

# GEOmatik

Geomatik Dergisi  
Cilt 7 / Sayı 1 - Nisan 2022



ISSN:2564-6761





<b>Dergi Hakkında</b>	Geomatik Dergisi bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak harita mühendisliği alanında yeni gelişmelerle ilgili yapılan çalışmalarını yayınlayan bir dergidir. Geomatik dergisi Tubitak Ulakbim TR Dizin’de Dizinlenmektedir
<b>Amaç &amp; Kapsam</b>	<p>Geomatik Dergisi 2016 yılından beri yayın hayatını sürdüren uluslararası hakemli TÜRKÇE yayın yapan bir dergi olup hakem değerlendirme sistemi mevcuttur. Harita Mühendisliğine ait kuramsal ve uygulamalı araştırma, tarama-inceleme, bildiri, vaka çalışması, kısa rapor ve editöre mektup niteliklerinden birine uygun eserler hakem değerlendirmesinden yayınlanabilir olduğuna dair karar verildikten sonra yayımlanır. Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan eser, dergi editörlüğünce değerlendirme için hakemlere gönderilir. Geomatik Dergisinde KÖR HAKEMLİK uygulaması mevcuttur. Yayımlanmasına, hakemlerin görüşü doğrultusunda Dergi Editör ve Yayın Kurulu karar verir. Gönderilen makaleler yayımlansın veya yayımlanmasın iade edilmez. Dergimizde yayımlanan yazıların her türlü sorumluluğu (bilimsel, mesleki, hukuki, etik v.b.) yazarlara aittir. Yayımlanan yazıların telif hakkı dergiye aittir ve referans gösterilmeden aktarılamaz. Araştırmacılar arasındaki bilimsel iletişimi oluşturmak amacıyla aşağıda nitelikleri açıklanan, başka bir yerde yayımlanmamış makaleler Türkçe olarak kabul edilmekte ancak özetinin İngilizce de basılması zorunluluğu vardır.</p> <p>GEOMATİK dergisinin kapsamı;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Fotogrametri ve Uzaktan Algılama,</li><li>✓ Lidar , Yersel lazer tarama, Mobil lazer tarama,</li><li>✓ GPS ve uygulamaları, Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları</li><li>✓ Ölçme teknikleri - endüstriyel ölçmeler, deformasyon ölçmeleri,</li><li>✓ Jeodezi</li><li>✓ Hidrografik ölçmeler, navigasyon, madencilik ölçmeleri</li><li>✓ Mühendislik ölçmeleri, Jeodezi, dengeleme,</li><li>✓ Kartografik uygulamalar,</li><li>✓ Arazi Toplulaştırma ve uygulamaları, Kadastro ve uygulamaları</li><li>✓ İmar Bilgisi ve uygulamaları ve</li><li>✓ Geomatik mühendisliği ve yerbilimleri ile bağlantılı multi disiplinler çalışmaları.</li></ul>
<b>Yayımlanma Sıklığı</b>	Yılda 3 sayı (Nisan, Ağustos, Aralık, aylarında sayı çıkarılır.)
<b>e-ISSN</b>	2564-6761
<b>WEB</b>	<a href="https://dergipark.org.tr/geomatik">https://dergipark.org.tr/geomatik</a>
<b>İletişim</b>	geomatikdersisi@gmail.com



#### EDİTÖR

**Prof. Dr. Murat YAKAR**  
Mersin Üniversitesi,  
Mersin

#### EDİTÖR YARDIMCILARI

**Dr. Öğr. Üyesi Osman ORHAN**  
Mersin Üniversitesi,  
Mersin

**Prof. Dr. Ekrem TUŞAT**  
Konya Teknik Üniversitesi,  
Konya

#### EDİTÖR KURULU

- Prof. Dr. Reha Metin ALKAN, Hitit Üniversitesi
- Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ GÜL, Yıldız Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU, Gebze Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Haluk ÖZENER, Boğaziçi Üniversitesi
- Prof. Dr. Erkan BEŞDOK, Erciyes Üniversitesi
- Prof. Dr. Gönül TOZ, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU, İstanbul Üniversitesi
- Prof. Dr. Fevzi KARSLI, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Muzaffer KAHVECİ, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Sebahattin BEKTAŞ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Doç. Dr. Semra ALYILMAZ, Atatürk Üniversitesi
- Doç. Dr. Tekin SUSAM, Gaziosmanpaşa Üniversitesi
- Doç. Dr. İ. Rakıp KARAŞ, Karabük Üniversitesi
- Doç. Dr. Mevlüt YETKİN, Katip Çelebi Üniversitesi
- Doç. Dr. Şinasi KAYA, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Doç. Dr. İbrahim YILMAZ, Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Doç. Dr. Ömer MUTLUOĞLU, Selçuk Üniversitesi
- Doç. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli Üniversitesi
- Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
- Doç. Dr. Kemal Özgür HASTAOĞLU, Cumhuriyet Üniversitesi
- Doç. Dr. Yasemin ŞİŞMAN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Doç. Dr. Güler YALÇIN, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
- Yrd. Doç. Dr. Ayşe Yavuz ÖZALP, Artvin Çoruh Üniversitesi
- Yrd. Doç. Dr. Fatih TAKTAK, Uşak Üniversitesi
- Dr. Öğr. Üyesi Ali ULVİ, Mersin Üniversitesi

#### DANIŞMA KURULU

- Prof. Dr. Dursun Zafer Şeker, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ, Aksaray Üniversitesi
- Prof. Dr. Cengiz ALYILMAZ, Atatürk Üniversitesi
- Prof. Dr. Abdurrahman Geymen, Erciyes Üniversitesi
- Prof. Dr. Ferruh YILDIZ, Selçuk Üniversitesi

# İÇİNDEKİLER

CİLT 7 / SAYI 1

## ARAŞTIRMA MAKALELERİ

\*\* Hızlı büyüyen yerleşim yerlerinde kentsel büyümenin yüksek doğruluklu simülasyon modelleri ile izlenmesi: Model kalibrasyonu için T-AFA yöntemi önerisi

İsmail Ercüment Ayazlı 1

\*\* Muğla ili Mentеше yöresi orman yangını risk potansiyeli haritasının coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi

Mehmet Hanifi Alkayış, Asena Karşloğlu, Mehmet İnanç Onur 10

\*\* Güneş enerjisi santral (GES) yapım yerlerinin cbs dayalı çok kriterli karar analizi ile belirlenmesi: Karabük örneği

Deniz Arca, Hülya Keskin Çıtıroğlu 17

\*\* Türkiye'de imar uygulama mevzuatındaki gelişim süreci

Tayfun Çay, Esra Sonel Kandemir 26

\*\* Bağlı ve mutlak (PPP) konum çözüm yaklaşımı sunan Web-Tabanlı çevrimiçi veri değerlendirme servislerinin farklı gözlem periyotlarındaki performanslarının araştırılması

Eren Gürsoy Özdemir 41

\*\* Web tabanlı mekânsal analizlerin açık kaynak kodlu yazılımlar ile gerçekleştirilmesi

Halil İbrahim Onyıl, Mehmet Yılmaz 52

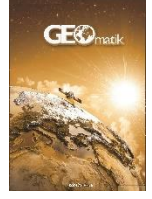
\*\* Hücresel otomata markov zincir yöntemi ile kentsel yayılmanın modellenmesi: Kerkük ili örneği

Abdullah Fadhil Tawfeeq, Tuba Kurban 58

\*\* İlkokul çocuklarının harita çizimi ve okuma becerilerini ölçme ve değerlendirmeye yönelik bir vaka çalışması

Halil İbrahim Şenol, Turkyay Gökgöz 71





## Hızlı büyüyen yerleşim yerlerinde kentsel büyümenin yüksek doğruluklu simülasyon modelleri ile izlenmesi: Model kalibrasyonu için T-AFA yöntemi önerisi

İsmail Ercüment Ayazlı\*<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Kentsel Büyüme  
Simülasyon  
Arazi Yönetimi  
Açımlayıcı Faktör Analizi  
Hüresel Otomat

### ÖZ

Dünya nüfusu her yıl artmakta ve bu nüfusun yarısı kentlerde yaşamaktadır. Nüfus artışı nedeniyle kent mekânı fiziksel olarak genişlemekte ve fiziksel, çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için kentsel büyüme simülasyon modelleri sıklıkla kullanılmaktadır. SLEUTH modeli, bu modeller arasında en çok uygulananlardan biridir. Test, kalibrasyon ve kestirim olmak üzere üç aşamada oluşturulan simülasyon modelinin en önemli aşaması kalibrasyondur ve bu işlem adımı ne kadar hassas tamamlanırsa model de o kadar doğru sonuçlar üretmektedir. 13 adet ölçüte göre büyüme katsayılarının hesaplandığı kalibrasyon aşamasında farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, 13 ölçütün kullanılarak kalibrasyon aşamasının tamamlanabilmesini mümkün kılan Toplam Açımlayıcı Faktör Analizi (T-AFA) yönteminin nüfus artışı hızı çok yüksek olan yerleşmelerdeki başarısını araştırmaktır. Bu kapsamda, İstanbul Sancaktepe İlçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir ve 2040 yılı için bir kentsel büyüme simülasyon modeli üretilmiştir. Elde edilen sonuçlar T-AFA yönteminin farklı çalışmalarda da kullanılabilmesi için umut vaat edicidir.

## Monitoring urban growth with high accuracy simulation models in rapid grown settlement areas: Suggesting T-EFA method for model calibration

### Keywords

Urban Growth  
Simulation  
Land Management  
Exploratory Factor Analysis  
Cellular Automata

### ABSTRACT

The world population has increased and half of this population lives in cities. Due to the increase in population, urban space expands physically and causes physical, environmental, social and economic problems. To overcome the problems, urban growth simulation models have been frequently used. The SLEUTH model is one of the most well-known among simulation models. Calibration is the most important stage of the simulation model created in three stages such as test, calibration, prediction. The more precise the calibration is completed, the more accurate the model generates. Several methods have been developed for the calibration step in which growth coefficients values are calculated by metrics. The study aims to investigate success of the Weighted Exploratory Factor Analysis (T-EFA) technique, which provides using the 13 metrics all together, in rapid grown settlement areas. In this context, the Sancaktepe district of Istanbul was selected as the study area and a simulation model was generated for the year 2040. The obtained results are promising in order to apply the T-EFA method in different studies.

## 1. GİRİŞ

Kırsal nüfus her geçen gün azalırken kentsel nüfus ise hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu artışın önemli bir sonucu olarak meydana gelen kentsel büyüme kent çeperlerindeki tarım ve orman arazilerine doğru yayılmakta, çevresel, fiziksel, sosyal ve ekonomik pek çok sorunun da temel kaynağını oluşturmaktadır. Genellikle kent çeperlerinde yer alan, doğal alanlar ve boş arazilerin yapıyı yerleşim alanı, sanayi alanı ve ticaret merkezlerine dönüşmesine neden olan kentsel büyüme, geçtiğimiz yüzyılda yayılma formunu almıştır (Glaeser ve Kahn, 2005). Günümüzde yerleşim alanı büyüklüğü ve dağılımı ile kişi başına düşen arazi miktarlarındaki artışı ifade eden kentsel yayılmayla birlikte kentsel büyüme, kentsel gelişimin bir parçası olarak kabul edilmektedir (EEA, 2016). Kentsel büyüme ve yayılma, denetim altına alınmazsa çevresel, sosyal, ekonomik ve fiziksel sorunlarla karşı karşıya kalınabilir. Bu sorunların başında; düşük hava ve su kalitesi, doğal kaynakların yetersizliği, her geçen gün artan enerji ihtiyacı, toprak kirliliği, çöp depolama sorunu vb. gelmektedir. Ayrıca, büyümenin çok hızlı olduğu kentlerde yerel yönetim hizmetleri aksamakta ve yoksulluk artmakta, yoğun enerji gereksinimi nedeniyle doğal ve çevresel kaynaklar kirlenmekte, çöp toplama ve depolama sorunları halk sağlığını tehdit etmektedir. Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)'nın 2016 yılında yayınladığı raporuna göre kentsel büyümenin/yayılmanın çevreye etkileri; arazi örtüsü, jeomorfoloji, lokal iklim, enerji-iklim değişimi, hava-gürültü-ışık kirliliği, su, flora-fauna, peyzaj ve arazi kullanımı olmak üzere 9 başlıkta ele alınmıştır (EEA, 2016).

Kentsel büyüme/yayılmanın sebep olduğu sorunların çözümü için 2015 yılının Eylül ayında New York'ta gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler (BM) 70. Genel Kurulu'nda yayınlanan ve 193 BM üyesi ülke tarafından kabul edilen, 2030 yılı "Sürdürülebilir Şehir ve Yaşam Alanları" hedefi doğrultusunda bu büyümenin kontrol altına alınması gerekmektedir (UN, 2015). Başka bir deyişle, çağdaş anlamda kentleri yönetebilmek için kentsel dokudaki değişimin hızı ve yönü belirlenerek uygulanabilir plan kararları alınmalıdır. Bu kapsamda, tüm dünyada kentlerin sorunlarını daha iyi anlayarak çözüm üretmek ve doğal kaynakların daha verimli kullanılabilmesi için kentsel büyüme simülasyon modellerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Kentsel büyüme simülasyon modellerinin atası olarak kabul edebileceğimiz ilk çalışmalar, genellikle radyal formu ve doğrusal bir yapıya sahiptir. Ancak, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren planlamada sistem yaklaşımı öne çıkmış ve kentlerin, karmaşıklık düzeyi yüksek, sosyal, ekonomik ve mekânsal birçok alt sistemden oluşan dinamik bir yapıya sahip olduğu kabul edilmiştir (Ayazlı vd., 2015; Batty, 2007; Benenson ve Torrens, 2004; Junfeng, 2003). Karmaşıklık, sistemin karakteristik bir özelliğidir ve önceden öngörülemezdir (Batty, 2007). Bu nedenle karmaşık sistem davranışlarını belirleyebilmek için geleneksel analiz yöntemlerinin yerine simülasyon yöntemleri kullanılmaktadır (Batty, 2007; Benenson ve Torrens, 2004; Junfeng, 2003). Karmaşık sistem davranışlarının

modellenmesinde ilk akla gelen modellerin başında Hücresel Otomat (HO) gelmektedir (Clarke vd., 1997).

Otomat kavramı, ilk olarak Evrensel Turing Makinesi ile ortaya çıkmıştır. 1940'lı yıllara gelindiğinde John von Neumann ve Stanislaw Ulam tarafından ilk HO tasarlanmıştır. Basit bir HO'nun grid ağı, durum, komşuluk, dönüşüm kuralları ve zaman olmak üzere beş temel bileşeni vardır. Bir veya iki boyutlu olabilen grid ağı bileşeni, içinde otomatların yer aldığı bir mekânı tanımlamak için kullanılır (Torrens, 2000). Bir grid ağı içindeki her bir hücrede bir otomat bulunur ve bu hücre, otomatın durumunu içerir. Zamanla komşu hücrelerin durumuna göre değişen otomat davranışları, dönüşüm kuralları ile belirlenir (Benenson ve Torrens, 2004; Torrens, 2000). Kısaca HO, bir durumun hücrelere bölünmesi ve her bir hücrenin kendisine komşu olan hücrelerin durumuna göre gelecekteki durumunun kestirilmesine olanak sağlayan bir işletim sistemidir (Ayazlı, 2011).

HO, dinamik sistemlerin en basit gösterimi olmasının yanında hem mekânsaldır hem de hesaplama kabiliyeti yüksektir, bu nedenle ideal bir arazi kullanımı/örtüsü dinamiklerini modelleme aracıdır (White vd., 2004). Kentsel modellerde temel HO'nun kullanılması mümkün değildir, bu nedenle klasik HO'nun (K-HO) biçimsel parametreleri değiştirilip ek bileşenler eklenerek işlevselliği geliştirilmelidir (Torrens, 2000; White vd., 2004; White ve Engelen, 1997). Değiştirilmiş HO (D-HO) denilen bu modelde hücre durumları, arazi kullanımını/örtüsünü temsil eder ve sabit veya işlevsel olmak üzere ikiye ayrılır. Kentleşmenin olamayacağı hücreler sabit, boş alanlar gibi kentleşme potansiyeli olan hücreler ise işlevsel olarak kabul edilmektedir (Clarke vd., 1997; Torrens, 2000; White vd., 2004). Kent modellerinin gerçeklik düzeyini artırmak için grid ağı, arazi kullanımı/örtüsü, erişilebilirlik ve planlama gibi farklı faktörleri temsil eden, homojen olmayan grafik bir alan olarak yeniden tanımlanmaktadır (Torrens, 2000). Yeni oluşturulan bu grid ağı, raster coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile de yapısal olarak uyumludur. Kentsel mekândaki sosyal ilişkilere ait komşuluk etkisi de K-HO'daki gibi temel tipoloji kurallarına uymamaktadır (Torrens, 2000). Bu nedenle D-HO'da komşuluk ilişkileri daha geniş hücreleri kapsayacak şekilde genişletilmelidir (White vd., 2004; White ve Engelen, 1997). Kentsel büyümenin karakteristiği belirlenirken komşu hücrelerde meydana gelen değişimlerin incelemesi sonucunda dönüşüm kuralları belirlenir. Doğal olarak kentsel araştırmalarda kullanılan dönüşüm kuralları K-HO'ya göre farklılık göstermektedir. K-HO'ya göre D-HO'nun bir diğer farklılığı ise zaman bileşeninde ortaya çıkmaktadır. K-HO'da tüm hücreler aynı anda güncellenirken, kent araştırmalarında hücrelerin güncellenmesi eşzamanlı olmaz (Torrens, 2000).

HO ile mekânsal analiz çalışmalarına 1970'lerin sonunda başlanmış (Couclelis, 1985; Phipps, 1989; Tobler, 1979) ve arazi kullanımı modelleme projelerinde ise 90'lardan itibaren kullanılmaktadır (Batty ve Xie, 1994; Clarke vd., 1997; Portugali ve Benenson, 1995; White ve Engelen, 1994; Wu, 1998) ve pek çok model geliştirilmiştir. Bunların arasında en popülerleri Hollanda'da geliştirilen GeoDynamica, METRONamica, Birleşik Krallıkta geliştirilen DUEM ve ABD'de geliştirilen

SLEUTH modelleridir. Bu modeller arasında en yaygın kullanılanlarından biri Keith C. Clarke tarafından geliştirilen SLEUTH kentsel büyüme modelidir (Clarke vd., 1997). Arazi örtüsü/Kullanımı Sanal Değişim Aracı (*Deltatron Land Use/Land Cover*) Kentsel Büyüme Modeli (UGM) ile entegre edilmesiyle SLEUTH adını alan bu model, kentsel büyümeyle birlikte arazi kullanımı/örtüsündeki değişimlerin de incelenmesine olanak sağlamıştır. 1990'lı yıllardan beri Amerika Birleşik Devletleri'nde 15 eyalette toplam 25 şehirde, dünya genelinde ise 15'ten fazla ülkede kentsel büyüme analizi çalışmalarında kullanılmıştır (Pro, 2019). SLEUTH yazılımında girdi olarak, dört farklı zaman diliminde oluşturulan yerleşim alanı ve iki farklı zaman diliminde oluşturulan arazi kullanımı/örtüsü ile eğim, ulaşım ağı ve kentleşme olmayacak alan verileri gerekmektedir. Unix tabanlı çalışan yazılımın Windows işletim sisteminde kullanılabilmesi için Cygwin isimli ikinci bir yazılıma gereksinim duyulmaktadır. Model için gerekli parametreler senaryo dosyasında yapılan değişiklikler ile tanımlanmaktadır. Dört adet büyüme kuralı ile bu kuralların uygulanmasını etkileyen beş tane büyüme katsayısı sayesinde, Monte Carlo iterasyon yöntemi kullanılarak test, kalibrasyon ve kestirim aşamaları sonucunda kentsel büyüme modeli oluşturulur.

Test aşamasında kullanılacak veriler kontrol edilir ve eğer bu aşama sorunsuz tamamlanırsa ikinci adım olan kalibrasyon aşamasına geçilir. Kaba, hassas, son ve tahmin olmak üzere dört farklı adımda tamamlanan kalibrasyon aşamasında en uygun büyüme katsayıları değerlerinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Hesaplanan katsayılar, kestirim aşamasında kullanılarak kentsel büyüme/yayıma simülasyon modeli oluşturulur.

Model geçerliliğinin test edildiği kalibrasyon aşaması tüm kentsel HO uygulamalarında olduğu gibi SLEUTH kentsel büyüme modelinde de anahtar rol oynamaktadır (Clarke vd., 1996; Silva ve Clarke, 2002; Torrens, 2000). SLEUTH yazılımında en uygun katsayı değerleri, 13 adet ölçüte göre Kaba Kuvvet Kalibrasyon (*Brute Force Calibration*, BFC) yöntemi (Clarke vd., 1997; Dietzel ve Clarke, 2007) veya genetik algoritmalar kullanılarak belirlenmektedir (Clarke vd., 1997; Jafarnehad vd., 2016). BFC yönteminde ölçütlerin her biri mevcut durum ile model arasındaki uyumu, en küçük kareler regresyon değerlerini hesaplayarak belirlemektedir. Aynı zamanda bu regresyon skorları ( $R^2$ ) sayesinde modelin doğruluğu da ölçülmektedir. Ölçütlerden hangisinin veya hangilerinin katsayı belirlemede kullanılacağı konusunda henüz kesin bir fikir birliği yoktur.

İlk olarak "Clarke Kentsel Büyüme Modeli" adı altında gerçekleştirilen ve denemeleri San Francisco Bay bölgesinde yapılan modelin başlangıç yılı 1900 olarak seçilmiştir ve model kalibrasyonunda istatistiksel ve görsel testler kullanılmıştır (Clarke vd., 1997). Görsel karşılaştırmada kontrol yıllarına göre "the urban area, the number of edge pixels; ve the number of pixel clusters" ölçütlerine ait  $R^2$  değerleri hesaplanmış, istatistiksel aşamada ise modellenen ve kestirilen büyümenin karşılaştırıldığı Lee-Sallee şekil indeksi kullanılmıştır (Clarke vd., 1996, 1997). Candau (2000), Santa Barbara'da kentsel büyümeyi incelerken altı ölçüte ait  $R^2$  (*compare, population, edge, cluster, mean cluster size ve*

*Lee-sallee*) değerlerini kullanarak modeli kalibre etmiştir (Candau, 2000). Sonraki yıllarda San Francisco ve Washington/Baltimore'da devam eden çalışmalarda kentsel büyüme model kalibrasyonunda 12 ölçüt hesaplanmış ve aralarında değiştirilmiş Lee-Sallee şekil indeksinin de bulunduğu dört farklı istatistiksel test uygulanmıştır (Clarke ve Gaydos, 1998). Model, ABD'nin doğu kıyısında yer alan yedi eyalet ile Columbia'da arazi kullanımı/örtüsünü temsil eden piksellerin karşılaştırılması sonucu hesaplanan regresyon değerinin kullanıldığı yeni bir ölçüt ile kalibre edilmiştir (Candau ve Clarke, 2000) ve parametre sayısı 13'e çıkmıştır.

SLEUTH modeli Avrupa'da ilk olarak Porto ve Lizbon'da test edilmiştir ve 13 parametre ile kalibrasyon aşaması tamamlanmıştır (Silva ve Clarke, 2002). Günümüze kadar gerçekleştirilen çalışmalarda bu 13 parametrenin farklı kombinasyonlarla kullanıldığı model kalibrasyonları karşımıza çıkmakla birlikte Lee-Sallee parametresinin birincil ölçüt olarak kullanıldığı görülmektedir (Ayazlı vd., 2015; Jantz vd., 2004; Oguz vd., 2007; Sevik, 2006; Silva ve Clarke, 2002; Yang ve Lo, 2003). 2007 yılında Dietzel ve Clarke, kalibrasyon için Optimum SLEUTH Metric (OSM) adını verdiklerini yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Üç farklı sentetik veri kullanılarak geliştirilen yöntemde SLEUTH modelinin 13 parametresinden "*compare, population, edges, clusters, slope, x-mean, y-mean*" (arazi kullanımı modellendiği takdirde f-match) ölçütleri kullanılmaktadır ve bu yöntem sayesinde model kalibrasyonun en güçlü sonuçları vereceği iddia edilmektedir (Dietzel ve Clarke, 2007).

Her ne kadar kalibrasyon aşamasında bu yöntemler kullanılarak başarılı modeller geliştirilse de nüfus artış hızının yüksek olduğu ve ulaşım ağı geometrisinin kentleşmeye etkilerinin yüksek olduğu bazı yerleşim alanlarında Lee-Sallee ve OSM değerleri çok düşük hesaplanmıştır ve model parametreleri kentleşme karakteristiğini yeterli doğrulukta karşılamamaktadır (Ayazlı vd., 2015; Ayazlı ve Başlık, 2016). Ayazlı (2011), SLEUTH yazılımını kullanarak İstanbul'da inşa edilen 3. Boğaz Köprüsü'nün neden olduğu kentsel büyümenin simülasyon modelini oluştururken Lee-Salle yöntemine göre modeli kalibre etmiştir (Ayazlı, 2011). Bu modelde elde edilen Lee-Salle değerleri %37-46 arasında değişmektedir. Yine İstanbul'da gerçekleştirilen başka bir çalışmada, 2008-2015 yılları arasında %55'lik bir nüfus artışına sahip Sancaktepe ilçesinde OSM yöntemine göre üretilen modelde ise %17 ve daha altında kalibrasyon değerleri hesaplanmıştır (Ayazlı ve Başlık, 2016). Daha doğru bir kentsel büyüme modeli kurabilmek için zamansal kentleşme karakteristiklerinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle simülasyon ile modelleme çalışmalarında kalibrasyon aşamasında doğru parametrelerin seçilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda, BFC yöntemi ile kalibrasyon aşamasında 13 parametrenin hepsinin birden kullanılabilmesi ve kendi aralarında korelasyonlu olanların gruplandırıldığı yeni bir kalibrasyon yöntemi ile daha yüksek doğruluğa sahip model üretebilmek için Ayazlı ve Bilen (2019) tarafından açılımlayıcı faktör analizi (AFA) yöntemi geliştirilmiş ve Gialopolis Projesi web sitesinden indirilebilen demo verileri kullanılarak bir model kurulmuştur (Ayazlı ve Bilen, 2019). Bu



yönteme göre, her bir kalibrasyon adımından sonra en yüksek AFA, OSM ve Lee-Sallee skorlarına göre 3 farklı veri kümesi oluşturulmuştur. Her bir veri kümesi içinde ayrı ayrı en yüksek 3 değere sahip AFA, OSM ve Lee-Sallee skorları seçilmiş ve bu skorlar ile aynı satırda yer alan 13 parametre karşılaştırılmıştır. Bu sayede kalibrasyon yöntemine göre parametrelerin modele ne oranda etki ettiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek R<sup>2</sup> değerine sahip en fazla sayıda parametre AFA yöntemi ile kalibre edilen modelde yer almaktadır (Ayazlı ve Bilen, 2019).

Bu makalenin amacı, kentleşme hızının yüksek olduğu yerleşim alanlarında, yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip veriler kullanılarak doğruluğu artırılmış bir kentsel büyüme simülasyon modeli oluşturmaktır. Literatürde sıklıkla kullanılan OSM ve Lee-Sallee yöntemleri ile kalibre edilen modellerde ne yazık ki kalibrasyon değerleri her zaman istenen düzeyde olmamaktadır. Bunun nedeni her kentten kendine ait bir kentleşme karakteristiği olduğu için kalibrasyon aşamasında seçilen metriklerin esnek bir yöntemle belirlenmesi gerekliliğidir. Model kalibrasyonunda kentleşme karakteristiklerinin göz önünde tutularak hangi metriklerin kullanılacağına karar verilmesi gerekmektedir. Bu aşamada uzman görüşleri doğal olarak önemlidir, ancak, bu seçim işlemini istatistiksel bir yöntemle nesnel olarak gerçekleştirebilmek de modeli uzman görüşleri nedeniyle oluşabilecek öznel hatalardan koruyacaktır. Bu nedenle SLEUTH model kalibrasyonu için yeni bir istatistiksel yaklaşım olan Toplam AFA (T-AFA) yönteminin bu çalışmada kullanılması uygun görülmüştür. T-AFA yöntemine göre modelin kalibrasyon aşamasında kendi içinde korelasyonlu ölçütler gruplandırılmakta ve elde edilen ağırlıklı faktör skorlarına göre olabilecek en fazla sayıda ölçütün kalibrasyonda kullanılabilmesi sağlanmaktadır. Bu sayede, çalışma alanının kentleşme karakteristiklerine en uygun parametrelerin esnek bir şekilde istatistiksel olarak belirlenmesi ve model kalibrasyonunun daha doğru ve güvenilir bir şekilde tamamlanması amaçlanmıştır.

Çalışma alanı olarak İstanbul'da 2008'de üç farklı beldenin birleştirilmesiyle kurulan ve kentsel yayılmanın yoğun bir şekilde tarım arazileri ve orman alanlarını tehdit ettiği Sancaktepe İlçesi seçilmiştir. Kurulduğu tarihte 229.093 olan ilçe nüfusu yedi yıl içinde %55 oranında artarak 354.882'ye ulaşmıştır (TÜİK, 2019). Modelin ana veri kaynağı yüksek çözünürlüklü kadastral haritalardır. Bu nedenle ilk olarak, kadastral pafta üretimi ve imar faaliyetlerinin yoğunluğu dikkate alındığında 1961, 1992, 2001 ve 2014 olmak üzere dört farklı zaman dilimi ortaya çıkmıştır. 1961 yılından itibaren, arazi örtüsünde meydana gelen değişimler 50 yılı aşkın bir süre zarfında incelenerek 2030 yılı için HO tabanlı simülasyon modeli oluşturulmuştur. Çalışma alanında OSM ve Lee-Sallee yöntemlerine göre oluşturulan modellere ait kalibrasyon değerlerinin düşük (Ayazlı vd., 2019; Kotay vd., 2018) olması nedeniyle Sancaktepe için oluşturulacak simülasyon modelinde yeni bir kalibrasyon yönteminin kullanılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Sonuçta T-AFA yöntemi

sayesinde kalibrasyon aşamasında tüm metriklerin farklı ağırlıklarda kullanıldığı bir model elde edilmiştir.

Hazırlanan makale dört bölümde düzenlenmiştir. Giriş bölümünde çalışmanın amacı, kullanılan yöntemler ve veriler ile literatürde daha önceden yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir. Çalışmada kullanılan veriler, HO tabanlı kentsel büyüme simülasyon modellerinin özellikleri, SLEUTH yazılımının çalışma prensipleri, Lee-Sallee ölçütü, OSM ve T-AFA yöntemi ile model kalibrasyonu Yöntem'de ele alınmaktadır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak Bulgular bölümünde sunulmakta ve sonuçların tartışıldığı Sonuçlar ve Tartışma bölümü ile makale sonlanmaktadır.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. SLEUTH ile Simülasyon Modeli Oluşturulması

Santa Barbara Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde, Dr. Keith C. Clarke tarafından geliştirilen SLEUTH yazılımı için gerekli parametreler senaryo dosyasında yapılan değişiklikler ile tanımlanmaktadır. İsmi girdi verilerinin baş harflerinden alan yazılım, bir periyot eğim, iki periyot arazi kullanımı/örtüsü, bir periyot kentleşme olmayacak alanlar, en az dört periyot kentsel alan, en az iki periyot ulaşım ve bir periyot rölyef verilerine gereksinim duymaktadır. Kentleşme olamayacak alan verilerinin içeriği, çalışmanın amacına göre farklılık göstermekle birlikte bazıları şöyledir: Sulak araziler, nehir kıyısında yaşayan bitkiler, su kütleleri, kamusal alanlar, milli parklar, askeri bölgeler, ormanlar, parklar, koruma alanları, denizler, göller, nehirler, doğal koruma alanları, tarım alanları, havaalanları ve nehir yatakları (Ayazlı, 2011). Eğim verisi çalışma alanı içerisinde topografik olarak kentleşmeye elverişli hücrelerin hesaplanmasında, rölyef veri ise görselleştirme amaçlı kullanılmaktadır (Pro, 2019).

SLEUTH; büyüme döngüsü, temel simülasyon ve işlem akış modları (test, kalibrasyon ve kestirim) olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Pro, 2019). Büyüme döngüsü adımı her bir büyüme katsayısına özgün bir değer atandıktan sonra başlangıç büyüme kuralları uygulanmakta ve kendi kendini düzenleme (self modifying) parametreleri arasında olması gereken büyüme oranı (growth rate) hesaplanmaktadır (Clarke vd., 1997; Pro, 2019; Silva ve Clarke, 2002). Eğer modelin dört büyüme kuralı toplamı olan büyüme oranı, "CRITICAL\_HIGH" ile "CRITICAL\_LOW" içinde değer almazsa ikinci düzey davranış kuralları olan kendi kendini düzenleme kuralları uygulanmaktadır (Clarke vd., 1997; Silva ve Clarke, 2002). Büyüme karakteristiği hızlı olan bir kentsel alanda büyüme kontrol parametreleri birden büyük bir sayı ile çarpılmaktadır, aksi takdirde, hiç büyüme yoksa veya az bir büyüme söz konusuysa birden küçük bir çarpanla çarpılmaktadır (Clarke vd., 1997).

Temel simülasyon adımı ise modelde kullanılan ilk periyot yerleşim verisi başlangıç zamanı (the seed year), ile başlayıp son periyot yerleşim verisi bitiş zamanı ile sonlanan büyüme döngüleri dizisi olarak tanımlanmaktadır (Silva ve Clarke, 2002). Bir başka deyişle, yerleşim verisinin son yıla ait değerinden ilk yıla

ait değeri arasındaki fark kadar büyüme döngüsü (growth cycle) üretilmektedir.

İşlem akış modlarından ilki, veri setlerinin doğrulandığı test aşamasıdır. Bir başka deyişle hazırlanan girdi verilerinin ve senaryo dosyasında yapılan düzenlemelerin model standartlarına uygunluğunun test edildiği aşamadır (Silva ve Clarke, 2002). Bu aşama başarıyla tamamlandıktan sonra en önemli aşama olan kalibrasyon aşamasına geçilmektedir. Model kalibrasyonu, çalışma alanında gelecekteki kentsel büyümeyi en iyi temsil eden büyüme parametrelerinin belirlenmesi için uygulanmaktadır. Kalibrasyon aşamasında kentsel büyüme simülasyon modeli için en uygun büyüme katsayısı değerlerinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Kentsel değişimin nasıl oluştuğunu tanımlayan katsayılar bulunduğu zaman, bu değerler gelecek değişimlerinin kestirilmesinde kullanılmaktadır.

Seçilen yöntemle göre üç veya dört adımda tamamlanan kalibrasyon işleminde, mevcut veriler ile modellenen verilerin karşılaştırılması sonucunda elde edilen beş büyüme katsayısı ve bu katsayıların etkilediği dört büyüme kuralı kullanılmaktadır (Candau ve Clarke, 2000; Dietzel ve Clarke, 2007; Silva ve Clarke, 2002). Kaba, hassas, son ve tahmin adımlarında, 13 adet ölçüte göre BFC yöntemi kullanılarak, 0-100 arasında değişen büyüme katsayıları, Monte Carlo iterasyonu ile daraltılmakta ve kestirim için en uygun katsayı değerleri hesaplanmaktadır (Clarke vd., 1997; Dietzel ve Clarke, 2007; Silva ve Clarke, 2002). Daraltma işlemi yapılırken farklı teknikler kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılan Lee-Sallee ve OSM yöntemidir.

Lee-Sallee ölçütü, modellenen büyümenin zamansal veriler ile mekânsal olarak eşleşme başarısını yerleşim pikselleri karşılaştırarak test etmektedir. Lee-Sallee ölçütü, Denklem 1'e göre Mevcut Kentsel Alan (A) ile Simüle Edilen Kentsel Alanın (B) kesişim ve birleşimlerinin oranıdır. 1 mükemmel eşleşmeyi 0 ise mekânsal bir eşleşme olmadığını ifade etmektedir (Candau, 2002). Bu oranın genellikle 0.30'dan küçük olmaması beklenir (Silva ve Clarke, 2002).

$$\text{Lee – Sallee} = (A \cap B) / (A \cup B) \quad (1)$$

Dietzel ve Clarke tarafından geliştirilen yöntem, günümüze kadar kullanılan kalibrasyon teknikleri arasındaki en güçlü yöntem olarak kabul edilmektedir. Her bir kalibrasyon sonrasında hesaplanan  $R^2$  değerlerinden; *Compare, Pop, Edges, Clusters, Slope, X-Mean ve Y-Mean* skorlarının 2. formüldeki gibi çarpılmasıyla katsayıların belirlendiği bir yöntemdir (Dietzel ve Clarke, 2007). Kısaca OSM yönteminde, modellenen kentleşmiş hücreler ile kontrol yıllarındaki kent hücrelerinin mekânsal olarak karşılaştırılması sonucunda elde edilen  $R^2$  skorlarının çarpımına ait bir değer hesaplanmaktadır. Bu sayede kentleşme geometrisi, *edges, clustering, X-mean ve Y-mean* metrikleri özelinde yorumlanabilmektedir. Hesaplanan OSM değerinin 1'e yaklaşması kalibrasyon işleminde mekânsal eşleşme oranının yüksek olduğunu, 0'a yaklaşması ise eşleşmenin zayıf olduğunu göstermektedir.

$$\text{OSM} = \text{Compare} * \text{Pop} * \text{Edges} * \text{Clusters} * \text{Slope} * \text{Xmean} * \text{Ymean} \quad (2)$$

## 2.2. T-AFA Yöntemi ile Model Kalibrasyonu

T-AFA, değişkenler arasındaki ilişkilerden yararlanarak az sayıda kavramsal olarak anlamlı yeni değişkenler (faktörler, boyutlar) bulmayı hedefleyen çok değişkenli bir istatistik tekniğidir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değişkenler arasındaki ilişkilere göre faktör skorlarının hesaplandığı T-AFA tekniğinde en temel problem örneklem büyüklüğüdür. Genel bir kural olarak, örneklem büyüklüğünün en az gözlenen değişken sayısının beş katı olması gerekmektedir fakat güçlü, güvenilir ilişkiler ve az sayıda faktör varsa, örneklem büyüklüğü, değişken sayısından fazla olmak koşuluyla en az 50 olarak karşılaştırılabilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu nedenle T-AFA yöntemi uygulanırken ilk olarak değişkenler arasındaki kısmi korelasyon incelenmelidir. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçüsü adı verilen kısmi korelasyon oranı, korelasyon katsayılarının karelerinin toplamının, bu toplama kısmi korelasyon katsayılarının karelerinin toplamına eklenip bölünmesiyle elde edilir (Büyüköztürk, 2002).

T-AFA yöntemini kullanabilmek için örneklemin uyumu hakkında yorum yapabilmek gerekmektedir. Bunun için KMO testi kullanılmaktadır. Aynı zamanda korelasyon matrisinin birim matristen farklı olup olmadığı Bartlett'in küresellik testi ile incelenmelidir. Bartlett'in küresellik testinde "korelasyon matrisindeki korelasyonlar sıfıra eşittir" hipotezi sınanmaktadır (Büyüköztürk, 2002). KMO değeri 0,45'ten büyük (Balanza vd., 2007; Li vd., 2017) ve Bartlett'in küresellik testi önem seviyesi değeri de 0,05'ten küçük (Tabachnick ve Fidell, 2013) ise örneklemin T-AFA yöntemi ile uyumlu olduğu söylenebilir.

İyi bir T-AFA'da, önemli faktörlerce açıklanmayan varyansa ilişkin korelasyon matrisindeki değerlerin küçük olması beklenir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Testin güvenilirliğini yorumlamak için ortak faktör varyansı hesaplanmalıdır ve bu değer yüksek olması beklenir (Büyüköztürk, 2002). Faktör sayısına karar verebilmek için Eigen Değeri katsayısının da hesaplanması gerekmektedir. Her bir standardize edilmiş değişkenin bir ana bileşen çıkarımına katkıda bulunduğu varyans 1 olduğu için (Tabachnick ve Fidell, 2013) önemli faktör sayısını belirlemek için Eigen Değeri katsayısının 1'den büyük olması gerekmektedir. Bu katsayı sayesinde kaç faktörle Total varyansın kümülatif olarak ne kadar açıklandığı da hesaplanmış olur. Tüm bu hesaplamalar Temel Bileşenler Analizi (TBA) algoritmasına göre yapılmaktadır.

Değişkenlerin atandığı faktörlerin korelasyonsuz olmasını sağlamak veya daha uygun bir faktör yapısını bulabilmek için kullanılan yöntemle, Döndürme denilir. Böylece faktörleri oluşturan değişkenlerin kendi içlerinde yüksek korelasyonlu olması sağlanırken faktörler arası korelasyon da minimize edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Ortogonal ve eğik olmak üzere iki tür döndürme vardır. Faktörler arasında ilişki yoksa ortogonal döndürme, faktörlerin birbiriyle ilişkisi varsa eğik döndürme algoritması kullanılmaktadır. Genel bir kural olarak araştırmacı temelde verileri ile en uygun olan sonuçları almakla ilgileniyorsa eğik döndürme; araştırmacı daha çok sonuçların genellenebilirliği ile yani gelecek için en uygun çözümle ilgileniyorsa ortogonal

döndürme önerilir (Büyüköztürk, 2002). Uygulamada sıklıkla ortogonal döndürme için varimax kullanılmaktadır. Varimax tekniği her bir faktör için karmaşıklığı minimize ederken varyansı maksimize eder (Tabachnick ve Fidell, 2013).

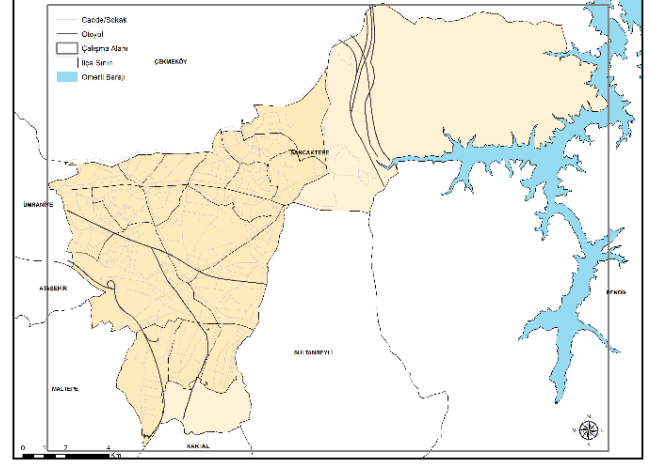
### 2.3. Çalışma Alanı ve Veri İşleme

Kentsel büyümenin arazi kullanımı/örtüsü üzerinde oluşturduğu değişimleri izlemek için raster tabanlı D-HO simülasyon modelleri sıklıkla kullanılmaktadır. Açık kaynak kodlu bir yazılım olan SLEUTH, D-HO modeller arasında en çok kullanılanlardan birisidir. Model oluşturulurken girdi verisi olarak; arazi kullanımı, eğim, ulaşım, plan kararları ve kısıtları, idari sınırlar, litoloji ve yapısal özellikler, sosyo-ekonomik vb. veriler kullanılmakta, piksel büyüklükleri ise projenin amacına göre farklılık göstermekle birlikte 10 m ile 500 m arasında değişmektedir (Ayazlı vd., 2015; Ayazlı vd., 2019; Jantz vd., 2004; Oguz vd., 2007; Silva ve Clarke, 2002).

Bu makalede, Sancaktepe ilçe sınırları içinde, ilk tesis kadastrosundan başlayarak, kadastral haritalardan dört periyot arazi kullanımı, üç periyot ulaşım ve üç periyot yapı stoku, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından üretilen idari sınırlar (ilçe, mahalle ve köy), iki periyot ulaşım, bir periyot yapı stoku ve Harita Genel Müdürlüğü'nün ürettiği sayısal yükseklik modeli (SYM) verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yerleşim yeri, yapı stoku, arazi kullanımı ve erişilebilirlik verilerinin kadastral haritalardan ve imar planlarından üretilerek coğrafi bir veritabanı olan kentsel büyüme veritabanına aktarılması gerekmektedir. Bu nedenle ilk olarak, kadastral veriler, imar planları ve bölgedeki imar hareketlerinin yoğun yaşandığı yıllara ait veriler analiz edilmiştir. Kadastral pafta üretimi ve imar faaliyetlerinin yoğunluğu dikkate alındığında 1961, 1992, 2001 ve 2014 olmak üzere dört farklı zaman dilimi ortaya çıkmıştır. Bölgede yapılan çalışmalarda 100 m<sup>2</sup>'den küçük parsellerin yapılaşmaya uygun olmadığı belirlenmiştir (Ayazlı ve Başlık, 2016). Bu nedenle kadastral haritalardan vektör formatta elde edilen veriler rastera dönüştürülürken piksel büyüklüğü 10m x 10m olarak seçilmiştir. Bu yüzden kaba kalibrasyon için 40m x 40m, hassas kalibrasyon için 20m x 20 m ve son kalibrasyon, tahmine ve kestirim için ise 10m x 10m piksel büyüklüğünde girdi verileri üretilmiştir. Kadastral haritalardan üretilen ve İBB'den satın alınan yapı stoku verileri ile parsel verileri çakıştırılmış, üzerinde bina olan parsellerin ağırlığı 100, parsel olmayanların ise ağırlığı 75 olarak tanımlanmıştır. Aynı şekilde ulaşım verileri de köy yolları 25, caddeler 50, bulvarlar 75 ve otoyollar ile şehirlerarası yollar ise 100 olarak ağırlıklandırılmıştır.

Ayazlı ve Başlık bölgede %40'ın üzerinde eğimin olduğu yerlerde bile kentleşme faaliyetlerinin gerçekleştiğini tespit etmiştir (Ayazlı ve Başlık, 2016). Bir başka ifadeyle çalışma alanı içerisinde eğimin kentleşmeye bir engel teşkil etmediği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle senaryo dosyalarında tanımlı olan 21% değeri 80% olarak set edilerek büyüme kuralları uygulanırken eğim faktörünün etkisinin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır.

İlçe sınırları içinde yer alan ormanlar üzerindeki kentleşme baskısını belirleyebilmek için orman arazileri kentleşme olmayacak alan verisinin içine eklenmemiştir. Ancak, Sancaktepe ilçe sınırı dışında olup da çalışma alanı sınırı içinde yer alan bölgeler ile Ömerli Baraj Gölü kentleşme olmayacak alan verileri olarak modelde kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı sınırları

Kentsel büyüme simülasyon modelinin kalibrasyon aşamasında T-AFA ile kalibrasyon yöntemi kullanılmıştır. Hesaplamalar IBM SPSS yazılımı ile yapılmıştır. İlk olarak KMO ve Bartlett'in küresellik testi değerleri hesaplanarak örneklemin yöntem ile uyumu ve birim matris ile korelasyon matrisinin farklılığı araştırılmıştır. T-AFA'nın ikinci aşamasında, her faktör için eigen değeri tabanlı açıklanan toplam varyans (Total Variance Explained: TVE) değerleri hesaplanmış son aşamada ise döndürülmüş bileşen matrisi (Rotated Component Matrix: RCM) üretilerek kendi aralarında korelasyonlu SLEUTH ölçütlerinin gruplandığı faktör kümeleri belirlenmiştir. Kalibrasyon aşaması sonucunda kestirim aşamasında kullanılacak en uygun değerler hesaplanmıştır.

### 3. BULGULAR

Bu bölümde hızlı bir nüfus artışına sahip İstanbul'un Sancaktepe İlçesinde, yüksek çözünürlüklü kadastral veriler kullanılarak kentsel büyüme incelenmiş ve elde edilen bulgulara yer verilmiştir. 2008 yılında 3 beldenin birleştirilmesiyle kurulan ilçede, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 10 yılda nüfus, 229.093'ten 414.143'e çıkarak yaklaşık %81 oranında bir artış meydana gelmiştir (TÜİK, 2019). Bu artış ilçe sınırları içinde bulunan doğal alanlar üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Arazi örtüsü üzerinde meydana gelebilecek değişimleri hassas bir şekilde belirleyebilmek için 1950'li yıllardan beri üretilen vektör formatlı kadastral haritalar 10m çözünürlüklü raster verilere dönüştürülerek kullanılmıştır. 1956 ile 2012 yılları arasında farklı ölçeklerde toplam 268 adet harita üretilmiştir. Bölgede planlama çalışmalarına 1990'ların başında başlanmış ve 1993-2007 yılları arasında yoğun bir imar faaliyeti yaşanmıştır. Elde edilen veriler incelenerek SLEUTH yazılımının gereksinim duyduğu



dört periyot; 1961, 1992, 2001 ve 2014 olarak belirlenmiştir.

Raster tabanlı çalışan modelde satır ve sütunlardaki piksel sayılarının eşit olması gerekmektedir. Bu nedenle Sancaktepe ilçe sınırlarını içine alan dikdörtgen şeklinde bir çalışma alanı oluşturulmuştur (Şekil 1). Kalibrasyon aşamasında kullanılmak için yerleşim yeri (4 periyot), eğim (1 periyot), kentleşme olmayacak alan (1 periyot), arazi örtüsü (2 periyot), ulaşım ağı (5 periyot) ve rölyef (1 periyot) verilerine ait 10m, 20m ve 40m kenar uzunluğuna sahip piksellerden oluşan 3 veri kümesi üretilmiştir.

Test aşamasında modelde kullanılan girdi verilerinin uygunluğu test edildikten sonra kalibrasyon aşamasına geçilmiştir. Kalibrasyon aşamasında BFC yöntemine göre büyüme katsayılarına ait en uygun değerleri hesaplayabilmek için ilk adım olan kaba kalibrasyon adımı 40m piksel büyüklüğündeki girdi verileri kullanılmıştır. Senaryo dosyasında başlangıç değeri 0, bitiş değeri 100 ve adım değeri 25 olarak ayarlanmış ve 3125 adet büyüme döngüsü üretilmiştir. 5 iterasyon ile çözüm gerçekleştirilmiş ve 13 metrik için *control\_stats* dosyası üretilmiştir. Aralık seçme işlemi için T-AFA yöntemi uygulanmıştır. Üretilen büyüme döngüleri T-AFA yönteminde örneklem büyüklüğünü,  $R^2$  skorları ise değişken sayısını temsil etmektedir. Örneklemin uygunluğu KMO ve Bartlett'in küresellik testi değerleri (p) hesaplanarak kontrol edilmiştir (Tablo 1). Hesaplanan KMO değeri 0,45'ten büyük, p değeri ise 0,05'ten küçük olduğu için örneklem, T-AFA yönteminin kullanılabilirliği için uygundur (Balanza vd., 2007; Li vd., 2017). Örneklemin T-AFA için uygunluğu belirlendikten sonra yöntemin ikinci aşamasında varyansa ilişkin korelasyon matrisi oluşturulmuş ve hesaplanan değerlerin 0,5'in altında kaldığı belirlenmiştir. Testin güvenilirliğini yorumlamak için ise TBA ile *communalities* hesaplanmıştır ve kabul edilebilir değerler elde edilmiştir. Eigen değer katsayısı 1'den büyük olan değişkenler için faktör sınıfları oluşturulmuştur ve total varyansın kümülatif olarak %70'i açıklanmıştır. Varimax yöntemine göre ortogonal döndürme yapılarak RCM oluşturulmuş ve bu sayede metriklerin gruplandırıldığı faktör sınıfları belirlenmiştir.

**Tablo 1.** T-AFA sonuçları

Kalibrasyon	KMO	p	TVE (%)	Büyüme Döngüsü
Kaba	0,757	0,000	70,114	3125
Hassas	0,809	0,000	81,589	7776
Son	0,872	0,000	90,091	900

20 m piksel büyüklüğünde girdi verilerinin kullanıldığı hassas kalibrasyon adımı 7776 adet, 10 m piksel büyüklüğünde girdi verilerinin kullanıldığı son kalibrasyon adımı ise 900 adet büyüme döngüsü üretilmiştir. T-AFA yönteminin kullanılabilirliği için kaba kalibrasyon aşamasında gerçekleştirilen KMO ve Bartlett'in küresellik testi değerleri bu adımlar için de tekrar hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler örneklemin T-AFA için uygun olduğunu göstermektedir (Tablo 1). Varyansa ilişkin korelasyon matrisinin değerleri ve *communalities* değerleri kabul edilebilir seviyededir. Hassas kalibrasyon için oluşturulan 2 faktör sınıfı ile

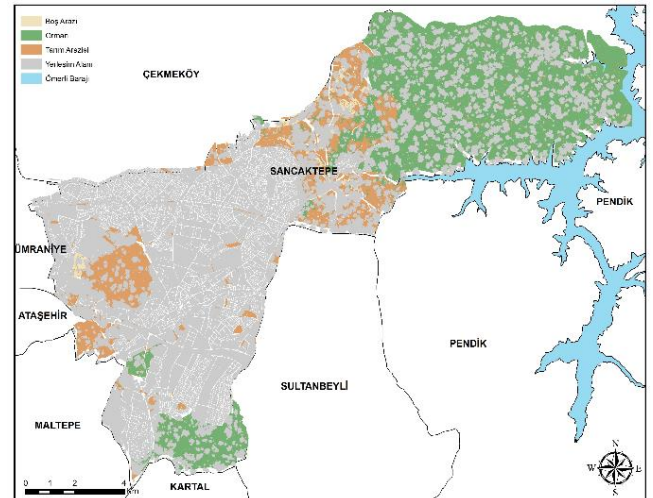
total varyansın kümülatif olarak %81'i, son kalibrasyon için oluşturulan 2 faktör sınıfı ile total varyansın kümülatif olarak %90'ı açıklanmıştır (Tablo 1).

Hesaplanan her bir faktör skorunun TVE tablosundaki katsayılarına göre ağırlıklı ortalaması hesaplanarak tek bir faktör skoru hesaplanmıştır ve bu ağırlıklı ortalama faktör skoruna ait en yüksek 3 değer seçilerek  $R^2$  değerleri belirlenmiştir ve bu değerlere göre her bir kalibrasyon adımı için başlangıç, bitiş ve adım (*start, stop ve step*) değerleri Tablo 2'deki gibi seçilmiş ve senaryo dosyasına kaydedilmiştir. Son kalibrasyon sonrasında kalibrasyonun son adımı olan tahmin aşamasına geçilmiştir. T-AFA yöntemi kullanılarak tamamlanan kalibrasyon sonucunda kestirim safhasında kullanılacak olan en uygun katsayılar hesaplanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** T-AFA sonuçları

Katsayı	Hassas Kalibrasyon (Başlangıç-Adım-Bitiş)	Son Kalibrasyon (Başlangıç-Adım-Bitiş)	Tahmin (Başlangıç-Adım-Bitiş)	En Uygun Katsayı Değeri
Saçılım	50-5-75	65-2-75	75-1-75	68
Belirme	75-5-100	75-2-85	85-1-85	68
Yayılma	50-10-100	80-5-100	95-1-95	68
Eğim	75-100	100-1-100	100-1-100	45
Yol Çekim	25-10-75	55-5-75	75-1-75	91

Tablo 2'deki büyüme katsayıları için hesaplanan en uygun değerler ile kestirim aşamasında 2040 yılı için simülasyon modeli oluşturulmuştur (Şekil 2).



**Şekil 2.** 2040 yılı için arazi örtüsü değişimi

2014-2040 yılları arasında gerçekleştirilen zamansal değişim analizine göre ormanlarda %37, tarım arazilerinde %44 ve boş arazilerde %62 oranında bir azalma meydana gelirken yerleşim alanlarının miktarı iki katına çıkmaktadır (Şekil 2).

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada, İstanbul'un Sancaktepe İlçesi için 2040 yılına ait kentsel büyüme simülasyon modeli oluşturulmuştur. Kentsel büyüme simülasyon modelleri, kentin geleceği hakkında bir öngörü oluşturmaktadır ve üretilen model ne kadar doğru olursa kent planlarının da daha gerçekçi yapılmasına yardımcı olmaktadır. Nüfus artışının son 10 yılda %80 oranında gerçekleştiği Sancaktepe'de, hassas bir model kurabilmek için

kadastral verilerden üretilen yüksek çözünürlüklü raster veriler kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, çalışma alanında daha önceden OSM yöntemiyle hazırlanan model (Ayazlı ve Başlık, 2016) sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

T-AFA yönteminde KMO ve Bartlett'in küresellik testi gibi örneklemün uygunluğunun araştırıldığı testlerin sonuçları, istenilen değerlerin dışında kalırsa yöntemin kullanılamayacağı anlamına gelmektedir. Bu dezavantaj nedeniyle T-AFA yöntemi her zaman kullanılamayabilir. Ancak, gerekli koşullar sağlandığı takdirde, Tablo 1'de de görüldüğü üzere veri çözünürlüğü arttıkça elde edilen faktör skorları total varyansı kümülatif olarak daha yüksek oranda açıklamaktadır. Bu yüzden T-AFA'nın modelleme kabiliyetinin yüksek çözünürlüklü verilerin kullanıldığı çalışmalarda arttığı ve iyi bir alternatif kalibrasyon yöntemi olduğu söylenebilir. Ayrıca, T-AFA, nüfus artışının hızlı olduğu ve parsel bazlı sosyo-ekonomik analizlerin gerçekleştirileceği kentsel büyüme simülasyon çalışmalarında yüksek doğruluklu sonuçlar elde etmede yardımcı olacaktır.

Tahmin sonrası hesaplanan en uygun katsayı değerleri incelendiğinde saçılım, belirme ve yayılma (*diffusion, breed ve spread*) katsayıları 68, yol çekim (*road gravity*) katsayısı ise 91 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Yol çekim katsayısının 91 olarak hesaplanması, ulaşım ağlarının kentleşmeye etkisinin çok yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca, eğim (*slope*) katsayısı da 45 olarak hesaplanmıştır ve çalışma alanı sınırları içerisinde eğimin %40'ın üzerinde olduğu yerlerde bile kentleşme faaliyetlerinin gerçekleştiği düşünüldüğünde (Ayazlı ve Başlık, 2016) bu değer de beklentileri karşılamaktadır.

