

DOI: 10.26650/JGEOG2022-997334

COĞRAFYA DERGİSİ
JOURNAL OF GEOGRAPHY
 2022, (44)

<https://iupress.istanbul.edu.tr/en/journal/jgeography/home>


Uzun Dönemli (1984-2020) Arazi Kullanımı Değişiminin Tespiti ve Modellemesi (2035): Gölcük İlçesi'nin Analizi

Detection and Modeling of Long-Term (1984–2020) Land-Use Change (2035) Analysis of Gölcük District

Sultan BOLAT¹ , Mesut DOĞAN² 

¹Araştırma Görevlisi, Ardahan Üniversitesi, İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Ardahan, Türkiye

²Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: S.B. 0000-0002-7051-5363; M.D. 0000-0002-4926-5769

ÖZ

Arazi kullanımı değişim analizi ve geleceğe yönelik modellemeler, çevresel bozulmayı incelemek ve plansız gelişmeyi kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışma; açık kaynak kodlu QGIS yazılımı içerisinde geliştirilmiş bir modül olan MOLUSCE uzantısı kullanılarak Gölcük ilçesinde zamansal olarak meydana gelen değişimleri ortaya koymak, değişimlerin analizini yaparak yanlış arazi kullanımlarını tespit etmek ve geleceğe yönelik modelleme üreterek gelecekte de nasıl bir eğilim olacağını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Bu doğrultuda Landsat uydusu görüntülerinden Unsupervised Classification sınıflama yöntemiyle üretilen arazi kullanım durumları, 1984'ten günümüze değişim analizi için kullanılmıştır. Buradan hareketle 2035 yılına ait modelleme elde edilmiştir. Arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin sonuçları; değişim haritaları kayıp/kazanç grafikleri ve istatistik verileri ile ortaya koyulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre; Gölcük ilçesindeki hızlı kentsel büyüme, tarım gibi diğer önemli arazi kullanımı sınıflarını da etkilemiştir. Modelleme sonuçlarına göre; yerleşme biriminin 2020 yılında 2025,90 hektar ile toplam alan içerisinde %9,77'lik bir alan kapladığı 2035 yılında ise 2808 hektar ile toplam alan içerisinde %13,53'lük alan kaplayacağı modellenmiştir. Alansal olarak bu genişleme ile tarım alanlarının yerleşmeye açıldığı tespit edilmiş, gelecekte de ekili alanlarda kayıplar yaşanacağı modellenmiştir. Yerleşmenin genişlediği bu alanlar ise deprem riski açısından yüksek olması nedeniyle dikkat çekicidir.

Anahtar kelimeler: Gölcük, Arazi kullanımı modellemesi, MOLUSCE

ABSTRACT

Land-use change analysis and future models were used to examine environmental degradation and control unplanned development. This study aimed to reveal the temporal changes in Gölcük district, identify improper land uses by analyzing the changes, develop future modeling, and predict future trends using the Modules for Land-Use Change Evaluation plug-in.

Accordingly, land uses produced by the unsupervised classification method using Landsat satellite images were used for change analysis from 1984 to the present. The modeling for 2035 was obtained from this perspective. The results of land-use changes are illustrated using change maps, loss/gain graphs, and statistical data.

Rapid urban growth in the Gölcük district has also affected other important land-use types such as agriculture. Based on modeling results, the settlement was expected to cover 9.77% (2025.90 ha) of the total area in 2020 and is expected to cover 13.53% (2808 ha) of the total area in 2035. It has been discovered this growth has opened up agricultural areas to settlement, and it has been modeled that cultivated areas will be lost in the future. These areas are remarkable because of their high earthquake risk.

Keywords: Gölcük, Land-use modeling, MOLUSCE

Başvuru/Submitted: 18.09.2021 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 13.01.2022 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 20.01.2022 •

Kabul/Accepted: 07.02.2022



Sorumlu yazar/Corresponding author: Sultan BOLAT / sultanbolat@ardahan.edu.tr

Atıf/Citation: Bolat, S., & Dogan, M. (2022). Uzun dönemli (1984-2020) arazi kullanımı değişiminin tespiti ve modellemesi (2035): Gölcük İlçesi'nin analizi. *Coğrafya Dergisi*, 44, 169-181. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2022-997334>



EXTENDED ABSTRACT

Land-use and land-cover data are important for many planning and management operations because they are required for modeling and comprehending the earth's characteristics. Efforts are being made to monitor, evaluate, map, and predict land-use changes all over the world because of their effects. Information regarding what changes occur, where and when they occur, their rates of occurrence, and the social and physical factors driving them is required to understand how land use affects and interacts with environmental systems.

The Gölcük district, which was chosen as the study area, has the characteristics of a specific navy city. Gölcük has been able to develop economically, culturally, and socially because Turkey's most extensive shipyard, particularly the fleet command, is located there. The rapid urbanization due to the rapid development of industries on the shores of the district, as well as the resulting increase in population, resulted an increase in construction in earthquake-prone areas.

This study aimed to reveal the temporal changes in land use in Gölcük, identify improper land uses by analyzing the changes, provide future modeling, and predict future trends using the Modules for Land-Use Change Evaluation (MOLUSCE) plug-in, a module developed in the open-source quantum geographic information system (QGIS) software.

Land-use maps were obtained to determine the land-use changes in Gölcük between 1984 and 2020. Landsat-5 TM satellite image data for 1984 and 2002 and Landsat 8 OLI satellite image data for 2020 were used for this purpose. The unsupervised classification method was used to provide land-use data from 1984 for change analysis. The accuracy of the produced land-use maps was determined using Kappa statistics and the error matrix. The results revealed that the Kappa values for 1984, 2002, and 2020 were 0.86, 0.91, and 0.91, respectively, which are acceptable rates based on the Kappa value range of 0–1. Based on the error matrix, the user accuracy for 1984, 2002, and 2020 was calculated as 90.67%, 94.00%, and 94.00%, respectively.

Land use for 2035 was modeled using the MOLUSCE, which is a plug-in in QGIS, an open-source GIS software, that analyzes land use and forest cover changes between different time periods and generates future modeling. The model was created using the artificial neural network algorithm, which allows for the creation of appropriate future maps by assuming the relationships between the past and the future. The algorithm creates land-use classes that belong to different classes using training data, allowing for the production of land-use maps for different years. Five different variables (slope, elevation, aspect, distance to rivers, and distance to roads) were used as inputs for the modeling. Consequences of changes in land use; change maps are presented with loss/gain graphs and statistical data.

According to the findings of this study, rapid urbanization in the Gölcük district has also affected other important land-use types such as agriculture. The land-use analysis revealed the first remarkable result in the “settlement” unit, which includes all artificial regions. The graph depicting changes from 1984 to 2020 revealed an increase of 1548.2 ha in this land-use unit. However, another remarkable change was observed in the “cultivated areas,” where a significant loss of 1278.8 ha occurred between 1984 and 2020.

According to the modeling results, the settlement unit should have covered 9.77% (2025.90 ha) of the total area in 2020 and should cover 13.53% (2808 ha) of the total area in 2035. The Gölcük district has witnessed rapid population growth over time because of its geographical location, and the settlement area has expanded with rapid urbanization. According to the modeling results for 2035, this growth will cause the settlement area to expand even further, resulting in a dense population in the city, which is in a very risky position in terms of earthquakes. The district's location in the North Anatolian Fault Line also necessitates a comprehensive approach to settlement planning in terms of earthquake risks. However, it has been determined that the cultivated areas have decreased since 1984, that agricultural areas have been opened to settlement, and that future cultivated area losses are expected.

This study also recommends the use of the open-source QGIS software and its plug-in, MOLUSCE, for spatial-temporal land-use change and modeling analyses. This software is easy to use, does not require a high processor, and produces fast and effective results. In this context, it has great potential for planning studies.

