

# GEOmatik

Geomatik Dergisi  
Cilt 5 / Sayı 2 - Ağustos 2020

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. Yayınlanmasına, 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 KARAS, 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. Ali ULVİ, Selçuk 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 5 / SAYI 2

## ARAŞTIRMA MAKALELERİ

\*\* Konya Kapalı Havzası Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması

Osman Orhan, Osman Sami Kırtıloğlu, Murat Yakar 81

\*\* Arazi Toplulaştırması Dağıtım İşleminde Tek Amaçlı Genetik Algoritmanın Kullanılması

Hüseyin Eroğlu, Yasemin Şişman 91

\*\* Artvin Örneğinde Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değerini Etkileyen Faktörlerin Analizi

Ayşe Yavuz Özalp, Halil Akıncı, Sebahat Temuçin Kılıçer 100

\*\* Arazi Toplulaştırma Projelerinin Ekonomik Analizi: Üçhüyük Mahallesi, Çumra-Konya- Türkiye Örneği

Tayfun Çay, Ramazan Yoldaş Satılmış 112

\*\* Web tabanlı GNSS Yazılımlarının (CSRS-PPP, Trimble-RTX) Performansının Araştırılması

Samet İnyurt, Mustafa Ulukavak 120

\*\* Deprem kaynaklı olabilecek iyonosferik değişimlerin belirlenmesi üzerine yeni bir yaklaşım geliştirilmesi

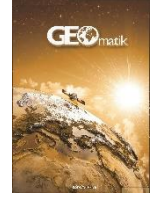
Samed İnyurt, Çetin Mekik, Ömer Yıldırım 127

\*\* İnsansız hava aracından elde edilen veriler ile kaya düşme potansiyelinin değerlendirilmesi: Adam Kayalar örneği, Mersin

Müge Ağca, Nurgül Yeşiloğlu Gültekin, Efdal Kaya 134

\*\* Konut Memnuniyetinin Sıralı Lojistik Regresyon Analizi İle Araştırılması: Osmaniye İli Örneği

Hamza Erdoğdu, Nuri Erdem 146



## Konya Kapalı Havzası Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması

Osman Orhan<sup>\*1</sup>, Osman Sami Kırtıloğlu<sup>2</sup>, Murat Yakar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Obruk  
Karapınar  
KKH  
Envanter Bilgi Sistemi

### ÖZ

Ülkemizde özellikle Konya Kapalı Havzası'nda 2000 yılından sonra oluşumları hızla artan karstik yer şekillerinden olan obruk oluşumları jeolojik, iklimsel ve antropojenik etkilere bağlı olarak meydana gelmektedir. Bu çalışmada, obruk oluşumlarının yol açtığı maddi/manevi kayıpların azaltılması ve obrukların mekânsal dağılımını kontrol eden çevresel faktörlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacı ile web ve bulut tabanlı haritalama servisleri kullanılarak obruk envanter bilgi sisteminin oluşturulmuştur.

## Creation of The Konya Closed Basin Sinkhole Inventory Information System

### Keywords

Sinkhole  
Karapınar  
KCB  
Inventory Information System

### ABSTRACT

In our country, especially in the Konya Closed Basin, the karstic formations, which have been rapidly increasing after 2000, occur due to geological, climatic and anthropogenic effects. In this study, sinkhole inventory information system has been established by using the web and cloud-based mapping services in order to reduce the material / spiritual losses caused by sinkhole formation and to better understand the environmental factors controlling the spatial distribution of sinkhole.

## 1. GİRİŞ

Doğal afetler genellikle doğanın genel işleyişi sırasında veya insan faktörü sayesinde tetiklenen ve sonrasında fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara neden olabilecek tehlikeli ve genellikle büyük çaplı olay olarak tanımlanır. Doğal afetler, jeolojik ve meteorolojik afet türlerini ve çevresel sorunları içinde barındırır. Örneğin; sel ve sel felaketleri, kuraklık, orman yangınları, tropikal siklonlar, kasırgalar ve şiddetli fırtınaları içeren meteorolojik afetler, tektonik hareketler, depremler, tsunamiler, volkanlar, patlayıcı krater gölleri, heyelanlar, obruklar, çamur selleri, erozyon, sediment birikimi gibi jeolojik afetler ve ayrıca savaşlar, yer altı sularının ve petrolün vahşi kullanımı, madencilik, arazi bozulması gibi insan kaynaklı meydana gelen afetleri içerir.

İnsan kaynaklı olan afetlerin temel sebebi aslında dünya nüfusunun hızlı artışı ve buna bağlı olarak barınmak ve gündelik ihtiyaçları karşılamak için doğal kaynakların kontrolsüz şekilde kullanılmasıdır. Bunun sonucunda doğal alanlar yerleşim yerlerine çevrilmekte, nüfus artışına bağlı olarak endüstriyel alanlar artmakta, bunların ihtiyaç duyduğu yeraltı kaynakları kontrolsüz kullanılmakta ve bunlarla beraber bölgedeki birçok kullanılabilir su kaynağı hızla azalmaktadır. Böylesi insan kaynaklı etkiler ekosistemin bozulmasına, iklim değişikliğine ve dünyadaki yaşamın devamlılığı için en önemli doğal kaynak olan su miktarının azalmasına neden olmaktadır. Birleşmiş milletlere göre dünyanın sahip olduğu su miktarının sadece %2,5'lik kısmı canlılar için uygundur ve bu suyun %68,9'luk kısmı buzullarda olduğundan kullanılamaz durumdadır. Geri kalan suyun ise %30,8'lik kısmı yeraltı suyu, %0,3'ü ise yüzey su kaynağı olarak bulunmaktadır. Bu durum sonucunda yeraltı suyu insanlar için en kolay ulaşılabilir kaynak olmuştur. Yeraltı suyunun; hızlı nüfus artışı, sanayileşme, tarım faaliyetleri için kontrolsüz kullanımı ve eksilen suyun küresel ısınmadan dolayı tamamlanmaması zemin çökmelerine ve obruk oluşumlarına neden olmaktadır (Awange, 2012; Galloway & Burbey, 2011).

Genel olarak yeraltı suyunun, karbondioksit ile tepkimeye girmesi sonucu karbonik asit oluşturur. Bu karbonik asit kireç taşı, dolomit, marn gibi suda eriyebilen kayaların yoğun bulunduğu bölgelerde zamanla bu kayaları çözerek yer altında boşlukları ve mağara sistemlerini oluşturur. Mağaranın tavanında yer alan marnların ve killi karbonatların çok zayıf dayanımlı olmaları sonucu zaman içerisinde mağaranın tavanında bulunan yapının çökmesi ile obruk oluşumlarını meydana getirir.

Ülkemizde obruk oluşumları, Konya Kapalı Havzası'nda yer alan Obruk Platosunda çok sıklıkla görülmektedir. Özellikle son yıllarda yüzey deformasyonları ve obruk oluşumları bu platoda yer alan Karapınar ve çevresinde yoğunlaşmaktadır.

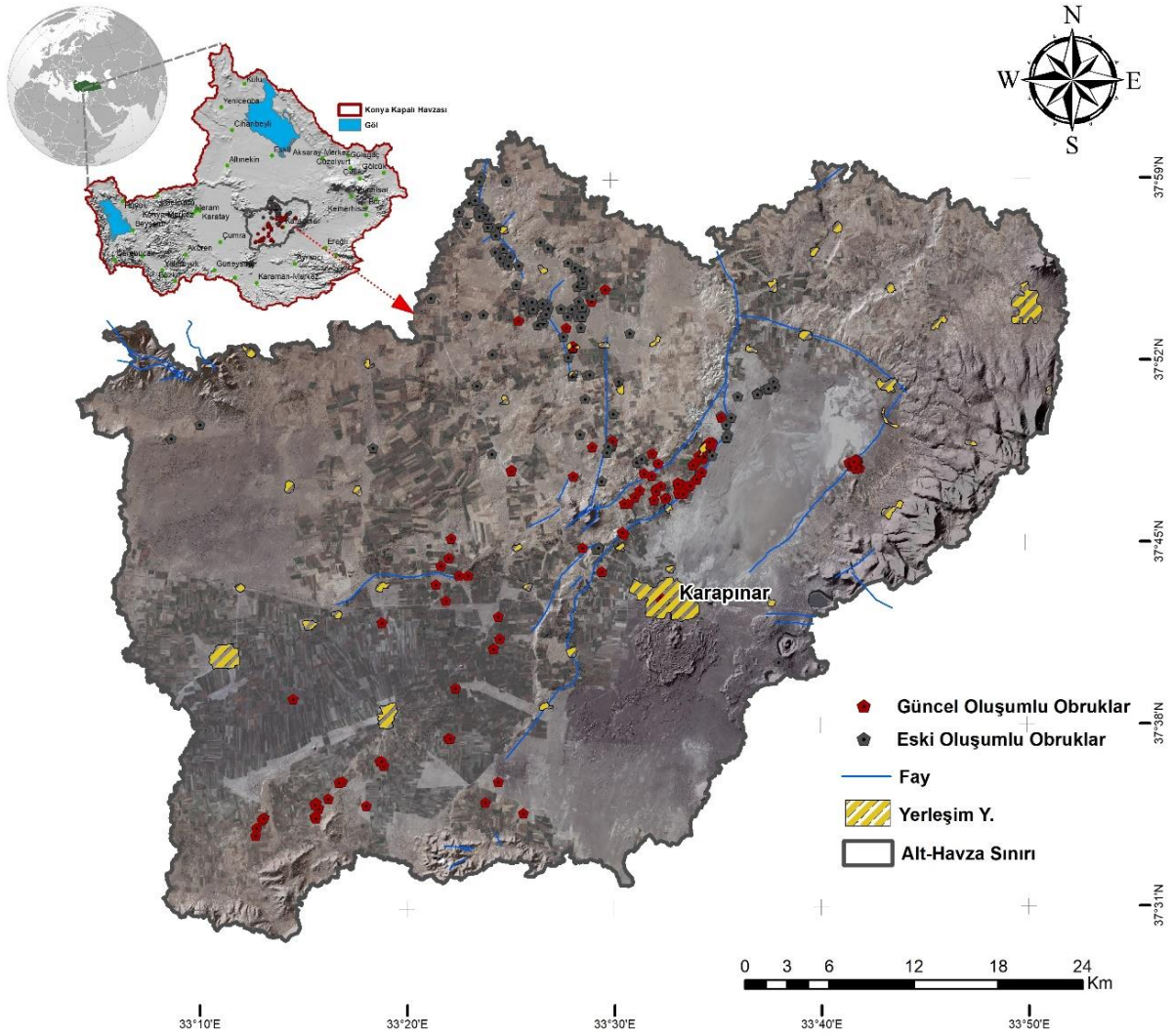
Günümüzde, obruk vb. oluşumların sonucu oluşabilecek olumsuz etkiler, insan hayatında ve

sosyoekonomik anlamda çok büyük sonuçlar doğurmaktadır. Obruk sonrası oluşan maddi ve manevi kayıplar gösteriyor ki, bu riskli bölgelerin iyi organize edilmiş bir eylem planına sahip olması ve bunun yanında obruğa karşı zarar azaltma çalışmalarını içeren afet ve risk yönetimine gerekli önemin verilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, güvenilir bir şekilde obruk risk alanlarının tanımlanması obruk envanterleri ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü, obruk önceden hangi şartlar altında meydana gelmişse gelecekte de aynı şartlarda meydana gelmesi beklenir ve bu esasa göre yapılacak olan risk alanlarının tanımlanmasında obruk envanter haritaları temel alınır. Bu kapsamda envanter bilgilerinin doğru, güncel, güvenilir bir şekilde standart bir veri tabanında toplanması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, doğal afetlere (obruk, heyelan vb.) karşı zarar azaltma çalışmalarında ve afet ile ilgili eylem planlarının hazırlanmasında temel girdi parametresi olarak envanter haritalarına veya bilgi sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çerçevede, KKH'nda meydana gelen obruklara ait envanter bilgi sistemi web ve bulut tabanlı haritalama servisleri kullanılarak oluşturulması hedeflenmiştir.

## 2. ÇALIŞMA SAHASI ve ÖZELLİKLERİ

Alt-Havza sınırı Konya'ya bağlı olan Karapınar ilçesini ve çevresini içine alan 2420 km<sup>2</sup>lik bir alanı oluşturmaktadır. Havza sınırı AB-Hidro Drenaj Veritabanı (EU-Hydro Drainage Database) sistemi üzerinden elde edilmiştir. Havzanın sadece doğu bölgesinde 2022 m yüksekliğindeki Karacadağ bulunurken havzanın geri kalan bölgeleri düz veya düze yakın bir plato özelliği göstermektedir. Karacadağ'ın güneybatı eteklerinde, volkanik patlamalar sonucu oluşmuş iki patlama krateri olan Acıgöl ve Meke Gölü yer almaktadır. Bu havzanın ortalama denizden yüksekliği genel olarak 1.070 m civarındadır. Çalışma alanı coğrafi olarak 33°06' ve 33°57' doğu meridyenleri ve 37°30' ve 38°02' kuzey paralelleri arasında kalmaktadır. Konya Kapalı Havzasına iklimsel anlamda bakıldığında kapladığı alanın büyüklüğünden dolayı farklı iklimlerin (Güney kesimleri; Akdeniz iklimi, Kuzey kesimleri; Karasal iklim) hakim olduğu görülür. Konya Kapalı Havzası içerisinde kalan Karapınar çevresinde ise çöl iklimi hüküm sürmektedir ve bölge KKH'nın en az yağış alan bölgesidir. Devlet Meteoroloji İşleri kayıtlarına göre, Konya Kapalı Havzası genelinde ortalama toplam yağış miktarı 285 ile 755 mm arasında değişmektedir. Karapınar ve çevresi yıllık ortalama 285 mm (1964-2016) ile havzanın en az yağış alan bölgesidir. Karapınar ve çevresini kapsayan alt-havzada yaz aylarının (Temmuz, Ağustos) ortalama sıcaklıkların yüksek olması ve bu aylarda bölgeye düşen yağışın da az olmasından dolayı çevresel ve hidrolojik sorunlar ortaya çıkmaktadır.



**Şekil 1.** Konya Kapalı Havzası ve Çalışma sahası

Karapınar, Türkiye'nin tarımsal ve ekonomik açıdan önemli bir üretim bölgesi olan Konya Kapalı Havzasının merkezinde yer almaktadır (Şekil 1). Bölgede, iklim özellikleri ile uyumlanmayan yüksek miktarda su tüketimine sahip yoğun tarım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, iklim değişikliği etkileri, bölgedeki yeraltı su kaynaklarının giderek azalıyor olması, yeraltından çekilen suyun yağışlar ile geri beslenememesi doğal yaşamı ve tarımın geleceğini tehdit altına almaktadır. Bu parametrelere Karapınar'ın jeolojik yapısı da eklendiği zaman bölgede zemin çökmeleri ve obruk oluşumları gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır.

### 3. OBRUK ENVANTER HARİTALARI VE ARAZİ ÇALIŞMASI

Obruk Envanter Haritaları, obrukların belirli anda aniden çökme sonucu veya belirli bir zaman aralığında oturma eylemi şeklinde gerçekleşmesi sonucu, bunlarla ilgili envanter verilerinin toplanmasında ne zaman, nerede ve büyüklüğü nedir (Çap/Derinlik) gibi soruların cevaplarının kayıt altına alındığı veri tabanları ve bu verilerden üretilen haritalardır.

Karapınar ve çevresine ait güncel, doğru ve öznelik bilgisi bakımından zengin (konum bilgisi, şekil, çap, derinlik, yerleşim yerlerine mesafe, oluşum yılı, bölgesi, vb.) bir envanter bilgi sistemi, detaylı arazi çalışması, uydu görüntüleri ve bölgeye ait yüksek çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli'nin (SYM) incelenmesi sonucunda oluşturulmuştur. Arazi çalışması gerçekleştirilmeden önce, obruklara ait konumlar, bölgeye ait önceki çalışmalardan ve daha sonrasında sayısal yükseklik verileri ve güncel hava fotoğrafları ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bozyiğit ve Tapur (2009) tarafından 2013 yılında Konya ili kapsamında yapılan arazi çalışmasında 61'i eski ve 41'i yeni (1972-2013 arası) olmak üzere toplamda 102 obruk tespit edilmiştir. Bu 102 obruğun 84 tanesi Karapınar sınırları içerisinde yer almaktadır. Literatürden elde edilen bilgiler yardımcı bilgi olarak kullanılmıştır. Bölgedeki diğer obrukların konumları hakkında bilgi alabilmek için bölgeye ait elde edilen 30 cm çözünürlüğe sahip hava fotoğrafı görsel olarak yorumlanmış ve bu görüntüler üzerinden obruk olma ihtimali olan tüm yerler işaretlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında tüm bu noktalara gidilmiş, obruk olup olmadığı doğrulanmış ve bölge halkı ile yapılan mülakatlar sonucunda farklı obruklara ait

konum bilgileri elde edilmiştir. Literatür araştırmaları, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), hava fotoğrafları ve arazide gerçekleştirilen mülakatlar yardımı ile KKH sınırları içerisinde 362 Karapınar çalışma sahası içerisinde ise 332 obruk tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında her bir obruğa ait “obruk no, obruk ismi, bulunduğu bölge, çap, derinlik, şekil, yerleşim yerlerine uzaklık, konum bilgileri, su durumu, oluşum tarihi” gibi geometrik ve öznitelik bilgileri toplanmıştır.

### 3.1. Web ve Bulut Tabanlı Haritalama Servisleri Kullanılarak Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması

Kablosuz ağların ve GPS özellikli cihazların hızlı gelişimi sayesinde Konum Tabanlı Servisler (KTS) günlük hayatlarımızda çok daha popüler ve önemli hale gelmektedir (Ilarri, Mena, & Illarramendi, 2010) ve Google Haritalar kullanarak evimizden bir tren istasyonuna en kısa yolu hesaplamak, Uber yardımıyla en yakın taksinin konumunu belirlemek ve Yelp kullanarak belirlenen bir bölgedeki tüm restoranları sorgulamak gibi birçok işlemi gerçekleştirmemize imkan sağlamaktadır (Zhang, Liu, Liu, Mao, & Li, 2017). Bulut tabanlı teknolojiler (BTT) elastik ve etkin maliyetli bir bilgi işlem altyapısı sağlamak için yeni bir paradigmayı ifade etmektedir (Vaquero, Rodero-Merino, Caceres, & Lindner, 2008). Bulut teknolojilerinin tipik türleri arasında altyapı servisi, platform servisi ve yazılım servisi yer almaktadır (Mell & Grance, 2010). Bulut teknolojilerinin diğer türleri ise veri tabanı servisi ya da ağ servisleridir. Nasıl isimlendirildiğine bakılmaksızın ölçeklenebilir veri tabanı yönetim sistemleri (VTYS) bulut teknolojileri altyapısının önemli bir parçasıdır (Agrawal, Das, & El Abbadi, 2011). Mevcut birçok veri tabanı servisi, ya SQL (Structured Query Language) tabanlı ilişkisel VTYS'lere ya da Google BigTable gibi SQL içermeyen tablolar üzerine inşa edilmiştir (Stonebraker, 2010). Google Fusion Tables (GFT) gibi bazı servisler ise SQL içermeyen tablolarda SQL desteği vermek için bir denge kurmak çabası içerisindedir (Haselmann, Thies, & Vossen, 2010). Obruk envanter bilgi sistemi verilerinin görselleştirilmesi için KTS'lerin, sisteme ait verilerin depolanması ve yönetimi için ise BTT'lerin kullanılması, maliyet ve emek açısından oldukça umut vadetmektedir.

Yukarıda ifade edilen web tabanlı teknolojiler kullanılarak bu çalışmada bir bulut tabanlı “Mashup” uygulaması oluşturulması amaçlanmıştır. İnternet teknolojisinin son 20 yılda çok yaygın olarak kullanılmaya başlanması ve web teknolojilerinde yaşanan gelişmeler “Web Mashup” teriminin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Mashup, aslında bir müzik terimi olarak ortaya çıkmıştır. Farklı müzik parçalarının bir araya getirilerek kesintisiz olarak birleştirilmesi ya da karıştırılması ile oluşan yeni parçayı temsil etmektedir. Aynı durum video parçaları için de geçerlidir. Önceleri müzik ve video

alanlarında kullanılan bu terim günümüzde web dünyasında yaşanan gelişmelere de bağlı olarak ikinci kuşak webin (Web 2.0) giderek yaygınlaşan uygulamalarından biri olarak yerini almıştır. Web alanında bu terim birden fazla kaynaktan alınan içeriklerin, yeni bir hizmet oluşturmak amacıyla, tek bir grafik ara yüzde birleştirilmesi anlamında kullanılmaktadır.

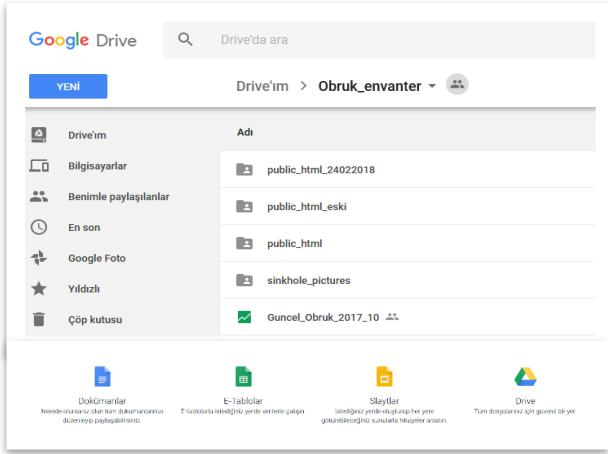
Bulut tabanlı uygulamalar, bir veya daha fazla uzak sunucu arasında dağıtılan ve bir internet bağlantısı aracılığıyla son kullanıcılara erişilebilen, hem donanım hem de yazılım üzerinde çalışan programlardır. Bu uygulamalar, birçok nedenden ötürü son kullanıcılara yöneliktir. Kişisel bilgisayarlarda depolama alanından tasarruf etmeye yardımcı olurlar, herhangi bir yerden bir internet bağlantısı ile erişilebilir durumdadır, yazılım yüklemeye ve güncelleme sorunlarını ortadan kaldırır, işletim sisteminden bağımsız olarak çalışırlar ve başkalarıyla işbirliğini (aynı dosya ya da veri tabanı üzerinde eş zamanlı çalışabilme) kolaylaştırırlar. Bulut tabanlı uygulamalar, pek çok avantajından ötürü hızlı bir şekilde geliştirilmekte ve dünyadaki yaşam biçimini değiştirmektedirler (Miller, 2008). Birçoğu ortak ihtiyaçları karşılamakla birlikte günlük olarak (Gmail, Facebook, LinkedIn, Google Drive, Dropbox, Microsoft OneDrive gibi) etkileşimde bulunulsa da, diğerleri çeşitli alanlarda, sektörlerde ve pazarlarda iş ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamak için geliştirilmektedir. Bu çalışmada oluşturulan Obruk Envanter Bilgi Sistemi, Konya-Karapınar bölgesinde oluşan obruklara ve bölge ile ilişkili diğer olgulara (jeolojik yapı, arazi kullanım verisi, fay hatları vb.) ait verilerin depolanması, yönetimi, ortak düzenlemeye imkân sağlaması, paydaşlarla paylaşılması ve görselleştirilmesi işlemlerini kapsamaktadır.

#### 3.1.1. Sistem altyapısı

Birçok öncü bulut tabanlı veri yönetim sistemlerinde (örn., Google Drive, Box, Dropbox, Microsoft OneDrive) güncel eğilim, bulut teknolojisinin yalnızca veri depolama amacıyla değil, aynı zamanda depolanan verilerle etkileşime giren ve/veya depolanacak yeni veri üreten bulut bilgi işlem araçları sağlamaktır. Örneğin Google Drive, kullanıcılara belgeleri düzenlemek veya oluşturmak için bulut tabanlı bir kelime işlemci (Google Docs), e-tabloları düzenlemek veya oluşturmak için bir bulut tabanlı e-tablo (Google Sheets) ve bulut tabanlı bir sunum programı düzenlemek veya slayt gösterileri oluşturmak için bir araç (Google Slides) (Şekil 2) sunmaktadır (Covili, 2016).

Bu bulut bilgi işlem araçlarının temel bulut depolama sistemi ile entegrasyonu, büyük oranda veriyle işbirliği çabalarını teşvik edip kolaylaştıran özelliklerdir (Crawley, Ames, Li, & Tarboton, 2017).





**Şekil 2.** Google Drive Klasörler ve GFT(üstte), Google Uygulamaları (altta)

### 3.1.2. Google Fusion Tables

Google Drive'in kullanıcılarına sunduğu bir diğer kullanışlı araç ise Google Fusion Tables (GFT) aracıdır. Kullanıcıların bulutta veri üzerinde işbirliği yapabilmelerini sağlayan GFT, işbirliğine dayalı bir araştırma platformu görevi görebilir. Kullanıcıların tablolarını grup üyeleri veya diğer katkıda bulunanlarla paylaşabilmesini, böylece başkalarının bunları görüntüleyebilmesi, yorumlayabilmesi ve düzenleyebilmesini sağlamaktadır. Google Haritalar ve Google Chart ile iyi entegre olan GFT, verilerin

haritalar ve çizelgeler şeklinde anında görselleştirilmesini sağlar ve kullanıcıların Web ortamında görselleştirme sonuçlarını yayınlamalarını sağlar.

Buna ek olarak, GFT'deki veriler değiştiğinde haritalar ve grafikler otomatik olarak güncellenmektedir. GFT, farklı organizasyonlara veya kullanıcılara ait tabloları bir araya getirerek birden fazla kaynaktan veri entegrasyonunu destekler. Eşleşen bilgileri elde etmek ve toplam, ortalama, minimum ve maksimum fonksiyonları içeren verileri özetlemek için tabloları filtreleyerek veri araştırması ve analizini de destekler. GFT, bulut ortamında verileri yönetmek, görselleştirmek, araştırmak ve keşfetmek için bir araç sunar. Verileri tablolar, sütunlar, satırlar, şablonlar ve stiller aracılığıyla yönetir (URL-1). Tablolar tablo ID numaraları ile adreslenmektedir ve her bir tablo satır ve sütunlardan oluşmaktadır (Şekil 3).

Fusion Tables API (Application Programming Interface), kullanıcılara HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) sorgularıyla tabloları kendi web tabanlı uygulamalarında kullanabilme imkanı sunmaktadır. Ayrıca GFT, Google Maps API ile birlikte kullanılarak Google Haritalar üzerine bir katman olarak eklenebilmektedir.