Nüfus artışı ile çeperlere doğru genişleyen kentlerde yeni yapılacak bina ve altyapı hizmetleri için toprak ihtiyacı artmakta ve bu gereksinim kent çeperlerinde yer alan doğal ve çevresel alanlardan karşılanarak arazi örtüsü değişimlerine yol açmaktadır. Resmi verilere göre İstanbul genelinde 2008-2018 yılları arasında nüfus %18 artarken, Sancaktepe İlçesi'nde %81'dir. Artan nüfusun ihtiyacını karşılamak için yapılacak hizmetlerde gereksinim duyulacak arazi ise çalışma alanı sınırları içinde yer alan doğal ve çevresel alanlardan karşılanmak zorundadır. Zamansal değişim analizine göre; 2014-2040 yılları arasında tarım arazilerinin %44'ü, ormanların ise %37'sinin kaybolması beklenirken yerleşim alanları iki katına çıkmaktadır. Bir başka deyişle bu oranlar ormanların ve tarım arazilerinin yerleşim alanına dönüşme potansiyelini göstermektedir. Hesaplanan değerlere göre ilçedeki kentsel büyüme karakteristiğinin kısa vadede çok fazla bir değişime uğramayacağı söylenebilir. Hesaplanan bu değerler, çalışma alanında Ayazlı vd (2019) tarafından OSM ile gerçekleştirilen simülasyon modeli sonuçlarından elde edilen değerler ile benzer bir yapıya sahiptir (Ayazlı vd., 2019). Benzer şekilde, Tablo 2'de 66 olarak hesaplanan en uygun katsayı değerleri, daha yavaş bir büyümeye işaret etmekle birlikte ilçedeki kentsel büyüme karakteristiğinin doğal büyüme (*spontaneous*) ve yeni yayılma merkezleri (*new spreading center*) büyüme kurallarının etkisiyle uzun vadede, yayılarak devam edeceğinin bir göstergesidir. Şekil 2'de orman arazileri içinde rastgele ortaya çıkan yerleşim hücreleri de bu sonucu desteklemektedir. Her ne kadar kısa vadede

ormanlar ve tarım arazileri üzerinde büyük bir kentleşme baskısı belirlenememiş olsa da gerekli önlemler alınmadığı takdirde orta ve uzun vadede bu baskının artarak devam edebileceği düşünülmektedir.

## BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan veriler TÜBİTAK 112K469 numaralı proje kapsamında üretilmiştir.

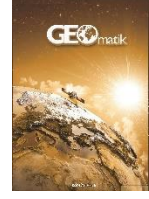
## KAYNAKÇA

- Ayazlı I E, Kilic F, Lauf S, Demir H & Kleinschmit B (2015). Simulating urban growth driven by transportation networks: A case study of the Istanbul third bridge. *Land Use Policy*, 49, 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.016>
- Ayazlı I E & Bilen O (2019). Using exploratory factor analysis to improve the calibration of sleuth urban growth models. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(2), 975–979.
- Ayazlı I E, Gul F K, Baslik S, Yakup A E & Kotay D (2019). Extracting an urban growth model's land cover layer from spatio-temporal cadastral database and simulation application. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(3), 1063–1069. <https://doi.org/10.15244/pjoes/89506>
- Ayazlı I E, Kilic F, Lauf S, Demir H & Kleinschmit B (2015). Simulating urban growth driven by transportation networks: A case study of the Istanbul third bridge. *Land Use Policy*, 49, 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.016>
- Ayazlı I E (2011). *Ulaşım ağlarının etkisiyle kentsel yayılmanın simülasyon modeli: 3. Boğaz Köprüsü örneği*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ayazlı I E & Başlık S (2016). *Mülkiyet Deseni İle Kentsel Büyüme İlişkinin Simülasyon Modelinin Oluşturulması Projesi Sonuç Raporu*.
- Balanza R, García-Lorda P, Pérez-Rodrigo C, Aranceta J, Bonet M B & Salas-Salvadó J (2007). Trends in food availability determined by the Food and Agriculture Organization's food balance sheets in Mediterranean Europe in comparison with other European areas. *Public Health Nutrition*, 10(2), 168–176. <https://doi.org/10.1017/S1368980007246592>
- Batty M (2007). *Cities and Complexity*. MIT Press.
- Batty M & Xie Y (1994). From cells to cities. *Environment ve Planning B: Planning ve Design*, 21(Celebration Issue), 531–548. <https://doi.org/10.1068/b21s031>
- Benenson I & Torrens P M (2004). *Geosimulation. Automata-based modeling of urban phenomena*. John Wiley ve Sons Ltd.
- Büyüköztürk Ş (2002). Faktör Analizi: Temel Kavramlar ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 32, 470–483.
- Candau J T (2002). *Temporal calibration sensitivity of the SLEUTH urban growth model*. University of California, Santa Barbara.
- Candau J (2000). Calibrating a cellular automaton model of urban growth in a timely manner. *4th International Conference on Integrating Geographic Information Systems and Environmental Modeling: Problems, Prospects, and Needs for Research*, 2–8.
- Candau J & Clarke (2000). Probabilistic Land Cover

- Transition Modeling Using Deltatrons. *2000 URISA Annual Conference, Orlando*.
- Clarke K C, Hoppen S & Gaydos L (1997). A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24(2), 247–261. <https://doi.org/10.1068/b240247>
- Clarke K C, Hoppen S & Gaydos L J (1996). Methods And Techniques for Rigorous Calibration of a Cellular Automaton Model of Urban Growth. *Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling; 1996 Jan 21-25, Santa Fe, New Mexico*.
- Clarke K C & Gaydos L J (1998). Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: Long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. *International Journal of Geographical Information Science*, 12(7), 699–714. <https://doi.org/10.1080/136588198241617>
- Couclelis H (1985). Cellular worlds: A framework for modeling micro—macro dynamics. *Environment and Planning A*, 17(5), 585–596.
- Dietzel C & Clarke K (2007). Toward Optimal Calibration of the SLEUTH Land Use Change Model. *T. GIS*, 11, 29–45. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2007.01031.x>
- EEA (2016). *Urban Sprawl in Europe: Joint EEA-FOEN*.
- Glaeser E L & Kahn M E (2005). Sprawl and Urban Growth. *SSRN Electronic Journal*, 4(04). <https://doi.org/10.2139/ssrn.405962>
- Jafarnezhad J, Abdolrassoul S & Yousef S (2016). Subjectivity versus objectivity: comparative study between brute force method and genetic algorithm for calibrating the SLEUTH urban growth model. *Journal of Urban Planning and Development*, 142(3), 05015015.
- Jantz C A, Goetz S J & Shelley M K (2004). Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Baltimore-Washington metropolitan area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(2), 251–271. <https://doi.org/10.1068/b2983>
- Junfeng J (2003). Innovations in Design ve Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning. In *Transition Rule Elicitation for Urban Cellular Automata models (Doctoral dissertation, tesi di dottorato (non pubblicata))*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5060-2>
- Kotay D, Ayazli İ E & Yakup A E (2018). KENTSEL BÜYÜME SİMÜLASYON MODEL DOĞRULUĞ UNUN. VII. *Uzaktan Algılama CBS Sempozyumu, 18-21 Eylül*, 160–166.
- Li S, Yang Z & Li H (2017). Statistical evaluation of no-reference image quality assessment metrics for remote sensing images. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(5). <https://doi.org/10.3390/ijgi6050133>
- Oguz H, Klein A G & Srinivasan R (2007). Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Houston-Galveston-Brazoria CMSA. *Research Journal of Social Sciences*, 2(1), 72–82.
- Phipps M (1989). Dynamical behavior of cellular automata under the constraint of neighborhood coherence. *Geographical Analysis*, 21(3), 197–215.
- Portugali J & Benenson I (1995). Artificial planning experience by means of a heuristic cell-space model: simulating international migration in the urban process. *Environment ve Planning A*, 27(10), 1647–1665. <https://doi.org/10.1068/a271647>
- Pro (2019). *Project Gigalopolis*.
- Sevik O (2006). *Application of SLEUTH Model in Antalya*. Master of Science Thesis. Middle East Technical University.
- Silva E & Clarke K (2002). Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal. *Computers, Environment and Urban Systems*, 26, 525–552. [https://doi.org/10.1016/S0198-9715\(01\)00014-X](https://doi.org/10.1016/S0198-9715(01)00014-X)
- Tabachnick B G & Fidell L (2013). *Using Multivariate Statistics* (C. Campanella (ed.); Sixth Edit). Pearson.
- Tobler W R (1979). Cellular Geography. In S. Gale ve G. Olsson (Eds.), *Philosophy in Geography Theory and Decision Library (An International Series in the Philosophy and Methodology of the Social and Behavioral Sciences)*, vol 20. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/doi.org/10.1007/978-94-009-9394-5\\_18](https://doi.org/doi.org/10.1007/978-94-009-9394-5_18)
- Torrens P M (2000). How cellular models of urban systems work. *Casa*, 160(955), 68. <http://www.bartlett.ucl.ac.uk/casa/pdf/paper28.pdf>
- TÜİK (2019). *TÜİK*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95velocale=tr>
- UN (2015). *United Nations*. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- White R & Engelen G (1994). Cellular dynamics and GIS: Modelling spatial complexity. *Geographical Systems*, 1, 237–253.
- White R & Engelen G (1997). Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional modelling. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24(2), 235–246. <https://doi.org/10.1068/b240235>
- White R, Straatman B & Engelen G (2004). Planning scenario visualization and assessment: a cellular automata based integrated spatial decision support system. In D. G. Goodchild, M. F., ve Janelle (Ed.), *Spatially integrated social science* (pp. 420–442). Oxford University Press, Inc.
- Wu F (1998). An experiment on the generic polycentricity of urban growth in a cellular automatic city. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(5), 731–752. <https://doi.org/10.1068/b250731>
- Yang X & Lo C P (2003). Modelling urban growth and landscape changes in the Atlanta metropolitan area. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(5), 463–488. <https://doi.org/10.1080/1365881031000086965>







## Muğla ili Mentеше yöresi orman yangını risk potansiyeli haritasının coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi

Mehmet Hanifi Alkayış<sup>1\*</sup>, Asena Karşlıoğlu<sup>2</sup>, Mehmet İnanç Onur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Doğal Afetler  
Orman Yangını  
CBS  
Yangın Risk Haritası

### ÖZ

Orman yangınları, farklı sebeplerle başlayıp geniş alanlara yayılabilen büyük bir çevre felakettir. Ülkemizde Akdeniz ve Ege bölgeleri, başta olmak üzere yaklaşık 12 milyon hektar ormanlık alan yangın konusunda potansiyel risk taşımaktadır. Orman yangını risk bölgeleri, yangının kolayca başlayabileceği ve diğer alanlara hızlıca yayılabileceği yerler olarak bilinmektedir. Doğayı kontrol etmek imkânsızdır, fakat orman yangını risk bölgelerini haritalayarak yangın yayılımını en aza indirmek ve hasarı azaltmak mümkündür. Orman Genel Müdürlüğü'nün 2018 yılı verilerine göre ülkemizde toplam 2167 adet orman yangını olduğu ve 299 adet orman yangınıyla Muğla ilinin 1.sırada olduğu görülmektedir. Mentеше, Kavaklıdere, Ula, Yatağan, Milas, Marmaris, Datça ve Bodrum ilçelerini kapsayan Mentеше yöresinde ise bu yangınların yaklaşık yarısı gerçekleşmiştir. Bu çalışmanın amacı Muğla ili Mentеше yöresinin yangın risk haritasının hazırlanmasıdır. Çalışma için yola ve yerleşime olan uzaklık, baki, eğim ve vejetasyon temel parametreler olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı orman yangını risk haritası hazırlanmıştır. Yangın risk haritasına göre; alanın %11,86'sı yüksek riskli, %18,32'si riskli, %25,23'ü orta riskli, %20,40'ı düşük riskli, %24,19'u ise risksizdir. Çalışma sonuçlarının orman yangınlarına karşı planlama, tedbir ve yönetim çalışmalarında yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

## Determination of forest fires risk potential map of Mentеше region of Muğla with geographic information systems

### Keywords

Natural disasters  
Forest fires  
GIS  
Fire risk analysis

### ABSTRACT

Forest fires are a major environmental disaster, they can start from different reasons and spread over large areas. In our country, approximately 12 million hectares of forest area, especially Mediterranean and Aegean regions have a potential risk for fire. Forest fire risk zones are known as places where the fire can easily start and spread quickly to other areas. It is impossible to control nature, but it is possible to minimize fire spread and reduce damage by mapping forest fire risk areas. According to the 2018 data of the General Directorate of Forestry, it is seen that there are 2167 forest fires in our country and Muğla province is the first with 299 forest fires. Approximately half of these fires occurred in Mentеше, which includes Mentеше, Kavaklıdere, Ula, Yatağan, Milas, Marmaris, Datça and Bodrum districts. The aim of this study is to prepare the fire risk map of Mentеше region in Muğla province. Distance, aspect, slope and vegetation are determined as the main parameters for the study. As a result of the study, a forest fire risk map has been prepared based geographical information systems (GIS). According to the fire risk map, 11.86% of the area has high risk, 18.32% risk, 25.23% intermediate risk, 20.40% low risk and 24.19% non-risk. It is thought that the results of the study will be a guide in planning, precaution and management works against forest fires.

### \*Sorumlu Yazar

\*(mehmethanifalkayis@gmail.com) ORCID ID 0000-0003-0177-043X  
(asenakarşlıoğlu@eskisehir.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-5178-4069  
(mionur@eskisehir.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-2421-4471

### Kaynak Göster (APA)

Alkayis, M H, Karşlıoğlu A & Onur M İ (2022). Muğla ili Mentеше yöresi orman yangını risk potansiyeli haritasının coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi. Geomatik Dergisi, 7(1), 10-16

## 1. GİRİŞ

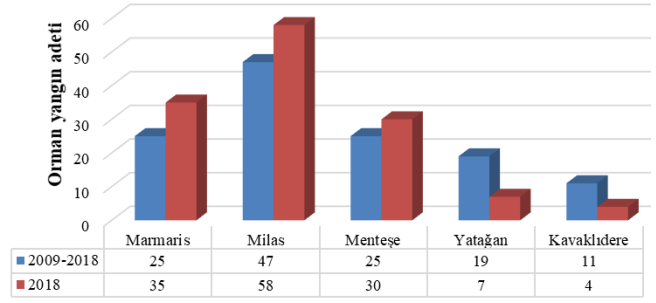
Dünya nüfusunun sürekli artışı ormanlık alanların azalmasının başlıca sebeplerindendir. Nüfus artışı insanların yerleşme, sanayileşme, turizm gibi çeşitli ihtiyaçlarını doğurmakta ve kentleşme ile birlikte ormanlar yok edilmektedir. Ayrıca, mevcut ormanların büyük bir kısmının zarar görmesine orman yangınları sebep olmaktadır. Dünyada, 2019 yılında 12 milyon hektar ormanın yangın nedeniyle yok olduğu belirlenmiştir (WRI, 2019). Ülkemizde Kahramanmaraş ilimizden başlayarak Akdeniz ve Ege bölgelerinin sahil bandında bulunan yaklaşık 12 milyon hektarlık orman bölgesi yangın konusunda en hassas ve riskli bölgelerdir. Özellikle yazın kurak iklim şartları itibarıyla Akdeniz ve Ege bölgelerinde meydana gelen yangınlarda geniş alanlar tahrip olmaktadır. Ege'nin güneyinde ve Akdeniz'in batısında yer almasından dolayı Muğla ili yangın potansiyeli olarak, tehlike arz etmektedir.

Türkiye'de orman yangınlarının çoğunun nedeni insan faaliyetleridir. Yerleşim ve tarım alanı oluşturmak için bilinçli çıkarılan yangınların yanında, ihmalkârlık da yangın oluşum sebeplerindendir. Ülkemizde 2008-2018 yılları arasında 23.602 adet orman yangınında 84.403 hektar alanın zarar gördüğü raporlanmıştır (URL-2 2019). Orman Genel Müdürlüğü'nün 2018 yılında illere göre yayınladığı orman yangınlarının dağılımına bakıldığında toplam 2167 adet orman yangını gerçekleştiği ve 299 adet orman yangınıyla Muğla'nın 1.sırada olduğu görülmektedir. Yaklaşık 150,96 hektar alan yanmıştır. Bu çalışmaya konu olan Mentеше yöresinde (Mentеше, Kavaklıdere, Ula, Yatağan, Milas, Marmaris, Datça ve Bodrum ilçeleri) ise 2018 yılında 134 adet orman yangını görülmüştür. Bu yangınlar sonucu 80,15 hektar ormanlık alan yok olmuştur. Şekil 1'de 2009-2018 yılları arasında orman yangınlarının yıllık ortalama sayılarının sırası ile en çok Milas, Mentеше ve Marmaris ilçelerinde olduğu görülmektedir. Şekil 2'de ise yıllık ortalama yanan alan miktarları Milas 116,2 hektar, Mentеше (Muğla Merkez) 36,1 hektar ve Marmaris 32,5 hektar şeklinde verilmiştir (URL-3 2018).

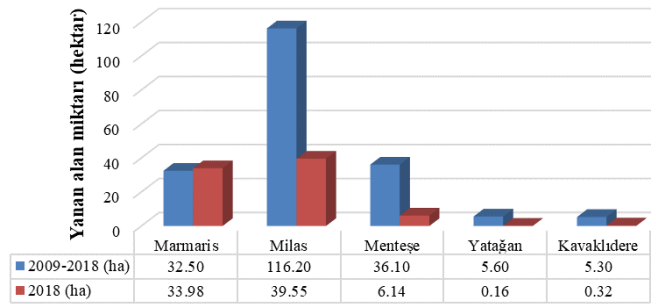
Uydu verileri, orman yangınlarının ve riskli alanların haritalanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Jaiswal vd. 2001). Günümüzde, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile orman yangını risk haritası hazırlama çalışmaları hız kazanmıştır (Sharma vd. 2009). CBS, doğal afetlerin ön tahmini ve modellenmesi, afet anındaki tedbirlerin planlanması, afet sonrası hasar tespiti analizlerini yüksek doğrulukta yapabilmesi, hızı ve ekonomikliği nedeniyle tercih edilmektedir (Erten vd. 2005). CBS, yangının modellenmesinde yayılımı etkileyen coğrafi etmenler olan eğim, bakı, yol ve yerleşim uzaklığını da analize dâhil etmektedir. Bu yüzden CBS orman yangını risk analizlerinde etkin bir uygulamadır.

Orman yangınlarının geniş alanlara yayılımını azaltma tedbirleri kapsamında riskli alan modelleri ve haritalama çalışmalarının gerekliliği açıktır. Coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak yangın risk haritasının hazırlanması, orman yangını yönetiminin de önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu çalışmada, 2018 yılında Türkiye'de en çok orman yangınının görüldüğü Muğla-Mentеше yöresi için orman yangını risk haritası CBS ortamında hazırlanmıştır. Bu harita ile orman yangını

yayılımına karşı önleme faaliyetleri bölge bazında farklılaştırılabilecektir. Böylece daha etkili yönetim modelleri uygulanabileceği gibi optimum kaynak kullanımı vb. ekonomik faydalar da elde edilebilecektir.



Şekil 1. Mentеше yöresi 2009-2018 yılları yangın sayısı yıllık ortalaması ve 2018 yılı yangın sayısı (URL-3 2018)



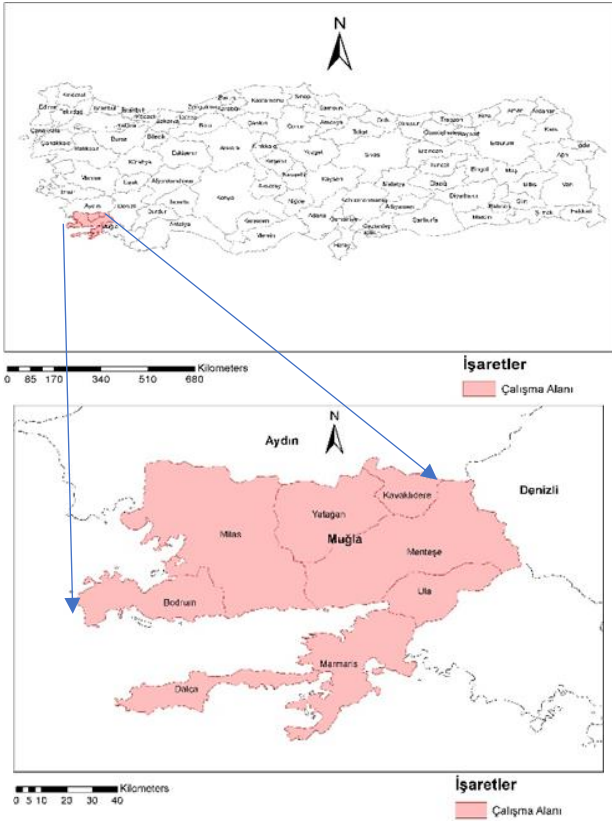
Şekil 2. Mentеше yöresi 2009-2018 yılları yanan alanın yıllık ortalaması ve 2018 yılı yanan alan (URL-3 2018)

## 2. ÇALIŞMA ALANI

Araştırma alanı Muğla-Mentеше yöresidir. Muğla ilinin yüzölçümü 12890 km<sup>2</sup>'dir. Şekil 3'de belirtildiği gibi Ege Bölgesi'ndedir fakat topraklarının küçük bir kısmı Akdeniz Bölgesi sınırları içerisine girmektedir. Mentеше yöresi ise Muğla ilinin Mentеше, Kavaklıdere, Ula, Yatağan, Milas, Marmaris, Datça ve Bodrum ilçelerini kapsamaktadır. 36°17' ve 37°33' kuzey enlemleri ile 27°13' ve 29°46' doğu boylamları arasında bulunmaktadır.

Mentеше yöresinde Akdeniz iklimi görülmekte olup, dağlık bir coğrafi yapıdan oluşmaktadır. Muğla ilinin 1928-2019 yılları içindeki ekstrem sıcaklık değerleri +47.0°C ile -13.0°C olarak kaydedilmiştir. Ortalama yıllık sıcaklık değerleri ise +15.0°C ile +25.0°C'dir. Yıllık ortalama bağıl nem %65 civarındadır. Yıllık toplam yağış miktarı ise metrekareye 1200 mm ile 670 mm arasında değişmektedir. Fakat yağışların çoğunlukla kış mevsiminde olması nedeniyle yaz aylarında kuraklık belirgindir (URL-1 2018).

Muğla ilindeki ormanlık alan Türkiye ortalamasının oldukça üstündedir. Muğla ilinin genelinin % 68'i, Mentеше yöresinin ise % 66'sı ormanlık alandır. Muğla ilinde 2018 yılında gerçekleşen 3 büyük yangının ikisi Marmaris ve Milas ilçelerinde meydana gelmiştir (URL-3 2018).



Şekil 3. Çalışma alanının lokasyon haritası

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, CBS teknikleri kullanılarak Muğla ili Mentеше yöresinin orman yangını potansiyel risk haritasının hazırlanması amaçlanmıştır. 1/25000 ölçekli topografya verilerinden Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), eğim ve bakı haritaları üretilmiştir. Vejetasyon türlerine ait veriler ise Muğla Orman Bölge Müdürlüğüne ait meşcere haritalarından elde edilmiştir. Harita Genel Müdürlüğü Atlas Küre uygulamasında yol ve yerleşim yerleri çizilerek ArcGIS programında vektör verileri oluşturulmuştur. CBS ortamında nem, sıcaklık ve topografya analizlerinden “layer” veri yapısı oluşturulmuştur. Daha sonra layer verileri raster veriye dönüştürülerek RGB formunda risk alanları elde edilmiştir. Verilerin analizi, modellenmesi ve sonuç haritalarının elde edilmesi için ArcGIS 10.7 programı kullanılmıştır. Çalışma süreci Erten vd. 2005 ile Asri vd. 2015 tarafından önerilen yöntemler sentezlenerek oluşturulmuş, iş-akış diyagramı Şekil 4’te verilmiştir.

Yola ve yerleşime mesafe yangının çıkışını etkilerken, eğim, bakı ve bitki örtüsü ise yangının yayılmasını etkilemektedir. Öncelikle, bütün değişkenlerin yangına sebep olmasına ve yayılmasına göre risk faktör değerleri tayin edilmiştir. Yangın için çok riskli olan koşul “5”, risksiz olan koşul ise “1” ile ifade edilmektedir. Ormanlık alandaki coğrafi değişkenlere, CBS ortamında yeniden sınıflandırma (Reclassify) modülü kullanılarak atanan etki faktörleri Tablo 1’de verilmiştir. Değer atamasından sonra Katman analizi (Overlay Analysis) yapılarak orman risk haritası oluşturulmuştur. Yangın risk düzeyi belirlenirken Erten vd. (2005) ve Joaquim vd. (2007) tarafından kullanılmış denklem 1 referans alınmıştır.

Tablo 1. Değişkenler ve faktör ağırlıkları (Erten vd. 2005; Joaquim vd. 2007)

Değişkenler	Ağırlık	Sınıf	Faktör	Risk Sınıfı
Bitki Örtüsü (FT)	7	Çok Kuru	5	Çok Riskli
		Kuru	4	Riskli
		Orta Nemli	3	Orta Riskli
		Nemli	2	Düşük Riskli
		Çok Nemli	1	Risksiz
Eğim (S) (°)	5	> 30	5	Çok Riskli
		20-30	4	Riskli
		10-20	3	Orta Riskli
		5-10	2	Düşük Riskli
		0-5	1	Risksiz
Bakı (A)	5	Güney	5	Çok Riskli
		Batı	4	Riskli
		Doğu	3	Orta Riskli
		Kuzey	2	Düşük Riskli
		Düz	1	Risksiz
Yola Mesafe (DR) (m)	3	0-100	5	Çok Riskli
		100-200	4	Riskli
		200-300	3	Orta Riskli
		300-400	2	Düşük Riskli
		> 400	1	Risksiz
Yerleşmeye Mesafe (DS) (m)	3	0-500	5	Çok Riskli
		500-1000	4	Riskli
		1000-1500	3	Orta Riskli
		1500-2000	2	Düşük Riskli
		> 2000	1	Risksiz

$$RS = 7 * FT + 5 * (S + A) + 3 * (DR + DS) \quad (1)$$

RS = Yangın risk düzeyi

FT = Bitki örtüsünün nem durumuna göre yanabilme potansiyeli

S = Eğim

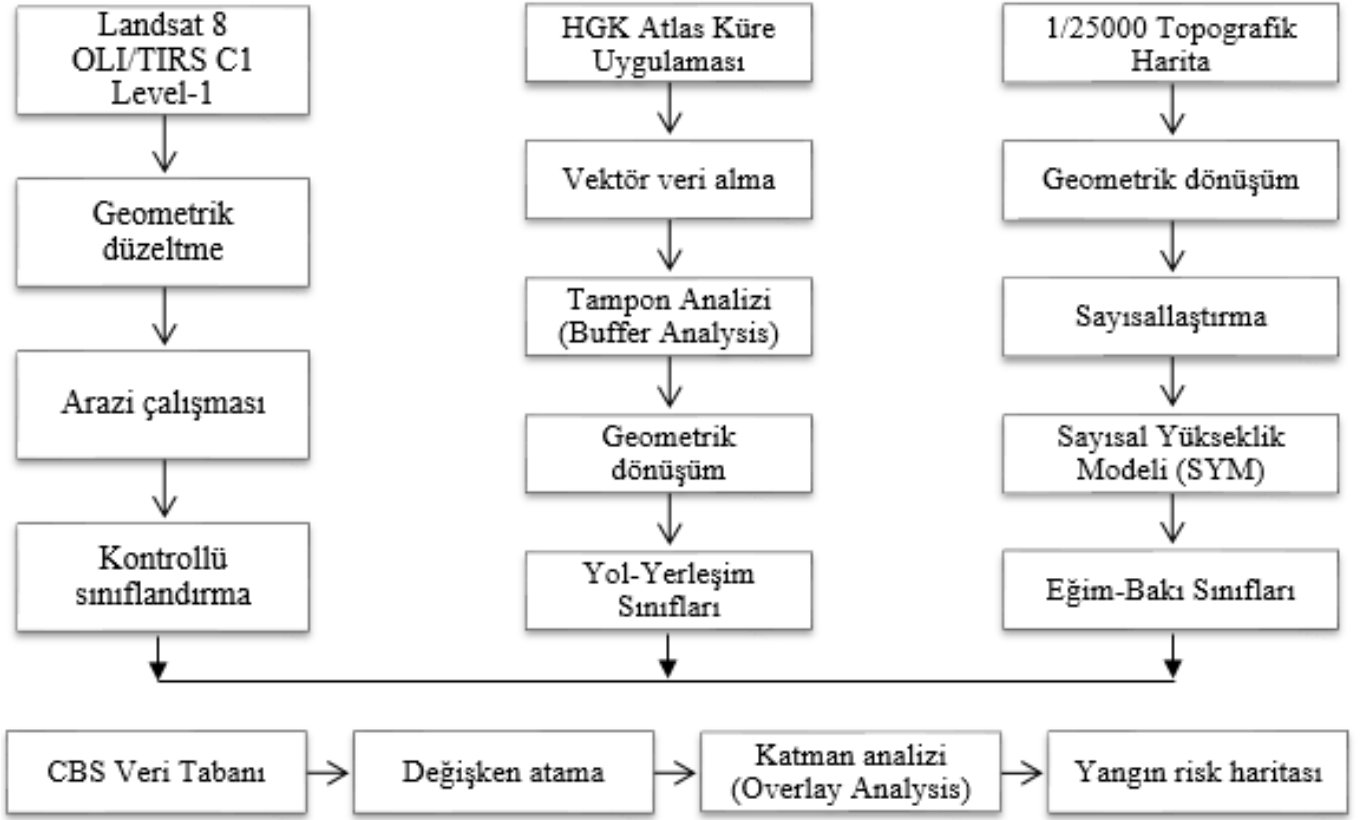
A = Bakı

DR = Yola olan uzaklık

DS = Yerleşime olan uzaklık.

Bu denklemde RS yangın risk bölgelerini, yüksek riskli, riskli, orta riskli, düşük riskli ve risksiz olmak üzere beş sınıfta ifade etmektedir. FT, 5 sınıftan oluşan orman türlerini göstermektedir. Bunlar çok kuru, kuru, orta nemli, nemli ve çok nemli yanma potansiyeli sınıflarına ayrılan bitki örtüsüdür. Yangının yayılımına aynı derecede etkisi olan S ve A parametreleri ise eğim ve bakı analizlerini göstermektedir. İnsan unsurunu yangın risk modeline dâhil eden yola ve yerleşime olan uzaklık parametreleri de DR ve DS ile isimlendirilmiştir.





**Şekil 4.** Orman yangını risk haritası akış diyagramı

Orman yangınına etkileyen faktörlere ilişkin bu giriş bilgileri, bir bölgedeki yangın riskinin ağırlıklarını göstermektedir. Faktörler önem sırasına göre bitki tipi, eğim, baki, yollardan ve yerleşimlerden uzaklık şeklinde analiz edilmiştir. Her sınıfın farklı ağırlıkları vardır. Bitki türleri orman yangınlarının patlak vermede etkisi olan nem bağlamına göre sınıflandırılmıştır. Örneğin, çok kuru bitki türü en yanıcı ise orta nemli bitki türü yanıcıdır. Yangının eğim etkisi davranışı en yüksek ikinci ağırlık olarak değerlendirilmiştir. Yangın en hızlı yüksek eğimli yamaçlarda ve en az düşük eğimli yamaçlarda hareket etmektedir. Eğim sınıfları bu kurala göre oluşturulmuştur. Baki ile eğime eşit ağırlık atanmıştır. Güneş ışığı güneydeki yamaçlarda çok daha fazla yansıdığı için, yangın hızlı bir şekilde patlak vererek güney taraflarına yayılmaktadır. Yol ve yerleşim yerlerinden uzaklık üçüncü en yüksek ağırlık olarak değerlendirilmiştir. Su kütle alanları ise orman yangını riskini etkilememektedir. Bu bölgelerin yangın derecelendirme sınıfının belirlenmesinde ağırlıkları yoktur.

Yapılan çalışmada kullanılan referans denklemi literatürde kullanılan denklemlerden biridir ve çalışma alanındaki faktörlerin ağırlığına göre değişmektedir. Çalışma alanımız Akdeniz Bölgesi bitki türlerinin hakim olduğu, topografik yapısında çoğunlukla eğimli bölgelerin ve güney bakının ağırlıkta olduğu bir alan olmasına rağmen insan faktörü etkisinin bu faktörlere göre daha az olduğu bir alandır. Bu sebeple literatür ile karşılaştırma yapıldığında (Karabulut, 2013 ve Bingöl, 2017) bu değerlendirme yönteminin çalışma alanımız için kullanımı uygun görülmüştür.

### 3.1. Çalışma Alanında Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi

Akdeniz Bölgesinin coğrafyası, iklimi ve bitki örtüsü gibi özellikleri orman yangınları ile yakın ilişki içerisindedir (Sharples vd. 2009). Bölgedeki topoğrafik yapının güney ve batı bakılarda olması, eğimin yüksek olması ve zirve ile vadilerdeki ısınma derecelerinin farkı, yangının yayılış hızının artmasında olası etkiye sahiptir (Eron 1988).

#### 3.1.1 Bitki örtüsü

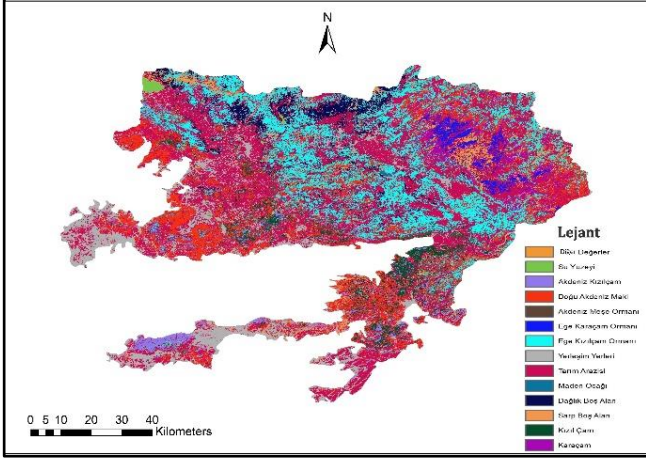
Muğla ilinde 2000 metre yükseltilere kadar ağırlıklı olarak kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus*) ve ardıç (*Juniperus*) karışımı türlerden oluşan ormanlar yer alırken, daha yüksek kesimlerde çayirlara rastlanmaktadır. 2200 metreden sonra açıklık alanlar bulunmaktadır. Muğla'da, yerleşim alanları oluşturmak için kızılçam ormanlarının tahribe uğradığı, yerlerine ise maki vejetasyonun geliştiği görülmektedir (Türkeş vd. 2013).

Bitki örtüsü orman yangınlarının ilerlemesine sebep olan ve davranışlarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Örneğin karaçam gibi iğne yapraklı ve kuru karakterdeki türler yangın için uygun koşulları oluşturmakta, kayın (*Fagus*) gibi geniş yapraklı ve nemli türler ise yangının yayılımını engelleyici özellik göstermektedir (Akkaş vd. 2008, Karabulut vd. 2013).

Vejetasyon risk haritası oluşturulurken öncelikle kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Kontrollü sınıflandırmada meşcere haritalarından alınan veriler ile Gauss Maksimum Olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem geleneksel bir görüntü sınıflandırma tekniğidir. Bu teknik birbirine en fazla benzerlik gösteren, normal

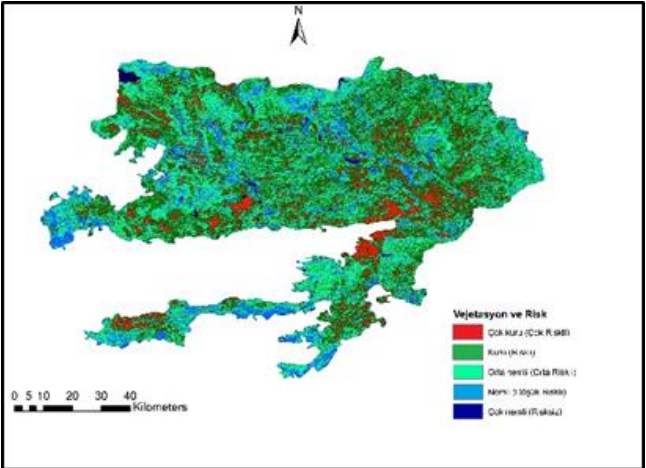
dağılımlı pikseller üzerinde sınıflandırma gerçekleştirir. Algoritma, her sınıf için bir pikselin olasılık işlevini inceleyen ve pikseli en yüksek olasılıkla sınıfa atayan istatistiksel bir karar kuralına dayanmaktadır.

Muğla ili Menteşe yöresindeki vejetasyon türleri nemlilik derecelerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışma alanındaki çam türleri “Çok kuru”, sedir türleri “Kuru”, meşe türleri “Orta nemli”, ardıç türleri “Nemli”, Servi ve sığla türleri ise “Çok nemli” sınıfında konumlandırılmıştır (Bingöl 2017).



Şekil 5. Vejetasyon türleri haritası

Şekil 5’de su alanları risksiz, orman bulunmayan veya az bulunan dağlık bölgeler, tarım arazileri ile yerleşim yerleri düşük riskli olarak belirlenmiştir.



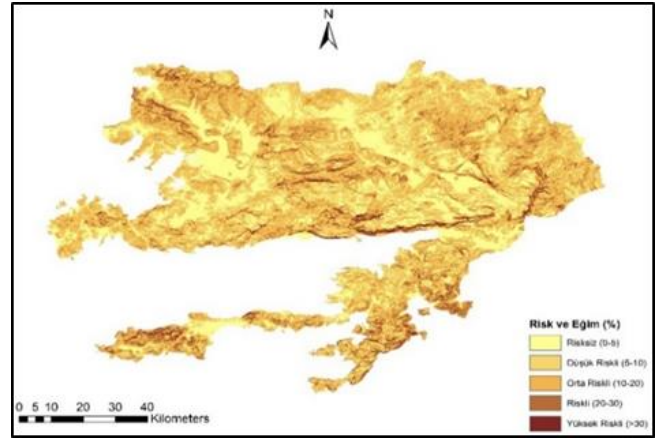
Şekil 6. Vejetasyon türleri risk sınıflandırma haritası

Sonuç olarak Şekil 6’da belirtildiği gibi nemlilik derecelerine göre risk sınıflandırılması yapılmıştır.

### 3.1.2 Topografya

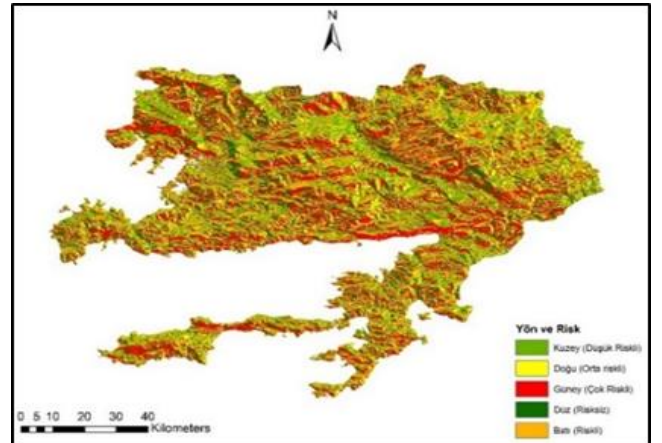
Muğla ilinin özellikle kuzey, kuzeybatı kesimini oluşturan Menteşe yöresinde; dağların denize paralel uzanması sebebiyle oluşan engebeli yeryüzü şekli, bölgeyi Ege'nin diğer kıyı şehirlerinden ayıran önemli bir etkidir (URL-3 2018). Topografik koşullar orman yangın davranışının şekillenmesinde etkili fiziksel faktörler arasındadır. Eğim, bakı ve yükseklik birçok çalışmada ana topografik faktörler olarak kabul

edilmektedir (Akbulak vd. 2018). Eğim ve bakı, ormanın güneş alma ve nem koşullarını doğrudan etkilemektedir.



Şekil 7. Eğim risk sınıflandırma haritası

Şekil 7’de eğim risk haritası verilmiştir. Arazi eğiminin fazla olduğu bölgelerde yangın daha hızlı, az olduğu yerlerde ise daha yavaş yayıldığı bilinmektedir. Çalışma alanının eğiminin %5’ten büyük olan kısmı %71,3 olarak belirlenmiştir.

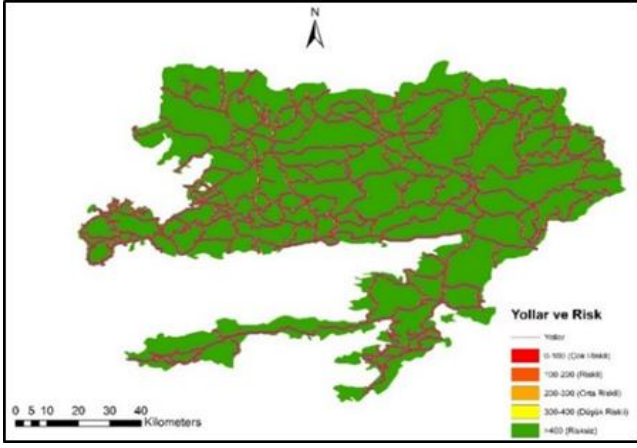


Şekil 8. Bakı risk sınıflandırma haritası

Şekil 8 ‘de bakı risk haritası verilmiştir. Kuzey yarımkürede güneyi gören yamaçlarda güneşin hissedilme yüzdesi kuzeye bakan yamaçlara göre bakıdan kaynaklı daha fazladır. Çalışma alanının güneyi gören yamaçları %26,3 olarak belirlenmiştir ve yüksek risk grubundadır.

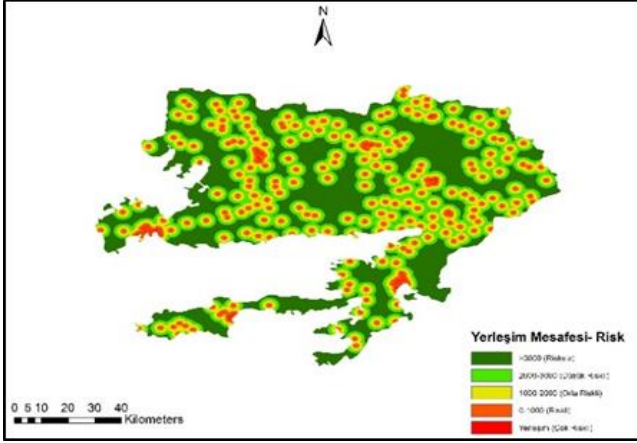
### 3.1.3 Yola ve yerleşmeye olan mesafe

Çalışma alanında 8 ilçe ve birçok yerleşim yeri mevcuttur. Orman yangını oluşumlarını etkileyen antropojenik faktörlerden olan yollara ve yerleşim yerlerine yakınlık önemli değişkenlerdendir (Avila-Flores vd. 2010). Bunun nedeni yollar ve yerleşim yerlerinin yakınındaki insanların ormanlık alanlara girmesinin kolay olması ve bu durumda ihmalkârlık veya kaza nedeniyle yangınların kolayca oluşabilmesidir. Yerleşim yerlerine olan mesafe arttıkça risk seviyesi azalmaktadır (Karabulut vd. 2013). Orman yangınlarının yayılımının önlenmesi açısından köy ve orman yolları kritik öneme sahiptir.



Şekil 9. Yollara olan uzaklık risk haritası

Çalışma alanının asfalt ve köy yol güzergâhları olan mesafe sınıflandırması Şekil 9'da gösterilmektedir. Yapılan tampon analizi sonucunda arazinin %77'si yola uzaktan etkilenmemektedir. Arazinin yol güzergâhlarına uzaklığı 400 m'den küçük olan kısmı %23 olarak belirlenmiştir.



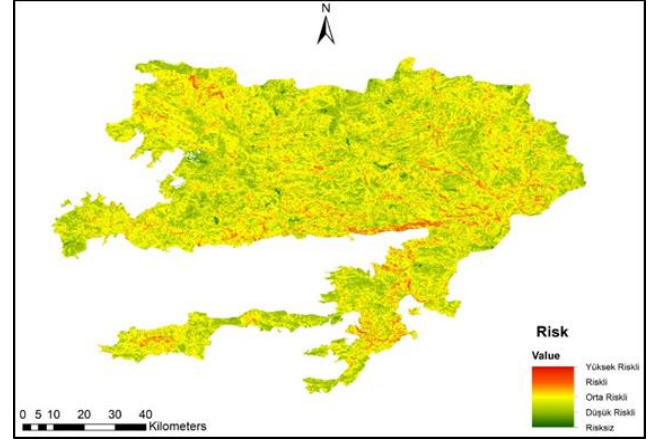
Şekil 10. Yerleşimlere olan uzaklık risk haritası

Çalışma alanının yerleşim yerlerine olan mesafe sınıflandırması Şekil 10'da gösterilmektedir. Arazinin yerleşimlere olan uzaklığı 2000 m'den büyük olan kısmı %39,8 olarak belirlenmiştir.

#### 4. BULGULAR

Tüm değişkenlere göre risk oranları Tablo 2'de yer almaktadır. Vejetasyon türlerine bakıldığında alanın %45,7'sinin, riskli ve yüksek riskli seviyede olduğu gözlemlenmektedir. Bölgenin %9,7'sini risksiz düzlükler,

%26,3'lük kısmını yüksek riskli güney yamaçlar kaplamaktadır. Literatür ile uyumlu olarak yola ve yerleşim yerlerine yakınlığın yangın riskini arttırdığı görülmüştür. Mentеше yöresinde büyük oranda yayılmış ve risk oluşturabilecek yerleşmeler çalışma alanının %60,2'sini kapsamaktadır.



Şekil 11. Muğla ile Mentеше yöresi orman yangını risk haritası

Tüm değerlendirme ve analizler sonucunda Muğla ili Mentеше yöresinin orman yangını risk haritası hazırlanmış ve Şekil 11'da verilmiştir. Yangın duyarlılık sınıflarının alansal dağılımı ise Raster verilerinin vektör veriye dönüştürülmesi sonucu oluşturulmuştur. Kontrollü sınıflandırmada tarım, yerleşim ve ormanlık alanlar gibi tüm alanlar sınıflandırıldığından verilen yüzdeler toplam alan üzerinden hesaplanmıştır. Hazırlanan yangın risk haritasında çalışma alanının %11,86 yüksek riskli, %18,32 riskli, %25,23 orta riskli, %20,40 düşük riskli ve %24,19 ise risksiz olarak belirlenmiştir.

İnsan-orman etkileşiminin fazla olması orman yangınlarının başlıca sebepleri arasında gösterilmektedir (Bingöl 2017). Kızılçam ve karaçam gibi yanma potansiyeli yüksek ormanlarının varlığı ve yerleşimlerin yoğun bir şekilde görülmesi yangın risk haritalarının önemli faktörleridir (Karabulut vd. 2013). Muğla ili Mentеше ilçesi kıyı şeridi ile Milas ilçesi; eğitim, bakı, yola mesafe ve kızılçam ormanları nedeniyle çalışma alanında en riskli bölgelerdir. Çalışma alanında genel olarak tarım arazilerinin yoğun, eğimin az olduğu bölgelerin düşük riskli olduğu görülmektedir. Kızılçam ormanlarına ve güney bakıya sahip alanlarda yangın potansiyelinin daha fazla olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 2. Vejetasyon türleri risk sınıflandırma haritası

Faktör	Risk Seviyesi	Bitki örtüsü Alan (%)	Eğim Alan (%)	Bakı Alan (%)	Yola uzaklık Alan (%)	Yerleşmeye uzaklık Alan (%)
5	Yüksek Riskli	%15,2	%2,9	%26,3	%6,1	%0,7
4	Riskli	%30,5	%11,0	%21,2	%5,8	%9,8
3	Orta Riskli	%34,8	%26,1	%23,0	%6,2	%24,2
2	Düşük Riskli	%17,5	%31,3	%19,8	%4,9	%25,5
1	Risksiz	%2,0	%28,7	%9,7	%77,0	%39,8



## 5. SONUÇLAR

Yangınlar dünya çapında ormanların büyük kısmını yok etmektedir. Kayıtlı orman yangını istatistiklerine göre, 1937-2003 yılları arasında ülkemizde yaklaşık 1.6 milyar hektar orman yanmış, 2020 yılı itibarıyla bu değer yaklaşık 1.8 milyar hektara çıkmıştır. Ayrıca yangınlar belirli bölgelerde tekrarlanabilmektedir (Ertuğrul 2005). Tüm bu veriler, orman yangını risk haritalarının hazırlanması ve orman yangını yönetimi modellerinin geliştirilmesini gerekliliğini göstermektedir. Bu çalışma, riskli yerleri belirlemek ve ormancılık yönetiminin planlaması için çevresel faktörleri ve CBS konseptini kullanmayı amaçlamaktadır. Yangın risk modelleri, ormanların korunmasına yönelik ihtiyati tedbirler için gerekli bir yaklaşımdır.

Orman yangını yönetiminin bir parçası olan orman yangını risk haritası 2018 yılında Türkiye’de en çok orman yangınının görüldüğü Muğla-Menteşe yöresi için CBS ortamında hazırlanmıştır. Bu harita ile orman yangını yayılımına karşı önleme faaliyetleri bölge bazında farklılaştırılabilecektir. Böylece daha etkili yönetim modelleri uygulanabileceği gibi, optimum kaynak kullanımı vb. ekonomik avantajlar elde edilebilecektir.

Sonuçların Başaran vd. 2004 tarafından önerilen yeni kurulacak ormanların yangına dirençli hale getirilmesi ve ilk müdahale süresini kısaltmaya yönelik öneriler kapsamında da fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada, sabit çevre faktörlerinin yangın riski üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Model değişkenleri bitki örtüsü, eğim, baki, yola ve yerleşmeye olan mesafedir. Her değişken için uygun ağırlık değişkenleri seçilmiştir ve modelin çıktısı çalışma alanının özelliklerine göre ayarlamaya çalışılmıştır. Orman risk bölgesi haritalaması için Erten vd. (2005) ve Joaquim vd. (2007) tarafından belirlenen ağırlıklar kullanılmıştır. Yangın söndürme planının daha etkili olabilmesi için modelde değişken çevre parametrelerinin de (sıcaklık, nispi nem, rüzgâr hızı) analiz edilmesi önerilmektedir.

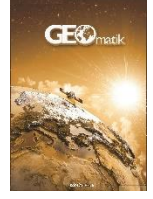
## KAYNAKÇA

- Akbulak C, Tatlı H, Aygün G & Sağlam B (2018). Forest fire risk analysis via integration of GIS, RS and AHP: The Case of Çanakkale, Turkey. *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2127-2143.
- Akkaş M E, Bucak C, Boza Z, Eronat H, Bekereci A, Erkan A, Cebeci C (2008). Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik Veriler Işığında İncelenmesi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Yayın No:333, Müdürlük Yayın No: 048.
- Asri İ, Çorumluoğlu Ö & Özdemir E (2015). CBS destekli orman yangını risk dağılım analizi; Antalya örneği, *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*.
- Avila-Flores D, Pompa-Garcia M, Antonio-Nemiga X, Rodriguez-Trejo D., Vargas-Perez E., Santillan-Perez J. (2010). Driving factors for forest fire occurrence in Durango State of Mexico: a geospatial perspective.

- Chin Geograph Sci 20(6):491-497. doi:10.1007/s11769-010-0437-x
- Başaran M A, Sarıbaşak H & Cengiz Y (2004). Yangın söndürme planı temel esaslarının belirlenmesi (Manavgat örneği). *Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü*.
- Bingöl B (2017). Determination of Forest Fire Risk Areas in Burdur Province Using Geographical Information Systems. *Turkish Journal Of Forest Science*, 1(2), 169-182.
- Eron Z (1988). Orman Yangınları Ve Mücadele Yöntemleri, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi, 5-6 Ekim 1988, Ankara*.
- Erten E, Kurgun V & Musaoğlu N (2005). Uzaktan algılama ve CBS kullanarak orman yangını bilgi sisteminin kurulması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı-2005, Ankara.
- Ertuğrul M (2005). Orman Yangınlarının Dünyadaki Ve Türkiye’deki Durumu. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(7), 43-50.
- Jaiswal R K, Mukherjee S, Raju K D & Saxena R (2002). Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4(1), 1-10.
- Joaquim G, Bahaaeddin A & Josep R (2007). Remote Sensing Analysis to Detect Fire Risk Locations, Canada.
- Karabulut M, Karakoç A, Gürbüz M, Kızılelma Y (2013). Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak başkonuş dağında (Kahramanmaraş) orman yangını risk alanlarının belirlenmesi, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 24.
- Sharma D, Hoa V, Cuong T V, Tuyen T & Sharma N (2009, October). Forest fire risk zonation for Jammu district forest division using remote sensing and GIS. In 7th FIG Regional Conference, Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment-Building the Capacity. Hanoi, Vietnam (pp. 19-22).
- Sharples J, McRae R, Weber R, Gill A (2009). A simple index for assessing fire danger rating. *Environmental Modelling and Software*, 24(6): 764-774.
- Türkeş M & Altan G (2013). İklimsel Değişimlerin ve Orman Yangınlarının Muğla Yöresi’ndeki Doğal Çevre, Doğa Koruma Alanları ve Biyotaya Etkilerinin bir Ekolojik Biyocoğrafya Çözümlemesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 22(2), 57-75.
- URL-1, Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr>, [Erişim 2018]
- URL-2, Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx> [Erişim 28 Haziran 2019]
- URL-3, Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, <https://muglaobm.ogm.gov.tr> [Erişim 2018]
- WRI, Dünya Kaynakları Enstitüsü, <https://www.wri.org/>, [Erişim 2019]







## Güneş enerjisi santral (GES) yapım yerlerinin cbs dayalı çok kriterli karar analizi ile belirlenmesi: Karabük örneği

Deniz Arca <sup>\*1</sup>, Hülya Keskin Çıtıroğlu <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi İzmir MYO, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı, YİKOB, Aydın, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Güneş enerjisi  
Coğrafi bilgi sistemleri  
Çok kriterli karar analizi  
Karabük

### ÖZ

Günümüzün globalleşen dünyasında insanoğlunun temel ihtiyaçlarından biri olan enerji, teknolojinin ilerlemesi ile daha da önem kazanmıştır. Geleneksel yöntemler ile enerji üretimindeki sınırlamalar ve çevresel kaygılar neticesinde, yenilenebilir enerjiye doğru hızlı bir yönelim gerçekleşmektedir. Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulumu ve işletme esnasındaki verimliliği açısından, yerlerinin seçimi büyük önem taşımaktadır. Güneş enerjisi, günümüzde hayatımızın önemli ve kaçınılmaz bir parçası haline gelmiş olan sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Güneş enerji santrallerin (GES) kurulum yerlerinin belirlenmesinde ekonomik, çevresel ve sosyal faktörlerin dikkate alınması oldukça büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı Karabük ilinde GES kurulabilecek uygun alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKA) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılarak belirlenmesidir. Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanının GES yapımı için orta ve düşük duyarlılık düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

## GIS-Based analysis of sites determination for solar power plant (SPP) by multi-criteria decision analysis method: A case study in Karabük

### Keywords

Solar power  
Geographical information systems  
Multi-criteria decision analysis method  
Karabük

### ABSTRACT

Energy, which is one of the basic needs of human beings in today's globalizing world, has gained more importance with the advancement of technology. As a result of the limitations in energy production with traditional methods and environmental concerns, a rapid shift towards renewable energy is taking place. The selection of their location is of great importance in terms of the establishment of renewable energy plants and their efficiency during operation. Solar energy is among the sustainable and renewable energy sources that have become an important and inevitable part of our lives today. It is very important to take into account the economic, environmental and social factors in determining the installation locations of solar power plants (SPPs). The aim of this study is to determine the most suitable areas for SPP in Karabük using Geographic Information Systems (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP), one of the Multi Criteria Decision analysis (MCDA) methods. According to the results, it has been determined that the study area is at medium and low sensitivity level for SPP construction.

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin ve sanayileşmenin hızlı gelişimi, dünyadaki zaten sınırlı ve gelecekte tükenen olan yeraltı fosil kaynaklarının da hızla tüketilmesine sebep olmaktadır. Özellikle çağımızda kentlerdeki yaşam kalitesinin de artmasıyla elektrik enerjisine olan talep daha da artmaktadır. Artan bu enerji türünün karşılanmasında ve üretilmesinde, tükenmeye başlayan fosil yakıtlar artık yerini alternatif ekonomik, yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarına bırakmaktadır (Can ve Erbiyık, 2020). Bu nedenle sürdürülebilir elektrik enerjisi üretiminde fosil yakıtlar yerine alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması önem sunmaktadır (Can, 2019). Dünya elektrik üretimi göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Toplam küresel elektrik üretiminin %26,2'si yenilenebilir kaynaklardan elde edilirken bu oranının sadece %2,4'ü güneş santrallerinden sağlanmaktadır (REN21, 2019). Türkiye'de de elektrik üretiminde kömür ve doğal gaz kaynaklarının üstünlüğü bulunmaktadır. Toplam elektrik üretiminin %32,08'i yenilenebilir kaynaklardan elde edilirken güneş enerjisinin bu üretim içindeki payı %2,56'dır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminin dağılımı incelendiğinde de güneş enerjisinin %7,98'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir (TEİAŞ, 2020). Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi, tükenmeyen ve temiz bir enerji kaynağıdır. Karbon monoksit (CO), kükürt (S), duman, gaz, radyasyon, koku ve ses gibi çevreyi kirletici unsurları barındırmamaktadır (Çağlayan ve ark., 2014). Güneş enerjisinin kullanım alanları; elektrik üretimi, ısıtma, soğutma, kurutma, aydınlatma, hesap makineleri, saatler ve trafik işaret lambalarının enerji temini, sıcak su eldesi, suyun damıtılması, mobil telefonların bataryalarının ve diğer taşınabilir cihazların şarj edilmesi, yemek pişirme, yapay uydu ve güneş kuleleri, güneş arabaları ve uçaklar olarak özetlenebilir (Alternatürk, 2020).

Hang ve ark. (2008) Çin'de sürdürülebilir bir gelecek için güneş enerjisi üzerine yaptıkları araştırmada Çin'de elektrik talebinin hızla arttığı üzerinde durmuşlar ve Çin'in batı ve kuzey bölgelerinde güneş kaynakları ve geniş araziler yaygın olarak mevcut olduğunu ortaya koymuşlardır. Sánchez-Lozano ve ark. (2013) Güney doğu İspanya'da yer alan Cartegena şehrinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yöntemleri ile güneş çiftlikleri kurulabilecek alanları araştırmışlardır. Uyan (2013) Konya'nın Karapınar Bölgesinde (Türkiye) Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanarak güneş çiftlikleri kurulabilecek alanları araştırmıştır. Effat (2013) Mısır'ın İsmailia İlinde mekik radar topoğrafya görevi ve çok kriterli karar analizi Yöntemi kullanarak güneş çiftlikleri kurulabilecek potansiyel alanların belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Suh ve Brownson (2016) CBS, Bulanık küme (Fuzzy sets) ve AHY kullanarak Kore'nin Ulleung Adasının güneş çiftlikleri için uygunluğunu araştırmışlardır. Uyan (2017) Konya İli (Türkiye) Çumra İlçesinde CBS ve AHY kullanarak güneş enerji santrali kurulabilecek alanların haritalanması üzerine yaptığı

çalışma sonucu elde ettiği duyarlılık haritasını düşük, orta ve yüksek duyarlılık olarak üç kategoriye ayırmıştır. Yalçın ve Yüce (2020) CBS ve AHY kullanarak Burdur'da (Türkiye) güneş enerji santrali (GES) yatırımına uygun alanların belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışma sonucunda Burdur merkez, Gölhisar, Ağlasun, Çeltikçi, Bucak ve Yeşilova ilçelerinde uygun alanlar olduğunu belirlemişlerdir. Oral (2020) Karabük ilinde güneş enerjisi uygulamalarının fırsatlar ve riskler bağlamında analizini gerçekleştirdiği çalışmada Karabük ili için çatı ve yan yüzey GES uygulamalarının yerel ölçekte rasyonel seçenek olduğunu sonucuna varmıştır.