1. GİRİŞ

Arazi kullanımı değişimi; nüfus artışı, kentleşme, endüstriyel gelişme gibi nedenlerle meydana gelen değişimlerin yanı sıra, yer yüzeyinin doğal peyzajında gözlemlenen değişiklikleri de ifade etmektedir (Rahman vd., 2017; Landry, vd., 2019). Arazi kullanımındaki değişimlerin; biyolojik çeşitlilik, ekosistemler, gıda güvenliği, insan sağlığı ve küresel iklim değişikliği üzerinde büyük bir etkisi olup toprak ve suyun niteliklerinin bozulmasında önemli bir etken olarak kabul edilmektedir (Perović vd., 2018). Arazi kullanımındaki değişimler, küresel ölçekte çevresel bozulmanın önemli bir nedeni olarak kabul edilmekte ve son 40 yılda belirgin olarak hız kazanmış bulunmaktadır. Bu bozulma, nüfuslanmanın yoğunlaştığı şehirsiz alanlar ve onun yakınında daha hızlı yaşanmaktadır (Perović vd., 2018). BM (Birleşmiş Milletler) verilerine göre 21. yüzyılın ortalarına kadar dünya nüfusunun yaklaşık %70'inin kentsel alanlarda yaşayacağı öngörülmüştür. Son zamanlarda kentsel büyüme, bitki örtüsünün ve çevrenin bozulmasına neden olan arazi kullanımı değişikliklerinde ana sorun olarak kabul edilmektedir (Nugroho, vd., 2018). Arazi kullanımı değişikliği, küresel çevresel değişim ve sürdürülebilir kalkınmadaki temel kaygılardan biridir. Kentsel aglomerasyona neden olan ekonomik faaliyetler ve buna bağlı olarak inşaat alanlarının genişlemesi ile birlikte Dünya çapında hızlı nüfus artışı, arazi kullanımında ciddi oranda değişikliklere yol açmıştır. Kentsel genişlemeyle bağlantılı olarak, özellikle gelişmekte olan ülkelerde diğer arazi kullanım birimlerinin göz ardı edilmesi çeşitli çevresel sonuçlara yol açmıştır (Yirsaw, vd., 2017:1).

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü bilgisi, yeryüzünün özelliklerini modellemek ve anlamak için temel bir unsur olarak kabul edildiğinden, birçok planlama ve yönetim faaliyeti için önem arz etmektedir (Alrubkhi, 2017). Arazi kullanımı değişikliklerinin etkileri nedeniyle, tüm dünyada bu değişiklikleri izleme, değerlendirme, haritalama ve tahmin etmeye yönelik çalışmalar yoğun olarak yapılmaktadır (El-tantawi, vd., 2019). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla elde edilen uydu görüntüleri vasıtası ile bir alandaki yerleşik alanlar veya yerleşik olmayan alanlarla ilgili veriler üretme imkanı elde edilmiştir (Nugroho vd., 2018). Öte yandan uzaktan algılama, doğal ve beşerî faaliyetlerin zamansal değişiminin periyodik olarak izleyebilme olanağı da sunmaktadır. Uzaktan algılama teknolojisi, arazi kullanımına ait verileri kolay bir şekilde toplayabildiği ve uydu görüntülerini kullanıcıya kısa zamanda ulaştırılabilmesinden dolayı bilimsel çalışmalarda giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu kapsamda söz konusu çalışmalarda istenilen sonuçlara daha etkin olarak ve daha kısa

bir zaman diliminde erişmek için son yıllarda hızla gelişen ve analizin sayısal temele dayandığı uzaktan algılama tekniklerini kullanmak mümkün hale gelmektedir (Gülersoy, 2013).

Mevcut arazi kullanım durumlarının analizi ve sorgulanması, gerçekleştirilecek mekânsal planlama yaklaşımları bakımından büyük önem arz etmektedir. Arazi kullanımının çevresel sistemleri nasıl etkilediğini ve bunlarla nasıl etkileşime girdiğini anlamak için, hangi değişimlerin meydana geldiği, nerede ve ne zaman ortaya çıktığı, meydana gelme oranları ve bu değişiklikleri yönlendiren sosyal ve fiziksel etmenler hakkında bilgiye ihtiyaç vardır. Bu bilgilerle yöneticiler, geçmiş yönetim kararlarını değerlendirebilmekte ve mevcut kararların uygulanmadan önce olası etkileri hakkında fikir edinebilmektedir (El-tantawi vd., 2019).

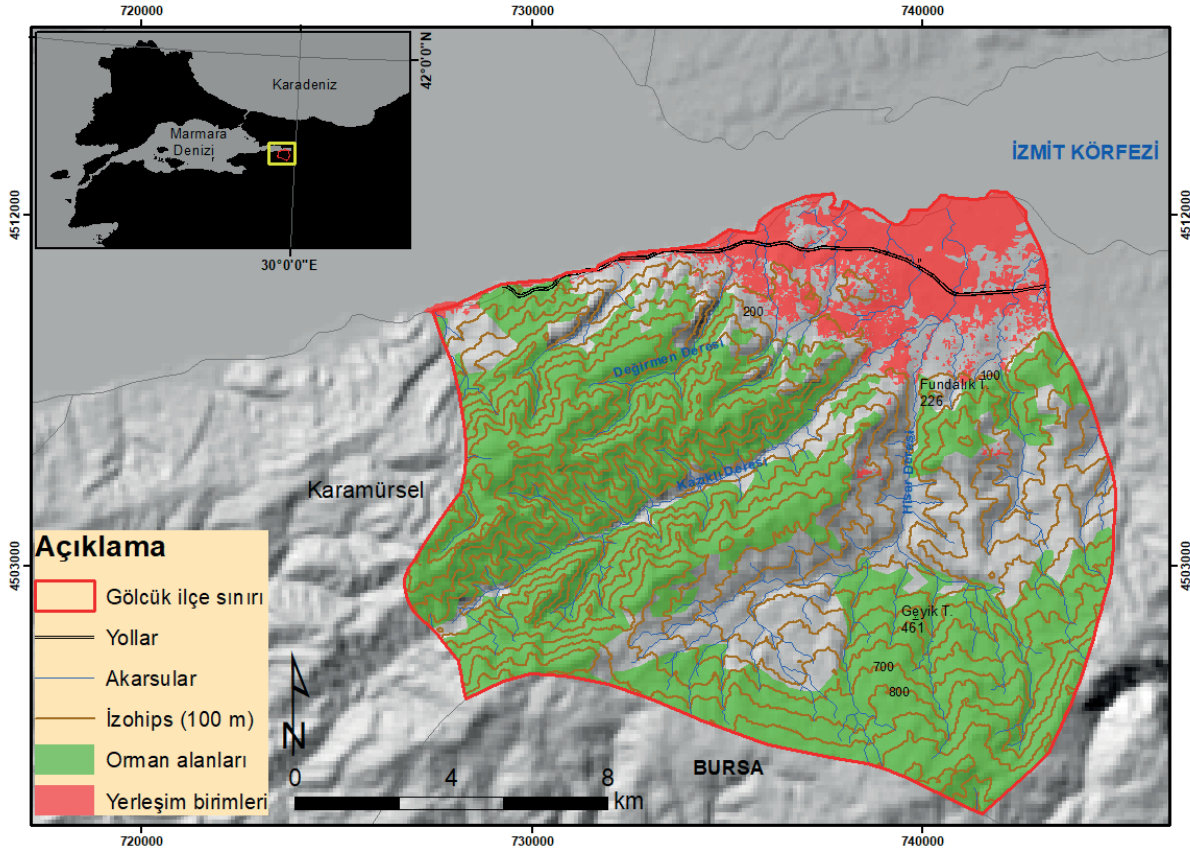
1.1. Çalışma Sahasının Konumu ve Coğrafi Özellikleri

Gölcük, Kocaeli'ne bağlı bir ilçe olup Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. İzmit Körfezi'nin güneyinde, yaklaşık olarak 40 derece kuzey enlemi ile 29 derece doğu boylamı üzerinde yer almaktadır. İlçe'nin yüzölçümü ise yaklaşık 209 km² olarak hesaplanmıştır (**Şekil 1**).

Fiziki özelliklerine bakıldığında; Gölcük, sahil şeridinden güneye doğru 1100 metrelere kadar ulaşan bir yükseltiye sahip olup genellikle engebeli bir görünüm sergilemektedir. Güneyinde Samanlı Dağları yer almakta ve Ayvaşa Tepesi (1.119 m.) en yüksek alanını oluşturmaktadır. Çalışma alanının başlıca akarsuları Değirmen Deresi, Hisar Deresi, Kazıklı Deresi, Ulaşlı ve Beyoğlu dereleridir (**Şekil 1**). İlçe yüzölçümünün %60'ından fazlasını ormanlık alanlar kaplamakta ve kayın, meşe ve gürgen türleri ormanlık alanda önemli bir yer tutmaktadır. İlçenin yıllık ortama sıcaklığı 14,6°C olup en yüksek sıcaklık temmuz ayında yaşanmaktadır. En düşük ortalama sıcaklık ise 3.3°C ile şubat ayında ölçülmüştür. Çalışma alanında en fazla yağış aralık ayında 106,3 mm ve 92,0 mm ile ocak ayında kayıt edilmiştir (Altay, vd., 2012:74).