FID	Sinkhole No	Name	Town	Region	Year	Distance fro...	Shape	Diameter	Depth	Elevation	GW Station	Status	Information	Lat	Long	Lejant
158	151	Yarım Obruku	Karapınar	Potur Y.	Eski Olusum	30,7	Elips	490_420	45	1060	Susuz	Eski		37.96249478	33.39890704	small_ye
159	152	Kurk Obruk	Karapınar	Potur Y.	Eski Olusum	31,6	Daire	150_140	18	1047	Susuz	Eski		37.96610578	33.39779604	small_ye
167	160	Kayaalti Obruku	Karapınar	Potur-Akobrük Y.	Eski Olusum	33,5	Elips	403_270	10	1071	Susuz	Eski		37.96425761	33.3774571	small_ye
267	263	Kadinhani Hancerli Obruku	Kadinhani	Pusat koyu	2013	26	Elips	18_13	7	1004	Susuz	Yeni		38.40443896	32.19779624	small_res
97	88	Seyithaci Obruku-X	Karapınar	Resadiye mh. Sh. Yay.	2014	5	Elips	50_50	1.5	1001	Susuz	Yeni		37.81011315	33.57518803	small_res
201	224	Sekizli Kucuk Obruk	Karapınar	Sekizli Y.	1983	18	Daire	16	3.5	1030	Susuz	Yeni		37.87669109	33.46852072	small_res
202	219	Sekizli Buyuk Obruk	Karapınar	Sekizli Y.	1995	21,55	Daire	55	26	1028	Susuz	Yeni		37.88961977	33.46365346	small_res
96	87	Seyithaci Obruku-III	Karapınar	Seyithaci Y.	2007	11,3	Elips	25_22	4	1011	Susuz	Yeni		37.81361444	33.57615194	small_res
98	89	Seyithaci Obruku-II	Karapınar	Seyithaci Y.	2007	10,85	Elips	16_13	3	1010	Susuz	Yeni		37.80971116	33.57525806	small_res
106	97	Seyithaci Obruku-IV	Karapınar	Seyithaci Y.	2008	12	Elips	17_15	2	1009	Susuz	Yeni		37.81593107	33.581212	small_res
107	98	Seyithaci Obruku-I	Karapınar	Seyithaci Y.	2007	12,1	Elips	15_12	1	1011	Susuz	Yeni		37.81535441	33.58092305	small_res
108	99	Seyithaci Obruku-V	Karapınar	Seyithaci Y.	2008	12,1	Elips	14_12	4	1009	Susuz	Yeni		37.81514741	33.58132044	small_res
109	100	Seyithaci Obruku-VI	Karapınar	Seyithaci Y.	2008	11	Daire	6	6	1012	Susuz	Yeni		37.80498825	33.57370678	small_res
115	106	Seyithaci Obruku-VII	Karapınar	Seyithaci Y.	2009	12,5	Daire	13	5	1034	Susuz	Yeni		37.80253422	33.56690733	small_res
179	172	Seyithaci Obruku-IX	Karapınar	Seyithaci Y.	2012	11,2	Daire	16	0.5	1016	Susuz	Yeni		37.80721675	33.57029599	small_res
283	279	Seyithaci Obruku-VIII	Karapınar	Seyithaci Y.	2009	11,8	Daire	3	2	1010	Kapatilmis	Yeni		37.81582775	33.57890699	small_res
180	173	Seyithaci B. Kuru Obruk	Karapınar	Seyithaci Y.	Eski Olusum	10,2	Elips	80_55	5	1002	Susuz	Eski		37.80721675	33.58057399	small_ye
181	174	Seyithaci K. Kuru Obruk	Karapınar	Seyithaci Y.	Eski Olusum	10,25	Elips	48_42	4	1000	Susuz	Eski		37.80749475	33.58112899	small_ye
177	170	Sigacik Kuru Obruk	Karapınar	Sigacik Y.	Eski Olusum	26,5	Elips	45_55	11	1060	Susuz	Eski		37.92832777	33.47112902	small_ye
199	240	Tutal Obruku	Karapınar	Sirmik Mevkii	2009	20	Daire	13	2	1010	Susuz	Yeni		37.58555078	33.39696195	small_res
282	278	Tahtali Obruku	Cumra	Tahtali	Eski Olusum	63,2	Elips	215_175	24	1442	Susuz	Eski		37.28805094	32.40612895	small_ye
130	121	Uc Obruk-II	Karapınar	Uc Obruk Mevkii	Eski Olusum	13	Daire	209	12	1072	Susuz	Eski		37.81368466	33.50021996	small_ye
121	122	Uc Obruk-III	Karapınar	Uc Obruk Mevkii	Eski Olusum	13,1	Daire	41	5	1069	Susuz	Eski		37.81429418	33.49954738	small_ye

**Şekil 3.** Google Fusion Tables tablo yapısı

### 3.1.3. Uygulama Arayüzü

Obruk envanter bilgi sistemi ara yüzünün oluşturulması ve yönetimi için HyperText Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS) ve JavaScript (JS) olmak üzere üç ana teknoloji

kullanılmıştır. Bu teknolojilerin bir veya daha fazlasını uygulayan birçok web geliştirme çerçevesi, kütüphanesi ve eklentisi bulunmaktadır. Ara yüz gerçekte bir web sayfasıdır ve bu üç teknoloji web sayfası ve uygulamaları geliştirmede olmazsa olmaz bileşenlerdir. Aşağıda bileşenler detaylandırılmış, ayrıca sistemin içerdiği diğer bileşenler de listelenmiştir.

**HTML** – Web sayfasının meta verisini, elemanlarını ve özniteliklerini belirleyen, internet tarayıcılarında düzgün olarak görüntülenmelerini sağlayan bir standart işaretleme dilidir.

**CSS** – Web sayfasının ve barındırdığı elemanların sayfadaki yerleşimi, sıralaması ve tasarımlarını belirleyen dildir.

**JavaScript** – Web sayfalarının ve elemanlarının nasıl davranması gerektiğini belirleyen, web geliştiricileri tarafından standart olarak kabul görmüş programlama dilidir.

**Bootstrap (<http://getbootstrap.com>)** - İyi tasarlanmış form öğeleri (veri girdi alanları, düğmeler) ve kalıp pencereleri uygulayarak uygulamanın grafiksel kullanıcı arayüzünün (Graphical User Interface-GUI) stilini, düzenini ve yanıt vermesini basitleştirir. Ayrıca içeriği yeniden boyutlandırarak kullanıcının tarayıcı boyutuna göre, pencere alanını uygun bir şekilde doldurmaktadır.

**jQuery (<https://jquery.com>)** - Bir kullanıcının uygulamanın etkileşimine tepki göstermek ve içeriğini buna göre güncellemek için gereken programlamayı basitleştiren işlevler sağlar. Ayrıca, kullanıcının tarayıcısı (istemci) ile Asynchronous JavaScript ve XML (AJAX) kullanarak gerçekleşen uygulama sunucusu arasındaki iletişimin çoğunu kolaylaştırır.

**Google Map API** - Google firmasının 2005 yılı Haziran ayında, geniş spektrumlu programlama düzeylerine bağlı olarak farklı veri ve yazılımları farklı uygulamalar için eşleştirme ve bir araya getirme imkânı sunan ara yüzüdür. Kullanıcılar bu ara yüzü kullanarak Google Haritaları, kendi web sayfalarına ekleme ve düzenleme imkânı bulabilmektedir.

**Google Fusion Tables API** – Fusion Tables API ile web sayfasına eklenen Google haritaları üzerinde bir katman olarak eklenebilmektedir. Bu sistem ile kullanılan veri web sayfası kaynağında görüntülenmez. Web sayfasına eklenecek basit bir JavaScript kodu ile hazırlanan Fusion Table ID numarası kullanılarak bu tablonun herhangi bir kolonuna sorgu gerçekleştirilebilmekte, ihtiyaç duyulduğunda veri belirli bir kritere göre filtrelenebilmektedir. Ancak bazı veriler (örn. raster) bu tablolar aracılığıyla eklenemez. Ayrıca ücretsiz kullanım koşulları kapsamında belirli kısıtlamalar mevcuttur. Bu kısıtlamalar;

- ✓ 25,000 sorgu/gün,
- ✓ 250MB tablo başına alan,
- ✓ Fusion Tables her bir hücrendeki veri maksimum 1 milyon karakteri desteklemektedir,
- ✓ Insert Limitleri
- ✓ Tek bir http sorgusu için maksimum veri boyutu 1MB ile sınırlıdır.
- ✓ Eklenmek üzere hücrelerinin toplam sayısı 10,000 hücredir.
- ✓ Tek bir sorgu maksimum 500 INSERT ifadesi içerebilmektedir.

- ✓ Tablodaki sadece ilk 100,000 kayıt haritalanabilmektedir ya da mekânsal sorgu sonuçlarında gösterilebilmektedir,
- ✓ Her bir harita için maksimum 5 katman eklenebilir

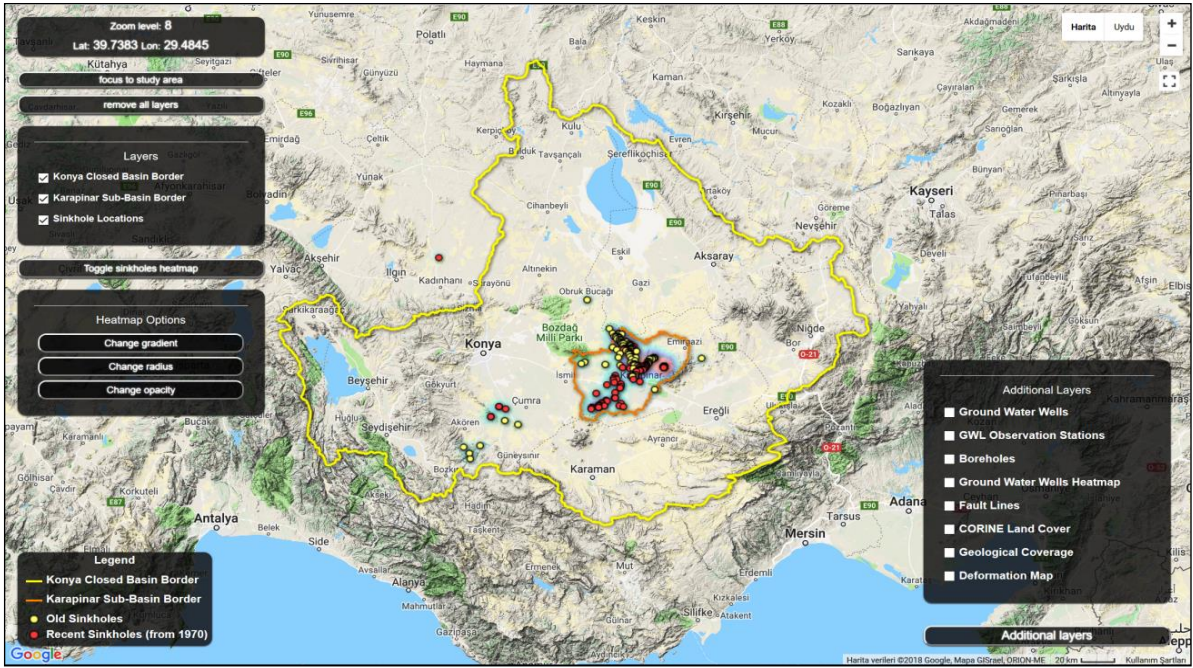
şeklinde. Ayrıca nesnelere uygulanan stiller ve renklendirmeler Fusion Tables içeriği ile sınırlıdır. Bu sınırlamanın sebebi büyük boyutlu tablolarda bulunan verilerin web sayfasında görüntülenirken performansının yüksek olması amacıyla sunucu tarafından işlenmesidir. Google tarafından hazırlanan 200'ü aşkın nokta stili Şekil 4'de gösterilmektedir. Her bir stilin Google tarafından tanımlanmış bir adı bulunmakta ve bu adlar kullanılarak tablodaki noktalara stil tanımlanabilmektedir.



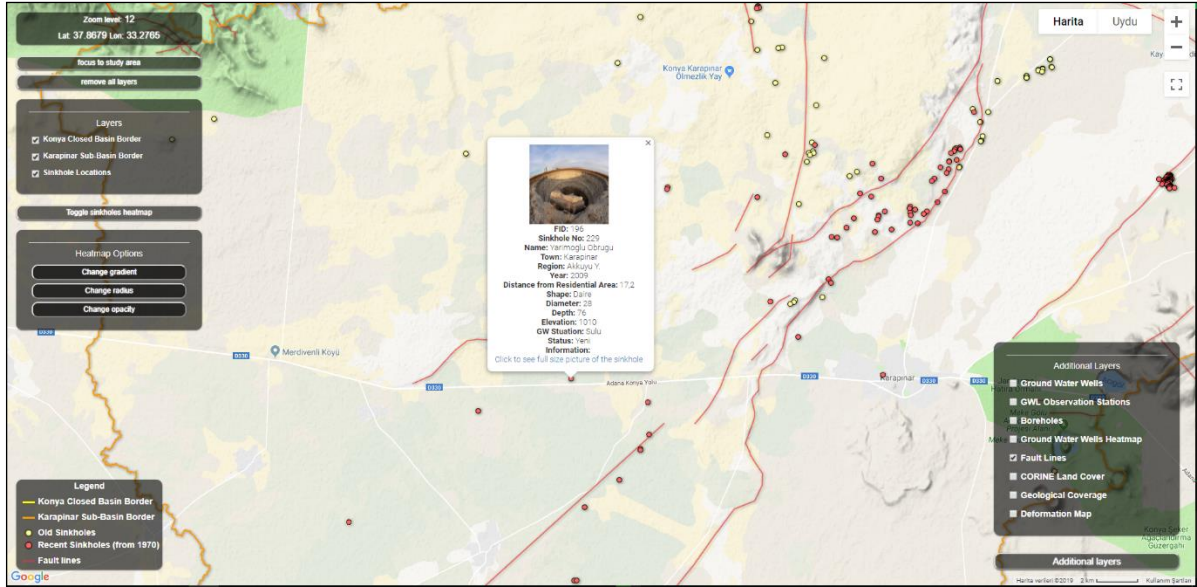
**Şekil 4.** Google Fusion Tables standart nokta stilleri

Obruk envanter bilgi sistemi ara yüzü tam boy altlık harita (Google Haritalar) imleç koordinatları ve anlık yakınlaştırma seviyesini gösteren bölüm, çalışma bölgesine odaklanan ve tüm katmanları kaldıran uygulama düğmeleri, temel katmanların haritaya eklenebilmesi için katman menüsü, obruk katmanı yoğunluk haritası ve özelliklerinin kontrol edildiği bölüm ve bölgeyle ilişkili ek katmanların haritaya eklenebileceği ikinci bir katman menüsünden oluşmaktadır (Şekil 5). GFT ile harita üzerine katman olarak eklenen mekânsal objelere ait öznitelik bilgileri, bilgi pencereleri şeklinde seçilen objeye ait olarak gösterilebilmektedir. Bu bilgi pencerelerine resim dosyaları, GFT tablolarındaki alanlar ve bağlantı linkleri eklenebilmekte ve özelleştirilebilmektedir (Şekil 6).

GFT kullanılarak interaktif haritaların Google Maps altyapısı üzerinde oluşturulabildiği ve gerektiğinde GFT'lerin kişisel web tabanlı uygulamalarda Google Haritalar üzerine katman olarak eklenebildiği daha önce ifade edilmiştir. GFT kullanılarak oluşturulan haritalarda kullanılabilen diğer kullanışlı bir özellik ise yoğunluk haritalarının oluşturulabildiği "heatmap" özelliğidir. Bu özellik kullanılarak nokta verilerinin anlık zoom seviyesine göre, kullanıcı tarafından belirlenen bir yarıçap parametresi dahilinde gruplandırılarak yoğunluk haritası şeklinde gösterimi mümkün olmaktadır.



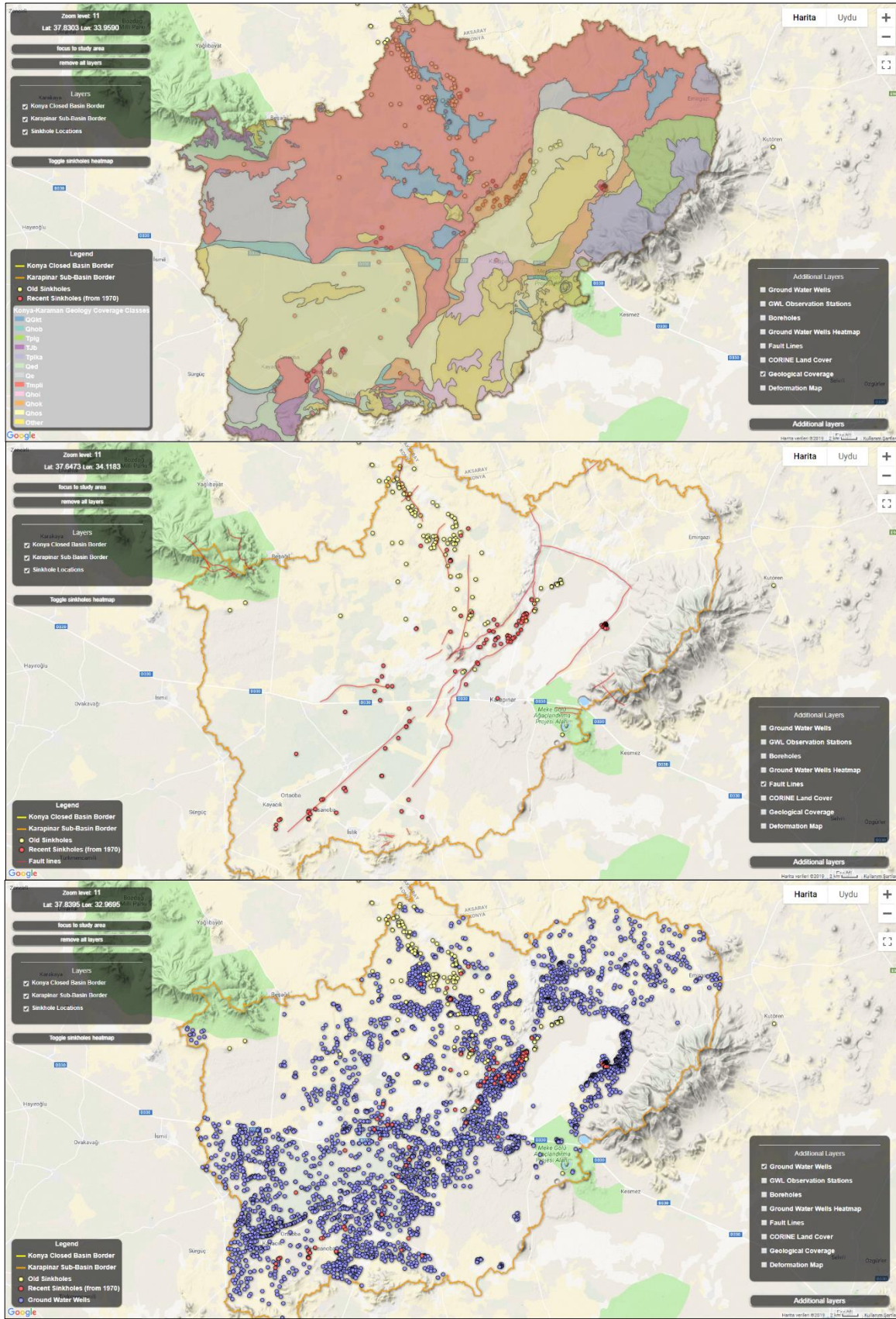
Şekil 5. Obruk envanter uygulama arayüzü



Şekil 6. Öznitelik bilgilerinin Google Maps Info Window özelliği ile görüntülenmesi

GFT ile kullanılabilen dosya türleri arasında Google şirketinin haritalama servislerinde kullandığı Keyhole Markup Language (KML) formatı da bulunmaktadır. Bu format kullanılarak nokta geometri tipinde olmayan mekânsal objeler de veri tabanına eklenebilmektedir. Örneğin çalışmada kullanılan fay hatları ve çalışma bölgesi sınırı çizgi

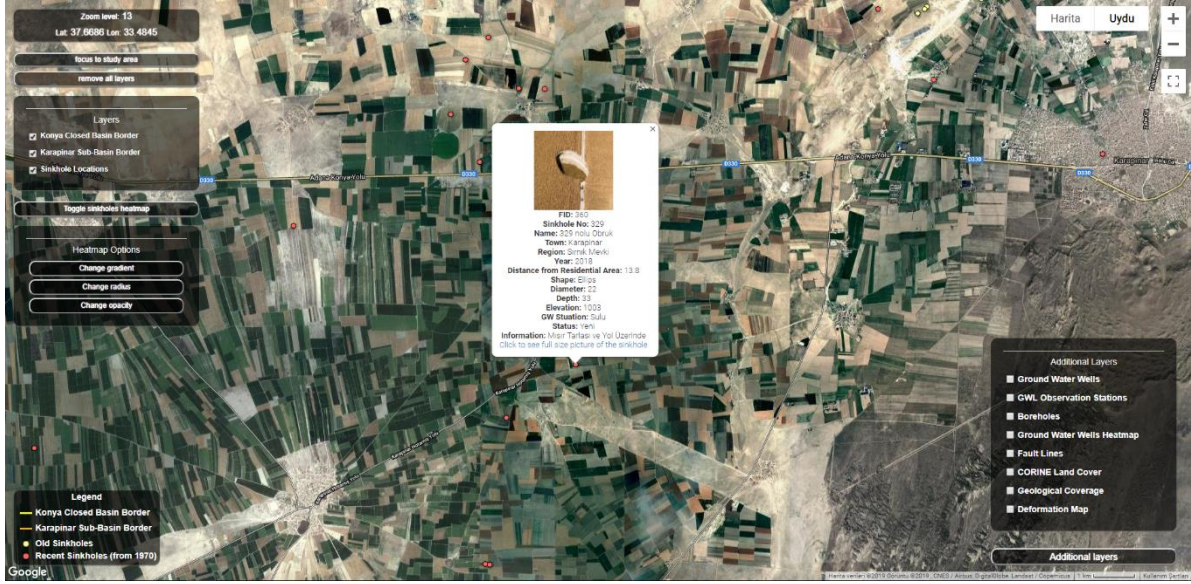
tipindedir ve bu verinin GFT ile kullanılabilmesi için KML formatı kullanılmıştır. Aynı işlem alan geometri tipindeki objeler için de uygulanmıştır. Şekil 7'de nokta, çizgi ve poligon tipindeki verilerin eş zamanlı gösterimi verilmiştir.



Şekil 7. Harita üzerine eklenen katmanlar ve bu katmanlara ait bilgilerin lejant penceresine eklenmesi (üst: jeoloji haritası, orta: fay, alt: sulama kuyuları).

Obruk envanter sistemi için oluşturulan uygulamada, harita üzerine eklenen her bir katman için otomatik olarak gösterilen bir lejant penceresi de oluşturulmuştur. Kullanıcı haritaya bir katman eklediğinde sadece o katmana ait bilgi lejant üzerinde gösterilmektedir (Şekil 7). Google haritalar

farklı harita türlerini kullanmayı da mümkün kılmaktadır. Bunlar arasında uydu görüntüleri, yol haritaları ve topoğrafik haritalar bulunmaktadır. Şekil 8'da altlık harita olarak uydu görüntüsünün seçildiği görülmektedir.



**Şekil 8.** 2018 eylül ayında oluşan obruğa ait öznitelik bilgilerinin Google Maps uydu görüntüsü üzerinde Info window özelliği ile görüntülenmesi

Daha önce de belirtildiği üzere kurulan sistemde haritalama için Google Haritalar servisinin ve mekânsal verilerin depolanması ve yönetimi için Google Drive bulut teknolojisinin Fusion Tables servisinin kullanılmasının avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Dezavantajları olarak Google tarafından sunulan kısıtlamalar verilebilmektedir. Bunlar genellikle kullanım kısıtlamaları olmayıp görüntüleme kısıtlamalarından oluşmaktadır.

Sistemin en önemli avantajları arasında ise özellikle verilerin bulut tabanlı bir depolama alanında tutulması nedeni ile veriye ulaşım, görüntüleme, ortak çalışma, güncelleme ve paylaşım işlemlerinin tamamı için internet bağlantısının yeterli olması verilebilmektedir. Ayrıca güncellenen veri sonrası, harita üzerinde herhangi bir değişiklik ya da kodlamaya gerek kalmadan haritanın da güncellenmesi oldukça kullanışlı bir özelliktir. Bunun nedeni haritanın GFT ile canlı bir bağlantıya sahip oluşudur.

#### 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Obruk envanter bilgi sisteminin oluşturulması kapsamında Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde 362 tane obruk olduğu tespit edilmiş fakat bunların sadece 332 tanesinin çalışma bölgesi (Karapınar ve çevresi) sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir. Sadece 2019 yılının ilk yarısında farklı derinlik ve çaplarda olmak üzere şubat ayında 6, nisan ayında 3, mayıs ayında 2 obruk meydana gelmiştir. 332 obruğun 21 tanesi ise tarımsal faaliyetlerin devam edebilmesi ve arazi

değerlerindeki düşüşü önlemek amacı ile kapatılmıştır. Ayrıca bu 332 obruk arazi çalışması sırasında yapılan mülakatlar ve MTA'nın 2017 yılında yayınladığı ara rapordaki oluşum tarihleri dikkate alınarak eski ve güncel (1970 sonrası) oluşumlu obruklar olmak üzere 2 sınıfa ayrılmıştır (Törk ve ark., 2017).

Güncel obruklar 1970 yılından günümüze kadar olan süre zarfında oluşan obrukları kapsamaktadır ve bunların çoğunluğunun 2000 yılından sonra oluştuğu tespit edilmiştir. Tarih bilgileri bölge halkı ile yapılan mülakatlar sonucu öğrenilmiştir. Bölgede oluşan obruklara ait herhangi bir oluşum raporu tutulmaması, bölgedeki çoğu obruğa ait oluşum tarihleri bakımından bilgi eksikliğine neden olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında elde edilen 362 obruğa ait envanter bilgisi gelecekte gerçekleştirilecek tehlike, risk ve planlama çalışmalarında destek veri olarak kullanılması planlanmaktadır. Ek olarak, bu envanter verisinin ilgili kişi ve kurumlar ile web tabanlı bir sistem vasıtasıyla paylaşılması planlanmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) işlevselliği sunabilecek bir web uygulaması, Google firmasının ücretsiz hizmetleri olan Google Maps ve veri depolama ve yönetimi için oluşturduğu Fusion Tables hizmetleri kullanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan web uygulamasının altyapısı HTML5, CSS3, JavaScript, Google Maps API V3 ve Google Fusion Tables API teknolojilerini içermektedir. Bu teknolojilerin kullanılmasıyla, bir web sayfası içerisine Google haritaları eklenerek, mekânsal verilerin Fusion Tables içerisinde depolandığı ve

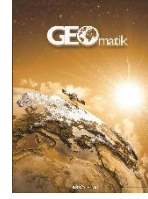
Google haritalar üzerinde bir katman olarak görüntülenebildiği etkili harita “Mashup” uygulaması oluşturulmuştur.

Her ne kadar kullanışlı araçlar olsa da bu gibi platformlar her zaman platformu sunan şirketlerin kararlarıyla şekillenmektedir. Bu çalışmada bulut depolama alanının coğrafi veriyi depolamak ve yaymak açısından kullanılabilirliği ele alınmış ve örneklenmiştir. En iyi çözüm olmasa da burada ele alınan yaklaşımın oldukça kolay ve pratik olduğu düşünülmektedir. Gelecekte bu hizmetlerin devam edip etmeyeceği belirsizliğini korusa da, çevrimiçi sunulan birçok hizmette aynı durum söz konusudur.

Obruk Envanter Haritaları, bölgesel ölçekli obruk duyarlılık, olası tehlike ve risk değerlendirmelerinin temel girdi parametresini oluşturmaktadır. Bu çalışmada üretilen Obruk Envanter Haritasının uygun yaklaşımlar ile kullanılması durumunda Konya Kapalı Havzası genelinde obruk risk yönetimi ve zarar azaltma çalışmalarında gittikçe artan yaygın etki yaratacağı düşünülmektedir.