Ülkemiz coğrafi konum olarak 36-42° kuzey enlemleri ile 26-45° doğu boylamları arasında yer alması nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli bakımından dünya üzerinde pek çok ülkeye göre daha avantajlı durumdadır (Çiftci ve Altundağ 2017). Güneş enerjisinden elektrik üretimi çalışmalarında potansiyel belirlemek ve güneş enerjisini etkin kullanabilmek amaçlarıyla Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEP) hazırlanmıştır. GEP dikkate alındığında Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresinin 2.741 saat, günlük toplamının ise 7,5 saat, yıllık toplam gelen güneş enerjisinin 1.527 kWh/m<sup>2</sup>-yıl, günlük toplamının ise 4,18 kWh/m<sup>2</sup>-gün değerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca bölgesel güneş enerjisi parametre değerleri incelendiğinde, ülkemizde hemen hemen her noktada güneş enerjisinden direkt veya dolaylı yararlanma olanağı bulunmaktadır (ETKB, 2020).

Çalışma alanı olan Karabük İl merkezinin yıllık toplam güneş radyasyonu 1400-1500 kWh/m<sup>2</sup>-yıl arasındadır. Ayrıca Karabük'ün aylık ortalama günlük güneşlenme süresi yaklaşık 6,5 saat, yıllık ortalama toplam güneşlenme süresinin ise yaklaşık 2.373 saattir. Karabük'ün global radyasyon değerlerinin ise haziran ve temmuz aylarında en yüksek olduğu, aylık ortalama günlük ışınım şiddetinin yaklaşık 3,7 kWh/m<sup>2</sup>, yıllık ortalama toplam global radyasyon değerinin ise yaklaşık 1.351 kWh/m<sup>2</sup> olduğu görülmektedir (EİGM, 2020).

Karabük il merkezinde Karabük'ün 5. büyük enerji santrali olan ve 3.619 konutun enerji ihtiyacını karşılayabilecek miktarda elektrik üreten, 7 MWe kurulu gücünde Enerjisa Karabük Güneş Enerji Santrali ve Safranbolu ilçesinde 0,67 MWe kurulu gücünde Tema Trend Gayrimenkul Güneş Enerjisi Santrali (Enerji Atlası, 2020) ile 0,022 MWe kurulu gücünde Karabük Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali bulunmaktadır (Şevik, 2017). Karabük ilindeki mevcut elektrik santrallerinin kaynaklarına göre kurulu gücün dağılımı incelendiğinde hidroelektrik santrali (HES) ve kömür ağırlıklı elektrik üretimi olduğu görülmektedir (Şevik, 2017). İl genelinde toplam kurulu gücü içinde termik ve hidroelektrik santrallerin toplam payı %92 düzeyinde iken GES'lerin payı %8 düzeyindedir (Oral, 2020). Bu çalışma ile GEP (Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası) dikkate alınarak Karabük İlinde mevcut HES'lere ek olarak yine yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinden yararlanılabilmesi için Karabük il merkezi örneğinde uygun GES alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Karabük ilinde potansiyel GES kurulumu için uygun yer seçimi, çoklu seçim



#### 2.2.4. Arazi kullanımı

Arazi kullanımı GES'lerin yerlerinin belirlenmesinde çevresel bir faktör olarak kabul edilir (Uyan 2013). GES kurulması bölgedeki doğal yaşamı etkileyeceği için koruma alanlarından da belirli bir mesafe uzaklıkta olması gereklidir (Uzar ve Koca, 2020). Bu çalışmada arazi kullanımı kaya, mera, orman, bahçe tarım alanı, tarım alanı ve yerleşim olmak üzere 6 sınıfta incelenmiştir (Çağlayan, 2019). Çalışma alanına ait arazi kullanım haritası Şekil 2d'de gösterilmiştir.

#### 2.2.5. Yollara olan uzaklık

GES uygun yer seçiminde yollara (kara ve demir) olan uzaklık santralin bakım ve onarım masrafları açısından önemli bir kriterdir. Tesisin ilk kurulduğunda yollara yakın olması yapılacak alt yapı çalışmalarında maliyetin düşük olmasını sağlar ve ayrıca ulaşım amaçlı yeni yollarının açılması sırasında çevre arazilerin zarar görmesiyle sonuçlanabilecek olası zararları engeller (Uyan, 2017; Eroğlu, 2018). Ama yollardan geçen trafiğin bıraktığı atıklar güneş panellerini olumsuz etkileyeceğinden ve güvenlik açısından önemli sıkıntılar doğurabileceğinden dolayı literatürde, GES'lerin yollara 100 m'den yakın olmaması kabul görmüştür (Uzar ve Koca, 2020). Çalışma alanının da yol hatlarına uzaklık faktörü 8 sınıf altında değerlendirilmiştir (Şekil 2e).

#### 2.2.6. Akarsuya olan uzaklık

Akarsuya olan uzaklık GES'nin taşkınlardan etkilenmemesi için dikkate alınması gereken bir faktördür. Bu nedenle literatürde GES'ler in akarsulardan en az 400m uzaklıkta olması kabul görmüştür (Uzar ve Koca, 2020). Çalışma alanının da akarsuya olan uzaklık faktörü 7sınıf altında değerlendirilmiştir (Şekil 2f).

#### 2.2.7. Jeoloji

Karar verme sürecinde kullanılan parametreler, en uygun alternatifleri belirleyebilmek için kullanılan ve alanı karakterize eden değerler olmakla birlikte uygulanmış projelerden elde edilen tecrübelerle dayanılarak bazı önemli parametreler de kullanılmaktadır. Bu parametrelerden biri de arazinin jeolojik yapısıdır (Uyan, 2017). Santralin kurulacağı alanın jeolojik yapısı proje maliyetini doğrudan etkilemektedir (Eroğlu, 2018). Ayrıca zeminin çakmalı montaj sistemlerine uygun olması gerekmektedir.

Çalışma alanında yüzeyleme gösteren 5 farklı litolojik formasyon ve bu formasyonlara ait 3 üye bulunmaktadır. Çalışma alanında yaşlıdan gence doğru sırasıyla Ulus formasyonu (Ku) ve bu formasyonun Sunduk (Kus) ve Ahmetusta (Kua) üyeleri, Safranbolu formasyonu (Tes), Karabük formasyonu (Teka) ve bu formasyonun Çerçen üyesi (Tekaç), Örencik formasyonu (Tplö) ve alüvyon (Qal) yer almaktadır. Şeyl, kıltaşı, marn, kireçtaşı, kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve çakıltaşı ardalanmasından oluşan Ulus formasyonu (Ku), Ahmetusta (Kua) ve Sunduk (Kus) olmak üzere 2 üyeye ayrılmaktadır. Ulus formasyonu içindeki çakıltaşları Ahmetusta üyesini (Kua) oluşturmakta olup gri, sarı,

kahverengimsi sarı renklerde, orta-kalın katmanlı ve masif görünümlüdür. Sunduk üyesi (Kus) ise gri, bej renkli, orta-kalın katmanlı kireçtaşlarından oluşmakta ve kalınlığı yaklaşık olarak 2000 metreye ulaşmaktadır. Safranbolu formasyonu (Tes) altta ince çakıltaşı-kumtaşı seviyesi ile başlayıp üste doğru karbonatlı kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve kireçtaşı seviyesine geçmektedir. Sarımsı beyaz, açık gri ve pembe renklerde ve orta-kalın tabakalı olan Safranbolu formasyonunun kalınlığı 50-500 metre arasında değişmektedir. Gri-haki yeşil renkli ve orta-kalın katmanlı özellik sunan Karabük formasyonu (Teka) alt seviyelerinde marn, üste doğru kıltaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşur. Formasyonun üst kesimlerinde ince kömür seviyeleri de bulunmaktadır. Karabük formasyonunun üyesi olan Çerçen Üyesi (Tekaç) ise kırmızı, yeşil renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kıltaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Çalışma alanının genç çökelleri olan orta-kalın katmanlı Örencik formasyonu (Tplö) kırmızı, sarımsı kırmızı ve kahrengi karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşur. Çalışma alanının en genç birimi Kuvaterner yaşlı alüvyon (Qal) olup akarsu yatakları, eski çukurluklar ve düz alanlar üzerinde gelişen çakıl, kum ve çamur çökellerinden oluşmaktadır (Timur ve Aksay, 2002). Alüvyon, tutturulmamış ve ayrık taneli birim özelliği sunmasından dolayı GES kurulumu uygun olmayıp, çalışma alanındaki diğer jeolojik formasyonlar GES kurulumu için uygundur. Çalışma alanına ait jeoloji haritası Şekil 2g'de verilmiştir.

#### 2.2.8. Fay hatlarına olan uzaklık

GES kurulumu için yer seçiminde deprem riski az olan bölgeler seçilmelidir. Karabük civarında, bölgedeki KB-GD yönlü sıkışmaya bağlı olarak kuzey bloğu yükselmiş, güney bloğu düşmüş KD-GB doğrultulu düşey atımlı fay yer almaktadır (Timur ve Aksay, 2002). Fay hattı verisi MTA Genel Müdürlüğü'nün sitesinden sunulmuş olan Fay Haritasından sayısallaştırılarak elde edilmiştir (MTA, 2020) ve analizlerde kullanılmak üzere 1000 m aralıklarla beş farklı buffer alanı oluşturulmuştur (Şekil 2h).

#### 2.2.9. Yerleşim Alanlarına olan uzaklık

Yerleşim alanlarına olan uzaklık GES yer seçimi için dikkate alınması gereken faktörlerden biridir. Çünkü yerleşim yerleri her geçen gün büyümektedir ve uzun vadede düşünüldüğünde ise GES'lerin bu bölgeler içinde kalma ihtimalleri olduğundan Güneş santrallerini yerleşim yerlerine çok yakın olmaması gerekmektedir (Uzar ve Koca, 2020). Ama GES'lerin yerleşim yerlerinden çok uzakta olması da bölgenin enerji iletim masraflarını arttıracaktır. Bu nedenle GES'lerin yerleşim yerine ideal bir uzaklıkta olması istenmektedir (Eroğlu, 2018). Çalışma alanında yerleşim alanlarına uzaklık faktörü 7 sınıf altında değerlendirilmiştir (Şekil 2i).

#### 2.2.10. Bakı

GES kurulumu için bakı ülkemizin yüksek ve engebeli olmasından dolayı önemli bir faktördür. GES yer seçimi için gün içerisinde güneşten en fazla fayda



sağlanacağı güney cephelerinin belirlenmesi gerekmektedir (Gerçek, 2018; Yalçın ve Yüce, 2020). Çalışma alanına ait bakı haritası -1 ile 360 derece aralığında olmak üzere, toplam 10 sınıfı içerecek şekilde değerlendirilmeye alınmıştır (Şekil 2j).

### 2.3. Yöntem

Bu çalışmada duyarlılık haritasının üretilmesi için CBS tabanlı çok kriterli karar verme analizi (CBS-ÇKKA) yöntemi, ÇKKA çözümünde ise Analitik Hiyerarşi (AHY) ve AHY ile uyumlu olarak geliştirilen Ağırlıklandırılmış Doğrusal Birleştirme (ADB) yöntemleri kullanılmıştır. ÇKKA, karar problemlerinin çözümünde bir dizi alternatif çözümlemesi ile uyumsuz verilerden ve bu verilere sahip zıt kriterlerden yararlanılması işlemidir (Malczewski, 1999). AHY ise karar vericinin tüm alternatiflerini tüm kriterler ile beraber değerlendirerek, birbirlerinin göreceli önemlerine göre ikili karşılaştırmalar yapması prensibine dayanmaktadır (Saral ve Musaoğlu, 2011). AHY'nin karar vericiler tarafından tercih edilmesinin nedeni, çok kriterli kararlarda subjektif kriterleri dikkate alması, kullanımı kolay ve anlaşılır bir yöntem olmasıdır (Ömürbek ve ark., 2013; Soba ve Bildik, 2013). Çok kriterli karar verme problemlerinde karşılaşılan temel sorun, çeşitli alternatifler arasından birden çok kriter göz önünde bulundurarak seçim yapabilmek için ağırlık, önem veya üstünlük belirlemektir. İşte bu sorunu çözmede AHY etkin olarak kullanılan bir ÇKKA yöntemidir. AHY yönteminin en önemli özelliklerinden biri karar vericinin hem objektif hem de subjektif düşüncelerini karar sürecine dâhil edebilmesidir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Bu nedenle de AHY karar almada, grup ve bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. Bu durum da AHY'yi diğer karar verme yöntemlerine göre daha güçlü kılmaktadır (Gülenç ve Aydın Bilgin, 2010).

AHY amacı belirlenen ölçütlere göre en uygun seçeneğin belirlenmesidir (Kuruşunoğlu ve Önder, 2014). AHY karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisinin belirlenmesi ile başlamaktadır. İkili karşılaştırmanın yapılabilmesi için, Saaty (1977 ve 2008) tarafından önerilen AHY Değerlendirme Ölçeğinden (Tablo 1) yararlanılarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. İkili karşılaştırma matrisi oluştururken kriter çiftlerinden hangisinin daha önemli olduğu ve önemli olan kriterin diğer kriterlere göre önem derecesi ne kadar olmalı sorularına cevap verilmesi gerekir.

Karşılaştırma matrisinin oluşturulmasından sonraki aşama ise kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasıdır. Oluşturulan karşılaştırma matrisi ile her bir kriterin ağırlığı hesaplanarak Tablo 2'de verilmiştir. Karşılaştırma matrisi sonucu elde edilen en yüksek ağırlığa sahip faktörler sırasıyla güneş radyasyonu, trafoya olan uzaklık, eğim, bakı, arazi kullanımı, yola olan uzaklık, akarsuya olan uzaklık, Jeoloji, fay hattına olan uzaklık ve yerleşim alanlarına olan uzaklık olarak belirlenmiştir.

AHY kendi içinde tutarlı bir sistematığe sahip olmasına rağmen sonuçlar karar vericinin kriterler arasında yaptığı bire bir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacağından kriterlerin ağırlık hesabından sonra

rastgele oluşturulan matris derecelendirmesindeki güvenilirliği anlamına gelen Tutarlılık oranının (CR) hesaplanması gerekmektedir (Mutlu ve Sarı, 2017). Saaty (2000) maksimum tutarlılık oranını %10 olarak önermektedir. Bu değer üzerinde bir değer bulunursa ikili karşılaştırma matrisinin tekrardan oluşturulması gerekmektedir (Drobne ve Lisec, 2009). Tutarlılık oranı rastgele indeks değeri (RI) ve tutarlılık ayırma ölçütü sağlayan tutarlılık indeks değeri (CI)'ne bağlı olarak

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

CI değeri ise  $\lambda$  tutarlılık vektör ortalaması ve n kriter sayısına bağlı olarak

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} \text{ şeklinde elde edilir.}$$

**Tablo 1.** AHY değerlendirme ölçeği (Saaty, 1977; Saaty, 2008).

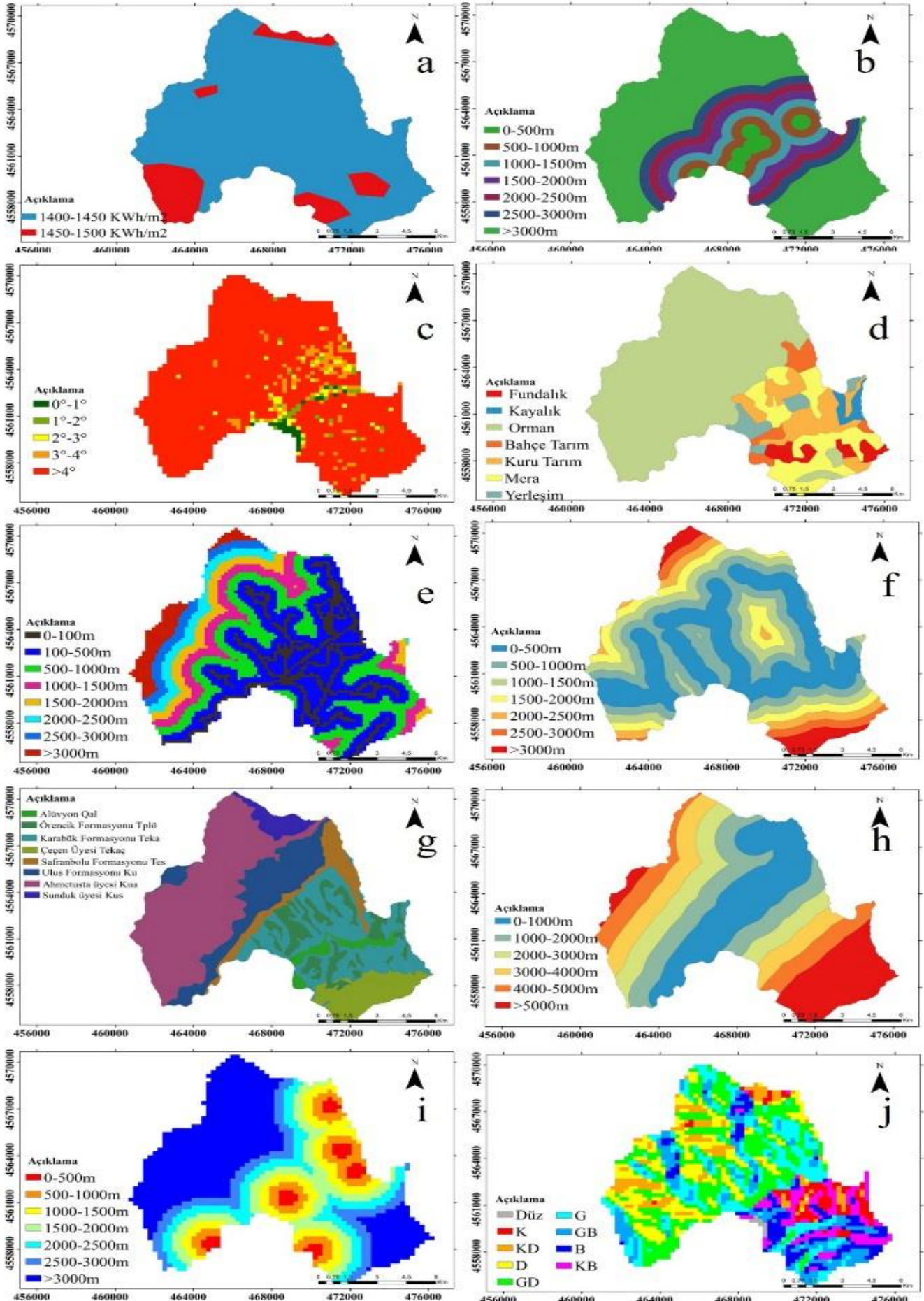
Önem Derecesi	Tanımlama
1	Eşit derece önemli
3	1. ölçüt 2.'ye göre biraz daha önemli
5	1. ölçüt 2.'ye göre fazla önemli
7	1. ölçüt 2.'ye göre çok fazla önemli
9	1. ölçüt 2.'ye göre olası en kuvvetli öneme sahip veya tercih ediliyor.
2,4,6,8	Ara değerler, uzlaşma gereken durumlarda kullanılmaktadır.

**Tablo 2.** Karşılaştırma matrisi ve ağırlık değerleri (a Güneş radyasyonu, b Trafoya uzaklık, c eğim, d Arazi kullanımı, e Yola olan uzaklık, f Akarsuya olan uzaklık, g Jeoloji, h Fay hattına olan uzaklık, i Yerleşim alanlarına olan uzaklık, j Bakı)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	J	Ağırlık (%)
a	1	3	2	8	6	7	7	8	7	3	0,28
b		1	3	4	5	6	6	7	6	2	0,20
c			1	2	4	5	5	6	5	3	0,15
d				1	3	4	4	5	4	1/4	0,08
e					1	3	2	3	4	1/6	0,05
f						1	3	2	2	1/3	0,04
g							1	2	2	1/4	0,03
h								1	3	1/5	0,03
i									1	1/4	0,02
j										1	0,12

Oluşturulan karşılaştırma matrisindeki değerlerin ve elde edilen ağırlıkların tutarlı olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla hesaplanan "Tutarlılık oranı" (CR) değeri ise 0,08 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen oran Saaty (2000) tarafından önerilen 0,10'un altında olduğu için ikili karşılaştırma matrisi sonucu bulunan değerlerin birbirleriyle tutarlı oldukları kanaatine varılmıştır.

Kriterlerin ağırlıklarının ve tutarlılık oranının hesaplanmasından sonraki aşama ise ADB yöntemi ile faktörlerin birbirleriyle birleştirilmesi ve sonuç haritanın elde edilmesidir.

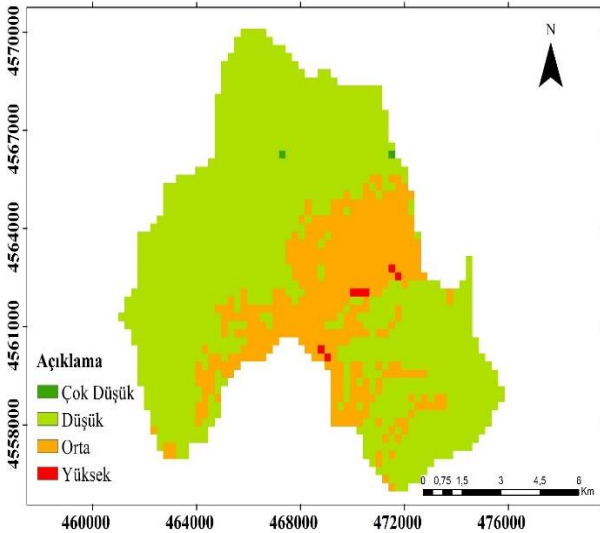


Şekil 2. Kullanılan parametreler. a güneş radyasyonu, b trafoya uzaklık, c eğim, d arazi kullanımı, e yola olan uzaklık, f akarsuya olan uzaklık, g jeoloji, h fay hattına olan uzaklık, i yerleşim alanlarına olan uzaklık, j bakı

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

GES yer seçimi için CBS tabanlı ÇKKA yöntemlerinin kullanılması pek çok alternatifin sürece dahil edilmesine ve bunun sonucu olarak da farklı stratejiler geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, analiz sonucunu etkileyen en önemli unsur, analizi yapılan konuya etki eden faktörlerin en uygun şekilde tespit edilmesidir. Analiz sonucu üretilen haritaların sağlıklı değerlendirilebilmesi de tespit edilen faktörlerin uygunluğuyla doğru orantılıdır (Uyan, 2017).

Bu çalışmada CBS dayalı ÇKKA yöntemi ile Karabük iline ait 10 kriterin normalleştirilmesi, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve tüm kriterlerin toplanması ile GES yapım yeri için duyarlılık sınıfları haritası üretilmiştir. Üretilen duyarlılık haritası yüksek, orta, düşük ve çok düşük duyarlı olmak üzere dört farklı sınıfa ayrılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda yüksek duyarlılık %0,37, orta duyarlılık %24,16, düşük duyarlılık %75,36 ve çok düşük duyarlılık %0,11 oranında elde edilmiştir (Şekil 3). Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanında GES kurulumu için yüksek duyarlılığa sahip oldukça uygun alanların 47,38 ha, orta duyarlılığa sahip uygun alanların ise 3.052,51 ha alan kapsadığı görülmüştür. Karabük İlinde GES kurulumuna uygun olan yüksek ve orta duyarlılığa sahip olan toplam 3.099,89 ha'lık bu alan çalışma alanının güneyinde ve doğusunda yer almakta ve tüm alanın %24,53'ünü kapsamaktadır. Çalışma alanının kuzeyi ve batısını kapsayan %75,47'lik kısmı ise GES kurulması için uygun değildir.



Şekil 3. Uygun GES yapım yeri alanı için duyarlılık sınıfları haritası

### 4. SONUÇLAR

Türkiye ölçeğinde hazırlanmış bir harita olan GEPA Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası GES kurulumuna uygun yerlerin belirlenmesinde genel

bir fikir vermesiyle birlikte tek başına yeterli değildir. Bu nedenle GES yer seçimi konusunda birçok değişken etkili olmaktadır (Effat, 2013). 10 faktöre dayalı olarak CBS tabanlı ÇKKA-AHY yöntemi ile yapılan bu çalışma sonucunda, çalışma alanının GES yapım yeri için ağırlıklı olarak orta ve düşük duyarlılık düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Enerji Genel Müdürlüğü'nün GEPA atlasında çalışma alanının güneş radyasyonu değerleri ile bu çalışmada belirlenen bulguların birbiriyle örtüştüğü görülmektedir. Bu durum, bu çalışmada kullanılan kriterlerin genel düzeyde değerlendirmeler için yeterli olduğunu göstermektedir. HES ve kömüre dayalı elektrik üretiminin ağırlıklı olduğu Karabük İlinde yenilenebilir ve temiz bir enerji türü olan güneş enerjisinden faydalanılabilmesi amacıyla en azından başlangıç için yüksek ve orta duyarlılık özelliği sunan yerlere GES kurulması hem çalışma alanında temiz ve sağlıklı bir çevre ve ucuz enerji temini hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu çalışmanın literatürde yer almasıyla, GES kurulum yeri belirleme çalışmalarında daha geniş sayıda kriterlerin kullanılmasına katkı sağlaması hedeflenmektedir. GES kurulum aşaması için sonraki yapılacak çalışmalarda kurulması planlanan GES'in modeli, boyutu ve doğal çevre ile ilişkisinin ayrıntılı değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca GES kurulumu için uygun olarak belirlenen alanlarda GES'lerin yerleştirileceği parsellerin mülkiyet durumları da dikkate alınmalıdır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile CBS tabanlı ÇKKA ve AHY yöntemlerinin yer uygunluk haritalarının üretilmesinde oldukça güçlü bir yöntem olduğu da vurgulanmaktadır.

### KAYNAKÇA

- Al Garni H Z & Awasthi A (2017). Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. *Applied Energy*, 206, 1225-1240.
- Alternaturk (2020). Güneş enerjisinin kullanım alanları. <https://www.alternaturk.org/gunes-enerjisi-kullanim-alanlari.php> Erişim tarihi:16.06.2020.
- Asakereh A, Soleymani M & Sheikhdavoodi M J (2017). A GIS-based Fuzzy-AHP method for the evaluation of solar farms locations: Case study in Khuzestan province, Iran. *Solar Energy*, 155, 342-353.
- Can E (2019). Analysis of risks that are based on the aerial photography used in photogrammetric monitoring maps for environmental wind power energy plant projects. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 746.
- Can E & Erbiyık H (2020). Rüzgâr enerji santrali projelerinde topografik yersel ölçme ve gözlemlerden kaynaklanan risklerinin incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(4), 741-752.

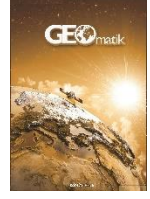
- Charabi Y & Gastli A (2011). PV site suitability analysis using GIS based spatial fuzzy multi-criteria evaluation. *Renewable Energy*, 36 (9), 2554–2561.
- Çağlayan İ (2019). Karabük şehri ve çevresinde doğal ortam ile insan arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya ABD. Van.
- Çağlayan N, Ertekin C & Evrendilek F (2014). Spatial viability analysis of grid-connected photovoltaic-power systems for Turkey, *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 56,270–278.
- Çiftci A & Altundağ E (2017). Burdur bölgesi güneş enerjisi potansiyelinin elektrik üretiminde kullanılabilirliği. *Mesleki Bilimler Dergisi*, MBD 6 (2), 111 – 120.
- Drobne S & Lisec A (2009). Multi-attribute decision analysis in GIS: weighted linear combination and ordered weighted averaging, *Informatica (Slovenia)*, 33(4), 459-474.
- Effat H A (2013). Selection of potential sites for solar energy farms in Ismailia Governorate, Egypt using SRTM and Multicriteria Analysis. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS* 2(1),205-220.
- EİGM (2020). Güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA) <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/78.aspx> Erişim tarihi:17.06.2020.
- Enerji Atlası (2020). Karabük güneş enerji santralleri, <https://www.enerjiatlası.com/gunes-enerjisi-haritasi/karabuk> Erişim tarihi:16.06.2020.
- Eroğlu H (2018). Güneş enerji santralleri için uygunluk haritasının elde edilmesi: bir uygulama. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(4), 97-106.
- ETKB (2020). Bilgi merkezi, güneş, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>, Erişim tarihi:17.10.2020.
- Gerçek Y (2018). Güneş enerji santralleri için CBS ile en uygun yer tayini: Malatya ili örneği. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gülenç İ F & Aydın B G (2010). Yatırım kararları için bir model önerisi: AHP yöntemi. *Öneri Dergisi*, 9 (34), 97-107.
- Hang Q, Jun Z, Xiao Y & Junkui C (2008). Prospect of concentrating solar power in China—the sustainable future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12,2505–2514.
- Karabük Belediyesi (2020). Karabük. <https://www.karabuk.bel.tr/default.asp#> Erişim tarihi:19.07.2020.
- Karabük ÇŞİM (2019). Karabük ili 2018 yılı Çevre durum raporu. Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü, Çed ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Karabük. 161 s.
- Karabük Meteoroloji Müdürlüğü (2005). Karabük Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü'nün ölçtüğü bazı değerler (Yayınlanmamış), Karabük.
- Karabük Valiliği (2020). Karabük. <http://www.karabuk.gov.tr/sehrimiz> Erişim tarihi:19.07.2020.
- Kengpol A, Rontlaong P & Tuominen M (2013). A decision support system for selection of solar power plant locations by applying fuzzy AHP and TOPSIS: An empirical study. *Journal of Software Engineering Application*, 6 (9),470–481.
- Kurşunoğlu N & Önder M (2014). Yeraltı maden işletmelerinde analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile uygun vantilatör seçimi. *Türkiye 19. Kömür Kongresi, Zonguldak*, 115-122.
- Kuruözüm A & Atsan N (2001). Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 1(1), 83-105.
- Malczewski J (1999). GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley and Sons, Toronto, 408 s.
- Memişoğlu T (2014). Akarsu vadileri boyunca çevresel kirleticilerin coğrafi bilgi sistemleri ile analizi: Trabzon ili örneği. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 159s.
- MTA (2020). Yerbilimleri harita görüntüleyicisi ve çizim editörü. Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü. <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> Erişim tarihi:10.08.2020.
- Mutlu M & Sarı M (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve madencilik sektöründe kullanımı. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 56(4), 181-196.
- Noorollahi E, Fadaei D, Akbarpour S M & Ghodsipour S (2016). Land suitability analysis for solar farms exploitation using GIS and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP)—a case study of Iran. *Energies*, 9(8), 643.
- Oral M (2020). Solar energy potential of Turkey and evaluation of PV applications in local scale: Case of Karabük province. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 42, 482-503.
- Ömürbek N, Üstündağ S & Helvacıoğlu Ö C (2013). Kuruluş yeri seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanımı: Isparta Bölgesi'nde bir uygulama. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(21),101-116.
- REN21 (2019). Renewables 2019 global status report. Renewable Enerji Policy Network for the 21st century Paris, France, pp:336. [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2019\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf) Erişim tarihi:19.11.2019.
- Saaty T L (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical psychology*, 15, 231-281.
- Saaty T L (2000). Fundamentals of decision making and priority theory. 2. Edition, RWS Publications, Pittsburgh.



- Saaty T L (2008). The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: Applications to decisions under risk. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 122-196.
- Sánchez-Lozano J M, Teruel-Solano J, Soto-Elvira P & García-Cascales M S (2013). Geographical information systems (GIS) and multi-criteria decision making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 24,544–556.
- Saral A & Musaoğlu N (2011). Çok kriterli karar verme ve bilgi difüzyonu yöntemleri ile taşkın risk analizi. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan, Ankara.
- Soba M & Bildik T (2013). İlçelerde fakülte yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci metodu ile belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(5), 51-63.
- Suh J & Brownson J R S (2016). Solar farm suitability using geographic information system fuzzy sets and analytic hierarchy processes: Case study of Ulleung Island, Korea *Energies* 9, 648.
- Şevik S (2017). İl bazında enerji dengesi analizi: Karabük örneği, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım Ve Teknoloji*, 5(4), 71-85.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2020). Göç yolları. Tarım ve Orman Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü Hayvan Sağlık Daire Başkanlığı <http://www.kusgribi.gov.tr/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EFA26CBFDF5F1B259F> Erişim tarihi:21.06.2020.
- TEİAŞ (2020). Türkiye elektrik üretim istatistikleri. <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> Erişim tarihi:10.05.2020.
- Timur E & Aksay A (2002). 1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları No:30 Zonguldak F-29 Paftası. MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Ankara 23 s.
- TUİK (2020). Adrese dayalı kayıt sistemi sonuçları <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> Erişim tarihi:15.06.2020.
- URL-1 (2020). Türkiye mülki idare haritaları [http://cografyaharita.com/turkiye\\_mulki\\_idare\\_haritalari.html](http://cografyaharita.com/turkiye_mulki_idare_haritalari.html) Erişim tarihi: 06.09.2020.
- Uyan M (2013). GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapınar region, Konya/Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 28,11–17.
- Uyan M (2017). Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 343-351.
- Uzar M & Koca H (2020). Güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi için uygunluk haritasının oluşturulmasında klasik ve bulanık mantığa dayalı yöntemlerin analizi: Menemen örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 7(1),11-28.
- Yalçın C & Yüce M (2020). Burdur'da güneş enerjisi santrali (GES) yatırımına uygun alanların CBS tabanlı AHP yöntemiyle tespiti. *Geomatik Dergisi* 5(1),36-46.



© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Türkiye'de imar uygulama mevzuatındaki gelişim süreci

Tayfun Çay\*<sup>1</sup>, Esra Sonel Kandemir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye  
<sup>2</sup>Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

İmar Kanunu  
 İmar Mevzuatı  
 İmar Uygulama  
 Kanunda Değişiklikler  
 Düzenleme Ortaklık Payı  
 Gelişim Süreci

### ÖZ

Bu çalışmada, Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk İmar Kanununun kabul edildiği tarihten günümüze kadar uygulanan mevzuat ve değişimler incelenmiş ve mevzuatlardaki gelişim süreci ele alınmıştır. İmar mevzuatlarında imara dair pek çok konu bulunmaktadır ve yıllar boyunca pek çok değişiklik yapılmıştır. Yapılan çalışmada, bu gelişim süreci ele alınırken özellikle imar uygulamaları, düzenleme ortaklık payı oranı ve kapsamı ile imar mevzuatına aykırı yapılar getirilen imar affı konularına yönelik mevzuat düzenlemeleri ve değişiklikleri üzerinde durulmuştur. 3194 sayılı İmar Kanununun yürürlükte olan değişiklikler ile son haline ilişkin olumlu ve olumsuz yönlerinden bahsedilmiş ve eksiklik olarak öngörülen konulara yönelik çözüm önerileri sunulmuştur. Türkiye'deki imar kanunlarının günümüze kadar "eş oranlı yöntem" ilkesine göre kurgulandığı, ancak buna alternatif olarak "eş değerlik" ilkesinin getirilmesi gerekliliği ve düzenleme ortaklık payı oranının "eş değerlik yöntemine" göre belirlenmesi gerektiği önerilmiştir.

## Development process of reconstruction implementation legislation in Turkey

### Keywords

Zoning Law  
 Zoning Legislation  
 Zoning Implementation  
 Law Amendments  
 Development Readjustment Share  
 Development Process

### ABSTRACT

In this study, legislation and amendments of first zoning law the of Republic of Turkey was published in 1985 to until present day was examined and the development process in the legislation was considered. There are many issues regarding zoning in the zoning legislation. And Many changes have been made over the years. In the study, while considering this development process, especially legal regulations and amendments for zoning implementations, development readjustment share rate and content and zoning amnesties brought to buildings against the zoning legislation were emphasized. The Zoning Laws in Turkey until today, are constructed according to the principle of "equal proportion method". However, alternatively, as a necessity the method based on "equivalence" principle was recommended to be regulated and development readjustment share rate that should be determined according to the "equivalence method" was proposed.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde Cumhuriyet Döneminde yasaya dayalı kent düzenlemeleri 1928 yılında 1351 sayılı “Ankara Şehri İmar Müdüriyeti ve Teşkilat ve Vazifelerine Dair Kanun” ile sağlanmış ve Ankara kentinin imar planları hazırlanmıştır. Ardından 1930 yılında 1580 sayılı “Belediye Kanunu” yürürlüğe girerek bütün belediyelerce imar yapma zorunluluğu hüküm altına alınmıştır. 1933 tarihinde 2290 sayılı “Belediye Yapı ve Yollar Kanunu” ile kentlerin planlaması çalışmalarını ve imar faaliyetleri düzenleyen yasa yürürlüğe girmiştir. 1956’da yılında imarla ilgili yasal durumu düzenlenen 6785 sayılı “İmar Kanunu” uygulamaya konulmuştur.

Türkiye Cumhuriyeti’nin imar konusunda yasal durumu düzenleyen 6785 sayılı İmar Kanunu’nun kabul tarihinden günümüze kadar birçok mevzuat düzenlemeleri yapılmış olup, yapılan düzenlemeler ile doğan ihtiyaçları karşılamak amacıyla imar kanununu daha işlevsel hale getirmek ve geliştirmek amaçlanmıştır.

6785 sayılı İmar Kanunu 1985’te yürürlükten kaldırılarak 3194 sayılı İmar Kanunu 09.05.1985 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe konulmuştur. 3194 sayılı İmar Kanununda ise, doğan yeni ihtiyaçlara yönelik birçok değişiklik yapılmıştır.

İmarla ilgili yasal durumu düzenleyen imar mevzuatlarında yer alan düzenleme ortaklık payı oranı (DOPO) ve kapsamının değişim sürecini incelendiğinde, düzenleme ortaklık payının 6785 sayılı İmar Kanunu’nun 42’nci maddesinde bulunan “*plan gereklerine göre, bağımsız ya da ortaklandırılmış olarak parsellere ayırmaya ve bu yerleri % 25’e kadar kesinti ile sahiplerine dağıtma*” hükmü ile ilk kez “kesinti yapma” kuralı olarak ortaya çıktığı görülmektedir.

Arsa düzenlemeleri, imar mevzuatında sıkça yapılan değişikliklerden ve yargı kararlarından fazlasıyla etkilenmektedir (Köktürk, 2004). Anayasa Mahkemesince, 42’nci maddedeki “*taşınmaz malın gerçek karşılığı verilmeksizin yüzde yirmi beşe kadar noksanı ile sahiplerine dağıtılacağına*” ilişkin hüküm, Anayasanın 38’inci maddesine aykırılığı nedeniyle Anayasa Mahkemesinin 22.12.1963 Günlü, 1963/65 Esas, 1963/278 sayılı kararıyla iptal edilmiştir. Bunun üzerine, anılan madde 1605 sayılı “6785 sayılı İmar Kanununda Bazı Değişiklikler Yapılması Hakkında Kanun”la yeniden düzenlenmiş, belediyelerin taşınmazları noksan dağıtma yetkisini içeren kuralı yerine “düzenleme ortaklık payı” ilkesi getirilerek iptal nedeniyle ortaya çıkan boşluk doldurulmuştur. (Ergen, 2006) Böylece, “*düzenleme ortaklık payı (DOP)*” adı altında %25 üst sınır oranına kadar kesilebilmesinin yolu açılmıştır.

1985 yılında yürürlüğe giren 3194 sayılı İmar Kanun’u ile düzenleme ortaklık payından karşılanacak yerler arasına “ibadet yeri” ve “karakol yeri” alanları da eklenmiştir. İmar planlarındaki yol, park vb. kamusal alanlar için düzenleme ortaklık payı %25 alındığında dahi yeterli gelmediği değerlendirilirken, buna ilaveten karakol yeri ve ibadet yerinin de düzenleme ortaklık payından karşılanarak oluşturulduğunda DOP oranının %25 olması yeterli olmayacağından %35’ e çıkarılması ihtiyacı doğmuştur ve düzenleme ortaklık payı üst sınırının %35’ e yükseltilmesi kararına varılmıştır. Bu

nedenle, 6785 sayılı İmar Kanunu’nda %25 olan düzenleme ortaklık payı oranı üst sınırı 3194 sayılı İmar Kanunu ile %35’e yükseltilerek hükme bağlanmıştır. Aynı zamanda 3194 sayılı Kanun ile düzenleme ortaklık payı kapsamına alınmış olan ancak uygulama sırasında düzenleme ortaklık payının alınmasının olanaklı olmadığı durumlarda, eksik kalan miktarın kamulaştırma yolu ile bedele dönüştürülmesi ilkesi getirilmiştir.

Diğer taraftan, 6785 sayılı Kanunda merkezde olan plan onaylama yetkisi; tüm belediyelerin bütün planlarının merkezde onaylanmasının zaman alacağı ve uygulamalarda gecikmelere neden olacağı nedenleriyle ve günümüzde bulunan 1397 adet belediyenin (belde belediyeleri de dahil) tüm imar planlarının kontrolünün de zor olacağı öngörülerek 3194 sayılı Kanun ile imar planlarının yerinde kontrolü prensibi getirilmiştir. Böylece, genel olarak plan onaylama yetkileri merkez yönetimden alınmıştır ve yerel yönetimlere verilmiştir.

2003 yılında kabul edilen 5006 sayılı “İmar Kanunu ile İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanunda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun” ile düzenleme ortaklık payı kapsamında olmayan “Milli Eğitim Bakanlığına bağlı ilk ve ortaöğretim kurumları” DOP kapsamına alınmıştır ve düzenleme ortaklık payı oranı %40’a yükseltilmiştir. Bu ihtiyacın doğmasının nedeni, 8 yıllık zorunlu eğitimin hayata geçirilmesi ile ilköğretim alanlarının da düzenleme ortaklık payından karşılanabileceği öngörülmesi olup, kanun değişikliğine gidilmiştir.

2019 yılında kabul edilen 7181 sayılı “Tapu Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile Kamu Ortaklık Payları (KOP) kaldırılmış, böylelikle DOP oranında doğacak ihtiyaç öngörülerek bunun yerine düzenleme ortaklık payı oranı %40’tan %45’e yükseltilmiştir. Daha evvel hastane, sağlık ocağı, belediye hizmet alanı vb. yerler resmi kurum payı adı altında yüzlerce parselden 3-5 m<sup>2</sup> gibi küçük miktarlarda kesinti yapılarak karşılanmaktaydı. Ancak, kamu hizmetleri için resmi kurum tesisleri yapılırken kamulaştırma problemleri yaşandığından, resmi kurum alanlarının da düzenleme ortaklık payına dahil edilmesi öngörülmüştür. Burada temel amaç bütün kamusal alanların düzenleme ortaklık payından karşılanmasıdır. Resmi kurum alanlarının DOP’a dahil edilmesi ilk olarak 2003 yılında İmar ve Şehirleşme Kanun Tasarısında öngörülmüş olmasına rağmen (İnam ve Çay, 2002) kanunlaşması 2019 yılında olmuştur. Şu anki imar uygulamalarında bütün kamusal alanların, resmi kurum alanlarının hepsi DOP’tan karşılanacaktır. Eğer, hala DOP yeterli gelmezse hazine arazilerinden karşılanacaktır. Hazine arazileri de yeterli olmazsa o zaman yine anlaşma koşulu ile kamulaştırma yoluna gidilecektir.

Diğer insanların var olduğu yerde kamu kavramı ortaya çıkar. Kamu yararına ortak alanlar kullanılmalıdır (Gür, 2010).

İmarla ilgili yasal durumu düzenleyen imar kanunlarında, imar mevzuatına aykırı yapılarda uygulanan işlemler ve değişiklikler incelendiğinde, geçen zaman içerisinde gecekondu yapılarının hızla yayılarak kentsel alanların büyük bir kısmını oluşturmaya

başladığı görülmektedir. Bundan dolayı 1948 yılında 5218 sayılı “Ankara Belediyesine, Arsa ve Arazisinden Belli bir Kısmını Mesken Yapacaklara 2490 Sayılı Kanun Hükümlerine Bağlı Olmaksızın ve Muayyen Şartlarla Tahsis ve Temlik Yetkisi Verilmesi Hakkında Kanun” ile gecekondular ile ilgili ilk yasa çıkarılmış, ancak bu Kanunda “gecekondular” sözcüğü geçmemektedir. 1966 yılında ise İmar Kanununun bazı maddeleriyle ilişkili olan 775 sayılı “Gecekondular Kanunu” çıkarılmıştır. Gecekondular affının açıkça gündeme geldiği ilk kanun ise 1983 yılında yürürlüğe giren 2805 sayılı Kanun’dur. 1984 yılında 2981 sayılı İmar ve Gecekondular Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanunu’nun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanunun yürürlüğe girmesi ile kaldırılmıştır. 2981 sayılı Kanunda imar mevzuatına aykırı inşa edilmiş yapılarla gecekondular; “korunacak”, “islah edilerek korunacak” veya “bu yasa hükümlerinden yararlanamayacaklar” olarak sınıflandırılmış olup, İmar Kanunundan tamamen bağımsız bir kanundur. 2981 sayılı Kanunda yapılan 3290 sayılı ve 3366 sayılı Kanunlar ile yapılan değişiklikler ile 2981 sayılı Kanunun 10 uncu maddesi uyarınca iyileştirme (islah) imar uygulamaları ve ilgili hükümlerde belirtilen koşulların oluşması kaydıyla imar planları uygulanmaktaydı. Ancak, 31.05.2012 tarihinde yürürlüğe giren 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun’un 23 ve 24’üncü maddelerinde yer alan hükümler uyarınca kaldırılması planlanan 2981 sayılı Kanun, kanunda ilişkin devam eden işlemlerde hak kayıplarının önüne geçilmesi için yapılan bir değişiklik ile uzatılarak 31.12.2018 tarihinde yürürlükten kaldırılmıştır.

Diğer taraftan, Kamuoyunda “imar barışı” olarak adlandırılan kısmen imar affı denilebilen uygulama 3194 sayılı İmar Kanununa Geçici 16’ncı madde ilave edilerek 11.05.2018 tarihinde kabul edilen 7143 sayılı Kanun değişikliği ile yürürlüğe girmiştir. İmar barışı olarak adlandırılan bu uygulama ile afet risklerine hazırlık kapsamında ruhsatsız veya ruhsat ve eklerine aykırı olan yapıların kayıt altına alınması ve Devlet ile vatandaş arasında uzlaşma sağlanmasını amaçlamıştır. İmar Kanunu Geçici 16’ncı maddesi uyarınca, 31.12.2017 tarihinden önce yapılmış ruhsatsız veya ruhsat ve eklerine aykırı yapılar için Yapı Kayıt Belgesi düzenlenmesi öngörülmüş olup, yapı kayıt belgesine başvuru süresi 15.06.2019 tarihinde dolmuştur.

Kitay, M.G. (1985) yaptığı “Land Acquisition in Developing Countries” adlı çalışmada; Güney Kore’de arsa ve arazi uygulamalarının kökeninin 1920 yılındaki Japon Arazi Toplulaştırmasına dayanmakta olduğunu, arsa ve arazi düzenleme yetkisinin Belediyelere, Bayındırlık Bakanlığına, Belediye kamu şirketlerine (Kore konut sitesi, Kore arazi geliştirme şirketi) ve özel arazi sahipleri derneğine verildiğini, yollar, parklar, açık alanlar DOP kapsamında olduğunu belirtmiştir. Çalışmada; DOP oranının %55 olduğu ve üç amaç için kesinti yapıldığı belirtilmektedir, birincisinin %25 oranında DOP kapsamındaki donatılar için, ikincisinin %15 imar parseli olarak alınan ve alt yapı tesislerinin inşaat masrafı için ve üçüncü olarak geri kalan kısım ise kent içindeki diğer projeler ile düşük gelirlerle konut yapımı için kullanıldığını ifade etmiştir. Yalnızca değer

yönteminin kullanıldığı ve teorik olarak tahsis alanının tamamı taşınmaz sahiplerine tahsis edilmiyorsa, parasal dengeleme yapıldığı, ayrıca düzenleme sonrası müstakil bir yapı parseli olabilecek alanı kalmayan parsellerin, resen bedele dönüştürüldüğü anlatılmaktadır.

Lee, R.T.C. (1986) yaptığı “Land Readjustment, Agricultural Land Consolidation in Taiwan” adlı çalışmada; Tayvan’da arazi ve arsa uygulamalarının 1957’den 1986’a kadar yalnızca bir kentte uygulandığı, düzenleme yetkisinin yalnız belediyeye ait olduğu belirtilerek, uygulama yapılabilmesi için taşınmaz sahiplerinin yarısının malik ve toprak alanı olarak çifte ekseriyeti sağlamalarına bağlı olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada; yollar, parklar ve kanalların DOP kapsamında olduğu, DOP oranının %40 olduğu bildirilerek, yalnızca değer yöntemi kullanıldığı, hem kamu donatı alanları hem de bu tesislerin ve diğer giderlerin karşılanması için yedek imar parselleri alındığı anlatılmaktadır.

Duyguluer, F. (1989) yaptığı “İmar Mevzuatının Cumhuriyet Dönemi Mimarlığına ve Şehir Planlamasına Etkileri” adlı çalışmada, imar mevzuatının yaratıcılığı etkilemesi hususunda ayrıntılı sonuçları verirken, bundan sonraki yasal düzenlemelerde değerlendirilmesi yararlı olacağını değerlendirerek sonuçları olumlu ve olumsuz etkiler olarak iki gruba ayırmıştır.

Kejanlı ve ark. (2007) yaptıkları “Türkiye’de Koruma Yasalarının Tarihsel Gelişim Üzerine Bir İnceleme” adlı çalışmalarında, yasaların tek obje korumasından başlayarak giderek tek yapı ve sonrasında kentsel ölçeğe doğru yayılan bir gelişim süreci gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Koçak, H., (2019) yaptığı “7181 Sayılı Kanunla İmar Kanununda Yapılan Değişiklikler 1, 2, 3” adlı makalelerinde, ikinci DOP kesimi yetkisinin olup olmadığı, 18 nci madde uygulamasında hisse çözümünü yetkisinin olup olmadığı hususlarında değerlendirmeler yapmıştır.

Bu çalışmada ise; Türkiye Cumhuriyeti’nin imarla ilgili yasal durumunu düzenleyen İmar Kanununun kabul edildiği tarihten günümüze kadar uygulanan mevzuat ve değişimler incelenmiş ve mevzuatlardaki gelişim süreci ele alınmıştır. Bu gelişim süreci ele alınırken, özellikle düzenleme ortaklık payı oranı ve kapsamı ile imar mevzuatına aykırı yapılara getirilen imar affı konusuna yönelik yasal düzenlemeler ve değişiklikler üzerinde durulmuştur. 3194 sayılı İmar Kanununun yürürlükte olan son haline ilişkin olumlu ve olumsuz yönlerinden bahsedilecek ve eksiklik olarak öngörülen konulara yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

Yapılan çalışmada, imarla ilgili yasal durumu düzenleyen kanun ve değişikliklerin gelişim sürecinin incelenmesi amaçlanmakta ve özellikle imar uygulamaları, düzenleme ortaklık payı oranı ve kapsamı ile imar mevzuatına aykırı yapılara getirilen imar affı konusundaki değişiklik ve yenilikler hedeflenmektedir.

## 2. YÖNTEM

Türkiye’de imar uygulama mevzuatındaki gelişim süreci ve İmar Kanununa ilişkin yasal mevzuatlar ve değişiklikler “1985 öncesi” dönem, “1985-2005” dönemi, “2005-2019” dönemi, “2019-günümüz” dönemi olmak üzere dört ana dönem olarak ele alınabilir. Bu bölümde,



imar uygulamaları, düzenleme ortaklık payı oranı ve kapsamı ile imar mevzuatına aykırı yapılara ilişkin uygulamalar yönünden bu dört ana dönem arasında yer alan düzenleme, yenilik, değişiklik ve eklemeler üzerinde durulmuştur.

## 2.1 “1985 Öncesi” Dönem İmar Kanunu ve Kanuna İlişkin Yapılan Yasal Düzenlemeler ve Değişiklikleri

Bu bölümde, “1985 öncesi” dönemde imarla ilgili yasal durumu düzenleyen imar kanunu ve bu Kanunda yapılan mevzuat düzenleme, yenilik ve değişikliklerden bahsedilmiştir.

### 2.1.1 6785 sayılı “İmar Kanunu” ve değişiklikleri

- 09.07.1956 tarihinde İmar Kanunu kabul edildi.
- Bu Kanun Türkiye Cumhuriyeti'nin imarla ilgili yasal durumunu düzenlemek amacıyla hazırlanan İmar Kanunudur.

Kanunun 42 nci maddesinde “...plân icaplarına göre, müstakillen veya şuyulu olarak parsellere ayırmaya ve bu yerleri yüzde yirmi beşe kadar noksaniyle sahiplerine dağıtmaya belediyeler salahiyetlidir.” ifadesi yer almakta olup, bu hüküm ile “...plan gereklerine göre, bağımsız ya da ortaklandırılmış (şuyulu) olarak parsellere ayırmaya ve bu yerleri % 25'e kadar kesinti ile sahiplerine dağıtmaya belediyeler yetkilidir.” denilmektedir. (R.G., sayı:9359)

Bu hükümde görüldüğü üzere İmar Kanununun ilk halinde düzenleme sonrası dağıtım kısmında yüzölçümü üzerinden kesinti yapılabileceği yer almaktadır. Bu hüküm uyarınca “kesinti yapma” hüküm altına alınmış olmaktadır.

### 6785 sayılı İmar Kanunu'nda “Anayasa Mahkemesinin 22.11.1963 Günlü – E. 1963/65 Sayılı, K. 1963/278 Kararı” ile yapılan değişiklik

Anayasa Mahkemesinin 22.11.1963 Günlü – E. 1963/65 sayılı, K. 1963/278 Kararında; “9.7.1956 günlü ve 6785 sayılı Kanununun 42 nci maddesinde yer alan ve taşınmaz malın gerçek karşılığı verilmeksizin yüzde yirmi beşe kadar noksanı ile sahiplerine dağıtabileceğini kapsayan hükmünün, Anayasa'nın 38 inci maddesine aykırı olduğundan, iptaline karar verildi” denilmektedir. (R.G., sayı:11606)

Dolayısıyla, İmar Mevzuatında hüküm altında bulunan “taşınmazın net yüzölçümü karşılığı verilmeksizin % 25'e kadar kesinti ile sahiplerine dağıtılabileceğine” yönelik “kesinti yapma”ya olanak sağlayan hüküm, 1961 Anayasası'nın kamulaştırmayı düzenleyen 38'nci maddesine aykırı olduğu gerekçesiyle Anayasa Mahkemesi kararı uyarınca kaldırılmıştır.

### 6785 sayılı İmar Kanununda “1605 sayılı Kanun” ile yapılan değişiklikler

20.07.1972 tarihli 1605 sayılı “6785 Sayılı İmar Kanununda Bazı Değişiklikler Yapılması Hakkında Kanun” ile 6785 sayılı İmar Kanununun 42'inci maddesi yeniden düzenlenmiştir. Bu düzenleme neticesinde, belediyelerin düzenlemeye alınan taşınmazları kesinti yaparak eksik dağıtma yetkisini

içeren kuralı yerine “düzenleme ortaklık payı” (DOP) kuralı getirilmiştir.

Bu yeni düzenleme ile belediyelerce, imar sınırları içinde düzenlemeye alınan arazi ve arsaların yüzölçümlerinden yeterince alanın, düzenleme dolayısıyla ortaya çıkan değer artışlarının karşılığı olarak, en çok % 25 oranına kadar ve “düzenleme ortaklık payı” adı altında kesilebilmesi öngörülmüştür. (URL 1)

Böylece, Anayasa Mahkemesi'nin 22.11.1963 Günlü E. 1963/65 sayılı, K. 1963/278 Kararı ile düzenlemeye alınan taşınmazlardan “kesinti yapma” hükmünün iptali nedeniyle uygulama esnasında ortaya çıkmış olan yasal boşluk doldurulmuştur.

### 2.1.2. 2805 sayılı “İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Olarak Yapılan Yapılara Uygulanacak İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanunu'nun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun”

- 21.03.1983 tarihinde kabul edildi.
- Açıkça gecekondu affının gündeme geldiği Kanun'dur.
- 2981 sayılı Kanunun yürürlüğe girmesi ile kaldırılmıştır.

### 2.1.3. 2981 sayılı “İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun”

- 24.02.1984 tarihinde kabul edildi.
- İmar ve gecekondu mevzuatına aykırı olarak inşa edilmiş ve inşa halindeki bütün yapılar hakkında uygulanacak işlemleri düzenlemek ve bu işlemlere dair müracaat, tespit, değerlendirme, uygulama ve duyuru esaslarını ve ilgili diğer hususları belirlemek amacıyla yürürlüğe konulmuştur.
- Bu Kanun ile gecekondulaşma şeklinde oluşmaya devam eden ve yasal olmayan yapılaşmalar imar affı kapsamında yasal hale getirilmektedir.
- Tapuya esas tapu tahsis belgesi ilk kez bu kanunla tanımlanmıştır.
- İmar mevzuatına aykırı inşa edilmiş yapılarla gecekondu; “korunacak”, “ıslah edilerek korunacak” veya “bu yasa hükümlerinden yararlanamayacaklar” olmak üzere sınıflara ayrılmıştır.
- 2981 sayılı İmar Affı Yasası kapsamındaki imar uygulamaları; 3290 sayılı Kanun ile değişen 2981 sayılı Kanunun 10/c maddesi uyarınca yapılan iyileştirme (ıslah) imar uygulaması ve 2981 sayılı Kanunun “Ek Madde 1”inin uygulamasının yapılabilmesi özel koşullara bağlanmış olup, bu koşulların gerçekleşmesi ile imar planı da uygulanabilmesi sağlanmıştır.
- 31.05.2012 günü yürürlüğe giren 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'un 23 ve 24'üncü maddelerinde yer alan hükümler uyarınca; 2981 sayılı “İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun” 31.12.2018 günü yürürlükten

kaldırılmıştır. Dolayısıyla, 2981 sayılı Kanunu'nun uygulanabileceği alanlarda yapılabilen ıslah imar planlarının ve koşullu yapılan imar uygulamalarının hukuksal dayanağı da ortadan kalkmıştır.

### **2981 sayılı Kanunda “3290 sayılı 24.02.1984 tarih ve 2981 sayılı Kanunun Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi ve Bu Kanuna Bazı Maddeler Eklenmesi Hakkında Kanun” ile yapılan değişiklikler**

3290 sayılı Kanundaki değişiklik ile 2981 sayılı İmar Affı Kanunu'nun “*Tapu Verme*” başlıklı 10'uncu maddesinde düzenlemeye gidilmiştir. 2981 sayılı Kanunun 10/c maddesi uyarınca iyileştirme (ıslah) imar uygulaması özel koşullara bağlanmış olup, bu koşullar gerçekleştirildiği takdirde imar uygulaması yapılabilmekte idi.