Gölcük ilçesi, kendine has bir donanma şehri özelliği göstermektedir. Başta donanma komutanlığı olmak üzere Türkiye'nin en kapsamlı tersanesinin de burada yer alması Gölcük'ün ekonomik, kültürel ve sosyal açıdan gelişmesine imkân sağlamıştır (Kocaeli Belediyesi, 2021).

İstanbul, Bursa ve Kocaeli gibi önemli sanayi şehirlerine yakın bir konumda olması, donanma komutanlığının varlığı ve önemli bir istihdam sağlayan tersaneninin bulunması ilçede



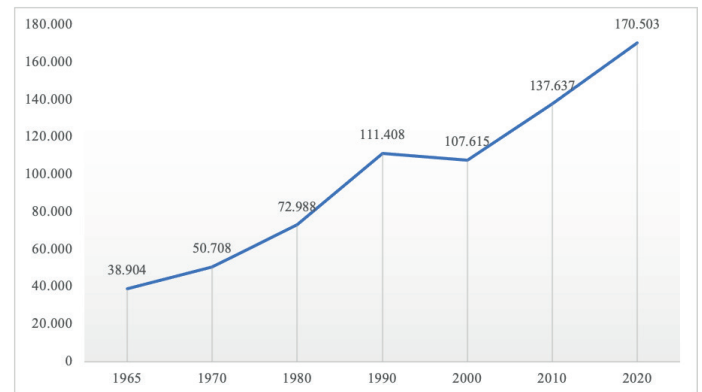
Şekil 1: Çalışma alanı coğrafi konumu.
Figure 1: Geographical location of the study area.

şehirlleşme sürecinin hızlanmasına olanak sağlamıştır. Donanma, yüksek oranda askeri nüfusun ilçede var olmasının başlıca nedeni olup aynı zamanda diğer faaliyetlere bağlı olarak nüfus miktarının artmasına da yol açmaktadır. Çalışma alanında nüfus artış hızı zaman zaman düşmüş olsa da toplam nüfus, sürekli artış eğiliminde olmuştur (Südaş, 2004: 74). Geçmişten günümüze Gölcük ilçesinin nüfus miktarına bakıldığında 1965'te 38.904 kişi iken 17 Ağustos depremine rağmen 2000 yılı itibariyle 107.615 kişiye ulaşan ve hızla gelişen bir yerleşme haline gelmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu'na (TÜİK) göre 2020 yıllık nüfus artışı %28,8 olarak tespit edilmiştir (2019 yılı toplam nüfus: 165.663) (**Şekil 2**). İlçe kıyılarında sanayinin hızla gelişmesi nedeniyle şehirlleşmenin hızlanması ve buna bağlı olarak nüfusun artmasıyla birlikte deprem riski yüksek olan alanların da imara açılmasına yol açmıştır (Uzuner & Akincitürk, 2020: 68; **Şekil 3**).

İlçede ekonomik faaliyetleri incelendiğinde; sanayi faaliyetlerinin fazla olması tarımsal üretime olan ilginin azalmasına neden olmuştur. İlçede en önemli sanayi kuruluşu olan Ford Otosan'ın Gölcük'e bağlı İhsaniye yerleşmesinde

bulunması, yeni iş olanaklarının ortaya çıkmasına imkân sağlamıştır (Kocaeli Belediyesi, 2021).

İlçenin gelişmesinde etkili olan önemli bir diğer etmen, E-130 kara yolu üzerinde konumlanmış olmasıdır. E-130 kara yolu, E-5 kara yoluna bağlantısı bulunup İzmit'i, Bursa ile



Şekil 2: Gölcük ilçesi nüfusunun zamansal değişimini gösteren grafik (TÜİK,2021).

Figure 2: Graph showing the temporal variation of the population of Gölcük district (TÜİK, 2021).



Şekil 3: Gölcük ve çevresinin 1990 ve 2020 yıllarına ait uydu görüntüsü (Google Earth, 2021).
Figure 3: Satellite image of Gölcük and its surroundings for the years 1990 and 2020 (Google Earth, 2021).

İzmir'e bağlamaktadır. Gölcük ilçesi, yer aldığı Marmara Bölgesi kara yolu ağı açısından, Türkiye'nin en fazla trafik yoğunluğuna sahip yerleşim birimlerinden birisidir. İlçe, İzmit'e 19 km, İstanbul'a 128 km, Bursa'ya ise 120 km uzaklıktadır. Şehirlerarası ve uluslararası hava ulaşımı ise, Sabiha Gökçen Havaalanı, Bursa Yenişehir Havaalanı ve Kocaeli Cengiz Topel Havaalanı ile sağlanabilmektedir (Gölcük Belediyesi, 2021).

2. AMAÇ VE YÖNTEM

Arazi kullanımı değişim analizi, çevresel bozulmayı incelemek ve plansız gelişimi izlemek için kullanılan bir yöntem olarak

karşımıza çıkmaktadır. Arazi kullanımının geçmişe yönelik analizi ile geleceğin modellenmesi, mevcut ve gelecekteki arazi kullanım politikasını değerlendirmek ve yönlendirmek için bütünlük bir fırsat sağlamaktadır (El-tantawi vd., 2019; Perović vd., 2018). Bu tür çalışmalar, gerçekleştirilecek fiziki-beşerî planlama yaklaşımları için büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, arazi kullanım düzenindeki değişiklikler hakkında gerekli bilgiler, herhangi bir mikro ve makro düzeyde kalkınma planı yapmak için politika ve programların planlanması, kullanılması ve formüle edilmesi için bir ön koşul olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, arazi kullanımı hakkında halihazırda mevcut olan bilgiler, arazinin sürdürülebilir kullanımı kapsamında gelecekteki arazi

kullanım planlarını geliştirmek için arazi kullanımındaki değişim eğilimleri ve kalıplarının anlaşılması gerekmektedir. Bu doğrultuda güvenilir sonuçlara kısa zamanda ve etkin bir şekilde ulaşmak için analizin ve sorgulamanın sayısal temele dayalı olduğu uzaktan algılama tekniklerini kullanmak önemli bir husustur (Gülersoy, 2014: s. 157).

Bu çalışma; Gölcük ilçesine ait arazi kullanım durumlarında zamansal olarak meydana gelen değişimleri ortaya koymak, değişimlerin analizini yaparak yanlış arazi kullanımlarını tespit etmek ve geleceğe yönelik modelleme üreterek gelecekte de nasıl bir eğilim olacağını belirlemeyi amaçlamaktadır. Elde edilen sonuçların Gölcük özelinde planlama faaliyetlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu kapsamda 1984-2020 yılları arasında Gölcük ilçesindeki arazi kullanımı değişikliklerini belirlemek için analizler yapılmış ve 2035 yılı arazi kullanımı modellemesi MOLUSCE (Modules for Land-use Change Evaluation) modülü kullanılarak Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli ile gerçekleştirilmiştir. MOLUSCE, farklı zaman periyotları arasında arazi kullanımı ve orman örtüsü değişikliklerini analiz etmek ve geleceğe yönelik modelleme üretmek amacıyla açık kaynak kodlu bir CBS yazılımı olan QGIS içinde bir eklenti (plug-in) olarak geliştirilmiştir. Eklenti, Japonya'daki Asia Air Survey ile iş birliği içinde NextGIS tarafından geliştirilmiş olup QGIS 2.0 ve üzeri sürümler içerisinde kullanılabilir. MOLUSCE; kullanıcı ara yüzü, belirli modüller ve işlevler ile kullanımı kolay bir ara yüz sunmaktadır (NextGIS, 2021; Satya, vd., 2020: 282).

Çalışma kapsamında arazi kullanımı haritaları elde edebilmek amacıyla 1984 ile 2002 yılları için Landsat 4-5 TM (Thematic Mapper) ve 2020 yılı için ise Landsat-8 OLI'ye ait uydu görüntüsü verileri kullanılmıştır (Tablo 1). Bu görüntüler Amerikan Jeoloji Servisi'ne (USGS) ait internet sitesinden geometrik ve radyometrik düzeltilmesi yapılmış şekilde elde edilmiştir. Landsat'a ait uydu görüntüleri 30 m yersel çözünürlüğe sahip olup uydu görüntülerindeki 1-7 spektral aralıktaki bantlar, görüntü sınıflandırma yapmak için kullanılmıştır.