#### KAYNAKÇA

- Agrawal, D., Das, S., & El Abbadi, A. (2011). Big data and cloud computing: current state and future opportunities. Paper presented at the Proceedings of the 14th International Conference on Extending Database Technology.
- Awange, J. L. (2012). Environmental monitoring using GNSS: Global navigation satellite systems: Springer Science & Business Media.
- Covili, J. J. (2016). Going Google: Powerful tools for 21st century learning: Corwin Press.
- Crawley, S., Ames, D., Li, Z., & Tarboton, D. (2017). HydroShare GIS: Visualizing Spatial Data in the Cloud. Open Water Journal, 4(1), 2.
- Galloway, D. L., & Burbey, T. J. (2011). Regional land subsidence accompanying groundwater extraction. Hydrogeology Journal, 19(8), 1459-1486.
- Haselmann, T., Thies, G., & Vossen, G. (2010). Looking into a REST-based universal API for Database-as-a-Service systems. Paper presented at the Commerce and Enterprise Computing (CEC), 2010 IEEE 12th Conference on.
- Ilarri, S., Mena, E., & Ilarramendi, A. (2010). Location-dependent query processing: Where we are and where we are heading. ACM Computing Surveys (CSUR), 42(3), 12.
- Mell, P., & Grance, T. (2010). The NIST definition of cloud computing. Communications of the ACM, 53(6), 50.
- Miller, M. (2008). Cloud computing: Web-based applications that change the way you work and collaborate online: Que publishing.
- Stonebraker, M. (2010). SQL databases v. NoSQL databases. Communications of the ACM, 53(4), 10-11.
- URL-1. Google Fusion Tables API Retrieved 16.01.2018, from [https://developers.google.com/fusiontables/docs/v1/getting\\_started](https://developers.google.com/fusiontables/docs/v1/getting_started)
- Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., & Lindner, M. (2008). A break in the clouds: towards a cloud definition. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 39(1), 50-55.
- Zhang, D., Liu, Y., Liu, A., Mao, X., & Li, Q. (2017). Efficient path query processing through cloud-based mapping services. IEEE Access, 5, 12963-12973.



## Arazi Toplulaştırması Dağıtım İşleminde Tek Amaçlı Genetik Algoritmanın Kullanılması

Hüseyin Eroğlu\*, Yasemin Şişman

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Arazi Toplulaştırma  
Genetik Algoritma  
Optimizasyon

### ÖZ

Arazi toplulaştırması projelerinin başarısını doğrudan etkileyen en önemli adım olan blok dağıtımında birçok faktörün dikkate alınması gerekmektedir. Blok dağıtımı karmaşık, uzun zaman alan işlemidir ve büyük ölçüde dağıtım yapan kişinin bilgi ve tecrübesine bağlıdır. Bu sorunlar dağıtım işlemi için yeni yöntemler geliştirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu yüzden blok dağıtım için yöneylem araştırma teknikleri, blok öncelikli model, mekânsal karar destek sistemleri, genetik algoritma ve hibrit dağıtım yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada; dağıtım işlemi için önemli bir sorun olan blok dengelemesi ihtiyacını ortadan kaldıran bir dağıtım yöntemi önerilmiştir. Dağıtım, dengeli ulaştırma problemi olarak ele alınmış ve tek amaçlı genetik algoritma kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde blok dengelemesi problemine odaklanılmıştır. Bu yüzden dağıtım tek bir amaç fonksiyonuna göre yapılmıştır. Çalışmada Burdur Gölhisar Arazi Toplulaştırma Projesi Evciler köyü verileri kullanılmıştır. Bu yöntemde yapılan uygulama sonuçları ile proje sonuçları karşılaştırılmıştır. Uygulama sonucunda bloklarda eksiklik ya da fazlalık oluşmamıştır ve blok dengelemesi yapılmamıştır. Sonuç olarak genetik algoritma yönteminde toplulaştırma oranı % 27'den % 41'e yükselmiştir.

## Using Single-objective Genetic Algorithm for Land Consolidation Distribution Process

### Keywords

Land Consolidation  
Genetic Algorithm  
Optimization

### ABSTRACT

Many factors must be considered in block distribution, which is the most important step that directly affects on the success of land consolidation projects. Block distribution is a complex, long time-consuming process and largely depends on the knowledge and experience of the person who do the block distribution. These problems revealed the need to develop new methods for the distribution process. Therefore, operations research techniques, block priority model, spatial decision support systems, genetic algorithm and hybrid distribution methods were tried to be developed for block distribution. In this study; a distribution method that eliminates the need for block balancing, which is a major problem for the distribution process, was proposed. Distribution was considered as a balanced transportation problem and it was performed using a single objective genetic algorithm. In addition, this method focuses on the problem of block balancing. Therefore, the distribution was made according to a single objective function. Evciler village data of Burdur Gölhisar Land Consolidation Project were used in the study. The results of the new application made according to this method and the original project were compared. It is seen that, there was no deficiency or overage in the blocks and no block balancing was made. As a result, the consolidation rate has increased from 27% to 41% using Genetic Algorithm method.

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış kıt kaynak olan tarım arazilerinin sürdürülebilir bir şekilde kullanımının önemini her geçen gün daha da arttırmaktadır. Yaşanılan iklim değişiklikleri, erozyon, çölleşme vb. etkilere dolayı tarım arazileri üzerindeki baskı giderek artmaktadır (Göçmen Dinçbilek, 2012).

Artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına sınırlı miktardaki tarım arazilerinin daha etkin şekilde kullanılabilmesi için birtakım önlemler alınması gerekir. Arazi toplulaştırması da bu önlemlerden bir tanesidir. Ayrıca arazi toplulaştırması sayesinde parçalanmış, şekilsiz tarım arazileri tarımsal mekanizasyona uygun şekle getirilir. Böylece toplulaştırma sonrası, parsellere ulaşımında ve şekilsiz parselleri işlerken harcanandan daha az yakıt harcanacak buna bağlı olarak karbon salınımı azaltılarak doğaya daha az zarar verilecektir (Polat & Manavbaşı, 2012).

Arazi toplulaştırması birden fazla amacın birlikte değerlendirilmesini gerektiren karmaşık, uzun zaman alan süreçtir. Blok dağıtımı arazi toplulaştırmasının en hassas aşamasıdır. İyi yapılmış bir blok dağıtımı arazi toplulaştırma projesinin uygulanmasını kolaylaştıracak ve arazi toplulaştırma projelerinin getirilerinden maksimum şekilde faydalanılmasını sağlayacaktır. Kötü yapılmış bir blok dağıtımı ise arazi sahiplerinin projeyi kabullenmesini zorlaştıracağı gibi toplulaştırmanın kadastro yenilemesinden ileri gidememesine neden olacaktır.

Blok dağıtımı ülkemizde arazi sahiplerinden alınan tercihler doğrultusunda yapılmaktadır. Arazi sahiplerinden üç tercih alınmakta ve tüm arazi sahipleri ilk olarak birinci tercihlerine yerleştirilmeye çalışılmaktadır. Böylece birinci tercihlerine yerleştirilemeyen arazi sahipleri ikinci ve üçüncü tercihlerine yerleştirilmesi sağlanmaktadır. Bu işlemde karar vericinin rolü çok büyüktür, karar verici yeterince deneyim sahibi değilse dağıtımda istenilen başarı yakalanamaz. Bunun yanında ulaşım mesafelerinin azaltılması, toplulaştırma oranının mümkün olduğunca yüksek olması gibi faktörler de göz önüne alınmalıdır. Blok dağıtımının bir diğer zorluğu ise bloklarda dağıtımdan sonra fazlalık ya da eksikliklerin kalmasıdır.

Blok dağıtımında karar vericinin etkisini ortadan kaldırıp, zamanı kısaltmak ve arazi toplulaştırmasının amaçlarına daha uygun dağıtımı gerçekleştirmek için bilimsel bir metotla dağıtım yapmak gerekmektedir. Bu konuda (Şişman, 2017) tarafından yapılan çalışmada arazi toplulaştırmada dağıtım işleminin ulaştırma problemi olarak ele alınıp yöneylem araştırma teknikleri ile dağıtım probleminin çözümü aranmıştır. (Ayrancı, 2007) çalışmasında önerilen modelde de dağıtım ulaştırma modeli olarak ele alınmış ve maliyet katsayısı hesaplanırken ulaştırma katsayısı, arazi sahiplerinin tercihleri, parsellerin alanları oranı göz önüne alınmıştır. Modelin çiftçi tercihlerini yerine

getirmedeki başarısı test edilmiş ve gerçek dağıtıma göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Mekânsal karar destek sistemleri ve blok öncelikli model kullanarak yapılan (Uyan, 2011) çalışmada ise modelin sonuçları mülakat esaslı model ve blok öncelikli modelle karşılaştırılmıştır. Toplulaştırma oranı bakımından en başarılı model mekânsal karar destek sistemleri ile yapılan olduğu görülmüştür.

Esnek yapısı ve büyük arama uzayında hızlı sonuca ulaşması bakımından genetik algoritmada arazi toplulaştırmasında sıkça kullanılmaya başlanmıştır. (Akkus, M. A., Karagoz, O., ve Dulger, O. 2012) tarafından yapılan çalışmada arazi toplulaştırması dağıtım işlemi genetik algoritma kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu modelde işletmeler en büyük parsellerinin olduğu bloğa ve sabit tesisler buldukları bloğa atanarak başlangıç çözümü elde edilir. Başlangıç çözümü genetik algoritma kullanılarak iyileştirilir burada amaç fonksiyonu bloklardaki fazlalık ve eksiklikleri minimum yapmaya yöneliktir. Başlangıç çözümünde blok doluluk oranı %82 iken bu oran genetik algoritma ile %99.7'ye çıkarılmıştır. Gerçek dağıtımda bu oran %97'dir.

Yine (Çay, T., İnceyol, Y., ve Özbeyaz, A., 2015) çalışmalarında, otomatik blok dağıtımı için genetik algoritma kullanılmasını önermişlerdir. Bu modelde kısıtlar dikkate alınmış ve dağıtımın çiftçi tercihlerine göre gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Modelde sabit tesisler ilk olarak buldukları bloklara yerleştirilir ve dağıtım işlemi bu işlemden sonra gerçekleştirilir.

Ayrıca bulanık mantık tabanlı ve birtakım hibrit algoritmalar kullanılarak dağıtımdaki sorunların üstesinden gelmek amaçlanmıştır. (Çay ve İşcan, 2011) çalışmalarında arazi toplulaştırması dağıtım işlemi bulanık mantık kullanılarak yapılmıştır. Dağıtımda işletmelerin en büyük parsellerinin ve en büyük ikinci parsellerinin konumu, sabit tesisler, parsellerin dağılımı kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu modelde blok dengelemesine ihtiyaç vardır. Yapılan dağıtım blok öncelikli modelle parsel sayısı, ortalama parsel büyüklüğü, kişi başına düşen ortalama parsel sayısı gibi ölçütlere göre karşılaştırılmış bulanık mantık tabanlı dağıtımın daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır. Çiftçi tercihlerini sağlama açısından ise blok öncelikli modelin daha üstün olduğu görülmüştür. (Çay, T., Ertun, E., Haklı, H., ve UĞUZ, H. 2017) çalışmalarında ise arazi toplulaştırma çalışmalarının en çok zaman alan aşaması olan dağıtım için bulanık mantık ve genetik algoritma kullanan hibrit bir algoritma önermişlerdir. Bu çalışmada tercihlere göre başarı oranı %76.61 olarak bulunmuş ve genetik algoritmanın dağıtımda kullanılabilir olduğu gösterilmiştir.

Yapılan bu çalışmaların bir çoğunda dağıtımdan sonra bloklarda fazlalık ya da eksiklikler meydana gelmekte ve bunlar manuel ya da bir algoritma yardımı ile düzeltilmekte bu da dağıtım optimum dağıtımdan uzaklaştırmaktadır.



Çeşitli amaç fonksiyonlarına göre en iyi blok dağıtımını bulma işlemi bir optimizasyon problemidir. Böyle düşünüldüğünde blok dağıtımı, günümüzde yaygın olarak kullanılan sezgisel algoritmalarından biri olan genetik algoritma ile yapılabilir. Genetik algoritma çözümler kümesinin (popülasyonun) çeşitli evrimsel operatörler yardımı ile istenilen amaca en uygun hale gelecek şekilde evrilmesidir. Ayrıca hemen hemen her optimizasyon problemine uygulanabilmektedir.

Bu çalışmada blok dağıtımını bir optimizasyon problemi olarak ele alınmış ve optimizasyon işlemi genetik algoritma kullanılarak yapılmıştır. Genetik algoritmanın yapısı blok dengelemesi ihtiyacını ortadan kaldıracak şekilde probleme uyarlanmış ve tek bir amaca göre dağıtım gerçekleştirilmiştir. (İnceyol, 2014) tarafından yapılan çalışmada arazi toplulaştırması dağıtım işleminde genetik algoritma kullanılmakta ve dağıtım sonrası bir blok dengelemesine ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuçta gerçek dağıtım verilerinde toplulaştırma oranı %22 iken genetik algoritma ile yapılan dağıtımda bu oranı %26 blok öncelikli modelde ise %44 olmuştur. İşletmelerin köy merkezlerine olan uzaklıkları bakımından karşılaştırılmasında ise mülakat esaslı yöntemde mesafelerin azaldığı genetik algoritma kullanılan yöntemde ise bu mesafelerin arttığı gözlenmiştir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Genetik Algoritma

Genetik algoritma evrimsel süreçlerin taklit edildiği arama ve optimizasyon algoritmasıdır (Deb, 2001; Holland, 1992). Deterministik optimizasyon algoritmalarına göre; karmaşık işlemlerle uğraştırmayı gerektirmeme, hemen hemen her probleme uygulanabilme, büyük arama uzaylarında hızlı sonuca varma gibi avantajlara sahiptir (Çunkaş, 2006). Bu avantajlarından dolayı günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

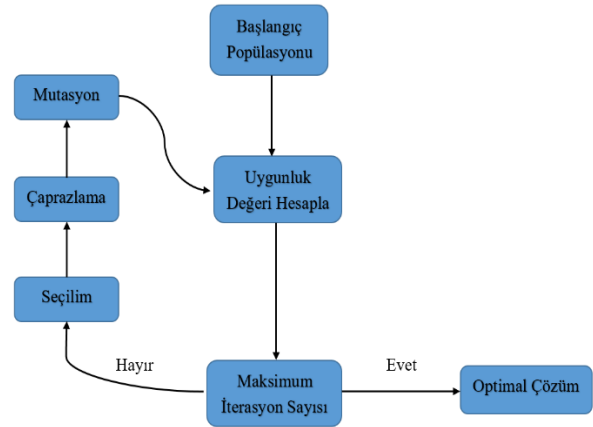
Genetik algoritma evrimsel süreçlerde olduğu gibi seçim, çaprazlama ve mutasyon sayesinde arama uzayı içerisinde en iyi sonuca ulaşır. Problemi tanımlamak için ise gen, kromozom (birey), popülasyon ve iterasyon (nesil) parametreleri kullanılır. Genler problemimizi ifade etmede kullanılan en küçük birimlerdir. Genlerin birleşimi ile kromozomlar (bireyler) meydana gelir ve kromozomların oluşturduğu kümeye ise popülasyon denir. Bu popülasyon seçim, çaprazlama ve mutasyona tabi tutularak bir çok nesil boyunca arama uzayında amaca en uygun bireyin bulunması hedeflenir (Goldberg, 1989).

### 2.2. Genetik Algoritma Uygulama Adımları

Genetik algoritmada ilk olarak probleme uygun bir gen yapısı seçimi yapılır. Problemin yapısına göre genlerin yapısı da farklılık göstermektedir. İkili kodlama, permutasyon kodlama tam sayılı kodlama,

gerçek değerli kodlama ve ağaç kodlama gibi gen çeşitleri vardır. Örneğin ikili kodlama daha küçük problemler için kullanılırken gerçek değerli kodlama büyük verileri işlemeyi gerektiren problemlerde kullanılır. Sıralamanın önemli olduğu problemlerde ise permutasyon kodlama kullanılmaktadır. Genlerden faydalanarak her biri problemin bir çözümü olan kromozomlar oluşturulur. Bu kromozomlar aynı zamanda birey olarak da ifade edilmektedir. Bireylerin yani çözümlerin bir araya gelmesi ile arama uzayında en iyi sonuca ulaşmamızı sağlayacak bir küme (popülasyon) oluşturulur.

Genetik algoritmanın genel uygulama prosedürü aşağıda Şekil 1'de gösterildiği gibidir.



Şekil 1. Genetik Algoritma İşlem Adımları (Anonim, 2017)

Genetik algoritmanın işlem adımları şu şekildedir:

- 1- Problemin birden fazla çözümünden oluşan ilk popülasyon, problemin kısıtlarına uygun olarak rastgele üretilir. Popülasyon küçük tutulursa arama uzayında kısıtlı bir bölgeden aramaya başlanacağından optimuma ulaşmak zaman alacaktır. Büyük popülasyon ise işlem yükünü arttıracak ve algoritmanın yavaşlamasına neden olacaktır.
- 2- Popülasyondaki her bireyin uygunluk değeri hesaplanır. Uygunluk değeri problemde belirtilen amaca ne kadar yaklaşıldığının bir ölçütüdür. Popülasyon hesaplanan bu uygunluk değerleri doğrultusunda evrilir.
- 3- Oluşturulan popülasyondan yeni bir nesil üretilmesi için popülasyon bir seçim işlemine tabi tutulur. Bunun için çeşitli yöntemler mevcuttur en yaygın kullanılanları rulet çarkı, elitizm ve turnuva seçim yöntemidir.

Bu çalışmada da kullanılan rulet çarkı yönteminde bireylerin uygunluk değerleri toplam uygunluk değerine bölünerek Tablo 1'de görüldüğü gibi olasılık değerleri hesaplanır. Daha sonra birikimli olasılık değerleri bulunur. Minimumu bulmayı hedefleyen problemlerde yukarıdaki işlemler amaç fonksiyonunun negatif işaretlisi alınarak yapılır (Karaboğa, 2017).

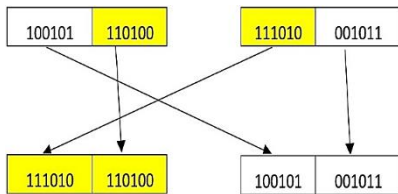
**Tablo 1.** Bireylerin Uygunluk Değerleri ve Seçim Olasılıkları (Eroğlu, 2018)

Kromozom	Uygunluk Değeri	Olasılık	Birikimli Olasılık
1	7	%43.75	%43.75
2	3	%18.75	%62.50
3	1	%6.25	%68.75
4	5	%31.25	%100
Toplam	16	%100	

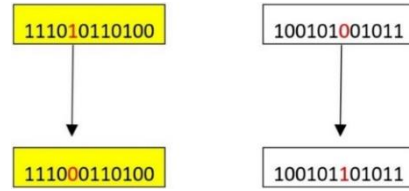
Seçim için popülasyon sayısına eşit, sıfır ile bir aralığında rassal sayılar oluşturulur. Yukarıdaki Tablo 1’de de görüldüğü gibi uygunluk değeri daha iyi olan bireyleri temsil eden birikimli olasılık değeri aralığı daha geniştir. Bu da şu anlama gelmektedir, uygunluk değeri daha iyi olan bireylerin seçilme olasılıkları Şekil 2’de görüldüğü gibi daha yüksektir. Fakat düşük olasılıkla da olsa uygunluk değeri küçük olan bireyler de seçilebilir (Karaboğa, 2017).

**Şekil 2.** Bireylerin Seçim Olasılıkları (Eroğlu, 2018)

4- Çaprazlama, seçim işlemine tabi tutulan bireyler arasından rastgele iki birey seçilerek bu bireyler arasında yapılır. Popülasyondaki kaç bireyin çaprazlamaya tabi tutulup tutulmayacağı önceden belirlenen çaprazlama olasılığı parametresi ile bulunur. Çaprazlama için birçok farklı yöntem mevcuttur. Bunlardan en sık kullanılanları tek nokta çaprazlama, çift nokta çaprazlama, çok nokta çaprazlama ve uniform çaprazlamadır. En sık kullanılanı ise Şekil 3’te gösterilen tek nokta çaprazlama yöntemidir.

**Şekil 3.** Tek Nokta Çaprazlama (Eroğlu, 2018)

5- Mutasyon, seçim ile oluşturulan popülasyondan rastgele seçilen bireylerin Şekil 4’teki gibi mutasyona tabi tutularak yeni bireyler elde edilmesidir. Mutasyona tabi tutulacak birey sayısı yine önceden tanımlanan mutasyon olasılığı ile belirlenir. Kromozom üzerinde hangi genin mutasyona uğrayacağı yine rastgele olarak seçilir.

**Şekil 4.** Mutasyon (Eroğlu, 2018)

6- Son olarak seçim, çaprazlama ve mutasyon operatörleri ile oluşturulan ara popülasyonlardan ilk popülasyon sayısı kadar birey seçilir. Bu seçim işlemi uygunluk değerlerine göre gerçekleştirilir. Elde edilen son popülasyon sırasıyla yine yukarıdaki işlemlere tabi tutulur.

Çaprazlama, iki bireyinde genetik bilgisini bir sonraki nesle aktaran bir operatördür. Çaprazlama ile oluşan birey ebeveyn bireylerden daha üstündür. Yani çaprazlama popülasyonumuzu giderek optimum noktaya yaklaştırır. Ancak mutasyon operatörü olmaksızın popülasyon lokal minimum ya da maksimuma takılacaktır. Mutasyon operatörü sayesinde popülasyondaki bireyler arama uzayının farklı noktalarına sıçrar ve böylelikle global optimuma ulaşmak mümkün olmaktadır. Mutasyonla üretilen kötü bireyler ise seçim sayesinde popülasyondan kolaylıkla elenebilecektir. Bu işlemlerden sonra popülasyonun ortalama uygunluk değeri istenilen noktaya geldiğinde iterasyon bitirilir. Ancak çoğu zaman bu istenilen uygunluk değeri bilinmediğinden iterasyon sayısı önceden tanımlanır. İstenilen iterasyon sayısına ulaşıldığında algoritma sonlandırılır (Çunkaş, 2006).

### 2.3. Alt Başlıklar (Cambria, Kelime ilk Harfi Büyük, Kalın 10 Punto)

İçerik 2 sütun halinde Cambria olarak 10 punto halinde yazılmalıdır.

İkinci düzey başlıklar numaralandırılmış ve sola dayalı, 10 punto, ilk harfleri büyük, kalın olarak yazılmalıdır. Kendinden önceki paragraftan bir satır boşluk ile ayrılmalıdır. Biçimlendirmeyi bozmadan bu kısmı silip makale metnini yazabilirsiniz.

Metin içerisinde paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır.

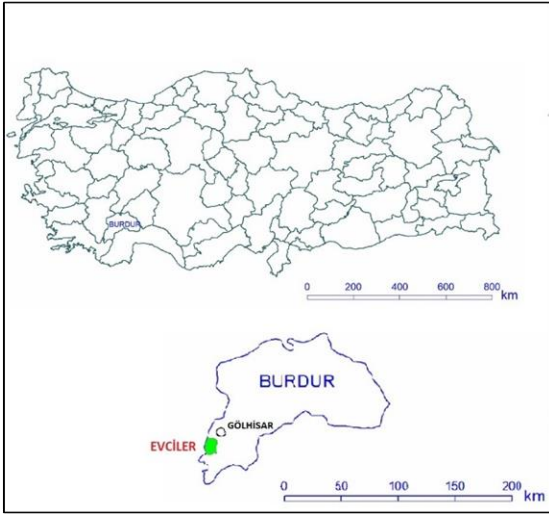
### 2.4. Alt Başlıklar (Cambria, Kelime ilk Harfi Büyük, Kalın 10 Punto)

İkinci düzey başlıklar numaralandırılmış ve sola dayalı, 10 punto, ilk harfleri büyük, kalın olarak yazılmalıdır. Kendinden önceki paragraftan bir satır boşluk ile ayrılmalıdır. Biçimlendirmeyi bozmadan bu kısmı silip makale metnini yazabilirsiniz.

## 3. UYGULAMA

Uygulama Şekil 5’te coğrafi konumu görülen Burdur ili Gölhisar İlçesinde yapılmakta olan

Göhlisar Arazi Toplulaştırma ve TİGH Projesi Evciler Köyü 1. aski verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 5.** Burdur Göhlisar Evciler Köyü Coğrafi Konum (Eroğlu, 2018)

Evciler Projesinde 101 işletme 12 blok ve 9 sabit tesis vardır. Projede dağıtım sırasında bazı işletmeler birlikte değerlendirilmiştir. Karşılaştırma yapılabilmesi açısından bu uygulamada da işletmeler aynı şekilde değerlendirilmiş ve son durumda işletme sayısı 87 olarak kabul edilmiştir. Yani dağıtım gerçekte olduğu gibi 87 işletme üzerinden gerçekleştirilmiştir. Böylelikle işletmelerin birbirleri ile hisselendirilmesinde bir değişiklik olmamıştır. Uygulamada sadece dağıtım yapılmış dağıtımdan sonra parselasyon planı yapılmamıştır. Projede toplam kadastro parsel alanı 49.61 hektardır.

İlk olarak dağıtım işleminin kolay yapılabilmesi için blok ve kadastro parsel alanları 1. derece alanlara dönüştürülür. Sabit tesislerin buldukları bloklara ataması yapılır ve bu alanlar blok ile kadastro parsel alanından çıkarılır.

Yapılan çalışmada dağıtım işlemi benzerlik gösterdiği dengeli ulaştırma modeli olarak ele alınmıştır. Amaç fonksiyonu ulaştırma maliyetleri minimum yapılacak şekilde seçilmiştir. Bu amaç fonksiyonunda kullanılan ulaştırma maliyeti katsayıları işletmelerin blokların merkezine uzaklıkları ile kadastro parsellerinin işletmelere olan ağırlıklı ortalama mesafelerinin birlikte göz önüne alınması ile hesaplanmıştır. Bu sayede işletmeler kadastro parsellerinin ağırlık merkezlerinin yakın olduğu bir bloğa atanırken parsellere ulaşım mesafesinin de en aza indirilmesi amaçlanır. Uygulama Matlab ortamında geliştirilmiştir.

### 3.1. Ulaştırma Maliyeti Hesabı

Dağıtımda amaç fonksiyonu olarak ulaşım mesafelerini en aza indirmek seçilmiştir. Ancak bu mesafeleri en aza indirirken parsellerin eski konumlarının köy merkezine olan uzaklıkları da göz önüne alınmalıdır. Böylelikle yeni parsellerin

dağıtımda kadastro parsellerinin ağırlık merkezine en yakın bloklara verilmesi amaçlanır. Burada ulaştırma maliyeti katsayısı

$$C_{ij} = s_{ij} + \sqrt{\frac{S_i}{s_{ij}}} \quad (1)$$

denklemleri ile hesaplanır.  $C_{ij}$ : i ve j işletmeleri arasındaki mesafe faktörü,  $\bar{S}_{ij}$ : i ve j işletme arasındaki düzeltilmiş mesafe faktörü,  $S_i$ : Toplulaştırma öncesi i işletmesinin kadastro parsellerine olan düzeltilmiş ortalama mesafesi.  $S_{ij}$ 'nin değeri

$$s_{ij} = \sum_{k=1}^m D_{ik} K_k \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada  $D_{ik}$ : Gerçek yol uzunluğu,  $K_k$ : Yol düzeltme faktörü.  $\bar{S}_i$  ise

$$\bar{S}_i = \frac{\sum_{p=1}^m A_p \left( \sum_{k=1}^{mp} D_{pk} K_k \right)}{\sum_{p=1}^m A_p} \quad (3)$$

eşitliği ile hesaplanır.  $A_p$ : Parsel alanı,  $D_{pk}$ : Gerçek yol uzunluğu,  $K_k$ : Yol düzeltme faktörü, i: İşletme numarası, j: Blok numarası, p: Parsel numarası, n: i işletmesindeki parsel sayısı şeklinde amaç fonksiyonu katsayıları hesaplanır. Uygunluk değeri hesabında kullanılan amaç fonksiyonu ise

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (4)$$

denklemleri ile hesaplanır (Şişman, 1997).

