





**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL 2023 YILI ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM TAHMİNİNİN  
YAPAY SİNİR AĞLARI VE MANTIKSAL REGRESYON  
METOTLARI İLE MODELLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Cemre Fazilet ALDOĞAN**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**HAZİRAN 2019**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL 2023 YILI ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM TAHMİNİNİN  
YAPAY SİNİR AĞLARI VE MANTIKSAL REGRESYON  
METOTLARI İLE MODELLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Cemre Fazilet ALDOĞAN  
(706161026)**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Uğur ALGANCI**

**HAZİRAN 2019**



İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 706161026 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Cemre Fazilet ALDOĞAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "İSTANBUL 2023 YILI ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM TAHMİNİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI VE MANTIKSAL REGRESYON METOTLARI İLE MODELLENMESİ" başlıklı tezini aşağıdaki imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Dr. Öğr. Üyesi Uğur ALGANCI** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Hande DEMİREL** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Füsun BALIK ŞANLI** .....  
Yıldız Teknik Üniversitesi

.....

**Teslim Tarihi :** **06 Mayıs 2019**  
**Savunma Tarihi :** **11 Haziran 2019**







*Canım ağabeyim Cem ALDOĞAN'a,*



## ÖNSÖZ

Bu çalışma, TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında 115Y692 numaralı "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Karayolu Ulaşımı Erişilebilirlik Analizi" adlı projenin desteğiyle tamamlanmıştır. Yüksek lisans tezimin yazılmasında benden yardımlarını esirgemeyen sevgili danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Uğur Algancı, Prof. Dr. Hande Demirel hocama ve TÜBİTAK kurumuna teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 2019

Cemre Fazilet ALDOĞAN





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET .....	xvii
SUMMARY .....	xxi
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2 Çalışma Bölgesi.....	2
1.3 Literatür Taraması.....	3
<b>2. YÖNTEM</b> .....	<b>5</b>
2.1 Veri .....	5
2.2 Sınıflandırma ve Sınıflandırma Sonrası Süreçler .....	5
2.3 Arazi Kullanım Tahmin Metotları .....	6
2.3.1 Yapay sinir ağları.....	6
2.3.2 Mantıksal regresyon .....	7
<b>3. UYGULAMA</b> .....	<b>11</b>
3.1 Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Belirlenmesi .....	11
3.2 Arazi Örtüsü/Kullanımı Tahmininin Modellenmesi .....	15
3.2.1 İtici faktörler .....	15
3.2.2 Yapay sinir ağları ile modelleme .....	16
3.2.2.1 Doğruluk analizi .....	18
3.2.3 Mantıksal regresyon ile modelleme.....	19
3.2.3.1 Doğruluk analizi .....	20
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>23</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>25</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>29</b>



## **KISALTMALAR**

**CBS** : Coğrafi Bilgi Sistemleri

**YSA** : Yapay Sinir Ağları

**MR** : Mantıksal Regresyon

**ÇKA**: Çok Katmanlı Algılayıcı







## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 2.1:</b> Uydu görüntü özellikleri. ....	<b>5</b>
<b>Çizelge 3.1:</b> 2007-2014 yılları arası $km^2$ cinsinden kazanımlar ve kayıplar. ....	<b>13</b>
<b>Çizelge 3.2:</b> 2007-2014 yılları arası $km^2$ cinsinden net değişim tablosu.....	<b>13</b>
<b>Çizelge 3.3:</b> 2007-2014 yılları arası $km^2$ cinsinden net değişim tablosu.....	<b>17</b>
<b>Çizelge 3.4:</b> Kappa değerlendirmesi yapay sinir ağları. ....	<b>18</b>
<b>Çizelge 3.5:</b> Kappa değerlendirmesi yapay sinir ağları.....	<b>19</b>
<b>Çizelge 3.6:</b> Kappa değerlendirmesi mantıksal regresyon. ....	<b>22</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 : Çalışma bölgesi.....	2
Şekil 2.1 : Yapay sinir ağları mimarisi.....	6
Şekil 2.2 : Mantıksal regresyon eğrisi ( $b_1 > 0$ ).....	8
Şekil 3.1 : 2007 yılı İstanbul arazi örtüsü/kullanım haritası. ....	11
Şekil 3.2 : 2014 yılı İstanbul arazi örtüsü/kullanım haritası. ....	12
Şekil 3.3 : 2007 ve 2014 yılları arası $km^2$ cinsinden kazanımlar ve kayıplar. ....	12
Şekil 3.4 : 2007 ve 2014 yılları arası $km^2$ cinsinden net değişim. ....	13
Şekil 3.5 : $km^2$ cinsinden şehir yapısındaki artışa katkı sağlayan sınıflar.....	14
Şekil 3.6 : $km^2$ cinsinden endüstriyel ve ticari birimlerdeki artışa katkı sağlayan sınıflar.....	14
Şekil 3.7 : $km^2$ cinsinden ekili alanlardaki değişime katkı sağlayan sınıflar. ....	14
Şekil 3.8 : a) Ormana olan uzaklık b) Sayısal yükseklik modeli c) Hastanelere olan uzaklık d) Endüstriyel birimlere olan uzaklık (uzaklık birimi $m$ cinsinden ifade edilmiştir.).....	16
Şekil 3.9 : a) Yollara uzaklık b) Yol yoğunluğu c) Şehir yapısına uzaklık d) Üniversitelere uzaklık (uzaklık birimi $m$ cinsinden ifade edilmiştir.).	16
Şekil 3.10 : 2023 yılı YSA ile simüle edilen arazi örtüsü/kullanım haritası.....	17
Şekil 3.11 : YSA ile modellenen 2014 yılı arazi kullanım haritası. ....	18
Şekil 3.12 : 2023 yılı simüle edilen şehir alanları.....	19
Şekil 3.13 : 2023 yılı simüle edilen endüstriyel ve ticari birimler. ....	20
Şekil 3.14 : Mantıksal regresyon ile modellenen 2014 yılı arazi kullanım haritası.....	21



# İSTANBUL 2023 YILI ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM TAHMİNİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI VE MANTIKSAL REGRESYON METOTLARI İLE MODELLENMESİ

## ÖZET

Sürdürülebilirlik; toplumu oluşturan üreticiler ve tüketiciler ve sanayileşme ve kentleşme ile ilgili olarak, onların her bir hareketinden etkilenen doğanın arasındaki dengeye işaret eden önemli bir kavramdır. İnsanların içinde yaşadığı doğa, insanların sergilediği hareketlerden yüksek ölçüde etkilenmektedir. Tüketiciler ve üreticiler ile doğa arasındaki dengenin korunması her bir canlıya ev olan bu çevreye sürdürülebilirlik aşımak önemlidir. Toprak, arazi örtüsü/kullanımının, iklimlerin insanların sergiledikleri faaliyetlere karşı bir dayanma sınırı vardır. Bu sebeple, içerisinde yaşanan çevrenin toprağa, arazi örtüsü/kullanımına, iklimlere ve diğer kaynaklara baskıyı hafifletecek şekilde ayarlanması gerekmektedir. Birleşmiş milletlerin 2014 yılında yayınlanmış raporuna göre dünya nüfusunun büyük çoğunluğu, %54'lük bir payla şehirde yaşamaktadır. Bu çoğunluğu barındıran şehirler, yaşam kalitesini korumak ve kişilerin ihtiyaçlarına daha iyi hizmet edebilmek amacıyla sürdürülebilirliğe adapte haline getirilmelidir.

Sürdürülebilirlik kavramı, şehri yöneten belediyelerin ve belediyelerin birlikte çalıştıkları şehir plancılarının ulaşmak istedikleri bir hedef olarak karşımıza çıkmaktadır. Şehirlerin planlı ve organize bir biçimde yönetilebilmesi ortak bir sorundur. Göçlerle beslenen, farklı sosyal kimliklere sahip insanların bir araya geldiği, aşırı nüfusun göze çarptığı, kısacası metropoliten bir yapıya sahip şehirlerde teknoloji ve bilimsel araştırmalar ile şehrin refah düzeyinin birlikte değerlendirilmesi durumuna ihtiyaç vardır. İstanbul geçmişten bu yana nüfusu hızla artan bir şehir olup, nüfusla gelen kentleşmenin getirdiği negatif anlamda oluşabilecek sosyal ve çevresel değişikliklere açık bir konumdadır. Kentleşme ve motorlu taşıt kullanımının artması ile şehirdeki baskı arazi kullanımı dağılımında düzensizlik olarak açığa çıkmıştır. Bu sebeple, şehrin akıllı hale getirilmesi, insan hayatını kolaylaştırması, çevre problemlerinin azaltılması, bireylerin kontrollü bir şehirleşmeden sağlayacağı faydanın artırılması için yapılan yatırımların ve bu yatırımların etki ettiği arazi kullanımının coğrafi bilgi sistemleri ile izlenmesi gereklidir. Arazi kullanımı bir çok faktörden etkilenen dinamik bir yapıya sahiptir. Arazi kullanım dağılımının dengesiz olması mekansal bir problemdir.

Coğrafi bilgi sistemleri; içerisinde verinin yalnızca saklandığı değil, aynı zamanda analiz edildiği ve sonrasında aynı ortamda görselleştirilebildiği sistemlerdir. Onun analiz becerisi, veriden üretilen istatistiksel çıkarımlar ile ilgilidir. Coğrafi bilgi sistemleri; mekansal veri ve mekansal veri ile bağlantılı diğer tipteki verilerin son safhada karar alma işlemlerinde gereken önemli bilgiye götüren herhangi bir ilişkiyi tespit etmek için, bir araya getirilip tek bir platformda birlikte değerlendirilmesini mümkün kılan sistemlerdir. Bu özellikler, diğer sistemler ile karşılaştırıldığında coğrafi bilgi sistemlerinin en büyük avantajıdır. Bu sebeple, coğrafi bilgi sistemleri mekansal problemlerin tespit edilip hafifletilmesinde önemli bir araçtır. Uzaktan

algılama, arazi kullanımı verisinin üretilmesine yardımcı olarak, coğrafi bilgi sistemleriyle entegre bir şekilde çalışabilir. Coğrafi bilgi sistemlerinin yanında uzaktan algılama arazi çalışmalarına giden zamanın azaltılmasında etkili olan güçlü bir birleşimdir. Arazi çalışmalarına azımsanmayacak derecede harcanan zamanın aksine, uzaktan algılama hem zaman kazandırıcı hem de uygun maliyetlidir.