Gölcük'teki arazi kullanımı değişikliklerini analiz etmek için arazi örtüsü; bitki örtüsü, ekili alan ve yerleşme olmak üzere 3 ana

sınıfa ayrılmıştır. Arazi kullanımı haritaları Landsat uydu görüntüleri kullanarak Iso Cluster Unsupervised Classification yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Bu yöntem Arcgis 10.5 (Spatial Analyst) yazılımında Iso Cluster ve Maximum Likelihood Classification algoritmalarını birleştirerek sınıflandırılmış bir raster görüntüsü vermektedir. Elde edilen arazi kullanımı haritalarının doğruluk analizinin yapılması gerekmektedir. Doğruluk belirleme işlemi, sınıflama yapıldıktan sonra, sınıfların doğruluğunun araziye ait gerçek verilerle kontrol edilmesi işlemi olup Hata Matrisi (Error Matrix) ve Kappa (KHAT) istatistiği kullanılarak ortaya koyulmaktadır. Matris, referans olarak alınabilecek veri seti ile sınıflandırılmış verilerin karşılaştırma sonuçlarını ortaya koymaktadır (Yener, vd., 2006). Öte yandan sınıflama doğruluğu için kullanılan bir diğer yöntem Kappa katsayısı istatistiğidir. Bu yöntemin sonucu 0 ile 1 arasında bir değer almakta olup 1'e yaklaşması oranında sınıflama doğruluğunun yükseldiğini, 0'a yaklaşması durumunda sınıflamanın kendi içinde hatalı olduğunu ifade etmektedir (Özdemir, 2007:21).

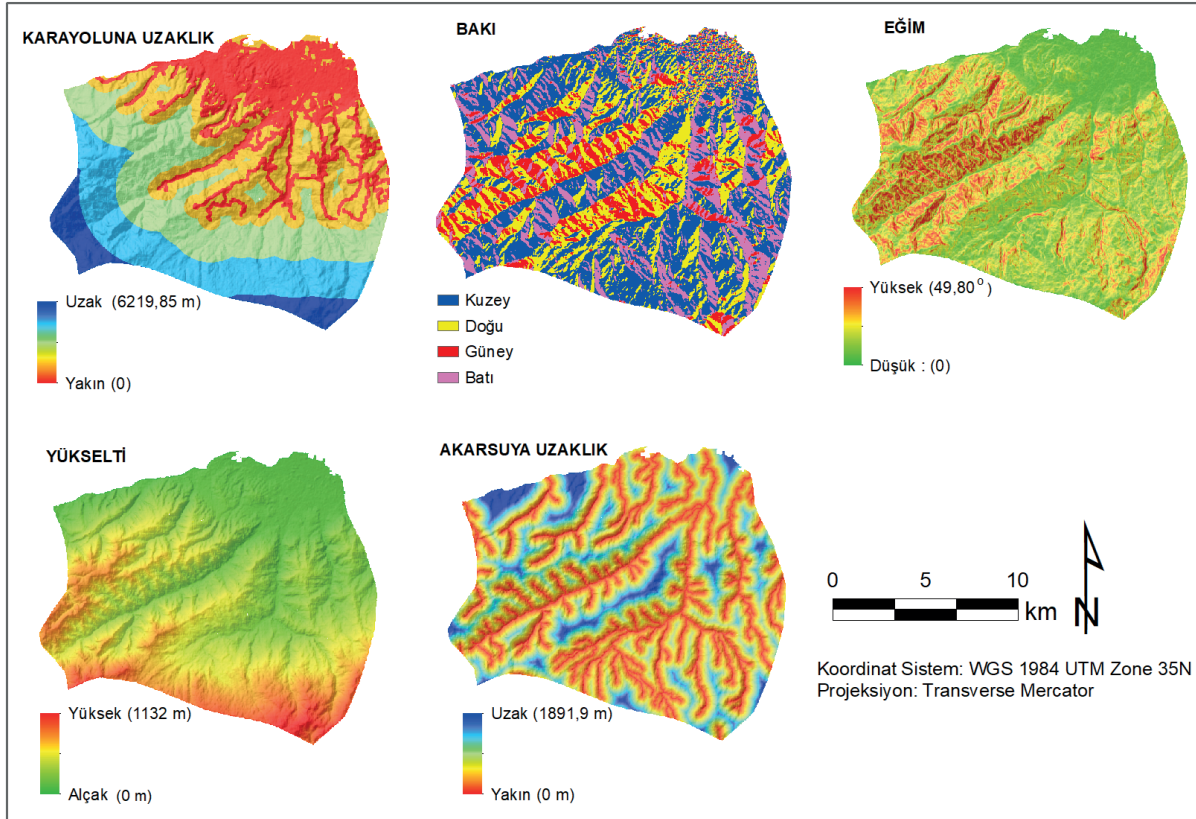
Çalışma alanı içerisinde 1984'ten 2020 yılına kadar değişim analizi MOLUSCE modülü kullanılarak üretilmiştir. Değişim haritaları ve modelleme oluşturabilmek için QGIS 2.18.0 içerisinde bir eklenti olan (plug-in) MOLUSCE (Modules for Land-use Change Evaluation) kullanılmıştır. Modellemenin oluşturulması için gerekli olan değişkenler; daha önce yapılmış çalışmalardan yola çıkarak yükselti, eğim, bakı, akarsuya uzaklık ve kara yoluna uzaklık olarak belirlenmiştir (Alrubkhi, 2017; Rahman vd. 2017; Landry vd. 2019; Satya, vd., 2020; Şekil 4). Yükselti verisi ve eğim hesaplaması için sayısal yükselti modeli olarak ALOS verisi kullanılmıştır. ALOS 30 m yersel çözünürlüğe sahip bir veri olup ücretsiz olarak <https://www.eorc.jaxa.jp> sitesinden indirilmiştir. Akarsu verisi ise ücretsiz olarak temin edilen ALOS sayısal yükselti modeli verisinden hidroloji aracı (Arcgis) kullanılarak üretilmiştir. Kara yolu verisi ise OSM (Open Street Map)'den elde edilmiştir.

Modelleme için "Yapay Sinir Ağları" (YSA) algoritması kullanılmıştır. YSA'lar, biyolojik sinir ağlarından yola çıkarak, makine öğrenmede bir model üyesi olup genellikle birçok girdiye bağlı olan ve doğrusal olmayan işlevleri tahmin etmek için kullanılmaktadır (Ataseven, 2013). YSA geçmiş ile gelecek arasındaki ilişkileri varsayım yolu ile gelecek hakkında uygun

Tablo 1: Çalışma için kullanılan Landsat uydu görüntülerine ait bilgiler.

Table 1: Çalışmada kullanılan Landsat uydu görüntülerinin açıklaması.

Görüntü Tarihi	Ürün Kimliği	Sensör Tipi
27.08.2020	LC08_L1TP_179032_20200827_20200905_01_T1	LANDSAT-8 OLI
25.07.2002	LT05_L1TP_179032_20020725_20180616_01_T1	LANDSAT 4-5 TM
25.09.1984	LT05_L1TP_179032_19840925_20170220_01_T1	LANDSAT 4-5 TM



Şekil 4: Arazi kullanımı modellemesinde kullanılan değişkenler.

Figure 4: Variables used in land use modelling.

haritalar oluşturmaya imkân vermektedir. Algoritma, eğitim verileri kullanarak arazi kullanımı sınıfları oluşturmakta ve farklı yıllara ait arazi kullanımı haritası üretmeye olanak sağlamaktadır (Çağlıyan & Dağlı, 2014: 236).

Arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin sonuçları; değişim haritaları kayıp/kazanç grafikleri ve istatistiki veriler ile ortaya koyulmuştur. Öte yandan geleceğe yönelik modelleme sonuçları ise harita çıktıları ve sayısal grafiklerle belirlenerek analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulardan yola çıkarak çalışma alanı için birtakım çıkarımlarda bulunulmuştur.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında, Gölcük'e ait arazi kullanımının zamansal değişimi ve 2035 yılına ait modellemesi belirlenmeye çalışılmış olup elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

3.1. Arazi Kullanımı Değişimi

Landsat uydu görüntüleri kullanılarak araştırma alanının 1984, 2002 ve 2020 yıllarına ait arazi kullanımı haritaları

