artış, doğal ortamların da değişimini kaçınılmaz hale getirmektedir. Hızlı bir şekilde meydana gelen arazi kullanım değişiminin güncel olarak takip edilebilmesi, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşebilmesi için oldukça önemlidir.

Uzaktan algılama teknolojisi, özellikle son 20 yılda hizmete sunulmuş olan yüksek çözünürlüklü uydular ile yeryüzünün anlık olarak gözlemlenebilmesi sayesinde; arazi kullanımındaki mevcut değişimin izlenebilmesinde ve yeni kullanım alanlarının planlı ve sürdürülebilir biçimde düzenlenebilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Bunun sonucu olarak, bölge ile ilgili planlama yetkililerine, karar vermede ve geleceğe dönük bir projeksiyon oluşturmada destek sağlamaktadır.

İstanbul' un Anadolu' dan giriş kapısı konumunda olan Pendik ilçesinde, beşeri etkiler sonucunda meydana gelen kalıcı arazi kullanım değişiklerinin incelenmesi sırasında, sosyal ve ekonomik değerlendirmeler ile birlikte özellikle, TEM otoyolu kuzeyine yapılması muhtemel 1/1000 ölçekli uygulama imar planları sonucu yapılaşmanın takip edilerek bu bölgedeki orman ve tarım alanları ile Ömerli içme suyu havzasının mevcut durumunun korunmasına yönelik yapılacak çalışmaları yetkili ve ilgili kişilere fayda sağlayacak sonuçların elde edilmesi mümkündür.



KAYNAKLAR

- Aguilar, A. G., Ward, P. M., Smith Sr., C. B.** (2003). Globalization, regional development, and mega-city expansion in Latin America: *Analyzing Mexico City's peri-urban hinterland*. *Cities* 20, (pp. 3–21)
- Aspinall,** (2006). *Mapping Prairie Pothole Communities with Multitemporal Ikonos Satellite Imagery*.
- Banister, D., Watson, S., Wood, C.** (1997). Sustainable cities: *Transport, energy, and urban form*. *Environ. Planning*. chapter 24, (pp. 125–143).
- Baud, I., Kuffer, M., Pfeffer, K., Sliuzas, R. V.** (2010). Understanding heterogeneity in metropolitan India: The added value of remote sensing data for analyzing substandard residential areas. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation: JAG*, 12 (pp. 359–374).
- Campbell, J. B. & Wynne, R. H.** (2011). *Introduction to Remote Sensing* (5th ed.), New York, USA: The Guilford Press.
- Congalton, R. & Green, K.** (1999). *Basic Analysis Techniques*.
- Çetin, M. & Musaoğlu, N.** (2009). *Merging hyperspectral and panchromatic image data: qualitative and quantitative analysis*, *Int. J. Remote Sensing*, (pp. 1779–1804).
- Foody, G. M.,** (1992). *On the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 58, (pp 1459–1460).
- Foody, G. M.,** (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 8 (pp. 185–201).
- Göksel, Ç., Bektaş, F., Balçık, F., Keskin, M., Çelik, B., Cihan, C., Yağmur, N.** (2016). Evaluation of classification methods for detection of greenhouses from spot 5 satellite imagery. *Proceedings, 6th International Conference on Cartography and GIS*, 13-17 June 2016, Albena.
- Göksel, Ç., David, M.S., Doğru, Ö.A.** (2018). Environmental Monitoring of Spatio-Temporal Changes in Northern Istanbul using Remote Sensing and GIS, *International Journal of Environment and Geoinformatics* 5(1) (pp. 94-103).
- Hellawell, J.M.,** (1991). Development of a rationale for monitoring. In: Goldsmith, F.B. (Ed.), *Monitoring for Conservation and Ecology*. London, (pp. 1–14).
- Herold, M., Goldstein, N.C., Clarke, K.C.** (2003). The spatiotemporal form of urban growth: Measurement, analysis and modeling. *Remote Sens. Environ.* 86, (pp. 286–302)