Bu tez, uzaktan algılama ve CBS'nin bir araya gelerek İstanbul'un seçilen bölgesinde arazi kullanımı değişiminin belirlenmesi için geçmiş yıllara ait uydu görüntülerinin ön işleme tabi tutulup, Avrupa Çevre Ajansının belirlediği CORINE standartlarına göre sınıflandırılması ve üretilen arazi kullanım haritalarıyla geleceğe yönelik arazi kullanım tahmin modelinin simüle edilmesi aşamalarını içermektedir. Uydu görüntülerinin tekrar sınıflandırılması işlemi (sınıflandırma sonrası işlemler kapsamında) CORINE 1. Seviye sınıflandırma standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. CORINE arazi örtüsü/kullanımı standartları 5 detay sınıftan oluşmaktadır. Önceden 5. Seviye olarak sınıflandırılan uydu görüntüleri böylece tekrar sınıflandırma sürecinde 1. Seviye olarak sınıflandırılmış oldu. Sonuç olarak, ana hatlarıyla; şehir yapısı, endüstriyel ve ticari birimler, ekilebilir alanlar, ormanlar ve su kütleleri olarak sınıflandırılma yapılmıştır. Birinci bölümde çalışmaya genel bir bakış sunularak, çalışma alanını tanıtır. Ek olarak arazi örtüsü/kullanımı tespiti ve geleceğe yönelik arazi örtüsü/kullanım tahmini ile ilgili benzer çalışmalardan bahsedilir. İstanbul milyonlarca insana ev sahipliği yapan bir megakenttir ve ulaştırma, finans, ekonomi gibi konularda kilit konumdadır. İstanbul Avrupa ülkelerinin bir çok başkentinden nüfus itibarıyla daha büyüktür. Türkiye İstatistik kurumu'nun 2018'deki raporuna göre İstanbul'un nüfusunun 16 milyon 310 bin kişi olacağı öngörülmektedir. Bu sebeple, çalışma alanı bu nüfus büyüklüğüne ve İstanbul'un en fazla değişime maruz kalmış tarafı olan Avrupa yakasına hitap etmek için seçilmiştir. Avrupa yakasında seçilen bu çalışma alanına, ulaşım ve son 20 yılda yapılan ulaştırma yatırımları kriterleri baz alınarak karar verilmiştir.

İkinci bölümde veri ve arazi örtüsü/kullanımı tahmin metotları tanıtmıştır. Yapay sinir ağları ve mantıksal regresyon yöntemleri detaylı bir biçimde açıklanmıştır. Ek olarak, çok katmanlı algılayıcı kavramı açıklanmıştır. Çok katmanlı algılayıcı bir yapay sinir ağları çeşidi olup, lineer olmayan yapıdaki verilerin esnek bir biçimde analiz edilmesi için kullanılır. Lineer bir ilişki içerisinde olmayan korelasyonları modelleyebilmede ÇKA uygun bir YSA çeşididir. Veri kaybı yaşanmaz. ÇKA, daha esnek bir ağ yapısına sahip olmak için geri beslemeli algoritmadan yararlanır.

Üçüncü bölümde, 2007 ve 2014 yılları arasındaki arazi kullanım değişiminin sayısal analizinin gerçekleştirilmesiyle arazi kullanım sınıfları arasındaki kazanım ve kayıpların detaylı analizi incelenmiştir. Kazanım ve kayıplar net değişim grafiklerinde farklı bir açıdan tartışılmıştır. Net değişim ile şehir yapısına, endüstriyel ve ticari birimlere ve ekili alanlara katkı sağlayan sınıflar şekillerde gösterilmiştir. Şehir yapısı ile endüstriyel ve ticari birimlerin tarım alanları karşılığında en çok artan sınıflar olduğu anlaşılmıştır. Değişim analizi, 2023 yılının arazi örtüsü/kullanımının tahmin edilmesi yolunda geçiş olasılık haritalarının elde edilmesi için gerçekleştirilmiştir. 2007 ve 2014 yıllarına ait üretilen arazi kullanım haritaları, 2023 yılına ait arazi kullanım modelinin yapay sinir ağları ve mantıksal regresyon metotlarıyla tahmin edilmesi için kullanılmıştır. 1997 ve 2007 yılları sonucu 2014 yılının tahmin edilmesinde simüle edilen model, 2023 yılı arazi modelinin test edilmesinde doğruluk analizi görevi görmüştür. Çalışma için 2023 yılı, şehir ulaşım planlarında hedef yıl

ve Cumhuriyetimizin 100. Yılı olması sebebiyle seçilmiştir. Mantıksal regresyon metoduyla iki farklı simülasyon modeli elde edilmiştir. Modellerden birincisi yerleşim yerlerinin tahminini ikincisi ise endüstriyel ve ticari birimlerin tahminini esas almıştır. Yapay sinir ağları ile simüle edilen tahmin modelinde şehir yapısı ile endüstriyel ve ticari birimlere geçiş bir arada modellenebilmiştir. Mantıksal regresyon metoduyla ortaya çıkarılan arazi kullanım modellerinin doğruluk analizi QGIS Molusce modülünde yapılmıştır. Molusce modülü, iki ayrı arazi modelinin bir modelde toplayabilme özelliğine sahiptir. Kappa ve ROC değerleri hem YSA'da hem de mantıksal regresyon modelleri için hesaplanmıştır. Bu tahmin modellerinin, karar vericilerin arazi yönetimi konusunda İstanbul'un sorunlarına kalıcı çözümler üretmelerinde yol göstermesi amaçlanmıştır.

Son bölümde, 1997'den 2014 yılına kadar kademeli olarak artan tek sınıfın şehir yapısı sınıfı olduğu sonuçlandırılmıştır. Bu bölüm, üçüncü bölümde tartışılan sonuçların özetidir.







# **MODELING LAND USE/COVER PREDICTION of ISTANBUL for 2023 with METHODS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS and LOGISTIC REGRESSION**

## **SUMMARY**

Sustainability is an important concept that refers to the balance between consumers and producers that constitute the society and nature that depends on each step that humans (also consumers) take with respect to industrialization and urbanization. Nature that humans live in is highly affected by the actions humans perform. Maintaining the balance between consumers and producers and nature is crucial for instilling the notion of sustainability to the environment which is a home to every living being. There is a limit on the resistancy of soil, land use/cover, climate against all the actions that people perform. Therefore, the environment that people reside in is required to be adjusted such that it will alleviate the pressure on soil, land use/cover, climate and others. Cities in which bigger part of the world's population resides with the percentage of 54% according to report of United Nations are required to be adaptable sustainably in order to preserve the quality of life and serve people's needs better.

The notion of sustainability is the main goal of municipalities who manage cities and city planners working with them. Administring cities in a planned and organized way is a common issue. In cities that grow with immigrations and striking population in addition to having unity with people with a wide range of social identities, in short, in cities that has a metropolitan structure; technology, scientific researches and the prosperity of cities needs to be evaluated collaboratively. İstanbul is prone to probable social and environmental changes resulting from the urbanization in a negative sense in addition that it is a kind of city in which population increases from early decades on. Pressure on the city resulting from the instability of the distribution of land use is generated with urbanization and expansion of motorization. Thus, infrastructural investments and land use that is affected by them must be monitored with geographic information systems for the purposes of creating smart cities, facilitating people's lives, mitigating environmental problems and increasing the utility that individuals gain from a controlled urbanization. Land use has a dynamic structure that is driven by a lot of external factors. The fact that land use distribution is instable is a spatial problem.

Geographic information systems are the systems in which data cannot only be stored but also it can be analyzed and visualized afterwards within the same environment. Its ability to analyze is related to statistical inferences that one derives from the data itself. GIS makes possible that spatial data and other types of data linked with spatial data can be integrated and evaluated together within one platform so as to detect any relation that will lead to the crucial information needed for the decisions as the last phase. That is the major advantage of GIS compared to its other counterparts. In this regard, GIS is a beneficial tool in determination of spatial problems and mitigating the effects of them. Remote sensing assists on obtaining land use data and can be integrated with geographic information systems. Remote sensing coupled with geographic informations systems is a powerful combination for shortening the amount

of time that goes to field work. Unlike losing a considerable amount of time on field work, remote sensing is time saving and cost effective.

This thesis covers the steps of preprocessing of satellite images, classification of them in accordance with CORINE standards defined by European Environmental Agency for the determination of land use change in the chosen area in Istanbul in addition to the simulation of land use prediction model with classified land use images. Reclassifying of satellite images (post-classification) are done according to the first level defined in CORINE land use/cover standards. CORINE land use/cover standards are comprised of five levels (level of detail). Satellites images classified according to fifth level were reclassified as a part of post-classification process. At the end, first level is obtained in which only named as urban areas, industrial and commercial units, barren lands, forests and water structures. First chapter, covers the general outlook of the study, introduces the study area and points to similar studies made regarding land use/cover detection and the prediction of future land use/cover. İstanbul is a megacity that resides millions of people and it is at the key position on the issues of transportation, finance, economics. İstanbul is larger than most of the European countries' capital cities by population and it is estimated by Turkish Statistical Institute that İstanbul's population will be 16 million and 310 thousands by 2023. In this regard, chosen area was decided to address this large population and the part of Istanbul that has seen the biggest change, that is, European side of Istanbul. Chosen area at the European side of Istanbul were determined by the criteria of transport and the transport investments made last two decades.

Second chapter, data and land use/cover prediction methods are introduced. The methodology of artificial neural networks and logistic regression are explained in a detailed way. The concept of multi layer perceptron is explained. Multi-layer perceptron is a type of artificial neural networks that can be used to analyze data which has an unlinear structure in a flexible manner. MLP is convenient in terms of being able to model unlinear correlations. Data loss does not occur in MLP. MLP uses back propagation algorithm for having flexible network structure.

On the third chapter, detailed analysis of gains and losses between land use classes are evaluated after implementing the quantitative analysis of land use/cover change for the years, 2007 and 2014. Gains and losses are discussed from another angle which is net change. Net change and contributions to urban areas, industrial and commercial units and barren lands were exemplified with illustrations. Urban areas and industrial and commercial units were understood to be the most expanding classes at the expense of barren lands. The change analysis were implemented for obtaining the transition probability maps so as to be used in predicting land use/cover of 2023. Land use/cover maps derived for the years of 2007 and 2014 were utilized in order to predict future land use/cover model of 2023 with the methods of artificial neural networks and logistic regression. Simulated model of 2014 with land use/cover maps of 1997 and 2007 were utilized for accuracy assessment of 2023. 2023 was determined as the simulated year due to the fact that it is the target year in transport policies and 100th anniversary of the foundation of Turkish Republic. Two land use models were created with the method of logistic regression. First model represents the transition to urban areas accompanying the second model representing the transition to industrial and commercial units. Urban areas in addition to industrial and commercial units were able to be simulated together in the model simulated with artificial neural networks.

Validation of the models created with logistic regression method is performed in QGIS Molusce module. It has the ability to combine two models into one when implemented in Molusce module. Kappa and ROC values are calculated for both the ANN model and the logistic regression models that were predicted for 2023. These prediction models were intended to guide decision makers in producing permanent solutions to the problems of Istanbul regarding land management.

On the final chapter, it was concluded that urban areas are the only class that expands steadily since 1997 up until 2014. This chapter is the wrap-up of the results that were discussed in third chapter.





## 1. GİRİŞ

Erişilebilirlik sürdürülebilir ulaştırmanın temelini oluşturmaktadır. Sürdürülebilir ulaştırmanın performans ölçütü ulaşım ve arazi kullanımı arasındaki etkileşimin ortaya konulmasından geçmektedir. Sürdürülebilir ulaştırma bir kentte bireylerin az maliyetle çok daha fazla etkinlikler ve hizmetlere ulaşabilmesi yolunda kendini sürekli yenileyen ve kalıcı bir ulaştırma döngüsünü ifade eder. Bireylerin hizmetlere olan erişimindeki kolaylık ne kadar fazla olursa, edinilen fayda aynı ölçüde artar. Kaliteli bir ulaşım sahip olunması için var olan ulaşım sisteminin ve arazi kullanımının birbirleriyle olan ilişkisini gözlemlemek gereklidir. Ulaştırma ve arazi kullanımı birbirini etkileyen iki önemli şehir dinamiğidir. Arazi kullanımındaki değişimler ulaştırmanın bir parçası olan altyapı yatırımlarını besler. Diğer taraftan altyapı yatırımlarının artması arazi kullanımının değişimine sebep olur. Örnek olarak, yeni bir ulaşım türünün hizmete sunulmasıyla ulaşım türü çeşidinin arttığı ve bunun sonucunda bireylerin ulaşabileceği hizmet ve etkinliklerin sayısının arttığı bir bölgede yolcu ve yük taşımacılığının artmasıyla şehir alanları ile endüstriyel ve ticari birimlerde artış gözlenir.