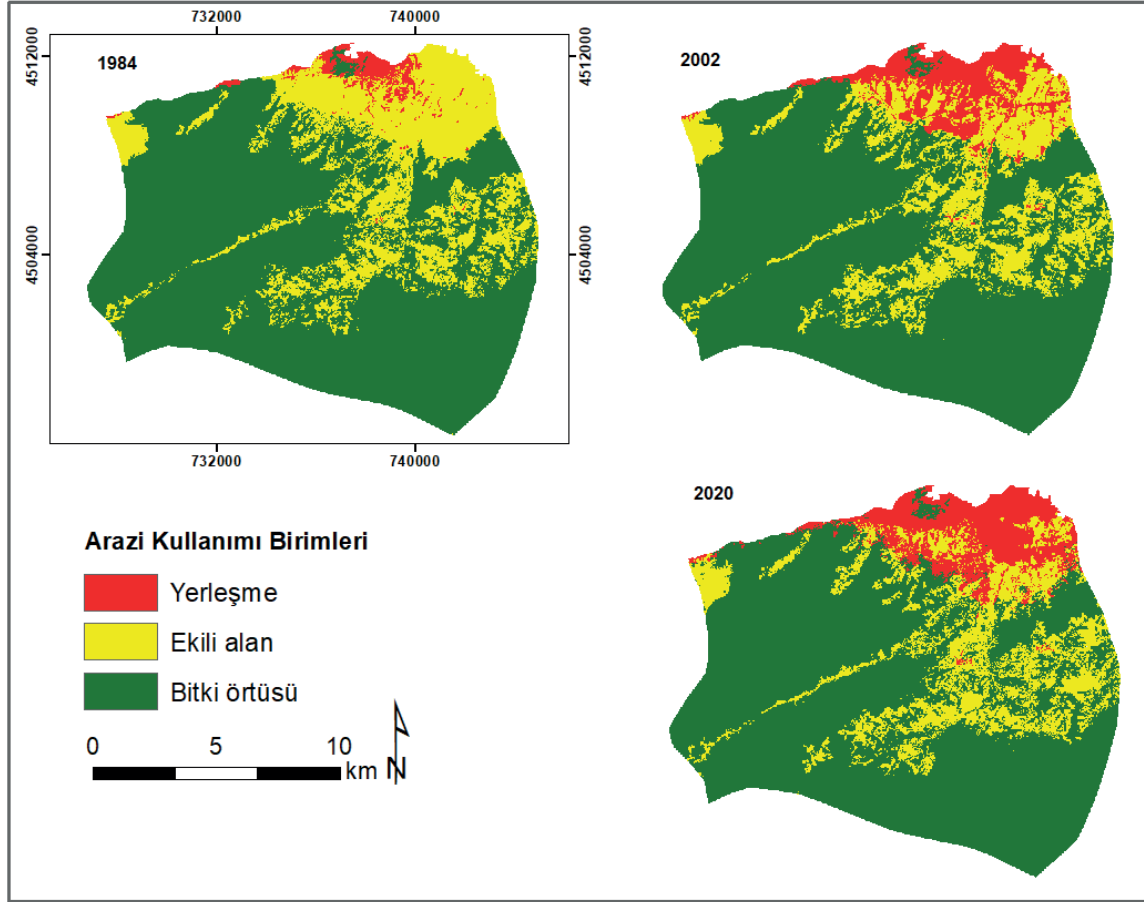
oluşturulmuştur (Şekil 5). Uydu görüntüleri üzerinden arazi kullanımı haritaları üretmek ve bunları kullanabilmek için doğruluk belirleme işleminin yapılması gerekmektedir. Bu doğrultuda belirtilen yıllara ait doğruluk belirleme işlemi için üretilen arazi kullanımı haritalarından 150 farklı kontrol noktası rastgele belirlenmiş ve her bir nokta Google Earth ve 1/25.000'lik topoğrafya haritaları yardımıyla kıyaslaması yapılmıştır. Bu kıyaslama sonucunda hata matrisleri oluşturularak doğruluk oranları hesaplanmış olup sonuçlar tablo şeklinde gösterilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2'ye bakıldığında; 1984, 2002 ve 2020 yıllarına ait kullanıcı doğruluğu sırasıyla %90,67, %94,00 ve %94,00 olarak hesaplanmıştır. Belirtilen yıllara ait arazi kullanımı haritalarının hesaplanan bu değerler oranında gerçeği yansıttığı söylenebilir. Öte yandan üretici doğruluğu oranları ise; tüm arazi kullanımı

Tablo 2: Arazi kullanımı haritalarının doğruluk oranları.

Table 2: Accuracy rates of land use maps.

	Kullanıcı Doğruluğu	Üretici Doğruluğu	Kappa Katsayısı
2020	%94,00	%94,36	0,91
2002	%94,00	%94,12	0,91
1984	%90,67	%91,14	0,86



Şekil 5: 1984, 2002 ve 2020 yıllarına ait arazi kullanımı haritaları.

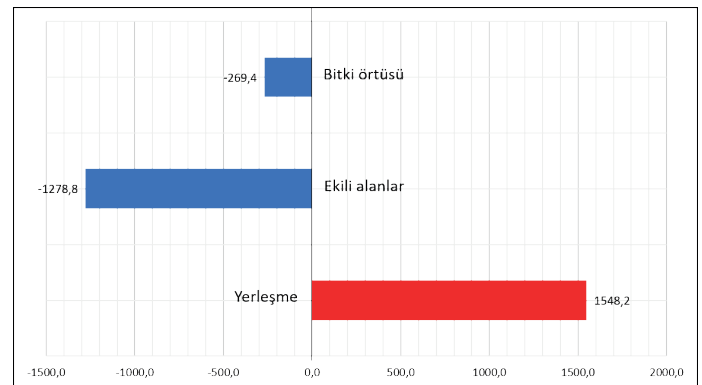
Figure 5: Land use maps for 1984, 2002 and 2020.

haritalarında %90'ın üzerinde hesaplanmıştır. Kappa katsayısı değerleri; 1984, 2002 ve 2020 yıllarının sırasıyla 0,86, 0,91,0,91 olup 0-1 arasında değişen Kappa değerine göre kabul edilebilir bir oranda olduğunu göstermektedir (**Tablo 2**).

Bu çalışma kapsamında Gölcük ilçesinde geçmişten günümüze (1984-2020) arazi kullanımında meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Uzun dönemli değişim analizi için QGIS 2.18.00 yazılımı içerisinde yer alan MOLUSCE eklentisi kullanılmış olup bir takım istatistik veriler, bu eklenti yardımıyla hesaplanmıştır. MOLUSCE (Modules for Land-use Change Evaluation) açık kaynak kodlu bir yazılım olan QGIS içerisinde geliştirilmiş, değişim tespiti ve modelleme üretmek için oluşturulmuş kullanımı kolay bir modüldür.

Elde edilen verilere göre; ilk çarpıcı sonuç tüm yapay bölgeleri içerisine alan 'yerleşme' biriminde gözlemlenmektedir. Bu arazi kullanımı biriminde 1984'ten 2020 yılına kadar meydana gelen değişim grafiğine bakıldığında 1548,2 hektarlık bir artış tespit edilmiştir. Öte yandan dikkat çeken bir diğer

değişim ise 'ekili alanlar' da yaşanmış olup 1984-2020 yılları arasında 1278,8 hektarlık bir azalışla ciddi oranda bir kayıp meydana gelmiştir (**Şekil 6**). Ekili alanlardaki bu kayıp şüphesiz ki yerleşmeye dönüşümle kendini göstermiştir. Zira yerleşmeye açılan alanlardan en belirgin arazi kullanımı birimi ekili alanlardır. Yerleşme dokusu 1984'ten 2002 yılına kadar çok daha



Şekil 6: Arazi sınıflarına göre 1984-2020 yılları arasında net değişim (ha).

Figure 6: Net change by land classes between 1984 and 2020.

hızlı bir gelişim göstermiştir (**Şekil 5**). Nitekim kapladığı alanlar incelendiğinde 1984 yılında tüm alan içerisinde yerleşme dokusu 477,72 ha, 2002 yılında bu değer 1579,32 ha ve 2020 yılında ise 2025,90 ha alan kapladığı tespit edilmiştir. Buradan hareketle yerleşme dokusunun 1984-2002 yılları arasında 2002-2020 yılları arasına oranla çok daha hızlı bir gelişim gösterdiği anlaşılmaktadır (**Tablo 3**).

Tablo 3: Arazi kullanımı birimlerinin yıllara göre alansal değişimi (ha).
Table 3: The areal change of land use units by years (ha).