### 3.2. Dağıtım İçin Oluşturulan Genetik Algoritma Yapısı

Topluştırmada da tıpkı dengeli ulaştırma problemlerinde olduğu gibi arz ve talep dengesi korunarak dağıtım işlemi yapılması gerekmektedir. Bu da demek oluyor ki dağıtım işlemi sonrasında bloklarda fazlalık ya da eksiklik oluşmamalıdır. Bunu sağlamak için bu çalışmada kromozomlar arz talep dengesini koruyacak şekilde oluşturulmuş ve bu dengeyi bozmayacak özel çaprazlama ile mutasyon operatörleri kullanılmıştır. Veriler çok büyük olduğundan gen yapısı gerçek değerli kodlama seçilmiş kromozom yapısı

$$X_h = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{m3} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

gibi matris şeklinde tanımlanmıştır. Tasarlanan modelde genler işletmelerin alanlarını ifade eder. Kromozomdaki her satır bir işletme, her sütun ise bir bloğa karşılık gelir. Her satırın toplamı o işletmenin toplam alanını verirken her sütunun toplamı ise ilgili bloğun alanını verir. Bu yapı sayesinde hangi işletmeden hangi bloğa ne kadar alan atandığı rahatlıkla anlaşılabilir (Eroğlu, 2018).

### 3.2.1 İlk Popülasyonun Oluşturulması

İşletme ve blok sayıları sırayla m ve n olmak üzere, bloklarda eksik ya da fazlalık oluşturmayacak şekilde dağıtım aşağıdaki adımlar takip edilerek gerçekleştirilir.

1.  $\Pi=\{1,2,3\dots mn\}$  dizisinden rastgele bir 'k' elemanı seçilir.
2. Bu elemana karşılık gelen 'i' satır ve 'j' sütun değerleri

$$\begin{aligned} i &= [1 + \frac{k-1}{n}] \\ j &= [1 + (k-1) \bmod n] \end{aligned} \quad (6)$$

şeklinde hesaplanır.

3.  $X_{ij} = \min\{t_i, S_j\}$  atamasını yapılır ( $t_i$  arz kısıtı,  $S_j$  talep kısıtı).
4.  $t_i$  ve  $S_j$  değerleri

$$\begin{aligned} t_i &= t_i - X_{ij} \\ S_j &= S_j - X_{ij} \end{aligned} \quad (7)$$

şeklinde güncellenir ve 'k' elemanını  $\Pi$  dizisinden çıkartılır. Bu işleme  $\Pi$  dizisinde eleman kalmayana kadar devam edilir (Ho ve Ji, 2005; Vignaux ve Michalewicz, 1991).

### 3.2.2 Seçim

Seçim için rulet çarkı yöntemi kullanılır ve aşağıdaki gibi gerçekleştirilir.

1. Popülasyondaki her bireyin uygunluk değeri hesaplanır. Bireylerin uygunluk değerlerinden faydalanılarak popülasyonun toplam uygunluk değeri

$$\text{eval}(X_h) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (8)$$

$$F = \sum_{h=1}^{\text{psize}} \text{eval}(X_h) \quad (9)$$

denklemleri ile hesaplanır.

2. Kromozomların seçim olasılıkları

$$\begin{aligned} p_h &= \frac{F - \text{eval}(X_h)}{F * (\text{psize} - 1)} \\ h &= 1,2,\dots,\text{psize} \end{aligned} \quad (10)$$

ile hesaplanır.

3. Birikimli olasılık değerleri

$$\begin{aligned} q_h &= \sum_{j=1}^h p_j \\ h &= 1,2 \dots \text{psize} \end{aligned} \quad (11)$$

denklemleri ile hesaplanır.

4. 0-1 arasında rastgele bir sayı üretilir.
5. Birikimli olasılık değeri üretilen rastgele sayıdan büyük olan ilk kromozom(birey) seçilir. Örneğin birikimli olasılık değerleri  $q_1=0.155$ ,  $q_2=0.324$ ,  $q_3=0.486$ ,  $q_4=0.865$ ,  $q_5=1$  olan 5 kromozomumuz olsun. Üretilen rassal sayı 0.436 olsun. Burada seçilecek kromozom  $X_3$ 'tür (Ho ve Ji, 2005).

### 3.2.3 Çaprazlama

Klasik çaprazlama operatörleri arz talep dengesini gözetmediği için burada arz talep dengesini koruyacak bir çaprazlama operatörü kullanılmıştır. Bu yöntemde çaprazlanacak kromozomlar toplanır ve ikiye bölünür. Böylelikle yeni oluşan yavru bireylerin çaprazlanan bireylerden daha iyi olması garantilenmiş olur ve arz talep dengesi korunur.

1. Seçim adımındaki gibi bir çift kromozom seçilir. Bu kromozomlar  $X_1$  ve  $X_2$  olsun.
2. Seçilen kromozomlar

$$X'_1 = (X_1 + X_2) / 2 \quad (12)$$

şeklinde toplanır ve ikiye bölünür.

3. Çaprazlama işlemi sonucunda yeni bireylerden oluşan bir ara popülasyon elde edilir (Ho ve Ji, 2005; Vignaux ve Michalewicz, 1991).

### 3.2.4 Mutasyon

Klasik mutasyon operatörleri yine arz talep dengesini bozacağından bu kısıtlara uygun bir mutasyon operatörü kullanılmıştır.

1. Seçim adımındaki prosedür takip edilerek mutasyona uğrıtılacak bireyler seçilir.
2. Bu bireyin iki satır ve sütunu rastgele seçilir.
3. Seçilen satır ve sütunun yerine yeni popülasyon üretme işlemindeki adımlar 1 den 5 e kadar uygulanır ve yeni genler üretilir. Bu genler yerlerine yazılır ve yeni bir birey elde edilmiş olur (Ho ve Ji, 2005; Vignaux ve Michalewicz, 1991).

## 3.3 Dağıtım Planı İçin Oluşturulan Genetik Algoritma Prosedürü

Algoritmada kullanılan popülasyon büyüklüğü, iterasyon sayısı, çaprazlama oranı, mutasyon oranı

uygulamamızı optimum dağılıma en hızlı ulaştıracak şekilde seçilmelidir. Bu parametreler denemelerle bulunabilir. Algoritmanın optimum değerleri bulabilmesi için yukarıda tanımlanan operatörler aşağıdaki prosedüre göre uygulanmalıdır.

1. Popülasyon büyüklüğü, iterasyon sayısı, çaprazlama ve mutasyon oranı parametreleri tanımlanır.
2. İlk popülasyon Bölüm 3.2.1’de belirtilen işlem adımları kullanılarak oluşturulur.
3. Her bireyin uygunluk değeri hesaplanır.
4. Bölüm 3.2.2’deki adımlar izlenerek çaprazlanacak ve mutasyona tabi tutulacak bireyler seçilir. Çaprazlama ve mutasyon sonucu iki ara popülasyon oluşturulur.
5. Ana popülasyon ve oluşturulan iki ara popülasyon bireyleri arasında elitist strateji ile ana popülasyondaki birey sayısı kadar birey seçilir. Oluşan bu yeni popülasyon yeni nesildir.
6. Algoritmanın optimuma yaklaşımını kontrol için her iterasyonun en iyi bireyi belirlenir. Bu işlemler iterasyon sayısı kadar tekrar eder (Ho ve Ji, 2005).

#### 4. BULGULAR

Yapılan uygulamada dağıtım işleminde amaç ulaştırma maliyetlerini en aza indirirken en az sayıda parsel oluşturmaktır. Program İ7 6700 HQ 3.5 Ghz işlemci, 16gb ram’e ve Nvidia GTX 950M 4gb ekran kartına sahip bilgisayarda çalıştırılmıştır. Uygulama farklı iterasyon sayıları ve farklı çaprazlama, mutasyon parametreleri ile tekrarlanmış optimuma ulaşma süreleri gözlemlenmiştir. Ne kadar sürede optimuma ulaşıldığı ve diğer parametreler aşağıdaki Tablo 2 ve Tablo 3’te gösterilmiştir. İlk olarak genetik algoritma parametreleri; popülasyon sayısı 50, çaprazlama oranı %92, mutasyon oranı %10 olarak seçilmiştir.

**Tablo 2.** Mutasyon oranı %10 seçilerek yapılan dağıtım (Eroğlu, 2018)

İterasyon Sayısı	Uygunluk Değeri	Oluşan Parsel Sayısı	İşlem Zamanı (sn)
100	749873793.807810	368	0.482510
1000	749873339.317948	423	2.290909
100000	749868741.853841	139	199.38769
<b>500000</b>	<b>749868718.962489</b>	<b>108</b>	<b>901.502930</b>

Daha sonra uygulama popülasyon sayısı 50, çaprazlama oranı %92, mutasyon oranı %90 yapılarak tekrar çalıştırılmıştır.

Her iki durumda da iterasyon sayısı arttıkça parsel sayısı ve ulaştırma maliyetleri yönünden daha iyi dağıtımına yaklaşıldığı görülmektedir. Ancak mutasyon oranını ve iterasyon sayısını arttırmak işlem zamanını olumsuz yönde etkilemektedir.

**Tablo 3.** Mutasyon oranı %90 seçilerek yapılan dağıtım (Eroğlu, 2018).

İterasyon Sayısı	Uygunluk Değeri	Oluşan Parsel Sayısı	İşlem Zamanı (sn)
100	749873607.951052	114	0.549255
1000	749870129.058685	183	2.998468
100000	749868718.817817	106	252.5272
<b>500000</b>	<b>749868718.798134</b>	<b>105</b>	<b>1235.782423</b>

Bloklara atanan alanlar ile blok alanları arasındaki fark bir blok dengelemesi yapılmaksızın Tablo 4’te gösterildiği gibi önemsenmeyecek düzeydedir. Çaprazlama ve mutasyon operatörleri de iterasyonlar sonucunda blok ve parseller arasındaki arz talep dengesini bozmamaktadır.

**Tablo 4.** İterasyon Sayılarına Göre Blok Doluluk Oraları (Eroğlu, 2018)

İterasyon Sayısı	100	1000	100000	500000
1. Blok	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2. Blok	0.000008	0.000003	0.000000	0.000000
3. Blok	0.000000	0.000146	0.000000	0.000000
4. Blok	0.000000	0.000002	0.000000	0.000000
5. Blok	0.000000	0.000001	0.000000	0.000000
6. Blok	0.000000	0.000001	0.000000	0.000000
7. Blok	0.000003	0.000000	0.000000	0.000000
8. Blok	0.000000	0.000063	0.000000	0.000000
9. Blok	0.005863	0.000117	0.000000	0.000000
10. Blok	0.000000	0.000017	0.000000	0.000000
11. Blok	0.000000	0.000089	0.000000	0.000000
12. Blok	0.009811	0.015245	0.015685	0.015685

Kadastro durumu, gerçek veriler ve uygulama verileri karşılaştırıldığında uygulamada elde edilen sonuçların gerçek dağıtımına göre çok daha iyi olduğu Tablo 5’te görülmektedir.

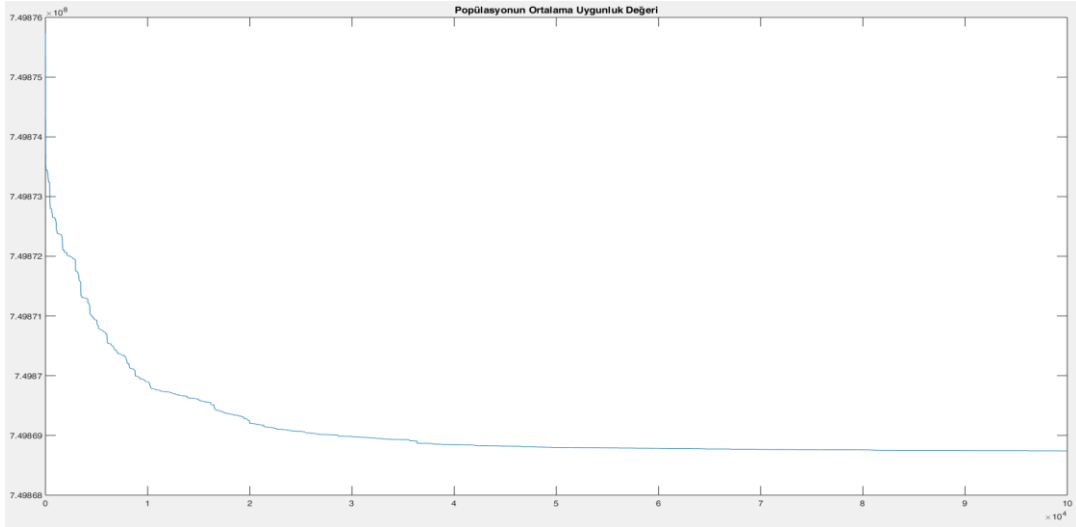
**Tablo 5.** Gerçek Dağıtım ve Uygulama Verileri Karşılaştırması

	Kadastral Durum	Gerçek Dağıtım Verileri	Genetik Algoritma ile Dağıtım
Toplam Parsel Sayısı	177	129	<b>105</b>
Ortalama Parsel Büyüklüğü	2.80 da	3.56 da	<b>4.38 da</b>
Ortalama İşletme Büyüklüğü	4.91	4.55	<b>4.55</b>

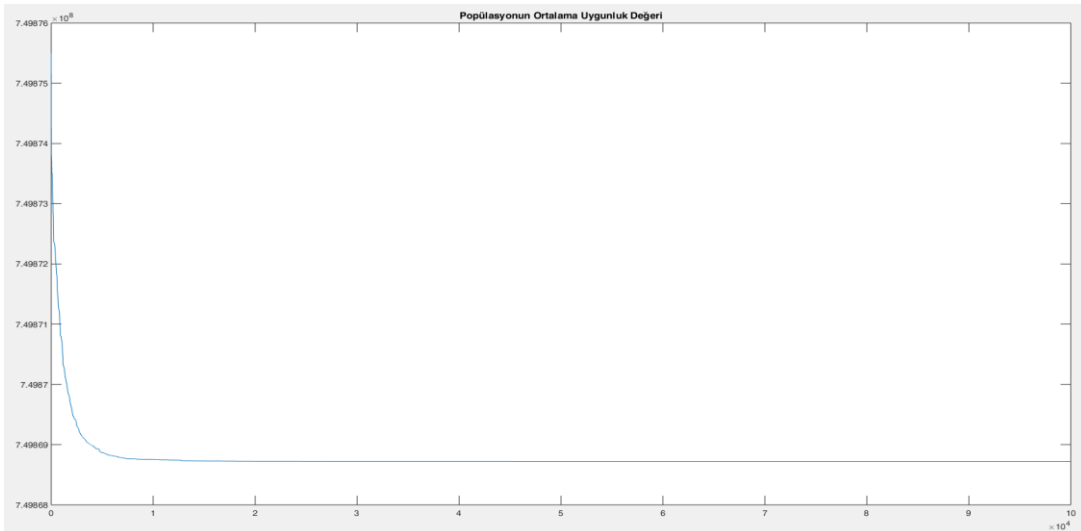
Mutasyon oranı %10 ve %90 olarak alındığında algoritmaların kaç iterasyonda optimum değere ulaştığı aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Genelde mutasyon oranı çok düşük tutulması gerekir fakat bu uygulamada kromozomun büyüklüğüne oranla çok küçük bir mutasyon gerçekleştirildiği için bu oranın yüksek tutulmasının daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Mutasyon oranının iyi belirlenmemesi algoritmanın yerel minimuma ya da maksimuma takılmasına neden olacağından önemlidir.

Aşağıdaki Şekil 6’te görüldüğü gibi mutasyon oranı %10 alındığında optimuma yaklaşık 9000 iterasyonda ulaşılmıştır. İkinci durumda Şekil 7’de görüldüğü gibi mutasyon oranı %90 alındığında

yaklaşık 2000 iterasyon sonunda optimuma ulaşılmıştır (Eroğlu, 2018)



**Şekil 6.** Mutasyon Oranı %10 Seçilen Popülasyonun Optimuma Ulaşma Grafiği (Eroğlu, 2018)



**Şekil 7.** Mutasyon Oranı %90 Seçilen Popülasyonun Optimuma Ulaşma Grafiği (Eroğlu, 2018)

## 5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Arazi toplulaştırmasında uygulamada karşılaşılan zorluklar ve uygulama başarısının tamamen dağıtım yapan kişinin tecrübe ve yeteneğine bağlı olması bilimsel bir metotlar dağıtım yapılması gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Böylece istenilen amaca yönelik en doğru, optimum dağıtım elde edilebilecektir. Bu çalışmada bunun için genetik algoritma kullanan bir yaklaşım önerilmiş ve uygulama gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamada dağıtım yaparken bloklarda eksiklik ya da fazlalıkların oluşmasını engellemek ve aynı zamanda toplulaştırma oranını olabildiğince yüksek tutmak hedeflenmiştir. Kullanılan genetik algortmada problemin doğasına özel modifikasyonlar yapılmış ve uygulama Matlab ortamında geliştirilmiştir.

Uygulama alanında kadastral durumda 177 parsel varken toplulaştırma çalışması ile bu 129 parsel düşürülmüştür. Genetik algoritma kullanılarak yapılan dağıtımda ise 105 yeni parsel oluşmuştur. Toplulaştırma oranı projede %27 iken uygulama ile yapılan dağıtımda %41’e yükselmiştir. Ayrıca amaçlandığı gibi bloklarda eksiklik ya da fazlalık oluşmamış ve bunun için ekstra bir blok dengeleme işlemine ihtiyaç duyulmamıştır. Genetik algoritma ile yapılan dağıtımda parsel sayısı bakımından karşılaştırıldığında hem eski duruma göre hem de gerçek dağıtım verilerine göre iyileşme sağlandığı görülmüştür.

Dağıtımın doğası karmaşıktır. Bir faktörü örneğin sadece çiftçi tercihlerini göz önüne alarak dağıtım yapmak yanlıştır ve arazi toplulaştırmasından yeterince fayda sağlanamamasına neden olacaktır. Bu bakımdan

arazi toplulaştırmasında ilk olarak yörenin de ihtiyaçları göz önüne alınarak hangi amaçlara göre dağıtım yapılacağı net olarak belirlenmelidir. Çiftçi tercihlerinin tutarlı olması için analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmalı ve dağıtım için gerekli bilgi alt yapısı doğru bir şekilde oluşturulmalıdır.

Dağıtım işleminin yalnızca tek bir amaca göre örneğin çiftçilerin tercihleri göz önüne alınarak yapılması da doğru bir yaklaşım olmadığından birden çok amacın birlikte değerlendirildiği bilimsel metotlar kullanılmalıdır.

Dağıtım işleminden sonra yapılacak parselasyon işlemi de arazi toplulaştırması açısından önemli bir adımdır. Bu aşamada da herhangi bir bilimsel yöntem kullanılmamaktadır. Toplulaştırmanın başarısını arttırmak için bu işlem de otomatik olarak bilimsel metotlarla yapılmalıdır.

### KAYNAKÇA

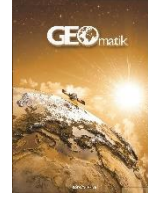
- Akkus, M. A., Karagoz, O., ve Dulger, O. 2012. Automated land reallocation using genetic algorithm. International Symposium on INnovations in Intelligent SysTems and Applications. doi: 10.1109/INISTA.2012.6247018
- Anonim. (2017). Genetik Algoritma. [https://tr.wikiyy.com/wiki/Genetik\\_algoritma](https://tr.wikiyy.com/wiki/Genetik_algoritma) (Erişim Tarihi: 01 Haziran 2018)
- Ayranci, Y. (2007). Re-Allocation Aspects in Land Consolidation: A New Model and its Application. Journal of Agronomy, 6:2, 270–277. doi: 10.3923/ja.2007.270.277
- Çay, T., ve İscan, F. (2011). Fuzzy expert system for land reallocation in land consolidation. Expert Systems with Applications, 38:9, 11055–11071. doi: 10.1016/j.eswa.2011.02.150
- Çay, T., İnceyol, Y., ve Özbeyaz, A. (2015). A Preliminary Study for Design of Automatic Block Reallocation Algorithm with Genetic Algorithm Method in the Land Consolidation Projects. International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, 9:8, 903–908.
- Çay, T., Ertun, E., Haklı, H., ve UĞUZ, H. (2017). Arazi Toplulaştırmada Dağıtım İçin Yeni Yazılım Geliştirmesi Üzerine Bir Çalışma. 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.
- Çunkaş, M. (2006). *Genetik Algoritmalar ve Uygulamaları*. Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Ders Notları, Konya.
- Deb, K. (2001). Multi-objective Optimization Using Evolutionary Algorithms. John Wiley & Sons.
- Eroğlu, H. (2018). Arazi Toplulaştırması Dağıtım İşleminde Yöneylem Araştırma Teknikleri ve Çok Amaçlı Genetik Algoritma Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, 117, Samsun.
- Göçmen Dinçbilek, B. (2012). Arazi Toplulaştırmasının Toplu Yağmurlama Sulamada Sistem Planlaması ve Maliyetine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 188, Ankara.
- Goldberg, D. E. 1989. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley Professional, New York.
- Ho, W., & Ji, P. (2005). A genetic algorithm for the generalised transportation problem. International Journal of Computer Applications in Technology, 22(4), 190. <https://doi.org/10.1504/IJCAT.2005.006959>
- Holland, J. H. (1992). Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence. MIT Press. <https://doi.org/10.1137/1018105>
- Karaboğa, D. (2017). Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları (5. Baskı). Nobel Akademi Yayıncılık, 73-106, Ankara.
- Polat, H., ve Manavbaşı, İ. (2012). Arazi Toplulaştırmasının Kırsal Alanda Yakıt Tüketimi Ve Karbondioksit Salınımına Etkisinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 18(2), 157-165.
- Şişman, A. (1997). Arazi Toplulaştırma Çalışmalarında Yöneylem Araştırması Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, 78, Trabzon.
- Uyan, M., ve Mevlüt. (2011). Arazi düzenlemesi çalışmalarında mekansal karar destek sistemleri kurulumu ve uygulaması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, 176, Konya.
- Vignaux, G. A., ve Michalewicz, Z. (1991). A genetic algorithm for the linear transportation problem. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 21(2), 445–452. <https://doi.org/10.1109/21.87092>



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## Artvin Örneğinde Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değerini Etkileyen Faktörlerin Analizi

Ayşe Yavuz Özalp\*, Halil Akıncı, Sebahat Temuçin Kılıçer

Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Taşınmaz değerlendirme  
Arsa vasıflı taşınmaz mal  
Analitik hiyerarşi prosesi  
Taşınmaz değer indeksi

### ÖZ

Bu çalışmada, Artvin kent merkezinde arsa vasıflı taşınmaz malların fiziksel ve konumsal özellikleri ele alınarak değere etki eden faktörlerin ve etki derecelerinin Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yönteminden yararlanılarak belirlenmesi ve akabinde çalışma alanını oluşturan yedi mahalledeki 273 adet arsa vasıflı taşınmaz malların, taşınmaz değer indekslerinin tespiti amaçlanmıştır. Çalışmanın son adımında ise tespit edilen bu taşınmaz değer indekslerinin, taşınmazların üzerinde buldukları cadde ve sokakların emlak rayiç değerleri ile analizi hedeflenmiştir. Çalışmanın sonucunda, Artvin kent merkezinde arsa vasıflı taşınmaz mallar üzerinde 15 faktörün etkili olduğu ve bu faktörler içinde en çok etkiye sahip üçünün “şehir merkezine yakınlık”, “sokak genişliği” ve “toplam inşaat alanı” iken, en az etkili faktörlerin “hastaneye yakınlık”, “ilkokula yakınlık” ve “parselin konumu” olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ilaveten, çalışmada incelenen arsa vasıflı taşınmaz malların değer indekslerinin 1.07 - 4.36 aralığında değiştiği ve en yüksek puanlı parsellerin genellikle Çarşı Mahallesi’nde yer aldığı ve alanca %90’ından daha fazla kullanılabilir alana sahip olduğu ve tamamına yakınının emsalinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine cadde/sokakların emlak rayiçlerinin düşük olduğu ve taşınmaz malın gerçek değerini yansıtmadığı, aynı cadde/ sokak üzerinde emlak rayiç değerleri aynı olmasına rağmen parsellerin farklı değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla taşınmaz malların parsel tabanlı gerçek değerlerinin belirlenmesi, kent bazlı değer indeks haritalarının üretilmesi ve ihtiyaç duyulduğu durumlarda parsel tabanlı gerçek değerlerin taşınmazla ilgili işlemlere (alım-satım, bankacılık, kamulaştırma gibi) servis edilmesi oldukça önemli ve elzemdir.

## Analysis of Parameters Affecting Value of Real Estates with Land Property in Artvin Case

### Keywords

Real estate valuation  
Real estate with land property  
Analytic Hierarchy Process  
Real estate value index

### ABSTRACT

In this study, by using Analytic Hierarchy Process (AHP) method, it was aimed to determine the parameters affecting value of real estates with land property and their degrees of influence in respect to their physical and spatial features for seven neighborhoods in Artvin city and then to determine real estate value index of 273 land properties in seven neighborhoods that constitute the study area. In the last step of the study, it was targeted to analyze this determined real estate value index with land fair values of the streets they are found on. As a result of this study, it was found that 15 parameters were effective on real estates with land property in Artvin city center and that while the three most effective parameters among them were "proximity to the city center", "street width" and "total construction area", the least effective factors were "proximity to hospital", "proximity to primary school" and "location of the parcel". Besides, it was determined that the value indexes of real estates with land property examined varied between 1.07 - 4.36 as the parcels with the highest points were generally located in Çarşı Neighborhood, having more than 90% usable area and almost all of them had high precedent. In addition, it was observed that the street based fair values were very low and did not reflect the real value of the real estates and the parcels had quite different values despite located on the same street having same prices per square meters. Therefore, it is very important and essential to determine the parcel-based real values of real estates, to produce city-based value maps and to serve these parcel-based real values to the real estate transactions (buying and selling, banking, expropriation etc. ) when needed.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

\*ayavuzozalp@artvin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-8297-9034  
(hakinci@artvin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9957-1692  
(stemucin@artvin.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-5839-6616

ÖZALP, A., AKINCI, H., TEMUÇİN KILIÇER, S. (2020). Artvin Örneğinde Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değerini Etkileyen Faktörlerin Analizi. Geomatik, 5 (2), 100-111. DOI: 10.29128/geomatik.579401

Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik/issue/52495/579401>

Araştırma Makalesi / DOI: 10.29128/geomatik.579401

Geliş Tarihi: 18/06/2019; Kabul Tarihi: 01/08/2019



## 1. GİRİŞ

Ülkelerin ekonomisinde önemli bir role sahip olan alım-satım, vergilendirme, kamulaştırma, kredilendirme, miras, sigortacılık gibi birçok işlemin gerçekleşmesi taşınmaz malların değerinin bilinmesini gerektirir (Yılmaz & Demir, 2011; Yalçır, 2014; Emek & Öztürk, 2015; Bozkurt, 2016). Bir taşınmaz malın değerini; taşınmaz malın jeolojik ve topoğrafik özellikleri, bölgedeki emlak piyasası, bulunduğu bölge içerisindeki konumu, imar koşulları, bulunduğu bölgenin demografik yapısındaki değişiklikler (bölgesel özellikleri) etkileyebileceği gibi, ticari ve sınai trendler, hükümetlerin mali politikaları, enflasyon, yüksek faiz, kredilendirme koşulları gibi ülkesel politikalar da etkilemektedir (Karaca, 2008). Taşınmaz değerini etkileyen faktörlerin çok sayıda olması, yöresel özelliklere göre çeşitlilik göstermesi ve değerlendirme kullanılacak faktörlerin, mekana, zamana ve kişiye bağlı olarak değişebilmesi kesin bir taşınmaz değerlendirme modelinin oluşturulamamasına ve böylece taşınmaz malın değerinin kesin olarak belirlenememesine yol açmaktadır. Yine alıcıların öncül tercihleri değer üzerinde etkili olmakla birlikte bu tercihlerin modele dahil edilmesi olanaksızdır. Ancak değişik parametrelerin dikkate alınması ve fiziksel özelliklerin doğru analizi ile taşınmaz malın yaklaşık değerinin belirlenebilmesi de mümkündür (Yomralıoğlu, 1995; Bin, 2004; Bozkurt, 2016).