### 1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tezin amacı, İstanbul'da seçilen arazi bölgesinde 1997, 2007 ve 2014 yılları arası arazi örtüsü/kullanım değişiminin CBS yardımıyla kantitatif analizini gerçekleştirmek ve gerçekleştirilen analiz sonucu arazi örtüsü/kullanımını etkileyen itici faktörlerin hangilerine olduğuna dair inceleme yapmaktır. Bu faktörlerin geleceğe yönelik tahmin modellerinin üretilmesinde etkilerinin araştırılmasıdır. Arazi örtüsü/kullanım dinamiklerinin öğrenilmesi bir çok farklı itici güçlerden etkilenen şehrin gelecekteki arazi kullanım örüntüsünün bilinmesi için gereklidir.

İstanbul, ekonomik, kültürel ve endüstriyel gelişmeler açısından Türkiye'nin en önemli şehridir. Bu sebeplerden dolayı, kesintisiz bir değişim geçirmektedir. Bundan en çok etkilenen arazi örtüsü/kullanımıdır. Değişime açık bir şehir olması ve seçilen çalışma bölgesinin ulaşım yatırımlarının sıkça yapıldığı bir bölge olması bölgedeki

arazi kullanım dengesizliğinin boyutlarını öğrenmeye itmiştir. Bundan hareketle, amaç bölgede yakın zamanda inşa edilmiş karayolu tabanlı ulaşım ağlarının arazi kullanım değişimine katkısını sayısal olarak ölçmektir.

Bu çalışmada seçilen çalışma bölgesi İstanbul'da yalnızca Avrupa yakası ile sınırlı olup Anadolu yakasını içermemektedir. Çalışma 1997, 2007 ve 2014'e ait arazi kullanım haritaları üretilmesi hususunda uzaktan algılama ve CBS ile sınırlı olup, arazi çalışması ve GPS ölçmeleri bu çalışmada yer almamaktadır.

## 1.2 Çalışma Bölgesi

İstanbul kültürel, ekonomik ve tarihi açıdan Türkiye'nin en gelişmiş şehridir. Coğrafi konumu itibariyle Türkiye'nin kuzeybatı tarafında yer alan ve Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayan bir köprü konumundadır. Kuzeyde Karadeniz, güneyde Marmara denizine kıyısı olan İstanbul, iklimsel ve ekolojik çeşitliliğe sahip özel bir şehirdir. Ulusal ve uluslararası yolcu ve yük taşımacılığında kilit bir konumdadır. TÜİK 2018 verilerine göre toplamda 15.067.724 kişiye ev sahipliği yapan İstanbul, ekonomik ve endüstriyel gelişimde Türkiye'nin birinci şehri olmasının yanı sıra, nüfus, göç ve trafik sıkışıklığı konularında da sırasını korumaktadır.



Şekil 1.1 : Çalışma bölgesi.

Şekil 1.1'deki çalışma bölgesi İstanbul'un Avrupa yakası kısmında yer almaktadır. Bu bölge İstanbul Avrupa yakasında metrobüs, E-5 ve TEM otoyollarının oluşturduğu ana aks üzerinde bulunan 19 ilçenin toplamıdır. Bu ilçeler Büyükçekmece, Çatalca, Arnavutköy, Esenyurt, Beylikdüzü, Başakşehir, Avcılar, Küçükçekmece, Bakırköy, Bahçelievler, Bağcılar, Esenler, Güngören, Fatih, Eyüp, Sultangazi, Gaziosmanpaşa, Bayrampaşa ve Zeytinburnu ilçeleridir. Yolcu ve yük taşımacılığının büyük çoğunluğu E-5 ve TEM yolları üzerinden yapılmaktadır. E-5 (European Motorway) yolu 1997'de

yapımı tamamlanmış Avrupa'yı Türkiye üzerinden diğer ülkelere bağlayan yol ağıdır. 2007 yılında açılan metrobüs hattı bu yolun üzerindedir. E-5 ve TEM otoyollarının geçtikleri bölge etrafında kentleşme ve sanayileşme bu yolların hammadde ve yolcu taşıma kolaylığı getirmesi sebebiyle hızlı artmıştır ve bu durum arazi örtüsü/kullanımı değişimine eğilimli bir ortam oluşturmuştur. Çalışma bölgesi içerisinde bu otoyolların çevresi hızlı bir değişime açık bir ortam oluşturduğu için bu çalışmada hedef bölge seçilmiştir.

### **1.3 Literatür Taraması**

Metropolitan özelliğe sahip şehirlerde arazi kullanımı ve ulaşım sistemi arasındaki etkileşim bir çok araştırmaya konu olmuştur. Şehirlerin daha iyi yönetilmesi ve sonuç olarak ekonomik kalkınmanın sağlanması için ulaşım planlarının, mevcut arazi örtüsü ve arazi kullanımının gelecekte oluşturacağı örüntüyü ve ortaya çıkacak bu olası örüntünün ulaşım sistemi ile olan ilişkisini tespit edecek şekilde yenilenmeleri gerekmektedir. İstanbul metropoliten bir şehirdir. İstanbul için hazırlanan ulaşım planlarının ulaşım sisteminin bir ölçütü olan erişilebilirlik faktörü ile entegre olmaması ve ulaşım yatırımlarının bölgeye katkı derecesinin bilinmemesi, yapılan yatırımların kısa vadede talepleri karşılmasına, uzun vadede ise öncekinden daha büyük sorunlar oluşturmasına yol açmıştır. Bu konuyla ilgili olarak bir çok metropoliten şehir birbirleriyle benzer senaryoya sahiptir. Ulaşım yatırımları sonucunda erişilebilirliğin artması bölgede yerleşim alanlarının ve ticari alanların artmasına sebep olur. Bunun sonucunda nüfus ve istihdam artışı görülür. Yerleşim alanlarının varlığı göç ve göçle artan nüfusu, ticari alanlar ise istihdamı teşvik eder. Bununla beraber, nüfusun artması geçkondu tipi yerleşime sebebiyet vererek çarpık kentleşmeyi doğurur. Çarpık kentleşme bölgedeki yaşam kalitesinin azalmasına sebep olarak sosyal problemlerin doğmasına ön ayak olur. Ticari alanların talep sonucu yapılan yolların etrafında toplanması, bölgedeki arazi örtüsünü tehdit eder, hava kirliliğini tetikler ve bunu takip eden halk sağlığı sorunları gözlemlenir. İstanbul'un Anadolu yakasında yapılan bir çalışmada altyapı gelişmelerinin bölgedeki arazi kullanımını şiddetli bir biçimde değiştirdiğini ortaya çıkarmıştır. İstanbul ile ilgili son yıllarda yapılan benzer çalışmalar, ulaşım talebi olduğu gözlemlenen çevrelerin etrafına yapılan altyapı yatırımlarının hem hızlı bir şekilde arazi örtüsü/kullanımı

değişimine sebep olduğunu göstermiştir, hem de sosyoekonomik anlamda bireylerin yaşam kalitesinden aldığı verimin azaldığını ortaya koymuştur [14, 36].

Coğrafi Bilgi Sistemleri altyapı yatırımlarının etkinlik ve verimliliğinin araştırılıp ulaştırma planlarını şekillendirmesinde, arazi örtüsü/kullanımı değişiminin analizinde ve geleceğe ait arazi örtüsü/kullanım tahmininde yararlanılabilecek sistemlerdir. CBS tabanlı arazi kullanım modellerinin üretilmesi, bahsedilen bu mekansal ve zamansal nitelikteki sorunların çözümünde önemlidir. Yatırımların fayda ölçümlerinin yapılması için arazi kullanım bilgisine ihtiyaç vardır. Farklı zamanlara ait yüksek çözünürlükte arazi kullanım haritalarının mevcut olmaması, bu haritaların üretilmesini gerekli kılmıştır.

Uzaktan algılama ile arazi kullanım haritalarının üretilmesi için gerekli olan uydu görüntüleri kısa zamanda ve az maliyette temin edilebilir [24].



## 2. YÖNTEM

### 2.1 Veri

Geleceğe yönelik arazi örtüsü/kullanımının tahmin modelinin oluşturulmasında gerekli arazi örtüsü/kullanım haritalarının elde edilmesi için ilk aşamada UHUZAM'dan çeşitli yıllara ait uydu görüntüleri temin edilmiştir (Çizelge 2.1). 1997, 2007 ve 2014 yıllarına ait çalışma bölgesi bazında hali hazırda arazi kullanım haritaları bulunmadığı için ilk aşamada uydu görüntülerinin temin edilmesinden sonra ön işleme çalışmasına başlanmıştır.

**Çizelge 2.1** : Uydu görüntü özellikleri.

Uydu	Tarih	Mekansal Çözünürlük(m)
Spot 2	1997	20
Spot 4	2007	20
Spot 6	2014	1.5

### 2.2 Sınıflandırma ve Sınıflandırma Sonrası Süreçler

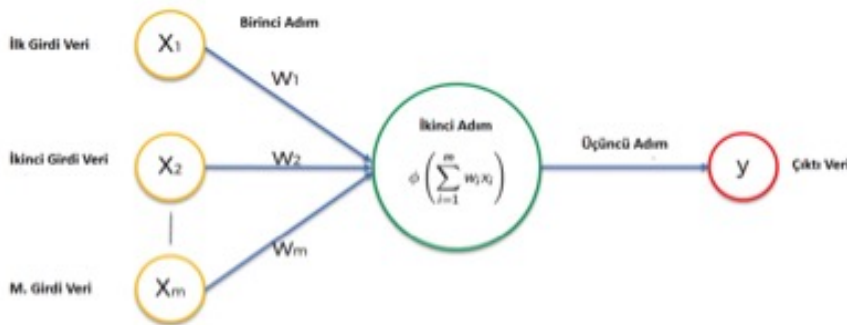
1997, 2007, 2014 yıllarına ait arazi örtüsü/kullanım haritaları CORINE standartlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu zamansal veriler tekrar sınıflandırılmaya tabi tutularak bu çalışmada arazi kullanım değişim ve 2023 yılının tahmini için kullanılmıştır. 2007 ve 2014 verileri 2023 yılının arazi örtüsü/kullanımını tahmin etmek için, 1997 ve 2007 arazi örtüsü/kullanım verilerinin kullanılmasıyla da 2014 yılının arazi kullanım verisinin tahmin edilmesi için kullanılmıştır. 1997 ve 2007 yılından yararlanmaktaki amaç tahmin edilen 2023 yılının arazi kullanım haritasının doğruluk analizini gerçekleştirmektir. 1997-2007 yıllarıyla tahmin edilen 2014 yılı arazi kullanım haritası, çalışmadaki gerçek 2014 arazi kullanım haritasıyla karşılaştırılarak doğruluk analizi tamamlanmıştır. Bu yöntemle 2023 yılının doğruluğu desteklenecektir.