Ayrıca 3290 sayılı değişiklik ile 2981 sayılı İmar Affı Kanunu'na “*İmar planı olan yerlerde, 9/5/1985 tarih ve 3194 sayılı İmar Kanununun 18 inci maddesi gereğince arsa ve arazi düzenlemelerinde, binalı veya binasız arsa ve arazilere bu Kanundan önce özel parselasyona dayalı veya hisse karşılığı satın alınan yerler dikkate alınarak müstakil, hisseli parselleri veya üzerinde yapılacak binaların daire miktarları gözönünde bulundurularak kat mülkiyeti esasına göre arsa paylarını sahipleri adlarına resen tescil ettirmeye valilik veya belediyeler yetkilidir*” şeklinde Ek Madde 1 eklenmiştir. (R.G.,sayı:19173)

Bu eklenen madde ile 3194 sayılı İmar Kanunu uyarınca yapılan parselasyon işlemlerinin uygulanmasında problemlere neden olan özel parselasyona dayalı veya pay karşılığı satın alınan yerlere yönelik çözüm getirdiği görülmektedir.

3290 sayılı Kanun ve 3366 sayılı Kanun ile yapılan değişikliklerle beraber 2981 sayılı Kanun; 31.05.2012 günü yürürlüğe giren 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'un 23 ve 24'üncü maddelerinde yer alan hükümler uyarınca 31.05.2015 tarihinde kaldırılması planlanmıştır. Ancak Kanuna ilişkin devam eden işlemlerde hak kayıplarının önüne geçilmesi amacıyla yapılan bir düzenleme ile süresi uzatılarak 31.12.2018 tarihinde 2981 sayılı Kanun yürürlükten kaldırılmıştır.

### **2981 sayılı Kanunda “3366 Sayılı 22.05.1986 tarih ve 3290 sayılı Kanun ile Değişik 24.02.1984 tarih ve 2981 sayılı Kanunun Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun” ile yapılan değişiklikler**

10/a maddesine “Ancak ıslah imar planı veya kadastro planları ile belirlenen alanlarda tapu tahsis belgesi yerine hak sahiplerine doğrudan tapuları verilebilir.” şeklinde hüküm eklenmiştir. (R.G.,sayı:19471)

10/b maddesine “Belediye, hazine, özel idare veya Vakıflar Genel Müdürlüğünün idare ettiği arsa ve araziler üzerine gecekondular yapıldıktan sonra tespit edilerek kira kontratı düzenlenmiş gecekondular hak sahiplerine tapu tahsis belgesi ve tapuları verilir.” şeklinde hüküm eklenmiştir. (R.G.,sayı:19471)

3366 sayılı Kanun ve 3290 sayılı Kanun ile yapılan değişikliklerle beraber 2981 sayılı Kanun, 31/05/2012 günü yürürlüğe giren 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'un 23 ve 24'üncü maddelerinde yer alan hükümler uyarınca, Kanuna ilişkin devam eden işlemlerde hak kayıplarının önüne geçilmesi amacıyla yapılan bir düzenleme ile süresi uzatılarak 31/12/2018 günü yürürlükten kaldırılmıştır.

## **2.2. “1985-2005” Dönemi İmar Kanunu ve Kanuna İlişkin Yapılan Yasal Düzenlemeler ve Değişiklikler**

Bu bölümde, “1985-2005” dönemde imarla ilgili yasal durumu düzenleyen imar kanunu ve bu Kanunda yapılan mevzuat düzenleme, yenilik ve değişikliklerden bahsedilmiştir.

### **2.2.1. 3194 sayılı “İmar Kanunu” ve değişiklikleri**

- 03.05.1985 tarihinde 3194 sayılı Kanun kabul edildi.
- Bu kanun ile 6785 sayılı İmar Kanunu yürürlükten kaldırılmıştır.
- Belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde ve dışında kalan yerlerde yapılacak planlar ile inşa edilecek resmi ve özel bütün yapı doğrudan ele alan ve mevzuatta bazı değişiklikler ve düzenlemeler ile birlikte halen yürürlükte olan kanundur.
- 3194 sayılı Kanun ile genel olarak plan onaylama yetkileri merkez yönetimden alınarak yerel yönetimlere verilmiştir. İmar planlarının onaylama yetkisinin yerel yönetimlere verilmesi, belediyelerin tüm planlarının merkezde onaylanmasının zaman alacağını ve uygulamalarda gecikmelere neden olacağını ve günümüzde bulunan 1397 adet belediyenin tüm imar planlarının kontrolünün de zor olacağını öngörülmesi neticesinde imar planlarına “yerinde kontrol” prensibi getirilmesi ile gerçekleşmiştir.
- 3194 sayılı Kanun arazi ve arsa düzenlemesi başlıklı 18'nci maddesinde “...*alınacak düzenleme ortaklık payları, düzenlemeye tabi tutulan arazi ve arsaların düzenlemeden önceki yüzölçümlerinin yüzde otuzbeşini geçemez.*” hükmü yer almaktadır. (R.G., sayı:18749)
- Yukarıdaki hüküm uyarınca, 6785 sayılı Kanun'da % 25 olan düzenleme ortaklık payı üst sınırı, 3194 sayılı Kanun'da % 35'e çıkartılmıştır. Ayrıca, düzenleme ortaklık payından karşılanacak yerler arasına “ibadet yeri” ve “karakol yeri” alanları da eklenmiştir. Buradaki temel amaç, İmar planlarındaki yol, park vb. kamusal alanlar için düzenleme ortaklık payı % 25 alındığında yeterli gelmediğinden, kamusal alanlardan karakol yeri ve ibadet yerinin de DOP oranından karşılanarak oluşturulduğunda düzenleme ortaklık payı oranının % 25 kesintinin yeterli olmasının mümkün olmayacağından bahisle düzenleme ortaklık payı üst sınırı % 35'e yükseltilecek DOP oranı yeterli olacak hale getirmeyi hedeflemiştir.
- Uygulama sırasında düzenleme ortaklık payı alınmasının olanaklı olmadığı durumlarda,

düzenleme ortaklık payının para olarak alınabilmesi (bedele dönüştürme) kuralı getirilmiştir. (URL 1)

### **3194 sayılı İmar Kanunu'nda "3394 sayılı Kanun" ile yapılan değişiklikler**

20.06.1987 tarihinde kabul edilen 3394 sayılı Kanun ile 3194 sayılı İmar Kanununun "İmar planlarında Bakanlığın Yetkisi" başlıklı 9'uncu maddesine " ... gerekli görülen hallerde, 3030 sayılı Kanuna tabi belediyeler dahil, imar planı hususunda belediyelere verilen bütün yetkiler Başbakanın onayı ile geçici olarak Bayındırlık ve İskan Bakanına verilebilir. Bu durumda Bakan; bölge çevre düzeni planları bulunan alanlar dahil mücavir alan, belediye ve imar hudutları içindeki çevre düzeni, nazım ve uygulama imar planları ile revizyonlarını, tamamen veya kısmen plan değişiklikleri dahil ada ve parsel bazına kadar resen yapmaya, yaptırmaya, değiştirmeye ve onaylamaya yetkilidir. Belediyeler bu şekilde onanan plan ve değişikliklerine uymak zorunda olup; bunlar üzerinde her türlü revizyon ve değişiklikler de aynı usulle yapılabilir." şeklinde ekleme yapılmıştır. (R.G., sayı:19503)

Bu yapılan ekleme ise, Anayasa Mahkemesinin 26/09/1991 Günlü ve E.1990/38, K.1991/32 sayılı Kararında Anayasanın idari vesayetini hangi amaçlarla kullanılacağını kurala bağlamakla yetinmediğini ilke ve yöntemlerinin de yasa ile belli edilmesi koşulunu aradığını belirterek, söz konusu düzenleme "Anayasanın 127. maddesinin ikinci fıkrasında yer alan yerel yönetimlerin görevlerinin kanunla düzenleneceği ilkesine ve aynı maddenin beşinci fıkrasına da açıkça aykırıdır." denilmektedir. (R.G., sayı: 21065)

Dolayısıyla, kararın iptal gerekçesi; merkezi yönetimce kullanılan yetkinin kaynağını Anayasa'dan aldığı ileri sürülemediğinden 6'ncı maddeye açık bir aykırılığın varlığı ve Anayasa'nın 127'nci maddesinin ikinci fıkrasında yer alan yerel yönetimlerin görevlerinin kanunla düzenleneceği ilkesine ve aynı maddenin beşinci fıkrasına aykırılığıdır.

### **3194 sayılı İmar Kanununda "4342 sayılı Mera Kanunu" ile yapılan değişiklikler**

25.02.1998 tarihinde kabul edilen 4342 sayılı Mera Kanunu'nun 35'inci maddesi ile 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 11'inci maddesinin dördüncü fıkrası "Hazırlanan imar planı sınırları içindeki kadastral yollar ile meydanlar, imar planının onayı ile bu vasıflarını kendiliğinden kaybederek, onaylanmış imar planı kararı ile getirilen kullanma amacına konu ve tabi olurlar." şeklinde değiştirilmiştir. (R.G., sayı:23272)

### **3194 sayılı İmar Kanununda "5006 sayılı Kanun" ile yapılan değişiklikler**

03.12.2003 tarihinde kabul edilen 5006 sayılı Kanun ile düzenleme ortaklık payı kapsamında olmayan "Milli Eğitim Bakanlığına bağlı ilk ve ortaöğretim kurumu" düzenleme ortaklık payı kapsamına alınmıştır. 3194 sayılı İmar Kanununda % 35 olan düzenleme ortaklık payı oranı üst sınırını % 40'a yükseltmiştir. Türkiye'de 5 yıl olan zorunlu eğitim 1997 yılında 8 yıllık zorunlu

eğitim hayata geçirilmişti. Ardından imar uygulamalarında zorunlu eğitimin 8 yıl olduğu, bunun neticesinde okul alanlarına daha çok ihtiyaç duyulması nedeniyle ilköğretim alanlarının da düzenleme ortaklık payından karşılanabileceği öngörülerek kanun değişikliğine gidilmiştir.

Ayrıca, 5006 sayılı Kanunu'nun 2'nci maddesi ile "24.2.1984 tarihli ve 2981 sayılı İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanunda yer alan "cami" ibareleri "ibadet yeri" olarak değiştirilmiştir." hükmü bulunmaktadır. (R.G., sayı: 25319)

### **2.3. "2005-2019" Dönemi İmar Kanunu ve Kanuna İlişkin Yapılan Yasal Düzenlemeler ve Değişiklikler**

Bu bölümde, "2005-2019" döneminde imarla ilgili yasal durumu düzenleyen imar kanunu ve bu Kanunda yapılan mevzuat düzenleme, yenilik ve değişikliklerden bahsedilmiştir.

#### **2.3.1. 3194 sayılı İmar Kanununda "5403 sayılı Kanun" ile Yapılan Değişiklikler**

03.07.2005 tarihinde kabul edilen 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nun 25'inci maddesi ile 3194 sayılı İmar Kanununun 8'inci maddesinin birinci fıkrasına (c) bendi "Tarım arazileri, Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununda belirtilen izinler alınmadan tarımsal amaç dışında kullanılmak üzere plânlanamaz." eklenmiştir. (R.G., sayı: 25880)

Bu eklenen düzenleme; tarım arazilerinin kolay bir şekilde imara açılmasının önüne geçilmesi, imara açılması durumunda ise tarım dışı kullanım değişikliği yapılmaması yönünde kısıtlama getirilmesini amaçlamaktadır.

#### **2.3.2. 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 8'inci maddesine "6495 sayılı Kanun" ile eklenen düzenleme**

12.07.2013 tarihli 6495 sayılı Kanunun 73'üncü maddesi g bendi ile İmar Kanununun 8'inci maddesine "...yapı tatil tutanağı tanzim etmeye, mühürlemeye ve yıkım kararına ilişkin rapor düzenleme işi ile denetlemeye ilişkin görevler, Bakanlığın merkez ve taşra teşkilatında, denetçi belgesini haiz personel tarafından gerçekleştirilir... Bakanlık denetçilerinin seçimi, eğitimleri, görev, yetki ve sorumlulukları ile çalışma usul ve esasları Bakanlıkça belirlenir." hükmü eklenmiştir.

Bu hüküm uyarınca İmar Denetçiliği kavramı ortaya çıkmıştır.

03.07.2017 tarihli ve 30113 sayılı resmi gazete ile yürürlüğe giren "Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin", "Bakanlığın Denetim Yetkisi" başlıklı 67'nci madde altıncı fıkrasında "Yapı tatil tutanağı tanzim etme, mühürleme ve yıkım kararına ilişkin rapor düzenleme işleri ile denetlemeye ilişkin görevler, Bakanlığın merkez ve taşra teşkilatında, denetçi belgesini haiz personel tarafından gerçekleştirilir" hükmü yer almaktadır.

Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin "Bakanlık denetçilerinin yetkilendirilmesi ve özellikleri" başlıklı Geçici 1. Maddesinde ise "67 nci maddede sayılan yapı

*tatil tutanağı tanzim etme, mühürleme ve yıkım kararına ilişkin rapor düzenleme işi ile imar denetimine ilişkin diğer görevler, yeni bir düzenleme ile yetkilendirme yapıncaya kadar, Bakanlık Oluru ile “Bakanlık Denetçisi” olarak yetkilendirilip belge verilen ve en az 3 yıl mesleki deneyimi olan Bakanlığın merkez ve taşra teşkilatında görevli yeterli sayıda; mimar, mühendis, şehir plancısı unvanlı ve hukuk fakültelerinden mezun personel tarafından Bakanlıkça belirlenen usul ve esaslar doğrultusunda yerine getirilir.” hükmü bulunmaktadır. Belirtilen bu hükümde, imar denetçilerinin görev ve yetkisi ve özellikleri belirlenmiştir.*

Bu kapsamda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde Bakanlık imar denetçiliği ile amaçlanan; İmar denetçilerinin şehirlerde, yaylalarda, doğal sit alanlarında vb. kaçak yapıları ve imar barışı mevzuatına aykırılıkları tespit ederek, denetimler sonucunda yapı tatil tutanağının tanzim etmeleri, mühürleme ve yıkım kararına ilişkin raporları düzenlemeleridir. Böylece imara aykırı kaçak yapıların varlığı kısa sürede tespit edilip önlemlerin alınması ve bu yapıların yıkılarak daha büyük afetlerin önüne geçmek, çarpık kentleşmeyi engellemek amaç edinilmiştir. Kaçak yapı tespitlerinde şikayetler ve ihbarlar da dikkate alınmaktadır. İmar denetçileri yapılacak denetimin konusuna uygun mesleklerden seçilmiş olup, mimari denetim, mimarlar tarafından, statik denetim inşaat mühendisleri tarafından, aplikasyon denetimi harita mühendisleri tarafından, plan denetimleri de planın grubuna uygun müelliflik karnesi olan meslek mensupları tarafından yapılacaktır. Yerel yönetimlerde kaçak yapılaşmaya karşı aksayan kısımlar Bakanlık yoluyla giderilecektir.

### **2.3.3. 3194 sayılı İmar Kanununda “6704 sayılı Kanun” ile yapılan değişiklikler**

26.04.2016 tarihinde kabul edilen 6704 sayılı Torba Yasa’da; “3194 sayılı Kanunun 11 inci maddesinin birinci fıkrasına “yol,” ibaresinden sonra gelmek üzere “suyolu,” ibaresi eklenmiştir.” ve “3194 sayılı Kanunun 18 inci maddesinin üçüncü fıkrasına “yol” ibaresinden sonra gelmek üzere “otoyol hariç erişme kontrolünün uygulandığı yol, suyolu,” ibaresi eklenmiştir.” denilmektedir. (R.G. sayı:29695)

Bu düzenleme ile düzenleme ortaklık payı oranı ile karşılanan genel hizmet alanları kapsamına “otoyol dışında erişme kontrolünün uygulandığı yol” ve “suyolu” alanları da alınmıştır.

“Genel hizmet alanlarına suyolu, Kanal İstanbul Projesi amacıyla eklenmiştir.” (URL 1) şeklinde görüşler bulunmaktadır. Ancak, suyolu teriminin Kanal İstanbul Projesi’ni kapsayıp kapsamadığı ileride tartışma konusu olacaktır. Mevzuattaki mevcut haliyle “Kanal İstanbul Projesi”nin suyolu kavramını tam olarak karşıladığı anlaşılmamaktadır. Çünkü hükümde bulunan “suyolu” kavramı “normal sulama amaçlı suyolu” olarak kastediliyor ise düzenleme ortaklık payından karşılanamayacaktır, eğer “ulaşım amaçlı suyolu” olarak kastediliyor ise düzenleme ortaklık payından karşılanabilecektir.

Dolayısıyla, hükümde yer alan “suyolu” teriminin tam olarak açılması gereklidir. Burada hukuki boşluk bulunmaktadır.

### **2.3.5. 3194 sayılı İmar Kanununda “7139 sayılı Kanun” ile yapılan değişiklikler**

28.04.2018 tarihinde kabul edilen 7139 sayılı Kanun ile İmar Kanununa “Düzenlemeye tabi tutulan alan içerisinde bulunan taşkın kontrol tesisi alanlarının, bu fıkarda belirtilen kullanımlar için düzenleme ortaklık payı düşülmesini müteakip kalan hazine mülkiyetindeki alanlardan karşılanması esastır. Ancak taşkın kontrol tesisi için yeterli alanın ayrılamaması durumunda, düzenleme ortaklık payının ikinci fıkarda belirtilen oranı aşmaması şartıyla, düzenlemeye tabi diğer arazi ve arsaların yüzölçümlerinden bu fıkardaki kullanımlar için öncelikle düzenleme ortaklık payı ayrıldıktan sonra ikinci fıkarda belirtilen orana kadar taşkın kontrol tesisi için de ayrıca pay ayrılır.” eklenmiştir. (R.G., sayı:30405). Buna göre, taşkın kontrol tesis alanı düzenleme ortaklık payından karşılanabileceği hükme bağlanmıştır.

Böylece, 7139 sayılı Kanun ile bu defa düzenleme ortaklık payı oranı ile karşılanan genel hizmet alanlarına “taşkın kontrol tesis alanı” da alınmıştır.

### **2.3.6. 3194 sayılı İmar Kanununa eklenen “Geçici 16’ncı madde uyarınca” uygulanan İmar Barışı**

11.05.2018 tarihinde kabul edilen 7143 sayılı Vergi ve Diğer Bazı Alacakların Yeniden Yapılandırılması ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun ile 3194 sayılı İmar Kanun’una Geçici 16. Madde ilave edilerek kamuoyunda “imar barışı” olarak adlandırılan kısmen imar affi diyebileceğimiz uygulama yürürlüğe girmiştir.

3194 sayılı Kanuna eklenen Geçici 16. Maddede “Afet risklerine hazırlık kapsamında ruhsatsız veya ruhsat ve eklerine aykırı yapıların kayıt altına alınması ve imar barışının sağlanması amacıyla, 31.12.2017 tarihinden önce yapılmış yapılar için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve yetkilendireceği kurum ve kuruluşlara 31.10.2018 tarihine kadar başvurulması, bu maddedeki şartların yerine getirilmesi ve 31.12.2018 tarihine kadar kayıt bedelinin ödenmesi halinde Yapı Kayıt Belgesi verilebilir...” denilmektedir. (R.G.,sayı:30425)

Yapılan bu düzenleme; afet risklerine hazırlık kapsamında ruhsatsız veya ruhsat ve eklerine aykırı olan yapıların kayıt altına alınması ve Devlet ile vatandaş arasında uzlaşma sağlanması, amacı ile hüküm altına alınmıştır.

İmar Kanununa eklenen Geçici 16. Madde ile 31.12.2017 tarihinden önce yapılan ruhsat ve ruhsat eklerine aykırı yapılara kayıt bedeli ödenmesi kaydıyla Yapı Kayıt Belgesi (YKB) düzenlenmesi öngörülmüştür. Yapı Kayıt Belgesi verilen yapılarla ilgili bu Kanun uyarınca alınmış yıkım kararları ile tahsil edilemeyen idari para cezaları iptal edileceği karara bağlanmıştır.

Ayrıca, imar barışı kapsamında alınan yapı kayıt belgelerinin yapının yeniden yapılmasına veya kentsel dönüşüm uygulamasına kadar geçerli olduğu hüküm altına alınmıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2018 yılında yayınladığı “İmar Barışı” broşöründe; 31 Aralık 2017 tarihinden önce ruhsatsız veya ruhsat eklerine aykırı yapılmış kırsal ve kentsel alanlardaki tüm yapıların İmar Barışı kapsamında olduğu, ancak sadece Boğazici Sahil



Şeridi ve öngörünüm bölgesi ile İstanbul Tarihi Yarımada'nın Sultanahmet ve Süleymaniye çevresi ve Gelibolu Tarihi Alan'da belirlenen yerlerin bu kapsam dışında bırakıldığı, aynı zamanda başkasına ait taşınmazlar üzerinde yapılan yapılar ile hazineye ait olup sosyal donatı için tahsisli arazi üzerindeki yapılara yapı kayıt belgesi düzenlenemeyeceği hususları yayımlanmıştır.

15.06.2019 tarihinde yapı kayıt belgesine başvuru süresi dolmuştur. Bununla birlikte, yapı kayıt belgelerinin denetlenmesine dair süreç devam etmekte olup, dolayısıyla güncelleme ve iptal işlemleri devam etmektedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığında alınan resmi bilgiye göre 16.11.2020 tarihi itibarıyla Türkiye genelinde İmar Barışı kapsamında 7.280.457 adet bağımsız bölüm için Yapı Kayıt Belgesi alınmıştır.

Yukarıda belirtildiği üzere; yapı kayıt belgelerinin güncelleme ve iptal işlemleri devam ettiğinden, bu kapsamda belirtilen bu sayıda değişiklik olmaktadır.

3194 sayılı Kanun'un Geçici 16 ncı maddesi kapsamında Yapı Kayıt Belgesine 15.06.2019 tarihine kadar başvuruda bulunmuş ve yapı kayıt bedelinin en az %25'ini 31.07.2019 tarihine kadar peşin olarak yatırmış olanlar için, kalan yapı kayıt bedeli ödeme süresi ise 31.12.2019 tarihinde sona ermiştir.

İmar Barışı kapsamında verilen yapı kayıt belgesi, 1984 af yasası sırasında verilen tapu tahsis belgeleriyle benzer özelliklere sahiptir. Bu bağlamda, bu yapı kayıt belgeleri, resmi bir tapu belgesine dönüştürülene kadar mülkiyet ve fiili arazi kullanım iznini garanti eden bir mülkiyet hakkı yaratır. Bu af, işgalçilerin bu arazileri hükümetten satın almalarına yönlendirmektedir. (Potsiou, 2014).

### 2.3.6. 3194 sayılı İmar Kanununda “7153 sayılı Kanun” ile yapılan değişiklikler

10.12.2018 tarihinde yürürlüğe giren 7153 sayılı “Çevre Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” Torba Yasa olarak da nitelendirilmektedir. Bu kanun ile imar planı tanımlarından bazıları değiştirilmiştir.

*“Nazım İmar Planı; varsa bölge planlarının mekâna ilişkin genel ilkelerine ve varsa çevre düzeni planlarına uygun olarak halihazır haritalar üzerine, yine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak çizilen ve arazi parçalarının; genel kullanım biçimlerini, yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklüklerini, nüfus yoğunlukları ve eşiklerini, ulaşım sistemlerini göstermek ve uygulama imar planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere düzenlenen, plan hükümleri ve raporuyla beraber bütün olan plandır.”* şeklini almıştır.

Bu tanımda, bölge planları ibaresi bölge planlarının mekana ilişkin genel ilkelerine şeklinde değiştirilmiştir. Tanımdaki diğer ifadeler de daha sade, anlaşılır bir hale getirilmiştir. Özellikle bu planların *“yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklüklerini, nüfus yoğunlukları ve eşiklerini, ulaşım sistemlerini göstermek”* şeklindeki özellikleri de vurgulanmıştır.

*“Çevre Düzeni Planı; varsa mekânsal strateji planlarının hedef ve stratejilerine uygun olarak yerleşim, gelişme alanları ve sektörlere ilişkin alt ölçek planlarını*

*yönlendiren genel arazi kullanım kararları çerçevesinde ilke ve kriterleri belirleyen, bölge, havza veya il bütününde hazırlanan, plan hükümleri ve raporuyla bir bütün olan plandır.”* şeklinde değiştirilmiştir.

Bu tanımda, çevre düzeni planlarının da mekânsal strateji planlarının hedef ve stratejilerine uygun olarak hazırlanması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca bu planların alt ölçekteki planları yönlendiren, bu planlar için ilke ve kriterler belirleyen üst ölçekli planlar olduğu belirtilmiştir. (Bilgin, 2020)

3194 sayılı Kanunda yer alan tanımlar içerisine yeni bir tanım daha eklenmiştir. Bu tanım yukarıda değiştirilen tanımlarda da geçen “Mekânsal Strateji Planı” şeklindedir. Anılan tanıma bakıldığında;

Mekânsal Strateji Planı; *“ekonomik, sosyal politikalar ve çevre politikaları ile stratejilerini mekânla ilişkilendirerek fiziki gelişmeyi ve sektörel kararları yönlendiren, ülke bütününde ve gerekli görülen bölgelerde hazırlanan, raporu ile bütün olan plandır.”* şeklindedir.

Mekânsal Strateji Planı, daha önce 2014 yılında yürürlüğe giren Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde düzenlenmiştir. 7153 sayılı Kanunla yapılan değişiklikte birlikte Yönetmelikte düzenlenen bu husus kanuni dayanağa kavuşturulmuştur.

Mekânsal strateji planı, ekonomik, sosyal politikalar ve çevre politikaları ile fiziki gelişmeyi ve sektörel kararları yönlendiren ülke bütününde ya da gerekli bölgelerde hazırlanan bir plandır. Çevre düzeni planları ile nazım imar planları bu planlara uygun olarak hazırlanmak zorundadır. Dolayısıyla mekânsal strateji planları bu planlara göre üst ölçekli planlar niteliğindedir. (Bilgin, 2020)

### 2.4. “2019-Günümüz” Dönemi İmar Kanunu ve Kanuna İlişkin Yapılan Yasal Düzenlemeler ve Değişiklikler

Bu bölümde, “2019’dan günümüze” imarla ilgili yasal durumu düzenleyen imar kanunu ve bu Kanunda yapılan mevzuat düzenleme, yenilik ve değişikliklerden bahsedilmiştir.

#### 2.4.1. 3194 sayılı İmar Kanununda “7181 sayılı Kanun” ile yapılan değişiklikler

04.07.2019 tarihinde kabul edilen 7181 sayılı “Tapu Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile 3194 sayılı İmar Kanununda bir takım değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler arasında, İmar Kanununun 18 inci madde başlığının “Parselasyon Planlarının hazırlanması” şeklinde değiştirilmesi de yer almaktadır. Diğer taraftan, İmar Kanununun 18 inci “Parselasyon Planlarının hazırlanması” başlığı altında yapılan değişikliklerin incelenmesi neticesinde, temel olarak aşağıdaki hususlar görülmektedir.

- Düzenleme ortaklık payları, *“...düzenlemeye tabi tutulan yerler ile bölgenin ihtiyacı olan yol, meydan, park, otopark, çocuk bahçesi, yeşil saha, ibadet yeri ve karakol, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı öğretime yönelik eğitim tesis alanları, Sağlık Bakanlığına bağlı sağlık tesis alanları, pazar yeri, semt spor alanı, toplu taşıma istasyonları ve durakları, otoyol hariç erişime kontrolünün uygulandığı yol, su yolu, resmî kurum alanı, mezarlık alanı, belediye hizmet alanı, sosyal ve kültürel*

tesis alanı, özel tesis yapılmasına konu olmayan ağaçlandırılacak alan, rekreasyon alanı olarak ayrılan parseller ve mesire alanları gibi umumi hizmet alanlarından oluşur” şeklinde düzenlenerek değiştirilmiştir. (R.G., sayı:30827)

Yukarıda yer alan düzenleme incelendiğinde;

-7181 sayılı Kanun ile yapılan düzenleme uyarınca; düzenleme ortaklık payından karşılanacak “Millî Eğitim Bakanlığı’na bağlı ilk ve orta öğretim kurumları alanı” tanımlamasının “Millî Eğitim Bakanlığı’na bağlı öğretime yönelik eğitim tesis alanı” olarak değiştirildiği görülmektedir.

-Yine 7181 sayılı Kanun ile yapılan düzenleme uyarınca; Düzenleme ortaklık payından karşılanacak alanlar arasında; “Sağlık Bakanlığı’na bağlı sağlık tesis alanı”, “devlet kurumu alanı”, “mezarlık alanı”, “belediye hizmet alanı”, “sosyal ve kültürel tesis alanı” da eklendiği ve bunun sonucunda düzenleme ortaklık payı ile elde edilecek alanların kapsamının genişletilmiş olduğu görülmektedir.

• Ayrıca 7181 sayılı Kanun ile yapılan değişiklikte “herhangi bir parselden bir defadan fazla düzenleme ortaklık payı alınmaması esastır. Ancak, her türlü imar planı kararı ile yapılaşma koşulunda ve nüfusta artış olması hâlinde, artış olan parsellerden, uygulama sonucunda oluşan değerinin önceki değerinden az olmaması kaydıyla, ilk uygulamadaki düzenleme ortaklık payı oranını % 45’e kadar tamamlamak üzere ilave düzenleme ortaklık payı kesintisi yapılabileceği” hükme bağlanmıştır. (R.G., sayı:30827)

Bu hüküm uyarınca; her türlü imar planı kararları ile yapılaşma koşulunda ve nüfusta artış olması halinde, uygulama sonucunda oluşan değerinin önceki değerinden az olmaması koşulunu sağladığında düzenleme ortaklık payı oranını % 45’e kadar tamamlamak üzere birden fazla kesinti yapılabileceği anlaşılmaktadır. İmar Kanununun önceki düzenlemelerinde düzenleme ortaklık payı oranı kesilen bir parselden birden fazla kesinti yapılamayacağı yönünde kesin hüküm bulunmakta idi.

7181 sayılı Kanun ile İmar Kanununda yapılan değişikliklere DOP yönünden bakıldığında; yapılan düzenleme ile Kamu Ortaklık Payları (KOP) kaldırıldığı, bunun yerine 7181 sayılı Kanun ile 3194 sayılı İmar Kanunu’nun 18’inci maddesindeki düzenlemeye tabi tutulan arazi ve arsaların dağıtımı sırasında alınacak DOP oranının % 40’tan % 45’e çıkartıldığı görülmektedir.

İmar Kanunun önceki halinde; hastane, sağlık ocağı, belediye hizmet alanı vb. yerler resmi kurum payı adı altında kesinti yapılarak karşılanmakta idi. Bunun için yüzlerce parselden 3-5 m<sup>2</sup>. gibi küçük miktarlarda kesinti yapılmakta idi. İleride resmi kurum tesisleri yapılırken kamulaştırma problemleri yaşanmaktaydı. Bu kamulaştırma problemlerinin önüne geçilebilmesi için resmi kurum alanlarının da düzenleme ortaklık payına dahil edilmesi ilk olarak 2003 yılında İmar ve Şehirleşme Kanun Tasarısında öngörülmüştür. Ancak kanunlaşması anlaşılabileceği üzere 2019 yılında olmuştur. Resmi kurum alanlarının da düzenleme ortaklık payından karşılanmasındaki temel amaç, tüm kamusal alanların tek bir grup altında düzenleme ortaklık payı olarak karşılanmasıdır. Günümüz itibarıyla, imar uygulamalarında tüm kamusal alanların, resmi kurum

alanlarının tamamı düzenleme ortaklık payından karşılanmaktadır. Düzenleme ortaklık payının yeterli gelmediği durumlarda hazine arazilerinden karşılanmaktadır. Eğer, hazine arazileri de yeterli olmazsa o zaman yine anlaşma koşulu ile kamulaştırma yoluna gidilmektedir

İmar Mevzuatın gelişim süreci içerisinde; düzenleme ortaklık payının geçmiş dönemden itibaren yapılan düzenlemeler ile hem tanımının değiştiği ve hem kapsamının genişlediği anlaşılmaktadır.

• Diğer taraftan, 7181 sayılı Kanun ile yapılan değişiklikte, “Düzenleme sonucu taşınmaz maliklerine verilecek parseller; öncelikle düzenlemeye alınan taşınmazın bulunduğu yerden, mümkün olmuyor ise en yakınındaki eşdeğer alandan verileceği” ve “Belediye veya valilik parselasyon planlarını, imar planlarının kesinleşme tarihinden itibaren 5 yıl içinde yapması ve onaylaması, Parselasyon planı yapmaması sebebiyle doğacak her türlü kamulaştırma iş ve işlemlerinden belediyeler veya valilikler sorumlu olacağı” kanunun 18’inci maddesine ek fıkralar ile hüküm altına alınmıştır. (R.G., sayı:30827)

• 7181 sayılı Kanun ile yapılan değişiklikte, İmar Kanununun 15’inci maddesi birinci ve ikinci fıkraları “İmar plânı bulunan alanlarda, uygulama imar plânına uygun olarak öncelikle parselasyon plânının yapılması esastır. İmar plânı bulunan alanlarda, ifraz ve tevhit işlemleri, parselasyon plânı tescil edilmiş alanlarda yapılabilir.” şeklinde değiştirilmiştir.

Bu değişiklik, bir alanda henüz imar uygulaması yapılmamış ise, kadastral parsellerin ifraz ve tevhidine izin verilmeyeceğini hüküm altına almıştır. Yani, Bu değişiklik uyarınca; ilgili idare 18’inci madde uygulamasını yapmadığı müddetçe o bölge içerisindeki hiçbir parsel imar parseli haline gelemeyecek olup, ancak 18’inci madde uygulaması yapıldıktan ve tescil edildikten sonra ifraz tevhit işlemi istenirse o zaman 15’inci madde uygulanabilecektir.

• 7181 sayılı Kanun ile yapılan değişiklikte, 3194 sayılı Kanunun 18 inci maddesine “Düzenleme alanında bulunan imar adalarında, asgari parsel büyüklüğünü karşılamak kaydıyla, imar uygulama alanında kalan hisseli arsa ve araziler; hisse sahiplerinin muvafakati halinde veya fiili kullanım esasına göre müstakil hale getirilebilir.” şeklinde bir ekleme hüküm altına alınmıştır.

Bu yapılan ek düzenleme ile; uygulamayı yapan idareni, maliklerinin muvafakati alınarak hisse çözümü yapılabileceği ya da zeminde fiili oluşum varsa muvafakat almadan hisse çözümü yapılabileceği yani bu iki durumda hisse çözme yetkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

• Kamuoyunda “imar barışı” olarak adlandırılan, 3194 sayılı İmar Kanununa Geçici 16. Madde ile hüküm altına alınan düzenlemede, 7181 sayılı Kanun ile bir takım ekleme ve değişiklikler yapılmıştır.

3194 sayılı Kanunun geçici 16’ncı maddesinin yedinci fıkrasının ikinci cümlesine “akdi haleflerinin” ibaresinden sonra gelmek üzere “31.12.2019 tarihine kadar yapacakları satın alma” ibaresi eklenmiş, dördüncü cümlesinde yer alan “beşinci fıkrası” ibaresi “beşinci fıkrası, yapı ve tesisler hakkında ise on birinci fıkrası” şeklinde değiştirilmiştir.

Böylelikle, 31.12.2019 tarihine kadar satın alınan taşınmazların da bu madde kapsamında yapı kayıt belgesi alınarak satışının gerçekleştirileceği hüküm altına alınmıştır.(Bilgin, 2020)

Yine Geçici 16'ncı maddesinin yedinci fıkrasına "Yapı kayıt belgesine konu taşınmaz için 24.2.1984 tarihli ve 2981 sayılı İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun hükümlerine göre tapu tahsis belgesi alınması ve bu belgeye esas arsa bedellerinin ödenmiş olması hâlinde bu madde uyarınca ayrıca satış bedeli alınmaz. Yapı kayıt belgesi alınan taşınmazların satışa konu edilen kısımlarından yapı kayıt belgesi tarihi ile satış tarihi arasındaki dönem için ecrimisil alınmaz, tahakkuk ettirilen ecrimisiller terkin edilir, satış tarihi itibarıyla tahsil edilen ecrimisil tutarı satış bedelinden mahsup edilir, bu tutardan fazlası iade edilmez." hükmü eklenmiştir. (R.G., sayı:30827)

#### 2.4.2. 3194 sayılı İmar Kanununda "7221 sayılı Kanun" ile yapılan değişiklikler

14.02.2020 tarihinde kabul edilen 7221 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile 3194 sayılı Kanununun bazı maddelerinde değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler sonucunda İmar Kanununun "Parselasyon Planlarının Hazırlanması" başlıklı 18'inci maddesindeki düzenlemeler neticesinde;

- 7221 sayılı Kanun ile İmar Kanununa 18 inci maddeye ek fıkra ile "yapılmış olan imar uygulamalarının kesinleşmiş mahkeme kararlarıyla iptal edilmesi nedeniyle, hukuki veya fiili imkansızlıklar nedeniyle geri dönüşüm işlemleri yapılarak uygulama öncesi kök parsellere dönülmeyeceğinin tespit edilmesi halinde davaya konu parselin hak sahiplerinin muvafakati alınmak kaydıyla uygulama alanı içerisinde yer tahsis edileceği veya anlaşma olmaması halinde davacı hak sahiplerinin kök parseldeki yeri dikkate alınarak uygulamadaki düzenleme ortaklık payı kesintisi düşüldükten sonraki taşınmazın rayiç bedeli üzerinden değerinin ödeneceği" hüküm altına alınmıştır. (R.G., sayı:31045)

Bu hüküm uyarınca, imar uygulamalarının mahkeme kararıyla iptal edilmesi durumunda davaya konu parselin hak sahiplerine muvafakati alınmak kaydıyla uygulama sahası içinde idarece uygun bir yer tahsis edilecektir. Hak sahibine, anlaşma olmaması halinde davacı hak sahibinin kök parseldeki yeri dikkate alınarak, uygulamadaki düzenleme ortaklık payı kesintisi düşüldükten sonraki taşınmazın rayiç bedeli üzerinden değeri ödenecektir. (URL 2)

7181 sayılı kanun ile İmar Kanunu 18'inci maddesinde yapılan maliklerinin muvafakati alınarak hisse çözümünün yapılabileceği yönündeki düzenleme yerinde bir düzenleme iken; zeminde fiili oluşum varsa muvafakat almadan hisse çözümü yapılabileceğine dair olan düzenleme ise; uygulamada pek yer bulamayacak bir düzenlemedir. (Koçak, 2019)

- Ayrıca, 7221 sayılı Kanunun 12'nci maddesi ile 3194 sayılı İmar Kanununa Ek Madde 8'nci madde eklenmiştir.

- İmar Kanunu Ek Madde 8 ile; "...Parsel bazında; nüfusu, yapı yoğunluğunu, kat adedini, bina yüksekliğini arttıran imar planı değişiklikleri yapılamaz. Bin metrekareden az olmamak kaydıyla oluşmuş adalarda; ada bazında nüfusu, yapı yoğunluğunu, kat adedini, bina yüksekliğini arttıran veya fonksiyon değişikliği getiren plan değişikliklerinde ihtiyaç duyulan kültürel tesis, sosyal ve teknik altyapı kullanımları; adanın merkezine en fazla 500 metre yarıçaplı alanda karşılanmak zorundadır. Taşınmaz maliklerinin tamamının talebi üzerine ada bazında yapılacak imar planı değişikliği sonucunda değerinde artış olan arsanın artan değerinin tamamı değer artış payı olarak alınır..." hükmüne bağlanmıştır. (R.G., sayı:31045)

Bu hüküm uyarınca; "taşınmaz maliklerinin tamamının talebi üzerine alanı 1000 metrekaare ve üzeri olan imar adası bazında yapılacak nüfusu, yapı yoğunluğunu, kat adedini, bina yüksekliğini arttırmaya veya fonksiyon değişikliğine yönelik imar planı değişikliği sonucunda piyasa değerinde artış olan taşınmazın, artan değerinin tamamının değer artış payı olarak kamuya kazandırılması ile ilgili iş ve işlemlere yönelik usul ve esasları belirlemek" üzere Bakanlıkça yönetmelik hazırlanmış ve bu Yönetmelik 15.09.2020 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

#### 15.09.2020 tarihinde yürürlüğe giren "İmar Planı Değişikliğine Dair Değer Artış Payı Hakkında" yönetmelik

- 15.09.2020 tarihli 31245 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.
- 3194 sayılı İmar Kanunu'na eklenen Ek 8'inci madde ile taşınmazlarda imar planı değişikliği sonrasında bir değer artış payının meydana geleceği ve meydana gelen bu değer artış payının karşılanacağı ifade edilmesi üzerine bu değer artış payı hakkında bir yönetmeliğe ihtiyaç doğmuştur.
- 3194 sayılı İmar Kanunu'na eklenen Ek 8'inci madde ile ilgili iş ve işlemlere yönelik usul ve esasları belirlemek amacı ile bu Yönetmelik hazırlanmıştır.
- Bu yönetmelik, 03.05.1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanununun 44 üncü maddesi, Ek 8 inci maddesi ve 10.07.2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 97 nci maddesine dayanılarak düzenlenmiştir.
- Bu Yönetmeliğin amacı; uygulama imar planı değişikliği sonucu taşınmazda meydana gelecek değer artışının değer artış payı olarak kamuya kazandırılmasında; bu payın kapsamı, tespiti, kesinleşmesi, ödenmesi ve dağıtımına ilişkin iş ve işlemler ile diğer iş ve işlemlere yönelik usul ve esasları belirlemektir.

Yönetmeliğin tanımlar başlığı altında "Değer artış payı: Uygulama imar planı olan yerlerde, taşınmazın meri plan koşullarındaki değer tespiti ile plan değişikliği sonrası değer tespiti arasındaki farkı" olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla, bu yönetmelik

kapsamında sadece onaylı imar planı olan taşınmazların değer artış payına konu olabileceği değerlendirilmektedir.

Yönetmelik kapsamında plan değişikliğinden kaynaklı değer artış payı kıymet takdir komisyonlarının arsa değeri üzerinden hesaplanacaktır. Kentsel dönüşüm ve altyapı harcamalarında kullanılarak değer artışının tamamı kamuya döndürülecektir.

Başvuru sahibi tarafından yatırılan değer artış payının dağılımı bu yönetmeliğin “Değer artış payının dağılımı” başlıklı 14 ‘üncü maddesi ile karara bağlanmıştır.

Hükmün (a) bendinde; “*Büyükşehir belediyesinin olduğu illerde; %25’i büyükşehir belediyesinin ilgili hesabına, %25’i ilgili ilçe belediyesinin ilgili hesabına, %25’i Bakanlığın Dönüşüm Projeleri Özel Hesabına,*” (b) bendinde “*Büyükşehir belediyesi olmayan illerde ise; %40’i imar planı değişikliğini onaylayan idarede açılacak ilgili hesaba, %30’u Bakanlığın Dönüşüm Projeleri Özel Hesabına,*” (c) bendinde “*Bakanlıkça onaylanan imar planı değişikliğinden kaynaklanan değer artışının %75’i Bakanlığın Dönüşüm Projeleri Özel Hesabına, kalan değer artış payının; büyükşehir belediyesinin olduğu illerde %15’i büyükşehir belediyesinin ilgili hesabına, %10’u ilgili ilçe belediyesinin ilgili hesabına; büyükşehir belediyesi olmayan yerlerde ise Bakanlık payının dışındaki kalan değer artış payının tamamı plan değişikliğinin yapıldığı yerdeki ilgili idarenin açılacak ilgili hesabına,*” (ç) bendinde ise; “*(a) bendine göre kalan değer artış payının %25’i, (b) bendine göre kalan değer artış payının %30’u ile imar planı değişikliğinin diğer genel bütçeli idareler tarafından onaylanması durumunda değer artış payının tamamı genel bütçeye gelir kaydedilmek üzere Hazine hesabına,*” Bakanlık muhasebe birimi tarafından aktarılacağı yer almaktadır.

### 3. TARTIŞMA

3194 sayılı İmar Kanunu’nda yapılan değişiklikler değerlendirildiğinde; uygulama esnasında karşılanabilecek bir takım hususların olduğu, bazı hukuki boşluklardan doğabilecek tartışmaların olabileceği değerlendirilmektedir. Bu hususlardan bazıları aşağıdaki gibidir.

- 7181 sayılı kanun ile İmar Kanunu 18’inci maddede “... herhangi bir parselden bir defadan fazla düzenleme ortaklık payı alınmaması esastır. Ancak her türlü imar plânı kararı ile yapılaşma konusunda ve nüfusta artış olması halinde, artış olan parsellerden, uygulama sonucunda oluşan değerinin, önceki değerinden az olmaması kaydıyla, ilk uygulamadaki düzenleme ortaklık payı oranını %45’e kadar tamamlamak üzere ilave düzenleme ortaklık payı kesintisi yapılabilir.” hükmünde yer alan ikinci bir DOP oranı ile ilgili koşullara bakıldığında;
  - Önceki değer ile sonraki değer in karşılaştırmasının kimin yapacağı ve uygulamanın hangi aşamasında ne zaman yapabileceği hususlarına dair bir düzenleme bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu noktada yasal bir boşluk bulunduğu değerlendirilmektedir.
  - İkinci imar uygulamasında DOP oranının daha az belirlenmesi halinde, ilk uygulamada fazladan

kesilen yüzölçümünün geri iadesine ilişkin bir düzenleme bulunmamaktadır.

Dolayısıyla, bu durumda da yasal bir boşluk bulunduğu değerlendirilmektedir.

- 6704 sayılı Torba Yasa ise; 3194 sayılı Kanunda yer olan düzenleme ortaklık payı ile karşılanan genel hizmet alanları kapsamına “*otoyol dışında erişme kontrolünün uygulandığı yol*” ve “*suyolu*” alanları da alınmıştır.

- Hükümde bulunan “suyolu” kavramı ile “normal sulama amaçlı suyolu” mu ifade ettiği yoksa “ulaşım amaçlı suyolu” mu ifade ettiği konusunda görüş ayrılıkları bulunabilmektedir.

Dolayısıyla, kavram yönünden bir hukuki boşluk bulunmaktadır.

- Kanunda yapılacak bir düzenleme ile “suyolu” kavramının tam olarak açılması gereklidir. Aksi takdirde yapılacak olan projelerde ileride tartışmalara neden olacağı açıktır. Örneğin; Mevzuattaki mevcut haliyle “Kanal İstanbul Projesi”nin suyolu kavramını tam olarak karşılamamaktadır. Ancak, genel hizmet alanlarına “suyolu” ifadesinin Kanal İstanbul Projesi amacıyla eklendiği görüşünde olanlar mevcuttur. Bu nedenle, hiç kuşkusuz ki “suyolu” teriminin Kanal İstanbul Projesi’ni kapsayıp kapsamadığı konusu da tartışmalara neden olacaktır. Hükümde bulunan “suyolu” kavramı “normal sulama amaçlı suyolu” olarak kastediliyor ise düzenleme ortaklık payından karşılanamayacaktır, eğer “ulaşım amaçlı suyolu” olarak kastediliyor ise düzenleme ortaklık payından karşılanabilecektir.

Dolayısıyla, hükümde yer alan “suyolu” teriminin tam olarak açıklanarak hukuki boşluk doldurulmalıdır.

Diğer taraftan, Tablo 1.’de imarla ilgili yasal durumu düzenleyen İmar Kanununun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren düzenleme ortaklık payı oranındaki değişiklikler görülmektedir.

Tablo 2.’de açıkça gecekonduların gündeme gelerek Kanun ile yürürlüğe girdiği tarihten itibaren imar affı kapsamındaki uygulamaların yasal dayanakları görülmektedir.

3194 sayılı İmar Kanunu’na Geçici Ek 16 ncı madde ile getirilen İmar Barışı uygulamasına yönelik olan <https://www.imarbarisisorgulama.csb.gov.tr/> erişim adresi üzerinden ulaşılabilen Çevre ve Şehircilik Bakanlığının imar barışı sorgulama uygulaması bulunmaktadır.

09.12.2020 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yetkili personel girişi ile imar barışı uygulamasına giriş yapılarak ulaşılan Türkiye Geneli Başvuru Dağılımı Tablo 3’te görülmektedir.

Tablo 3’de görüldüğü üzere Türkiye genelindeki dağılımda başvuru sayısına göre İzmir İli % 11.1 ile başvurusu onaylanarak yapı kayıt belgesi alan birinci il olmuştur. İstanbul ili ise %9.9 ile ikinci sıradadır. Ancak, başvuru sayısı yapı kayıt belgesi alınan bağımsız bölüm sayısına eşit değildir. Yani bu grafik imar barışından yararlanan il bazında toplam bağımsız birim sayısını göstermemektedir. Dolayısıyla, grafikteki veriye göre imar barışından bağımsız birim bazında en çok



yararlanan ilin İzmir olduğu ortaya çıkmamaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı envanterinde toplam bağımsız birim sayısı ve başvuru türü vb. il bazlı ayrıntılı raporlar da bulunmaktadır.

Türkiye'deki her af yasası, gecekonduların kendi yapılarını iyileştirmelerine olanak tanımış ve bu yapılar yasal gayrimenkul piyasasında meta haline

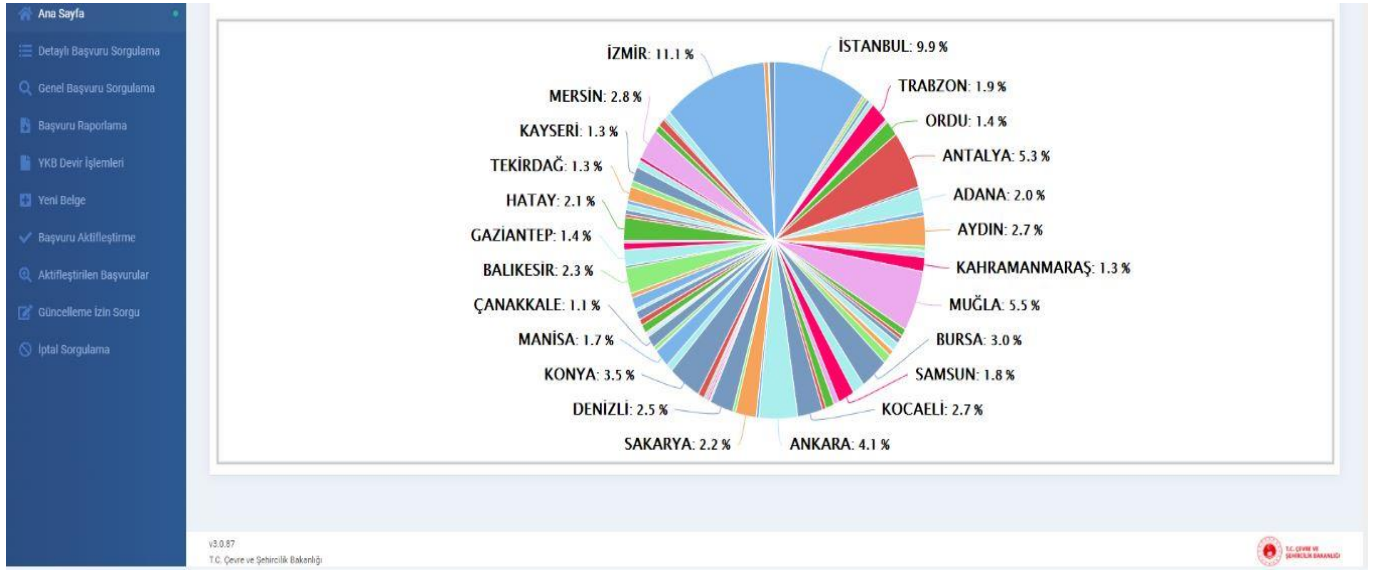
gelmiştir. Bu durum Dünyadaki genel eğilime oldukça benzemektedir.(Grashoff ve Yang, 2020). Türkiye'deki son imara aykırı yapıların resmileştirilmesi uygulaması, belirli bir düzeyde yasal olmayan arazi kullanım haklarını güvence altına aldığını göstermektedir. (Iban,2020.)

**Tablo 1.** İmarla ilgili yasal durumu düzenleyen Kanunlar'da düzenleme ortaklık payı oranı kapsamındaki süreç

Kanun No	Kanun Adı	Değiştiren Kanunun veya İptal Eden Anayasa Mahkemesi Kararının Numarası	Yürürlüğe Giriş Tarihi	Oran	Açıklama
			9.05.1985	25%	Eksik dağıtma yetkisini içeren "kesinti yapma" kuralı ile ortaya çıkmıştır.
6785	İmar Kanunu	Anayasa Mahkemesinin E.:1963/65, K.:1963/278 sayılı kararı	22.12.1963	---	Eksik dağıtma yetkisini içeren kural Anayasanın 38. maddesine aykırılığı nedeniyle iptal edilmiştir.
		1605 sayılı Kanun	11.07.1972	25%	Eksik dağıtma yetkisini içeren kural yerine "Düzenleme Ortaklık Payı" ilkesi getirilerek iptal nedeniyle ortaya çıkan boşluk doldurulmuştur.
			9.05.1985	35%	DOP kapsamına "ibadet yeri" ve "karakol yeri" alanları da alındığından oran yükseltilmiştir.
3194	İmar Kanunu	5006 sayılı Kanun	3.12.2003	40%	DOP kapsamına "Milli Eğitim Bakanlığına bağlı ilk ve ortaöğretim kurumları" da alındığından oran yükseltilmiştir.
		7181 sayılı Kanun	4.07.2019	45%	Tüm resmi kurumların DOP'tan karşılanması sağlanmış, Kamu Ortaklık Payı (KOP) kaldırılmış, DOP oranında doğacak ihtiyaç öngörülerek oran yükseltilmiştir.

**Tablo 2.** Gecekonduların açıkça Kanunla yürürlüğe girdiği tarihten itibaren imar affı süreci

Kanun No	Kanun Adı	Değiştiren Kanunun Numarası	Değişikliğe Neden Olan Maddeler	Yürürlüğe Girdiği veya Kabul Edildiği Tarih	Açıklama
2805	İmar ve Gecekondular Mevzuatına Aykırı Olarak Yapılan Yapılara Uygulanacak İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanunu'nun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun			21.03.1983	Açıkça "gecekondular affı"nın gündeme geldiği Kanun'dur.
				24.02.1984	2805 sayılı Kanunu yürürlükten kaldırmıştır.
		3290 sayılı Kanun	10/c	22.05.1986	İyileştirme (ıslah) imar uygulaması özel koşullara bağlanmıştır ve koşullar gerçekleştiği takdirde imar uygulaması yapılabilir.
2981	İmar ve Gecekondular Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanunu'nun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun	3366 sayılı Kanun	10/a	18.05.1987	İslah imar planı veya kadaströ planları ile belirlenen alanlarda tapu tahsis belgesi yerine doğrudan tapu verilebilecek.
		6306 sayılı Kanun	23. ve 24. madde	31.05.2012	2981 sayılı kanunu yürürlükten kaldırmıştır. Kanuna ilişkin devam eden işlemlerde hak kayıplarının önüne geçilmesi için uzatılarak 31.12.2018'de uygulamalar son bulmuştur.
3194	İmar Kanunu	7143 sayılı Kanun	Geçici Ek 16. madde	11.05.2018	"İmar Barışı" olarak adlandırılan uygulama yürürlüğe girmiş olup, 15.06.2019 tarihinde süresi dolmuştur.

**Tablo 3.** Başvurusu Onaylanarak Yapı Kayıt Belgesi Verilen Başvuru Dağılımları (09.12.2020 tarihli)

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye Cumhuriyet döneminde kent düzenlemeleri 1928 yılında 1351 sayılı Kanun ile Ankara kentinin imar planları hazırlanarak sağlanmış, ardından 1930 yılında 1580 sayılı Kanun ile bütün belediyelere imar yapma zorunluluğu getirilmiş, imar faaliyetleri kapsamında 1933 yılında 2290 sayılı “Belediye Yapı ve Yollar Kanunu”nu yürürlüğe girmiştir. İmarla ilgili yasal durumu düzenleyen ilk Kanun ise 1956 yılında 6785 sayılı İmar Kanun ile uygulamaya konulmuştur.

Geçen zaman içerisinde şehirlerin artan nüfusu ve sosyal ve kültürel ihtiyaçların artması sebebiyle mevcuttaki Kanununun dar kapsamlı olduğu ve ihtiyaçları karşılayamadığı, bir takım eksikliklerinin olduğu öngörülmüş ve yeni bir düzenleme gereği ortaya çıkmıştır.

İmar mevzuatlarında, bugüne kadar değişen, iptal edilen veya eklenen maddeler olmak üzere pek çok mevzuat düzenlemeleri yapılmış ve bu düzenlemeler neticesinde; 3194 sayılı İmar Kanununda, 14.02.2020 tarihli ve 7221 sayılı Kanun ile yapılan değişiklikler kabul edilmiş, 26.03.2020 tarihli ve 31045 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve gelinen tarih itibarıyla son halini almıştır. Ancak, kanunlar dinamik yapıda olduğundan uygulamalar neticesinde karşılaşılan sorunların giderilmesine yönelik kanunda mevzuat düzenlemeleri kapsamında çalışmalar olacak ve kanunun gelişim süreci devam edecektir.

Yapılan çalışmada, ülkemizde imarla ilgili yasal durumu düzenleyen İmar Kanununun kabul edildiği tarihten günümüze kadar uygulanan mevzuat ve değişimlerini, imar uygulamaları, düzenleme ortaklık payı oranı ve kapsamı, imar uygulamaları ile imar mevzuatına aykırı yapılara getirilen imar affi konusundaki değişiklik ve yenilikler yönünden gelişim süreci ortaya konulmuştur.

Çalışmada, 3194 sayılı İmar Kanunu’nda değişiklikler ile son hali değerlendirilmiş ve bazı hususlarda halen eksikliklerin olduğu, bazı konularda ise yapılan değişiklikler ile yasal boşlukların olduğu ya da yapılan

değişiklikler ile sorunların ortaya çıkabileceği görülmektedir. Bu tür eksiklikler, sorunlar ve bunlara çözüm önerileri aşağıdaki gibidir.

➤ Türkiye’de yapılan İmar Kanunları ve yürürlükte olan 3194 sayılı İmar Kanunu “eş oranlı yöntem” ilkesine göre kurgulanmıştır. Düzenlemeye giren parseller düzenleme öncesi eşit değerinde kabul edilmektedir. Düzenlemeye giren tüm parsellerden aynı oranda düzenleme ortaklık payı kesintisi yapılmaktadır. Düzenleme sonucu yapılan düzenleme ortaklık payı kesintisinden sonra geri kalan net miktarlar değişik yapılaşma yoğunluğu olabilen yerlerden yine aynı oranda verilmektedir. Halen bu durumu iyileştirmeye yönelik İmar Kanununda bir düzenleme yapılmamıştır. Buna alternatif olarak “eş değerlilik yöntemi” uygulamasının kanunda yeni düzenlemeler yapılarak kabul edilmesidir. Düzenleme ortaklık payı “eş değerlik” yaklaşımına dönüştürülmelidir. Parselin düzenleme öncesi ve düzenleme sonrası değerine bakılarak her bir parselin kazandığı değer belirlenmelidir. Böylelikle, az değer kazanan yerden daha az kesinti yapılmasına olanak tanımır ve hakkaniyet de sağlanmış olur.