	1984	2002	2020
Yerleşme	477,72	1579,32	2025,90
Ekili Alanlar	5141,16	4258,26	3862,08
Bitki Örtüsü	15127,38	14908,68	14855,31

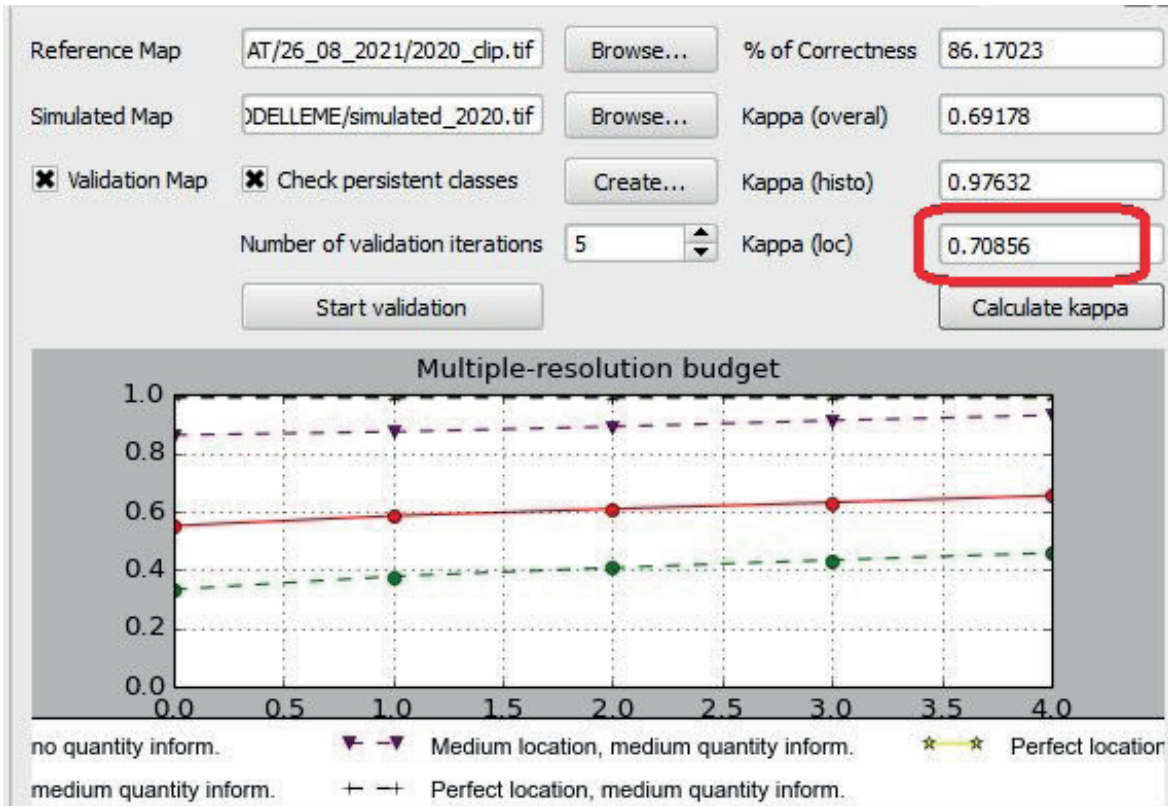
3.2. Arazi Kullanımı Simülasyonu

Uydu görüntüleri üzerinden Unsupervised Classification yöntemi kullanılarak oluşturulan 1984, 2002, 2020 yılları arazi kullanımı haritaları, değişim analizinin ortaya koyulmasına imkan vermiştir. Öte yandan elde edilen arazi kullanımı haritalarından yola çıkarak geleceğe yönelik kestirimleri belirlemek mümkündür. Arazi kullanımları için modelleme

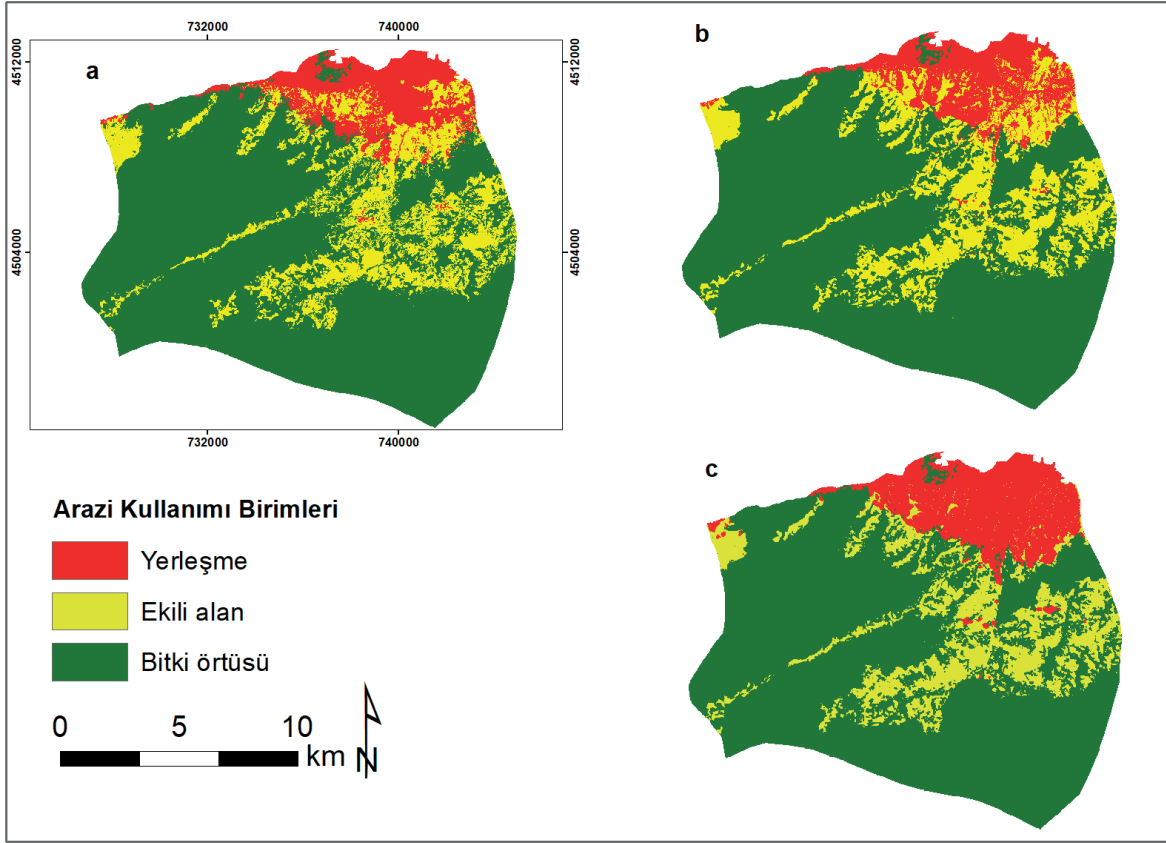
oluşturmak maksadıyla pek çok modül geliştirilmektedir. Bu modüllerden MOLUSCE çalışmada kullanılmıştır.

Gölcük ilçesinin 2035 yılına ait modellemesini oluşturabilmek için YSA yöntemi kullanılmıştır. Modelin doğruluk değerlendirmesinde, 1984, 2002 ve 2020 yılları arazi kullanımı verilerinden yararlanılmıştır. 1984 ve 2002 yıllarına ait arazi kullanımı verilerinden yola çıkarak 2020 yılı arazi kullanımı modellenmiştir. Modelleme yapılmış 2020 yılına ait harita ile referans haritası olan 2020 yılı gerçek arazi kullanımı verisi kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucunda, 2020 yılı arazi kullanımı simülasyon modeline ait Kappa değeri, 0,70 olarak hesaplanmıştır (**Şekil 7**).