## 2.3 Arazi Kullanım Tahmin Metotları

Bu çalışmada, çalışma bölgesinde geleceğe yönelik modelleme yapabilmek için mantıksal regresyon ve yapay sinir ağları tahmin modellerinden yararlanılmıştır. Geleceğe yönelik modelleme yapabilmek için bir çok tahmin modeli vardır. Fakat yapılan araştırmalar referans alındığında, mantıksal regresyon ve yapay sinir ağlarının geleceğe dönük arazi kullanımı tahmin edebilirliği diğer modellerden daha yüksektir. Ek olarak, bir konumsal izleme ve modelleme sistemi olan Terrset coğrafi bilgi sistemi programı, arazi değişim modelleyici (land change modeler) modülünde mantıksal regresyon ve yapay sinir ağları metotlarını tercih etmiştir. Bununla ilgili olarak, Terrset klavuzunda (öğretici kitapçıkları dahil) yapay sinir ağlarını mantıksal regresyon metoduna tercih ederek yapay sinir ağları metodunu modellemede daha başarılı olduklarını eklemişlerdir [16]. Bununla beraber, bu çalışmada iki tahmin metodu arasından yapay sinir ağlarının daha başarılı modelleme yaptığı sonuçlardan hareketle ileriki bölüm olan uygulama başlığı altında "yapay sinir ağları ile modelleme" olarak belirtilmiştir [16].

### 2.3.1 Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları tahmin ve karar verme işlemlerinin, canlılarda sinir sisteminin çalışma biçimini taklit ederek yapay ortama kazandırılmaya çalışıldığı bir makine öğrenmesi metodudur. YSA, tahmin edebilmede sıklıkla kullanılan bir metottur. Arazi örtüsü/kullanımının modellenmesinde YSA metodunun kullanımı yeni değildir. Bu konuda güncel ve eski bir çok çalışma mevcuttur [22, 33, 37].



Şekil 2.1 : Yapay sinir ağları mimarisi.

YSA; girdi, gizli katman ve çıktı katmanından oluşur. Geri yayımlı öğrenme algoritması arazi kullanımının modellenmesinde yapay sinir ağları içerisinde kullanılan bir öğrenme algoritmasıdır. Çok katmanlı algılayıcı (Multi Layer Perceptron), geri yayımlı öğrenme algoritmasını kullanarak arazi kullanım modelinin elde edilmesine yardımcı olur. Geri yayımlı öğrenme algoritması çıktı hatasını önce gizli daha sonra girdi katmanlarına geri yollayarak hatayı en aza indirgeyecek şekilde katmanlara eşit olarak dağıtır. Girdi nöronlarının gizli katmanda işleme sokulmasıyla dağıtılan hata miktarı istenilen sonuca yaklaşık bir değer oluşturuyorsa bu işlem tekrarlanır. “ÇKA, veriyi geri yayılım algoritmasını kullanarak öğrenirler” [6]. Yapay sinir ağlarıyla 2023 yılı tahmin modelini simüle etmeden önce 2007 ve 2014 yıllarının zamansal verileri arasındaki değişimin analiz edilerek arazi örtüsü/kullanım sınıflarının geçiş potansiyelleri yapay sinir ağlarıyla modellenmiştir. Geçiş potansiyelleri 2007 yılından 2014 yılına doğru değişen arazi kullanım sınıflarının oluşturduğu geçişlerin alt modeller şeklinde gruplandırılmasından sonra yapay sinir ağları yöntemiyle modellenir. Bu geçişler, tahmin modelinde değişim olasılığı bulunan yerlerin tespit edilmesinde yararlanılmıştır. Yapay sinir ağlarıyla geleceğe yönelik arazi örtüsü/kullanım haritası yaratılırken benzer itici faktörlere göre değiştiği düşünülen geçişlerin gruplanarak oluşturulduğu alt modeller, sonunda bir arazi örtüsü/kullanım modeli açığa çıkarırlar. Yapay sinir ağları geçişlerin birlikte modellenebilmesi için uygun bir metottur.

### **2.3.2 Mantıksal regresyon**

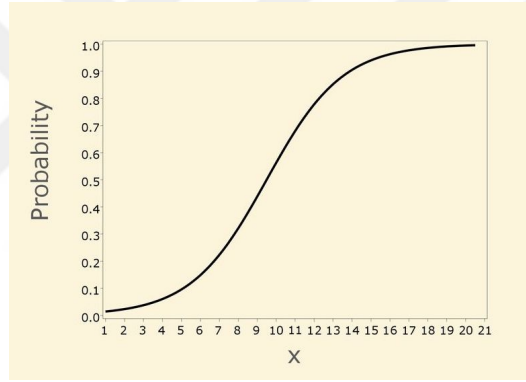
Kategorik veriyi temsil eden bağımlı değişkenin bir olgunun ikili gerçekleşme olasılığını öğrenmek için, kantitatif verileri temsil eden bağımsız değişkenler ile kurdukları matematiksel ve istatistiksel ilişki modeline mantıksal regresyon denir [13]. Bağımlı değişken kategoriktir. Bağımsız değişkenler kantitatif ya da diğer adıyla nümeriktir. Kategorik veriler sayısal olarak ifade edilemeyecek özellikteki verilerdir. Kantitatif veriler ise yağış miktarı, hava kalitesi gibi sayısal olarak analiz edildiğinde anlam ifade eden verilerdir. Arazi kullanımı tahmininde mantıksal regresyon modelinin yaratılması süreci, arazi kullanımının değişme olasılığını bulmak ile ilişkilidir. Arazi kullanımının değişime uğrama olasılığı, değişimin gerçekleşme

ihtimali yani  $y=1$ , ya da gerçekleşmeme ihtimali  $y=0$  olarak modelde yorumlandırılır. Model aşağıdaki gibidir :

$$\ln(P/(1-P)) = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + \dots + b_k * x_k + hata \quad (2.1)$$

$b_0$  sabit,  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , bağımsız değişkenler,  $b_1, b_2, \dots, b_k$  ise değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için maksimum benzerlik metoduyla hesaplanan katsayılarıdır.

Yukarıdaki model, mantıksal regresyonun doğrusallaştırılmış dönüşümüdür. Bu dönüşüm, *Logit dönüşüm (Logit Transformation)* olarak adlandırılır. Olasılık (Probability)  $P$ 'nin muhtemel değeri olan  $P'$  değerinin tahmin edilmesi için bağımlı değişken  $y$ 'nin  $[0,1]$  aralığında kesintisiz değerler alması beklenir. Bu da  $P'$  değerinin  $-\infty$  ve  $\infty$  aralığında olması anlamına gelmektedir. Mantıksal regresyon, Şekil 2.2'deki gibi s şeklini alan bir eğri ile ifade edilir [42].



**Şekil 2.2** : Mantıksal regresyon eğrisi ( $b_1 > 0$ ).

Bu eğri,  $y$  bağımlı değişkeninin lineer olmadığı durumlarda ya da bu değişkenin bağımsız değişkenler ile ilişkisinin lineer bir fonksiyonla açıklanamadığı durumlarda değişkenler arası ilişkinin ifade edilmesine yardımcı olur. Mantıksal regresyon modelleri, kesinlikten ziyade bir olgunun gerçekleşme olasılığı üzerine şekillenir ve değişkenler arasındaki ilişkiyi bu olasılıktan kurar. Mantıksal regresyon modelinde; yollara uzaklık, endüstriyel alanlara uzaklık, ormanlara uzaklık, yol yoğunluğu, sayısal yükselti modeli, eğim, hastanelere uzaklık, şehir alanlarına uzaklık ve üniversitelere uzaklık itici faktörler olarak, bu çalışmada bağımsız değişkenler olarak dahil edilmiştir. Yollara uzaklık, modelde belirleyici bir değişkendir. Çalışma alanında yolların geçtiği yerlerin ileride değişim geçirme olasılığı yollara uzak olan yerlerden daha fazladır. Aynı şekilde, şehir alanlarına yakın yerler arazi değişimine büyük ölçüde yatkın yerlerdir. Üniversiteler ve hastanelerin bulunduğu çevreler,

bireylerin hizmet kazanımlarına getirisi sebebiyle avantajlı yerlerdir. Bireyler, eğitim ve sağlık olanaklarının sıkça bulunduğu bir çevreyi avantaj olarak görebilirler ve bu da onların buraları tercih etmesi konusunda verdikleri kararları etkiler. Sayısal yükseklik modeli ve eğitim, şehir, endüstriyel ve tarım alanlarının dağılımını etkileyen faktörler olması sebebiyle modelde bulunması gereken diğer itici faktörlerdir. Mantıksal regresyonda tarım alanlarından şehir yapısına geçiş ile tarım alanlarından endüstriyel ve ticari alanlara geçiş haritaları ayrı ayrı modellenenmiştir. Bunun sebebi mantıksal regresyonda geçişlerin (örn. Tarım alanlarından şehir yapısına, ormanlardan tarım alanlarına) aynı alt grup altında beraber modellenememesidir. Bu geçişlerin gelecekte geçirecekleri değişim olasılık haritaları alt modeller olarak adlandırılır. Yapay sinir ağlarıyla üretilen arazi kullanım tahmin modeli, aynı grup altında toplanabilen alt modellerin bir arada değerlendirilmesiyle açığa çıkmaktadır. Mantıksal regresyon, YSA'dan onun bu özelliğiyle farklılaşmaktadır. Sonuç olarak, 2007 ve 2014 yıllarının arazi kullanım haritalarının kullanılmasıyla 2023 yılına ait iki adet arazi kullanım modeli elde edilmiştir. Modellemede %10 örnekleme oranıyla tabakalı rasgele örnekleme yöntemi (Stratified Random Sampling) kullanılmıştır. Tabakalı rasgele örnekleme, popülasyonun belli ortak karakteristik özelliklere göre daha küçük alt gruplara bölünerek örneklendirilmesi metodudur [28].

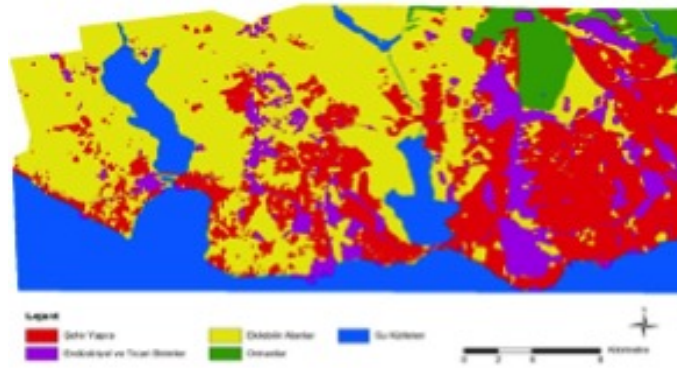


### 3. UYGULAMA

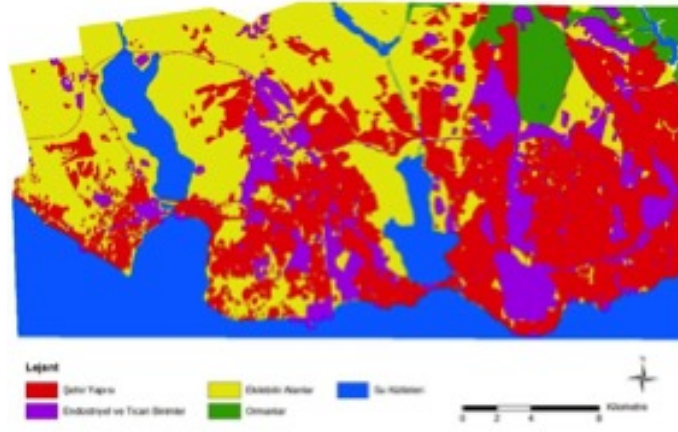
Bu bölüm, çalışma bölgesinde 2007- 2014 yılları arası 7 yıllık periyodun arazi kullanım değişimi dinamiklerinin belirlenmesi, bu dinamiklerin bir sonucu olarak bu zaman diliminde geçen arazi örtüsü/kullanım değişim örüntüsünün tanımlanması, 2023 yılı arazi kullanım tahmin modelinin 2007 ve 2014 yıllarının arazi kullanım örüntüsünden hareketle yapay sinir ağları ve mantıksal regresyon tahmin yöntemleriyle öngörülmesi ve sonrasında üretilen modellerin doğruluk analizlerinin gerçekleştirilmesi aşamalarını içermektedir.