- İspir, E.** (2000). *Uzaktan algılama yöntemleri ile Köyceğiz Bölgesindeki sığla ormanlarının değişim analizi.*
- Ji, W., Ma, J., Twibell, R. W., Underhill, K.** (2006). Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics. *Computers, Environment and Urban Systems.* (pp. 861–879).
- Jieying X., Yanjun S., Jingfeng G., Ryutaro T., Changyuan T., Yanqing L., Zhiying H.** (2005). *Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing.* Landscape and urban planning
- Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W.** (2000). *Remote Sensing and Image Interpretation.* 4th edition, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W.,** (2007). *Remote Sensing and Image Interpretation.* 6th edition, New York, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Lopez, E., Bocco, G., Mendoza, M., Duhau, E.** (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: a case in Morelia city, Mexico. *Landsc. Urban Plann.* 55, (pp. 271–285)
- Mahesh K. J., P.K., Garg, Deepak K.** (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 10 (pp. 26-43).
- Moos, D. & Wyatt, B.K.** (1994). The CORINE biotopes project: A database for conservation of nature and wildlife in the European community. *Applied Geography* (Sevenoaks, England), 14(4), 327–349.
- Neville, J. & Jensen, D.** (2000). Iterative classification in relational data. Proceedings of the AAAI 2000 Workshop Learning Statistical.
- Örmeci, C.** (1987). *Uzaktan Algılama: Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri.* İTÜ, İstanbul
- Rencz, A. N. & Ryerson, R. A.** (1999). *Manual of Remote Sensing, Remote Sensing for the Earth Sciences.* New York, USA : JohnWiley & Sons.
- Richards, J.A.** (2013). *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction.* Fifth Edition. New York, USA: Springer - Verlag.
- Schneider, A., Friedl, M. A., McIver, D. K., and Woodcock, C. E.** (2003). Mapping urban areas by fusing multiple sources of coarse resolution remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69 (pp. 1377–1386).
- Stefanov, W.L., Ramsey, M.S., Christensen, P.R.** (2001). Monitoring urban land cover change: an expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers. *Remote Sens. Environ.* 77 (pp. 173–185).
- Stow, D.A. & Chen, D.M.** (2002). Sensitivity of multitemporal NOAA AVHRR data of an urbanizing region to land-use/landcover changes and misregistration. *Remote Sens. Environ.* 80 (pp. 297–307).
- Sunar, F., Özkan, C., Osmanoğlu, B.** (2011). *Uzaktan Algılama Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını* No: 1317-2320.

- Şanlı B.F., Demir, H., Göksel, Ç., Gür, M.** (2006). Şehir gelişiminin İstanbul Pisti örneğinde uzaktan algılama tekniği ile izlenmesi, *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Taubenböck, H., Esch, T., Felbier, A., Wiesner, M., Roth, A., Dech, S.** (2012). Monitoring urbanization in mega cities from space. *Remote Sensing of Environment* 117 (pp. 162–176).
- Tezer, A., Şen, Ö. L., Akşehirli, İ., Çetin, N. İ., Onur, C.** (2012). Integrated planning for the resilience of urban riverine ecosystems: *The İstanbul-Ömerli Watershed case Ecohydrology and Hydrobiology* 12(2) (pp. 153–163).
- Turner, B. L.** (1994). Local faces, global flows: the role of land use and land cover in global environmental change. *Land Degradation and Rehabilitation* 5 (pp. 71–78).
- Willems, E., Vandevoort, C., Willekens, A., Buffaria, B.** (2000). *Landscape and land cover diversity index*.
- Wilson, E.H., Hurd, J.D., Civco, D. L., Prisløe, M.P., Arnold, C.** (2003). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. *Remote Sens. Environ.* 86 (pp. 275–285).
- Yastıklı, N., Sefercik, U. G., Karakiş, S., Bayık, Ç., Alkan, M.** (2014). Yüksek çözünürlüklü optik uydu görüntülerinden otomatik bina çıkarımı performansının artırılmasına yönelik yeni bir yaklaşım (Quickbird örneği): 5. *Uzaktan Algılama Sempozyumu* Uzal-CBS, İstanbul.
- Yücer, E.** (2014). *Şehir alanlarındaki mekânsal değişimin uydu görüntüleri ile zamansal takibi* (Yüksek lisans tezi) Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Zhang, X.C., Kang, T.J., Wang, H.Y., Sun, Y.** (2010). Analysis on spatial structure of landuse change based on remote sensing and geographical information system, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(2), (pp. 145-150).
- Zhou, W., Troy, A., Grove, M.** (2003). Object-based land cover classification and change analysis in the Baltimore metropolitan area using multitemporal high resolution remote sensing data. *Sensors*, 8 (pp. 1613–1636).
- Zhu, Z., Woodcock, CE., Rogan, J., Kellndorfer, J.** (2012). Assessment of spectral, polarimetric, temporal, and spatial dimensions for urban and peri-urban land cover classification using Landsat and SAR data. *Remote Sensing of Environment*.
- Url-1** <http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani_0d954.pdf>, erişim tarihi 30.04.2018.
- Url-2** <<http://www.sgairport.com/sabiha-gokcen-havalimani/havalimani-yolcu-ve-ucus-istatistikleri>>, erişim tarihi 10.03.2018.
- Url-3** <<https://www.pendik.bel.tr/sayfa/detay/pendik>>, erişim tarihi 11.01.2018.
- Url-4** <http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=13>, erişim tarihi 20.03.2018.
- Url-5** <<http://www.cscrs.itu.edu.tr/>>, erişim tarihi 10.04.2018.

Url-6 <http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=31>, erişim tarihi
11.04.2018.



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Halil İhsan ALTUNDAŞ

Doğum Tarihi ve Yeri : 11 Ocak 1980 İstanbul

E-posta : ihsanaltundas@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU :

- **Lisans** : 2004, Yıldız Teknik Üniversitesi , İnşaat Fakültesi,
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM :

- 2004 - 2005 : İmpek Harita Müşavirlik LTD. ŞTİ.- Harita Mühendisi
- 2005 - 2011 : İstanbul Büyükşehir Belediyesi - Bimtaş A.Ş.- Harita Mühendisi
- 2011 - 2018 : Pendik Belediye Başkanlığı Emlak ve İstimlak Müdürlüğü -
Harita Mühendisi
- 2018 - devam : Pendik Belediye Başkanlığı Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü -
Harita Mühendisi