Bu konuda, 5393 sayılı Belediye Kanunu’nun 73’üncü Maddesi ve 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun” ile dayanak oluşturularak hukuku altyapı tamamlanmış ve uygulamaya geçilmiştir. Yakın gelecekte İmar Kanunundaki uygulamalarda da eş değerlik yaklaşımına yönelik değişikliğe gidilmesinin kaçınılmaz olduğu değerlendirilmektedir.

➤ 3194 sayılı İmar Kanunu 18’inci maddesinde; 7181 sayılı kanun ile “Düzenleme alanında bulunan imar adalarında, asgari parsel büyüklüğünü karşılamak kaydıyla, imar uygulama alanında kalan hisseli arsa ve araziler; hisse sahiplerinin muvafakati halinde veya fiili kullanım esasına göre müstakil hale getirilebilir.” şeklinde yapılan ek düzenlemede uygulamayı yapan idarenin hisse çözme yetkisine yönelik hüküm bulunmaktadır. Bu hüküm uyarınca, hisse çözümü için fiili oluşumlu durumlarda rızası

olma koşulu aranmazken, diğer parsellerde rıza koşulu aranır olacaktır. Eğer hisse sahiplerinin zeminde fiili durum olduğu halde bu duruma rızası yoksa hisse sahipleri arasında hakkaniyet sağlanmamış olacaktır. Bu durum düzenlemede bulunan iki koşul arasında çelişki olmasına sebep olmaktadır.

- 7181 sayılı Kanunla 3194 sayılı Kanunun 15'inci maddesinde yapılan değişik ile "İmar planı bulunan alanlarda, uygulama imar plânına uygun olarak öncelikle parselasyon plânının yapılması esastır." hükme bağlanmıştır.

Harita Mühendisleri açısından bakıldığında; ilgili idare 18'inci madde uygulamasını yapmadığı müddetçe o saha içerisindeki hiçbir parsel imar parseli haline dönüştürülemeyeceğinden özel bürolar için önemli bir iş ve gelir kaybı olacaktır.

Hak sahipleri açısından bakıldığında; belediyeler; gerek maddi olanaksızlıklar, gerek teknik eleman eksikliği ve gerekse de işlemin zorluğu nedeniyle 18 inci madde uygulamasından kaçındığından hak sahipleri uzun bir müddet parsellerinde herhangi bir işlem gerçekleştiremeyecektir. Bu nedenle her türlü 18 inci madde uygulamasını beklemek zorunda kalacaklardır.

#### KAYNAKÇA

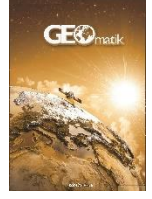
- Anayasa Mahkemesi Kararı, 22.11.1963 Günlü, Esas Sayı: 1963/65, Karar Sayı: 1963/278, 14.01.1964 Tarihli R.G: 11606, Erişim adresi: <http://www.kararlaryeni.anayasa.gov.tr/Karar/>, Erişim tarihi: 11 Mayıs 2020
- Anayasa Mahkemesi Kararı, 26.09.1991 Günlü, Esas Sayı: 1990/38, Karar Sayı: 1991/32, 28.11.1991 Tarihli R.G: 21065, Erişim adresi: <http://www.kararlaryeni.anayasa.gov.tr/Karar/>, Erişim tarihi: 11 Mayıs 2020
- Bilgin, H.(2020). "7153 ve 7181 Sayılı Kanunlarla İmar Kanununda Yapılan Değişiklikler Üzerine Bir İnceleme", Hukuk Fakültesi Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 2, sayfa: 339-385.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2018). İmar Barışı Bilgilendirme Broşürü. Erişim Adresi: [https://webdosya.csb.gov.tr/db/imarbarisi/icerikle\\_r/brosur-20180603111057.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/imarbarisi/icerikle_r/brosur-20180603111057.pdf) Erişim Tarihi: 07.12.2020
- Duyguluer, F. (1989). "İmar Mevzuatının Cumhuriyet Dönemi Mimarlığına ve Şehir Planlamasına Etkileri", T. B. M. M. Kültür, Sanat ve Yayın Kurulu Yayınları, No: 38.
- Iban, M.C. (2020). Lessons From Approaches To Informal Housing And Non-Compliant Development In Turkey: An In-Depth Policy Analysis With A Historical Framework. Land Use Policy, Volume: 99.
- İnam, Ş., Çay, T., (2002). İmar ve Şehirleşme Kanun Tasarısı Üzerine Bir İnceleme, SÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya.
- Ergen, C. (2006). Arazi ve Arsa Düzenlemeleri, Seçkin Yayınevi, Ankara
- Grashoff, U., Yang, F., (2020). Towards Critique And Differentiation: Comparative Research On Informal Housing. Comparative Approaches To Informal Housing Around The Globe. University College London Press, pp. 1-21.
- Gür, S., (2010). Kamu Yararı Kapsamında Kamusal Alan Olarak Transfer Merkezlerinin İncelenmesi-Bağcılar Meydan Transfer Merkezi Örneği Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Şehir Üniversitesi, İstanbul Bahçeşehir Üniversitesi İstanbul.
- Kejanlı, T., Akın, T., Yılmaz, A. (2007). "Türkiye'de Koruma Yasalarının Tarihsel Gelişim Üzerine Bir İnceleme", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 19, Sayfa: 179-196.
- Kıtay, M.G. (1985). Land Acquisition in Developing Countries, Lincoln Institute, Boston.
- Koçak, H. (2019). 7181 Sayılı Kanunla İmar Kanununda Yapılan Değişiklik 1, 2, 3., Erişim adresi: <https://www.tapu-kadastro.net/>, Erişim tarihi: 27 Nisan 2020.
- Köktürk, E., (2004). Arsa Düzenlemelerinin Yargısal Denetimi, Mülkiyet Dergisi, Sayı:52,S:26, Ankara.
- Lee, R.T.C. (1986). Land Readjustment, Agricultural Land Consolidation in Taiwan,, Ed. Doebele W.A., Lexington Boks, Massachusetts.
- Potsiou, C., (2014). Policies For Formalization Of Informal Development: Recent Experience From Southeastern Europe. Land Use Policy, Volume: 36, pp: 33-46.
- Resmi Gazete, (1956). İmar Kanunu, 16.07.1956 Tarihli R.G.:9359, Kabul Tarihi: 09.07.1956, Kanun No: 6785, Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/> Erişim tarihi: 09 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (1984). İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun, 08.03.1984 Tarihli R.G.:18335, Kabul Tarihi: 24.02.1984, Kanun No: 2981, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/> Erişim tarihi: 20 Mayıs 2020
- Resmi Gazete, (1985). İmar Kanunu, 09.05.1985 Tarihli R.G.:18749, Kabul Tarihi: 03.05.1985, Kanun No: 3194, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 09 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (1986). 24.2.1984 Tarih ve 2981 Sayılı Kanunun Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi ve Bu Kanuna Bazı Maddeler Eklenmesi Hakkında Kanun, 23.07.1986 Tarihli R.G.:19173, Kabul Tarihi: 22.05.1986, Kanun No: 3290, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/> Erişim tarihi: 20 Mayıs 2020
- Resmi Gazete, (1987). 22.5.1986 Tarih ve 3290 Sayılı Kanun ile Değişik 24.2.1984 Tarih ve 2981 Sayılı Kanunun Bazı Maddelerinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun,26.05.1987 Tarihli R.G.:19471, Kabul Tarihi: 18.05.1987, Kanun No: 3366, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/> Erişim tarihi: 20 Mayıs 2020
- Resmi Gazete, (1987). 1580 Sayılı Belediye Kanunu, 3030 Sayılı Büyükşehir Belediyelerinin Yönetimi Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun, 2972 Sayılı Mahalli İdareler İle Mahalle Muhtarları ve İhtiyar Heyetleri Seçimi Hakkında Kanun ve 3194 Sayılı İmar Kanununun Bazı

- Maddelerinin Değiştirilmesine Dair Kanun,30.06.1987 tarihli R.G.:19503, Kabul Tarihi: 20.06.1987, Kanun No: 3394, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 09 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (1998). Mera Kanunu, 25.02.1998 Tarihli R.G.:23272, Kabul Tarihi: 25.02.1998, Kanun No: 4342, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 10 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (2003). İmar Kanunu ile İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanunda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun, 17.12.2003 Tarihli R.G.:25319, Kabul Tarihi: 03.12.2003, Kanun No: 5006, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 12 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (2005). Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, 19.07.2005 Tarihli R.G.:25880, Kabul Tarihi: 03.07.2005, Kanun No: 5403, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 12 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (2016). 65 Yaşını Doldurmuş Muhtaç, Güçsüz ve Kimsesiz Türk Vatandaşlarına Aylık Bağlanması Hakkında Kanun İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 26.04.2016 Tarihli R.G.:29695, Kabul Tarihi: 14.04.2016, Kanun No: 6704, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 18 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (2018). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile Bazı Kanunlarda Ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamede Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 28.04.2018 Tarihli R.G.:30405, Kabul Tarihi: 19.04.2018, Kanun No: 7139, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 18 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (2018). Vergi ve Diğer Bazı Alacakların Yeniden Yapılandırılması İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun, 18.05.2018 Tarihli R.G.:30425, Kabul Tarihi: 11 Mayıs 2018, Kanun No: 7143, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 21 Mayıs 2020
- Resmi Gazete, (2019). Tapu Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 10.07.2019 Tarihli R.G.: 30827, Kabul Tarihi: 04.07.2019, Kanun No: 7181, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 20 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (2019). Tapu Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 10.07.2019 Tarihli R.G.: 30827, Kabul Tarihi: 04.07.2019, Kanun No: 7181, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 20 Nisan 2020
- Resmi Gazete, (2020). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bazı Kaunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, 20.02.2020 Tarihli R.G.: 31045, Kabul Tarihi: 14.02.2020 Kanun No: 7221, Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/> Erişim tarihi: 20 Nisan 2020
- URL-1: <https://www.emektd.com.tr/tr> , Düzenleme Ortaklık Payının Ülkemizdeki Kısa Geçmişi, Erişim tarihi: 25 Nisan 2020
- URL-2: <https://www.imarhaber.com/2020>, Yeni İmar Kanununun Değişiklikleri, Erişim tarihi: 27 Nisan 2020



© Author(s) 2022. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





## Bağıl ve mutlak (PPP) konum çözüm yaklaşımı sunan Web-Tabanlı çevrimiçi veri değerlendirme servislerinin farklı gözlem periyotlarındaki performanslarının araştırılması

Eren Gürsoy Özdemir\*<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Bartın Üniversitesi, Ulus Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Tapu ve Kadastro Programı, Bartın, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Web Tabanlı Çevrimiçi GNSS  
Değerlendirme Servisleri  
MAGIC-GNSS  
CSRS-PPP  
AUSPOS  
OPUS  
Doğruluk

### ÖZ

Bu çalışmada, web-tabanlı çevrimiçi veri değerlendirme servislerinin farklı çözüm yaklaşımlarındaki doğruluk performanslarının incelenmesi amaçlanmıştır. Mutlak konum çözüm yaklaşımı sunan MAGIC-GNSS ile CSRS-PPP ve bağıl konum çözüm yaklaşımı sunan AUSPOS ile OPUS çevrimiçi değerlendirme servislerinin, farklı gözlem sürelerindeki (1, 2, 3, 6, 12, 24 saat) ve farklı günlerdeki (DOY 048, 049, 050, 051, 052, 053/2019) verileri dikkate alınarak test edilmiştir. Bu amaçla AJAC IGS istasyonu, ITRF 2014 referans sisteminde ölçü epok koordinat verileriyle karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre 3 saat üstü yapılan veri çözümlerinde mm doğruluğuna ulaşılmıştır. 3 saat ve altı veri çözümlerinde gerek kadastral çalışmalarda gerek birçok ölçme uygulamalarında kullanılacak, cm doğruluğunda çözüm sundukları görülmüştür. Mutlak konum ve bağıl çözüm yaklaşımı sunan çevrimiçi değerlendirme servislerinin yüksek doğrulukta sonuçlar elde edebildiği ve bütün çevrimiçi GNSS değerlendirme servisleri ile kolay, ekonomik ve doğru konum üretebilmenin mümkün olduğu gözlemlenmiştir.

## Investigation of the performance of Web-Based online data processing services that offer relative and absolute positioning (PPP) solution approach in different observation periods

### Keywords

Web Based Online GNSS  
Processing Service  
MAGIC- GNSS  
CSRS-PPP  
AUSPOS  
OPUS  
Accuracy

### ABSTRACT

In this study, it is aimed to examine the accuracy performance of web-based online data processing services in different solution approaches. MAGIC-GNSS and CSRS-PPP, which offer an absolute positioning solution approach, and AUSPOS and OPUS, which offer a relative positioning solution approach, have been tested by considering the data of different observation periods (1, 2, 3, 6, 12, 24 hours) and on different days (DOY 048, 049, 050, 051, 052, 053/2019). For this purpose, the AJAC IGS station was compared with the measurement epoch coordinate data in the ITRF 2014 reference system and according to the results obtained, mm accuracy was achieved in data solutions over 3 hours. It has been determined that in 3 hours and less data solutions, they offer cm accuracy solutions that can be used both in cadastral studies and many surveying applications. It has been observed that online processing services that offer absolute positioning solution approach and relative solution approach can achieve results with high accuracy and that it is possible to produce easy, economical and accurate position with all online GNSS processing services.

## 1. GİRİŞ

Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS), bilimsel araştırmaların yanı sıra ticari ve ticari olmayan uygulamalarda büyük önem kazanmış, Amerika'dan GPS, Rusya'dan GLONASS, Çin'den BEIDOU ve Avrupa'dan GALILEO dahil olmak üzere uydu sistemlerinin (GNSS) modernizasyonu ve hızlı gelişimi sayesinde, konum belirleme konularında, küresel ölçekte kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlamıştır.

Uydu sistemleri ve ölçme tekniklerindeki gelişmeler sayesinde GNSS alıcılarıyla yüksek doğrulukla konum belirlemek mümkün hale gelmiştir. Kullanılan farklı teknikler veri toplama özelliklerine göre değişmekte olup klasik anlamda mutlak ve bağıl (görelî) konum belirleme yöntemleri olarak tercih edilmektedir. Yakın zamana kadar eş zamanlı ve birden fazla alıcı kullanılarak yapılan ölçmelere alternatif yeni sistemlerin çıkmasıyla birlikte sabit alıcılara olan ihtiyaç büyük oranda ortadan kalkmıştır.

Hassas uydu yörünge bilgileri üreten başta International GNSS Service (IGS) olmak üzere, CODE, JPL gibi kurumların kullanıcılara bu verileri sunmaları ile veri analizlerinde ve konum doğruluklarında büyük iyileşmeler yaşanmıştır. Bunlara ek olarak GNSS ölçmelerindeki hata kaynaklarının tespiti ve yeni algoritmalar ile yeni bir yaklaşım olan Hassas nokta konumlama (PPP) yöntemi geliştirilmiştir.

Hassas nokta konumlama yöntemi ile ilgili ilk çalışmalar hassas uydu yörünge ve saat bilgileri kullanılarak başladı. Bu yörünge ve saat bilgileri ürünlerin tek GPS alıcısından alınan verilerle elde edilecek koordinatların geliştirilen algoritmalar yardımıyla iyileştirilebileceği görülmüş ve bu anlamda literatüre yeni bir teknik kazandırılmış, birçok önemli uygulama gerçekleştirilmiştir. (Zumberge, J. F. ve ark., (1997); Kouba, J. ve Héroux, P. (2001); Gao, Y. and Shen, X. (2002); Bisnath, S. and Gao, Y. (2007); Li, X. and Zhang, X. (2012)). Ayrıca IGS verilerinin, PPP tekniği çözümü performansına olan etkisini incelemek için de önemli çalışmalar yapılmıştır (Kouba (2009); Weston and Schwieger, (2010)).

GNSS alıcıları ile toplanan verilerin değerlendirilmesi aşamasında kullanılan çeşitli bilimsel ve ticari veri değerlendirme yazılımları mevcuttur. Bu yazılımların kullanılması iyi bir program bilgisi, temin edilmesi için de satın alınması gerekmektedir. Bu bağlamda bazı araştırma merkezleri, üniversiteler, kurumlar ve firmalar web-tabanlı çevrimiçi veri değerlendirme sistemlerini geliştirmişlerdir. Bu servisler aracılığıyla tek bir GNSS alıcısı ile yapılan ölçmeler sonucu elde edilen verilerin, yöntemi mutlak (PPP) veya bağıl konum çözüm yöntemi olmak suretiyle değerlendirilebilmekte ve bu servisler tamamen ücretsiz ve kullanıcılarına sınırsız kullanma imkânı sağlamaktadır.

Mutlak (PPP) ve/veya bağıl yöntem çözüm teknikleri kullanılarak çevrimiçi servislerle konum belirleme ve bu servislerin performanslarının belirlenmesi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır.

Çevrimiçi veri değerlendirme servisleriyle yapılan ilk çalışmalardan olan ve 24 saatlik veride tekrarlanabilir yatayda 1-2 cm, düşeyde 3-4 cm doğruluğa, 6 saatlik

veride ise yatayda 2-4 cm, düşeyde 3-7 cm' e doğruluğa kadar erişilebildiği görülmüştür (Tsakiri, 2008).

AUSPOS, SCOUT, CSRS-PPP programları ile yapılan bir başka araştırmada çevrimiçi servislerde 24 saatlik verilerde cm doğruluğa erişildiği, mutlak (PPP) ve bağıl konum çözüm yöntemleri arasında çok az bir fark olduğu sonucuna varılmıştır (Cleaver, 2013).

TUSAGA-AKTİF sistemindeki 8 farklı istasyon 24 saatlik verileri ile 3 farklı bağıl çözüm yöntemi kullanan servis ve 4 farklı mutlak (PPP) çözüm yöntemi kullanan servis çözümleri kıyaslandığında, bağıl çözüm tekniği kullanan servislerden AUSPOS'un daha başarılı sonuçlar elde ettiği gözlemlenmiştir (Öcalan ve ark., 2013).

Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa kampüsünde yapılan 3 gün, 3 saatlik iki farklı oturum verileri (birinci cihaz üstü açık bir alanda iken ikinci cihaz üstü ağaçlık bir alanda veri toplamış), mutlak (PPP) çözüm tekniği kullanan CRSS-PPP, APPS, GAPS ve bağıl çözüm tekniği kullanan OPUS, AUSPOS çevrimiçi servisleri ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak cm ile dm mertebelerinde konumların özellikle ağaçlarla örtülü alanda mutlak çözüm yöntemiyle daha iyi performans sağladığı gözlemlenmiştir (Öcalan, T., 2016).

Yine iki farklı yaklaşımı karşılaştıran çalışmada 24 saatlik veriler 1,2,4,6,12 saatlik alt gruplara ayrılmış sonuç olarak cm'ler mertebesinde yatay konum ve dm'ler mertebesinde düşey konum için 2 saatlik verinin yeterli olduğu belirtilmiştir (Alkan ve ark., 2017).

OPUS ve AUSPOS servisleri, 24 saatlik ve 2 saatlik, 8 IGS istasyonu verileri kullanılarak yapılan noktaların gerçek kabul edilen koordinatlarına göre karşılaştırmalı bir yaklaşımla çözümlerinde, AUSPOS servisinin özellikle 2 saatlik veri çözümlerinde daha başarılı sonuçlar elde ettiği görülmüştür (Alçay ve ark., 2017).

İnternet tabanlı anlık veri değerlendirme yazılımlarından CSRS-PPP, AUSPOS, OPUS, APPS, GAPS, MAGIC- GNSS servisleri, Yıldız Teknik Üniversitesi YLDZ istasyonunun, 3 farklı aydaki 24 saatlik veriler temin edilmiş ve gerekli incelemeler ve analizler 5 farklı zamana göre yapılmış ve elde edilen verilere göre mutlak (PPP) çözüm yöntemi kullanan APPS programının tüm bileşenlerde daha başarılı sonuçlar elde ettiği görülmüştür (Özdemir ve ark., 2019).

Yer kabuğu hareketi çalışmalarında web tabanlı çevrimiçi servislerinden CSRS-PPP, AUSPOS, OPUS veri değerlendirme servislerinin deprem anı yatay deformasyonları belirlenmesi çalışmalarında istenilen yüksek doğruluklarda koordinat elde edilebildiği saptanmıştır (Şimşek ve ark., 2019).

Bu çalışmada ise 4 farklı çevrimiçi veri değerlendirme servisinin konum doğruluğu ve sürekliliği test edilmiştir. IGS kurumunun AJAC istasyonunun 7 gün 24 saatlik RINEX (Receiver Independent Exchange) verisi 1(0-1h), 2(0-2h), 3(0-3h), 6(0-6h), 12(0-12h) saatlik alt gruplara ayrılmış ve MAGIC-GNSS, CSRS-PPP, OPUS, AUSPOS veri değerlendirme servislerinde değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda ortaya çıkan koordinat farkları ve hesaplanan standart sapmalar incelenerek mutlak (PPP) ve bağıl konum çözüm yöntemleri doğrulukları gözlemlenmiştir.

## 2. Web Tabanlı Çevrimiçi Veri Değerlendirme Servisleri

GNSS ölçmeleri ile sahada toplanan veriler, ofiste iki farklı tür yazılımla değerlendirilir. Bunlar daha çok tektonik hareketler, deprem araştırmaları ve jeodezi amaçlı yüksek doğruluk gerektiren üniversite ve kurumlar tarafından geliştirilen bilimsel yazılımlar ve standart çözüm algoritmalarında bulunan, birçok aşaması otomatik hale getirilen ticari yazılımlardır. Bazı ticari yazılımlar modellemeler ve algoritmalarını zenginleştirerek bilimsel amaçlı değerlendirmelerde kullanılabilir hale getirilmiştir.

İlerleyen yıllarda, programların kullanımı için yüksek GNSS bilgisine ihtiyaç, programları edinmek için ekonomik ve kullanımını öğrenmek için eğitim almak gibi unsurları geri planda bırakma adına üniversiteler, kurumlar, özel firmalar geliştirdikleri ücretsiz ve çevrimiçi GNSS veri değerlendirme servislerini kullanıcıların kullanımına açmışlardır.

Bu servislerin kullanımı, internet üzerinden kullanıcı tarafından en basit haliyle RINEX GNSS verilerinin sisteme yüklenmesi ile başlar. Verilerin kalitesine ve süresine bağlı olarak, kullanıcılara ücretsiz çözümler üretir. Uzmanlık ve deneyimli personel ihtiyacını, bilimsel ve ticari yazılımlardaki son güncellemeleri takip etme zorunluluğunu ortadan kaldıran ve internetin olduğu her yerde erişim kolaylığı sağlaması servislerin en önemli artılarıdır.

Öbür taraftan; servislerdeki seçeneklerin sistemi kuranlar tarafından kısıtlı bırakılması, bilimsel yazılımlarda kullanılan farklı çözüm yaklaşımlarının servislerdeki eksikliği, yüksek boyutlu verilerin yüklenmesinde bazı servislerin izin vermemesi ve taşıyıcı faz başlangıç tamsayı bilinmeyişi (integer ambiguity) çözümü için yakınsama süresinin uzun olması servislerin önemli eksileridir. Santimetre mertebesinde doğruluklar için minimum 20 dakika ve daha fazla gözlem süresinin olması gerekliliği gerçek zamanlı uygulamalar açısından önemli başka bir sorundur (Rizos, 2010).

GNSS verilerinin değerlendirilmesine yönelik klasik yöntemlere alternatif olarak web tabanlı çevrimiçi servislerine ilk olarak 2001 yılında NASA Jet Propulsion Laboratory's Auto GIPSY ve Scripps Orbit ve Permanent Array Center (SOPAC) olarak hizmete girmiştir. Bu sistemlere ek olarak günümüzde Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning (CSRS- PPP), Australian Online Positioning Service (AUSPOS), Online Positioning User Service(OPUS), Automatic Precise Positioning Service (APPS), GPS Analysis and Positioning Software (GAPS), MAGIC-GNSS, Trimble RTX, SCOUT gibi servisler kullanıcılara ücretsiz sunulmaktadır.

Bu çalışmada uygulaması yapılan 4 farklı çevrimiçi veri değerlendirme servisleri ayrıntılı olarak irdelenecektir.

### 2.1. MAGIC-GNSS

MAGIC-GNSS, İspanyol GMV adındaki firmanın 2008 yılında geliştirdiği bir servistir. Kullanıcılar servise ücretsiz üye olarak RINEX verilerini sisteme yükleyebilir, statik veya kinematik mod ile çözümleme yapabilir,

ayrıca kullanıcıya GPS ve/veya GLONASS uydusu seçebilme seçeneği sunarak değerlendirme yapılabilir. Galileo, BeiDou ve QZSS uydu sistemleri verilerini desteklemektedir.

Sistemde değerlendirme yapabilmek için kullanılan diğer bir yöntem ise, RINEX verilerini magicppp@gmv.com mail adresine göndererek değerlendirme yaptırmaktır. Gerçek zamanlı (Real - Time) PPP servisi de internetten RTCM efemeris düzeltmelerini alarak serviste kullanabilmektedir.

MAGIC-GNSS uydu yörünge ve saat senkronizasyonları, istasyon alıcı koordinat, troposferik gecikme düzeltmeleri servisin başlıca yaptığı çözümlerdir. Bu çözümlerde en küçük kareler algoritması programın kullandığı ana algoritmadır. ODTS (The Orbit Determination and Time Synchronization) için Dünya etrafında IGS istasyonlarından çift frekanslı kod ve taşıyıcı faz gözlemlerini işleyerek yörünge ve saat düzeltmelerini belirler (Piriz ve ark., 2009).

Serviste çözümleme yaparken 1 saatten 24 saate kadar veri yüklemesi yapılabilmektedir. Ayrıca birden fazla verinin yörünge, saat ve koordinat analizi yapılabilir ve GMV firmasının haftalık efemeris bilgileri servisten indirilebilir. Servisin web sayfasına <http://magicgnss.gmv.com> (Erişim Zamanı: 9.10.2020) adresinden ulaşmak mümkündür.

Name	Start Date	Duration	Bandwidth
444_2002091_10h	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
444C_2002091_1h	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
444C_2002091_30m	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
2002-09-11	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
2002-09-11_1h	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
2002-09-11_30m	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
2002-09-11_15m	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
2002-09-11_5m	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
2002-09-11_1m	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓
2002-09-11_30s	2002-09-11 00:00:00	1.00h	✓

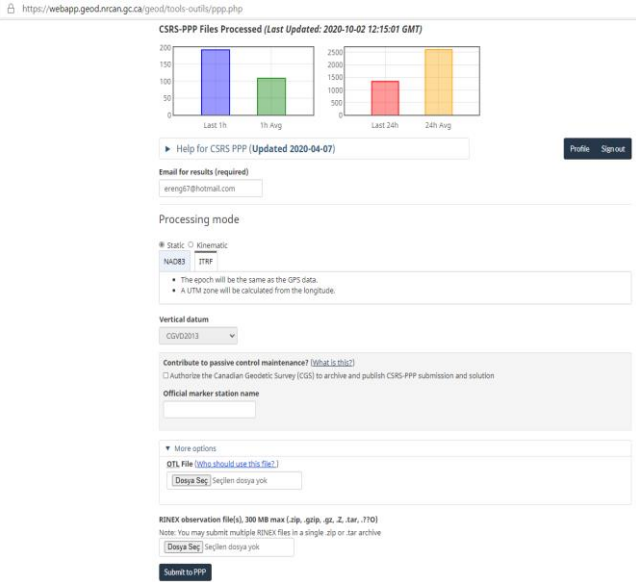
Şekil 1. MAGIC-GNSS çevrimiçi veri değerlendirme PPP çözümleme ara yüzü

Sonuçlar grafiklerle zenginleştirilmiş rapor şeklinde, istasyon saat düzeltme verileriyle beraber ETRS89 ve ITRF2014 referans sistemi koordinatlarında kullanıcıya sunulur. Servise 1'den fazla RINEX dosyası eklenebilmektedir.

### 2.2. Canadian Spatial Reference System - Precise Point Positioning (CSRS- PPP)

Geodetic Survey Division of Natural Resource Canada (NRCan) tarafından 2003 yılında hizmete sunulan CSRS-PPP servisi hassas saat ve yörünge bilgilerini kullanarak çevrimiçi veri değerlendirmesi gerçekleştirir ve ücretsiz olarak kullanıma sunulur. Statik ve Kinematik mod ile çözümleme yapılabilir, Ocean Tide loading (OTL) verisi isteğe bağlı eklenebilir.

BERNESE yazılımını kullanan CSRS-PPP servisine ASCII formatında veya .zip, .gzip, .gz,, .Z, .tar, .??O formatlarında maksimum 300 megabyte(mb) büyüklüğünde dosya yüklenebilmektedir.



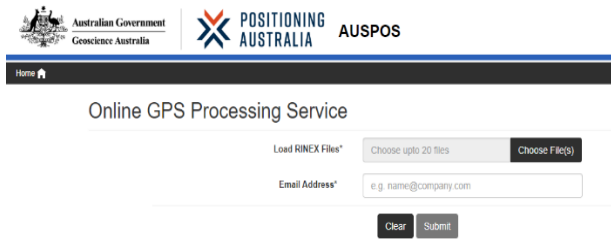
**Şekil 2.** CSRS-PPP çevrimiçi veri değerlendirme servisi çözümlene ara yüzü

Değerlendirme sonuçları, girilen e-mail adresine gönderilir. Sonuç dosyasında ölçüm süreleri, istasyon bilgileri, yaklaşık koordinatlar, uydu hareketleri grafikleri, troposferik gecikme grafiği, istasyon saat hataları grafiği, ambiguity grafiği ve kod, taşıyıcı faz gözlemleri grafikleri bulunur. Ayrıca .sum uzantılı dosyadan kestirilmiş kartezyen koordinatlara erişmek mümkündür. Servisin web sayfasına <https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php> (Erişim Zamanı: 9.10.2020) adresinden giriş yapmak mümkündür.

### 2.3. Australian Online GPS Processing Service (AUSPOS)

Avustralya Yer bilimi (Geoscience Australia) tarafından özünde IGS istasyonlarını ve IGS ürünlerini kullanan, sadece çift frekanslı GPS faz gözlemlerini işleme esasına göre tasarlanmış, bağıl çözüm tekniğini kullanan ve 2000 yılından beri hizmet veren ücretsiz çevrimiçi veri değerlendirme servistir.

Kullanıcıya maksimum 25 tane RINEX veri yükleme imkânı veren bu servis, BERNESE v5.2 yazılımını kullanır. Gözlem verisi yüklendikten sonra en yakın 15 IGS istasyonu referans alınarak koordinat bilgileri ITRF 2014 ve Avusturalya datumu (GDA) sistemlerinde çözümlenir.



**Şekil 3.** AUSPOS çevrimiçi veri değerlendirme servisi çözümlene ara yüzü

Sonuç veri .pdf uzantılı dosya olarak, kullanılan IGS istasyonlarının ve yüklenen RINEX verisi kesin koordinatları, her bazın başlangıç tamsayı belirsizliği

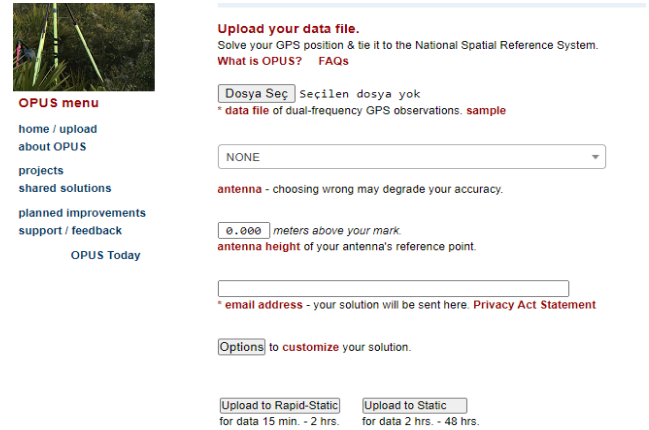
çözümü, değerlendirmelerde kullanılan gravite modeli ve konumsal doğrulukları gösteren çözümleri içeren bilgiler kullanıcıya mail gönderilir. Servisin web sayfasına <https://gnss.ga.gov.au/auspos> (Erişim Zamanı: 9.10.2020) adresinden erişmek mümkündür.

### 2.4. Online Positioning User Service (OPUS)

Amerikan Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresinin (NOAA) kurmuş olduğu servistir. Verinin toplandığı istasyon Amerika Birleşik Devletleri dışında ise yakınındaki 3 IGS istasyonu referans olarak seçilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise CORS ağındaki istasyonlar referans olarak seçilir. Servis 15 dakika ile 2 saat arasındaki gözlemleri hızlı statik yöntemle göre çözüm yaparken RSGPS yazılımı kullanır. 2 saat ile 48 saat arasındaki gözlemleri statik yöntemle göre çözüm yaparken Program for Adjustment of GPS Ephemerides (PAGES) yazılımı kullanır (URL-1).

Ücretsiz olarak kullanıcılara açık olan programa veri yüklerken RINEX2, RINEX3, .zip, .gzip ve hatanaka formatlarından biri olması yeterlidir. Veri yükleme dışında anten yüksekliği, anten tipi ve e-mail adresi girilmelidir. Anten bilgilerindeki hatalı girişler sonuç data analizlerinde anten problemi diye kullanıcı bilgilendirilir.

Kullanıcı mail adresine gelen sonuçta, kullanılan referans istasyonları bilgileri, navigasyon ve efemeris dosyaları adları, ölçüm aralığı, anten tipi, anten yüksekliği, kullanılan yazılım ve ITRF 2014 datumundaki koordinat değerleri bulunmaktadır.



**Şekil 4.** OPUS çevrimiçi veri değerlendirme servisi çözümlene ara yüzü

Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri kullanıcıları için istenilen CORS istasyonunu ekleme veya çıkarma özelliği, çalışılan eyalet seçimi, verilerin diğer kullanıcılar ile paylaşılması gibi seçenekler mevcuttur. Servisin web sayfasına <https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/> (Erişim Zamanı: 9.10.2020) adresinden erişmek mümkündür.



**Tablo 1.** Web-Tabanlı Çevrimiçi Veri Değerlendirme Servisleri ve Özellikleri

Özellikler	MAGIC-GNSS	CSRS-PPP	AUSPOS	OPUS
Çözüm Yöntemi	Mutlak	Mutlak	Bağıl	Bağıl
Referans Yüzeyi	ITRF14	ITRF14	ITRF14	ITRF14
Kullanılan Yazılım	MAGIC-GNSS	BERNESE	BERNE SE	PAGES
Desteklediği Uydular	GPS GLONASS GALILEO BEIDOU QZSS	GPS GLONASS	GPS	GPS
Geliştiren Kurum	GMV Innovation Solutions	Natural Resources Canada	Geoscience Australia	National Geodetic Survey
Uydu Yükseklik Açısı	10 derece	7,5 derece	7 derece	10 derece
Uydu Yörünge, Saat Bilgisi ve Anten Düzeltmesi	IGS	IGS	IGS	IGS
Troposfer Modeli	GMF	GMF	GMF	GMF
Veri Toplama Aralığı	1,2,5,10, 15,30,60, 300 saniye olabilir	1,2,5,10, 15,30,60, 300 saniye olabilir	30 saniye indirger	30 saniyeye indirger
Üyelik	Var Ücretsiz	Var Ücretsiz	Yok Ücretsiz	Yok Ücretsiz
Gözlem Verisi	Çift Frekans, Statik veya Kinematik	Çift Tek ve Çift Frekans, Statik veya Kinematik	Çift Frekans, Statik	Çift Frekans, Statik
Data Formatı	RINEX .Z .gz .zip	RINEX .Z .gz .tar .??0	RINEX .zip .gz .bz Hatana formatı	RINEX UNIX, gzip, pkzip, Hatanaka formatı
Kısıtlama	Ücretsiz çözümlerde RINEX veri kotası var. (%100 max)	Maksimum 300 mb dosya yüklemeye izin verir.	Maksimum 25 RINEX verisi yüklenebilir.	2 saat altı veri statik çözüm olmaz (hızlı statik)
Web Sayfası	<a href="http://magicgnss.gmv.com">http://magicgnss.gmv.com</a>	<a href="https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php">https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php</a>	<a href="https://gnss.gov.au/auspos">https://gnss.gov.au/auspos</a>	<a href="https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/">https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/</a>

### 3. UYGULAMA

Bu çalışma için Akdeniz'de Fransa'ya bağlı bir ada olan Korsika'daki Ajaccio kentindeki IGS istasyonu

(AJAC) seçilmiştir. Seçilen istasyonun konumu Şekil 5' de detaylar ise Tablo 2'de verilmiştir.

**Şekil 5.** IGS AJAC istasyonu görseli ve uydu görünümü**Tablo 2.** Test edilen IGS istasyonu detayları (URL-2)

IGS AJAC İstasyonu	
Site ID	AJAC00FRA
Ülke	Fransa
Anten	TR57971_NONE (2018-09 – 2019-03)
Alıcı	LEICA GR25 (2018-09 – 2019-03)
Uydular	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, SBAS
X kartezyen	4696989.24012146 (ITRF 2014)
Y kartezyen	723994.74594873 (ITRF2014)
Z kartezyen	4239678.70982776 (ITRF 2014)

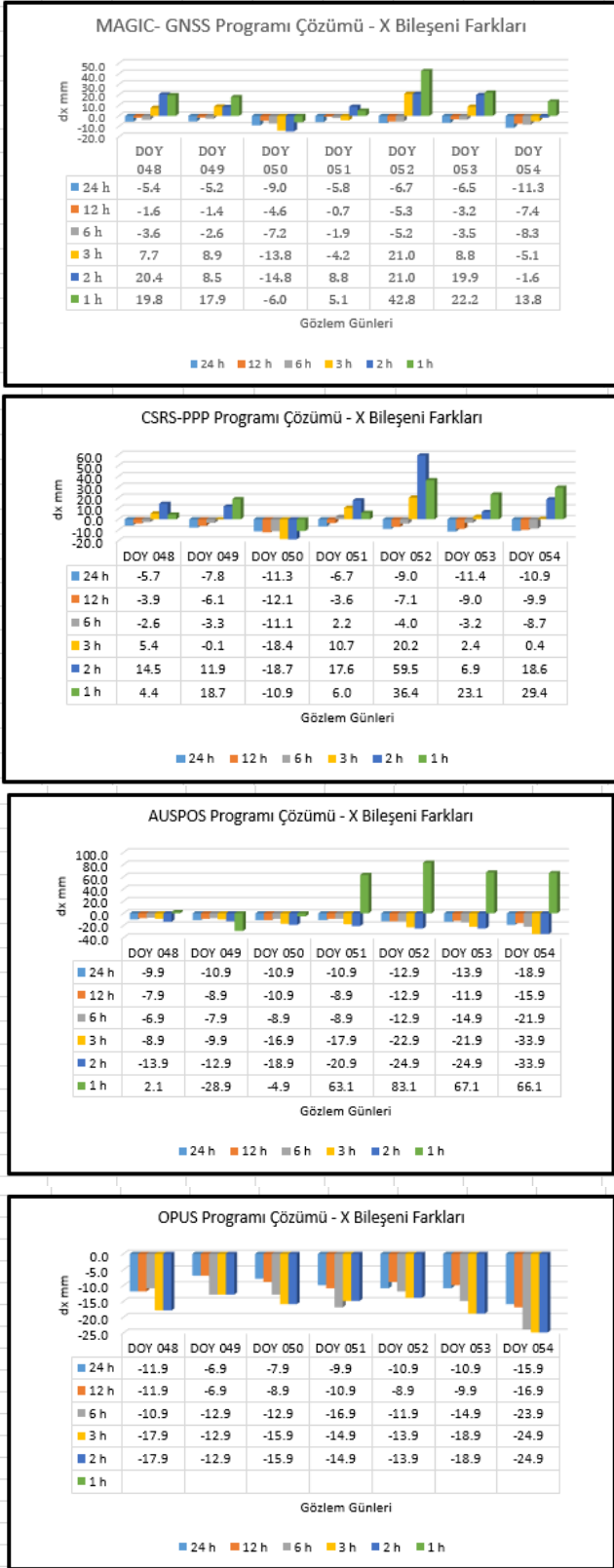
Çalışmada kullanılan 17.02.2019'dan 23.02.2019 (DOY048-DOY054) tarihine kadar olan, zamana bağlı doğrulukları inceleme ve sürekliliğin sağlanabilirliğini gözlemlemek adına 1 haftalık gözlem verisi 24 saatlik veriler halinde temin edilmiştir.

24 saatlik veriler, kısa gözlem sürelerinin sonuçları üzerindeki etkisini gözlemlemek adına 1(0-1h), 2(0-2h), 3(0-3h), 6(0-6h), 12(0-12h) saatlik alt oturumlar halinde hazırlanarak mutlak (PPP) tekniğiyle çözüm yapan MAGIC-GNSS, CSRS-PPP servislerinde, bağıl çözüm tekniği kullanan AUSPOS, OPUS servislerinde olmak üzere toplam 159 adet veri değerlendirmesi (OPUS servisi 1 saatlik veriler değerlendirilmemiştir) yapılmıştır.

Çevrimiçi veri değerlendirme servislerinden elde edilen tüm kartezyen koordinatlar, AJAC istasyonu Kartezyen kesin koordinatlarıyla (ITRF 2014) karşılaştırılmıştır. İkinci olarak haftalık veri seti her servis için ortalama değerleri alınarak, AJAC istasyonu kesin koordinat değerleri ile kıyaslanmıştır. Son olarak standart sapmaları her servis için her saat veri setine göre hesaplanmış ve sonuçlar irdelenmiştir.

### 4. BULGULAR

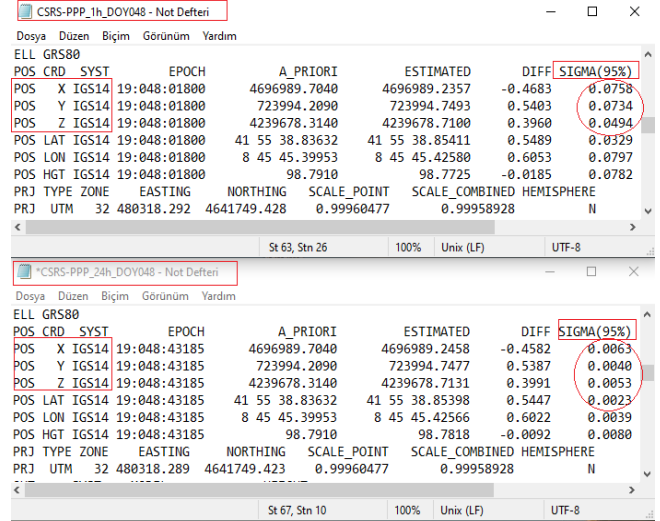
Değerlendirme sonuçlarına göre tüm servislerin X bileşenleri koordinatları, kesin istasyon koordinatına göre farkları Şekil 6'daki gibidir.



**Şekil 6.** Tüm Servislerin AJAC istasyonu kesin koordinatlara kıyas ederek tüm saat dilimindeki X bileşeni kartezyen koordinat farkları (mm)

Değerlendirme sonuçlarına göre MAGIC-GNSS servisi ile X bileşeninde 6 saat ve sonrasında mm ve  $\pm 1$  cm doğruluğu, 2 ve 3 saatlik oturumlarda mm ve  $\pm 1-2$  cm, CSRS-PPP servisi aynı şekilde 6 saat ve sonrasında mm ve  $\pm 1$  cm düzeylerinde, 2ve 3 saatlik oturumlarda mm ve  $\pm 1-2$  cm konum doğruluğu elde edilirken, bazı günlerdeki veri servisleri değerlendirmelerinde kimi bileşenlerde 1

saatlik veri koordinat çözümlerinin 24 saatlik veriye göre kesin istasyon koordinatlarına göre daha yakın olduğunun görülmesi bazı mantıksal çelişkilere neden olmuştur. Şekil 7'de görüldüğü üzere, CSRS- PPP servisi 1 saatlik veri ile 24 saatlik veri çözümü karşılaştırıldığında, 1 saatlik verideki birim koordinat hataları (tekrarlanabilirlik) 4-8 cm mertebesindeyken 24 saatlik veri çözümünde birim koordinat hataları aralığı mm-1 cm aralığında olduğu ve 1 saatlik verilerin konum doğruluklarının tekrarlanabilir olmadığı, diğer servislerde de çözümler karşılaştırıldığında benzer durumların yaşandığı gözlemlenmiştir.



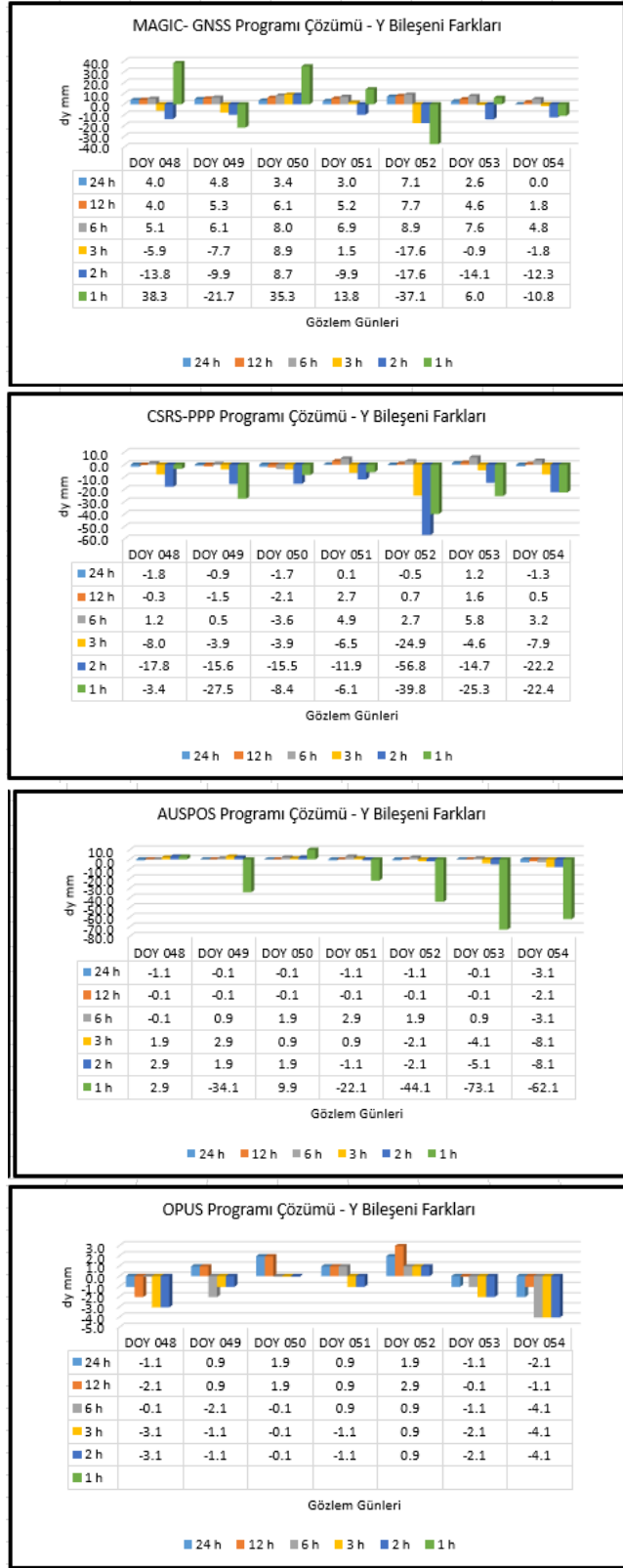
**Şekil 7.** CSRS-PPP Servisi 1 saat ve 24 saatlik (DOY048) veri çözüm dosyaları karşılaştırılması

AUSPOS servisi 2 saat üstü verilerde  $\pm 1-3$  cm düzeylerinde doğruluk elde ettiği gözlemlenmiştir. 1 saatlik gözlemlerde bazı günlerde mm seviyelerinde gözükmesi üzerine günlük veri çözümü incelemesinde standart sapmanın dm seviyesinde olduğu görülmüştür. AUSPOS servisi en yakın 15 IGS noktasından yararlanarak baz çözümü ile noktaların koordinatları kestirir her oturum çözümlemesinde farklı istasyon verilerinden faydalandığı ve baz vektörlerinin konum doğruluğuna etki ettiği görülmüştür. 6 saat ve üstü veri çözümlerinde daha başarılı ve benzer sonuçlar elde ettiği söylenebilir. OPUS servisi çözümleri incelendiğinde genel itibariyle mm ve  $\pm 1-3$  cm düzeylerinde olduğu, 6 saat üstü çözümlerde mm ve  $\pm 1-2$  cm seviyelerinde olduğu, değişkenliğin az olmasında farklı saat çözümlerinde OPUS servisinin yakınındaki benzer 3 IGS servisinin seçiminin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca uzun gözlemlerde, multipath hatalarını gidermede ve taşıyıcı faz belirsizliği (ambiguity) çözümlerinde başarılı sonuçlar verdiği yapılan çalışma ile değerlendirilmiştir (Gillins ve ark. 2019).

Değerlendirme sonuçlarına göre tüm servislerin Y bileşenleri koordinatları, kesin istasyon koordinatına göre farkları Şekil 8'deki gibidir.

Değerlendirme sonuçları MAGIC-GNSS servisi 3 saat ve üstü çözümlerde mm konum doğruluğunda gözlemlenirken diğer saat çözümlerinde cm düzeylerinde olduğu, gün bazlı incelendiğinde DOY052 gözlem günündeki, iyonosferik etkilerin ve manyetik fırtınaların etkisini en aza indirmek için Kp-İndeks

değerleri incelendiğinde, atmosferik etkiler mutlak çözüm yaklaşımı sunan servislerde Şekil 9'daki gibi etki ettiği görülmüştür. Özellikle ilk 3 saat veri çözümlerinde Kp-indeksinin etkileri görülmektedir.



Şekil 8. Tüm servislerin AJAC istasyonu kesin koordinatlarına göre tüm saat dilimindeki Y bileşeni kartezyen koordinat farkları (mm)

Month	Quietest Days										Most Disturbed Days				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	D1	D2	D3	D4	D5
Jan 2019	2	28	3	30	12	13	29	10	21	20	24*	5*	23*	31*	25*
Feb 2019	25	24	23	26	19	20	22	16	15	17	28	2*	1*	13*	21*
Mar 2019	22	23	21	18	11	24	30	13	10	5	1	17*	2*	16*	28*
Apr 2019	18	22	21	17	20	26	14	19	30	28	10*	5*	8*	3*	4*
May 2019	8	19	5	21	25	31	22	12	18	17	14	11	29*	1*	2*
Jun 2019	11	6	10	17	23	1	29	19	18	12	8	13*	4*	20*	14*
Jul 2019	26	20	25	6	19	18	3	5	24	7	9*	10*	30*	1*	8*
Aug 2019	3	19	2	29	15	4	25	14	23	21	31	5	27*	6*	30*
Sep 2019	20	23	19	26	22	25	11	10	12	14	1	28	2	27	9*
Oct 2019	13	23	22	3	19	15	8	6	20	17	25	26	24*	27*	10*
Nov 2019	18	2	3	20	13	15	19	8	10	14	22*	24*	21*	23*	11*
Dec 2019	3	29	28	30	5	2	7	17	16	24	18*	19*	11*	20*	15*

Şekil 9. 2019 yılı aylara göre Kp- indeks değerlerinin düşük ve yüksek olduğu günler (DOY052 (21 Şubat)) (URL – 3)

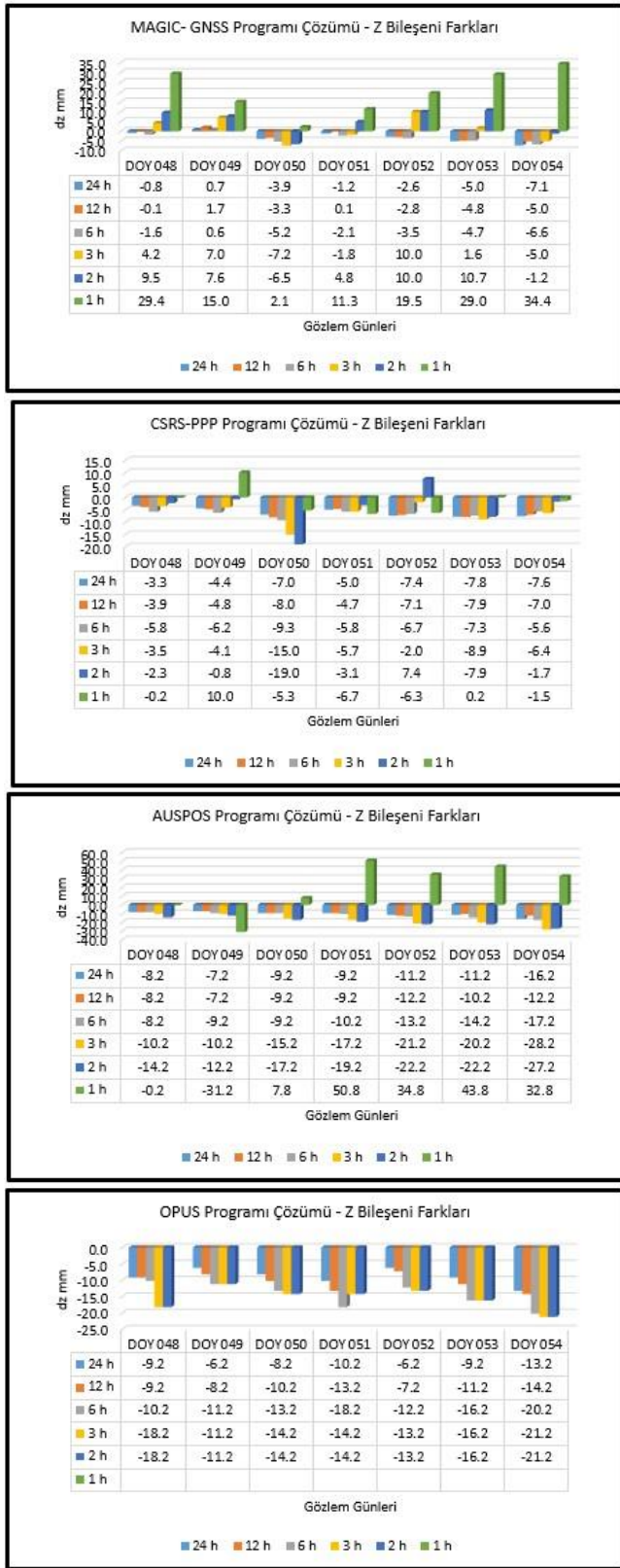
CSRS-PPP servisleri ile Y bileşeninde 3 saat ve üstünde mm konum doğruluğu elde edilirken, 3 saat altı cm'ler düzeylerinde seyrettiği görülürken, AUSPOS ve OPUS programı daha iyi performans gösterip 2 saat ve üstünde mm konum doğruluğu elde ettiği gözlemlenmiştir. Özellikle Bağlı konum çözüm tekniği kullanan servislerin Y bileşeni çözümlerinde, kullandıkları IGS istasyonları baz hatları ve taşıyıcı faz belirsizliği çözümlerinin doğruluk yüzdeleri, konumu iyileştirdiği ve başarılı sonuçlar elde ettikleri görülmektedir.

Değerlendirme sonuçlarına göre tüm servislerin Z bileşeni kartezyen koordinatları, kesin istasyon koordinatına göre farkları Şekil 10'deki gibidir.

Değerlendirme sonuçlarına göre MAGIC-GNSS servisi Z bileşeninde 2 saat ve sonrasında mm-±1 cm doğruluğunda olduğu, CSRS-PPP servisi genel olarak mm-±2 cm düzeyinde konum doğruluğu elde edilmiştir. Çoklu GNSS çözümlerinde enlem ve gözlem süresinin konum doğruluğuna etkisi ile ilgili yapılan çalışmada (Sezer ve ark., 2021) sadece gözlem süresinin etkili olduğu, enlemin herhangi bir anlamlı etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. MAGIC- GNSS servisinin Z bileşenindeki başarısının, geliştirilmiş hassas nokta konumlama (PPP) çözüm algoritmaları ve hata kaynakları çözüm modellerinin daha başarılı olduğu sonucunu çıkartmaktadır. AUSPOS servisinde 3 saat sonrasında mm 'den ±2 cm'ye kadar, 1 ve 2 saat gözlemlerinde ise ±1-4 cm düzeylerinde olduğu görülmektedir. OPUS servisinde genel olarak ±1-2 cm doğruluk düzeyinde sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir. Genel olarak 6 saat ve üstü veri çözümlerinde Z bileşeni için özellikle mutlak (PPP) yöntemi ile çözüm yapan servislerin mm konum doğrulukta başarılı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bağlı çözüm yöntemi kullanan her iki servis ile de 12 saat ve üstü veri çözümlerinde mm-±2 cm düzeyinde sonuçlar elde ettiği görülmektedir.

İkinci uygulamada, 6 farklı saat aralığındaki haftalık veri setlerinin ortalama değerleri alınarak, AJAC istasyonu kesin koordinat değerinden farkları alınmış ve görülmüştür ki, tüm servislerde özellikle 24, 12, 6 saat dilimlerinde farkların maksimum ±1.1 cm doğruluğunda seyrettiği ve ortalama değerlerin kesin koordinat değerlerine yakınlığı, servislerdeki çözümlerin tekrarlanabilir olduğunu göstermiştir.



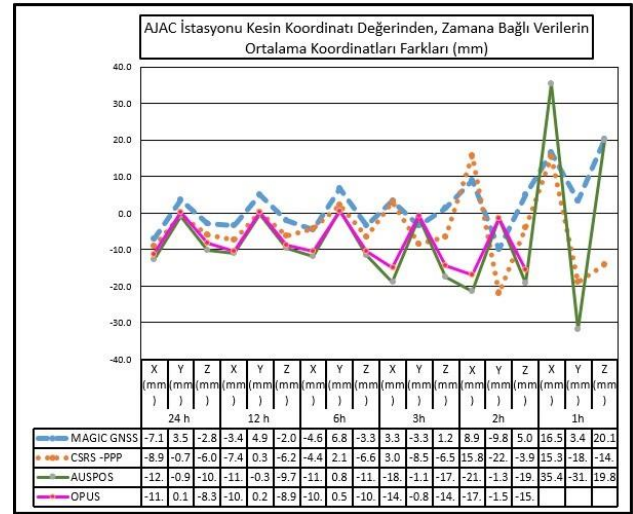


**Şekil 10.** Tüm servislerin AJAC istasyonu kesin koordinatlarına göre tüm saat dilimlerindeki Z bileşeni kartezyen koordinat farkları (mm)

1 ile 3 saat aralığında ise MAGIC-GNSS ve CSRS-PPP servisleri maksimum 2 cm'ye kadar doğruluk elde ederken AUSPOS servisi  $\pm 1 - 4$  cm aralığında, OPUS servisi ile  $\pm 2$  cm doğruluğunda elde edilmiştir.