#### 3.1 Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Belirlenmesi

Bu başlıkta İstanbul'da seçilen çalışma bölgesinde 2007 ve 2014 yıllarına ait sınıflandırılmış arazi örtüsü/kullanım haritalarının kantitatif değişim analizi incelenmiştir. Aşağıdaki şekiller (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2) 2007 ve 2014 yıllarının arazi örtüsü/kullanım haritalarının CORINE standartlarına göre son kez sınıflandırılmış hallerini içermektedir.

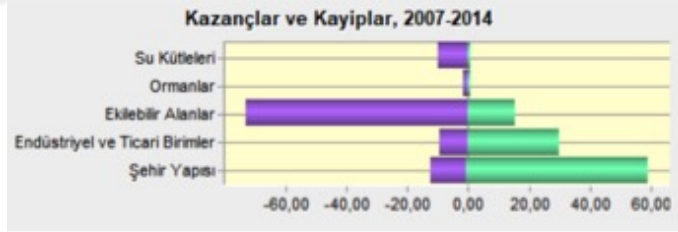


Şekil 3.1 : 2007 yılı İstanbul arazi örtüsü/kullanım haritası.



**Şekil 3.2** : 2014 yılı İstanbul arazi örtüsü/kullanım haritası.

Çalışma alanında 2023 yılına ait arazi kullanım/örtüsü tahminini modellemeden önce modelin ortaya çıkarılmasında birincil adım olan, iki önemli zamansal veri 2007 ve 2014 yıllarının arazi örtüsü/kullanım haritaları arasında mekansal değişim belirlenmiştir. Aşağıda 2007 ve 2014 yılları arasındaki değişimi açıklayan kazanımlar ve kayıplar görseli, net değişim görseli ve değişime etki eden sınıfların katkı görseli görülmektedir:



**Şekil 3.3** : 2007 ve 2014 yılları arası  $km^2$  cinsinden kazanımlar ve kayıplar.

Şekil 3.3 2007 ve 2014 yıllarına ait arazi örtüsü/kullanım sınıfları görülmektedir. Bu arazi kullanım sınıfları, şehir yapısı, endüstriyel ve ticari alanlar, ekili alanlar, ormanlar ve su kütleleri olmak üzere toplam 5 sınıftan oluşmaktadır. Kazanımlar kayıplar görselinde birim  $km^2$  cinsinden belirtilmiştir. Sağ tarafta kazanımlar sol tarafta kayıplar görülmektedir. En fazla kazanım şehir yapısındadır. Şehir yapısı sınıfından sonra en fazla ölçüde kazanım gözlenen sınıf endüstriyel ve ticari alanlardır. Ekili alanlar sınıfının şehir yapısı ile endüstriyel ve ticari alanlara benzer şekilde bir kazanımı olsa da bu sınıf, toplam 5 sınıf içerisinde en fazla kaybı olan sınıftır. Su kütleleri ve ormanlar sınıflarında 7 yıllık zaman diliminde göze batan kazanım ve kayıp

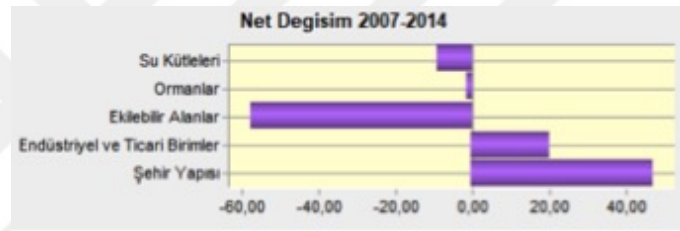


deneyimlenmemiştir. Bütün sınıflara ait kazanım ve kayıpların nicelik olarak ifadesi Çizelge 3.1’de görülmektedir.

**Çizelge 3.1 :** 2007-2014 yılları arası  $km^2$  cinsinden kazanımlar ve kayıplar.

Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları	Kazanımlar ( $km^2$ )	Kayıplar ( $km^2$ )
Şehir Yapısı	59,74	-12,16
Endüstriyel ve Ticari Birimler	30,15	-9,55
Ekilebilir Alanlar	15,54	-73,27
Ormanlar	0,55	-1,90
Su Kütleleri	0,98	-10,07

Çalışma alanında şehir yapısı,  $59,74 km^2$ ’lik kazanımla değişime önemli ölçüde etki eden bir arazi sınıfıdır. Şekil 3.4’de 2007 ve 2014 yıllarına ait arazi örtüsü/kullanım sınıflarının net değişim görseli görülmektedir:



**Şekil 3.4 :** 2007 ve 2014 yılları arası  $km^2$  cinsinden net değişim.

Net değişim kazanımlar ve kayıpların toplanmasıyla elde edilir. Bu resimde sağ taraftaki çubuklar sınıfların arttığına, sol taraftaki çubuklar ise sınıfta azalma gözlendiğine işaret eder. Buna göre ekili alanlar  $15,54 km^2$  birim artmasına rağmen  $73,27 km^2$ ’lik alan kaybı yaşandığı için net değişim görselinde ekili alanlar azalan tarafta yer almıştır.

**Çizelge 3.2 :** 2007-2014 yılları arası  $km^2$  cinsinden net değişim tablosu.

Arazi Örtüsü/Kullanım	Net Değişim ( $km^2$ )
Şehir Yapısı	47,58
Endüstriyel ve Ticari Birimler	20,59
Ekilebilir Alanlar	-57,73
Ormanlar	-1,35
Su Kütleleri	-9,09

Çizelge 3.2’de görüldüğü üzere, en fazla değişim ekilebilir alanlarda görülmüştür. Ekilebilir alanlar diğer arazi örtüsü/kullanım sınıflarıyla karşılaştırıldığında önemli ölçüde kayıp yaşamıştır.

Şekil 3.5 Çalışma bölgesi içerisinde 2007-2014 yılları arasındaki şehir alanlarındaki artışa katkıda bulunan sınıfları göstermektedir.



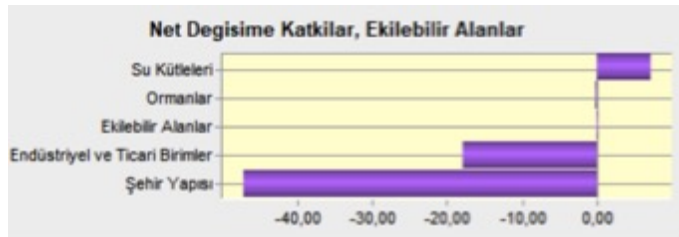
Şekil 3.5 :  $km^2$  cinsinden şehir yapısındaki artışa katkı sağlayan sınıflar.

Ekili alanlar  $47,17 km^2$ 'lik değişimle şehir alanlarının artış göstermesinde en fazla katkı sağlayan sınıf olduğu bulunmuştur. Diğer arazi kullanım sınıflarının şehir yapısı sınıfına katkısı (ormanlar ve su kütleleri sırasıyla,  $0,71 km^2$  ve  $1,29 km^2$  olmak üzere) ekili alanlar sınıfına göre anlamsız bulunmuştur. Şekil 3.6, endüstriyel ve ticari alanlardaki artışa katkıda bulunan arazi kullanım sınıflarını göstermektedir.



Şekil 3.6 :  $km^2$  cinsinden endüstriyel ve ticari birimlerdeki artışa katkı sağlayan sınıflar.

Ekili alanların, endüstriyel ve ticari alanların artmasında diğer arazi kullanım sınıflarıyla karşılaştırıldığında kayda değer katkısı vardır. Şekil 3.6, yukarıdaki sınıfların endüstriyel ve ticari alanlara olan dönüşümünde en fazla değişimi yaşayan sınıfın ekili alanlar sınıfı olduğu sonucunu göstermektedir. Çalışma bölgesindeki ekili alanlardan  $17,91 km^2$ 'lik ekili alanın yerini endüstriyel ve ticari alanlar almıştır.



Şekil 3.7 :  $km^2$  cinsinden ekili alanlardaki değişime katkı sağlayan sınıflar.

Şehir yapısından  $1,58 \text{ km}^2$ 'lik alanın yerini aynı şekilde endüstriyel ve ticari alanlar almıştır. Şekil 3.7, ekili alanların azalmasına katkı sağlayan sınıfları göstermektedir. Ekili alanların azalmasında en büyük paya sahip sınıf şehir yapısı'dır. Endüstriyel ve ticari alanlar  $17,91 \text{ km}^2$ 'lik dönüşüm payıyla,  $47,17 \text{ km}^2$ 'lik alan kazanan şehir alanlarının yarısından az bir paya sahiptir. Bu şekil, yukarıda belirtilen şehir yapısı ile endüstriyel ve ticari alanlar şekillerinde gösterilen artış grafiklerinin aksine kayıpların miktarını kanıtlamaktadır. Katkı kelimesi pozitif bir anlam ifade ettiğinden, burada Şekil 3.7'de görüldüğü üzere ekilebilir alanlara katkı, sadece su kütleleri sınıfından gelmiştir. Sonuç olarak, su kütlelerinden ekilebilir alanlara olan dönüşümde 2014'te yalnızca su kütleleri sınıfına ait  $7.13 \text{ km}^2$ 'lik alan ekilebilir alanlara katılmıştır. Ekilebilir alanlara su kütleleri dışındaki sınıfların katkısının olmadığı şekilde görülmektedir.

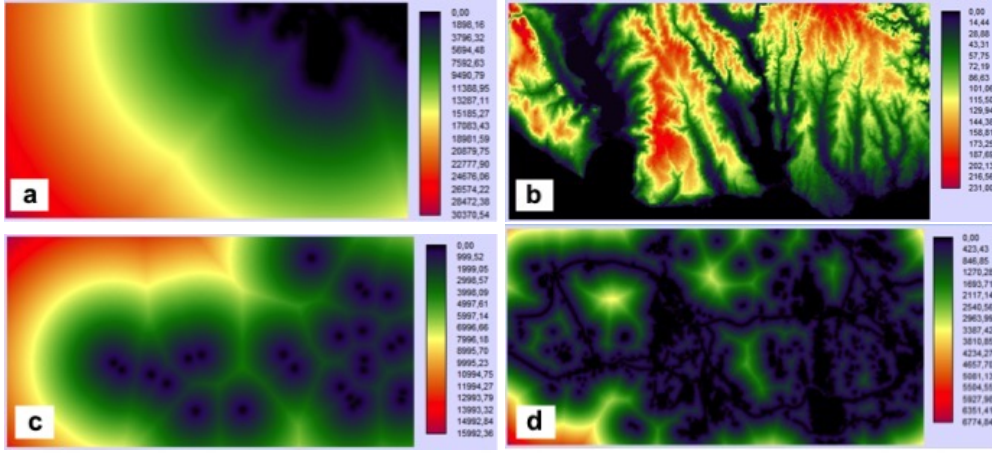
Özetle; Şekil 3.7, su kütlelerinden ekilebilir alanlara olan değişim ve ekilebilir alanlardan diğer sınıflara olan değişimin birlikte sayısal olarak ifade edildiği ortak bir grafikdir. Şeklin sağ kısmı, arazi kullanım sınıflarından ekilebilir alanlara dönüşen alan miktarı, sol kısım ise ekilebilir alanlardan diğer arazi kullanım sınıflarına dönüşen alan miktarı gösterilmiştir.