Bu kapsamda, mevcut taşınmaz değerlendirme sistemleri incelendiğinde, ülkemizde değerlendirme işlemlerinin; belirli bir yasal temeli olmayan, bilimsellikten ve nesnellikten uzak, öznel kararlara göre işleyen bir sistem olduğu, aynı taşınmaz mal için farklı kurum ve kuruluşlarca farklı değerlemelerin yapıldığı, hatta aynı kurum tarafından aynı taşınmaz için farklı değerlemelerin yapıldığı, uygulamada tespit edilen taşınmaz mal birim değerlerinin serbest piyasa koşullarındaki değerlerden önemli derecede farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Bu durum, taşınmazlara ilişkin değerlendirme işlemlerinin yeniden ele alınarak bir düzene kavuşturulmasını gerekli ve kaçınılmaz kılmıştır. Nitekim son yıllarda ülkemizde, bilimsel ve kurumsal bağlamda çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmekte ve taşınmaz değerlendirme süreci sağlıklı bir temele oturtulmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmalardan biri Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün 2008 yılında Dünya Bankası desteği ile başlattığı Tapu Kadastro Modernizasyon Projesi (TKMP)'dir. Bu projenin dördüncü bileşeni "Taşınmaz Değerleme" konusuyla ilgilidir. Söz konusu projede, taşınmazın türüne (konut, arsa, arazi) göre değeri etkileyen parametrelerin belirlenmesi ve standartların oluşturulması çalışmaları gerçekleştirilerek 2011 yılında rapor yayınlanmıştır (TKMP, 2014). Yine bu kapsamda Ağustos 2018'de açıklanan 100 Günlük Eylem Planında "Taşınmaz Değerleme Sisteminin Kurulması" konusuna yer verilmiştir ve akabinde ilgili yönetmelik çalışmaları başlatılmıştır. Öte

yandan, arsa niteliğindeki taşınmaz malların değerlendirilmesiyle ilgili bazı çalışmalara bakıldığında, Deveci ve Yılmaz (2009)'un Afyonkarahisar'da yaptıkları çalışmada 19 parametre, Timur (2009)'un Şişli'de yaptıkları çalışmada 5 parametre, Çakır ve Sesli (2013)'ün Samsun'da yaptıkları çalışmada 15 parametre ve TKMP (2014)'ün Ankara'da yaptıkları çalışmada 36 parametre kullandıkları gözlenmiştir. Dolayısıyla taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin lokal özelliklere göre değişebileceği gerçeği de dikkate alındığında, bu çalışmaların ülke tamamına yayılması oldukça önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, taşınmaz piyasasına ilişkin herhangi bir çalışma ve araştırmaya sahip olmayan zorlu topoğrafyasıyla Artvin kenti dikkate alındığında bu çalışmaların gerçekleştirilerek literatüre kazandırılması oldukça anlamlı ve önemlidir. Dolayısıyla bu çalışmada, Artvin kent merkezinde (Balçioğlu, Çamlık, Çarşı, Çayağzı, Dere, Orta ve Yenimahalle olmak üzere 7 mahalle ölçeğinde) lokal özellikler de dikkate alınarak arsa vasıflı taşınmaz malların değerini etkileyen faktörlerin ve etki derecelerinin belirlenmesi ve Taşınmaz Değer İndeksi Haritasının üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirirken Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yönteminden yararlanılmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Alanı

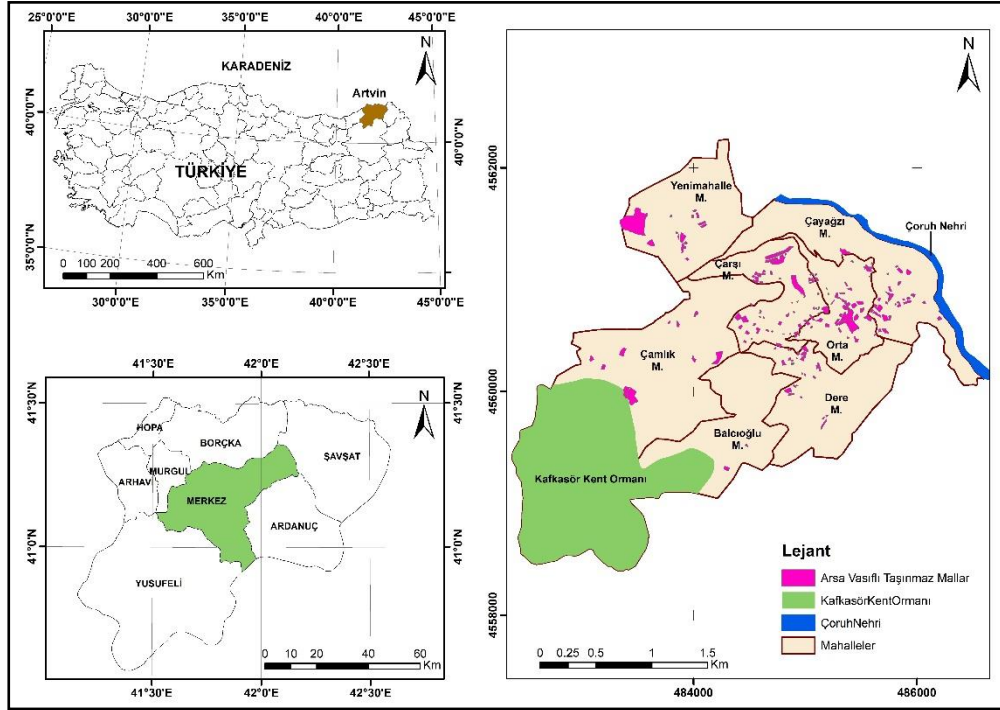
Çalışma alanı olarak, Artvin kent merkezinin onaylı İmar Planı sınırı içinde kalan 7 mahalle (Balçioğlu, Çamlık, Çarşı, Çayağzı, Dere, Orta ve Yenimahalle) seçilmiştir. Söz konusu çalışma alanı, 41° 47' 24" ve 41° 50' 24" Doğu Boylamları ile 41° 09' 36" ve 41° 11' 42" Kuzey enlemleri arasında konumlanmış 768.91 ha büyüklüğünde bir alandır (Şekil 1). Kentin güney batısında, 182.90 ha yüzölçümü ile Kafkasör Kent Ormanı bulunmaktadır. Yamaca kurulu bir yerleşim alanı olan Artvin kent merkezinde yükseklik, 180 m ile 1280 m arasında değişmektedir (Yavuz Özalp vd. 2013).

Oldukça engebeli ve dağlık yapısı ile dikkat çeken Artvin kent merkezinde heyelan duyarlılığı da önem arz etmektedir. Bu kapsamda Akıncı vd. (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre, Artvin kent merkezinin % 40'ı ve mevcut imar planındaki yapı adalarının % 68'i yüksek ve çok yüksek derecede heyelan duyarlılığına haizdir.

Bu bağlamda çalışma alanının coğrafi konumu ve zorlu topoğrafyası, kent merkezinde yerleşime uygun alanları oldukça kısıtlamaktadır. Söz konusu bu kısıtlılık, son yıllarda yapılan barajlar nedeniyle yerleşim alanlarının sular altında kalması da eklendiğinde, Artvin kent merkezindeki taşınmaz pazarında önemli hareketlenmelere yol açmıştır. Gelinen noktada kent merkezi dikkate alındığında 2015 yılında 71 adet, 2016 yılında 50 adet ve 2017 yılında 69 adet "ana taşınmaz satışı" (Bağımsız

Bölüm hariç) gerçekleşirken, bağımsız bölüm bazında ise 2015 yılında 154, 2016 yılında 230 ve 2017 yılında 230 adet konut satışına konu olmuştur (TKGM, 2019). Bu çalışmada, 2015 yılında satışa

konu olan arsa vasıflı taşınmaz mallardan, çalışma kapsamında üretilen Taşınmaz Değer İndekslerinin analizi sürecinde yararlanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

## 2.2. Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

Değerleme çalışmalarında, yapılan işlemin doğruluğu ve tutarlılığı, modelin doğru oluşturulmasına, bu ise değere etki eden faktörlerin ve etkilerinin doğru biçimde belirlenmesine bağlıdır. Bu nedenle taşınmaz malın değerini etkileyen faktörlerin seçilmesinin ve etki düzeylerinin belirlenmesinin, taşınmaz değerlendirme sürecinin en önemli ve zorlu adımı olduğu söylenebilir (Çakır & Sesli, 2013; Yavuz Özalp & Akıncı, 2017a). Aynı zamanda, taşınmaz malın değerini etkileyen parametrelerin taşınmazın türüne (arsa, arazi, konut, işyeri gibi) ve konumlandığı coğrafyanın özelliklerine göre değişiklikler göstereceği de kabul edilen bir gerçektir. Bu nedenle hem teorik anlamda hem de uygulama boyutunda taşınmazların değerini belirlemeye yönelik çok sayıda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak ülkemiz ölçeğinde taşınmazın değerini etkileyen faktörler ve ağırlıkları hususunda standartlar henüz oluşturulamamıştır.

Bu bağlamda kurumsal bazda yapılan Tapu Kadastro Modernizasyon Projesi (TKMP) oldukça önem taşımaktadır. Proje kapsamında taşınmazın değeri üzerinde etkiye sahip olabilecek yaklaşık 80 parametre listelenmiş ve Ankara/Mamak ile İstanbul/Fatih ilçelerinde 2 pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Mamak ilçesinde arsa vasıflı

taşınmaz mallar için yapılan uygulamada 36 parametre (TKMP, 2014) kullanılmıştır. Benzer şekilde literatürde birçok çalışmada da (Yomralıoğlu, 1995; Devenci & Yılmaz, 2009; Karakayacı & Karakayacı, 2012; Çakır & Sesli, 2013; Akış, 2013; Yalçır & Ünel, 2016; İlhan, 2017) arsanın değeri üzerinde etkili olabilecek çeşitli faktörler listelenmiştir. Bunlar; arsanın konumu ve biçimi, toprağın fiziksel yapısı, yola cephe uzunluğu ve yolun genişliği, imar yollarının mevcutta açık olup olmaması, imar planıyla getirilen kısıtlamalar (kat sınırlaması, arsanın kullanılma oranı gibi), parselin köşe sayısı, parselin dar ve uzun bir yapıda olması, parselin kullanım alanı vb. şeklinde sıralanabilir. Görüldüğü gibi değeri etkileyen faktörlerin sayısı, bölge şartlarına bağlı olmakla birlikte kişiden kişiye de değişebilmektedir.

Bu çalışmada, Artvin kent merkezinin coğrafi koşulları ve fiziki özellikleri ile kentte emlak işiyle ilgilenen kişilerin (bilirkişiler, müteahhitler, emlakçılar ve konut/ gayrimenkul değerlendirme uzmanları) görüşleri doğrultusunda arsa vasıflı taşınmaz malların değerini etkileyen 15 faktör belirlenmiştir (Tablo 1). Bu kapsamda, taşınmaz değeri üzerinde etkiye sahip olduğu düşünülen sosyo-ekonomik faktörler (nüfus, rant, arz ve talep gibi) dikkate alınmamış sadece kurumsal ve fiziksel özellikler ele alınmıştır.

**Tablo 1.** Artvin merkezde arsa vasıflı taşınmaz malların değerini etkileyen faktörler

<b>F1</b>	Parselin konumu	<b>F6</b>	Yapı nizamı	<b>F11</b>	İlkokula yakınlık
<b>F2</b>	Kat adedi	<b>F7</b>	İmar planına göre kullanılabilir alan	<b>F12</b>	Toplu taşımaya yakınlık
<b>F3</b>	Sokak genişliği	<b>F8</b>	Cephe uzunluğu	<b>F13</b>	Hastaneye yakınlık
<b>F4</b>	Parselin alanı	<b>F9</b>	Parselin ortalama eğimi	<b>F14</b>	Kamu binalarına yakınlık
<b>F5</b>	Toplam inşaat alanı	<b>F10</b>	Şehir merkezine yakınlık	<b>F15</b>	Baki

### 2.3. Verilerin Temini ve Hazırlanması

Arsa vasıflı taşınmaz malların değeri üzerinde etkiye sahip faktörler belirlendikten sonra bu faktörlere ait verilerin temini ve arsa vasıflı taşınmaz malların (parsellerin) tespiti işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışmanın materyalini oluşturan arsa vasıflı parsellerin belirlenmesi amacıyla Artvin Kadastro Müdürlüğü'nden, çalışma alanını (7 mahalleye ait) kapsayan 1/1000 ölçekli sayısal formattaki Kadastro Altlıkları ve Parsel Öznitelik listesi temin edilmiştir. Temin edilen bu listeden faydalanarak vasfı "arsa" olan yapısız parseller belirlenmiş ve tüm konumsal ve konumsal olmayan veriler (taşınmazların mahallesi, vasfı, ada/parsel no, yüzölçümü gibi) ArcGIS 10.2 ortamında oluşturulan "Arsa Değer Veritabanı" na aktarılmıştır. Arsa vasıflı taşınmaz mallar belirlenirken, belediye imar planı sınırı içinde bulunan arazilerin arsa niteliği taşıdığı kabulü dikkate alınmıştır.

Ardından, arsa vasıflı taşınmaz malların değerinin belirlenmesinde etkili olacak faktörlere (sosyal donatılara, eğitim tesislerine, sağlık tesislerine olan uzaklık, topoğrafik durumu gibi) ait bilgiler 1/1000 ölçekli sayısal formattaki halihazır haritalardan yararlanarak elde edilmiştir. Ayrıca Artvin Belediyesi'nden raster formatında temin edilen 1/1000 ölçekli İmar Paftaları sayısallaştırılarak 7 mahalle bazında yapılaşmaya tahsis edilen adalar ve özellikleri ile diğer kullanım alanları (eğitim, ticaret, rekreasyon gibi) belirlenerek veri tabanına eklenmiştir. Kadastro parselleri ile imar paftaları (özellikle yapı adaları) çakıştırılarak parsellerin yapılaşmaya uygun kısımları, yol genişlikleri, kat sayıları, TAKS, KAKS gibi bilgileri veritabanına aktararak değerlemede kullanılacak faktörlerin oluşturulması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın bir sonraki adımında ise, Artvin Tapu Müdürlüğü'nden 2015 yılına ait (1 Ocak 2015 – 31 Aralık 2015 tarihleri arasında) alım-satıma konu olmuş arsa vasıflı taşınmaz malların listesi ve detay bilgileri (Ada/parsel no, yüzölçümü, vasfı, satış tarihi, satış bedeli gibi) temin edilerek oluşturulan veritabanına girilmiştir. Ayrıca söz konusu bu arsa vasıflı taşınmaz malların emlak vergisi beyan değerleri ve çalışma alanında yer alan cadde ve sokakların arsa birim fiyatları da Belediyeden temin edilerek veritabanına aktarılmıştır.

### 2.4. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi

Çok kriterli karar verme analiz yaklaşımlarından biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi taşınmaz değerlendirme uygulamalarında yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. AHP, karar verme işlemi, amaca yönelik bir hiyerarşi şeklinde ele alan ve amaca hizmet eden kriterlerin, amaca ne kadar etki ettiğini karşılıklı karar matrisleri ile belirlemeyi sağlayan bir metottür. Dolayısıyla, değer tespit sürecinde birçok nesnel kriteri birlikte değerlendirmeyi gerektiren taşınmaz değerlendirme çalışmaları için uygun bir yöntem olduğu ve taşınmaz araştırmalarında yaygın biçimde kullanıldığı (Yılmaz & Demir, 2011; Yalçır, 2014; Yavuz Özalp & Akıncı, 2017a) söylenebilir. AHP yönteminde Saaty (1980) tarafından önerilen tercih ölçeğinden yararlanılarak bir puanlama yapılır ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Ağırlıkların, başka bir ifadeyle önceliklerin belirlenmesi, ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu işlemde, matrisin sütun elemanları her bir sütun toplamına bölünerek "normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi" elde edilir. Elde edilen matristeki satır elemanları toplanır ve toplam değer, satırdaki eleman sayısına bölünerek öncelik vektörü ya da ağırlık vektörü elde edilir (Kavas, 2009; Akıncı vd., 2012). Ağırlıklar 0-1 aralığında değer alır ve toplamı 1'e eşit olur (Öztürk & Batuk, 2010). İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için Saaty (1980) tarafından önerilen tutarlılık oranı (Consistency Ratio - CR) hesaplanır. Saaty (1980)'e göre bu oran 0.10'un altında olmalıdır. Yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam edebileceği kabul edilmektedir. Eğer tutarlılık oranı 0.10'un üstünde ise yargılar tutarsız kabul edilmektedir. Bu durumda yargıların kalitesinin iyileştirilmesi gerekir. Tutarlılık oranı yargıların yeniden gözden geçirilmesiyle düşürülebilir (Akıncı vd., 2012).

### 2.5. Değeri Etkileyen Faktörlerin Ağırlıklarının AHP Yöntemi ile Belirlenmesi

Değeri etkileyen faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesi, değerlendirme çalışmalarının en zor aşamalarından biridir. Her kent için taşınmaz değerlerinin belirlenmesinde esas alınan faktörler ve ağırlıklarının farklı olacağı bilinen bir gerçektir. Bu

nedenle kent bazında değere etki eden faktörlerin ve etki seviyelerinin belirlenmesi daha anlamlı olacaktır. Faktörlerin taşınmazın değerine olan etki düzeyini (ağırlığını) belirlemede AHP yöntemi kullanılmıştır. Kauko (2002)'nin de belirttiği gibi bölgeyi tanıyan değerlendirme uzmanlarının görüşlerinin alınması oldukça önemli olduğundan bu çalışmada, Artvin kent merkezinde bu işle uğraşan (2 Bilirkişi, 2 Müteahhit, 2 Emlakçı ve 1 Taşınmaz Değerleme Uzmanı) dolayısıyla Artvin taşınmaz pazarını derinlemesine analiz etmiş olan 7 kişilik değerlendirme uzman grubundan yararlanılmıştır. Söz konusu uzman grubuna faktörlerin birbirlerine göre önemlerini belirlemek üzere, ikili karşılaştırmalar yapılarak 9 birimlik ölçeğe göre (Saaty, 1980) faktörler puanlandırılmıştır. Faktörlerin ikili

karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlıkları Tablo 2'de sunulmuştur.

Ardından ikili karşılaştırmaların tutarlılığı analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan 15 faktör için tutarlılık oranı (CR) 0.0859 olarak bulunmuştur. Hesaplanan tutarlılık oranı değerinin 0.10'dan küçük olması (Saaty, 1980) karşılaştırmaların tutarlı ve kabul edilebilir hassasiyette olduğunu göstermektedir. Aynı uzman grubuna danışılarak alt parametreler de beşli ölçek bağlamında puanlandırılmıştır (Tablo 3). Böylece Artvin lokal koşulları dikkate alındığında hem arsa vasıflı taşınmaz malların değerini etkileyen faktörlerin ağırlıkları hem de bu faktörlerin alt parametre puanları belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Faktörlerin ikili karşılaştırma matrisi

Faktörler	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	Ağırlık ( $w_i$ )
F1	1	1/4	1/8	1/6	1/7	1/5	1/7	1/6	1/4	1/9	2	1/3	3	1/2	1/5	<b>0.0148</b>
F2	4	1	1/6	1/4	1/5	1/2	1/5	1/3	1	1/7	5	2	3	3	1/2	<b>0.0335</b>
F3	8	6	1	3	2	4	2	3	5	1/2	9	4	9	5	4	<b>0.1483</b>
F4	6	4	1/3	1	1/2	3	1/2	2	5	1/4	7	5	8	5	2	<b>0.0893</b>
F5	7	5	1/2	2	1	3	1	3	5	1/3	8	4	9	6	3	<b>0.1142</b>
F6	5	2	1/4	1/3	1/3	1	1/4	1/2	2	1/7	5	3	6	5	1	<b>0.0507</b>
F7	7	5	1/2	2	1	4	1	2	4	1/3	8	4	9	7	3	<b>0.1126</b>
F8	6	3	1/3	1/2	1/3	2	1/2	1	2	1/6	5	4	6	4	2	<b>0.0648</b>
F9	4	1	1/5	1/5	1/5	1/2	1/4	1/2	1	1/6	4	2	5	3	1/2	<b>0.0357</b>
F10	9	7	2	4	3	7	3	6	6	1	9	5	9	6	4	<b>0.2106</b>
F11	1/2	1/5	1/9	1/7	1/8	1/5	1/8	1/5	1/4	1/9	1	1/5	2	1/2	1/6	<b>0.0118</b>
F12	3	1/2	1/4	1/5	1/4	1/3	1/4	1/4	1/2	1/5	5	1	5	2	1/3	<b>0.0303</b>
F13	1/3	1/3	1/9	1/8	1/9	1/6	1/9	1/6	1/5	1/9	1/2	1/5	1	1/4	1/6	<b>0.0098</b>
F14	2	1/3	1/5	1/5	1/6	1/5	1/7	1/4	1/3	1/6	2	1/2	4	1	1/4	<b>0.0202</b>
F15	5	2	1/4	1/2	1/3	1	1/3	1/2	2	1/4	6	3	6	4	1	<b>0.0534</b>

Max. eigenvalue ( $\lambda_{max}$ ) = 16.9118

n = 15

Rassallık indisi (RI) = 1.59

Tutarlılık göstergesi (CI) =  $(\lambda_{max} - n)/(n-1) = 0.13655$

Tutarlılık oranı (CR) =  $CI/RI = 0.08588$

**Tablo 3.** Alt faktörler ve puanları

Faktörler	Alt-faktör	Puan	Faktörler	Alt-faktör	Puan	Faktörler	Alt-faktör	Puan
Parselin Konumu	Köşe	5	Yapı nizamı	Ayrık	3	Şehir merkezine yakınlık (m)	0 - 250	5
	Ara	2		Bitişik	5		250 - 500	4
Kat adedi	2	2		Blok	3		500 - 750	3
	3	3	İmar planına göre kullanılabilir alan	Tamamı	5		750 - 1000	2
	4	4		%80-%99	4		>1000	1
5	5	%60-%79		3	İlkokula yakınlık (m)	0 - 150	5	
Sokak genişliği (m)	< 7	2	%40-%59	2		150 - 300	4	
	7 - 10	3	<%40	1		300 - 450	3	
	> 10	5	Cephe uzunluğu (m)	< 8		2	> 450	1
Parselin alanı (m <sup>2</sup> )	< 150	1		8 - 12	3	Toplu taşımaya yakınlık (m)	0 - 50	5
	150 - 300	2		12 - 18	4		50 - 100	4
	300 - 500	3	> 18	5	100- 200		3	
	500 - 1000	4	Parselin ortalama eğimi	< %15	5		200- 300	2
	> 1000	5		%15 - %30	4		> 300	1
Toplam inşaat alanı	Emsal 1.2	5		%30 - %50	2	Kamu binalarına yakınlık (m)	0 - 250	5
	Emsal 0.9	4	> %50	1	250- 500		4	
	Emsal 0.3	2	Hastaneye yakınlık (m)	0 - 500	5		500 - 1000	3
				500 - 1000	4		>1000	1
	Serbest	3		1000 - 2000	3	Bakı	G, GD, GB	5
Serbest	3	> 2000	1	D,B, Düz	3			
				K, KD, KB	1			

## 2.6. Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Belirlenmesi

Temin edilen kadastral altlıklardan faydalanarak vasfı “arsa” olarak kayıtlı 532 parsel belirlenmiştir. Burada hedef, yapısız parsellerin değerlerini tespit etmek olduğundan arsa niteliğindeki parseller seçilmiştir. Çalışmanın kentsel alanda gerçekleştiriliyor olması ve elbette ki Artvin ilinin topoğrafik yapısı azımsanmayacak sayıda alanca küçük parsellerin oluşmasına yol açmıştır. Çalışma alanında 0.57 m<sup>2</sup>, 1 m<sup>2</sup>, 2 m<sup>2</sup> büyüklüklerinde parsellerin olduğu ve parsel alanlarının 0.57 m<sup>2</sup> ile 29971.03 m<sup>2</sup> arasında değiştiği gözlenmiştir. Yüzölçümüne göre parsel dağılımı Tablo 4’de görülmektedir. Bu tabloya göre 147 parsel 100 m<sup>2</sup>’nin altında ve 69 parsel 1 dönümün (1000 m<sup>2</sup>) üzerinde alana sahiptir.

Bu bağlamda toplam 13 parselin üzerinde kamu binaları (Hastane, ilköğretim okulları, Karayolları, DSİ, Özel idare gibi) bulunmaktadır. Yine tapuda arsa/bahçe vasfında olmasına rağmen, yapılan kontrollerde çok katlı binaların söz konusu parsellerin üzerinde yer aldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla üzerinde yapı olan parseller (kamu binaları da dahil), belli büyüklüğün (100 m<sup>2</sup>) altındaki parseller ve yapılaşma harici alanlara (eğitim tesisleri, yeşil alan, jeolojik sakıncalı alan, idari alanlar, orman vb.) konu olan parseller çalışma kapsamı dışında tutularak toplam 273 parsel bu çalışmada ele alınmıştır.

**Tablo 4.** Yüzölçümü büyüklüklerine göre parsel dağılımı

Parsel Alanı (m <sup>2</sup> )	Parsel Sayısı
< 50	78
50-100	69
100-300	154
300-500	96
500-1000	66
1000-2000	37
> 2000	32
Toplam	532

Çalışmada ayrıca Artvin kent merkezinde 2015 yılında satışa konu olan 584 taşınmazdan 47 tanesinin arsa nitelikli olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu bu parsellerin tapuda gösterilen satış fiyatları ve emlak vergisi beyan değerleri temin edilerek üretilen taşınmaz değer indekslerinin analizinde yararlanılmıştır. Ancak Artvin kentinin fiziki şartları nedeniyle bu sayının oldukça az olduğu görülmektedir. Sayının az olmasında müteahhitlerin genelde arsaları kat karşılığı edinmeleri ve bu sözleşmeleri tapuya yansıtılmalarının da etkili olduğu söylenebilir.