Dikkat çeken diğer bir sonuç, MAGIC-GNSS ve CSRS-PPP servislerinde 3 saat ve üstü gözlem aralıklarında tüm

bileşenlerdeki doğruluğun mm düzeyinde olmasıdır. Ayrıntılı değerler ve grafik Şekil 12'deki gibidir.



**Şekil 11.** Tüm servislerdeki farklı zaman oturumlarındaki verilerin ortalamalarının AJAC istasyonu kesin koordinatlarına olan farkları (mm)

Sonuç verilerinin tekrar edilebilir olduğunu ve servislerin iyi bir değerlendirme yaptığını belirleyebilmek için 7 günlük veri çözümlerinin her saat dilimlerine göre koordinat değerlerinin standart sapmaları hesaplanmıştır.

MAGIC-GNSS servisi tüm bileşenlerinde standart sapma değerleri 1 saate kadar mm-1 cm aralığında iken CSRS-PPP servisi standart sapması 3 saat altındaki analizlerde 1-2 cm aralığında olduğu, AUSPOS servisinde 1 saatlik gözlemlerdeki 2- 4 cm'lik sapmalar görülmesine karşın diğer saat dilimlerinde mm'lerde olduğu, bunda da etkili olan husus 1 saatlik çözüm dosyasındaki baz vektörlerindeki ambiguity çözümlerinin etki ettiği, OPUS servisinde de tüm saat aralıklarında mm düzeylerinde sonuçlar elde edildiği görülmektedir. OPUS servisinin farklı oturumlardaki veri çözümleri konum doğruluklarında da görüldüğü üzere servisin kendisine en yakın benzer 3 IGS istasyonu seçimi standart sapmalardaki benzer sonuçları elde edildiğini göstermektedir.

Tüm servislerin tüm saat dilimlerindeki 7 günlük koordinat verileri ortalama değerlerine göre olan standart sapma değerlerini Tablo 3'den ve grafik gösterimlerini ise Şekil 12'den ayrıntılı olarak incelemek mümkündür.

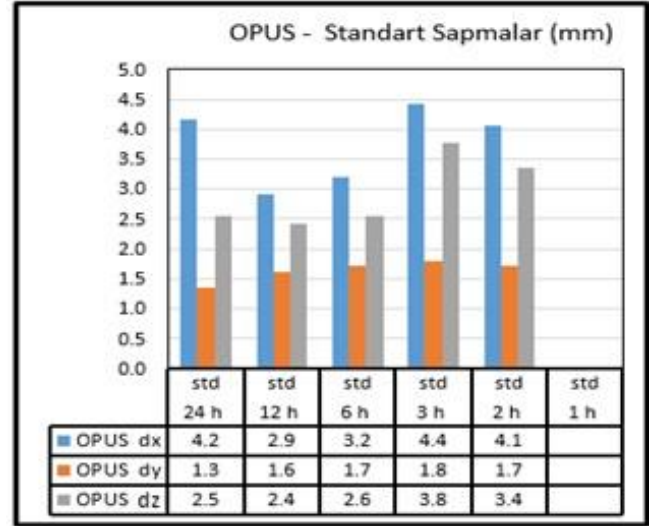
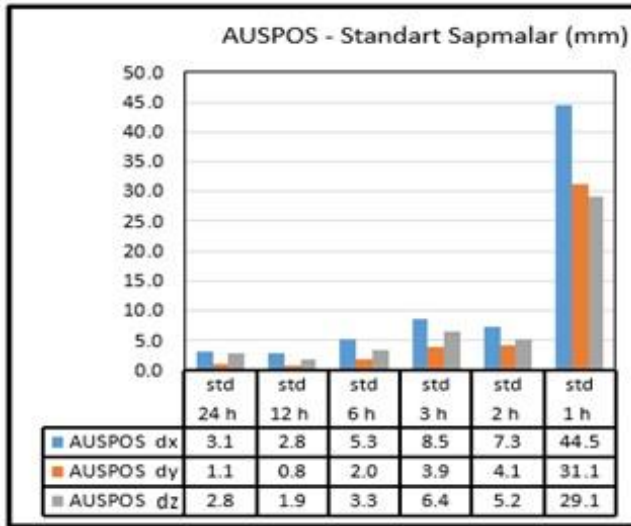
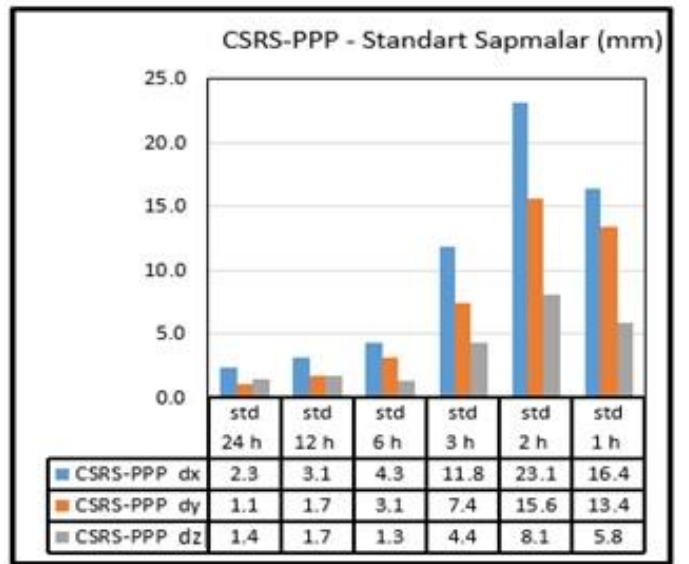
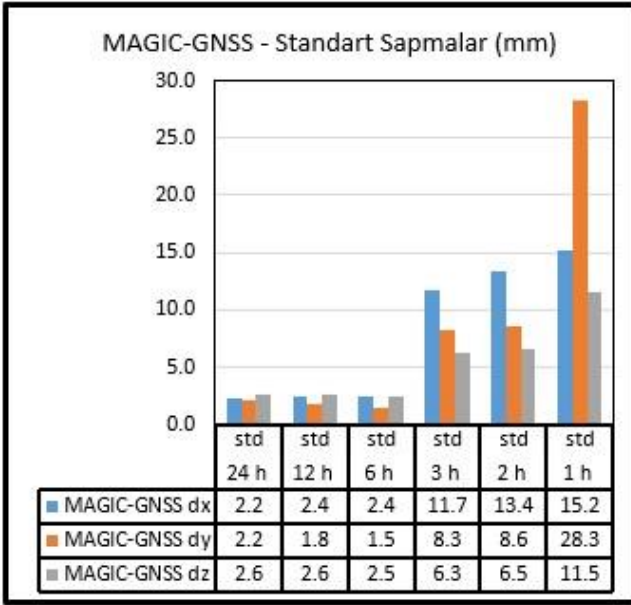
**Tablo 3.** Tüm servislerin zamana göre standart sapmaları (mm)

MAGIC-GNSS Servisi Standart Sapmaları (mm)				CSRS-PPP Servisi Standart Sapmaları (mm)			
	dx	dy	dz		dx	dy	dz
24 h std (mm)	2.2	2.2	2.6	24 h std (mm)	2.3	1.1	1.4
12 h std(mm)	2.4	1.8	2.6	12 h std(mm)	3.1	1.7	1.7
6 h std(mm)	2.4	1.5	2.5	6 h std(mm)	4.3	3.1	1.3
3 h std(mm)	11.7	8.3	6.3	3 h std(mm)	11.8	7.4	4.4
2 h std(mm)	13.4	8.6	6.5	2 h std(mm)	23.1	15.6	8.1
1 h std(mm)	15.2	28.3	11.5	1 h std(mm)	16.4	13.4	5.8

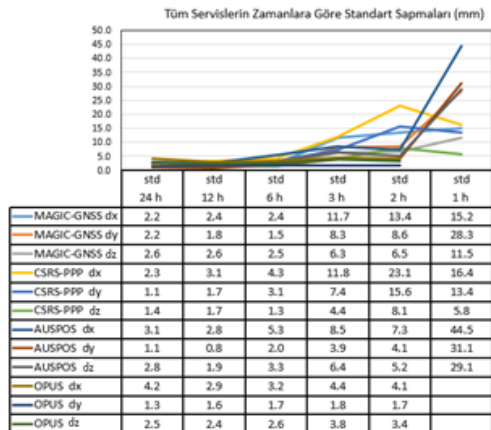
AUSPOS Servisi Standart Sapmaları (mm)				OPUS Servisi Standart Sapmaları (mm)			
	dx	dy	dz		dx	dy	dz
24 h std (mm)	3.1	1.1	2.8	24 h std (mm)	4.2	1.3	2.5
12 h std(mm)	2.8	0.8	1.9	12 h std(mm)	2.9	1.6	2.4
6 h std(mm)	5.3	2.0	3.3	6 h std(mm)	3.2	1.7	2.6
3 h std(mm)	8.5	3.9	6.4	3 h std(mm)	4.4	1.8	3.8
2 h std(mm)	7.3	4.1	5.2	2 h std(mm)	4.1	1.7	3.4
1 h std(mm)	44.5	31.1	29.1	1 h std(mm)			





Şekil 12. Tüm servislerin zamana göre standart sapma grafikleri (mm)

Web tabanlı çevrimiçi değerlendirme servisleri standart sapmalarını gösteren Şekil 13'deki görsele göre 3 saat ve üstü veri analizlerinde servislerin kullanılabilirliği açısından standart sapmalarının oldukça iyi olduğu görülmekte, sonuçların servislerin güvenilirliğini arttırdığını ifade etmek mümkün olmaktadır.



Şekil 13. Tüm servislerin zamana göre standart sapma grafikleri (mm)

## 5. SONUÇLAR

Web-tabanlı GNSS çevrimiçi veri değerlendirme servisleri kullanılarak tek bir alıcı ile yapılan ölçmeler analiz edilebilmekte gerek saha çalışmalarının yükü gerekse maliyetlerin azalması konusunda büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Bu çalışmada web-tabanlı çevrimiçi servislerden mutlak (PPP) çözüm tekniği kullanan MAGIC-GNSS, CSRS-PPP ve bağıl çözüm tekniklerini kullanan AUSPOS, OPUS servislerini kullanarak farklı gözlem sürelerindeki (24(0-24h), 12(0-12h), 6(0-6h), 3(0-3h), 2(0-2h), 1(0-1h) saat) IGS servisinin AJAC istasyonunun 7 günlük GNSS verileri analiz edilmiş, servislerin performanslarının ve tekrar edilebilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Uygulamalar ve bulgulardan görüldüğü üzere 3 saat ve üstü GNSS verilerinin bu servislerde analizi sonucu mm ve cm seviyelerinde doğrulukla konum ve yükseklik elde edilebileceği görülmüştür. Bazı günlerdeki veri servisleri çözümlerinde saatlere göre konum doğrulukları her ne kadar mantıksal çelişkiler gösterse de bunun gün bazlı olarak değerlendirildiğinde çelişkinin

süreklilik göstermediği, servislerin çözüm verilerinde kartezyen koordinatların birim koordinat hataları (tekrarlanabilirlik) verilerine bunun net olarak yansıdığı görülmüştür. Bununla beraber kısa gözlem sürelerinde uydu-alıcı geometrisi, troposfer, iyonosferik etkilerin, manyetik fırtınaların etkisi olabildiği bu nedenle gün bazlı atmosferik etkilerin incelenmesi de konum doğruluklarına etki eden hususların incelenmesinde ve yapılacak uygulamanın irdelenmesinde önemli ipucular vermektedir. Ayrıca genele ve ortalamalara bakıldığında ise bu çelişkilerin sistemin tamamında şüphe uyandıracak çoklukta ve farklılıklarda olmadığı gözlemlenmiştir.

Konum doğrulukları açısından veri çözüm yöntemleri incelendiğinde ise Mutlak (PPP) çözüm yöntemi kullanan servislerin konum doğruluklarının yanında bağıl çözüm yöntemi kullanan servislerin de başarılı sonuçlar elde ettiği gözlemlenmiş, 3 saat ve üstü veri çözümlerinde tüm servislerin mm ve birkaç cm seviyesinde konum doğrulukları elde ettikleri, servis özelinde incelendiğinde ise özellikle 6 saat ve üstü veri çözümlerinde konum doğrulukları ve tekrar edilebilirliği göz önüne alındığında MAGIC-GNSS ve CSRS-PPP servisi mm hassasiyetinde benzer sonuçlar üretmiş, AUSPOS servisinin de OPUS servisine nazaran daha başarılı olduğu, bunda da en büyük etkenin AUSPOS servisi analiz sonuçlarında görüldüğü üzere 15 referans IGS istasyonu baz vektör doğruluk verileri ve tam sayı belirsizliği çözüm doğruluk oranlarının oldukça iyi olmasıdır.(OPUS servisi 3 IGS referans istasyonu kullanır.) Bağıl çözüm yönteminde bileşen doğruluğuna oturum süresi yanında, baz mesafesine olan uzaklığının da etki ettiği gözlemlenmiştir. Öbür taraftan tüm servislerin kullanıcı açısından kullanılabilir ve istenilen doğrulukların elde edilebilir olduğu gözlenmiştir.

Yaklaşık 15 yıldan fazla web-tabanlı çevrimiçi GNSS veri servislerinin aktif olarak kullanıldığı ve her geçen yıl geliştirildiği, yeni sürümlerinin kullanıcıya sunulduğu göz önüne alındığında, servislerin mutlak veya bağıl çözüm yöntemi sunmasının öneminden ziyade kullanıcının ihtiyacının karşılanabilir olması önem arz etmektedir. Veri servislerinin algoritma olarak hata kaynaklarını minimize edecek şekilde geliştirilmesi, çözümlenmede kullandığı verilerin doğruluklarının artırılması sebebiyle sistem kullanılabilirliğinin iyileştiği tartışılmaz bir gerçektir. Servisler çoğunlukla birbirlerinden farklı değerlendirme yöntemleri kullanmaktadır. Kolay kullanımlı olmasının yanında mutlaka gerekli kontrollerin yapılacağı analizler, farklı günlerde yapılan ölçmeler ile çözümlerin tekrarlanır olduğu gözlenmelidir ki yapılacak çalışmalarda büyük problemlere neden olmasın. Servisler, değerlendirme süreçlerinde her ne kadar kullanıcıya anten yüksekliği, IGS istasyon seçimi gibi bazı seçenekler dışında müdahale yetkisi vermeseler de yazılım bilgisi olmayan kullanıcıya, çift frekanslı bir GNSS alıcısı ile toplanan verinin eş zamanlı ölçülere ihtiyaç olmadan, düşük maliyet ve yüksek doğruluk sağlaması, web-tabanlı çevrimiçi GNSS servislerinin kamu kurumu, mühendislik firmaları ve bilim insanlarına, klasik yöntemlerin yanında önemli bir alternatif olarak büyük yarar sağlayacaktır.

## BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışmada veri olarak kullanılan IGS ürünlerinden dolayı IGS servisine, analizlerde kullanılan web tabanlı çevrimiçi servislerinden MAGIC-GNSS için GMV Innovation Solutions'a, CSRS-PPP için Natural Resources Canada (NRCan), Geodetic Survey Division'a, AUSPOS için Geoscience Australia'ya ve OPUS için National Geodetic Survey'e teşekkür ederim.

## KAYNAKÇA

- Alçay S & İmren H (2017). Opus ve Auspos Web-Tabanlı GPS Değerlendirme Servislerinin Farklı Gözlem Süreleri İçin Doğruluk Performanslarının İncelenmesi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 6. 452-466. 10.28948/ngumuh.341282.
- Alkan R & Ozulu I M & İlçi V (2017). Klasik GNSS Veri Değerlendirme Yazılımlarına Alternatif Olarak Webtabanlı Online Değerlendirme Servisleri /// Web-based Online Data Processing Services as an Alternative to Conventional GNSS Processing Software. 17. 603-619. 10.5578/fmbd.57600.
- Bisnath S & Gao Y (2007). Current State of Precise Point Positioning and Future Prospects and Limitations, Proceedings of Observing our Changing Earth. IAG Symposium Series, 133, 615–624.
- Cleaver B L (2013). Evaluation of the performance of web-based GNSS post processing systems. Dissertação, University of Southern Queensland.
- Gao Y & Shen X (2002). A New Method For Carrier-Phase-Based Precise Point Positioning. Navigation: Journal of Institute of Navigation, 49(2), 109–116
- Gillins D T, Kerr D & Weaver B (2019). "Evaluation of the Online Positioning User Service for Processing Static GPS Surveys: OPUS-Projects, OPUS-S, OPUS-Net, and OPUS-RS," ASCE Journal of Surveying Engineering, 145(3): 05019002.
- Kouba J & Héroux P (2001). Precise Point Positioning Using IGS Orbit and Clock Products. GPS Solutions 5, 12–28. <https://doi.org/10.1007/PL00012883>
- Li X & Zhang X (2012). Improving the Estimation of Uncalibrated Fractional Phase Offsets for PPP Ambiguity Resolution. The Journal of Navigation, 65(3), 513–529.
- Kouba J (2009). A Guide to Using International GNSS Service (IGS) Products. IGS Central Bureau, <http://igsb.jpl.nasa.gov/components/usage.html>, May 2009.
- Ocalan T, Erdogan B & Tunalıoğlu N (2013). Analysis of web-based Online Services For GPS Relative And Precise Point Positioning, Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, 19(2): 191-207
- Ocalan T (2016). Accuracy assessment of GPS precise point Positioning (PPP) technique using different web-based online services in a forest environment. 140. 357-368.
- Özdemir E G, Güllal V E (2019). İnternet Tabanlı Hassas Nokta Konum Belirleme (PPP) Yazılımlarının

İrdelenmesi ve Belirsizlik Analizi, 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Pı'riz R, Calle D, Mozo A, Navarro P, Rodriguez D, Tobias G (2009). Orbits and clocks for GLONASS precise-point-positioning In Proc. ION/ GNSS 22th Int. Technical Meeting of the Satellite Division, Savannah, Georgia, USA, 2415–2424.

Rızos C (2010), Making sense of the GNSS techniques, Chap 11 in Bossler J, Campbell JB, McMaster R, Rizos C (Eds) Manual of Geospatial Science and Technology, 2nd edition, Taylor & Francis, ISBN 978-1-4200-8733-8,173-190.

Sezer G & Dogan A H & Erdogan B (2021). Çoklu-GNSS çözümlerinin performansının internet tabanlı Trimble RTX servisi ile incelenmesi. Journal of Geodesy and Geoinformation. 8. 30-40. 10.9733/JGG.2021R0003.T.

Şimşek M, Özarpacı S, Doğan U (2019). Yer Kabuğu Hareketlerinin Belirlenmesinde Web Tabanlı Çevrimiçi GNSS Servislerinin Performans Analizi. Geomatik, 4 (2), 147-159.DOI: 10.29128/geomatik.511758

Tsakiri M (2008). GPS Processing Using Online Services. Journal of Surveying Engineering, 134(4), 115-125. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:4\(115\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:4(115)).

Weston N D & Schwieger V (2010). Cost Effective GNSS Positioning Techniques. FIG Commission 5 Publications, No. 49.

Zumberge J F, Heflin M B, Jefferson D C, Watkins M M & Webb F H (1997). Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks, J. Geophys. Res.,102(B3), 5005– 5017, doi:10.1029/96JB03860.

URL-1:  
<https://geodesy.noaa.gov/OPUS/about.jsp#about>  
Erişim Zamanı: 09 Ekim 2020

URL-2:  
[http://www.igs.org/igsnetwork/network\\_by\\_site.php?site=ajac](http://www.igs.org/igsnetwork/network_by_site.php?site=ajac) Erişim Zamanı: 09 Ekim 2020

URL-3:  
<https://www.gfz-potsdam.de/kp-index/>  
Erişim Zamanı: 01 Ocak 2021

URL-4: MAGIC-GNSS Web Sayfası  
<http://magicgnss.gmv.com>  
Erişim Zamanı: 09 Ekim 2020

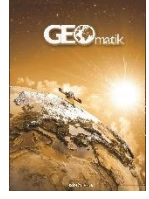
URL-5: CSRS-PPP Web sayfası  
<https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php> Erişim Zamanı: 09 Ekim 2020

URL-6: AUSPOS Web Sayfası  
<https://gnss.ga.gov.au/auspos>  
Erişim Zamanı: 09 Ekim 2020

URL-7: OPUS Web Sayfası  
<https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>  
Erişim Zamanı: 09 Ekim 2020



© Author(s) 2022. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Web tabanlı mekânsal analizlerin açık kaynak kodlu yazılımlar ile gerçekleştirilmesi

Halil İbrahim Onyıl\*<sup>1</sup> , Mehmet Yılmaz<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

WebCBS  
Mekansal Analiz  
Turf.Js Kütüphanesi  
Tampon Analizi  
Kesiştirme Analizi

### ÖZ

Günümüz politika üreticileri ve araştırmacıları için zamandan ve mekândan bağımsız olabilmek yeteneği ile internetin; CBS uygulamalarında, web teknolojilerinin kullanımını arttırmıştır. CBS' nin sahip olduğu özellikleri web ortamda gerçekleştirebilmesi, bu uygulamaların daha çok ön plana çıkmasına sebep olmuştur. Bu çalışmada, CBS' nin mekânsal analiz yeteneğini web ortamda gerçekleştirmesi test edilecektir. Uygulama aşamasında, açık kaynak kodlu yazılımlar tercih edilmiştir. Masaüstü yazılımı olarak QGIS, mekânsal veritabanı olarak PostgreSQL, Postgis eklentisi ve phppgAdmin kullanıcı arayüzü ile kullanılmıştır. Web sunucusu olarak Apache Tomcat, web programlama dili olarak HTML, CSS ve JavaScript kullanılmıştır. Veritabanı ile bağlantının sağlanabilmesi için arka plan kodlama olarak PHP kullanılmıştır. Çalışmaya mekânsal analiz yeteneği, Turf.Js kütüphanesi ile kazandırılmıştır.

## Realization with open source softwares of web based spatial analysis

### Keywords

WebGIS  
Spatial Analysis  
Turf. Js Library  
Buffer Analysis  
Overlay Analysis

### ABSTRACT

For today's policy makers and researchers, the internet's ability to be independent from time and place. The fact that GIS can realize its features in the web environment has enabled these applications to come to the fore more. In this study, the spatial analysis capability of GIS will be tested on the web. During the implementation phase, open source software will be preferred. It is used with QGIS as desktop software, PostgreSQL as spatial database, Postgis extension and phppgAdmin user interface. Apache Tomcat is used as web server, HTML, CSS and JavaScript are used as web programming languages. PHP is used as background coding to provide connection with the database. Spatial analysis capability has been gained with the Turf.Js library.

## 1. GİRİŞ

We Are Social ve Hootside tarafından yapılan bir araştırmaya göre, 2020 yılı küresel internet kullanımı miktarı, dünya nüfusunun %59 ile 4.54 milyar kişidir. Ülkemizin internet kullanım istatistiği ise, %74 ile toplam 62 milyon kişi olarak belirlenmiştir (W&H, 2020).

İçinde yaşadığımız dünyanın sahip olduğu, yoğun mekânsal veri kümesinin değerlendirilmesi, projelerle sorunlara çözümler üretilmesi, her geçen gün önemli hale gelmektedir. Sahip olduğumuz bilgilerin %80' nin mekânsal veriler ile ilişkili olduğunu düşündüğümüzde aldığımız kararları mekândan bağımsız düşünemeyiz (Güngör ve Özkan, 2011; Aydınoglu ve ark., 2005).

Literatürde, Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS)' nin karar-destek aşamalarında etkin bir şekilde kullanıldığını, farklı ölçek ve formatta verileri bir araya getirdiği ifade edilmektedir. Buna en iyi örnek olarak metropoliten kent alanlarının CBS araçları ile mekânsal analizlerinin gerçekleştirilmesi verilmektedir(Salihoğlu, 2020). Kırsal alanların, anlama, takip ve planlama çalışmalarında da, CBS' nin etkin rolü göz ardı edilemez. 2012 yılında 6360 sayılı "On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile köy tüzel kişiliği kaldırılmış, yerine mahalleler tanımlanmıştır. Böylece bu kırsal alanlar, kentsel alan içerisinde değerlendirilmesi gerekliliği doğmuştur. Bu alanlara verilecek olan hizmetlerin, iyi bir mekânsal analiz ile durum tespiti yapılmalı ve planlamalara dâhil edilmelidir(Öztaş ve Karaaslan, 2018).

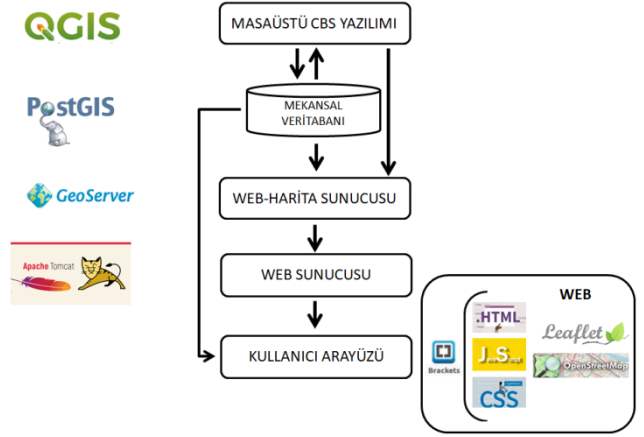
Bu noktada güçlü mekânsal analizler ile bize mekânı daha doğru anlama ve yönetme becerisi kazandıracak olan CBS, birçok sorunu çözüme bizlere iyi bir çözüm önerisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

CBS ortamında farklı tür ve formatta verileri bir araya getirebilme, ayrı ayrı veya bütünleşik bir şekilde sorgu ve analiz edebilme imkânı bulunmaktadır. Bu yetenekleri ile CBS bir karar-destek sistemi görevi görmektedir. CBS' nin masaüstü kapalı ve açık kaynak kodlu yazılımlar aracılığıyla, yapılabilen birçok mekânsal analiz imkânı bulunmaktadır. Ağ, tampon, kesişim ve birleştirme yalnızca bunlardan birkaç tanesidir.

Açık kaynak kod yazılımların sahip olduğu ücretsiz, kullanıcı dostu ve kolay ulaşılabilir yönü birçok disiplinde olduğu gibi, geomatik/ harita sektöründe de bu yönüyle yer edinmektedir. Şekil 1' de masaüstü, mekânsal veritabanı, web harita sunucusu, web sunucusu ve kullanıcı arayüz tasarımı için kullanılan kütüphaneler olarak kullanılabilen açık kaynak yazılımlar gösterilmektedir.

Harita mühendislerinin, araştırmacı bireylerin ve yöneticilerin etkin bir şekilde sorunlarına çözüm üretebilecek olan bu yazılımların kullanımı her geçen gün artmaktadır.

CBS' nin sahip olduğu mekânsal analiz imkânı, belli değer ve koşullar altında mekânsal verileri analiz ederek sorunlara daha güçlü ve sürdürülebilir çözüm önerileri getirme imkânı sağlamaktadır.



Şekil 1. Açık Kaynak Kodlu Yazılımlar

Mekânsal analiz, mekana ilişkin nokta çizgi ve alan verilerinin, örüntülerinin ve ilişkisel bağıntılarının belirlenmesi ve istatistiksel çıkarımların gerçekleştirilmesi için uygulanan yapısı ile mekânsal verilerden yola çıkarak, mekanı ve coğrafyayı anlamamıza yarayan keşifsel süreçlerin bir bütünüdür(Giamond, 2020).

Mekânsal analiz süreçlerinin, masaüstü yazılımlarla gerçekleştiriliyor olması, kapalı kaynak kod yazılımlar ve ücretli olması sorunu gibi problemler dolayısıyla, kullanıcılar tarafından çokta istenen durumlar değildir. Bu durumu aşabilmenin en iyi yolu, bu güçlü analiz imkânını web ortamına taşıyarak, zaman ve mekândan bağımsız bir şekilde, mekânsal verileri istenilen analizlere tutabilme yeteneğidir.

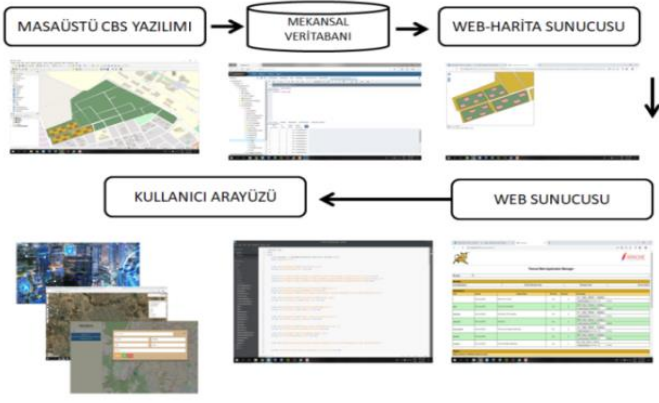
İnternetin sağlamış olduğu zamandan ve mekândan bağımsız hareket edebilme kabiliyeti; birçok alanda olduğu gibi, haritacılık alanında da tamda bu noktada kendini hissettirmektedir. Günümüze kadar yapılan birçok çalışmada web tabanlı CBS çalışmaları hayata geçirilmiştir. Web CBS uygulamalarının mekânsal veriyi sorgulama ve haritalarla gösterim başarısı yapılan çalışmalarla orta konmuştur(Arca ve diğerleri, 11). Ancak; mekânsal analiz yeteneğini konu edinen çalışma sayısı kısıtlıdır.

Khan ve ark. (2015), mekânsal alanda meydana gelen olayları anlamak için CBS' nin önemli rolüne değinen çalışmada, mekânsal verilerin görselleştirilmesi, sorgulanması ve mekânsal analizlere ihtiyaç duyulduğunu ifade etmektedir. Çalışma kapsamında, Web İşlem Servisi (WPS) kullanmıştır. Çalışmanın kullanıcılar için bir çok katmanı sorgulama ve analiz imkanı olduğu ve böylece kullanıcı için bir karar destek sistemi olarak kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Diğer taraftan, Piyathamrongchai (2018), web tabanlı haritalarla navigasyon(yön bulma) hizmeti, bir noktadan diğer bir noktaya gitmede en iyi ve en hızlı rotayı tayin edebilmektedir. Ancak; kaza, acil durum ve doğal afetler gibi karmaşık durumlarda kullanıcıyı yönlendiremediğinden bahsetmektedir. Çalışma kapsamında, mekana ilişkin veriler Google Map API ile alınıp, Turf. Js kütüphanesi ile yine web tabanlı olarak en iyi yol rotasını bulmak için mekânsal analizi gerçekleştirerek, en iyi rota tayinini gerçekleştirmektedir.

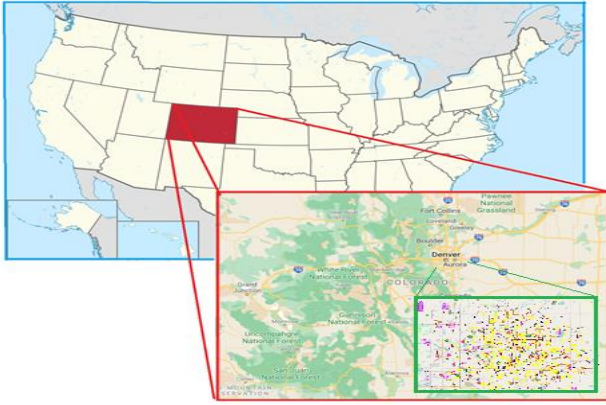






**Şekil 4.** Sistemin Gerçekleşmesi

İlk veri seti, Şekil 5’ de gösterilen, Sayın Dr. Michael Miller’ dan temin edilen, ABD’nin Colorado Eyaleti Başkenti Denver’ a ait, Yaban Hayatı Ekolojisi verileridir.



**Şekil 5.** ABD Colorado Eyaleti Başkenti Denver

İkinci veri ise, Şekil 6’ te gösterilen Ağrı Belediyesi’ nden temin edilen Ağrı - Merkez İlçeye ait Halihazır - İmar verileridir.



**Şekil 6.** Ağrı - Merkez İlçe

Veri temini sonrası, veriler PostgreSQL/PostGIS mekânsal veritabanına aktarılmıştır. Daha sonra web-harita sunucusu ile Geoserver’ın entegrasyonu sonrası, Geoserver’ da çalışma klasörüne veriler aktarılmıştır.

Son olarak web programlama(HTML, CSS ve JS, Leaflet.js) ile kullanıcı arayüzü; mekânsal analizlerin

yaşanabileceği yetenekler ise Turf.js kütüphanesi ile geliştirilmiştir.

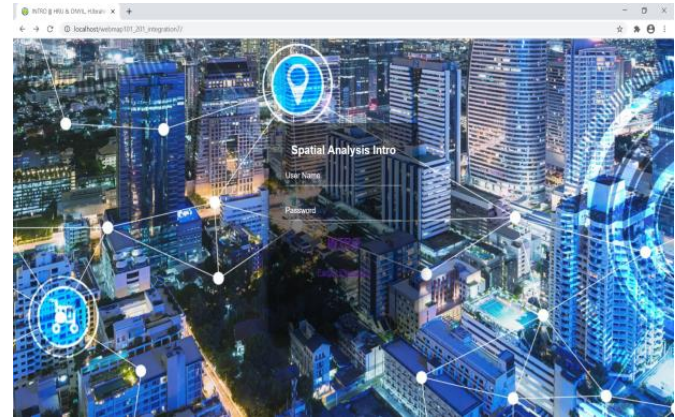
Uygulamanın kodlama aşamasında, 5 farklı kütüphane, 77 kütüphane eklentisi, 1974 satır ana satır kodlama ve diğer ek kütüphane kodlamalarıyla mekânsal analizlerin yapılabilmesi için 2 sayfalık ana kullanıcı arayüzü; Turf. Js kütüphanesiyle işlem yapılabilen ek 2 kullanıcı arayüz sayfası kodlanarak geliştirilmiştir.

Sistemin geliştirilmesi aşamasında kullanılan yakınlık analizi için örnek kodlamayı gösteren Şekil’ 7 de olduğu gibi, her bir mekânsal analiz için ayrı satırlarda kodlamalar ile gerçekleştirilmiştir.

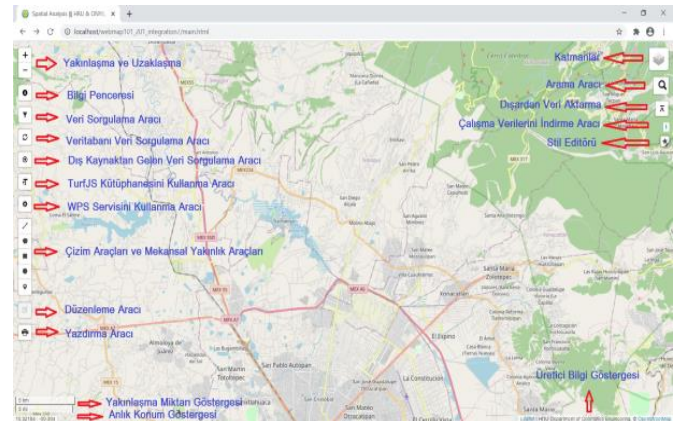
```
case 'marker':
var l1Ref = e.layer.getLatLng();
var strTable = "<table class='table table-hover'>";
strTable += "<tr><th>Constraint</th><th>ID</th><th>Type</th><th>Distance</th><th>Direction</th></tr>";
var nrBUOWL = returnClosestLayer(LyrBUOWL, l1Ref);
strTable += "<tr><td>BUOWL</td><td>"+nrBUOWL.att.habitat_id+"</td><td>"+nrBUOWL.att.recentstatus+"</td>";
strTable += "<tr><td>BUOWL.distance.toFixed(0)+" m"</td><td>"+nrBUOWL.bearing.toFixed(0)+"</td></tr>";
var nrEagle = returnClosestLayer(LyrEagleNests, l1Ref);
strTable += "<tr><td>Eagle Nest</td><td>"+nrEagle.att.nest_id+"</td><td>"+nrEagle.att.status+"</td>";
strTable += "<tr><td>"+nrEagle.distance.toFixed(0)+" m"</td><td>"+nrEagle.bearing.toFixed(0)+"</td></tr>";
var nrRaptor = returnClosestLayer(LyrRaptorNests, l1Ref);
strTable += "<tr><td>Raptor Nest</td><td>"+nrRaptor.att.nest_id+"</td>";
strTable += "<tr><td>"+nrRaptor.att.recentstatus+"<br>"+nrRaptor.att.recentstatus+"</td>";
strTable += "<tr><td>"+nrRaptor.distance.toFixed(0)+" m"</td><td>"+nrRaptor.bearing.toFixed(0)+"</td></tr>";
var nrGBH = returnClosestLayer(LyrGBH, l1Ref);
strTable += "<tr><td>GBH Rookery</td><td>"+nrGBH.att.distance+"</td><td>"+(nrGBH.distance+250).toFixed(0)+"";
strTable += "<tr><td>"+nrGBH.bearing.toFixed(0)+"</td></tr>";
strTable += "</table>";
fgpDrawItems.addLayer(e.layer.bindPopup(strTable, {maxWidth:400}));
break;
```

**Şekil 7.** Yakınlık Analizinin Kodlanması

Sistemin web ortamında ilk çalıştırılmasında karşımıza Şekil 8’ de gösterilen giriş sayfası gelir, bu sayfada kullanıcı sisteme gerekli kullanıcı adı ve şifresinin girerek, ana sayfaya yönlendirilir.



**Şekil 8.** Sisteme Giriş



**Şekil 9.** Sistemin Ana Sayfası



Sonrasında, kullanıcı Şekil 9'da gösterilen ana sayfaya giriş yapar. Bu sayfa hem veri girişlerinin hem de düzeltmelerin yapılabileceği bir sayfadır.

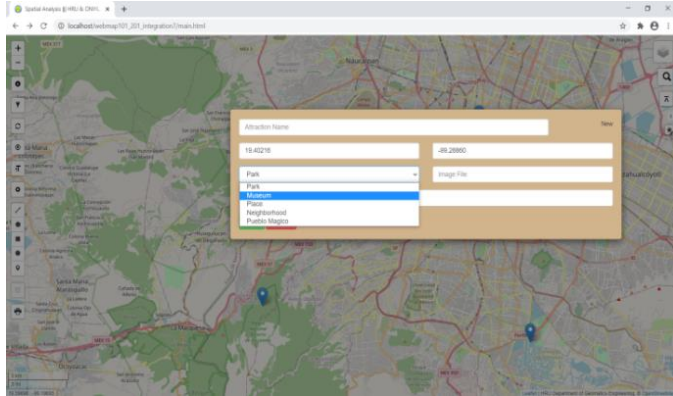
Bu ana sayfa aracılığıyla mekânsal analizler, doğrudan kullanıcının çizerek girdiği, hazır veri dosyası veya mekânsal veritabanından çekerek kullanacağı verilerin test edilebileceği bir platform olarak hazırlanmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, web-CBS ortamında mekânsal analizlerin; Turf.Js kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmesi ile şu bulgular elde edilmiştir.

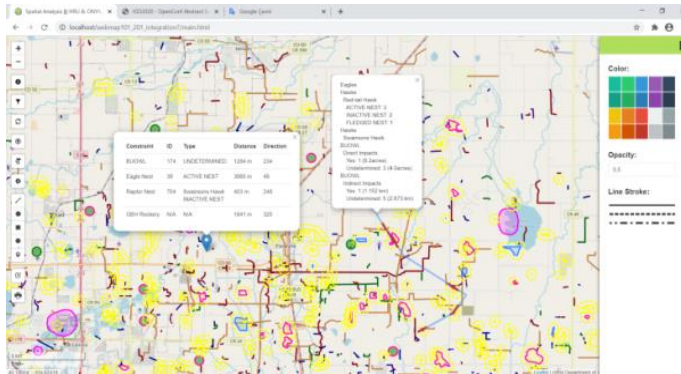
- Açık kaynak kod yazılımların kullanılması nedeniyle yazılım maliyetinin olmaması.
- Kolay, erişilebilir ve kullanıcı dostu bir arayüze sahip olması sebebiyle kullanışlı olması.

Klasik web-cbs uygulamalarının ötesine geçilerek, verilerin kullanıcı tarafından, üç farklı yol ile veri girilebilmesi imkânı sağlanmıştır. Bunlardan, Şekil 10'da gösterildiği gibi; konumsal veritabanına veri girişinin kullanılması gösterilmektedir.



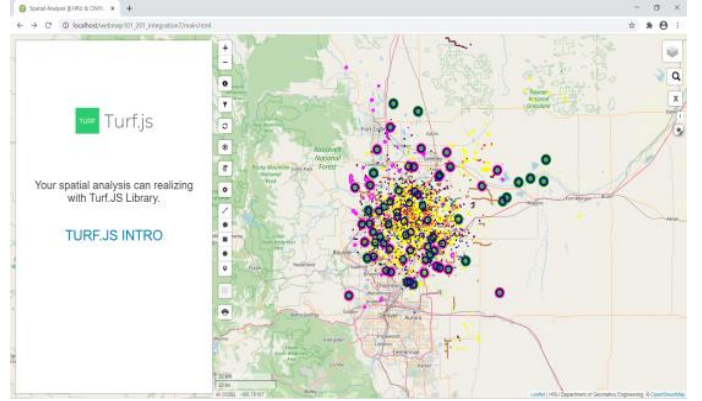
Şekil 10. Veritabanına Veri Girişi

Masaüstü CBS yazılımlarında gerçekleştirdiğimiz, yakınlık, mesafe, alan, birleştirme, kesleştirme vb. mekânsal analizler Şekil 11'de olduğu gibi Turf.Js kütüphanesi yardımıyla (yöntemiyle) web ortamında gerçekleştirilebilmektedir.



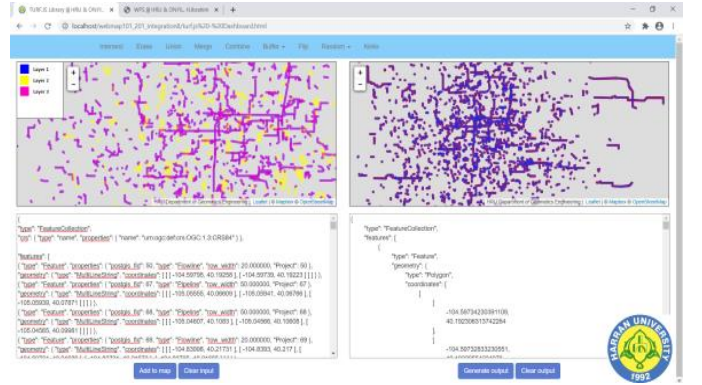
Şekil 11. Ana Ekranda Turf.Js Kütüphanesi Kullanımı

Ayrıca Şekil 12'de gösterildiği gibi ana sayfadan ayrı bir sayfaya geçilerek yoğun veri ve daha fazla analiz yapma imkânının olmasıdır.



Şekil 12. Turf.Js Kütüphanesi Kullanma Aracı

Şekil 13'de gösterildiği gibi geliştirilen sistem ile, nokta, çizgi ve alan verilerden oluşan, yoğun bir veri kümesinin hızlı, kolay bir şekilde mekânsal analizinin gerçekleştirilme olanağı bulunmaktadır.



Şekil 13. Turf. Js Mekansal Analizler Penceresi

Farklı boyutta mekânsal veriler Turf. Js kütüphanesi ile yazılan analiz penceresinde, ayrı ayrı test edildi. Deneme sonuçları ise aşağıdadır.

Mekânsal verinin yoğunluğuna göre yer yer sistemde yavaşlamaların olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmanın uygulama aşamasında, klasik bir web-CBS nin ötesine gidilerek, sadece sorgulamalar yapan değil, aynı zamanda; veri girişi imkânı sağlayan, mekânsal analiz ve veri indirme imkânı sunabilen bir platform gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'de artan CBS çalışmalarına, bir ek alternatif olarak web-CBS uygulamaların artıyor olması; beraberinde mekânsal analiz imkânını barındırmıyor olması, yalnızca mekânsal sorgulama yeteneğine sahip olması, kapalı kaynak kod yazılımların yaygın olarak kullanılması, birçok kurum ve özel firma için ayrıca maliyetli bir süreç olmanın ötesine gidememektedir. Bu durum, kurum, firma ve kişiler için açık kaynak kodlu bir yazılım değişimi gerektirmektedir.

Bu çalışmanın yeni çalışmalara bir kapı aralaması ve ülkemiz web-CBS çalışmalarına mekânsal analiz yönünde katkıda bulunması ümit edilmektedir.

### 4. SONUÇLAR

CBS projelerinde öncelikle, amacın ve hedefin belirlenmesi; sistem analizi ve sistem mimarisinin şekillenmesinde önemli rol oynayacaktır.

Mekânsal analiz, coğrafi özelliklerin modellerini ve ilişkilerini anlamak için kullanılan çeşitli teknik ve

süreçleri içerir. Bu süreçlerin, web tabanlı yapılması günümüzde elzemdir.

Web tabanlı uygulamalar; birçok haritalar ile yaygın kullanımı ve kolay bir kullanıcı arayüze sahip platformlar bizler için kolaylık sağlamaktadır(Filiz, 2013).

Mekânsal analiz süreçlerinin açık kaynak kodlu, web tabanlı olarak hızlı ve güçlü bir alternatif olan Turf. js kütüphanesi ile gerçekleştirilmesi büyük bir avantajdır. Bu javascript kütüphanesinin, açık kaynak, ücretsiz ve kolay kullanımı sayesinde kullanıcı ve üretici dostudur(Turf, 2020).

Yapılan bu çalışmanın, web tabanlı mekânsal analizlerin yapılabilirliği, kullanımı ve maliyeti açısından uygulanabilir olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Kurum, firmalar ve kuruluşlar açısından, açık kaynak kodlu Turf. Js kütüphanesinin mekânsal analiz imkânı sunan bir yöntem olması yönünden caziptir.

Her geçen gün, Turf.js kütüphanesinin bir çok çalışmada kullanılabilmesi, ülkemizin son dönem Kutup Araştırmaları ve Yaban Hayatı Ekolojisi alanı gibi bakir sahalarda bu imkan ve teknolojilerin kullanılabilmesi ön görülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda mekânsal analizin mobil uygulamalarla, ücretsiz ve kolay erişilebilir çalışmalarla devam edilmesi hedeflenmektedir.

## BİLGİLENDİRME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma Intercontinental Geoinformation Days (IGD2020)'de Bildiri olarak sunulmuştur. Çalışma kapsamında, kullanılan verileri sağladıkları için Dr. Michael Miller ve Ağrı Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü İdari ve Teknik Personellerine Teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

Arca D, Bayık Ç, Acar H, Alkan M & Şeker D Z (2011 ) Tarihi Kentlere Yönelik Web CBS Uygulaması; Safranbolu Örneği. Jeodezi Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi. 3(Özel Sayı), 26-29.

Aydinoğlu A Ç, DeMaeyer P & Yomraloğlu T (2005) Avrupa Konumsal Veri Altyapısı Politikaları. Türk Mühendis ve Mimarlar Odaları Birliği Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Düzce Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü (DÜYBS), <https://duzce.edu.tr/yonetim-bilisim-sistemleri/Sayfa/af75/sistem-analizi-ve-tasarimi> adresinden 25.01.2021 tarihinde alındı.

Filiz B G (2013) Implementation of a search and rescue monitor system based on spatial data on web based maps. MS Thesis, Turk Air Force Academy University, Istanbul (in Turkish).

Giamond M, (2020) Geodesic geometry. Spatial Analysis: <https://.github.io/Spatial/introGIS.html#what-is-spatial-analysis> adresinden 25.01.2021 tarihinde alındı.

Güngör H C, Özkan G (2011) Mekansal Verinin Doğruluğu ve Kalitesi. 6. International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, Turkey.

Khan A, Bothale V M, Reddy K S (2015) Web Based Spatial Query System for Decision Making. International Journal Engineering and Science. 13002-13006 Pages.

Miller M (2019) Introduction to Web Programming for GIS Applications, Udemy Course Lecture Notes, Mexico.

Öztaş Çörek Ç, Karaaslan Ş (2020) Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) İle İlçeler Düzeyinde Kırsallık Kademelerinin Hazırlanmasına Yönelik Bir Yöntem Önerisi. Geomatik 3(2), 163-182, DOI: 10.29128/geomatik.376253

Piyathamrongchai K (2018) Extended Web Direction,Service to Avoid Obstacle on Road using Turf.Js. The International Conference on Geoinformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth&Allied Sciences(GIS-IDEAS) Vietnam.

Salihoğlu T (2020) CBS Yardımıyla İstanbul'daki Merkez Alanların Sınırlarının Belirlenmesi. Geomatik 5(3), 201-208, DOI: 10.29128/geomatik.644562

Turf, (2020) Turf.Js Getting Started: <https://turfjs.org/getting-started/> adresinden 25.01.2021 tarihinde alındı.

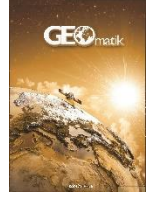
Yuregir O H (2001) System analysis and design in informatics. ISBN: 975-85-61-05-7

We Are Social and Hootsuite (W&H) (W&H, 2020). <https://dijilopedi.com/2020-dunya-internet-sosyal-medya-ve-mobil-kullanim-istatistikleri/> adresinden 25.01.2021 tarihinde alındı.

6360 sayılı "On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnemelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6360&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> adresinden 25.01.2021 tarihinde alındı.



© Author(s) 2022. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Hücrel otomata markov zincir yöntemi ile kentsel yayılmanın modellenmesi: Kerkük ili örneği

Abdullah Fadhil Tawfeeq\*<sup>1</sup>, Tuba Kurban<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Arazi Kullanımı  
Arazi Örtüsü  
Kentsel Yayılma  
Hücrel Otomata  
Markov Zincir modeli

### ÖZ

Kentsel yayılma küresel bir olgudur ancak Irak gibi gelişmekte olan ülkelerde çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Kerkük, kentsel alanlarda hızla artan bir genişlemeye tanık olunan Irak kentlerinden biridir. Bu kentsel yayılma; hızlı nüfus artışı, plansız büyüme ve göç gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda kentsel ekosistem bu süreçten önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu çalışmada, 2002-2018 yılları arasında Kerkük ilindeki arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiklikleri CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Tespit edilen değişimler göstermektedir ki en büyük değişiklik %130 oranında bir artışla kentsel alanlarda gerçekleşmiştir. Bununla birlikte tarım arazilerinin %22 ve su alanlarının da %8 oranında genişlediği tespit edilmiştir. Buna karşılık, açık arazi alanında %3 oranında bir azalma olduğu da görülmüştür. Bu aşamadan sonra, gelecekte yaşanacak kentsel yayılma oranının öngörülmesi amacıyla karma bir Hücrel Otomata Markov Zincir modeli oluşturulmuştur. Model mevcut arazi kullanım haritası ile karşılaştırılmıştır ve Kappa istatistikleri kullanılarak doğrulanmıştır. Kappa standart, kappa konum ve kappa nicelik katsayıları sırasıyla 0.8799, 0.9143 ve 0.9154 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, referans haritası ile karşılaştırma haritası arasında iyi bir örtüşme olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu model, 2030 ve 2035 yıllarında gerçekleşmesi muhtemel kentsel yayılmanın tahmin edilmesi için kullanılmıştır.

## Modelling urban sprawl with cellular automata markov chain method: The case of Kirkuk governorate

### Keywords

Land Use  
Land Cover  
Urban Sprawl  
Cellular Automata  
Markov Chain Model.

### ABSTRACT

Urban sprawl is a global phenomenon, but it is happening much faster in developing countries such as Iraq. Kirkuk is one of the Iraqi cities that is witnessing a rapidly increasing expansion in urban areas. This urban sprawl is caused by various factors such as rapid population growth, unplanned growth and migration. As a result, the urban ecosystem is significantly affected by this process. In this study, land use/land cover changes in the Kirkuk between 2002-2018 were analyzed by using of GIS and remote sensing techniques. The results of change detection showed that the biggest change has occurred with an increase of 130%. In addition, it was determined that agricultural lands expanded by 22% and water areas by 8%. On the other hand, it was observed that there was a 3% decrease in barren land areas. After this stage, an hybrid Cellular Automata Markov Chain model was built to predict the future urban sprawl rate. The model has been compared with the existing land use map and validated using the Kappa statistics. Kappa standard, kappa location and kappa no coefficients were found as 0.8799, 0.9143 and 0.9154, respectively. These results show that there is a good agreement between the reference map and the comparison map. In addition, the created model has been used to predict the urban sprawl in 2030 and 2035.

\* Abdullah Fadhil Tawfeeq

(abdullah.fadel@yahoo.com) ORCID ID 0000-0002-5685-9207  
(tubac@erciyes.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-5590-5307

Kaynak Göster (APA)

Tawfeeq A F & Kurban T (2022). Hücrel otomata markov zincir yöntemi ile kentsel yayılmanın modellenmesi: Kerkük ili örneği. *Geomatik Dergisi*, 7(1), 58-70



## 1. GİRİŞ

Dünya’da ve özellikle de gelişmekte olan ülkelerde, kentsel alanlar bugüne dek benzeri görülmemiş bir hızla genişlemekte ve kentsel nüfus da benzer bir şekilde artış göstermektedir. Öyle ki, 2030 yılına kadar Dünya nüfusunun %60’ının kentsel alanlarda yaşayacağı ve kentsel yayılmanın çoğunlukla daha az gelişmiş ülkelerde gerçekleşeceği öngörülmektedir (Forte, Cerreta, & De Toro, 2019). Irak’ta da benzer bir durum söz konusudur. Kentsel yayılma ve gelişmenin hızla devam etmesi, Irak’ın 1987 yılında 16 milyon olan (Atşan, 2011) kentsel nüfusunun 2018 yılında 38 milyona yükselmesine neden olmuştur. Irak Planlama Bakanlığı, Irak nüfusunun, her yıl ortalama 850 bin – 1 milyon kişi aralığında bir artış gösterdiğini belirtmekte, 2025 ve 2030 yıllarında sırasıyla 45 milyona ve 51 milyona ulaşacağını öngörmektedir. Kerkük, bilhassa son yıllardaki savaş ortamı nedeniyle çevre kentlerden aşırı şekilde göç almaktadır ve bu nedenle nüfus yoğunluğunda önemli bir artış yaşanmaktadır. Bu nedenle, arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin büyüklüğünü, desenini ve türünü değerlendirmeye ve gelecekteki arazi gelişimini tahmin etmeye yönelik acil bir ihtiyaç hali söz konusudur.

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü terimleri birbiriyile ilişkilidir. Arazi örtüsü, arazinin yüzeyini kaplayan doğal bitki örtüsünü de içeren toprak tabakasını, tarım ürünlerini ve insan yapılarını ifade eder. Arazi kullanımı ise bu kavramın tersine, arazi örtüsünden yararlanılması anlamına gelmekte olup, arazi yönetim uygulamalarını da içerir. Ancak, bu iki terim yaygın olarak arazi kullanımı/razi örtüsü şeklinde kullanılmaktadır (Sarı & Özşahin, 2016).

Hızlı nüfus artışı, kentsel alanların sınırlarının kontrolsüz ve gelişigüzel bir şekilde büyümesine yol açmıştır ki bu durum genellikle, kara yolları boyunca ya da şehrin etrafındaki kırsal alana doğru genişleme olarak tanımlanan “kentsel yayılma” terimi ile açıklanmaktadır (Bugliarello, 2003). Kişi sayısının giderek artmasından dolayı bu bölgelerde yaşayanların sayısı sürekli değişmektedir ve kesin rakamı tahmin edilememektedir. Öyle ki, bu durum hızlı nüfus artışının başarılı bir şekilde yönetilemediğinin bir göstergesidir ve kent merkezlerinin plansız bir şekilde genişlemesine yol açmaktadır. Kentsel yayılma, çevresel etkileri kadar sosyal etkileri de olan karmaşık bir olgudur (Barnes, Morgan III, Roberge, & Lowe, 2001). Bu karmaşıklıktan dolayı, kentsel yayılmanın spesifik, ölçülebilir ve genel olarak kabul edilmiş bir tanımı yoktur (Sutton, 2003) ancak gerçek nüfus birikim alanları sınırları dışında kalan bağlantılı bir büyüme durumu olarak tanımlanabilir ve bu yaklaşımın dünya genelinde görüldüğü büyük şehir sayısı giderek artmaktadır (Gordon & Richardson, 1997). Kentsel yayılma; su, hava, gürültü ve katı atık kirliliğinin yanı sıra verimli tarım arazilerinin yok olmasına, açık yeşil alanların, yüzey su kütlelerinin ve yeraltı su kaynaklarının kaybına neden olmaktadır. Kentsel yayılmanın izlenmesi, çevresel ve doğal kaynakların kritik şekilde tehlike altında olduğu alanların belirlenmesine ve gelecekteki olası büyüme ve yayılma modellerinin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır (Simmons, 2007).

Yine de arazi kullanım değişikliğinin etkili bir şekilde araştırılması, izlenmesi ve takip edilmesi için çalışma alanı hakkında hayli çok veri gereksinimi söz konusudur. Bu nedenle, uzaktan algılama teknolojisinin kullanımı, arazi kullanımının mekânsal değişikliğini verimli bir şekilde elde etmek, analiz etmek ve simüle etmek için kullanılabilir güncellenmiş bir arazi kullanımı ve arazi örtüsü verileri sağlamaktadır (Dadhich & Hanaoka, 2011), (Wakode, Baier, Jha, & Azzam, 2014), (Youssef, Pradhan, & Tarabeas, 2011).

Uzaktan algılama amaçlı uydu sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile birlikte yaygın olarak kullanılmakta ve arazi kullanımı değişiminin tespit edilmesinde güçlü ve etkili bir araç olarak kabul görmektedir (Jadkowski, Howard, & Brostuen, 1990), (Méaille & Wald, 1990), (Harris & Ventura, 1995). Bu sistemler ile elde edilen uygun maliyetli, çok bantlı (multispektral) ve çok zamanlı (multitemporal) veriler, arazi kullanımı ve arazi örtüsü veri kümelerini oluşturmakta ve gerekli olan anlamlı bilgilere dönüştürülmektedir. CBS teknolojisi, değişimin algılanması ve veritabanının geliştirilmesi için gerekli olan dijital verilerin depolanması, analiz edilmesi ve görüntülenmesi için esnek bir ortam sağlamaktadır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile arazi örtüsü tiplerinin izlenmesi ve takip edilmesi sağlanmakta ve spektral yansıtıcılar veya indekslerle doğrusal ilişkiler yoluyla arazi yüzeylerinin biyofiziksel özelliklerini tahmin edilmesi sağlanmaktadır (Steininger, 1996).