## **3.2 Arazi Örtüsü/Kullanımı Tahmininin Modellenmesi**

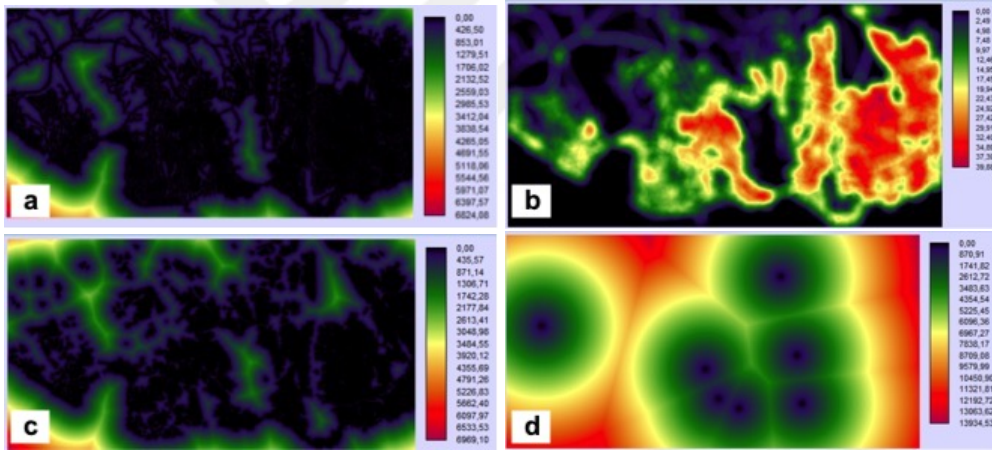
### **3.2.1 İtici faktörler**

Arazi kullanım değişimini etkileyen değişkenler değişime etki eden itici faktörler olarak adlandırılırlar. Yapay sinir ağları kullanılarak modellenen 2023 yılı arazi örtüsü/kullanım örüntüsünün ortaya çıkmasında etkili olan itici faktörler; yollara olan uzaklık, şehre uzaklık, ormanlara olan uzaklık, endüstriyel ve ticari alanlara olan uzaklık, hastanelere olan uzaklık, nüfus ve sayısal yükseklik modelidir. Mantıksal regresyon ile modellenen şehir alanlarının simüle edildiği 2023 yılı arazi örtüsü/kullanım haritası ile endüstriyel ve ticari birimlerin simüle edildiği arazi örtüsü/kullanım haritası elde edilmeden önce ekilebilir alanlardan şehir alanlarına ve endüstriyel birimlere yönelik değişimi etkileyen itici faktörler yollara olan uzaklık, endüstriyel birimlere olan uzaklık, sayısal yükseklik modeli, eğim, nüfus, yol

yoğunluğu, hastanelere olan uzaklık, üniversitelere olan uzaklık ve ormanlara olan uzaklıktır.



Şekil 3.8 : a) Ormana olan uzaklık b) Sayısal yükseklik modeli c) Hastanelere olan uzaklık d) Endüstriyel birimlere olan uzaklık (uzaklık birimi  $m$  cinsinden ifade edilmiştir.)

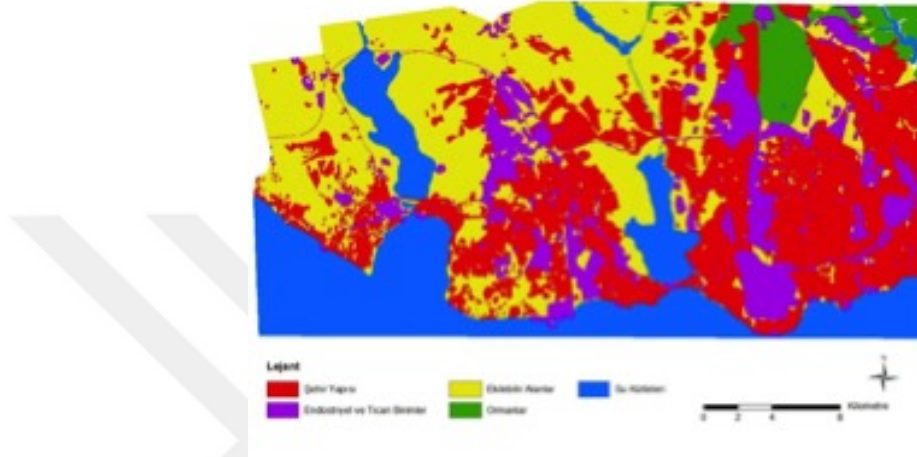


Şekil 3.9 : a) Yollara uzaklık b) Yol yoğunluğu c) Şehir yapısına uzaklık d) Üniversitelere uzaklık (uzaklık birimi  $m$  cinsinden ifade edilmiştir.)

### 3.2.2 Yapay sinir ağları ile modelleme

Bu çalışmada, arazi örtüsü/kullanım değişim ve tahminini etkileyen değişkenler YSA'ya girdi nöronları olarak dahil edilmiştir. Toplamda 7 girdi nöronu ve 7 gizli nöronunun işlem fonksiyonundan geçmesiyle 1 çıktı nöronunun açığa çıkmasıyla 2023 yılı için geleceğe yönelik arazi örtüsü/kullanım tahmin modeli elde edilmiştir. Yapay sinir ağları ile modellenen 2023 arazi örtüsü/kullanım tahmin haritası Şekil 3.10'da görülmektedir. Buna göre şehir alanları hali hazırda bulunan şehir alanlarının etrafı boyunca genişleyecek. Şehir alanları kıyıdaki tarım alanlarının azalmasına sebep

olarak, kıyılara doğru daha fazla alana sahip olacak. Endüstriyel ve ticari birimler çalışma alanının kuzeyine doğru genişlerken oradaki tarım alanlarını önemli ölçüde azaltacak. Ek olarak, çalışma alanının batısına denk gelen ormanlar 2014 yılına benzer bir biçimde endüstriyel ve ticari birimler tarafından doğudan çevrelenerek 2014 yılında olduğundan daha fazla  $km^2$ 'lik alan kaplayacaktır. Şehir alanları Küçükçekmece gölünün kuzeyinde artış gösterecektir.



**Şekil 3.10** : 2023 yılı YSA ile simüle edilen arazi örtüsü/kullanım haritası.

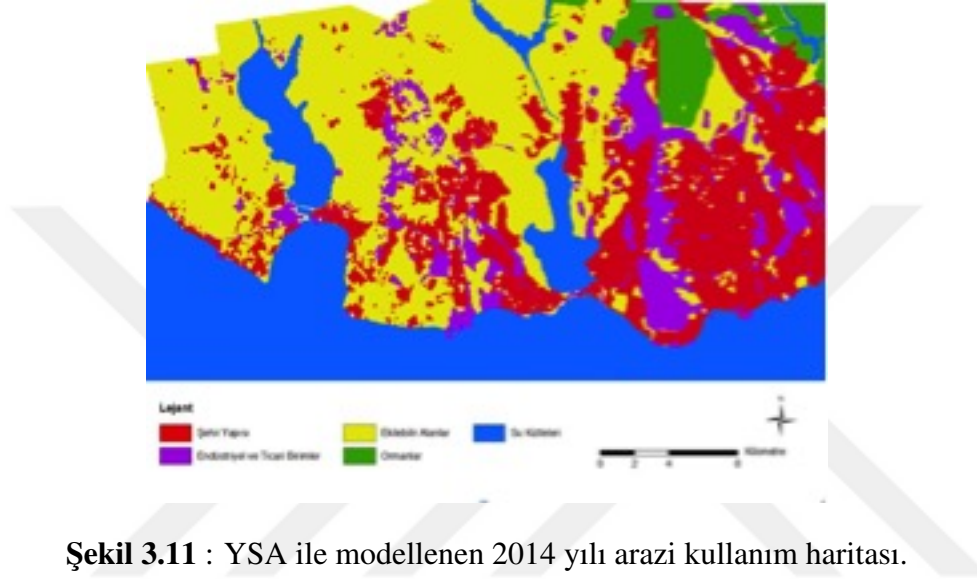
**Çizelge 3.3** : 2007-2014 yılları arası  $km^2$  cinsinden net değişim tablosu.

Class Names	Area( $km^2$ )		
	2007	2014	2023
Urban Areas	190,50	237,65	292,54
Industrial and Commercial Units	78,47	99,29	123,77
Barren Lands	290,82	233,90	155,21
Forests	35,20	32,96	32,71
Water Structures	175,08	165,57	165,28
<b>Total Area</b>	<b>770,07</b>	<b>769,37</b>	<b>769,51</b>

Yukarıdaki Çizelge 3.3'den hareketle, şehir alanlarının %23, endüstriyel ve ticari birimlerin ise %24 oranında artacağı öngörülmüştür. Ekilebilir alanlar şehir alanları ile endüstriyel ve ticari birimlerin artış gösterecek olması sebebiyle %33,6 oranında azalacaktır. Yapay sınır ağlarına göre tasarlanan bu tahmin modeline göre ekilebilir alanların yerini şehir alanları ile endüstriyel ve ticari birimlerin alacağı öngörülmüştür. Ormanlar 9 senelik zaman dilimi içerisinde %0,75 oranında azalacaktır. Bu oran ekilebilir alanların kaybedeceği alan miktarına göre çok düşük bir miktardır. Su kütleleri %0,17 oranında azalacağı tahmin edilen son sınıftır. Yapay sınır ağlarıyla yürütülen modelin doğruluk oranı %74,09 olarak bulunmuştur.

### 3.2.2.1 Doğruluk analizi

Yapay sinir ağlarıyla modellenen 2023 arazi örtüsü/kullanım tahmin modelinin doğruluğunu test edebilmek amacıyla 1997 ve 2007 yıllarının arazi örtüsü/kullanım haritaları, Terrset programında 2023 yılının tahmin ediliş aşamalarını kullanılarak 2014 yılı için tahminleme çalışması yapılmıştır. 2014 yılı arazi kullanım tahmin haritası Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3.11 : YSA ile modellenen 2014 yılı arazi kullanım haritası.

Simüle edilen 2014 yılına ait Kappa değerleri Çizelge 3.4’te görülmektedir:

Çizelge 3.4 : Kappa değerlendirmesi yapay sinir ağları.

YSA 2014 Arazi Kullanım Tahmin Modeli Kappa Ölçütleri	Değerler
Doğruluk Yüzdesi (%)	83.87496
Kappa (Genel)	0.75589
Kappa (Histo)	0.83136
Kappa (Loc)	0.90923

Doğruluk yüzdesi %83 ile beklenen değer üzerinde. Kappa ölçütlerinin %80 ve üzeri olması modelin sağlamlığı açısından yeterlidir. Arazi kullanım sınıflarının 2014 modelenen değerleri, 2014 gerçek değerleriyle Çizelge 3.5’de kıyaslanmaktadır.