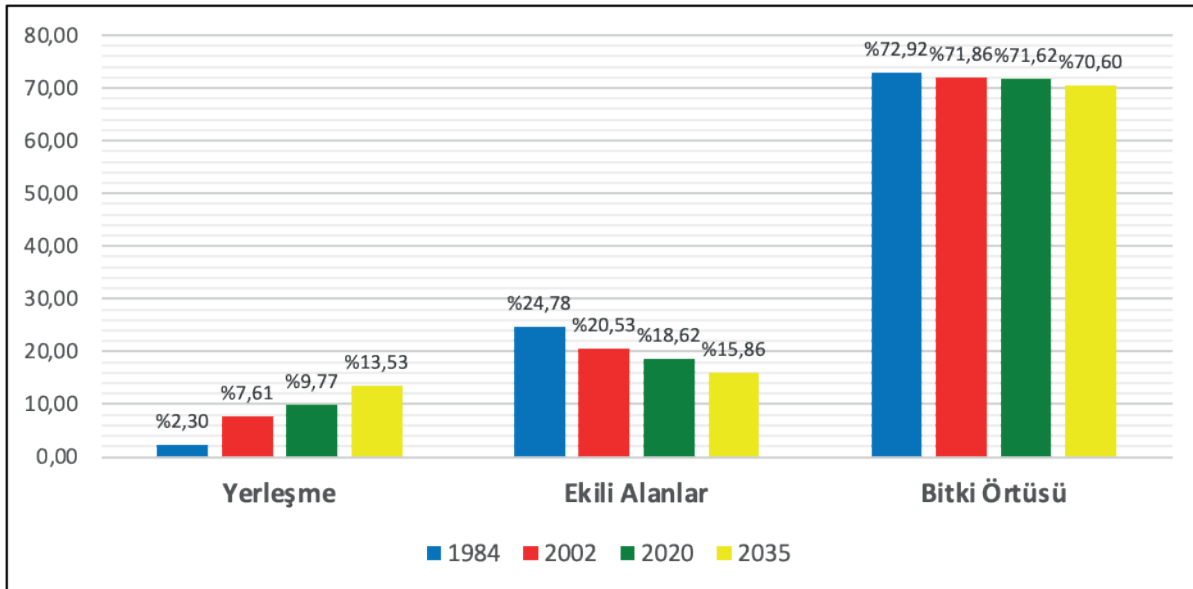
Mevcut arazi kullanımı (2020) ile modellemesi yapılan arazi kullanımı (2020) karşılaştırıldığında, %86,17'lik bir tahmin doğruluğu gerçekleşmiştir (**Şekil 7**). Bu sonuçlar, arazi kullanımı modellemesi yapmaya uygun olduğunu göstermektedir. 1984, 2002 ve 2020 yıllarındaki gerçek arazi kullanımından hareketle 2035 yılı arazi kullanımı modellemesi yapılmıştır. Modelleme sonuçlarına göre, yerleşme sınıfında artışın devam edeceği belirlenmiştir (**Şekil 8**). **Şekil 9**'daki sonuçlara göre yerleşme dokusunun 2020 yılında toplam alan içerisinde 2025,90 hektar



Şekil 7: Arazi kullanımı modellemesi için doğruluk belirleme.
Figure 7: Determination of accuracy for land use modelling.



Şekil 8: 2020 yılı AK haritası ve MOLUSCE’de modellenmiş haritası (a. 2020 yılı referans haritası b. 2020 yılı modellenmesi c. 2035 yılı modellenmesi).
Figure 8: LU map of 2020 and its map modeled in MOLUSCE (a. year 2020 reference map b. year 2020 modeling c. year 2035 modeling).



Şekil 9: 1984, 2002, 2020 ve 2035 sonuçlarının karşılaştırılması.
Figure 9: Comparison of 1984, 2002, 2020 and 2035 results.

alan kapladığı 2035 yılında ise 2808 hektar olacağı modellenmiştir. Yüzde cinsinden ifade edilecek olursa yerleşme dokusunun, 2020’de toplam alan içerisinde oranı %9,77 olup 2035 yılına gelindiğinde %13,53’lük bir alan kaplayacağı modelleme ile ortaya koyulmuştur (**Şekil 9**).

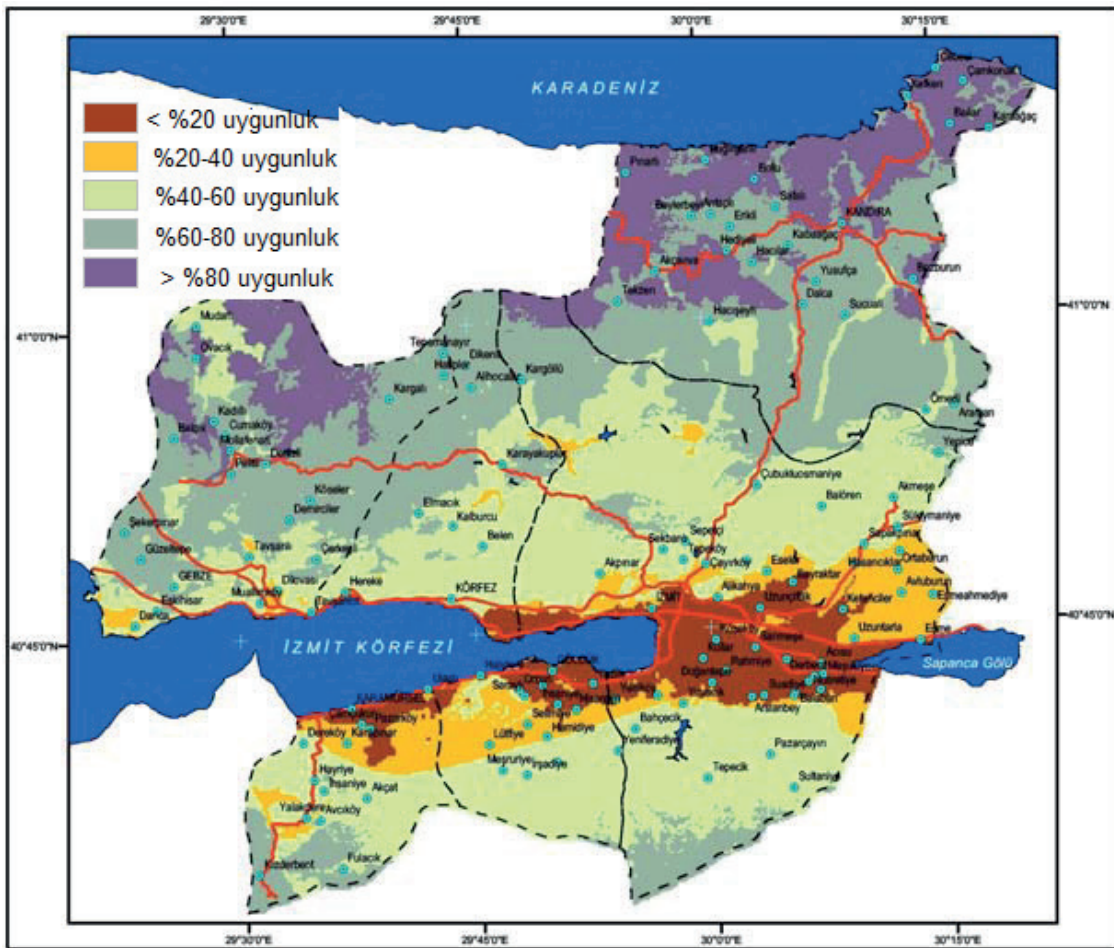
Ekili alanlardaki azalışın, modelleme sonuçlarına göre 2035 yılına kadar da devam edeceği ön görülmüştür. Nitekim toplam alan içerisinde ekili alanlar 2020’de 3862,08 hektarlık bir alan kaplamakta olup 2035 yılında 3291,3 hektar olacağı modellenmiştir. Ekili alanlardaki 570,78 hektarlık alan kaybı yerleşme birimine kazanç olarak yansımaktadır. Öte yandan bitki örtüsünde önemli bir değişim yaşanmamış olmakla birlikte azalış eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır (**Şekil 9**).

17 Ağustos 1999 Marmara Depremi’nin merkez üssü olan Gölcük ilçesi, depremden en çok hasar alan yerleşmelerin

başında gelmektedir (Südaş, 2004). İlçenin Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde yer almasından dolayı şehirde deprem riskine yönelik bütüncül bir yaklaşımla planlama yapılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Aydoğan ve Akıncıtürk’ün (2013) yaptıkları çalışmada Gölcük ilçesi toplam alanının %92.9’unun yerleşime uygunluk derecesinin %20’den düşük olduğu saptanmıştır (Aydoğan & Akıncıtürk, 2013: 59; **Şekil 10**). Gölcük ilçesinin arazi kullanımı değişim analizi ve geleceğe yönelik modelleme sonuçlarına göre, yerleşme dokusunun **Şekil 10**’da gösterildiği gibi deprem açısından yerleşime uygunluğunun %20’den düşük alanlara doğru yayıldığı tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Arazi kullanımı üzerinde meydana gelen değişimler, çevresel değişim üzerinde en önemli etken olarak kabul edilmektedir. Nitekim iklim değişikliği, ekolojik bozulma, toplu yok oluşlar



Şekil 10: Kocaeli il idari alanının deprem açısından çok kriterli karar verme analizi ile üretilen potansiyel yerleşime uygunluk haritası (Aydoğan & Akıncıtürk, 2013’ten yeniden düzenlenerek).