Kentsel arazi kullanım değişikliği modelleri; kentsel yayılmanın etkisinin değerlendirilmesi, arazi dönüşüm yönetimi, arazi kullanım planlarının hazırlanması, arazi kullanım değişikliklerinin optimum modellerinin tanımlanması ve kentsel planlayıcıların sürdürülebilir kentsel çevreye ulaşmasını sağlaması nedeniyle oldukça işlevsel ve yararlıdır. Arazi kullanımındaki değişikliğin modellenmesi ve simülasyon süreci her ne kadar karmaşık olsa da gerekli bir işlemdir (Yang, Zheng, & Lv, 2012). Gelecekteki olası farklı koşullar için arazi kullanım değişikliğinin muhtemel senaryolarını simüle etmek, keşfetmek ve öngörebilmek için kullanılan arazi kullanım modellerini üç kategoriye ayırarak incelemek mümkündür. Bu modeller; (a) lojistik regresyon, yapay sinir ağları, karar destek vektörleri ve derin öğrenme gibi makine öğrenmesi modelleri (Alsharif & Pradhan, 2014; Arsanjani, Kainz, & Mousivand, 2011); (b) Hücresel Otomata, Markov Zincirleri, SLEUTH gibi hücresel modeller (Al-shalabi, Billa, Pradhan, Mansor, & Al-Sharif, 2013); (c) bahsedilen yöntemlerin kombinasyonlarını içeren Hücresel Otomata-Markov Zincir modeli, Yapay Sinir Ağları-Markov Zincir modeli, Hücresel Otomata-Lojistik Regresyon, Vektörel Hücresel Otomata gibi karma modeller (Verburg et al., 2002) şeklinde ifade edilebilir.

Hücresel Otomata (CA) tahminleri, tarihi kentsel alanların farklı arazi kullanım türleri arasındaki etkileşimler yoluyla gelecekteki genişleme modellerini etkileyeceği varsayımıyla desteklenmektedir. Değişiklikleri önceden tanımlanmış koşullu kurallar altında tahsis ederken, CA her zaman en yüksek değişim olasılığına sahip hücrelerle başlar. Ancak, geleneksel CA yaklaşımı, kentsel genişleme itici güçlerinin rolünü nicel olarak dikkate almadan yalnızca mekansal tahsiste mahalle etkisini hesaba katar ve geçiş kuralları genellikle

çok basittir. CA için bu sınırlamalar, yapay sinir ağları, lojistik regresyon ve Markov Zincir modeli (MC) gibi diğer modellerle entegre edilerek aşılabilir. Çeşitli olası kombinasyonlar arasında, CA-MC entegrasyonu en sık kullanılanlardan biri olmuştur çünkü bu teknik kapsamlı verileri gerektirmemekte, böylece az sayıda parametre ve fiziksel kısıtlar ile kentsel yayılma modellenmesini sağlamaktadır (H. Wu et al., 2019; Xu, Gao, & Coco, 2019).

Belirtmek gerekir ki, Markov Zincir modeli, coğrafyanın ilk kuralına dayanmaktadır, yani, kentsel arazi kullanım sınıfı yakın bir pikselin kentsel sınıf haline gelme olasılığı daha uzak bir pikselden daha fazladır. Markov Zincir modeli, belirli iki tarih aralığındaki zamansal dönemde arazi kullanımının değişme olasılığını belirlemek için oldukça etkili ve çok güçlü bir yöntemdir. Ancak, Markov Zincir modeli, arazi kullanım değişikliği olaylarının mekânsal dağılımını sağlayamamaktadır (Araya & Cabral, 2010).

Entegre Hücresel Otomata Markov Zincir (CA-MC) modeli arazi kullanımı/arazi örtüsü değişim modellerinin nicelik tahmini ile mekânsal ve zamansal dinamik modellemesi açısından elverişli ve sağlam bir tekniktir. Öyle ki, uzaktan algılama verileri ve CBS, arazi kullanımı/arazi örtüsü ile oldukça başarılı bir şekilde birleştirilerek kullanılabilir. Buna ek olarak, CA-MC, bir Hücresel Otomata fonksiyonu aracılığıyla, Markov Zincir modelinin sonuçlarını, kentsel planlama ve tasarım için gerekli, mekânsal olarak açık ve anlaşılır sonuçlara çevirebilir (Guan et al., 2011).

Bu çalışma son yirmi yıl boyunca çok hızlı ve dağınık bir kentsel yayılmanın görüldüğü Kerkük İli (Irak) üzerine gerçekleştirilen bir vaka çalışması niteliğindedir. 2002–2018 yılları arasındaki dönemi kapsayan süreçte, Kerkük şehrinde arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerini analiz etmek için uzaktan algılama amaçlı Landsat uydu sistemleri ve ENVI, ArcGIS ve TerrSet tekniklerinden yararlanılmıştır. Ayrıca, 2030 ve 2035 yıllarındaki arazi kullanım değişikliklerini tahmin etmek için CA-MC modeli uygulanmıştır ve Kappa istatistiklerine göre başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

## 2. Kentsel Yayılma

"Kentsel Yayılma" terimi ilk olarak 1937'de Güneydoğu ABD'deki ilk şehir planlamacılarından biri olan Earle Draper tarafından kullanılmıştır (Nechyba & Walsh, 2004). Kırklı yılların sonlarında kentsel yayılmanın ulaşım ve gelirle bağlantıları karakterize eden ana temalar belirlenmiştir. 1961'de Jane Jacobs, "The Death and Life of Great American Cities" (Jacobs, 1961) adlı eserinde Kuzey Amerika'da gelişmekte olan dağınık şehir modelinin verimsizliğine dikkat çekmiştir. Bu model, çok sayıda otomobili desteklemek için tasarlanmış otoyollara yapılan yoğun yatırımla birlikte gelişimin gerçekleştiği çevre ve dağınık yerleşim mahallelerinin tanıtımına dayanmaktadır. Jacobs, olağanüstü bir açıklıkla, bu tür bir şehrin sosyal ve kültürel yaşamı nasıl yok ettiğini, daha az yaratıcı ve daha tehlikeli ortamlara yol açtığını açıklamaktadır. 1960'lardan günümüze, yayılmanın sınırlandırılması, nedenleri ve sonuçlarına dair geniş bir literatür oluşmuştur.

Kentsel yayılma, birbiriyle ilişkili karmaşık sosyo-ekonomik ve kültürel parametrelerin bir sonucudur (Başlık, 2008). Bununla birlikte, arazi değeri, genellikle kalkınma modellerinin temel itici gücü olarak kabul edilir. Yayılma, kentsel merkezlerin çevresinde mülk değerlerinin daha düşük olduğu yerlerde ortaya çıkma eğilimindedir (Pendall, 1999). Ekonomistler, mekânsal kentsel genişleme veya yayılma yaratmak için arazi değerleriyle etkileşime giren üç temel etken tanımlamaktadır. Kentsel alanların dışı doğru genişlemesine neden olan nüfus artışı, sakinlerin daha geniş bir yaşam alanı satın almalarına izin veren artan gelir ve ulaşım altyapısına yapılan geçmiş yatırımların ürettiği işe gidip gelme maliyetlerinin düşmesidir (Carruthers & Ulfarsson, 2002).

Kentsel yayılma ile ilişkili çeşitli sosyal ve ekonomik sonuçları tanımlarken, bu makale çevre sorunlarına odaklanmaktadır. Bu olumsuz etkiler arasında, diğerlerinin yanı sıra, otomobil bağımlılığından kaynaklanan hava kirliliği, kısmen geçirimiz yüzeylerdeki artışlardan kaynaklanan su kirliliği, kritik doğal habitatlar gibi çevreye duyarlı alanların bozulması, açık alanlarda artan sel riskleri ve yaşam kalitesinde meydana gelen genel düşüşler sayılabilir (Kahn, 2000).

Arazi rekabetine katkıda bulunan önemli bir küresel eğilim, dağınık kentsel gelişimdir. 2008 yılından bu yana, gezegen nüfusunun yarısı şehirlerde ve yığınlarda yaşamaktadır ve bu oran artmaktadır (Avrupa Çevre Ajansı, 2006; Staff, Forschungsstelle, & Centre, 2006).

## 3. Kentsel Yayılım Simülasyon Yöntemleri

Kentsel yayılma simülasyon yöntemleri temel olarak doğrusal regresyon (Seto, Fragkias, Güneralp, & Reilly, 2011), analitik hiyerarşi süreci (AHP), sistem dinamikleri (SD), yapay zeka, yapay sinir ağları, lojistik regresyon (LR) gibi teknikleri içermektedir. Doğrusal regresyon, belirli bir regresyon analizi türüdür ve bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişkileri açıklar. AHP yöntemi birçok sosyo-ekonomik ve mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bağımlı değişkenler kategorik değişkenler veya mekânsal özelliklere sahip değişkenler olduğunda iyi bir performans göstermemektedir. AHP, her faktöre atanan ağırlığı türetmek için uygun bir yöntemdir (Dai, Lee, & Zhang, 2001). AHP ayrıca karar alternatiflerinin ikili karşılaştırma kullanılarak önceliklendirilmesine izin verir. Bununla birlikte, çok sayıda alternatif nedeniyle raster veriler için ikili karşılaştırma yapmak zordur (Oztürk & Batuk, 2011). Ek olarak, AHP ne çok sayıda alternatifini değerlendirme ne de performans sınırlarını seçmede etkili değildir (Wey, 2013).

SD modeli, özellikle sosyo-ekonomik itici güçlerin araştırılması ve karmaşık sistemlerin simülasyonu için uygun bir yöntemdir (X. Liu et al., 2017). Ayrıca, uzaysal dinamikleri dahil etmek için Hücresel Otomata yöntemi ile bağlanabilir, ancak yine de faktörleri ve etkilerini tanımlamada yetersiz kalmaktadır. Kentsel yayılmanın mekânsal örüntü değişimini ortaya çıkarmada ve kentsel genişlemeyi etkileyen mekânsal değişkenleri modellemeye dahil etmede dezavantajları vardır.

$$(i, j = 1, 2, \dots, n)$$

Son zamanlarda uzaysal-zamansal modeller kullanılabilir hale gelmiştir. Uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri ve mekansal istatistiklerin entegrasyonu bu nedenle kentsel yayılmanın izlenmesi ve modellenmesi için güçlü bir yöntem oluşturmaktadır. Bu yöntemlerin gücü, kentsel genişlemedeki farklılıkları açıklarken mekansal ilişkileri hesaba katmalarıdır. (Osman, Arima, & Divigalpitiya, 2016).

Yapay zeka algoritmaları, kentsel arazi kullanımını inceleme ve mekansal çeşitliliği ele alma konusunda oldukça yeteneklidir (Grekousis, Manetos, & Photis, 2013). Yapay zeka teknikleri, mekansal-zamansal analiz, gelecekteki eğilimlerin tahmini ve kentsel bölgelerin gelişiminin tahmini için kullanılabilir (W. Liu & Seto, 2008). Bununla birlikte, Sınır Ağı modellemesi daha fazla hesaplama kaynağı gerektirir (Tu, 1996). Bir sınır ağı modeli, lojistik regresyon modeline kıyasla göreceli bir "kara kutudur" (Guerriere & Detsky, 1991). Regresyon, ikili bağımlı ve birkaç bağımsız kategorik ve sürekli değişken arasında ilişkiyi belirleme yöntemidir (Verhagen, 2007). Lojistik regresyon, bağımlı değişkenlerin regresyon problemlerini sürekli olmayan değişkenler olarak ele alabilir ve bu, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki gerektirmez. CBS ile birleştirildiğinde, değişkenlerin mekansal özelliklerini etkili bir şekilde yansıtabilir ve belirgin güç analizi ve arazi kullanım değişikliğinin tahmini için kullanılabilir (Hu & Lo, 2007).

#### 4. Markov Zincir Modeli

Bir durumdan başka bir duruma değişimin tahmin edilmesi için kullanılan Markov Zincir modeli, Markov stokastik süreç sistemlerinin formasyonuna dayanmaktadır (Muller & Middleton, 1994). Markov Zincir modeli, arazi kullanımı/arazi örtüsü değişikliklerini, boyutlarını ve eğilimlerini modellemek ve simüle etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Muller & Middleton, 1994), (López, Bocco, Mendoza, & Duhau, 2001). Markov Zincir modeli, belirli bir zaman dilimi içerisinde, arazi kullanımındaki değişikliği bir durumdan farklı bir duruma geçiş alanlarına göre analiz etmekte ve özetlemektedir (Coppedge, Engle, & Fuhlendorf, 2007). Ayrıca, üretilen olasılık geçiş alanları, gelecekteki arazi kullanım değişikliği ve kentsel yayılma modellerinin olası senaryolarının tahmin edilmesi amacıyla da kullanılabilir (Dadhich & Hanaoka, 2011). Öte yandan, Markov Zincir modeli, mekansal dağılımdaki değişiklikleri modelleme ve simüle etme hususunda işlevsizdir. Ancak, arazi kullanım değişikliklerinin miktarının tahmin edilmesi ve hesaplanması noktasında oldukça etkili ve güçlü bir modeldir (Yang et al., 2012). Gelecekteki arazi kullanım değişikliklerinin tahmin edilmesinde koşullu olasılık formülünden yararlanılmaktadır ve Denklem 1 ve Denklem 2 ile gösterilmektedir:

$$S(t+1) = P_{ij} \times S(t)$$

$$\|P_{ij}\| = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{2n} \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$0 \leq P_{ij} < 1 \quad \text{ve} \quad \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 \quad (2)$$

Denklem 1'de  $S(t)$ , sistemin  $t$  zamanındaki durumudur,  $S(t+1)$ , sistemin  $(t+1)$  zamanındaki durumudur.  $P_{ij}$  ise bir durumdaki geçiş olasılığı matrisini ifade etmektedir.

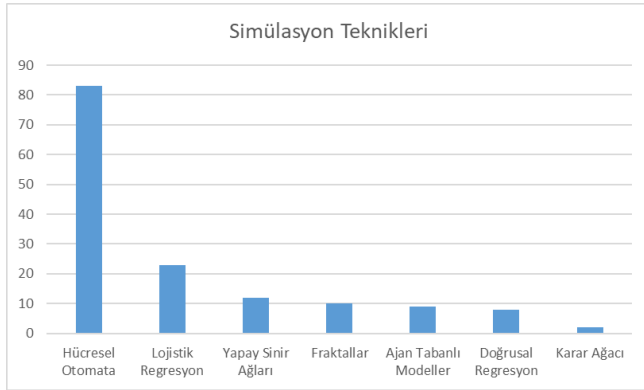
Arazi kullanımı ve arazi örtü değişikliği zaman içinde ekonomik, sosyal ve biyofiziksel faktörlerin dinamiklerini ve etkileşimini yansıtmaktadır. Bu nedenle, arazi kullanımı/arazi örtüsü verilerinde durağanlık beklemek rasyonel değildir. Bununla birlikte, şayet zaman aralığı çok büyük değilse, arazi kullanımı/arazi örtüsü değişikliği durağan olarak kabul edilebilir. Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiklikleri gibi dinamik sistemleri simüle etmek için uzaktan algılama amaçlı uydu sistemleri ve CBS ile entegre Markov Zincir modelinin uygulanması oldukça büyük bir gelişmiş analiz imkânı sağlamaktadır.

#### 5. Hücresel Otomata Markov Zincir Modeli

Tüm simülasyon teknikleri arasında, Hücresel Otomata modeli en çok uygulanan yöntemlerden birisidir ve 1990'lardan beri arazi kullanımını modellemek için kullanılmaktadır (H. Wu et al., 2019; Xu et al., 2019). Hücresel Otomata, birbirine bağlı yerel değişkenlerin ilişkilerinin küresel değişiklikler sergilediği bir hücre ızgarasıyla temsil edilen ayrık dinamik sistemler olarak tanımlanır. Hücresel Otomata uygulamaları, kentsel yayılma modelleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Sudhira, Ramachandra, & Jagadish, 2004). Özellikle, kentsel alanlar gittikçe genişledikçe ve mekansal veriler deneysel araştırmalar için daha da kullanılabilir hale geldikçe artan bir önem kazanmışlardır. Kentsel yayılma için hücresel otomatlar genellikle montaj, test etme, doğrulama ve kalibrasyonla ilgili benzer çerçeveleri korurken, kullanılan modelleme teknikleriyle ilgili bazı kavramsal sorunlar ortaya çıkmaktadır. Şekil.1'de gösterildiği gibi, birçok çalışmada Hücresel Otomata ile kentsel yayılma tahmin modellerine çeşitli algoritmalar dahil edilmiştir. Daha sonra bu teorik yaklaşımlar gerçek dünya uygulamalarında kullanılmıştır. Çok sayıda uygulamada, gerçek veriler (Triantakostas & Mountrakis, 2012) kullanılarak kentsel yayılma tahmin modelleri geliştirmek için Hücresel Otomata yöntemi dahil edilmiştir.

Arazi kullanım değişikliği modelleme yöntemlerinin güvenilirliğinin geliştirilmesi için iki ya da daha fazla simülasyon tekniği birleştirilerek her bir modelin sağladığı avantajlardan yararlanmak mümkündür (X. Liu, Li, Yeh, He, & Tao, 2007), (Yang et al., 2012). CA-MC, yakın zamanda belirgin mekansal parametrenin simülasyonunda ve gelecekteki arazi kullanım değişikliklerinin tahmininde kullanılmıştır (Wang, Zheng, & Zang, 2012). Entegre CA-MC modeli, arazi kullanım değişim miktarının tahmini için Markov Zincir modeli'nin avantajlarını ve belirgin mekansal parametrenin simülasyonu için Hücresel Otomata Modeli'nin avantajlarını bir araya getirmektedir. (Yang et al., 2012). Sonuç olarak CA-MC modeli ile uzaktan algılama verilerinden türetilen CBS ve arazi kullanımı/arazi örtüsü değişikliği haritalarının birlikte

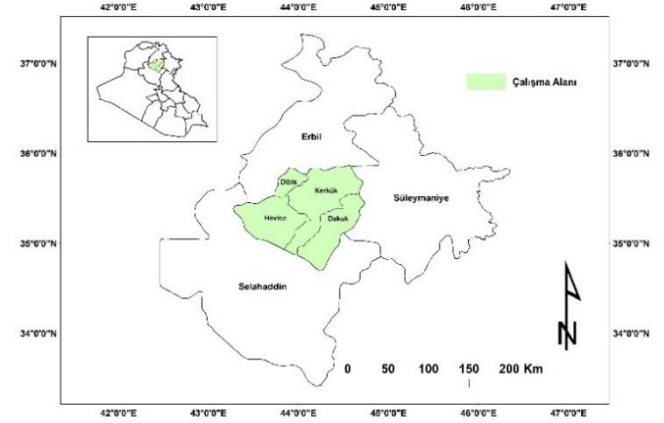
kullanılması mekansal ve zamansal arazi kullanım değişikliklerinin etkili bir şekilde modellenmesine ve simüle edilmesine imkân tanımaktadır (Myint & Wang, 2006), (Kamusoko, Aniya, Adi, & Manjoro, 2009), (Guan et al., 2011). Ayrıca, CA-MC modeli tarafından sağlanan arazi kullanımı değişikliği simülasyon sonuçları oldukça güvenilirdir ve bu modelin kullanımı sosyo-ekonomik, istatistiksel ve tarihsel verilerin eksikliğinin giderilmesinde de yararlıdır (Fan, Wang, & Wang, 2008), (Zhang, Ban, Liu, & Hu, 2011). CA-MC modelleme işleminde, arazi kullanım sınıflarının zamansal değişiklikleri Markov Zincir yaklaşımıyla üretilen geçiş matrislerine dayalı olarak yönetilmektedir (López et al., 2001) mekansal değişiklikler ise geçiş potansiyel haritaları, mahalle konfigürasyonu ve Hücresel Otomata model süreci sırasında yerel geçiş kuralı ile kontrol edilmektedir (White & Engelen, 1993), (F. Wu, 2002), (Li & Gar-On Yeh, 2004). Bununla birlikte, arazi kullanım değişikliklerini ve arazi kullanımındaki değişikliklere neden olan belirgin parametrelerin daha iyi anlaşılması için biyofiziksel ve sosyoekonomik verilerin CA-MC modeline dahil edilmesi gerekli görülmektedir.



**Şekil 1.** Popülariteye göre sıralanan temel kentsel yayılma tahmin algoritmaları (%) (Triantakontantis & Mountrakis, 2012)

## 6. ÇALIŞMA ALANI

Kerkük ili, Irak'ın kuzey bölgesinin merkezinde ve coğrafi olarak,  $34^{\circ} 42' - 35^{\circ} 50' K$  ve  $43^{\circ} 17' - 44^{\circ} 44' B$  boylamları arasında yer almaktadır. Kerkük ili, kuzeyinde Erbil, güneyinde ve batısında Salahaddin, doğusunda ise Süleymaniye illeri ile çevrilidir (Şekil 2). Kerkük ili dört ilçeden oluşmaktadır. Birincisi, nüfusun çoğunluğunun yaşadığı ve ilin yönetim merkezi olan Kerkük. İkincisi merkeze yaklaşık 40 kilometre uzaklıkta ve ilin güneyinde bulunan Dakuk ilçesidir. Üçüncüsü, ilin doğusunda yer alan ve nispeten küçük bir yerleşim birimi olan Dibis ve dördüncüsü ise ilin güney ve güneybatısında bulunan Havija ilçesidir. Dört ilçenin kapladığı toplam alan yaklaşık  $9680 \text{ km}^2$ 'dir. Kerkük ili, son yirmi yıldır, bu çalışmada analiz edilen ve araştırılan arazi kullanımı ve arazi örtüsünde büyük değişikliklerin meydana gelmesine yol açan hızlı bir kentleşmeye tanık olmuştur.



**Şekil 2.** Çalışma alanı

## 7. MATERYAL ve METOT

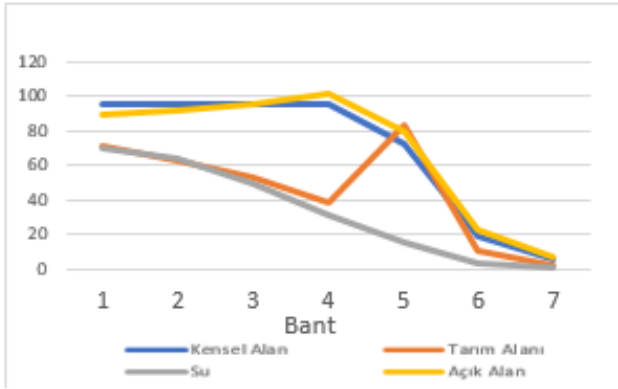
Bu çalışmada görüntü ön işlemleri için ENVI yazılımı, görüntü sınıflandırma ve değişiklik tespiti süreçleri için ArcGIS 10.4.1 ve gelecekteki arazi kullanım tahmini için TerrSet yazılımındaki Land Change Modeler (LCM) aracı kullanılmıştır. LCM, değişim analizi, geçiş potansiyeli modellemesi ve ardından değişiklik tahmini adımlarını gerçekleştiren entegre bir yazılım modülüdür. Gelecekteki senaryoları modellemek için zaman 1'den zaman 2'ye kadar arazi örtüsü haritalarının tarihsel değişimini izlemektedir. CA-MC modeli, Markov Zincir matrislerine ve geçiş duyarlılık haritalarına dayanarak LCM aracı ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, kullanılan veri kümeleri Birleşik Devletler Jeoloji Kurumu'nun (United States Geological Survey-USGS) sağladığı uydu görüntüleridir.

2002, 2010, 2014 ve 2018 yılları için arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritasının üretilmesinde, Landsat-8 ve Landsat TM (4 Ağustos 2002, 14 Ocak, 2010, 22 Eylül 2014 ve 17 Eylül 2018) verilerinden yararlanılmıştır. Farklı yılların aynı aylarına ait uydu görüntülerine istenmeyen yüksek bulutluluk oranı ve uydu geçişlerinin gece saatlerine denk gelmesinden dolayı erişilememiştir. Kullanılan uydu görüntüleri 30m (pankromatik bantlar için 15m) zemin çözünürlüğüne ve 7 spektral banda sahiptir (11 spektral banda sahip olan Landsat-8 görüntüleri hariç). Arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıflandırmasında Anderson şemasının değiştirilmiş bir versiyonu uygulanmıştır (Anderson, 1976). Kategoriler; (1) kentsel alan veya yerleşim alanı, (2) tarım alanı (3) su (4) açık alan olarak belirlenmiştir.

Kullanılan her bir Landsat görüntüsünün iyileştirilmesi için histogram eşitleme yönteminden yararlanılmıştır. Tek bir yüksek çözünürlüklü görüntü elde etmek üzere, Landsat-8'den elde edilen (2014 ve 2018) görüntüler Gram-Schmidt işleme yöntemi kullanılarak, yüksek çözünürlüklü pankromatik bant 8 ve daha düşük çözünürlüklü bantları birleştirilmiştir.

Bu çalışma, yüzey yansıtıcılarındaki ince değişikliklerin saptanmasını gerektirdiğinden dolayı radyometrik düzeltmeden yararlanılmıştır. Radyometrik düzeltme, hataları azaltmanın veya düzeltmenin yanında uzaktan algılanan verilerinin yorumlanabilirliğinin ve kalitesinin artırılması amacıyla uygulanmıştır. Bu

görüntü normalleştirme yöntemi, uzaktan algılama yöntemi ile elde edilen görüntüler üzerindeki, güneş açısındaki değişimler, atmosferik nem ve toprak nemi gibi etkilerden oluşan değişimleri en aza indirebilmekte ya da tamamen ortadan kaldırmaktadır (Jensen, 1996). Landsat görüntülerinin sınıflandırılması için denetimli bir imza çıkarımı kullanılmıştır (Şekil 3). Özellik seçiminin hem istatistiksel hem de grafiksel analizleri yapılmıştır. Buna göre; sınıfları ayırmada en etkili bantların, yeşil (bant 2), kırmızı (bant 3) ve yakın kızılötesi (bant 5) bantlar olduğu görülmüş ve sınıflandırma işlemlerinde bu bantlar kullanılmıştır. Eğitim seti verileri, ekran üzerinde çokgen seçilmesi yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Her arazi kullanımı kategorisini oluşturan tüm spektral sınıfların eğitim istatistiklerinde yeterince temsil edilmesini sağlamak için her görüntü için çeşitli eğitim veri kümeleri seçilmiştir.

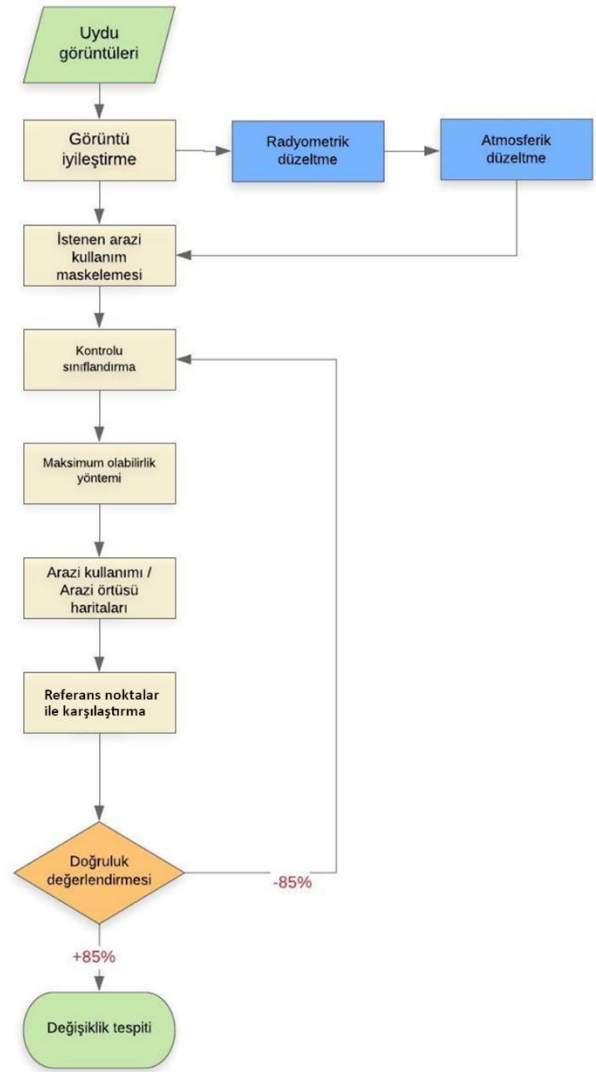


Şekil 3. Sınıfların spektral imzası

Kullanılan paket program içinde bulunan (i) en kısa mesafe, (ii) Mahalanobis mesafesi ve (iii) maksimum olabilirlik sınıflandırma yöntemi teknikleri ile denetimli sınıflandırma yapılmıştır. Bu yöntemler arasında en iyi sonucu veren maksimum olabilirlik sınıflandırma tekniğine ait sonuçlar sunulmuştur. Şekil 4'te arazi kullanım haritalarının elde edilmesine yönelik metodoloji görselleştirilmiştir. Maksimum olabilirlik sınıflandırma metodu, kesin örnekler kullanılması halinde basit ve güçlü bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Sınıflandırılmış tüm haritaların doğruluğu, her bir arazi kullanımı ve arazi örtüsü kategorisi için 50 adet örneğin seçildiği, katmanlı rastgele örnekleme yöntemi ile kontrol edilmiştir. Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim tespitinde çapraz tablolama tespit yöntemi kullanılmış ve bir değişim matrisi üretilmiştir. Toplam arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin alansal verileri ile 2002-2018 yılları arasında kapsayan dönemde her bir kategorideki kazanç ve kayıplar belirlenebilmekte ve derlenebilmektedir. Değişim matrisi, çalışma alanındaki temel değişiklik türleri hakkında bilgi vermektedir. Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin doğasını, oranını ve yerini analiz etmek için her bir kategori için bir dizi kazanç ve kayıp görüntü seti üretilmiştir.

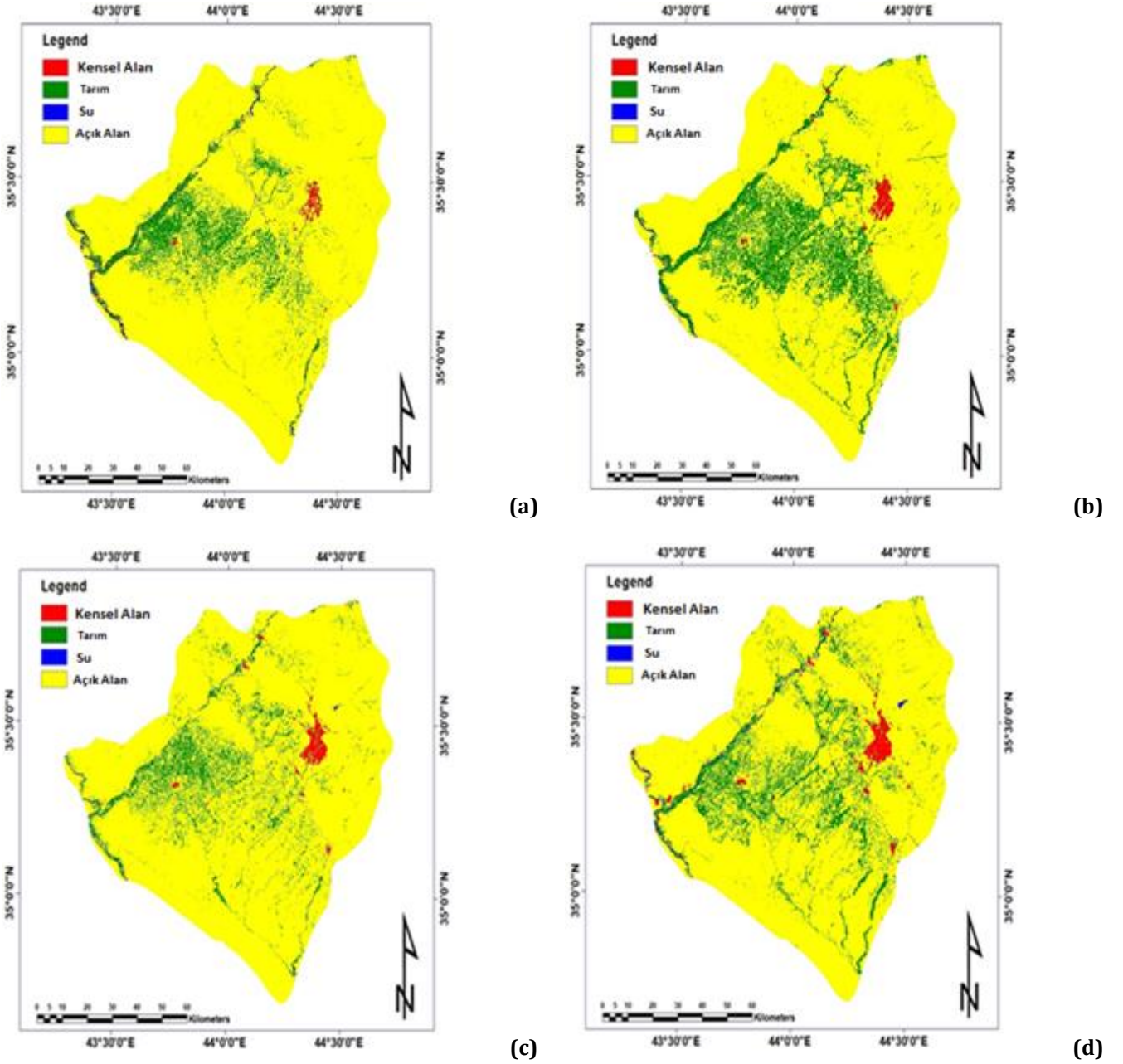
CA-MC modeli, Şekil 4'te verilen diyagramda gösterildiği gibi gelecekteki arazi kullanım

değişikliklerini simüle etmek ve tahmin etmek için uygulanmıştır. Arazi kullanım geçiş olasılık matrisi ve geçiş kuralları CA-MC modellemesi yapmak için Markov Zincir analizi kullanılarak belirlenmiştir. Önceki arazi kullanım durumuna bağlı olarak, gelecekteki arazi kullanım değişiklikleri modellenmiştir, yani 2002-2010 ve 2010-2014 yıllarında arazi kullanım haritaları arasındaki geçiş olasılıkları sırasıyla 2014 ve 2018 yıllarındaki değişiklikleri tahmin etmek, yani modeli kalibre etmek ve doğrulamak için kullanılmıştır. Buna karşılık gelecekteki değişiklikleri tahmin etmek için 2014 ve 2018 arazi kullanım haritalarından yararlanılmıştır. Buna ek olarak, geçiş olasılığı matrisleri dönüşüm kurallarını sağlamakta ve farklı arazi kullanım sınıflarının diğer sınıflara değişim olasılığını göstermekteyken, geçiş alanı matrisleri gelecekteki tahminlerde diğer arazi kullanım sınıflarındaki arazi kullanım değişikliği miktarını yansıtmaktadır. Bu çalışmada, kalibrasyon ve doğrulama süreçlerinin yürütülmesinde 2010 ve 2014 yılları temel alınmış, 2030 ve 2035 yıllarındaki arazi kullanım değişikliğinin tahmin edilmesi için ise 2018 yılı başlangıç noktası olarak kabul edilmiştir.



Şekil 4. Arazi kullanımı değişiklik tespiti akış diyagramı





Şekil 5. Kerkük şehri arazi kullanım haritaları: (a) 2002 yılı, (b) 2010 yılı, (c) 2014 yılı ve (d) 2018 yılı.

## 8. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 8.1. Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiklik Tespiti

2002, 2010, 2014 ve 2018 yıllarına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritaları Landsat görüntülerinden üretilmiş ve sırasıyla Şekil 5'te gösterilmiştir. 2002, 2010 ve 2018 yıllarında arazi kullanım/arazi örtüsü haritalarının toplam doğruluğu sırasıyla %95,58, %94,93, %93,53 ve %93,57 olarak belirlenmiştir. 2002, 2010 ve 2018 haritaları için Kappa standart katsayıları sırasıyla 0,94, 0,93, 0,91 ve 0,93 olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda, verilerin USGS sınıflandırma şemasında öngörülen standartların minimum %85'ini karşıladığını söylemek mümkündür (Anderson, 1976). Bu nedenle doğruluk oranı, arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin değerlendirilmesi için yeterlidir. Tablo 1'de 2002'den 2018'e kadar arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim matrisi gösterilmektedir. Tablodan açıkça anlaşılacağı

üzere 16 yıllık sürede önemli bir değişikliğin gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Kentsel veya yerleşim alanları 2002 yılında 7421 hektar iken 2018 yılında 17091 hektara çıkmış, 18 yıl içinde %130 oranında artmıştır. Aynı dönemde tarım arazileri de 986,33 hektardan 1208,86 hektara çıkmıştır. Ancak bu artış gerçek bir değişiklik olmayabilir, daha ziyade piksellerin yanlış sınıflandırılması sebebiyle olabilir. Örneğin, 79 hektar kentsel alanın su alanlarından geldiği görülmektedir ancak bu durumun gerçek olmadığı söylemek mümkündür. Çünkü, bölge hakkındaki bilgilere göre, o dönemde su alanlarından yerleşim alanlarına bir dönüşüm olmamıştır. Ancak, 79 hektarın toplam kentsel alanlarının sadece %1,30'lük bir kısmını oluşturması nedeniyle bu durum ihmal edilebilir. Hataların oranı %15'i aşmadığı için USGS sınıflandırma şemasına göre kabul edilebilir bir oran olarak ele alınabilir.

Tablo aynı zamanda su alanında aynı dönemde 6008 hektardan 6518 hektara kadar bir artış olduğunu göstermektedir. Bu artış, Kerkük şehrinde üç adet baraj

inşa edilmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlar, şehrin kuzeyindeki Laylan bölgesinde yer alan Şirin barajı ve Balkana barajı (bu iki baraj 2009 yılında açılmıştır), diğeri ise 2016 yılında açılan Kerkük'ün kuzeybatısındaki Şwan bölgesinde yer alan Şiwa Sur Barajı'dır. Buna karşılık, açık alanlar 889.416 hektar iken 85.684 hektar olacak şekilde bir azalma göstermiştir.

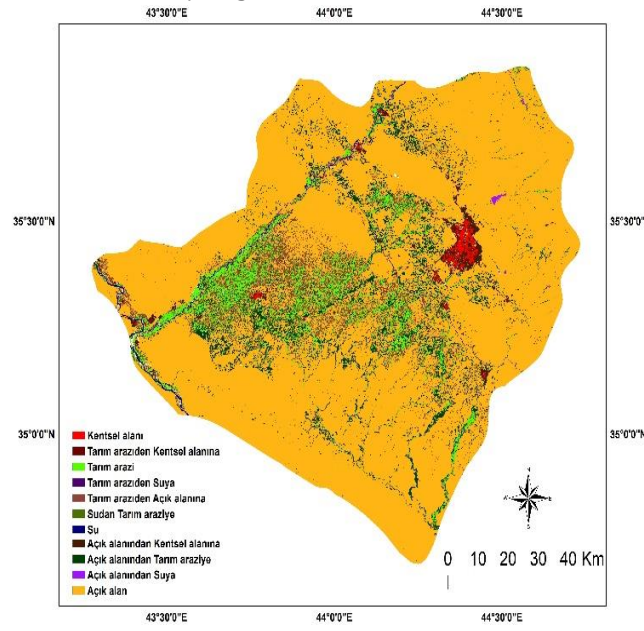
Şekil 6 (a)'da verilen 2002-2018 yılları arası değişim haritası, kentsel yayılmanın ilin tüm bölgelerinde meydana geldiğini göstermektedir. Ancak bölgeler arasında oransal farklılıklar vardır. Yayılma, şehir sınırlarında yer alan bölgelerde daha çok hissedilmektedir, şehir merkezindeki alanlarda ise dikey gelişmenin gerçekleştiği görülmektedir. Son birkaç yıl öncesini kapsayan süreçte boş olan arazilerin binalarla dolduğu görülmektedir. Bu kentsel yayılma hızının gelecekte artması beklenmektedir. Şekil 6 (b) ve Şekil 6 (c)'de verilen tahmin haritaları, kentsel alanların 2030 ve 2035'te sırasıyla 26981.9 ve 35927.9 hektarı aşacağını ve

şehirlerin eteklerinde yeni kentsel grupların ortaya çıkacağını göstermektedir. CA-MC modeline ait akış diyagramı Şekil 7'de verilmiştir.

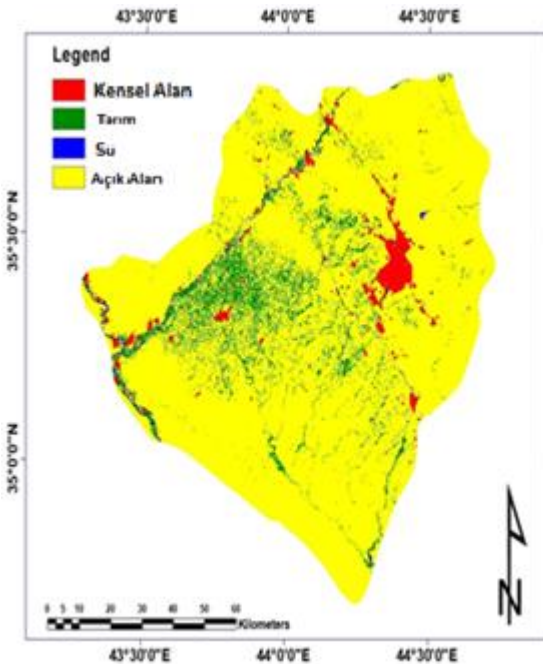
**Tablo 1.** Arazi kullanımı/arazi örtüsü değişim matrisi (ha).  
2002

	Kentsel Alan	Tarım	Su	Açık Alan	Toplam Satır	Sınıf Toplamı
Kentsel Alan	4897	598	79	11517	17091	17108
Tarım	888	44265	1764	73970	120886	121010
Şu	198	769	3216	2336	6518	6539
Açık Alan	1437	53001	948	801468	856854	859718
Toplam Alan	7421	98633	6008	889416	0	0
Toplam Değişiklik	2524	54368	2792	87948	0	0
Piksel Farkı(ha)	+9687	+22377	+531	-29698	0	0
Piksel Farkı %	+130.53	+22.687	+8.839	-3.339		

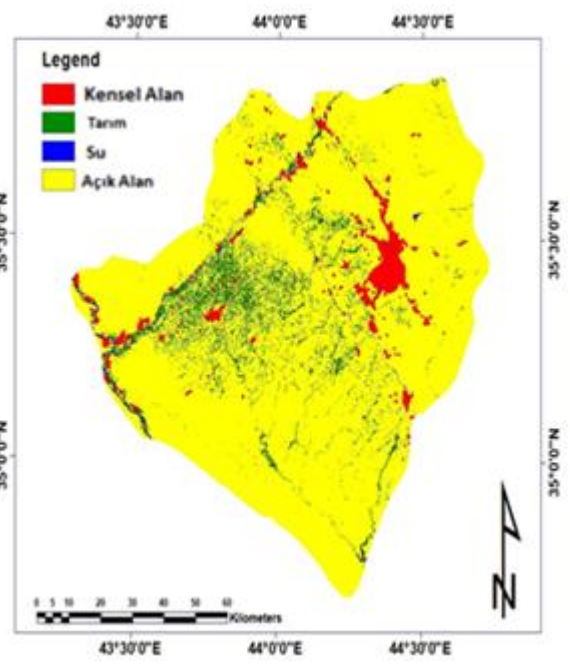
2018



(a)

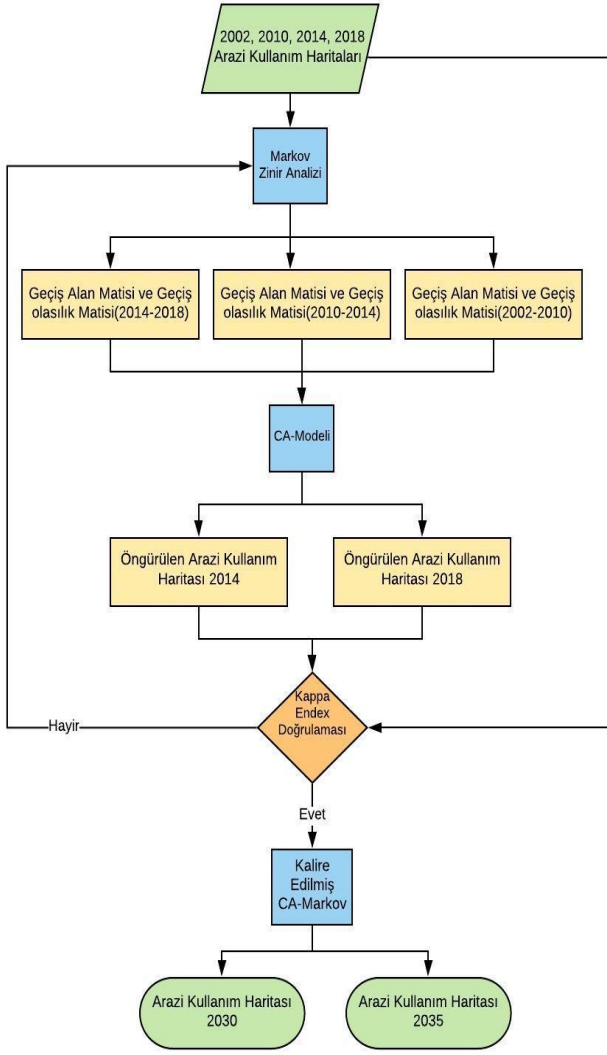


(b)



(c)

**Şekil 6.** Kerkük ili değişim ve tahmin haritaları: (a) 2002-2018 değişimi, (b) 2030 tahmini, (c) 2035 tahmini.



Şekil 7. CA-MC Modeli akış diyagramı

## 8.2. Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü Değişiklik Sürecinin Tutarlılığı

Geçiş olasılık matrisleri, Tablo 2’de gösterildiği gibi Markov Zincir modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Bu geçiş olasılık matrisleri, 2002-2010, 2010-2014 ve 2014-2018 dönemlerinde muhtemel arazi kullanım oranlarını vermektedir. Tablo 2’den, kentsel alanların geçiş olasılıklarının istikrarsız olduğunu ve 2002-2010 döneminde 0,526 iken, 2014-2018 döneminde 0,7687 değerine çok hızlı ulaştığını görmek mümkündür. Ayrıca, 2002-2010 yılları arasında çorak topraklardan kentsel alanlara yayılan geçiş olasılıklarının 0,2368 olduğunu ve 2010-2014 döneminde 0,2496’a yükseldiğini, 2014-2018 döneminde ise 0,197’e düştüğünü görmek mümkündür. Geçiş matrislerinin istikrarsızlığı, gelecekte arazi kullanımının kesin olarak tahmin edilmesinde zorluklar yaratabilir. Diğer bir zorluk, arazi kullanım sürecinin, modelin tahmin edemediği ekonomik ve politik faktörler gibi dış faktörlere bağlı olmasıdır. Ancak bu çalışmada, arazi kullanımını geçiş olasılıklarının istikrarlı olmaya devam edeceği kabul edilmiş ve gelecek yıllara ait tahmin bu varsayıma dayanarak yapılmıştır.

**Tablo 2.** 2002-2010, 2010-2014 ve 2014-2018 dönemlerine ait geçiş olasılık matrisleri

		Kentsel Alan	Tarım	Su	Açık Alan
2002-2010	Kentsel Alan	0.5263	0.2141	0.0229	0.2368
	Tarım	0.0018	0.5643	0.0044	0.4295
	Su	0.0113	0.4388	0.4221	0.1279
	Açık Alan	0.0104	0.2341	0.0035	0.7521
2010-2014	Kentsel Alan	0.7278	0.0225	0.0002	0.2496
	Tarım	0.0009	0.3079	0.0041	0.6872
	Su	0.017	0.1586	0.4181	0.4063
	Açık Alan	0.0193	0.1632	0.0026	0.8149
2014-2018	Kentsel Alan	0.8071	0.0362	0.0253	0.1314
	Tarım	0.0027	0.4672	0.008	0.5221
	Su	0.0231	0.1945	0.5243	0.258
	Açık Alan	0.0219	0.2017	0.0049	0.7716

## 8.3. Model Doğrulaması ve Gelecekteki Arazi Kullanım Değişikliği Tahmini

CA-MC modelinin arazi kullanım durumu tahmininde kullanılması ilk kez 2014 yılına rastlamaktadır. Daha sonra, model güvenilirliğinin sağlanması için 2018 yılında arazi kullanım değişikliğinin tahmini amacıyla tekrar kullanılmıştır. Model doğrulaması için 2014 ve 2018 yıllarında öngörülen arazi kullanım haritası miktar ve konum açısından geçerliliğinin kontrol edilmesi için Kappa katsayısı değerlerinin kullanıldığı referans değerler ile karşılaştırılmıştır (Zhang et al., 2011), (Kamusoko et al., 2009). Referans değerler göz ile seçilerek sınıflandırılmıştır. Tablo 3, referans ve karşılaştırma haritaları arasındaki miktar ve konum uyuma veya uyumsuzluklarını göstermektedir.

Doğrulama için haritaları karşılaştırırken, nicelik hatası ile konum hatasını ayırt edilebilir. Bir haritadaki bir sınıfa ait hücre miktarı diğer haritadaki o sınıfa ait hücrelerin miktarından farklı olduğunda nicelik hatası oluşur. Nicelik hatasının mevcut olmadığı durumlarda, bir sınıfa ait bir hücrenin bir haritadaki konumunun, o hücrenin diğer haritadaki konumundan farklı olduğu durumlarda konum hatası meydana gelebilir.

Tablo 3’te verilen Kappa istatistikleri ve bileşenlerine ait tanımlama ve açıklamalar, sırasıyla, Tablo 4 ve Tablo 5’te verilmiştir.

Nicelik ile ilgili üç olası bilgi seviyesinden bahsetmek mümkündür. Bunlardan  $n$  bilgi olmadığı,  $m$  orta düzeyde bilginin var olduğu ve  $p$  ise eksiksiz bilgiye sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Referans harita ile karşılaştırma haritası arasındaki uyumayı temsil eden  $M(m)$  değeri 0,9323 olarak tespit edilmiştir ki bu değer eksiksiz durum değeri olan 0,9260 değerinden yüksektir. Bu indeks, haritalar arasında en çok kullanılan uyum ölçüsüdür. Ancak, yorumlanma hususunda bir takım zorluklar söz konusu olabilmektedir. Öyle ki, yeryüzü şekillerinin bir kısmı şans eseri ve tesadüfen doğru olabilir. Ancak, şans eseri ortaya çıkan uyum ihtimalinin değeri 0.2000 olup, bu oldukça küçük bir değerdir. Nicelik olarak uyumama miktarı ve hücre seviyesindeki uyumama değerleri sırasıyla 0,0212 ve 0.0463 olarak tespit edilmiştir ve bu



değerlerin nispeten düşük olduğunu belirtmek mümkündür. Tabloda gösterildiği gibi, referans ve karşılaştırma haritaları arasındaki uyuşma olan Cohen'in önerdiği geleneksel Kstandard değeri 0,8799'dir. Her bir hücrenin yeryüzü şekilleri ile ne derecede iyi örtüştüğünü gösteren Klocation değeri 0,9143 olarak tespit edilmiştir. Hücrelerin katmanlar içinde ne derece iyi konumlandığını gösteren Klocation strata değeri de 0,9143 olarak tespit edilmiştir ki bu hayli yüksek bir örtüşmeyi göstermektedir. Bu doğrulama sonuçları, referans haritalar ile karşılaştırma haritaları arasında oldukça iyi bir tutarlılığın söz konusu olduğunu göstermektedir. Doğrulama adımının bir sonucu olarak, model için en uygun geçiş kuralları hesaplanabilir ve daha sonra gelecekte arazi kullanımının öngörülmesinde kullanılabilir. 2018'deki arazi kullanımının başarılı bir şekilde gerçekleştirilen modellemesine dayanarak elde edilen 2030 ve 2035 yılları için arazi kullanım değerleri Şekil 8'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Referans ve karşılaştırma haritaları arasındaki uyuşma/uyuşmazlık

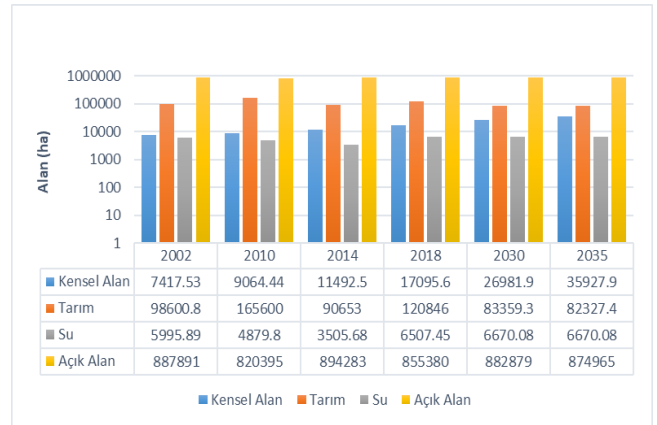
		Nicelik Bilgileri		
Konum Bilgileri	P(n)= 0,4825	P(m)= 0,9788	P(p)= 1,000	
	K(n)= 0,4825	K(m)= 0,9788	K(p)= 1,000	
	M(n)= 0,4552	M(m)= 0,9323	M(p)= 0,9260	
	H(n)= 0,2000	H(m)= 0,4360	H(p)= 0,4276	
	N(n)= 0,2000	N(m)= 0,4360	N(p)= 0,4276	
Şans Uyuşması	0,2000			
Nicelik Uyuşması	0,2360			
Katman Uyuşması	0,0000			
Hücre Uyuşması	0,4963			
Hücre Uyuşmama	0,0465			
Katman Uyuşmama	0,0000			
Nicelik Uyuşmama	0,0212			
Kno (nicelik)	0,9154			
Klocation (konum)	0,9143			
Klocation Strata (konum katman)	0,9143			
Kstandard (standart)	0,8799			

**Tablo 4.** Kappa istatistikleri ve tanımları(Pontius Jr, 2002)

İstatistik Adı	Açıklama	Tanımı
<i>Kno</i>	Doğru olarak sınıflandırılmış piksellerin tahmin edilen piksellere oranıdır	$\frac{M(m)-N(n)}{P(p)-N(n)}$
<i>Klocation</i>	Konum bazında anlaşma düzeyiyle ilişkili uzamsal düzeydeki doğruluğu temsil eder	$\frac{M(m)-N(m)}{P(m)-N(m)}$
<i>Klocation strata</i>	Ön tanımlı bir katmana doğru atanma ile ilgilidir	$\frac{M(m)-H(m)}{K(m)-H(m)}$
<i>Kstandard</i>	Cohen'in önerdiği kstandard katsayısı doğru atanmış piksellerin şans eseri doğru atanmış piksellere oranıdır.	$\frac{M(m)-N(m)}{P(p)-N(m)}$

**Tablo 5.** Kappa bileşenleri ve tanımları (Pontius Jr, 2002).

Bileşen Adı	Tanımı
<i>Nicelik Uyuşmama</i>	$P(p)-P(m)$
<i>Katman Uyuşmama</i>	$P(m)-K(m)$
<i>Hücre Uyuşmama</i>	$K(m)-M(m)$
<i>Hücre Uyuşması</i>	<b>MAX</b> $[M(m)-H(m), 0]$
<i>Katman Uyuşması</i>	<b>MAX</b> $[H(m)-N(m), 0]$
<i>Nicelik Uyuşması</i>	<b>Eğer</b> $MIN [N(n), N(m), H(m), M(m)] = N(n)$ , <b>ise</b> $MIN [N(m)-N(n), H(m)-N(n), M(m)-N(n)]$ , <b>değilse</b> 0
<i>Şans Uyuşması</i>	<b>MIN</b> $[N(n), N(m), H(m), M(m)]$



**Şekil 8.** Mevcut ve tahmin edilen arazi kullanımı (ha)

## 9. SONUÇ

Bu çalışmada, uzaktan algılama amaçlı uydu sistemleri, CBS teknolojileri ve CA-MC modelleme yaklaşımı, Irak'ın Kerkük ilindeki, 2002–2018 yılları arasındaki kentsel yayılmanın tespiti için kullanılmıştır. Bölgede kentsel alanın, yerleşik arazilerin ve tarım arazilerinin önemli ölçüde arttığı, açık alanların azaldığı tespit edilmiştir. Kentsel arazi gelişimi, ilin farklı bölgelerinde düzensiz bir şekilde gerçekleşmektedir ve bu gelişim ile açık alanların kaybı arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Arazi kullanımındaki değişim sabit değildir, bu nedenle biri 2002–2010 arasında dönemi kapsayan, diğeri 2010–2018 arasındaki dönemi kapsayan farklı geçiş matrisleri kullanılmıştır. CA-MC modelini kullanmanın bir avantajı, modelin gelecekteki arazi kullanım değişikliklerine yönelik tahminlerin açık bir şekilde yapılmasına imkân tanınmasıdır. Öyle ki, bu model ile farklı zaman örneklerinde en az iki arazi kullanım haritasını modellemek sınırlı sayıda veri ile mümkün olmaktadır. Öte yandan, CA-MC Modeli, mevcut durumları yönetmek, kontrol etmek ve gelecekteki talepler için akılcı planlar hazırlamak amacıyla önemli olan biyofiziksel ve sosyoekonomik faktörler gibi kentsel arazi kullanımı değişim faktörlerini analiz edememektedir.

Arazi kullanımı/arazi örtüsü değişikliklerinin tespitinde Landsat verileri genellikle başarılı bir şekilde kullanılmıştır. CBS ile birleştirilmiş dijital görüntü sınıflandırması, hızlı kentleşmenin bir sonucu olarak arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin yönü, doğası, oranı ve konumu hakkında kapsamlı bilgi

sağlama kabiliyetini göstermiştir. Uzaktan algılama sistemleri ile edinilen veriler, uygun maliyetli, çoklu tarihli ve CBS'ye girdi olarak yüklenmeye hazırdır. CBS'nin farklı kaynaklardan gelen mekânsal verileri, farklı formatlar, yapılar, projeksiyonlar veya çözünürlük seviyeleri ile entegre etme kabiliyeti özellikle arazi kullanımı ve arazi örtüsü çalışmalarına büyük yarar sağlamaktadır. Zamansal değişimin ölçülmesi genellikle tarihi haritalar, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri gibi kaynakların kullanılmasına dayanmaktadır. Arazi sınıflarının mekânsal dağılımındaki değişiklikler, farklı tarihlere ait haritaların üst üste bindirilmesi ve mekânsal tesadüflerinin analiz edilmesi ile özetlenebilir. Bir arazi sınıfından diğerine dönüşerek ortaya çıkan değişiklikler, matematiksel olarak, belirli bir pikselin aynı durumda kalması veya başka bir duruma dönüştürülmesi olasılıkları şeklinde tanımlanabilir.