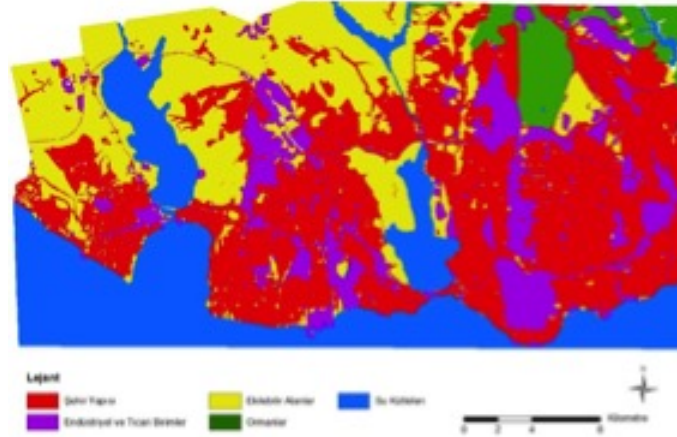
**Çizelge 3.5** : Kappa değerlendirmesi yapay sinir ağıları.

Arazi Kullanım Sınıfları	Modellenen 2014 ( $km^2$ )	Gerçek 2014 ( $km^2$ )
Şehir Yapısı	225.12	237.77
Endüstriyel ve Ticari Birimler	84.79	99.32
Ekili Alanlar	248.63	233.82
Ormanlar	33.93	32.90
Su Kütleleri	174.98	165.84

### 3.2.3 Mantıksal regresyon ile modelleme

Kategorik olmayan değişkenlerin aralarında kurdukları matematiksel bağıntıdan yola çıkarak bu değişkenlerin eşitliğe kattığı değer anlamlılığı göz önünde bulundurulur. Mantıksal regresyon değişkenlerin arasında doğrusal olmayan bir ilişkiyi ikili olasılık hesabına göre değerlendirir. İkili olasılık arazi kullanım tahmini konusunda, değişimin olması veya olmaması olasılığını esas alır.

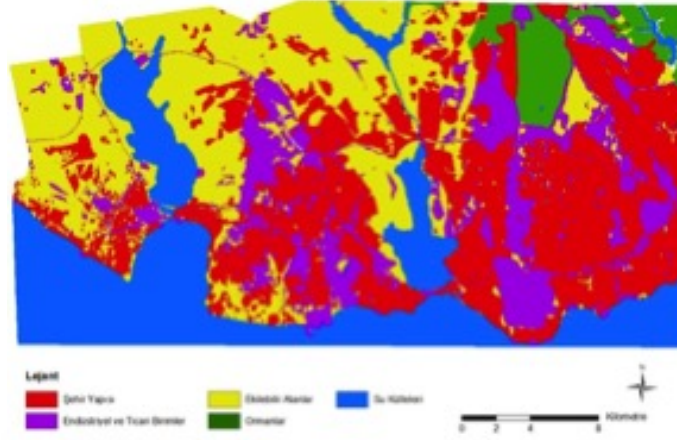
Mantıksal regresyon modeliyle ortaya çıkan sonuçta, ekilebilir alanlardan şehir yapısına ve ekilebilir alanlardan endüstriyel ve ticari birimlere olan geçişler olacak şekilde iki ayrı tahmin haritası çıktısı elde edilmiştir. Şekil 3.12’te ekilebilir alanlardan şehir yapısına olan dönüşümün haritası resmedilmiştir.



**Şekil 3.12** : 2023 yılı simüle edilen şehir alanları.

Şekil 3.12’deki haritaya göre, çalışma bölgesinin güneye bakan kıyılarında şehir alanlarında artış yaşanacaktır. Buradaki mevcut yerleşim alanlarının etrafı daha fazla yerleşime açılarak kıyı bölgelerdeki ekilebilir alanların azalmasına sebebiyet

verecektir. Kıyılara ait ekilebilir alanlarda şehir alanlarına doğru bir dönüşüm görülecektir.



**Şekil 3.13** : 2023 yılı simüle edilen endüstriyel ve ticari birimler.

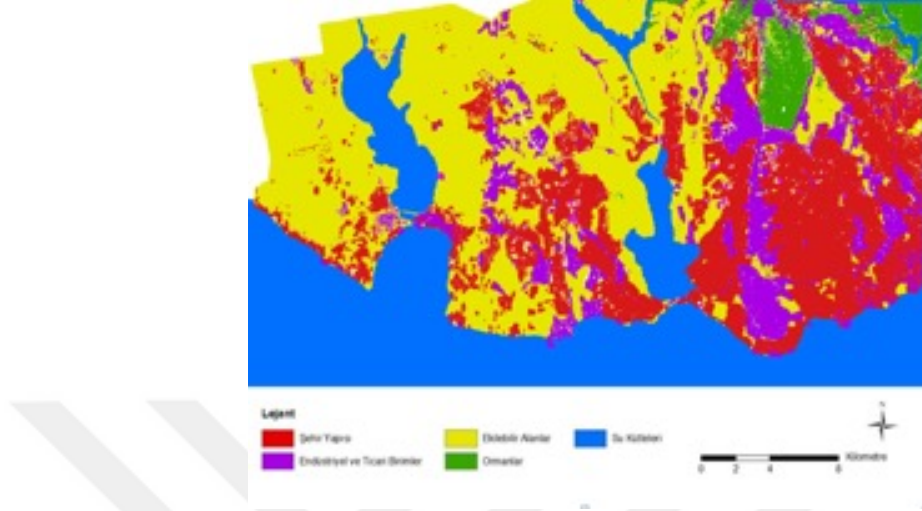
Şekil 3.13’de, sadece endüstriyel birimlere geçiş tahmin edilmiştir. Haritada, endüstriyel ve ticari birimlerin Büyükçekmece gölünün güneybatısında artacağı öngörülmüştür.

### 3.2.3.1 Doğruluk analizi

Mantıksal regresyon metoduyla tahmin edilen 2023 yılı arazi örtüsü/kullanım modelinin hassasiyet ve doğruluk analizi için ROC ve kappa değerleri hesaplanmıştır. ROC değeri (Receiver Operator Characteristic Curve) ROC eğrisine göre karar verilen bir değerdir. Bu eğri, mantıksal regresyon metoduyla modellenen arazi kullanım haritalarının hassasiyetinin belirlenmesinde başvurulan istatistik araçlarından birisidir [17]. ROC değeri Terrset Arazi Kullanım Modelleme modülünde, arazi kullanım tahminini etkileyen değişkenlerin anlamlılığının araştırılmasında hesaplanan katsayılar ile birlikte hesaplanır. Eğri, arazi kullanım tahmin modelin bulunması aşamasında oluşturulan matematiksel modelin uygunluğunu ve sağlamlığını ölçer. Eğrinin; 1 değerini alması mükemmel, 0.5 değerini alması rastgele, 0.5 ve 1 arasında bir değer alması göreceli olarak iyi bir uyumun göstergesidir. Eğrinin 1 olmasının aşırı uyuma sebep olabilme ihtimali vardır. Bunun önüne geçebilmek için modele giren değişkenlerin anlamlılığı bilinmelidir. Pseudo R değeri burada önem kazanmaktadır. Pseudo R değeri 0.92 olarak bulunmuştur. Mantıksal regresyon ile modellenen 2023 yılına ait arazi kullanım tahmininin doğruluk analizinde, 1997 ve 2007 yılları ile



tahmin edilen 2014 yılının arazi kullanım modelinin incelemesi yapılmıştır. Şekil 3.14'te QGIS MOLUSCE modülünde mantıksal regresyon metoduyla modellenen 2014 arazi kullanım haritası görülmektedir.



**Şekil 3.14** : Mantıksal regresyon ile modellenen 2014 yılı arazi kullanım haritası.

2023 yılı için mantıksal regresyon metoduyla modellenen arazi kullanım tahminlerinde ROC değeri yerleşim alanları için 0.87, endüstriyel ve ticari alanlar için 0.85 olarak bulunmuştur. Terrset coğrafi mekansal izleme yazılımı mantıksal regresyon metodu uygulanırken ROC değerini otomatik olarak hesaplar. 2023 yılını modellerken ROC değerine dair bu şekilde sonuç alınmıştır. 2023 yılına ait tahmin modellerinin ROC değerlerinin bulunmasının yanı sıra, Kappa değerinin bulunması için 2014 yılının arazi kullanım haritası modellenmiştir. Kappa, çalışma alanı üzerinde tüm alanı kapsayacak şekilde öngörülen ve gerçek değerlere dayalı bir değerlendirme yapar [18]. Denklem 3.1, bunu ifade etmektedir.

$$Kappa = \frac{P_0 - P_C}{1 - P_C} \quad (3.1)$$

2014 yılının arazi kullanım tahmin modelinde kullanılan değişkenler; sayısal arazi modeli, ormanlara uzaklık, hastanelere uzaklık, yollara uzaklık, şehir alanlarına uzaklık, üniversitelere uzaklık ve eğimdir. Aşağıda 2014 yılına ait hesaplanan kapa değerleri görülmektedir.

Kappa (Loc), modellenen arazi kullanım haritasında bulunan tahmin edilmiş değerler, gerçek arazi kullanım haritasının piksel değerleriyle mekan bazında ne ölçüde uyduğuna dair değerlendirmede bulunur. 0.80 ve üzerinde bulunan kapa değeri,

**Çizelge 3.6** : Kappa değerlendirmesi mantıksal regresyon.

<b>MR 2014 Arazi Kullanım Tahmin Modeli Kappa Ölçütleri</b>	<b>Değerler</b>
Doğruluk Yüzdesi (%)	79.43310
Kappa (Genel)	0.68836
Kappa (Histo)	0.83388
Kappa (Loc)	0.82549

gerçek ve modellenen harita arasında yüksek uyum olduğunun göstergesidir [38].

Çizelge 3.6'da gösterildiği üzere, hesaplanan Kappa(Loc) ve Kappa(Histo) değerlerine göre, sırasıyla 0.82 ve 0.83 değerleri yukarıda geçen kuralı doğrular niteliktedir.



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ulaşım sistemi ve arazi kullanımı arasındaki ilişkinin açığa çıkarılmasında gerekli olan arazi kullanım bilgisi üretilerek, yerel planlamada önemli bir adım atılmıştır. Önceki çalışmalarda ulaştırma altyapı gelişmelerine açık bu çalışma bölgesinde halihazırda ve istenilen çözünürlükte arazi kullanım haritalarının olmaması, altyapı yatırımlarının bölgeye olan katkı derecesinin ve muhtemel etkisinin ölçülmesinde bir engeldi. Yüksek çözünürlükte arazi kullanım haritalarının elde edilmesiyle bu engel ortadan kalkmıştır. Böylece geçmiş yıllara ait zamansal arazi kullanım verilerinin (karayolu verisi dahil) mevcut olmaması gibi bir sorun kalmamıştır. Yüksek çözünürlükte arazi kullanım haritalarının üretilmesi ile ileride gerçekleştirilecek benzer projelerde bu haritalar altlık harita olarak kullanılabilir. Ulusal projelere hizmet edecek olmasının yanı sıra, haritaların CORINE standartlarına göre sınıflandırılmış olması uluslararası ortak çalışmalarda da kullanılabilmesine olanak sağlayacaktır. Mekansal ve zamansal yapıya sahip veriler, coğrafi bilgi sistemleri içerisinde ortak bir paydada değerlendirilebilmiştir. Bulgular incelendiğinde, 2007 ve 2014 yıllarını kapsayan 7 yıllık zaman zarfında tarım alanlarının; artan nüfus, yeni yolların yapılması ve yeni ulaşım hatlarının inşa edilmesi sebepleriyle şehir alanları ile endüstriyel ve ticari birimlere dönüştüğü görülmüştür. Şehir yapısı %24,7, endüstriyel ve ticari birimler %26,5 artmıştır. 1997 ve 2007 yılları arasında şehir yapısı %21.10 artarken, 2007-2014 yılları arası bu oran %24,7 olmuştur. Endüstriyel ve ticari birimler 1997-2007 yılları arası %34,5 artarken, 2007-2014 yılları arasında bu oran %26,5 olmuştur. Tarım alanları 1997-2007 yılları arası %39,3 azalma yaşanırken 2007-2014 yılları arasında bu oran %19,85 olmuştur. Yıllar ilerledikçe kademeli olarak artan tek sınıf şehir yapısıdır. Endüstriyel ve ticari birimler sınıfı 2007-2014 yılları arasında artmıştır fakat 1997-2007 yılları arasındaki artışla karşılaştırıldığında bu oran azdır. Bundan hareketle, İstanbul'da seçilen çalışma bölgesinde şehirleşmenin kademeli olarak ilerlediği söylenebilir. Şekil 8'e göre tarım alanlarının birinci olarak şehir yapısı sınıfına feda edilmesinden anlaşıldığı üzere, kentleşmenin sebeplerinden biri olan nüfus, şehrin kaynaklarını kısıtlayan ve bu yolda tehdit oluşturan bir nitelik

kazanmıştır. 2023 yılı için modellenen arazi sümülasyonlarından da görüldüğü üzere artan Şehir yapısı ile endüstriyel ve ticari birimlerin yollara yakın yerlerde genişleyecek olması, kaynakların korunması için bir uyarı niteliğindedir.