Figure 10: The potential settlement suitability map of Kocaeli provincial administrative area produced by multi-criteria decision-making analysis in terms of earthquakes (Aydoğan & Akıncıtürk, 2013).

vb. gibi küresel sorunlar üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak etkisi söz konusudur. Sürdürülebilir bir çevre ve araziden optimum fayda sağlamak amacıyla uzun vadede geri bildirim alınacak şekilde farklı ölçeklerde planlama faaliyetleri yapılması önem arz etmektedir. Bu bağlamda Gölcük ilçesinde arazi kullanımını değişimlerinin analiz edildiği ve geleceğe yönelik modellemesinin ortaya koyulduğu bu çalışmada şu sonuçlara varılmıştır:

- Gölcük ilçesinde bulunduğu coğrafi konum itibarıyla zaman içerisinde hızlı bir nüfus artışı yaşanmış ve akabinde hızlı kentleşme ile yerleşme alanı genişlemiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; 1984 yılında tüm alan içerisinde yerleşme dokusu 477,72 ha alan kaplarken ve 2020 yılında ise 2025,90 ha alan kapladığı tespit edilmiştir.
- Gölcük'teki hızlı kentsel büyüme, tarım gibi diğer önemli arazi kullanım türlerini de etkilemiştir. Ekili alanlarda 1984-2020 yılları arasında 1278,8 hektarlık bir azalışla ciddi oranda bir kayıp meydana gelmiştir.
- 2035 yılına ait modelleme sonuçlarına göre; yerleşme alanının 2808 hektar olacağı modellenmiştir. Yerleşme biriminde meydana gelen bu genişleme ile deprem açısından oldukça riskli bir konumda bulunan ilçede yoğun bir nüfuslanma yaşanacağı ortaya koyulmuştur.
- Ekili alanlardaki azalışın, modelleme sonuçlarına göre 2035 yılına kadar da devam edeceği ön görülmüştür. Nitekim toplam alan içerisinde ekili alanlar 2020'de 3862,08 hektarlık bir alan kaplamakta olup 2035 yılında 3291,3 hektar olacağı modellenmiştir.
- Ekili alanlarda 1984 yılından günümüze kadar bir azalma yaşandığı, tarım alanlarının yerleşmeye açıldığı tespit edilmiş gelecekte de ekili alanlarda kayıplar yaşanacağı modellenmiştir.

İlçenin Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde yer alması, deprem riskine yönelik yerleşme için bütüncül bir yaklaşımla planlama yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Genel olarak bu çalışmanın sonuçları; şehir planlamacıları, hükümet ve karar verme sürecinde yer alanlar tarafından mekânsal planlama ve çevresel sürdürülebilirliğin planlanması için dikkate alınması gereken bir seçenek olarak kullanılabilir.

Bu çalışma ayrıca açık kaynak kodlu bir yazılım olan QGIS ve onun eklentisi olan MOLUSCE'nin mekânsal-zamansal arazi kullanımını değişimleri ve modelleme çalışmalarında kullanılabilirliği açısından dikkat çekmektedir. Bu yazılımın kullanımı kolay olup yüksek bir işlemci gerektirmemekte, hızlı ve etkili sonuçlar ortaya koyması bakımından önem arz

etmektedir. Bu bağlamda planlama çalışmaları için büyük bir potansiyele sahiptir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- S.B., M.D.; Veri Toplama- S.B., M.D.; Veri Analizi/Yorumlama- S.B., M.D.; Yazı Taslağı- S.B., M.D.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- S.B., M.D.; Son Onay ve Sorumluluk- S.B., M.D.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- S.B., M.D.; Data Acquisition- S.B., M.D.; Data Analysis/Interpretation- S.B., M.D.; Drafting Manuscript- S.B., M.D.; Critical Revision of Manuscript- S.B., M.D.; Final Approval and Accountability- S.B., M.D.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKÇA/REFERENCES

- Alrubkhi, A. (2017). Land Use Change Analysis and Modeling Using Open Source (QGIS) Case Study : Land Use Change Analysis and Modeling Using Open Source (QGIS) Case Study : Boasher Willayat. *Sultan Qaboos University College Of Arts and Social Science Department Of Geography, June*.
- Altay, V., Serin, M., Yarci, C., & Severoglu, Z. (2012). Gölcük (Kocaeli / Türkiye) Bitki Örtüsünün Fitoekolojik ve Fitososyolojik Yönden Araştırılması. *Ekoloji, 21*(84), 74–89. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2012.849>
- Ataseven, B. (2013). Yapay sınır ağırları ile öngörü modellemesi. *Öneri Dergisi, 10*(39), 101–115.
- Aydöner, C., & Akıncıtürk, N. (2013). Deprem Açısından Yerleşim Yeri Uygunluk Analizleri. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 6*(1), 53–63.
- Çağhyan, A., & Dağlı, D. (2014). Arazi Kullanımında Simülasyon Modelleri ve Entegre Kullanımları (Integrated use and simulation models in the land use). *TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, 233–244*.
- El-tantawi, A. M., Bao, A., Chang, C., & Liu, Y. (2019). *Monitoring and predicting land use / cover changes in the Aksu-Tarim River Basin, Xinjiang-China*. 1–18.
- Google Earth. (2021). Earth sürümleri, Google Earth Pro masaüstü uygulaması, Erişim adresi: <https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/versions/>
- Gölcük Belediyesi. (2021, Temmuz). Ulaşım. Erişim adresi <https://www.golcuk.bel.tr/idet/2/34/ulasim>
- Gülersoy, A. E. (2013). Çorum Merkez İlçede Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1987-2011) ve Çevresel Etkileri, *Coğrafi Bilimler Dergisi, 11*(2), 169–194.
- Gülersoy, A. E. (2014). Seferihisar'da Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1984-2010) ve İdeal Arazi Kullanımı İçin Öneriler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 31*, 155–180.

- Kocaeli Belediyesi. (2021, Haziran). Donanma Kenti Gölcük. Erişim adresi <https://www.kocaeli.bel.tr/tr/main/pages/golcuk/223>
- Landry, M., Guidigan, G., Sanou, C. L., Saberma, D., & Cham, R. (2019). Assessing Land Use / Land Cover Dynamic and Its Impact in Benin Republic Using Land Change Model and CCI - LC Products. *Earth Systems and Environment*, 3(1), 127–137. <https://doi.org/10.1007/s41748-018-0083-5>
- NextGIS, (2021), <https://plugins.qgis.org/plugins/molusce/>
- Nugroho, A. B., Hasyim, A. W., & Usman, F. (2018). *Urban Growth Modelling of Malang City using Artificial Neural Network Based on Multi-temporal Remote Sensing*, 1(02), 52–61.
- Özdemir, H. (2007). Taşkın alanlarının belirlenmesinde farklı tarihli ve farklı çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanımı: GÖRÜNTÜLER İN İN KULLANIMI : 2003 Mahanadi taşkımları örneği (Orissa-Hindistan). *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 13–23.
- Perović, V., Jakšić, D., Jaramaz, D., Koković, N., Čakmak, D., Mitrović, M., & Pavlović, P. (2018). Spatio-temporal analysis of land use/land cover change and its effects on soil erosion (Case study in the Oplenac wine-producing area, Serbia). *Environ Monit Assess* 190, 675. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7025-4>
- Rahman, M. T. U., Tabassum, F., Rasheduzzaman, M., Saba, H., Sarkar, L., Ferdous, J., Uddin, S. Z., & Islam, A. Z. M. Z. (2017). Temporal dynamics of land use / land cover change and its prediction using CA-ANN model for southwestern coastal Bangladesh. *Environ Monit Assess*.
- Satya, B. A., Shashi, M., & Deva, P. (2020). Future land use land cover scenario simulation using open source GIS for the city of Warangal, *Telangana, India*. 281–290.
- Südaş, İ. (2004). 17 Ağustos 1999 Marmara Depreminin Nüfus ve Yerleşme Üzerindeki Etkileri: Gölcük (Kocaeli) Örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 13, 73–91.
- TÜİK, (2021, Haziran). Genel Nüfus Sayımları [Veritabanları]. Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/nufusmenuapp/menu.zul>
- TÜİK, (2021, Haziran). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları [Veritabanları]. Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>
- Uzuner, E., & Akincitürk, N. (2020). Deprem Sonrası Kentsel Yayılma Sürecine Dair Bir Değerlendirme : Kocaeli / Gölcük Örneği. *Dirençlilik Dergisi*, 4(1), 65–75. <https://doi.org/10.32569/resilience.617946>
- Yener, H., Koç, A., & Çoban, H. O. (2006). Uzaktan Algılama Verilerinde Sınıflandırma Doğruluğunun Belirlenmesi Yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56(2).
- Yırsaw, E., Wu, W., Shi, X., Temesgen, H., & Bekele, B. (2017). Land Use / Land Cover Change Modeling and the Prediction of Subsequent Changes in Ecosystem Service Values in a Coastal Area of China , the Su-Xi-Chang Region. *Sustainability*, 9, 1–17. <https://doi.org/10.3390/su9071204>