Kentsel arazi kullanımı, bilim ve uygulama açısından zorluk çıkararak karmaşık bir sistem olmasına rağmen, CBS tabanlı kentsel yayılma modellemesi, başka türlü elde edilmesi zor olan gelecekle ilgili nicelleştirilmiş, görselleştirilmiş, mekansal bilgi sağlayabilir. Bu çalışma sonucunda önemli bulgular elde edilmiştir. Kerkük ilinin, kentsel alanını ikiye katlaması ve önümüzdeki 15 yıl içinde hızlı kentsel yayılma ile karşı karşıya kalması durumunu göstermektedir. Bu arazi değişimi, kaçınılmaz olarak doğal çevre ve ekosistem üzerinde büyük bir baskı oluşturacaktır. 2030 ve 2035 yıllarına ait elde edilen model, çevre bilincini artıracığı umulan iyi veya kötü bir gelecek vizyonu sağlamıştır. Gelecek ile ilgili akıllıca kararlar almak açısından uygun bir bakış açısı sunmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Avrupa Çevre Ajansı (2006). Kopenhag, Lüksemburg: Avrupa Toplulukları Resmi Yayınlar Ofisi, ISBN: 978-92-9167-370-4.
- Al-shalabi M, Billa L, Pradhan B, Mansor S & Al-Sharif A A (2013). Modelling urban growth evolution and land-use changes using GIS based cellular automata and SLEUTH models: the case of Sana'a metropolitan city, Yemen. *Environmental earth sciences*, 70(1), 425-437.
- Alsharif A A & Pradhan B (2014). Urban sprawl analysis of Tripoli Metropolitan city (Libya) using remote sensing data and multivariate logistic regression model. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 42(1), 149-163.
- Anderson J R (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (Vol. 964): US Government Printing Office.
- Araya Y H & Cabral P (2010). Analysis and modeling of urban land cover change in Setúbal and Sesimbra, Portugal. *Remote Sensing*, 2(6), 1549-1563.
- Arsanjani J J, Kainz W & Mousivand A J (2011). Tracking dynamic land-use change using spatially explicit Markov Chain based on cellular automata: the case of Tehran. *International Journal of Image and Data Fusion*, 2(4), 329-345.
- Atşan H A (2011). Irak'ta nüfus politikası ve 1977-2007 dönemi nüfus artışına etkisi. *Kadisiyah sosyal Bilimler*, 14(1-2), 347-360.
- Barnes K B, Morgan III J M, Roberge M C & Lowe S (2001). *Sprawl development: Its patterns, consequences, and measurement*. Towson University, Towson, 1-24.
- Başlık S (2008). Dinamik Kentsel Büyüme Modeli: Lojistik Regresyon ve Cellular Automata (İstanbul ve Lizbon Örnekleri). *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Bugliarello G (2003). Large urban concentrations: A new phenomenon. *Earth Science in the City: A Reader*, 56, 7-19.
- Carruthers J I & Ulfarsson G F (2002). Fragmentation and sprawl: Evidence from interregional analysis. *Growth and change*, 33(3), 312-340.
- Coppedge B R, Engle D M & Fuhlendorf S D (2007). Markov models of land cover dynamics in a southern Great Plains grassland region. *Landscape Ecology*, 22(9), 1383-1393.
- Dadhich P N & Hanaoka S (2011). Spatio-temporal urban growth modeling of Jaipur, India. *Journal of Urban Technology*, 18(3), 45-65.
- Dai F, Lee C & Zhang X (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering geology*, 61(4), 257-271.
- Fan F, Wang Y & Wang Z (2008). Temporal and spatial change detecting (1998-2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ images. *Environmental monitoring and assessment*, 137(1-3), 127.
- Forte B, Cerreta M & De Toro P (2019). *The human sustainable city: challenges and perspectives from the habitat agenda*: Routledge.
- Gordon P & Richardson H W (1997). Are compact cities a desirable planning goal? *Journal of the American planning association*, 63(1), 95-106.
- Grekousis G, Manetos P & Photis Y N (2013). Modeling urban evolution using neural networks, fuzzy logic and GIS: The case of the Athens metropolitan area. *Cities*, 30, 193-203.
- Guan D, Li H, Inohae T, Su W, Nagaie T & Hokao K (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological modelling*, 222(20-22), 3761-3772.
- Guerriere M R & Detsky A S (1991). *Neural networks: what are they?* : American College of Physicians.

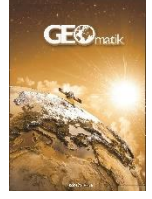


- Harris P M & Ventura S J (1995). The integration of geographic data with remotely sensed imagery to improve classification in an urban area. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 61(8), 993-998.
- Hu Z & Lo C (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, environment and urban systems*, 31(6), 667-688.
- Jacobs J (1961). *The Death and Birth of Great American Cities*: London: Penguin.
- Jadkowski M A, Howard R R & Brostuen D E (1990). Application of SPOT data for regional growth analysis and local planning [J]. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 56(2), 175-180.
- Jensen J R (1996). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*: Prentice-Hall Inc.
- Kahn M E (2000). The environmental impact of suburbanization. *Journal of policy analysis and management*, 19(4), 569-586.
- Kamusoko C, Aniya M, Adi B & Manjoro M (2009). Rural sustainability under threat in Zimbabwe—simulation of future land use/cover changes in the Bindura district based on the Markov-cellular automata model. *Applied Geography*, 29(3), 435-447.
- Li X & Gar-On Yeh A (2004). Data mining of cellular automata's transition rules. *International journal of geographical information science*, 18(8), 723-744.
- Liu W & Seto K C (2008). Using the ART-MMAP neural network to model and predict urban growth: a spatiotemporal data mining approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(2), 296-317.
- Liu X, Li X, Yeh A G-O, He J & Tao J (2007). Discovery of transition rules for geographical cellular automata by using ant colony optimization. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 50(10), 1578-1588.
- Liu X, Liang X, Li X, Xu X, Ou J, Chen Y, . . . Pei F. (2017). A future land use simulation model (FLUS) for simulating multiple land use scenarios by coupling human and natural effects. *Landscape and Urban Planning*, 168, 94-116.
- López E, Bocco G, Mendoza M & Duhau E (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: a case in Morelia city, Mexico. *Landscape and urban planning*, 55(4), 271-285.
- Méaille R & Wald L (1990). Using geographical information system and satellite imagery within a numerical simulation of regional urban growth. *International Journal of Geographical Information System*, 4(4), 445-456.
- Muller M R & Middleton J (1994). A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada. *Landscape Ecology*, 9(2), 151-157.
- Myint S W & Wang L (2006). Multicriteria decision approach for land use land cover change using Markov chain analysis and a cellular automata approach. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 32(6), 390-404.
- Nechyba T J & Walsh R P (2004). Urban sprawl. *Journal of economic perspectives*, 18(4), 177-200.
- Osman T, Arima T & Divigalpitiya P (2016). Measuring urban sprawl patterns in Greater Cairo Metropolitan Region. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 44(2), 287-295.
- Ozturk D & Batuk F (2011). Implementation of GIS-based multicriteria decision analysis with VB in ArcGIS. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 10(06), 1023-1042.
- Pendall R (1999). Do land-use controls cause sprawl? *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26(4), 555-571.
- Pontius Jr R G (2002). Statistical methods to partition effects of quantity and location during comparison of categorical maps at multiple resolutions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68(10), 1041-1050.
- Sarı H & Özşahin E (2016). CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi/Analysis of LULC (Landuse/Landcover) Characteristics of Tekirdag Province based on the CORINE System. *Alınleri Zirai Bilimler Dergisi*, 30(1), 13-26.
- Seto K C, Fragkias M, Güneralp B & Reilly M K (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PloS one*, 6(8), e23777.
- Simmons C (2007). *Ecological footprint analysis: A useful method for exploring the interaction between lifestyles and the built environment*: London: Routledge.
- Staff J R C, Forschungsstelle E K G & Centre E C J R (2006). *Urban sprawl in Europe: The ignored challenge*: Office for Official Publications of the European Communities.
- Steininger M (1996). Tropical secondary forest regrowth in the Amazon: age, area and change estimation with Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing*, 17(1), 9-27.
- Sudhira H, Ramachandra T & Jagadish K (2004). Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.
- Sutton P C (2003). A scale-adjusted measure of “urban sprawl” using nighttime satellite imagery. *Remote sensing of Environment*, 86(3), 353-369.

- Triantakonstantis D & Mountrakis G (2012). Urban growth prediction: a review of computational models and human perceptions.
- Tu J V (1996). Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes. *Journal of clinical epidemiology*, 49(11), 1225-1231.
- Verburg P H, Soepboer W, Veldkamp A, Limpiada R, Espaldon V & Mastura S S (2002). Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental management*, 30(3), 391-405.
- Verhagen P (2007). *Case studies in archaeological predictive modelling* (Vol. 14): Amsterdam University Press.
- Wakode H B, Baier K, Jha R & Azzam R (2014). Analysis of urban growth using Landsat TM/ETM data and GIS—a case study of Hyderabad, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(1), 109-121.
- Wang S, Zheng X & Zang X (2012). Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1238-1245.
- Wey W (2013). Smart growth principles combined with fuzzy AHP and DEA approach to the transit-oriented development (TOD) planning in urban transportation systems. *Journal of Energy Technologies and Policy*, 3(11), 251-258.
- White R & Engelen G (1993). Cellular automata and fractal urban form: a cellular modelling approach to the evolution of urban land-use patterns. *Environment and planning A*, 25(8), 1175-1199.
- Wu F (2002). Calibration of stochastic cellular automata: the application to rural-urban land conversions. *International journal of geographical information science*, 16(8), 795-818.
- Wu H, Li Z, Clarke K C, Shi W, Fang L, Lin A & Zhou J (2019). Examining the sensitivity of spatial scale in cellular automata Markov chain simulation of land use change. *International Journal of Geographical Information Science*, 33(5), 1040-1061.
- Xu T, Gao J & Coco G (2019). Simulation of urban expansion via integrating artificial neural network with Markov chain-cellular automata. *International Journal of Geographical Information Science*, 33(10), 1960-1983.
- Yang X, Zheng X-Q & Lv L-N (2012). A spatiotemporal model of land use change based on ant colony optimization, Markov chain and cellular automata. *Ecological modelling*, 233, 11-19.
- Youssef A M, Pradhan B & Tarabees E (2011). Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS techniques: contribution from the analytic hierarchy process. *Arabian Journal of Geosciences*, 4(3-4), 463-473.
- Zhang Q, Ban Y, Liu J & Hu Y (2011). Simulation and analysis of urban growth scenarios for the Greater Shanghai Area, China. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(2), 126-139.



© Author(s) 2022. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## İlkokul çocuklarının harita çizimi ve okuma becerilerini ölçme ve değerlendirmeye yönelik bir vaka çalışması

Halil İbrahim Şenol\*<sup>1</sup>, Türkyay Gökgoz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Kartografya  
Harita Aktiviteleri  
Topolojik İlişkiler  
Harita Becerileri

### ÖZ

Bu çalışmada, ilkökul öğrencilerinin harita çizimi ve okuma becerisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak çocuklara evden okula geliş rotaları (ev-okul haritaları) çizdirilmiş ve sonuçlar çeşitli ölçütlere göre değerlendirilmiştir. İkinci olarak basılı bir Dünya haritasında gördüklerini aynen çizmeleri istenmiş ve sonuçlar yine çeşitli ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Son olarak sınıfın belli bir yerine bir cisim saklanmış ve mevcut bir haritadan (yaklaşık ölçekli sınıf planından) yararlanarak bu cisim bulmaları istenmiştir. Sonuç olarak, öğrenciler tarafından çizilen haritalarda (ev-okul ve Dünya haritaları) yaşla doğru orantılı bir nitelik artışı olmadığı ve çoğunluğunun orta nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, harita kullanma becerisi bakımından öğrencilerin oldukça iyi oldukları gözlenmiştir.

## A case study for measuring and evaluating map skills of primary school children

### Keywords

Cartography  
Map Activities  
Topological Relations  
Map Skills

### ABSTRACT

In this study, map drawing and reading skills of primary school students were tried to be determined. In accordance with this purpose, children were firstly given home-to-school arrival routes task (home-school maps) and the results were evaluated according to various criteria. Secondly, they were asked to draw exactly what they saw on a printed World map and the results were again evaluated according to various criteria. Finally, an object was hidden in a certain point of the class and they were asked to find the object by using an existing map (approximate scale class plan). As a result, it was found that the quality was not increasing in proportion to age in the maps drawn by students (home-school and World maps) and most of them were of medium quality. However, it was observed that the students were quite good in terms of using a map.

### Yazar

\*(hsenol@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0235-5764  
(gokgoz@yildiz.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-8716-6131

### Kaynak Göster (APA)

Senol H I & Gokgoz T (2022). İlkokul çocuklarının harita çizimi ve okuma becerilerini ölçme ve değerlendirmeye yönelik bir vaka çalışması. *Geomatik Dergisi*, 7(1), 71-79

## 1. GİRİŞ

Piaget ve Inhelder'e (1956) göre çocuklar küçük yaşlardan itibaren etraflarında gördükleri nesnelere haritalar üzerinde ayırt edebilirler ve bu beceri, düzenli ve entelektüel gelişime paralel olarak artış gösterir. İlkokul çocuklarının harita becerilerini ölçme ve değerlendirmeye yönelik günümüze değin pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan öne çıkanlar kronolojik olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Jahoda (1963) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, çocuklar yaşlarına göre dört gruba (6-7, 9, 9-11, 11) ayrılmış ve "Glasgow nerede? İskoçya nerede? İskoçya nedir? Britanya nedir? Britanya'yı duydunuz mu? Ne olduğunu düşünüyorsunuz?" soruları sorulmuştur. Alınan cevaplar incelendiğinde çocukların coğrafi bilgi düzeyleri bakımından dört aşama olduğu tespit edilmiştir: Glasgow'un bilinmediği birinci aşama, Glasgow'un bilindiği fakat İskoçya'nın bir parçası olarak bilinmediği ikinci aşama, Glasgow'un İskoçya'nın bir parçası olarak bilindiği fakat Britanya'nın bir parçası olarak bilinmediği üçüncü aşama ve Glasgow-İskoçya-Britanya ilişkisinin bilindiği dördüncü aşama. Çalışma sonucunda 6-7 yaş grubundaki çocukların sadece %14'ünün üçüncü aşamada ve sadece %6'sının dördüncü aşamada oldukları görülmüştür. Bu nedenle bu yaş grubunun mekânsal ilişki algısının zayıf olduğu sonucuna varılmıştır.

Towler ve Nelson (1968) tarafından yapılan çalışma, ilkokulda mekânsal kavramların geliştirilmesine ilişkin deneysel çalışmanın bir bölümüdür. Burada incelenmek üzere ölçek kavramı seçilmiştir. Çalışmaya 120 öğrenci katılmıştır. Çalışmada çocuklara iki farklı harita üzerinde farklı boyutlarda modellerle bir çiftlik kurmaları istenmiştir. Yapılan deney sonucunda, 10-11 yaşından küçük çocuklarda ölçek kavramının yeterince anlaşılmadığı ortaya konulmuştur.

Carswell (1970) tarafından yapılan çalışmada 4, 5 ve 6. sınıf öğrencilerinin topografik harita okuma ve yorumlama yetenekleri ile birlikte kişisel ve çevresel özelliklerinin bu yeteneklere etkisi araştırılmıştır. Bu yetenekleri ölçmek için harita okuma, yönlendirme, ölçek, yükseklik ve grid sistemi başlıkları altında 6 yetenek sınıfı oluşturulmuş ve eğitilmiştir. Eğitim öncesi ve sonrası yetenekler gözlemlenerek gruplar karşılaştırılmıştır. Harita eğitimi okul müfredatının bir parçası olmasına rağmen genel olarak çocukların haritaları yeterince okuyamadıkları gözlemlenmiştir. Sonuç olarak eğitimde kullanılacak harita ölçekleri konusunda araştırma yapılması ve öğretmenlerin harita teknikleri konusunda bilgilendirilmeleri önerilmiştir.

Towler (1970) çalışmasında, ilkokul çocuklarında mekânsal kavramların geliştirilmesine yönelik bir araştırmanın referans sistemleri kavramına ilişkin bölümünün raporunu sunmuştur. Elde edilen bulgular, bir referans sistemi kavramının geliştirilmesinin Piaget (1956) tarafından tarif edilen ontogenetik diziyi izlediğini göstermiştir. Konu hakkında daha çok araştırma yapılması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Piche (1977, 1981) çalışmalarında, Piaget ve Inhelder (1956) ve Jahoda (1963) tarafından kullanılan metotları analiz etmiştir. Londra'da 5-8 yaş arası 48 çocukla çalışılmış ve çizim, harita egzersizleri, coğrafi yapbozlar

kullanılmıştır. Çocukların sadece %10'u Londra ile İngiltere'nin bağlantılı olduğunu anlamıştır. Piche, 6 yaşındaki çocukların adreslerini biliyor olsalar da bunun anlamını bilmediklerini tespit etmiştir.

Daggs (1986) çalışmasında, 6-7, 7-8 ve 8-9 yaş gruplarındaki çocuklarla sözlü ve grafik testler içeren ve büyük ölçekli fiziksel bir modelin kullanıldığı çeşitli çalışmalar yapmıştır. Sözlü test sonuçlarına göre birinci ve ikinci grup arasında farklılıklar olduğu, grafik test sonuçlarına göre ise her grupta farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, büyük ölçekli model kullanıldığında tüm grupların performanslarının geliştiği gözlemlenmiştir.

Trifonoff (1995) tarafından yapılan çalışmada, 2. sınıf öğrencilerinin tematik harita yapma yeteneklerini değerlendirmek için bir deney yapılmıştır. Öğrenciler farklı harita işaretlerini içeren ulusal ölçeklerdeki semt ve şehir haritalarını rastgele sırayla incelemişlerdir. Ayrıca, bu haritalar üzerinde çeşitli işaretler gösterilerek çocukların tepki süreleri tespit edilmiş ve harita algıları ölçülmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, harita görevlerinin bu yaş seviyesine uygun olduğunu göstermiştir.

Wiegand (1995) tarafından yapılan çalışmada, 7 farklı okuldan katılan 268 ilkokul öğrencisinden dünya haritası çizmeleri istenmiştir. Artan yaşla orantılı olarak gelişim gösteren bu haritalar puanlandırılmış ve sınıflandırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, çocuklarda Dünya bilgisini ölçme ve değerlendirmeye dair diğer araştırmalarla karşılaştırılmıştır.

Harwood ve McShane (1996) tarafından yapılan çalışmada, 5-6, 7-8 ve 9-10 yaş gruplarındaki çocukların Nuneaton-İngiltere-İngiliz Adaları-Avrupa arasındaki ilişkileri nasıl anladıkları üç farklı yöntem (harita, röportaj ve yapboz) kullanılarak araştırılmıştır. Seyahat tecrübesi olan çocuklarda bu testleri çözme başarılarının arttığı görülmüştür. Bu çalışmada; Piaget (1956), Jahoda (1963), Piche (1977-1981) ve Daggs'ın (1986) çalışmaları örnek alınmıştır.

Wiegand ve Stiel (1997) tarafından yapılan çalışmada, "Çocukların ülkeler ile ilgili ilk dikkat ettikleri, ülkelerin isimleridir." tezinden (Piaget, 1956) yola çıkılarak, 7-8 ve 10-11 yaşlarındaki 222 çocuk ile bir uygulama yapılmıştır. Çocuklara bildikleri ülkelerin isimleri sorulmuş ve bunları harita üzerinde göstermeleri istenmiştir. 10-11 yaş grubundaki çocukların daha başarılı oldukları görülmüştür. İsimlere dayalı coğrafya öğretiminin eğitimciler için çok daha avantajlı olacağı ifade edilmiştir.

Joshi, MacLean ve Carter (1999) tarafından yapılan çalışmada, 7 ila 12 yaş arasındaki 93 çocuğun mekânsal ilişkileri ve çevreyi algılamaları ile ilgili bir anket sonuçları değerlendirilmiştir. Mekânsal ilişkileri ve çevreyi algılama bakımından yaşça büyük ve kelime dağarcığı geniş çocukların daha yetenekli olduğu, bununla birlikte bu yeteneklerin ana değişkenlerle (cinsiyet, yaş, vb.) bir ilgisi olmadığı tespit edilmiştir.

Harwood ve Usher (1999) tarafından yapılan çalışmada, 8-9 yaşındaki çocuklardan rota belirleme amacı doğrultusunda kroki çizimleri istenmiş ve çizim yetenekleri incelenmiştir. Piaget ve Inhelder'in 1956 yılındaki çalışmalarında elde ettikleri sonuçları doğrular nitelikte sonuçlar elde edilmiş ve 11 yaşından küçük

çocuklar için harita çizim becerisi kazandırmanın önemi hakkında şüpheler olduğundan bahsedilmiştir. Ayrıca, çocukların çizim becerilerinde kümülatif bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

Harwood ve Rawlings (2001), çocukların el çizimleri üzerinde durmuşlardır. 10-11 yaşlarındaki 26 İngiliz çocuğun yaptığı haritalar analiz edildiğinde, şekilden çok, konum ve boyutları algılayabildikleri gözlemlenmiştir. Atlas üzerinde eğitimden sonra çocukların becerilerinde gözle görülür bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Kızılçaoğlu (2007) tarafından, harita becerisinin insan hayatındaki öneminden bahsedilmiş ve öğrencilerin haritaları daha iyi kavramasıyla mekânsal bilgileri daha iyi analiz edebilecekleri ifade edilmiştir. Bu doğrultuda, harita becerilerini geliştirmek için çeşitli etkinlik örnekleri (haritalar üzerinde coğrafi sorular sorma, coğrafi bilgi edinme, coğrafi bilgiyi organize etme, coğrafi bilgiyi analiz etme, vb.) verilmiştir. Sonuç olarak şu tespit ve öneriler yapılmıştır: Öğrencilerin eksiklikleri ve gelişimleri ölçme ve değerlendirme yöntemleri sayesinde tespit edilebilir; ilkökul öğrencileri için becerilerin basamaklandırılarak kazandırılması gerekmektedir; ilkökul öğrencilerinin harita becerileri günlük hayatta kullanabilecekleri atlaslar ve basit içerikli haritalarla geliştirilebilir.

Weber ve diğerleri (2010) tarafından yapılan çalışmada, İsviçre Dünya Atlası'nın internet üzerinde yayınlanan versiyonuna oyun kolları entegre edilerek, çocuklara ve gençlere hitap edebilirliği araştırılmıştır. Yapılan çalışmaya katılanlar oyun kolları ile harita kullanımını öğrenirken daha çok eğlenmişler ve genelde bu oyun kollarına hâkim olan çocuklar haritayı daha kolay algılamışlardır. Sonuç olarak, haritada gezinme ve anlama bakımından hâkimiyetleri artmıştır.

Windiastruti (2012) tarafından Endonezya'da yapılan bir çalışmada, harita eğitiminin yetersizliği konusu üzerinde durulmuş ve "Çocukların ilgileri haritalar üzerine nasıl çekilir?" sorusu tartışılmıştır. Endonezyalılara göre ülkelerinin haritasını ve binlerce adası olan ülkenin her adasını bilmek her Endonezyalının borcudur. Her yıl belli yaş grupları arasında çocuklarla, harita yapma yarışmaları düzenlenmekte ve çocukların ilgisi canlı tutulmaya çalışılmaktadır.

Sönmez ve Aksoy (2013) tarafından yapılan çalışmada, Cumhuriyet'in ilan edilmesinden günümüze Türkiye'deki ilkökul programları öğrencilerin harita becerileri bakımından incelenmiştir. Araştırmada, betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Sonuçta, Cumhuriyet'in ilk yıllarında öğrencilerin gözleri önündeki çevre referans alınmışken ilerleyen yıllarda kartografya bilimi ve teknolojiye bağlı olarak gelişim tespit edilmiştir. İlkokul programlarındaki harita içeriğinin zenginleştirilmesi, ders kitaplarında haritalara daha çok yer verilmesi, çeşitli konularda üretilmiş haritaların okullarda kurulacak coğrafya laboratuvarlarına yerleştirilmesi ve uygulama yapmak için çizim masaları kurulması önerilmiştir.

Hennerdal (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, algılama yetisini kazanmış büyük çocukların ve yetişkinlerin harita algılama becerileri ölçülmüştür. Çalışmada katılımcılara, basılı bir Dünya haritasında, örneğin A noktasından yola çıkan bir uçağın hangi rotayı izleyerek ilerlemesi gerektiği sorulmuş ve cevaplar

toplanmıştır. Çalışma sonunda, uygulamaya katılanların çoğunun harita üzerinde rota belirlerken Dünya'nın eğriliğini hesaba katmadıkları ortaya çıkmıştır.

Ooms ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmada ise gençlerin harita okuma becerisi ölçülmüştür. Çalışmada, yaşları, fiziki ve eğitim durumları farklı belli sayıda çocuğa beş harita ve bu beş haritayla ilgili toplamda yirmi soruluk beş soru kâğıdı dağıtılmış ve alınan sonuçlar istatistiksel analizlerle incelenmiştir. Doğru cevap sayısının çocukların yaşları ve aldıkları eğitim ile doğru orantılı olduğu, fakat fiziki özelliklerinin buna hiçbir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.

Senar ve Carmo (2020) çalışmasında, Brezilya'daki akademik çalışmaların; Eğitim Bakanlığı tarafından önerilen resmi belgeleri, temel eğitimde harita öğretimini ve coğrafya lisans derslerinin müfredatını nasıl etkilediğini göstermektedir. Amaç, haritacılığın coğrafya öğretimindeki rolünü ve haritalarla öğrenmenin 1990'lardan itibaren Brezilya vatandaşı olma bilincine nasıl daha yoğun bir şekilde katkıda bulunduğunu ortaya koymaktır.

Şenol ve Gökgöz (2018, 2020) tarafından yapılan çalışmalarda ise anaokulu ve ortaokul öğrencilerinin harita algı ve becerilerini ölçülme ve değerlendirmeye yönelik olarak basılı ve kabartma haritalarla birlikte metinlerin de kullanıldığı çeşitli aktiviteler yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre anaokulu ve ortaokul müfredatında harita eğitimine daha fazla yer verilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada ise ilkökul öğrencilerinin yeryüzünün çok iyi bildikleri bir bölgesinin (yaşadıkları bölgenin) büyük ölçekli haritasını (ev-okul haritası) çizme ve yeryüzünün tamamının küçük ölçekli haritasını (Dünya haritası) çizme becerisini ölçme amacı doğrultusunda çeşitli aktiviteler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, harita okuma becerisini ölçme amacı doğrultusunda bir define haritası aktivitesi gerçekleştirilmiştir.

## 2. YÖNTEM

Aktiviteler, Kocaeli ili Karamürsel ilçesinde faaliyet gösteren Amiral Karamürsel İlkokulu öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Aktivitelere 3 adet birinci sınıf, 1 adet ikinci sınıf, 1 adet üçüncü sınıf ve 1 adet dördüncü sınıf olmak üzere toplam 6 sınıfta 133 öğrenci katılmıştır.

Her aktivite öncesi gerçekleştirilen hazırlık aşamasında çocuklara sorulan "Harita nedir?" ve "Harita ne işe yarar?" gibi sorular ve çocukların verdiği "Yolda yön bulmaya yarar.", "Define haritası vardır.", "Ülkelerin yerini göstermeye yarar." ve "Seyahat ederken kullanırız." gibi yanıtlar üzerinden çocukların mevcut bilgileri kabaca ölçülmeye ve kısaca bilgilendirilmeye çalışılmıştır.

### 2.1. Birinci Aktivite: Ev-Okul Haritası Çizimi

Çocuklar harita bilgisine sahip olmasalar da mekânsal ilişkilere dair bilgilere sahiptirler (Piaget ve Inhelder, 1956). Bu nedenle, çocukların zihinlerinde, evleri ve okulları arasındaki ilgi noktası olarak belirleyebilecekleri objeler bulunmaktadır. Çocuklardan evden okula nasıl gittiklerini zihinlerinde canlandırmaları ve yol üzerindeki ilgi noktalarını düşünmeleri istenmiştir. İlgili

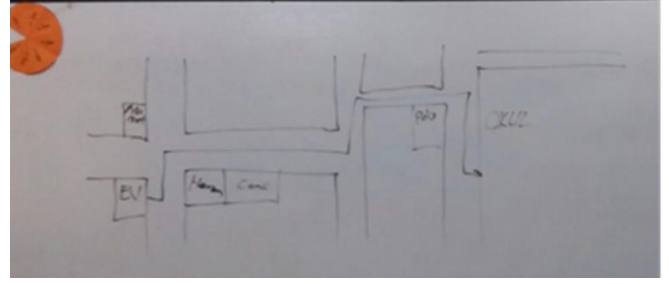


noktaları ile kastedilenin market, camii, karakol ve okul gibi nesnelere olduğu ifade edilmiştir. Çocuklardan, evden okula giderken izledikleri yolu ve bu yol üzerindeki ilgi noktalarını boş kâğıtlara çizmeleri istenmeden önce, uygulamanın daha iyi anlaşılması için bir örnek harita tahtaya çizilmiştir (Şekil 1). Çocuklar iyice düşündükten ve tahtadaki haritayı inceledikten sonra boş kâğıtlar dağıtılmış ve kendi haritalarını çizmeleri istenmiştir. Ayrıca, haritalarında gösterecekleri varlıkları boyama yoluyla renklendirebilecekleri de ifade edilmiştir.

Öğrenciler tarafından çizilen ev-okul haritaları Tablo 1'deki ölçütlere göre incelenmiş ve her bir ölçüte göre 0-3 arası puanlar (0: Yok, 1: Az, 2: Orta, 3: Oldukça) verilmiştir.

Ölçütlere göre verilen puanların toplamları hesaplanmış, başarı aralıkları (İyi: 2-10, Orta: 1-2, Zayıf:

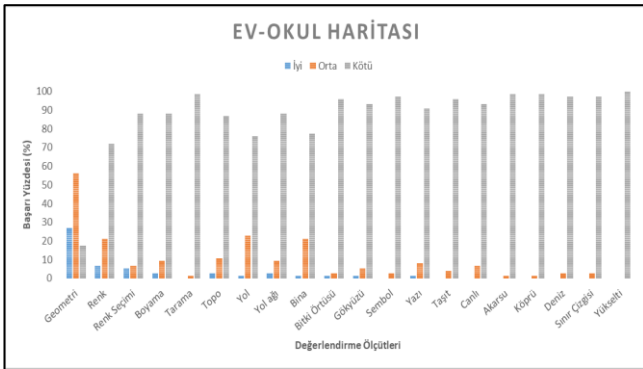
0-1) belirlenmiş ve başarı analizleri yapılmıştır (Tablo 1). Ölçütlere göre analiz sonuçları sınıf bazında grafik olarak Şekil 2, 3, 4 ve 5'te gösterilmiştir.



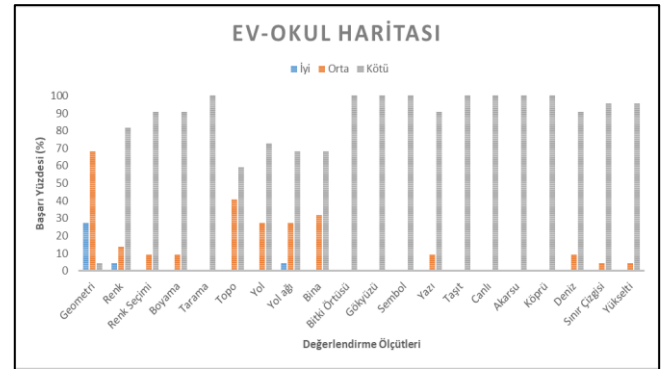
Şekil 1. Birinci aktivite için örnek olarak sınıf tahtasına çizilen ev-okul haritası

Tablo 1. Ev-okul haritası değerlendirme ölçütlerine göre iyi, orta, zayıf nitelikte harita yüzdeleri

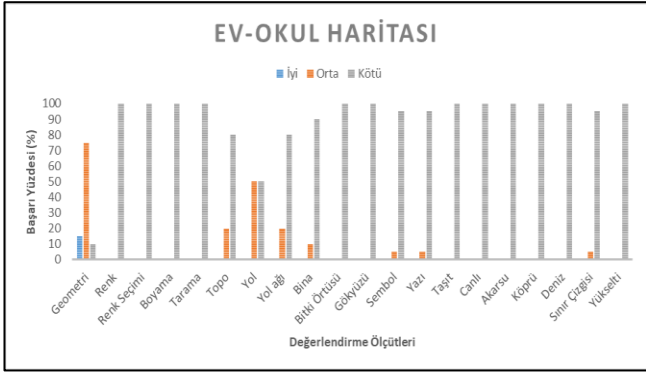
Değerlendirme Ölçütleri	İyi	Orta	Zayıf
Geometri: Nokta, Çizgi, Poligon	28,6	59,4	12
Renk: Siyah-Beyaz, Renkli	5,3	15,8	78,9
Renk Seçimi: Doğru, Kısmen, Yanlış	3,8	5,3	91
Boyama	2,3	6,8	91
Tarama	0	1,5	98,5
Topolojik İlişkiler: Doğru, Kısmen, Yanlış	6,1	18	75,9
Yol: Tek Çizgi, Çift Çizgi: (Tek Şeritli, Çift Şeritli)	2,3	29,3	68,4
Yol Ağı: Var, Kısmen, Yok	6	15,8	78,2
Bina: 2 Boyutlu: (Planimetrik, Tek Cepheli), 3 Boyutlu (Perspektif)	1,5	23,3	75,2
Bitki Örtüsü (Ağaç, vb.)	0,8	2,3	97
Gökyüzü (Güneş, Ay, Bulut)	0,8	3	96,2
Sembol (Bayrak, vb.)	0	3	97
Yazı	1,5	9	89,5
Taşıt (Otomobil, Bisiklet, Uçak, vb.)	0	2,3	97,7
Canlı (İnsan, Hayvan)	0	3,8	96,2
Akarsu: Tek Çizgi, Çift Çizgi	1,5	0,8	97,7
Köprü	0,8	0,8	98,4
Deniz	0	3,8	96,2
Sınır Çizgisi (Park, Bahçe, vb.)	1,5	3	95,5
Yükselti (Dağ, Tepe)	0	0,8	99,2



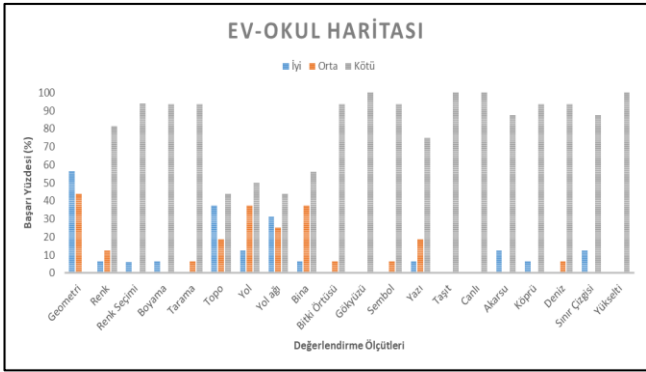
Şekil 2. Ev-okul haritası değerlendirme ölçütlerine göre birinci sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri



Şekil 3. Ev-okul haritası değerlendirme ölçütlerine göre ikinci sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri



Şekil 4. Ev-okul haritası değerlendirme ölçütlerine göre üçüncü sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri

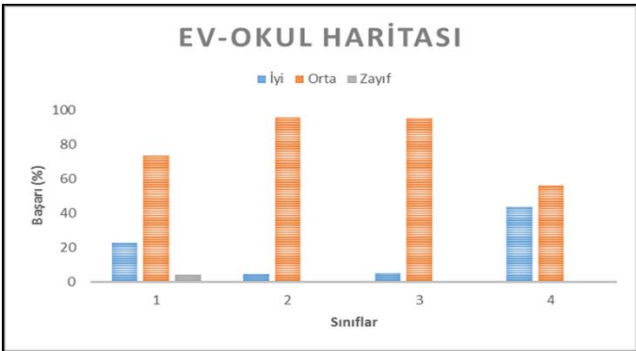


Şekil 5. Ev-okul haritası değerlendirme ölçütlerine göre dördüncü sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri

Öğrencilerin aldıkları toplam puanlara göre başarı aralıkları (İyi: 15-60, Orta: 5-15, Zayıf: 0-5) belirlenmiş ve başarı analizleri yapılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri tarafından çizilen iyi, orta ve zayıf nitelikte ev-okul haritası başarı yüzdeleri

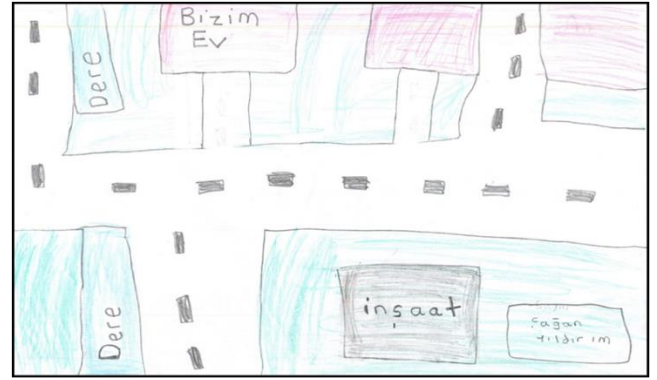
Sınıflar	İyi	Orta	Zayıf
1. Sınıf	22,7	73,3	4
2. Sınıf	4,5	95,5	0
3. Sınıf	5	95	0
4. Sınıf	43,8	56,2	0



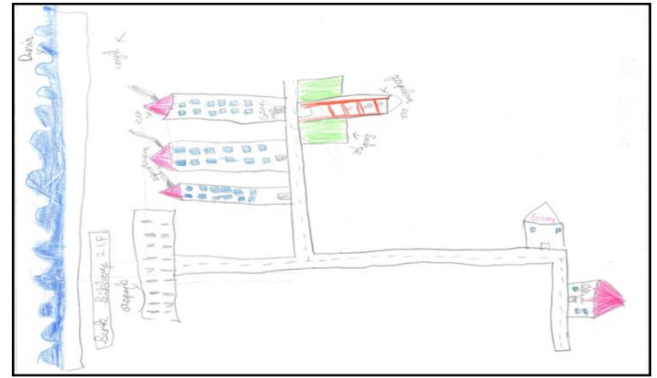
Şekil 6. Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri tarafından çizilen iyi, orta ve zayıf nitelikte ev-okul haritası başarı yüzdeleri

Öğrencilerin aldıkları toplam puanlara göre analiz sonuçları grafik olarak Şekil 6'da; iyi, orta ve zayıf olarak

nitelendirilebilecek birer örnek harita ise Şekil 7, 8 ve 9'da gösterilmiştir.



Şekil 7. Analiz sonuçlarına göre 40 puan alan ve iyi olarak nitelendirilebilecek bir ev-okul haritası (Dördüncü sınıf öğrencisi tarafından çizilmiştir.)



Şekil 8. Analiz sonuçlarına göre 25 puan alan ve orta olarak nitelendirilebilecek bir ev-okul haritası (İkinci sınıf öğrencisi tarafından çizilmiştir.)



Şekil 9. Analiz sonuçlarına göre 4 puan alan ve zayıf olarak nitelendirilebilecek bir ev-okul haritası (Birinci sınıf öğrencisi tarafından çizilmiştir.)

Bir 4. sınıf öğrencisi tarafından çizilen Şekil 7'deki harita; geometrik özellikleri, renklendirilmesi ve gerçekçiliği bakımından diğer haritalar arasından öne çıkmıştır. Bu nedenle başarılı bir ev-okul haritası olarak nitelendirilmiştir. Bir 2. sınıf öğrencisi tarafından çizilen Şekil 8'deki haritada bina gösterimlerinin planimetrik olmadığı görülmektedir. Her ne kadar coğrafi özellikler bakımından doğru olsa da orta seviye olarak nitelendirilebilecek bir haritadır. Bir 1. sınıf öğrencisi tarafından çizilen ve geometri, renk, vb. tüm ölçütlere göre başarısız olarak değerlendirilen bir harita ise Şekil 9'da görülmektedir.

## 2.2. İkinci Aktivite: Dünya Haritası Çizimi

Çocukların gördükleri bir haritayı hayal güçleri aracılığıyla kağıda nasıl yansıttıkları test edilmiştir. Dünya haritalarının ve atlasların çocukların akıllarında kalıcı yer ettiği bilinmektedir (Petchenik, 1987). Bu doğrultuda, Şekil 10'da görünen Dünya haritası tahtaya asılmış ve çocuklardan Dünya haritasını incelemeleri istenmiştir. Bazı çocuklar yanına gelerek, dokunarak ve sorarak haritayı incelemişlerdir. Daha sonra çocuklardan dünya haritasını zihinlerinde canlandırdıkları gibi çizmeleri istenmiştir.

Öğrenciler tarafından çizilen haritalar Tablo 3'teki ölçütlere göre incelenmiş ve her bir ölçüte göre 0-3 arası puanlar (0: Yok, 1: Az, 2: Orta, 3: Oldukça) verilmiştir.

Ölçütlere göre verilen puanların toplamları hesaplanmış, başarı aralıkları (İyi: 2-6, Orta: 1-2, Zayıf: 0-1) belirlenmiş ve başarı analizleri yapılmıştır (Tablo 3).

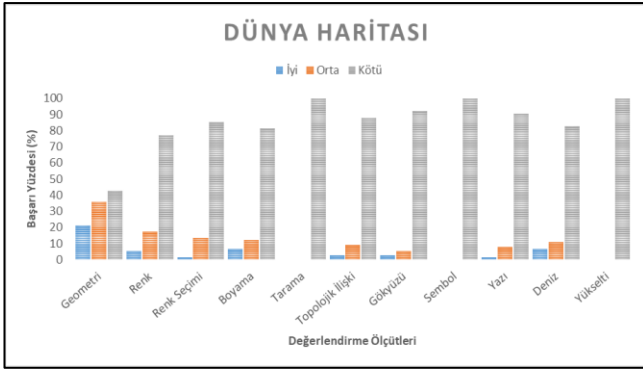
Ölçütlere göre analiz sonuçları sınıf bazında grafik olarak Şekil 11, 12, 13 ve 14'de gösterilmiştir.



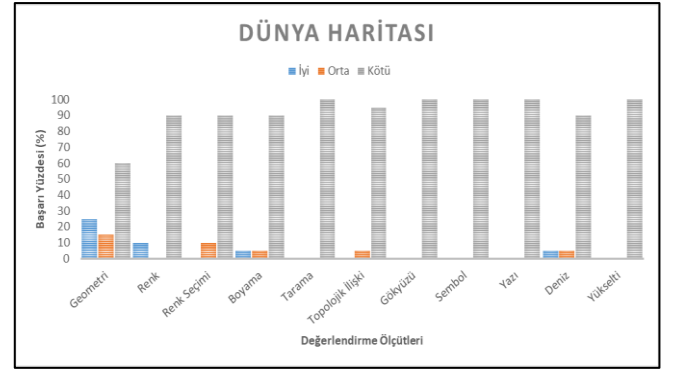
Şekil 10. Sınıf tahtasına asılan dünya haritası

Tablo 3. Dünya haritası değerlendirme ölçütlerine göre iyi, orta, zayıf nitelikte harita yüzdeleri

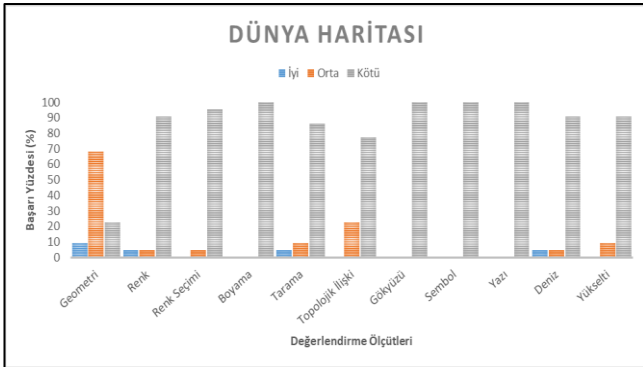
Değerlendirme Ölçütleri	İyi	Orta	Zayıf
Geometri: Nokta, Çizgi, Poligon	22,7	39,4	37,9
Renk: Siyah-Beyaz, Renkli	5,3	11,4	83,3
Renk Seçimi: Doğru, Kısmen, Yanlış	0,8	11,4	87,9
Boyama	4,5	8,3	87,1
Tarama	0,8	1,5	97,7
Topolojik İlişkiler: Doğru, Kısmen, Yanlış	4,5	14,4	81,1
Gökyüzü (Güneş, Ay, Bulut)	1,5	3	95,5
Sembol (Bayrak, vb.)	0	0	100
Yazı	0,8	6,8	92,4
Deniz	5,3	8,3	86,4
Yükselti (Dağ, Tepe)	0	1,5	98,5



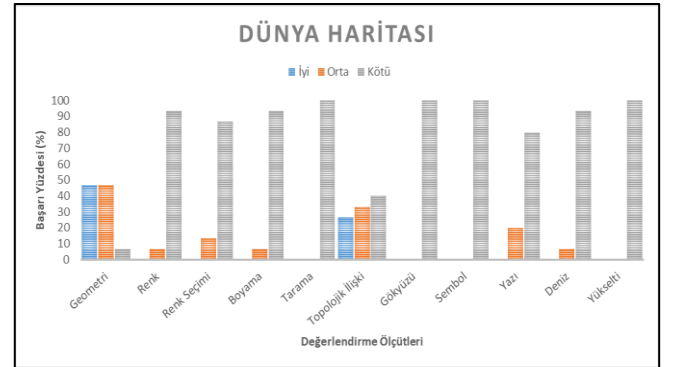
Şekil 11. Dünya haritası değerlendirme ölçütlerine göre birinci sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri



Şekil 13. Dünya haritası değerlendirme ölçütlerine göre üçüncü sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri



Şekil 12. Dünya haritası değerlendirme ölçütlerine göre ikinci sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri



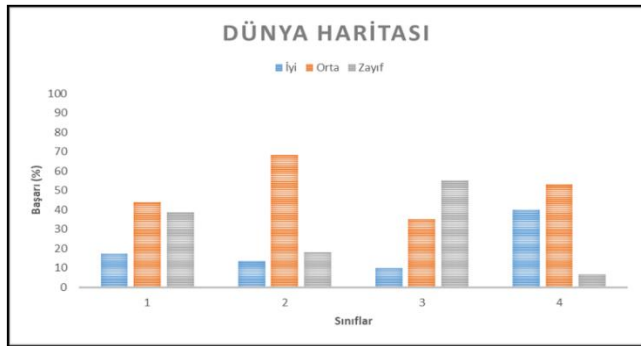
Şekil 14. Dünya haritası değerlendirme ölçütlerine göre dördüncü sınıf öğrencilerinin başarı yüzdeleri

Öğrencilerin aldıkları toplam puanlara göre başarı aralıkları (İyi: 10-40, Orta: 5-10, Zayıf: 0-5) belirlenmiş ve başarı analizleri yapılmıştır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri tarafından çizilen iyi, orta ve zayıf nitelikte dünya haritası başarı yüzdeleri

Sınıflar	İyi	Orta	Zayıf
1. Sınıf	17,3	44	38,7
2. Sınıf	13,6	68,2	18,2
3. Sınıf	10	35	55
4. Sınıf	40	53,3	6,7

Öğrencilerin aldıkları toplam puanlara göre analiz sonuçları grafik olarak Şekil 15'te; iyi, orta ve zayıf olarak nitelendirilebilecek birer örnek harita ise Şekil 16, 17 ve 18'de gösterilmiştir.

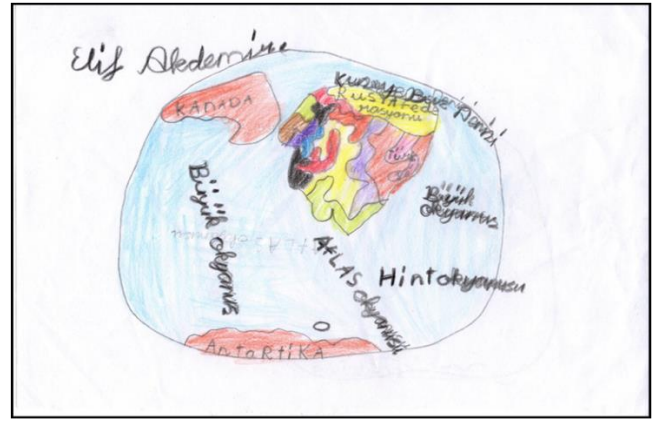


**Şekil 15.** Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri tarafından çizilen iyi, orta ve zayıf nitelikte dünya haritası başarı yüzdeleri



**Şekil 16.** Analiz sonuçlarına göre 22 puan alan ve iyi olarak nitelendirilebilecek bir dünya haritası (Birinci sınıf öğrencisi tarafından çizilmiştir.)

Şekil 16'daki haritayı çizen 1. sınıf öğrencisi geometrik özellikleri bakımından olmasa bile renklendirme ve tasarım bakımından başarılıdır. Ayrıca diğer gök cisimlerini de çizmesi, haritasının bir Dünya haritası olduğunu kanıtlama çabası gibi değerlendirilebilir. Şekil 17'deki haritayı çizen 1. sınıf öğrencisi ise her ne kadar geometrik olarak doğru bir harita çizememiş olsa da sanatsal bir bakış açısına sahip gibi gözükmektedir. Şekil 18'deki haritayı çizen 1. sınıf öğrencisi ise sadece sınırları algılamış gibi gözükmektedir.



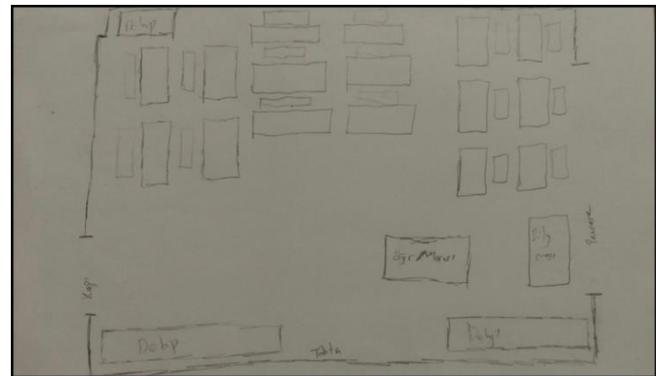
**Şekil 17.** Analiz sonuçlarına göre 20 puan alan ve orta olarak nitelendirilebilecek bir dünya haritası. (Birinci sınıf öğrencisi tarafından çizilmiştir.)



**Şekil 18.** Analiz sonuçlarına göre 0 puan alan ve zayıf olarak nitelendirilebilecek bir dünya haritası. (Birinci sınıf öğrencisi tarafından çizilmiştir.)

### 2.3. Üçüncü Aktivite: Defne Haritası

Çocukların harita okumadaki becerilerini test etmek için son olarak defne haritası aktivitesi yapılmıştır. Defne haritası aktivitesi için sınıfın belli bir noktasına bir cisim saklanmış ve sınıf krokisi yardımıyla bu cismi bulmaları istenmiştir. Çizilen sınıf krokisi Şekil 19'da görülmektedir. Çocukların tamamı saklı cismi bulabilmiştir.



**Şekil 19.** Defne haritası aktivitesinde kullanılan kroki

### 3. SONUÇLAR

Ev-okul haritası çiziminde en başarılı öğrenciler – beklendiği gibi– dördüncü sınıf öğrencileri olmuştur.



Ancak, ikinci sırada üçüncü sınıf öğrencileri değil, birinci sınıf öğrencileri yer almıştır. Üçüncü sınıf öğrencileri üçüncü sırada, ikinci sınıf öğrencileri dördüncü sırada yer almıştır. Birinci sınıf öğrencilerinin, ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinin önüne geçmiş olması beklenmeyen bir sonuçtur. Ev-okul haritalarının büyük kısmı orta nitelikte olmuştur. Orta nitelikli haritalar bakımından sıralama; ikinci sınıf, üçüncü sınıf, birinci sınıf ve dördüncü sınıf öğrencileri şeklinde olmuştur. Birinci sınıflarda çizilen haritaların çok az bir kısmı zayıf nitelikte iken, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflarda zayıf nitelikte harita çizilmemiştir. Aktivitelerin olabildiğince eşit imkân ve koşullarda yapılmış olmasına rağmen, özellikle iyi nitelikte haritalar bakımından beklenmeyen bir sonucu çıkmış olması ancak başka gerekçelerle (sosyolojik, psikolojik, pedagojik, vd.) açıklanabilir. Her şeye rağmen, birinci sınıflarda çizilen haritaların çok az bir kısmının zayıf nitelikte olması, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflarda ise zayıf nitelikte harita çizilmemiş olması sevindiricidir. Sonuç olarak, birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin çoğunluğu orta nitelikte ev-okul haritası çizme becerisine sahiptir.

İyi nitelikte dünya haritası çiziminde başarı sıralaması; dördüncü sınıf, birinci sınıf, ikinci sınıf ve üçüncü sınıf öğrencileri şeklinde olmuştur. Dördüncü sınıf öğrencileri birinci sırada yer alması beklenen bir sonuçtur ancak diğer sınıfların sıralaması beklenen bir sonuç değildir. Birinci, ikinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin çizdiği dünya haritalarının çoğu orta nitelikte iken, üçüncü sınıf öğrencilerinin çizdiği dünya haritalarının çoğu zayıf nitelikte olmuştur.

Ev-okul haritası aktivitesi ile dünya haritası aktivitesi karşılaştırıldığında, öğrenciler ev-okul haritası aktivitesinde daha başarılı olmuştur. Bu sonuç şöyle yorumlanabilir: İlkokul öğrencileri küçük yeryüzü parçalarını zaten düzlem kabul ediyor ve bu nedenle yine bir düzlem yüzey olan kâğıda aktarmada zorlanmıyor olabilirler. Oysaki, küre benzeri bir şekil olduğunu bildikleri dünyayı, harita kavramını ve projeksiyon yöntemlerini tam olarak bilmedikleri için bir düzlem yüzeyde (tahtada asılı haritada) görmeyi yadırgıyor, haritada gördükleri ile gerçek dünyayı eşleyemiyor ve bu nedenle haritada gördüklerini bile kâğıda aktarmada zorlanıyor, bilinçli bir çizim yapamıyor olabilirler. Ayrıca, ölçek farkındalığı bakımından, ilkokul öğrencilerinin genel olarak büyük ölçek düzeyinde oldukları söylenebilir. Son olarak, ilkokullarda harita eğitimine daha fazla önem ve yer verilmesi önerilebilir.

## KAYNAKÇA

Carswell R J B (1970). Children's Abilities in Topographic Map Reading. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED043557.pdf>

Daggs D G (1986). Pyramid of Places: Children's Understanding of Geographic Hierarchy."

Harwood D & Jackie M (1996). Young Children's Understanding of Nested Hierarchies of Place Relationships. *International Research in Geographical & Environmental Education* 5(1):3-29. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10382046.1996.9964985>

Harwood D & Kay R (2001). Assessing Young Children's Freehand Sketch Maps of the World." *International Research in Geographical and Environmental Education* 10(1):20-45. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10382040108667422>

Harwood D & Margaret U (1999). Assessing Progression in Primary Children's Map Drawing Skills. *International Research in Geographical and Environmental Education* 8(3):222-38. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10382049908667613>

Hennerdal P (2015). Beyond the Periphery: Child and Adult Understanding of World Map Continuity. *Annals of the Association of American Geographers* 105(4):773-90. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00045608.2015.1022091>

Jahoda G (1963). The Development of Children's Ideas About Country and Nationality: Part I: The Conceptual Framework. *British Journal of Educational Psychology* 33(1):47-60. <https://bpspsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2044-8279.1963.tb00562.x>

Joshi M S, Morag M & Wakefield C (1999). Children's Journey to School: Spatial Skills, Knowledge and Perceptions of the Environment. *British Journal of Developmental Psychology* 17(1):125-39. <https://bpspsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1348/026151099165195>

Kızılçaoğlu A (2007). HARİTA BECERİLERİNE PEDAGOJİK BİR BAKIŞ. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (18):341-58. <http://dergisosyalbil.selcuk.edu.tr/susbed/article/view/455>

Ooms K, Philippe De M, Lien D, Nina Van der V, Nico Van de W & Stephanie V (2016). Education in Cartography: What Is the Status of Young People's Map-Reading Skills? *Cartography and Geographic Information Science* 43(2):134-53. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15230406.2015.1021713>

Petchenik B B (1987). Fundamental considerations about atlases for children. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisual-ization*, 24(1),16-23. <https://www.utpjournals.press/doi/abs/10.3138/T813-3545-5444-6G81>

Piaget J & Inhelder B (1956). The child's conception of space. Routledge and Kegan Paul, London.

Piche D (1977). The Geographical Understanding of Children Aged 5 to 8 Years. <https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.261176>

Piche D (1981). The Spontaneous Geography of the Urban Child. *Geography and the Urban Environment: Progress in Research and Applications* 4:229-56.

Sena C C R G D & Carmo W R D (2020). School cartography in Brazil and its inclusive perspective. *International Journal of Cartography*, 6(3), 316-330. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23729333.2020.1824565>



- Sönmez Ö F & Bülent A (2013). CUMHURİYETTEN GÜNÜMÜZE İLKÖĞRETİM PROGRAMLARINDA HARİTA BECERİLERİ. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi* 171(171):269-88. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tsadergisi/issue/21497/230500>
- Şenol H İ & Gökgöz T (2018). A Case Study on Map Activities with Children of Kindergarten Age. *7th International Conference on Cartography and GIS*, Sozopol, Bulgaristan, 18-23 Haziran 2018, 202-209. <https://www.researchgate.net/publication/328686567>
- Şenol H İ & Gökgöz T (2020). Ortaokul Çocuklarının Harita Becerilerini Ölçme ve Değerlendirmeye Yönelik Bir Vaka Çalışması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(3), 157-174. <https://dergipark.org.tr/en/pub/humder/issue/58494/770944>
- Towler J O (1970). The Elementary School Child's Concept of Reference Systems. *Journal of Geography* 69(2):89-93. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221347008981757>
- Towler T O & L D N (1968). The Elementary School Child's Concept of Scale. *Journal of Geography* 67(1):24-28. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221346808981035>
- Trifonoff K M (1995). Going beyond Location: Thematic Maps in the Early Elementary Grades. *Journal of Geography* 94(2):368-74. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221349508979745>
- Weber A, Bernhard J, Matthias W, Juliane C, Philipp M & Lorenz H (2010). Cartography Meets Gaming: Navigating Globes, Block Diagrams and 2D Maps with Gamepads and Joysticks. *The Cartographic Journal* 47(1):92-100. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/000870409X12472347560588>
- Wiegand P (1995). Young Children's Freehand Sketch Maps of the World. *International Research in Geographical & Environmental Education* 4(1):19-28. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10382046.1995.9964956>
- Wiegand P & Bernadette S (1997). Children's Relief Maps of Model Landscapes. *British Educational Research Journal* 23(2):179-92.
- Windiastruti R (2012). Map Drawing Competition for Children in Indonesia. 255-67 in *Maps for the Future*. Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-19522-8\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-19522-8_21)



© Author(s) 2022. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>