## KAYNAKLAR

- [1] **Alganci, U., Sertel, E., Özdoğan, M. ve Örmeci, C.** (2013). Parcel-Level Identification of Crop Types Using Different Classification Algorithms and Multi-Resolution Imagery in Southeastern Turkey. , *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 79(11), 1053 – 1065.
- [2] **Almeida, C. M., Gleriani, J. M., Castejon, E. F. ve Soares-Filho, B. S.** (2008).Using neural networks and cellular automata for modelling intra-urban land-use Dynamics , *International Journal of Geographical Information Science*, 22(9), 943 – 963.
- [3] **Anas, A.**, (1982).Residential location models and urban transportation: Economic theory, econometrics, and policy analysis with discrete choice models , Academic Press, New York, USA.
- [4] **Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T. ve Witmer. R. E.** (1976).A land use and land cover classification system for use with remote sensor data, *Government Printing Office*, Washington D.C.
- [5] **Avrupa Çevre Ajansı**, (2000). “CORINE land cover technical guide – Addendum 2000”, erişim tarihi 11.04.2018, [http : //www.pedz.uni – mannheim.de/daten/edz – bn/eua/00/tech40add.pdf](http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edz-bn/eua/00/tech40add.pdf) .
- [6] **Bahadır, E. ve Özdemir, A. Ş.** (2016). Akademik Başarı Tahmininde Yapay Sinir Ağları. Burç Yayınevi, Konya, Türkiye.
- [7] **Basse, R. M., Omrani, H., Charif, O., Gerber, P. ve Bódis, K.** (2014).Land Use Changes Modelling Using Advanced Methods: Cellular Automata and Artificial Neural Networks. The Spatial and Explicit Representation of Land Cover Dynamics at the Cross-Border Region Scale, *Applied Geography*, 53, 160 – 171.
- [8] **Braimoh, A.K. ve Onishi, T.** (2007). Spatial determinants of urban land use change in Lagos, Nigeria. *Land Use Policy*, 24, 502–515.
- [9] **Brondizio, A.K., Moran, E.F. ve Wu, Y.** (1994).Land use change in the Amazon Estuary: patterns of Caboclo settlement and landscape management. *Human Ecology*, 22(3), 249 – 278.
- [10] **Çetin, M. ve Demirel, H.** (2010). Modelling and Simulation of Urban Dynamics. *Fresenius Environmental Bulletin*, 9(10A), 2348 – 2353.
- [11] **Cingolani, A. M., Renison, D., Zak, M. R. ve Cabido, M. R.** (2004). Mapping vegetation in a heterogeneous mountain rangeland using Landsat data: an alternative method to define and classify land-cover units, *Remote Sensing of Environment*, 92(1), 84 – 97.

- [12] **Cohen, J.**, (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37 – 46.
- [13] **Cox, D.R.**, (1958). The regression analysis of binary sequences (with discussion). *Journal of Royal Statistical Society*, 20(2), 215 – 242.
- [14] **Demirel, H., Sertel, E., Kaya, Ş. ve Şeker, D. Z.** (2008). Exploring impacts of road transportation on environment: a spatial approach. *Desalination*, 226, 279 – 288.
- [15] **Demirel, H., Korkutan, M., Shoman, W. ve Alganci, U.** (2017). Geographic Information System (GIS) Based Accessibility Analysis for Highway Transportation. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 8(4), 339 – 344.
- [16] **Eastman, R.**, (2015). Terrset Tutorial. Erişim tarihi 12 Mayıs 2019, <https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/10/TerrSet-Tutorial.pdf>.
- [17] **Egan, J. P.**, (1975). Signal detection theory and ROC analysis, *Academic Press*, New York, USA.
- [18] **Elvidge, C. D., Sutton, P. C. ve Wagner, T.W.** (2004). Land Change Science: Observing, Monitoring, and Understanding Trajectories of Change on the Earth's Surface. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Netherlands.
- [19] **Etter, A., McAlpin, C., Wilson, K., Phinn, S. ve Possingham, H.** (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114(2-4), 369 – 386.
- [20] **Feranec, J., Hazeu, G., Christensen, S. ve Jaffrain, G.** (2007). Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia), *Land Use Policy*, 24(1), 234 – 247.
- [21] **Geurs, K.T. ve Wee, B.** (2004). Land-use/transport Interaction Models as Tools for Sustainability Impact Assessment of Transport Investments: Review and Research Perspectives. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 4(3), 333 – 355.
- [22] **Islam, K., Rahman, M.F. ve Jashimuddin, M.** (2018). Modeling land use change using cellular automata and artificial neural network: the case of Chunati Wildlife Sanctuary, Bangladesh. *Ecological indicators*, 88, 439 – 453.
- [23] **Jack, V. Tu.**, (1996). Advantages and Disadvantages of Using Artificial Neural Networks versus Logistic Regression for Predicting Medical Outcomes. *J. Clin Epidemid*, 49(11), 1225 – 1231.
- [24] **Kachhawala, T. S.**, (1985). Temporal monitoring of forest land for change detection and forest cover mapping through satellite remote sensing. *In Proceedings of the 6th Asian Conf. on Remote Sensing. Hyderabad*, 77 – 83.

- [25] **Leverington, D.**, (2009). A Basic Introduction to Feedforward Backpropagation Neural Networks. Erişim tarihi 31 Ocak 2018, *http : //www.webpages.ttu.edu/dleverin/neural\_network/neural\_networks.html*.
- [26] **Chu, H., Wu, C. ve Verburg, P.H.** (2011). Predictive ability of logistic regression, auto-logistic regression and neural network models in empirical land use change modeling – a case study. *International Journal of Geographical Information Science*, 25(1), 65 – 87.
- [27] **Lopez E., Boccoa, G., Mendozaa, M. ve Duhaub, E.** (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 55, 271 – 285.
- [28] **Marshall, M. N.**, (1996). Sampling for qualitative research. *Family Practice*, 13(6), 522 – 526.
- [29] **Menard, S.**, (1995). Applied logistic regression analysis. *Sage University Paper Series on Quantitative Applications in Social Sciences*, 106, 98.
- [30] **McClelland, J. L., Rumelhart, D. E. ve PDP Araştırma Grubu** (1986). Parallel distributed processing. *Explorations in the Microstructure of Cognition*, 2, 216 – 271.
- [31] **Mcculloch, W.S. ve Pitts, W.** (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5(4), 115 – 133.
- [32] **Paliwal, M. ve Kumar, U. A.** (2009). Neural networks and statistical techniques: A review of applications. *Expert Systems with Applications*, 36, 2 – 17.
- [33] **Pijanowski, B., Brown, D. G., Shellito, B. A. ve Manik, G. A.** (2002). Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model. *Computers, environment and urban system*, 26(6), 553 – 575.
- [34] **Pijanowski, B., Pithadia, S. ve Shellito, B. A.** (2005). Calibrating a neural network-based urban change model for two metropolitan areas of the Upper Midwest of the United States. *International Journal of Geographic Information*, 19(2), 197 – 215.
- [35] **Ruiting, Z., Zhang, C., Allen, J. M., Li, W., Boyer, M. A., Segerson, K. ve Foote, K. E.** (2018). Predicting land use/cover change in Long Island Sound Watersheds and its effect on invasive species: a case study for glossy buckthorn. *Annals of GIS*, 24(2), 83 – 97.
- [36] **Sudhira, H., Ramachandra, T. ve Jagadish, K.** (2004). Urban sprawl: Metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29 – 39.
- [37] **Tayyebi, A., Pijanowski, B. C. ve Tayyebi, A. H.** (2011). An urban growth boundary model using neural networks, GIS and radial parameterization: An application to Tehran, Iran. *Landscape and Urban Planning*, 100(1-2), 35 – 44.

- [38] **Tian, G., Ouyang, Y. ve Wu, J.** (2011). Simulating Spatio-temporal Dynamics of Urbanization with Multi-Agent systems - a Case Study of the Phoenix Metropolitan Region, USA. *Ecological Modelling*, 222(5), 1129 – 1138.
- [39] < <http://sedac.ciesin.columbia.edu> >, erişim tarihi 14.03.2019.
- [40] < <http://tuik.gov.tr/Start.do> >, erişim tarihi 22.04.2019.
- [41] < [http://www.tbb.gov.tr/cevre – ve – sehircilik/ulasim/](http://www.tbb.gov.tr/cevre-ve-sehircilik/ulasim/) >, erişim tarihi 24.07.2018.
- [42] < <https://slideplayer.com/slide/15283165/> >





## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad** : Cemre Fazilet ALDOĞAN

**Doğum Tarihi ve Yeri** : 10.02.1992 İSTANBUL

**E-Posta** : aldogan17@itu.edu.tr

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans:** 2015, Beykent Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
- **Lisans (Çift Anadal):** 2017, Beykent Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İngiliz Dili ve Edebiyatı
- **Y. Lisans:** 2019, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı.

### MESLEKİ DENEYİMLER VE ÖDÜLLER:

- 20.09.2010, Beykent Üniversitesi, (ÖSYM Bursu) %100
- 20.09.2014 ve 06.02.2015 tarihleri arası Erasmus Programı, Hradec Kralove Üniversitesi (Çekya)
- Beykent Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölüm Birinciliği

### YAYINLAR:

- Aldoğan, C. F., Akın, Ö., Eroğlu, A., Demirel, H. (2018). Modelling land use simulation of Istanbul for 2023 with logistic regression. Sigma mühendislik ve doğa bilimleri dergisi. 9(3), 349 254.
- Demirel, H., Aldoğan, C., Akın, Ö., Eroğlu, A. (2018). Simulation for land use and transportation interaction: a spatial approach. International Conference on Traffic and Transport Engineering, ICTTE, Belgrade
- Akın, Ö., Demirel, H., Shoman, W., Aldoğan, C., Eroğlu, A. (2018). Spatial Accessibility Analysis for Road Transportation. International Conference on Traffic and Transport Engineering, ICTTE, Belgrade