## 2.7. Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değer İndekslerinin Belirlenmesi

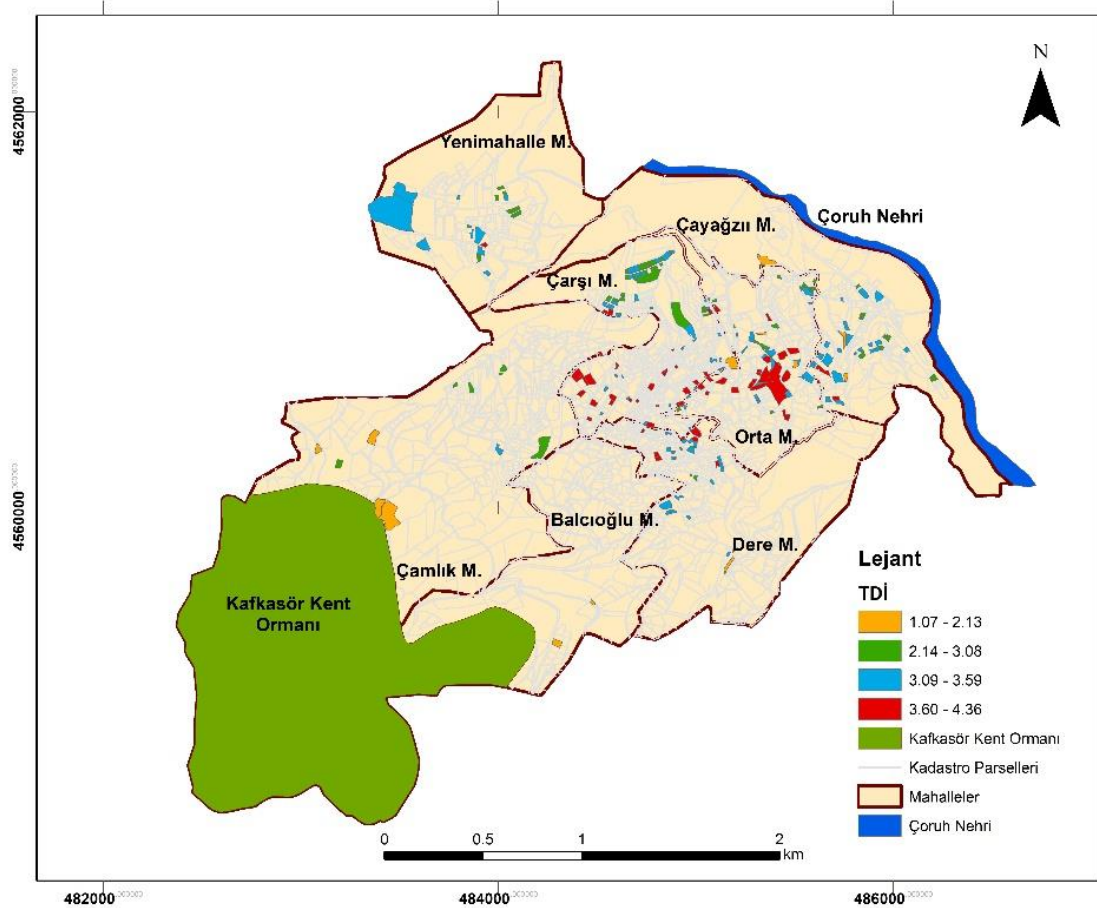
Artvin ili koşulları dikkate alınarak belirlenen 15 ana faktörün ağırlıkları (wi) (Tablo 2) ve alt faktörlerin puanları (Tablo 3) kullanılarak Artvin kent merkezindeki arsa vasıflı taşınmaz malların değer indeksleri belirlenmiştir. Bu doğrultuda üretilen model altta formüle edilmiştir.

$$TDİ = [(P_{konum} * 0.0148) + (P_{kat} * 0.0335) + (P_{sokak} * 0.1483) + (P_{alan} * 0.0893) + (P_{emsal} * 0.1142) + (P_{nizam} * 0.0507) + (P_{kullanılabilen} * 0.1126) + (P_{cephe} * 0.0648) + (P_{egin} * 0.0357) + (P_{merkez} * 0.2106) + (P_{okul} * 0.0118) + (P_{toplutaş} * 0.0303) + (P_{hastane} * 0.0098) + (P_{kamu} * 0.0202) + (P_{baki} * 0.0534)] \quad (1)$$

Ardından (1) numaralı formül, seçilen 273 adet arsa vasıflı taşınmaz mala uygulanarak her birinin taşınmaz değer indeksi (TDİ) belirlenmiş (Tablo 5) ve haritada gösterilmiştir (Şekil 2).

**Tablo 5.** Arsa vasıflı taşınmaz malların değer indekslerine ait bir örnek

Mahalle	Alan	Kullan_alan	F10	F11	F13	F14	F9	F15	F12	F2	F1	F8	F5	F6	F3	F4	F7	TDİ
Çamlık	381.57	0.00	1	1	3	2	3	1	1	0	0	5	0	0	0	3	0	1.07
Çamlık	1043.58	651.14	2	1	4	2	3	5	4	3	2	5	3	3	5	5	3	3.48
Çamlık	2612.86	0.00	1	1	3	2	3	3	1	0	0	5	0	0	5	5	0	2.10
Çamlık	175.01	173.54	2	2	4	4	3	1	4	2	5	5	2	3	2	2	4	2.62
Çamlık	816.76	816.76	2	2	4	5	3	3	4	2	5	5	2	3	2	4	5	3.04
Orta	941.49	860.21	4	2	4	5	1	1	3	4	5	5	3	3	3	4	4	3.47
Orta	4597.88	1910.87	4	2	4	5	1	5	2	4	5	5	3	3	5	5	2	3.81
Orta	7367.23	5193.93	4	2	4	5	3	1	2	4	5	5	5	3	5	5	3	4.01
Orta	72.27	72.27	3	2	4	5	3	3	5	4	2	5	3	3	3	1	5	3.29
Orta	724.09	705.86	5	5	5	5	3	5	4	5	2	5	3	3	5	4	4	4.32
Orta	1020.04	636.09	4	2	4	5	3	3	3	4	2	5	3	3	5	5	3	3.87
Dere	564.56	324.70	4	2	4	5	3	1	5	4	5	5	3	3	5	4	2	3.67
Dere	442.23	336.98	3	1	4	5	4	3	5	3	2	3	3	3	5	3	3	3.40
Dere	537.71	285.70	4	2	4	5	3	1	5	4	5	4	3	3	5	4	2	3.60
Çayağzı	1127.86	665.78	2	4	4	5	1	3	5	4	5	5	3	3	3	5	2	3.10
Çayağzı	2798.94	0.00	3	1	4	5	1	1	3	0	0	0	0	0	0	5	0	1.41
Çayağzı	553.61	411.24	1	5	3	5	1	1	4	3	2	5	3	3	3	4	3	2.70
Balcıoğlu	1391.65	0.00	1	1	3	2	3	3	1	0	0	0	0	0	5	5	0	1.78
Çarşı	748.46	729.84	5	2	5	5	3	5	5	5	5	5	3	3	5	4	4	4.36



**Şekil 2.** Artvin kent merkezi arsa vasıflı taşınmaz malların değer indeksi haritası

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değerini Etkileyen Faktörlerin ve Ağırlıklarının Analizi

Bu çalışmada, AHP yöntemi kullanılarak uzman grubu görüşleri doğrultusunda 15 faktörün ağırlıkları (öncelikleri) belirlenmiştir (Tablo 2). Tablo 2 incelendiğinde, arsa vasıflı taşınmaz malların değeri üzerinde en etkili faktörün “Şehir merkezine yakınlık (w: 0.2106)” olduğu, bunu sırasıyla “sokak genişliği (w: 0.1483)”, “toplam inşaat alanı (w: 0.1142)”, “imar planına göre kullanılabilir alan (w: 0.1126)” ve “parsel alanı (w: 0.0893)” faktörlerinin takip ettiği görülmektedir. Bu bağlamda Timur (2009) da şehir merkezine olan uzaklık ile taşınmaz değerleri arasında negatif bir ilişkinin olduğunu ve kent merkezinden uzaklaştıkça taşınmaz değerlerinin düştüğünü belirtmiştir. Yine literatürdeki birçok çalışmada (Yusof & Ismail, 2012; Ayan & Erkin, 2014; Daşkiran, 2015) şehir merkezine yakınlık en önemli faktör olarak gösterilmiştir. Benzer şekilde Çakır ve Sesli (2013), Samsun’da yaptıkları çalışmada en etkili 2 faktörü, izin verilen kat adedi ve imar planına göre kullanılan alan olarak belirlemişlerdir. Yine Toktaş ve Erdoğan (2012) Afyonkarahisar’da yaptıkları çalışmada parselin imar durumunu en etkili parametre olarak bulmuşlardır.

Öte yandan arsa vasıflı taşınmaz malların değeri üzerinde en az etkili faktörün “hastaneye yakınlık (w: 0.0098)” olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla “ilkokula yakınlık (w: 0.0118)” ve “parselin konumu (w: 0.0148)” faktörleri takip etmiştir. Bu parametrelerin arsa vasıflı taşınmaz malların değeri üzerinde en az etkili olmasında, Artvin’in küçük bir kent olması ve mesafelerin kolayca ulaşılabilir olması söylenebilir. Bununla birlikte Yavuz Özalp ve Akıncı (2017b)’nın Artvin’de konutlara yönelik yaptığı çalışmada, beklentilerin aksine, ilkokula yakınlığın fiyat üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Artvin kent merkezinin coğrafi yapısı ve zorlu topoğrafyası özellikle yapılaşma bağlamında oldukça fazla kısıtlar sunmaktadır. Bilindiği gibi arsanın düz ya da eğimli olması konut tasarımını ve yerleşme düzenini etkilemektedir. Eğim artıkça yerleşim, dolaşım ve bina yapımında bir takım sorunlarla karşılaşılabilir (Yetkin, 2009). Bu noktada % 0-30 eğimdeki arazi yerleşime uygun kabul edilmektedir. Ancak kentsel alanların büyük bir kısmı (Artvin örneğinde de olduğu gibi) %50’den fazla eğime sahip alanlarda planlanmıştır (Türk & Erkan, 2018). Eğimin fazla olması yüksek istinat duvarlarının yapılmasına ve inşaat masrafının artmasına sebep olmaktadır. Yine yüksek eğim, yolların inşası sırasında çok fazla yarma ve dolgudan kaçınmak amacıyla enkesitlerin dar tutulmasına böylece dar yolların planlanmasına (7m, 10 m gibi) yol açmıştır (Türk & Erkan, 2018). Uygulamada, eğimi az olan

arsa ve arazilerin, eğimi fazla olanlara nazaran daha değerli olduğu kabul edilir. Nitekim bu çalışmada da “parselin ortalama eğimi (w: 0.0357)” ile ilgili elde edilen sonuç bu görüşü destekler niteliktedir.

Yine konut alanlarında yer seçimi yapılırken, güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanabilmek oldukça önemlidir. Bu nedenle arsa seçiminde güneye eğimi olan araziler tercih edilir (Yetkin, 2009). İmar planıyla getirilen toplam inşaat alanı, kullanılabilir alan, yapı düzeni, kat adedi gibi koşullar, taşınmazın değeri üzerinde etki eden en önemli özelliklerdir (Utkucu, 2007). Bu noktada yeterli büyüklüğe sahip olmayan taşınmazların komşu parseller ile hukuksal ilişkiye zorlanması parselin değerini negatif yönde etkileyebilmektedir (İlhan, 2017). Bu çalışmada faktörlerin arsa vasıflı taşınmaz malların değeri üzerindeki etkilerine dair elde edilen sonuçlar beklentilerle uyumlu olmuştur.

#### 3.2. Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değer İndekslerinin Analizi

AHP yöntemi kullanılarak, Artvin kent merkezi örneğinde arsa vasıflı taşınmaz malların değerini etkileyen faktörlerin ağırlıkları belirlenmiş ve akabinde bu verilerden yararlanarak kent merkezindeki arsa vasıflı taşınmaz malların (273 parsel) taşınmaz değer indeksleri hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplamaların neticesinde parsellerin değer indekslerinin 1.07 ile 4.36 arasında değiştiği görülmüştür. Bu bağlamda çalışmada ele alınan arsa vasıflı taşınmaz malların puan aralıklarına göre dağılımları Tablo 6’da sunulmuştur.

En düşük değer indeksli parseller ele alındığında, bunların çoğunlukla yol, yeşil alan gibi yapılaşmaya müsait olmayan alanlara denk geldiği başka bir ifadeyle kullanılabilir alanlarının oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Yine bu gruptaki parsellerden sadece 1 tanesi Çarşı Mahallesi’nde bulunmakta ve diğerleri kentin çeperlerinde, daha ziyade yapılaşmaya müsait olmayan alanlarda bulunmaktadır. Bu sonuç beklentiyle paralel doğrultudadır.

**Tablo 6.** Arsa vasıflı taşınmaz malların taşınmaz değer indeksine göre dağılımı

No	Puan Aralığı	Parsel Sayısı
1	1.07 - 2.13	15
2	2.14 - 3.08	81
3	3.09 - 3.59	112
4	3.60 - 4.36	65

En yüksek değer indeksli grupta yer alan 65 parsel incelendiğinde, 21 tanesinin Çarşı Mahallesinde yer aldığı, alanca 102 m<sup>2</sup> ile 7367 m<sup>2</sup> arasında olduğu, 47 parselin (yani % 72) alanca %90’ından daha fazla kullanılabilir alana sahip olduğu ve tamamına yakınının emsalinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca 2015 yılında satışa konu olan ve tapudaki satış fiyatları mevcut olan 47 adet arsa vasıflı taşınmaz mal incelenmiştir (Tablo 7). Bu bağlamda arsa vasıflı taşınmaz malların metrekare satış fiyatlarının 0.36 TL ile 507.71 TL arasında değiştiği, 15 tanesinin metrekare fiyatının 10 TL'nin altında, 4 tanesinin ise 400 TL üzerinde olduğu görülmüştür. Bu kapsamda mevcut veri setine göre yapılan hesaplamalarda tapudaki kayıtlı satış fiyatları ile tahmini fiyatlar arasında büyük farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıkların her iki yönde de mevcut olduğu başka bir ifadeyle bir yanda arsa vasıflı taşınmaz malların gerçek değeri altında

satışı söz konusu iken öte yanda gerçek ederinden daha pahalıya satıldığı da gözlenmiştir. Bu rakamlar, literatürde de (Yahşi, 2007; Kırar, 2008; Türkay, 2015) belirtildiği gibi ülkemizdeki taşınmaz mal satışlarının, Tapu Müdürlüklerinde, olduğundan daha az ya da daha fazla bir bedelle kaydedildiği gerçeğini de doğrulamaktadır. Ne yazık ki taşınmaz malların gerçek satış fiyatları kaydedilmemektedir ve bu değerlere erişim oldukça güçtür. Bu durum ise üretilen modellerin gerçeği ne oranda yansıttığının tespiti ve modellerin test edilmesini zorlaştırmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. Arsa vasıflı taşınmaz malların 2015 yılı tapudaki satış ve tahmini değerlerine örnek

No	Tapudaki Satış D.	Tahmini Değer	Oran (%)	No	Tapudaki Satış D.	Tahmini Değer	Oran (%)
1	32000	42965,13	134	11	80000	117785,1	147
2	11000	31854,89	290	12	60000	93970,3	157
3	7500	103204,6	1376	13	73000	100620,4	138
4	38273	80723,36	211	14	122699	114762,4	94
5	2000	62287,29	3114	15	700	108725,7	15532
6	38064	114661,6	301	16	600	79985,43	13331
7	110000	128089,3	116	17	217210	118949,8	55
8	900	97565,05	10841	18	99000	82803,75	84
9	2750	88724,86	3226	19	567800	109570,3	19
10	102000	116250	114	20	5495	77211,58	1405

Bununla birlikte taşınmaz malların değerini etkileyen faktörlerin ve ağırlıklarının dikkate alınarak taşınmaz değer indeksinin belirlenmiş olması, bu değer indekslerinin güvenilir ve gerçekçi bir veri setinden yararlanılarak istenilen zaman için taşınmazın piyasa değeri hakkında bilgi vermesi açısından oldukça önem taşımaktadır.

Çalışmanın bir diğer aşamasında ise satışa konu olan arsa vasıflı taşınmaz malların emlak beyan değerleri incelenmiştir (Tablo 8). Bilindiği gibi taşınmaz malların satışında satış değerinin emlak beyan değeri (emlak vergisi değeri) altına

düşmemesi yasal bir zorunluluktur. Buna rağmen fiyatlar incelendiğinde bu kuralın ihlal edildiği zaten düşük olan emlak beyan değerlerinin bile altında satışların gerçekleştiği gözlenmiştir. Dolayısıyla alım-satım işlemleri nedeniyle Devlet tarafından toplanan harç ve vergilerde ciddi bir kayıp söz konusudur. Ayrıca, Döner ve Alkan (2011)'in de belirttiği gibi bir taşınmaz mal için piyasa rayicinin altında veya çok üzerinde bir değer belirlenmesi gerek tapu ve belediyelerde vergi usulsüzlüklerine, gerekse bankalarda karşılığı olmayan kredilerin verilmesine sebep olabilmektedir.

Tablo 8. Bazı arsa vasıflı taşınmaz malların tapudaki satış, emlak vergisi ve tahmini değerleri (TL)

No	Tapudaki Satış D.	Emlak Vergisi D.	Tahmini Değer	No	Tapudaki Satış D.	Emlak Vergisi D.	Tahmini Değer
1	32000	266289	42965,13	7	900	1322	97565,05
2	7500	4936	103204,6	8	2750	833084	88724,86
3	38273	75889	80723,36	9	100	107263	86751,15
4	354600	23260	83743,18	10	60000	44712	93970,3
5	1350	72135	97615,42	11	210000	99207	39734,89
6	125730	73945	88392,95	12	48100	90579	86774,87

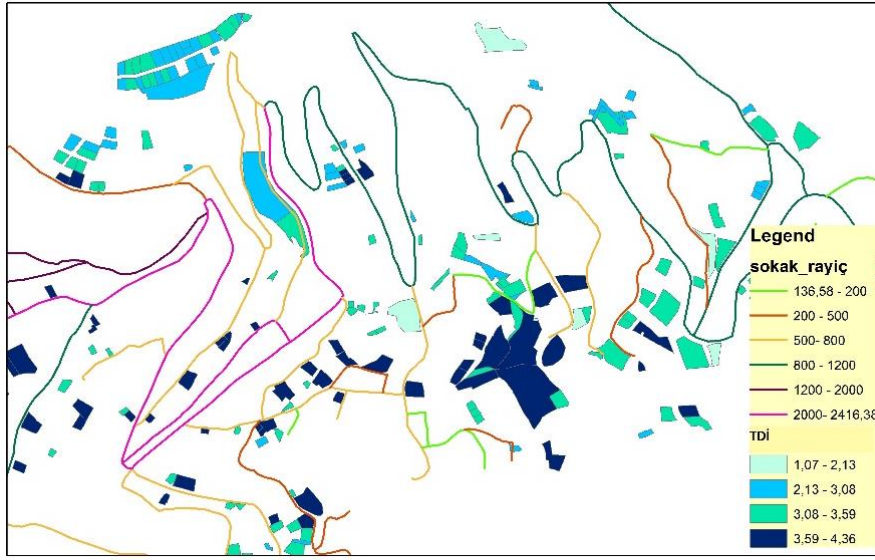
Çalışmanın son adımında ise Artvin kent merkezindeki sokak ve caddelerin 2015 yılı emlak rayiç değerleri temin edilerek incelenmiştir. Kent

merkezinde cadde/sokak rayiç değerlerinin 136 TL ile 2416 TL arasında değiştiği ve özellikle Çarşı Mahallesiindeki Cadde ve sokakların daha değerli



olduğu gözlenmiştir. Cadde/sokakların rayiç değerleri ile taşınmaz değer indeksleri karşılaştırılarak incelenmiştir (Şekil 3). Şekil 3'e bakıldığında aynı cadde/ sokak üzerinde m<sup>2</sup> fiyatı aynı olmasına rağmen parsellerin farklı değerlerde olduğu görülmektedir. Yine en değerli bazı parsellerin rayiç değeri en düşük sokak üzerinde yer aldığı ve belirlenen taşınmaz değer indeksi ile sokak rayiç değeri arasında makul bir ilişkinin olmadığı gözlenmiştir. Bu bağlamda, Yalpir vd. (2013) Konya'da yaptıkları bir çalışmada tapudaki satış değeri ile emlak vergisi değeri arasında çok farkın

olmadığını, tapudaki satış değerinin, emlak vergisi değerine çok az eklemeye yapılarak belirlendiğini, bununla birlikte piyasa değeri ile emlak vergisi değeri arasında büyük farkın olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Belediyelerin belirlediği emlak vergisi değerlerinin çok düşük olduğunu ve taşınmaz malın gerçek değerini yansıtmadığını dolayısıyla taşınmaz malların gerçek değerlerinin belirlenmesinin ve fiyata yansıtılmasının ülke ekonomisi açısından büyük önem taşıdığını da ifade etmişlerdir.



Şekil 3. Cadde/sokak emlak rayiç değerleri ile taşınmaz değer indeksleri

#### 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Artvin kent merkezinde arsa vasıflı taşınmaz malların değeri üzerinde etkili olan faktörler ve etki dereceleri uzman görüşleri doğrultusunda AHP yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 15 faktörün analiz edildiği bu çalışma sonucunda arsa vasıflı taşınmaz malların üzerinde en çok etkiye sahip 3 faktörün "Şehir merkezine yakınlık", "Sokak genişliği" ve "Toplam inşaat alanı" olduğu, en az etkiye sahip 3 faktörün ise "Hastaneye yakınlık", "İlkokula yakınlık" ve "Parselin konumu" olduğu tespit edilmiştir. Faktörlerin ve ağırlıklarının belirlenmesinin ardından Artvin Merkezde (7 Mahalle ölçeğinde) tespit edilen 273 adet arsa vasıflı taşınmaz malın taşınmaz değer indeksi hesaplanmıştır. Bu bağlamda hesaplanan indekslerin 1.07 ile 4.36 aralığında değiştiği ve en yüksek değer indeksli parsellerin (65 arsa vasıflı taşınmaz mal) genellikle Çarşı Mahallesi (merkezde) yer aldığı ve alanca %90'ından daha fazla kullanılabilir alana sahip olduğu ve tamamına yakınının emsalinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hesaplanan taşınmaz değer indeksleri, 2015 yılında satışa konu olan ve tapudaki satış fiyatları temin edilen 47 arsa vasıflı taşınmaz mal bazında analiz edilmiştir. Bu kapsamda yapılan hesaplamalarda, tapudaki satış fiyatı ile tahmini

fiyatlar arasında farklılıkların olduğu ve bu farklılıkların her iki yönde de mevcut olduğu belirlenmiştir. Şöyle ki bir yanda arsa vasıflı taşınmaz mallar gerçek değeri altında satılabilirken öte yanda gerçek ederinden daha büyük meblağlara da satılabilmektedir. Bu durum ise, üretilen modellerin doğrulanması noktasında kısıtlar oluşturmaktadır. Yine literatürde belirtildiği gibi bu çalışmada da piyasa değeri ile emlak vergisi değeri arasında büyük farkların olduğu, Belediyelerce belirlenen cadde/sokak rayiçlerinin düşük olduğu ve taşınmaz malın gerçek değerini yansıtmadığı, aynı cadde/ sokak üzerinde arsa vasıflı taşınmaz malların m<sup>2</sup> fiyatı aynı olmasına rağmen parsellerin oldukça farklı değerlerde olduğu gözlenmiştir.

Bu bağlamda taşınmaz değer indekslerinin, taşınmazların sahip olduğu özellikler dikkate alınarak belirlenmiş olması, güvenilir, gerçekçi ve yeterli miktardaki bir veri setiyle istenilen zaman için taşınmazın piyasa değerine dönüştürülebilmesi imkanı oldukça önem taşımaktadır. Dolayısıyla taşınmaz malların konumsal, fiziksel, sosyo-ekonomik, ülke ve bölgesel politikalar, lokal koşullar gibi tüm özellikleri dikkate alınarak parsel tabanlı gerçek değerlerinin belirlenmesi, kent bazlı değer indeks haritalarının üretilmesi ve bu değerlere ihtiyaç duyan işlemlere (alım-satım, bankacılık, sigorta vb) servis edilmesi oldukça önemli ve

elzemdir. Aynı zamanda ülke ekonomisi açısından da büyük öneme sahiptir. Bu noktada özellikle son yıllarda hızla gelişen bilgi teknolojileri, bu sürecin üstesinden gelinmesini de mümkün kılacak niteliktedir. Bu bağlamda son zamanlarda gündeme gelen Taşınmaz Değerleme Sisteminin kurulması ve ilgili mevzuat oluşturma çalışmalarının başlatılması olumlu bir adım olmakla birlikte sürecin sağlıklı ve ivedi bir şekilde tamamlanabilmesi de oldukça önem taşımaktadır.

Öte yandan, bu çalışmanın Artvin kent merkezi örneğinde taşınmaz mal değerlendirme konusunda yapılan ilk çalışma olması nedeniyle, Artvin taşınmaz pazarının izlenmesi ve yönetimine önemli katkılar sunması beklenmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 2016.F40.02.03 numaralı projeden üretilmiştir.

### KAYNAKÇA

Akıncı, H., Yavuz Özalp, A. ve Turgut, B. (2012). AHP Yöntemi ile Tarıma Uygun Alanların Belirlenmesi, IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.

Akıncı, H., Yavuz Özalp, A. ve Temuçin Kılıçer, S. (2015). Landslide Susceptibility Assessment in Planned Areas Using Geographical Information Systems and AHP Method: The Case of Artvin, J Nat. Hazards and Environ, 1(1-2), 40-53.

Akış, B. (2013). İstatistikî Yöntemlerle Değer Belirleme ve Değer Haritası Üretimi-Selçuklu Örneği, Selçuk Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Ayan, E. ve Erkin, H.C. (2014). Hedonic Modeling For a Growing Housing Market: Valuation Of Apartments in Complexes, Int. J. Econ. Fin., 6(3), 188-199.

Bin, O. (2004). A Prediction Comparison of Housing Sales Prices By Parametric Versus Semi-Parametric Regressions, J. Hous. Econ., 13, 68-84.

Bozkurt, Ö. (2016). Denizli'de Gayrimenkul Değerini Etkileyen Fiziksel Unsurların Tespitine Yönelik Bir Araştırma, Pamukkale Üniversitesi SBE İşletme Anabilim Dalı Muhasebe ve Finansman Bilim Dalı Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, Denizli.

Çakır, P. ve Sesli, F.A. (2013). Arsa Vasıflı Taşınmazların Değerine Etki Eden Faktörlerin ve Bu Faktörlerin Önem Sıralarının Belirlenmesi, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(3), 1-16.

Daşkiran, F.. (2015). Denizli Kentinde Konut Talebine Etki Eden Faktörlerin Hedonik Fiyatlandırma Model ile Tahmin Edilmesi, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8(37), 850-857.

Deveci, E. ve Yılmaz, İ. (2009). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Taşınmaz Mal Değerlemesi: Afyonkarahisar İl Merkezi Örneği, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1 (1), 33-47.

Döner, S. ve Alkan, R.M. (2011). CBS Destekli Taşınmaz Mal Değer Haritalarının Oluşturulması, TMMOB HKMO, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan, Ankara.

Emek, M.L. ve Öztürk, S. (2015). Taşınmazların Satış Suretiyle Devrinde Piyasa Fiyatlarının Kullanılmamasının Kamu Gelirleri Üzerine Etkisi: Adıyaman İli Gölbaşı İlçesi Örneği, International Journal of Social Science, 39, 529-539.

İlhan, A.T. (2017). Uygulamalı Arsa/Arazi Değerlemesi, Ankara Doğal Elektrik Üretim Ve Ticaret A.Ş. Genel Müdürlüğü Özelleştirme Hizmetleri Grup Başkanlığı.

Karaca, H. (2008). Taşınmaz Mal Değerlemesi Yöntemleri ve Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ FBE, İstanbul.

Karakayacı, Ö. ve Karakayacı, Z. (2012). Kentsel Saçaklanma Alanlarında Arsa/Arazi Değerini Belirlemeye Yönelik Yöntem Önerisi, The Journal of Academic Social Science Studies, 5(4), 107-120.

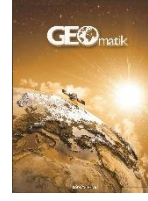
Kauko, T.J. (2002). Modelling The Locational Determinants of House Prices: Neural Network And Value Tree Approaches, PhD thesis, Utrecht, Utrecht University, Holland.

Kavas, E. (2009). Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir İlinde Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (CBS2009), 02-06 Kasım, İzmir.

Kırar, B. (2008). Taşınmazlarda Emlak Vergisine Esas Değer, Tapu Değeri Ve Piyasa Değeri Arasındaki Farklılıkların İncelenmesi: Beşiktaş Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Öztürk, D. ve Batuk, F. (2010). Konumsal Karar Problemlerinde Analitik Hiyerarşik Yönteminin Kullanılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 28, 124-137.

- Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill Comp., New York.
- Timur, S. (2009). Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Taşınmaz Değer Haritalarının Oluşturulması: İstanbul İli, Şişli İlçesi Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- TKGM. (2019). Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Parsel Sorgulama Uygulaması, <https://parselorgu.tkgm.gov.tr/>, E.T. 10.03.2019.
- TKMP. (2014). Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi (TKMP) Gayrimenkul Değerleme Bileşeni, Pilot Uygulama Taslak Tamamlanma Raporu, Eylül 2014.
- Toktaş, M. ve Erdoğan, S. (2012). Hazine Arazileri İçin CBS Destekli Değer Haritalarının Üretilmesi: Afyonkarahisar Örneği, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi,4(3), 23-38.
- Türk, E. ve Erkan, G.H. (2018). Gömleğin Her Düğmesini Yanlış İliklemek: Artvin-Yusufeli Zorunlu Yeniden Yerleştirme Sürecinin Eleştirel İncelemesi, Planlama, doi: 10.14744/Planlama.2018.36854, 28(2), 218-235.
- Türkay, İ. (2015). Gayrimenkul Alım ve Satımının Vergisel Boyutları, <https://vergialgi.net/makaleler/gayrimenkul-alim-ve-satiminin-vergisel-boyutlari/>, E.T. 04.10.2018.
- Utkucu, T. (2007). Gayrimenkul Değerlemesinin Önemi ve Gayrimenkul Değerini Oluşturan Unsurlar, Vergi Dünyası Dergisi, 305, 1.
- Yahşi, E. (2007). Konut Değerlemesi ve Konut Değerini Etkileyen Faktörlerin Regresyon Analizi ile İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Yalpır, Ş., Ünel, F.B. ve Kahramanlı, H. (2013). Comparison of Values in Real Estate Valuation Example of Konya, Recent Advances in Geodesy and Geomatics Engineering, [www.wseas.us/e-library/.../GENG-03.pdf](http://www.wseas.us/e-library/.../GENG-03.pdf), E.T. 14.04.2016.
- Yalpır, Ş. (2014). Forecasting Residential Real Estate Values with AHP Method and Integrated GIS, In Conference Proceed of People, Buildings and Environment 2014, an international scientific conference, Kroměříž, Czech Republic, 694-706, ISSN: 1805-6784.
- Yalpır, Ş. ve Bünyan Ünel, F. (2016). Türkiye’de ve Uluslararası Çalışmalarda Arsa Değerlemede Kullanılan Kriterlerin İrdelenmesi ve Faktör Analizi ile Azaltımı, AKÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16 (2016) 025502, 303-322, doi: 10.5578/fmbd.28134.
- Yavuz Özalp, A., Akıncı, H., Temuçin, S. (2013). Artvin İli Arazisinin Topoğrafik ve Bazı Fiziksel Özelliklerinin Tespiti ve Bu Özelliklerin Arazi Örtüsü İle İlişkisinin İncelenmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14(2), 292-309, 2013.
- Yavuz Özalp, A. ve Akıncı, H., (2017a), Determining Parameters Affecting Residential Real Estate Value and Their Significance Level Using AHP Method: The Case Study of Artvin, Int.Symposium on GIS Applications in Geography Geosciences,18-21 Ekim, Çanakkale.
- Yavuz Özalp, A. ve Akıncı, H. (2017b). The Use of Hedonic Pricing Method to Determine The Parameters Affecting Residential Real Estate Prices, Arabian Journal of Geosciences, 10, 535, <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3331-3>.
- Yetkin, G. (2009). Toplu Konut Uygulamalarındaki Fiziksel Mekan Özelliklerinin İrdelenmesi "Konya Örneği". Selçuk Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yılmaz, A. ve Demir, H. (2011). Çok Ölçütlü Karar Destek Sistemleri İle Taşınmaz Değerleme ve Oran Çalışması, TMMOB HKMO 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan, Ankara.
- Yomraloğlu, T. (1995). Taşınmaz Malların Değerlendirilmesi, Ders Notları, KTÜ, Trabzon.
- Yusof, A. ve Ismail, S. (2012). Multiple Regressions in Analysing House Price Variations, Communications of The IBIMA, doi: 10.5171/2012.383101, <http://www.ibimapublishing.com/journals/CIBIMA/cibima.html>.



## Arazi Toplulaştırma Projelerinin Ekonomik Analizi: Üçhüyük Mahallesi, Çumra- Konya- Türkiye Örneği

Tayfun Çay\*<sup>1</sup>, Ramazan Yoldaş Satılmış<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Çameli Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Denizli, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Arazi Toplulaştırması  
Ekonomik Analiz  
Toplulaştırma Faydaları  
Tarımın Geliştirilmesi

### ÖZ

Arazi toplulaştırma projeleri sonrasında elde edilen ekonomik kazançlar hem tarım hem de ülke ekonomileri için oldukça önemlidir. Arazi toplulaştırma projelerinin artırılması ve ülke genelinde yaygınlaşmasının sağlanması açısından arazi toplulaştırma projelerinin getirdiği ekonomik kazançların özümsemesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Konya İli Çumra İlçesi Üçhüyük Mahallesi'nde yapılan arazi toplulaştırma projesi incelenerek yapılan toplulaştırma çalışmasının ekonomik analizleri yapılmıştır. Çalışmada çiftçilerle yapılan anketler ve proje sahası bilgileri incelenmiştir. Ayrıca toplulaştırma çalışmalarının işletmeler üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için işletmeler büyüklüklerine göre 3 gruba ayrılarak işletmeler üzerinde gayri safi üretim değeri, gayri safi hasıla, işletme masrafları, saf hasıla ve net kar kriterlerine göre analizler yapılmış büyük işletmelerin toplulaştırma çalışmalarından daha büyük kar elde ettiği bulunmuştur. Analizler yapılırken önceki yıllarda yapılan çalışmalarla da karşılaştırmalar yapılmıştır.

## Economic Analysis of Land Consolidation Project: Üçhüyük District, Çumra-Konya-Turkey Case

### Keywords:

Land Consolidation  
Economic Analysis  
Benefits of Consolidation  
Development of Agriculture

### ABSTRACT

Economic gains after land consolidation projects are important for both agriculture and national economies. In order to increase land consolidation projects and spread them across the country, it is important to assimilate the economic gains of land consolidation projects. In this study, the land consolidation project in Üçhüyük Quarter of Çumra District of Konya was studied and analyzed. Surveys conducted with farmers and project area information were examined. In addition, in order to determine the effects of the consolidation activities on the enterprises, the enterprises were divided into 3 groups according to their size and analyzed on the basis of gross production value, gross product, operating costs, pure product and net profit criteria. While making the analyzes, comparisons were made with previous studies.

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun bir milyara yükselmesi binlerce yıl sürmesine rağmen, son 200 yıl içerisinde yedi kat artarak yedi milyara ulaşmıştır (UNFPA, 2017). Türkiye’de ise 1960’lı yıllarda yaklaşık 27 milyon olan nüfus, günümüz itibariyle 80 milyonu geçerek 80 milyon 810 bin 525 kişiye ulaşmıştır (TÜİK, 2017). Bu nüfus artışıyla beraber dünya üzerinde giderek artan su ve besin ihtiyacına bağlı olarak gereksinim duyulan bu maddelerinin ekonomik değeri artacaktır.

Dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye’de toprak, su, orman ve hava gibi doğal kaynaklar; hatalı ve plansız arazi kullanımı, yüksek nüfus artışı, bu doğal kaynaklara yönelik çok yönlü istekler, kurumsal destek ve yönlendirmelerin yetersizliği ya da olmayışı gibi nedenlerle tehdit altında bulunmaktadır (Salvati ve ark, 2016). Bu nedenle arazi toplulaştırması ile tarım bölgeleri veya doğal yaşam ortamlarındaki temiz su rejimleri için önemli olan bazı toprak türlerinin konumu; korunmalı ve güçlendirmelidir (Moravcová ve ark, 2017).

Bu nedenle çoğu Avrupa ülkesi arazilerin bölünmesini azaltmak için sayısız arazi toplulaştırması ve sayısız reformlar uygulamıştır (Hiironen ve Riekkinen, 2016). Ülkemizde de bu konuyla ilgili 1961 yılından bu yana birçok çalışma yapılmaktadır. Bunlardan ilki ise Konya iline bağlı bulunan Karkın köyünde başlatılmıştır (Çay ve ark, 2010). 1961 ile 2014 yılları arasında ise 4.982.785 hektar alan üzerinde toplulaştırma çalışmaları yapılmıştır (TRGM, 2017). Yine TÜİK (2014) verilerine göre Türkiye’deki toplam tarım alanları 38.558 hektar olarak görülmektedir.

Toplulaştırma sonrası analizler yapıldığı zaman somut olarak göze çarpabilen ilk konu sayılarla ifade edilebilen ekonomidir (Van Huylenbroeck ve ark, 1996). Tarım çalışmalarının ülke ekonomisine dönüşü %9 olarak karşımıza çıkarken, maliyetler de göz önüne alındığında bu rakam %8 olarak karşımıza çıkmaktadır (Van den Noort, 1987). Sklenicka ve ark (2009) yaptıkları çalışmada toplulaştırma sahasında parça sayısının artmasına bağlı olarak maliyetin de arttığını ileri sürmüşlerdir. Kumbasaroğlu ve Dağdemir (2007) Erzurum’da yaptığı çalışmada parçalı arazilerin ekonomiye etkileriyle ilgili yaptıkları çalışmada GSH değerlerine göre bitkisel üretim değerinin 1618,3 TL, hayvansal üretim değeri 2834,8 TL, diğer tarımsal gelirlerin 270,8 TL, demirbaş kıymet artışının 1114,8 TL ve GSH 5838,7 TL olduğunu tespit etmişlerdir. Bölgesel ekonomi üzerindeki arazi toplulaştırma projesinin yatırımının büyük bir katkısı, bölgesel GSYİH’ nın uygulama aşamasında % 16.05 oranında arttığı, fayda aşamasında ise, % 10.16 oranında arttığı veriden kolayca tespit edilebilir (Jin ve ark, 2016).

Bu nedenle ülkemiz başta olmak üzere dünya da öncelikli olarak arazi toplulaştırma projelerinin ekonomik analizinin yapılarak ekonomik verimliliğinin artırılması, bunu yaparken de doğal

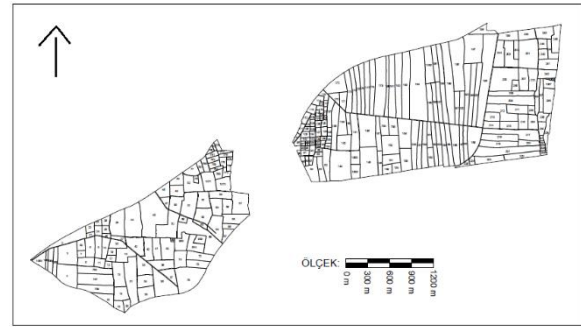
yaşamın sürdürülebilirliğini bozmadan yapılması önem arz etmektedir.

## 2. YÖNTEM

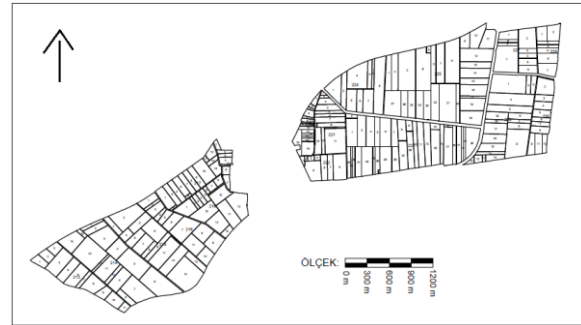
Proje sahası olarak ise hali hazırda arazi toplulaştırma çalışmaları yapılmış olan Konya İlinde yer alan Üçhüyük Mahallesi seçilmiştir. Analiz yapılırken proje sahasına gidilerek proje sahası ile ilgili incelemelerde bulunulmuş ve çiftçi görüşlerine başvurulmuştur. Bu sayede teorikte bulunan bazı bilgilerin pratikteki karşılıkları ve sonuçları görülmüştür.

### 2.1. Uygulama Alanı Açıklamaları

Üçhüyük Mahallesi bağlı olduğu Çumra ilçe merkezine 22 kilometre mesafe uzaklıkta olup Konya şehir merkezine mesafesi ise yaklaşık 66 kilometredir. Ayrıca Mahallenin rakımı da 1002 metredir (Ertunç ve ark, 2018).



Şekil 1. Kadastro Durumu



Şekil 2. Arazi Toplulaştırma Durumu

Üçhüyük Mahallesi toplulaştırma öncesi mülkiyet yapısı şekil 1’de gösterilmektedir. Toplulaştırma sonrası mülkiyet yapısı ise şekil 2’de görülmektedir. Toplulaştırma öncesi bulunan mevcut durumda 274 işletmeye ait 265 parsel bulunmaktadır. Toplulaştırmaya giren toplam alan 875,69 hektardır. Toplulaştırma sonrası oluşan yeni durumda yine 274 işletme ait bulunan 243 yeni parsel oluşmuştur. Toplulaştırma sonrası oluşan yeni durumda toplam alan 836,16 hektardır.

Ayrıca bölgede yetiştirilen geniş bir ürün yelpazesi olmasına rağmen mevcut tarlaların %40’ ı hububata, %20 si şeker pancarına, %25 i mısıra ve

geriye kalan %15'lik tarla ise diğer ürünlere ayrılmaktadır.

### 3.BULGULAR

Toplulaştırma çalışmalarının işletmelere dayalı ekonomik analizinin yapılması toplulaştırmanın çiftçiler üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi açısından önemlidir. Bu hesaplama gayri safi üretim değeri, gayri safi hasıla, işletme masrafları, saf hasıla, tarımsal gelir ve mutlak kar baz alınarak hesaplanmıştır.

Bunun için öncelikle işletmeler 3 gruba ayrılmıştır. 1. Grup 0-50 dönüm, 2. Grup 50-100 dönüm, 3. Grup 100< olacak şekilde sınırları belirlenmiştir.

Tablo 1'de toplulaştırma öncesinde 3 grubun mevcut işletme sayıları ve toplam işletme alanları görülmektedir.

**Tablo 1.** Toplulaştırma Öncesi İşletme Verileri

Toplulaştırma Öncesinde					
Gruplar	İşletme Büyüklüğü (da)	İşletme Sayısı		Toplam İşletme Alanı	
		(Adet)	(%)	Da	(%)
1.Grup	0-50	216	79	3.427	39
2.Grup	50-100	38	14	2.588	30
3.Grup	100<	20	7	2.742	31
	Toplam	274	100	8.757	100

Tablo 2'de ise toplulaştırma sonrasında 3 grubun mevcut işletme sayıları ve toplam işletme alanları görülmektedir.

Tablo 1 ve Tablo 2'de bulunan mevcut verilerden yola çıkarak 3 gruba ayrılan işletmelerin yukarıda belirtilen kriterlere göre ekonomik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede toplulaştırmanın çiftçiler üzerine ekonomik analizi yapılmıştır.

**Tablo 2.** Toplulaştırma Sonrası İşletme Verileri

Toplulaştırma Sonrasında					
Gruplar	İşletme Büyüklüğü (da)	İşletme Sayısı		Toplam İşletme Alanı	
		(Adet)	(%)	Da	(%)
1.Grup	0-50	218	80	3.416	41
2.Grup	50-100	38	14	2.617	31
3.Grup	100<	18	7	2.329	28
	Toplam	274	100	8.362	100

### 3.1. Gayri Safi Üretim Değeri

Gayri safi üretim değerinin bulunabilmesi için öncelikle toplulaştırma öncesi ve toplulaştırma sonrası değerler ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Tablo 3 ve Tablo 4'deki değerler proje sahasında yetişen mahsullerin ekonomik değerlerine göre hesaplanmıştır.

**Tablo 3.** Toplulaştırma Öncesi Tarımsal Üretim Değerleri

Toplulaştırma Öncesinde			
Gruplar	Toplam İşletme Alanı		Tarımsal Üretim Değeri
	Da	(%)	TL
1.Grup	3.427	39	3.558.823
2.Grup	2.588	30	2.687.010
3.Grup	2.742	31	2.847.122
Ortalama	2.919		3.030.985

Toplam tarımsal üretim değeri üzerinden 1. Grup, 2. Grup ve 3.Grup hesaplanmıştır. Ardından bu değerlerin ortalamaları alınmıştır. Bu durumda tarımsal üretim değeri en çok 1.Grup da var iken en az 3.Grup ta bulunmaktadır.

Tablo 4'e bakıldığı zaman gayri safi üretim değerine etki eden 2 etken görülmektedir. Bunlardan birincisi tarımsal üretim değeri diğeri ise kullanılmayan parsel sınırındaki alan kaynaklı gelir artışı olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplulaştırma sonrasında mevcut durumda ise toplam üretim değeri 1. Grupta en fazla iken 3. Grupta en az olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 4.** Toplulaştırma Sonrası Tarımsal Üretim Değerleri

Toplulaştırma Sonrasında					
Gruplar	Toplam İşletme Alanı		Tarımsal Üretim Değeri	Kullanılmayan Parsel Sınırındaki Alan Kaynaklı Gelir Artışı	Toplam Üretim Değeri
	Da	%	TL	TL	TL
1.Grup	3.416	41	4.256.817	3.299	4.260.115
2.Grup	2.617	31	3.260.321	2.526	3.262.847
3.Grup	2.329	28	2.901.829	2.249	2.904.078
	2.787		3.472.989	2.691	3.475.680

Ortalama				
----------	--	--	--	--

Tablo 5'e bakıldığı zaman toplulaştırma öncesi gayri safi üretim değerleri, toplulaştırma sonrası gayri safi üretim değerleri ve bu ikisinin farkı görülmektedir. Değerlere bakıldığında yine 1. Grupta en fazla artışın olduğu görülmektedir.

**Tablo 5.** Toplulaştırma Sonrası ve Öncesi Tarımsal Üretim Değerleri Farkı

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi	Toplulaştırma Sonrası	TS-TÖ
	Tarımsal Üretim Değeri	Tarımsal Üretim Değeri	Tarımsal Üretim Değeri
	TL	TL	TL
1.Grup	3.558.823	4.260.115	701.293
2.Grup	2.687.010	3.262.847	575.837
3.Grup	2.847.122	2.904.078	56.956
Ortalama	3.030.985	3.475.680	444.695

### 3.1. Gayri Safi Hasıla

Gayri safi hasıla gayri safi üretim değerine konut kira bedelinin eklenmesi ile bulunmaktadır (Karlı, 2018). Bu nedenle gayri safi üretim değerine konut kira değeri eklenerek bulunmuştur.

Tablo 6'da toplulaştırma öncesinde 3 grubun gayri safi hasıla değerleri bulunmuştur. Arazi kira bedeli hesaplanırken 1 dekar arazi kirası buğday için 32 kilogram, pancar için 1000 kilogram baz alınmak suretiyle hesaplanmıştır. Bu hesaplama için her grup için ayrı ayrı hesaplanan gayri safi üretim değerleri ile yine aynı şekilde her bir grup için ayrı ayrı hesaplanan konut kira değerlerinin toplanması ile gayri safi hasıla değerlerine ulaşılmıştır.

**Tablo 6.** Toplulaştırma Öncesi Gayri Safi Hasıla Değerleri

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi					
	Gayri Üretim Değeri	Safi	Arazi Bedeli	Kira	Gayri Hasıla	Safi
	TL		TL		TL	
1.Grup	3.558.823		685.460		4.244.282	
2.Grup	2.687.010		517.542		3.204.552	
3.Grup	2.847.122		548.380		3.395.502	
Ortalama	3.030.985		583.794		3.614.779	

Yine Tablo 6'da görüldüğü gibi 1. Grubun gayri safi hasıla değeri en fazla iken 2. Grubun gayri safi hasıla değeri en az olarak karşımıza çıkmaktadır. Grup 2 ve Grup 3'ün gayri safi hasıla değerleri ortalama gayri safi hasıla değerinin altında kalmaktadır.

Tablo 7'de ise toplulaştırma sonrası gayri safi hasıla değerleri görülmektedir. Toplulaştırma sonrasında da yine toplulaştırma öncesi gayri safi hasıla değerlerinde olduğu gibi 1. Grup en fazla değere sahiptir.

**Tablo 7.** Toplulaştırma Sonrası Gayri Safi Hasıla Değerleri

Gruplar	Toplulaştırma Sonrası					
	Gayri Üretim Değeri	Safi	Arazi Bedeli	Kira	Gayri Hasıla	Safi
	TL		TL		TL	
1.Grup	4.260.115		785.740		5.045.856	
2.Grup	3.262.847		601.802		3.864.649	
3.Grup	2.904.078		535.631		3.439.709	
Ortalama	3.475.680		641.058		4.116.738	

Tablo 8'e bakıldığı zaman 3 Grup için gayri safi hasıla değerlerinin arazi toplulaştırma projesi öncesi ve sonrası arasındaki farklar görülmektedir. Aradaki farka bakıldığı zaman 1. Grup en fazla farka sahiptir. Ancak en az farka sahip grup ise 3. Grup olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 8.** Toplulaştırma Sonrası ve Toplulaştırma Öncesi Gayri Safi Hasıla Değerleri Farkı

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi	Toplulaştırma Sonrası	TS-TÖ
	Gayri Hasıla	Safi	Gayri Hasıla
	TL		TL
1.Grup	4.244.282	5.045.856	801.573
2.Grup	3.204.552	3.864.649	660.097
3.Grup	3.395.502	3.439.709	44.207
Ortalama	3.614.779	4.116.738	501.959

### 3.2. İşletme Masrafları

İşletme masraflarının hesaplanması işletmelerin karlarının hesaplanabilmesi açısından

önemlidir. İşletme masrafları mazot, sulama ve mevsimlik işçi masrafları olmak üzere üç kaleme incelenmiştir.

Bunlardan ilki olan mazot masraflarıdır. Mazot masrafları hesaplanırken öncelikle proje sahasında çiftçilerin tarım için kat ettiği toplam mesafe hesaplanmıştır. Ardından mesafenin kat edilebilmesi için gereken mazot masrafı hesaplanarak ortalama işletme masrafı hesaplanmıştır.

Bir diğer masraf unsuru ise sulama masrafları olarak karşımıza çıkmaktadır. Sulama masrafları hesaplanırken proje sahasında yetiştirilen her ürünün ihtiyacı olan su miktarına göre hesaplama yapılmıştır.

Son olarak mevsimlik işçi maliyetleri hesaplanırken yine her dekar (1000m<sup>2</sup>) için 100TL baz alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 9'a bakıldığı zaman mazot hanesinde 1. Grup diğer 2 gruba nazaran oldukça yüksek bir değer almaktadır. Bunun nedeni 1. Grupta bulunan işletme sayısının diğer gruplardan fazla olması olarak gösterilebilir. Ancak sulama ve mevsimlik işçi giderlerinde de 1. Grup en fazla işletme masrafına sahip olan gruptur. 2. ve 3. Gruplara bakıldığı zaman ise mazotta 2. Grup, sulamada 3. Grup ve yine mevsimlik işçi masraflarında 3. Grubun daha fazla maliyete sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 9. Toplulaştırma Öncesi İşletme Giderleri

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi			
	Mazot	Sulama	Mevsimlik İşçi	Toplam
	TL	TL	TL	TL
1.Grup	41.862	33.245	342.730	417.837
2.Grup	7.645	25.101	258.771	291.517
3.Grup	4.014	26.595	274.190	304.800
Ortalama	17.841	28.314	291.897	338.051

Tablo 10'a bakıldığı zaman ise yine Tablo 9'a benzer bir tablo karşımıza çıkmaktadır. Ancak grupların maliyet oranlarında bir düşüş olduğu görülmektedir.

Tablo 10. Toplulaştırma Sonrası İşletme Giderleri

Gruplar	Toplulaştırma Sonrası			
	Mazot	Sulama	Mevsimlik İşçi	Toplam
	TL	TL	TL	TL
1.Grup	32.554	26.510	341.626	400.690
2.Grup	5.719	20.304	261.653	287.676
3.Grup	2.786	18.072	232.883	253.741
Ortalama	13.686	21.629	278.721	314.036

Toplulaştırma öncesi ve toplulaştırma sonrası işletme masraflarının daha iyi anlaşılabilmesi için toplulaştırma öncesi toplam işletme masrafları ile toplulaştırma sonrası toplam işletme masraflarının farkı alınmıştır. Bu değerler Tablo 11'de görülmektedir. Toplulaştırma sonucunda işletme masraflarındaki en büyük tasarruf 3. Grupta iken en az tasarruf oranı ise 2. Grupta görülmektedir. Buradan yola çıkılarak büyük arazi sahiplerinin daha çok tasarruf yaptıkları görülmektedir.

Tablo 11. Toplulaştırma Sonrası ve Toplulaştırma Öncesi İşletme Giderleri Farkı

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi	Toplulaştırma Sonrası	TÖ-TS
	İşletme Masrafları	İşletme Masrafları	İşletme Masrafları
	TL	TL	TL
1.Grup	417.837	400.690	17.147
2.Grup	291.517	287.676	3.841
3.Grup	304.800	253.741	51.059
Ortalama	338.051	314.036	24.015

### 3.3. Saf Hasıla

Saf hasıla işletmeye yatırılan aktif sermayenin rantı olduğundan önem arz etmektedir. Saf hasıla



değeri, gayri safi hasıladan işletme masraflarının çıkarılması ile bulunmuştur (Karlı, 2018).

Tablo 12’de toplulaştırma öncesindeki gayri safi hasıla değerlerinden işletme masrafları çıkarılarak saf hasıla elde edilmiştir. En yüksek saf hasıla değerine 1.Grup sahiptir.

**Tablo 12.** Toplulaştırma Öncesi Saf Hasıla Değerleri

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi		
	Gayri Safi Hasıla	İşletme Masrafları	Saf Hasıla
	TL	TL	TL
1.Grup	4.244.282	417.837	3.826.445
2.Grup	3.204.552	291.517	2.913.035
3.Grup	3.395.502	304.800	3.090.702
Ortalama	3.614.779	338.051	3.276.728

Tablo 13’de toplulaştırma sonrasındaki saf hasıla değerleri görülmektedir. Yine bu değerler hesaplanırken toplulaştırma sonrasındaki gayri safi hasıla değerlerinden işletme masrafları çıkarılarak bulunmuştur. Toplulaştırma sonrasında en yüksek saf hasıla değerine 1.Grup sahipken, en düşük saf hasıla değerine ise 3.Grup sahiptir.

**Tablo 13.** Toplulaştırma Sonrası Saf Hasıla Değerleri

Gruplar	Toplulaştırma Sonrası		
	Gayri Safi Hasıla	İşletme Masrafları	Saf Hasıla
	TL	TL	TL
1.Grup	5.045.856	400.690	4.645.165
2.Grup	3.864.649	287.676	3.576.973
3.Grup	3.439.709	253.741	3.185.968
Ortalama	4.116.738	314.036	3.802.702

Tablo 14’de ise toplulaştırma öncesi ve toplulaştırma sonrasındaki saf hasıla değerleri karşılaştırılmıştır. Tabloda görüldüğü üzere toplulaştırma sonrasında işletmelerin toplulaştırma öncesine göre saf hasıla artmaktadır. Ancak en büyük artış 1. Grupta iken en düşük artış 3. Grupta görülmektedir.

**Tablo 14.** Toplulaştırma Sonrası ve Öncesi Saf Hasıla Değerleri Farkı

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi	Toplulaştırma Sonrası	TS-TÖ
	Saf Hasıla	Saf Hasıla	Saf Hasıla
	TL	TL	TL
1.Grup	3.826.445	4.645.165	818.720
2.Grup	2.913.035	3.576.973	663.938
3.Grup	3.090.702	3.185.968	95.266
Ortalama	3.276.728	3.802.702	525.975

### 3.4. Mutlak Net Kar

Mutlak kar işletmelerin gayri safi üretim değerlerinden işletme masraflarının çıkarılmasıyla elde edilen değerdir. Bu kar kısaca çiftçilerin elinde kalan kar olarak da yorumlanabilir.

Tablo 15’de toplulaştırma öncesi her bir grup için mutlak kar değerleri görülmektedir. Bunun için her bir grup için gayri safi üretim değerinden işletme masrafları çıkarılmıştır. Sonuçlara bakıldığında en yüksek mutlak kar 1. Gruba ait iken en düşük mutlak kar 2. Gruba aittir.

**Tablo 15.** Toplulaştırma Öncesi Mutlak Net Kar

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi		
	Gayri Safi Üretim Değeri	İşletme Masrafları	Mutlak Kar
	TL	TL	TL
1.Grup	3.558.823	417.837	3.140.985
2.Grup	2.687.010	291.517	2.395.494
3.Grup	2.847.122	304.800	2.542.322
Ortalama	3.030.985	338.051	2.692.934

Tablo 16’da ise toplulaştırma sonrası her bir grup için mutlak kar değerleri görülmektedir. Bunun için her bir grup için gayri safi üretim değerinden işletme masrafları çıkarılmıştır. Sonuçlara bakıldığında en yüksek mutlak kar 1. Gruba ait iken en düşük mutlak kar 3. Gruba aittir.

**Tablo 16.** Toplulaştırma Sonrası Mutlak Net Kar

Gruplar	Toplulaştırma Sonrası		
	Gayri Safi Üretim Değeri	İşletme Masrafları	Mutlak Kar
	TL	TL	TL
1.Grup	4.260.115	400.690	3.859.425
2.Grup	3.262.847	287.676	2.975.171
3.Grup	2.904.078	253.741	2.650.337
Ortalama	3.475.680	314.036	3.161.644

Tablo 17'ye bakıldığı zaman toplulaştırma öncesi mutlak kar ile toplulaştırma sonrasındaki mutlak karın karşılaştırılması görülmektedir. Toplulaştırma sonrasındaki mutlak karın toplulaştırma öncesindeki mutlak kara göre arttığı görülmektedir. Bu artış ortalama 468.710,49 TL olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca en büyük mutlak kar 1. Gruba ait iken en düşük mutlak kar 3. Gruba aittir.

**Tablo 17.** Toplulaştırma Öncesi ve Sonrası Mutlak Net Kar Farkı

Gruplar	Toplulaştırma Öncesi	Toplulaştırma Sonrası	TS-TÖ
	Mutlak Kar	Mutlak Kar	Mutlak Kar
	TL	TL	TL
1.Grup	3.140.985	3.859.425	718.440
2.Grup	2.395.494	2.975.171	579.677
3.Grup	2.542.322	2.650.337	108.014
Ortalama	2.692.934	3.161.644	468.710

### 3.5. Tartışma

Toplulaştırmanın işletmelere etkileri değerlendirildiği zaman işletme başına karda yine en fazla 3. Grup işletmeler varken 2. Grup işletmeler 2. sırada, 1. Grup işletmeler ise son sıradadır. 100 dönüm ve üzeri alana sahip işletmelerde meydana gelen 20.125 TL kar son derece önemli bir kardır. Bu değer bile toplulaştırma projelerinin ekonomik karının ne kadar önemli olduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir.

Tablo 18'e bakıldığı zaman toplulaştırma öncesi ve toplulaştırma sonrasında işletme başına mutlak karlar görülmektedir. Tablo 18 incelendiğinde mutlak karda 1. Grup en fazla değer sahip olsa da

işletme başına karda 3. Grup en fazla değere sahiptir. Ayrıca 1. Grup işletmeler ise en az mutlak kara sahip işletmeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum büyük araziye sahip işletmelerin mutlak karlarının daha fazla olduğunu göstermektedir.

**Tablo 18.** Toplulaştırma Sonrası ve Toplulaştırma Öncesi Mutlak Net Kar Farkı

Toplulaştırma Öncesi			
Gruplar	1.Grup	2.Grup	3.Grup
Mutlak Kar	3.140.985	2.395.494	2.542.322
İşletme Sayıları	216	38	20
İşletme Başına Kar	14.542	63.039	127.116
Toplulaştırma Sonrası			
Gruplar	1.Grup	2.Grup	3.Grup
Mutlak Kar	3.859.425	2.975.171	2.650.337
İşletme Sayıları	218	38	18
İşletme Başına Kar	17.704	78.294	147.241
İşletme Başına Kar Farkı	3.162	15.255	20.125

Karlı (2018) çalışmasında tarım işletmelerinin ekonomik analizi yapılmıştır. Parsel büyüklüğü bazında 3 gruba ayırdıkları işletmelerden en büyük gelirin büyük parsellere sahip işletmelerin elde ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca 65 işletme üzerinde yaptıkları çalışmalarda ise ortalama işletme karının 28.264,94 TL olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar karşılaştırıldığında farklı proje sahalarında benzer proje işletme karlarının bulunduğu söylenebilir.

### 4. SONUÇ

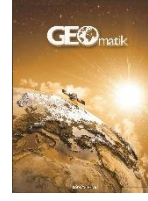
Toplulaştırmanın çiftçiler üzerindeki etkileri incelenerek toplulaştırma projelerinin çiftçi grupları üzerindeki analizleri yapılmıştır. Proje sahasındaki işletmeler 0-50 dekar, 50-100 dekar ve 100 dekar üzeri olacak şekilde 3 gruba ayrılmış ve gruplar üzerinden analizler yapılmıştır. Toplulaştırma

öncesi ile sonrası işletme başına kar kıyaslandığında, toplulaştırma sonrasında 100 dekar ve üzeri işletmeler 20.124,82 TL, 50-100 dekar işletmeler 15.254,67 TL, 0-50 dekar işletmeler ise 3.162,19 TL'lik kar elde etmişlerdir.

Bu sonuçlara bakarak büyük toprak alanına sahip işletmelerin daha fazla ekonomik kazanç elde ettiği, daha küçük alana sahip işletmelerin daha az ekonomik kazanç elde etmiştir. Ekonomik kazançları artan arazi sahipleri daha rekabetçi hale gelmişlerdir. Bu durum daha büyük araziler hedefleyen arazi toplulaştırma projelerinin ne kadar doğru yatırımlar olduğunu bir kez daha göstermektedir.

#### KAYNAKÇA

- Cay T, Ayten T, Iscan F, 2010. Effects of different land reallocation models on the success of land consolidation projects: Social and economic approaches. *Land Use Policy*, 27, 2, 262-9.
- Ertunç E, Çay T, Haklı H, 2018. Modeling of reallocation in land consolidation with a hybrid method. *Land Use Policy*, 76, 754-61.
- Hiironen J, Riekkinen K, 2016. Agricultural impacts and profitability of land consolidations. *Land Use Policy*, 55, 309-17.
- Jin XB, Xu XX, Xiang XM, Bai Q, Zhou YK, 2016. System-dynamic analysis on socio-economic impacts of land consolidation in China. *Habitat Int*, 56, 166-75.
- Karlı, 2018. Isparta İlinde Arazi Toplulaştırması Yapılan Alanlardaki Tarım İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Analizi. *MKÜ Dergisi*, 23, 1, 106-14.
- Kumbasaroğlu H, Dağdemir V, 2007. Erzurum Merkez ilçede tarım arazilerinde parçalılık durumuna göre tarım işletmelerinin ekonomik analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38, 1, 49-58.
- Moravcová J, Koupilová M, Pavlíček T, Zemek F, Kvítek T, Pečenka J, 2017. Analysis of land consolidation projects and their impact on land use change, landscape structure, and agricultural land resource protection: case studies of Pilsen-South and Pilsen-North (Czech Republic). *Landsc Ecol Eng*, 13, 1.
- Salvati L, Kosmas C, Kairis O, Karavitis C, Acikalin S, Belgacem A, Solé-Benet A, Chaker M, Fassouli V, Gokceoglu C, 2016. Assessing the effectiveness of sustainable land management policies for combating desertification: A data mining approach. *J Environ Manage*, 183, 754-62.
- Sklenicka P, Hladík J, Střeleček F, Kottová B, Lososová J, Číhal L, Šálek M, 2009. Historical, environmental and socio-economic driving forces on land ownership fragmentation, the land consolidation effect and the project costs. *Agricultural Economics*, 55, 12, 571-82.
- TRGM, 2017. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Verileri.
- TÜİK 2014. Tarım Alanları.
- TÜİK, 2017. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi 2017 Sonuçlar. Türkiye İstatistik Kurumu.
- World population trends, 2017. UNFPA, <https://www.unfpa.org/world-population-trends>.
- Van den Noort PC, 1987. Land consolidation in the Netherlands. *Land Use Policy*, 4, 1, 11-3.
- Van Huylenbroeck G, Coelho JC, Pinto PA, 1996. Evaluation of land consolidation projects (LCPs): A multidisciplinary approach. *J Rural Stud*, 12, 3, 297-310.



## Web tabanlı GNSS Yazılımlarının (CSRS-PPP, Trimble-RTX) Performansının Araştırılması

Samet İnyurt\*<sup>1</sup>, Mustafa Ulukavak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

GNSS  
CSRS-PPP  
Trimble-RTX

### ÖZ

Son yıllarda internet üzerinden çevrim içi GNSS değerlendirme servisleri konum elde etmede önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerin en önemli özelliği GNSS verilerinin değerlendirilmesi konusunda yeterli bilgiye sahip olmayan kişilerin veriyi rahatlıkla değerlendirebilmesine olanak sunması ve ücretsiz olmasından dolayı ticari veya bilimsel yazılımın alınmasına gerek duyulmamasıdır. Bu çalışmada ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 istasyonlarına ait RINEX gözlemleri 1, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 saatlik dilimlere ayrılarak CSRS-PPP ve Trimble-RTX servislerine gönderilmiş ve elde edilen koordinatların doğruluk araştırması yapılmıştır. Çalışma sonucunda CSRS-PPP servisinden elde edilen konum verisinin referans veriye daha yakın olduğu anlaşılmıştır.

## Investigating Performance of Web-Based GNSS Software (CSRS-PPP, Trimble-RTX)

### Keywords

GNSS  
CSRS-PPP  
Trimble-RTX

### ABSTRACT

In recent years, online Global Navigation Satellite System (GNSS) evaluation services have been used as an important tool to obtain high accuracy in positioning. The most important feature of these systems is that GNSS data allows people who do not have any knowledge about evaluation to be able to evaluate the data easily and that they do not need commercial or scientific software because they are free of charge. In this study, RINEX observations of ANRK, ANTL, IZMI, SINP and VAN1 stations were divided into 1, 4, 8, 12, 16, 20 and 24-hour intervals and sent to CSRS-PPP and Trimble-RTX services and the accuracy of the coordinates was obtained. As a result of the study, it was understood that the positioning data obtained from CSRS-PPP service were closer to the reference data.

## 1. GİRİŞ

Uydu-bazlı konumlama yaparken mutlak ve bağıl konum belirleme olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Fakat her iki yönteminde yüksek doğruluklu koordinat bilgisi elde etmede birtakım zorlukları vardır. Bu sebeple özellikle International GNSS Service (IGS) gibi kuruluşlar yüksek duyarlılık yörünge bilgilerini üretmekte ve kullanıcılara ücretsiz olarak sunmasıyla konum belirleme üzerine çok sayıda yeni algoritma geliştirilmiştir. Bunlardan en fazla bilinen ve yoğun olarak kullanılanı Precise Point Positioning (PPP) tekniğidir. Sıfır fark alma (zero-difference) tekniğinin özel bir hali olan bu yöntem ile tek bir GNSS alıcısıyla koordinat bilgisi elde edilebilmektedir (Zumberge ve diğ., 1997; Kouba ve Héroux, 2001; Kouba, 2003; Gao ve diğ., 2005; Kouba, 2009; Cai ve Gao, 2007; Choy ve diğ., 2007). Son yıllarda PPP yöntemi kullanım kolaylığı, yüksek doğruluk elde etmesi, düşük maliyet sağladığından dolayı oldukça tercih edilmektedir. Bu yöntem uygulanırken herhangi bir referans GNSS alıcına veya Continuous Operating Reference Stations (CORS) ağına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu durum PPP çözümlemesini özellikle CORS ağına bulunmadığı bölgelerde yüksek doğruluk elde etmek için kullanılabilir etkili yöntem olarak öne çıkarmaktadır. Bu sebeple 1990'lı yılların başından günümüze kadar pek çok araştırmacı PPP yöntemi üzerine çeşitli araştırmalar yapmıştır (Geng ve diğ., 2010; Huber ve diğ., 2010; Ocalan ve Alkan, 2012; Furones ve diğ., 2012; Elsobeiey ve El-Rabbany, 2013; Chen ve diğ., 2013; Liu ve diğ., 2013).

PPP tekniği herhangi bir şekilde sürekli gözlem yapan istasyona ihtiyaç duymamaktadır. Bertiger ve diğ., (2010) tarafından geliştirilen PPP yöntemi kullanım ve maliyet bakımından önemli avantajlar sağlamaktadır. Bazı üniversiteler ve araştırma merkezleri PPP yazılımları hazırlamış ve online servisler aracılığıyla kullanıcıların ücretsiz kullanımına açmıştır. Bu servisler 24 saat kesintisiz bir şekilde kullanıma açıktır. Kullanıcı sadece elde ettiği GNSS gözlemini alıcı formatında veya RINEX formatında bu servislere yükleyerek çok kısa bir sürede ilgili noktaya ilişkin çözümlere ulaşır. Bu servisler ilgili veriye ilişkin çözümler yaparken yüklenen gözlem dosyasına karşılık gelen hassas efemeris ve saat düzeltmeleri otomatik olarak indirilir ve çözümlerinde bunlar göz önüne alarak gerçekleştirilir. Nihai çözümler kullanıcılara e-mail aracılığıyla gönderilir. Elde edilen sonuçlar hassas konum ve kullanılan verinin kalitesine ilişkin çözümlere ek olarak, iyonosfer, troposfer ve alıcı saat hatası gibi sonuçları da kullanıcıya gönderir.

PPP tekniği kullanım olarak gerek bilimsel gerekse günlük hayatta giderek yaygınlaşmaktadır. GNSS hakkında yeterince bilgi sahibi olmayan fakat hassas konum bilgisine ihtiyaç duyan kişiler için bu teknik önemli avantaj sağlamaktadır. Ghoddousi-Fard, and Dare'in (2006) yaptığı çalışmada AUSPOS, SCOUT, OPUS, Auto-GIPSY ve CSRS-PPP servislerini kullanarak dünya genelinde 8 GNSS

istasyonuna ilişkin çözümler yapmış ve elde ettiği sonuçları karşılaştırmıştır. Guo (2015) yaptığı çalışmada Ghoddousi-Fard, and Dare'in (2006) çalışmasında kullanılan gözlemleri APPS, CSRS-PPP, OPUS, AUSPOS, SCOUT ve Magic GNSS servislerini kullanarak analiz etmiş ve uyumlu sonuçlar elde etmiştir. Martín ve diğ., (2010) dört ayrı online servis kullanarak Bernese v5.0 yazılımını kullanarak elde ettiği koordinatları kesin koordinat olarak kabul edip koordinat farklarını incelemiştir. Çalışma sonucunda Bernese v5.0 yazılımından faydalanarak elde ettiği koordinatlar ile bu servislerden elde ettiği koordinatların birbirleriyle oldukça uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve TVA2 istasyonlarına ait gözlemler 1, 4, 8, 12, 16, 20, 24 saatlik dilimlerde halinde CSRS-PPP ve Trimble-RTX GNSS veri değerlendirme servislerine gönderilmiş ve Harita Genel Müdürlüğü'nün (HGM) istasyonlara ilişkin sağlamış olduğu koordinatlar referans alınarak doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir.

## 2. MATERYAL ve METHOD

### 2.1. CSRS-PPP Yazılımı

2003 yılında kullanıma açılan Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning (CSRS-PPP), Natural Resources Canada (NRCAN) kuruluşu tarafından kullanıcılara sunulmaktadır. Bu sistemi kullanabilmek için ilk olarak üyelik almak gerekmektedir. Üyelik işlemleri <https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/account-compte/login.php> adresinden yapılmaktadır. Programın web ara yüzü Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. CSRS-PPP Ara yüzü

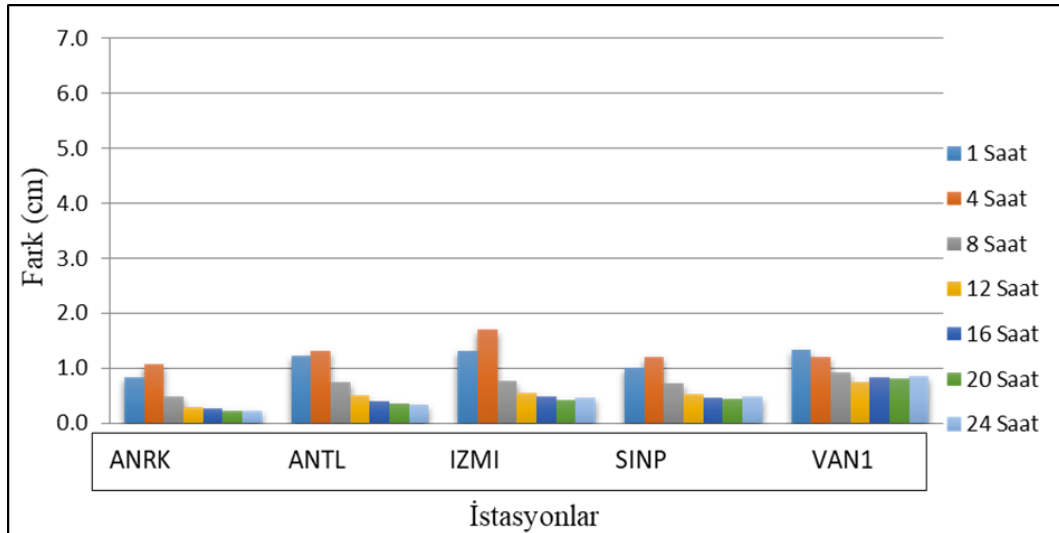
Şekil 1'de görülen ara yüzden üyelik işlemlerini gerçekleştirdikten sonra ilgili gözlem dosyaları statik veya kinematik olarak değerlendirilebilmektedir.

## 2.2. Trimble-RTX Yazılımı

GNSS sektöründe önemli bir yer tutan Trimble kuruluşunun sağlamış olduğu bu servis kullanıcılara ücretsiz olarak gözlem verilerini değerlendirme olanağı sunmaktadır. <https://www.trimblertx.com/UploadForm.aspx> adresinden erişim sağlanan servis DAT, T01, T02, Quark, RINEX 2 ve RINEX 3 veri formatlarını değerlendirebilmektedir. Yazılım, 14 Mayıs 2011 tarihinden sonra sadece statik yöntemle yapılan gözlemleri değerlendirebilmektedir. BeiDou ve Galileo uydularından toplanan verileri de değerlendirebilen yazılıma ilişkin ara yüz Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Trimble-RTX Ara yüzü



Şekil 3. ANRK, ANTL, IZMI, SINP, VAN1 istasyonlarının X Koordinat Farkları (CSRS-PPP)

## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait 01.01.2014-01.02.2014 tarihleri arasındaki toplam 1 aylık RINEX formatındaki veriler 1, 4, 8, 12, 16, 20 VE 24 saatlik dilimlere ayrılmış ve yukarıda bahsedilen CSRS-PPP ve Trimble-RTX servislerine gönderilmiştir. Her iki siteden gelen sonuç dosyasında koordinata ilişkin veriler ITRF 2008 ölçüm epoğunda gelmektedir. Elde edilen sonuçların Harita Genel Müdürlüğü'nün (HGM) ilgili yıl için üretmiş olduğu nihai koordinatlarla karşılaştırılabilmesi için servislerden elde edilen koordinatlar ITRF1996 sistemi 2005 epoğuna çevrilmiştir. Her iki yazılımdan elde edilen X, Y ve Z koordinatları kullanılarak her istasyona ilişkin ortalama X, Y ve Z koordinatları üretilmiş, daha sonra X, Y ve Z ortalama koordinatları ile HGM tarafından yayınlanan koordinatlar arasındaki mutlak farklar irdelenmiştir (Şekil 3).

Şekil 3, ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 istasyonlarının 01.01.2014-01.02.2014 tarihleri arasında CSRS-PPP yazılımından elde edilen ortalama X koordinatı ile HGM'den elde edilen X koordinatları arasındaki mutlak farkı göstermektedir. Sonuçlara genel olarak bakıldığında gözlem süresi arttıkça farkın azaldığı görülmektedir. VAN1 istasyonu haricinde diğer tüm istasyonlarda 4 saatlik gözlem sonucu elde edilen koordinat ortalama farkının 1 saatlik gözlem sonucu elde edilen farktan daha düşük kaldığı tespit edilmiştir. Maksimum farkın IZMI istasyonunda 4 saatlik gözlem sonucu elde edilen ortalama X koordinatı ile HGM'nin yayınlamış olduğu X koordinatı arasında görülmektedir (1.72cm).

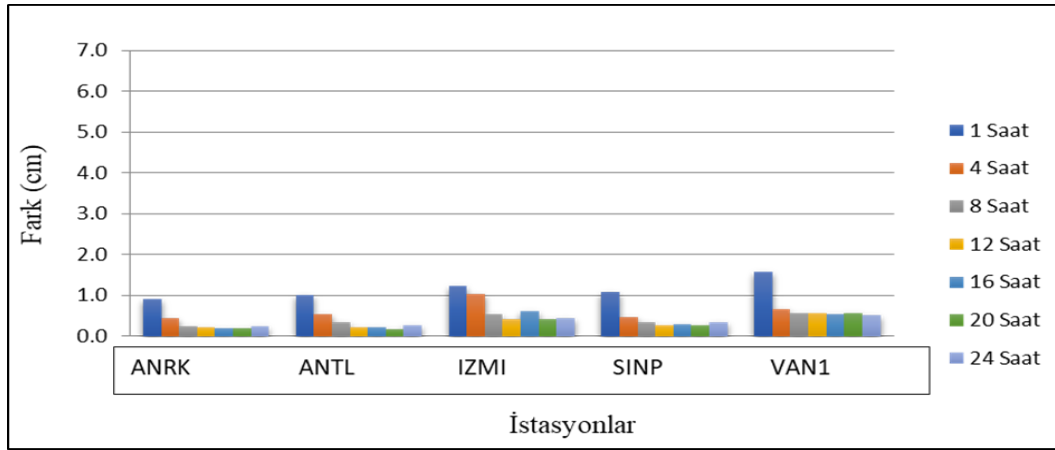
Şekil 4, ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 istasyonlarının 01.01.2014-01.02.2014 tarihleri arasında CSRS-PPP yazılımı ile HGM'den elde

edilen Y koordinatları arasındaki mutlak farkı göstermektedir.

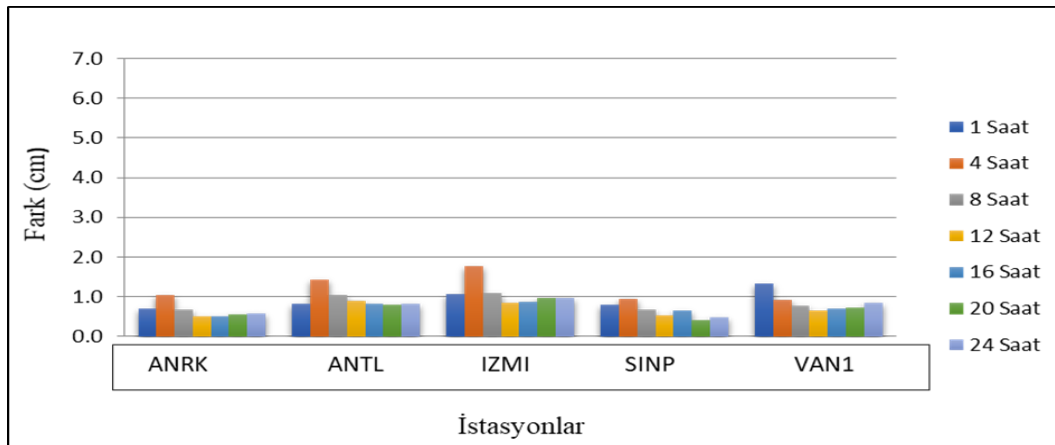
Sonuçlara genel olarak bakıldığında gözlem süresi arttıkça farkın azaldığı görülmektedir. Maksimum fark VAN1 istasyonunda 1 saatlik gözlem sonucu elde edildiği görülmektedir (1.63cm).

Şekil 5 irdelendiğinde X bileşeninde olduğu gibi 4 saatlik gözlemler sonucu elde edilen Z koordinat farklarının 1 saatlik gözlem sonucu elde edilen farklardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (VAN1 istasyonu hariç). Bu bileşende maksimum fark IZMI istasyonunda 4 saatlik gözlem sonucu 1.83cm olarak tespit edilmiştir.

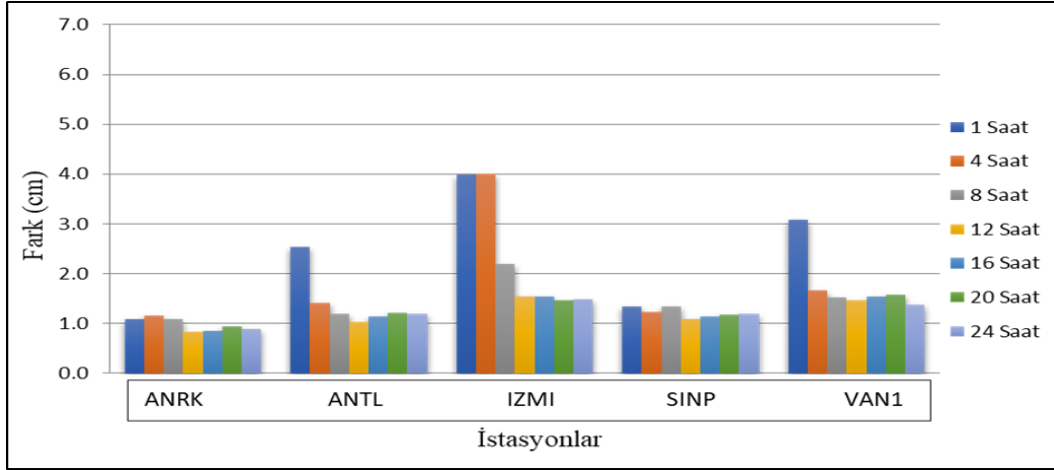
Trimble-RTX yazılımından elde edilen X koordinatlarından üretilen mutlak X değerleri ile HGM'den elde edilen X koordinatına ilişkin farklar Şekil 6'da verilmiştir.



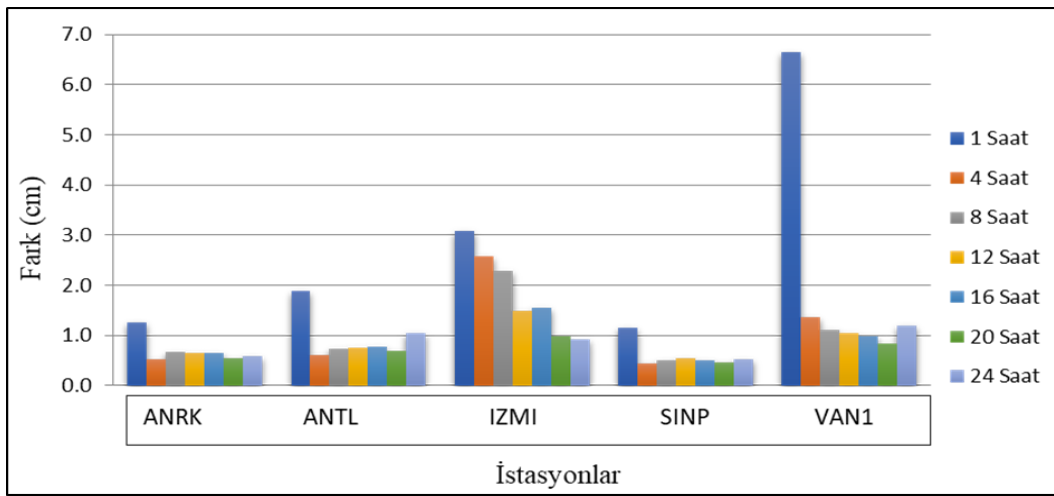
Şekil 4. ANRK, ANTL, IZMI, SINP, VAN1 istasyonlarının Y Koordinat Farkları (CSRS-PPP)



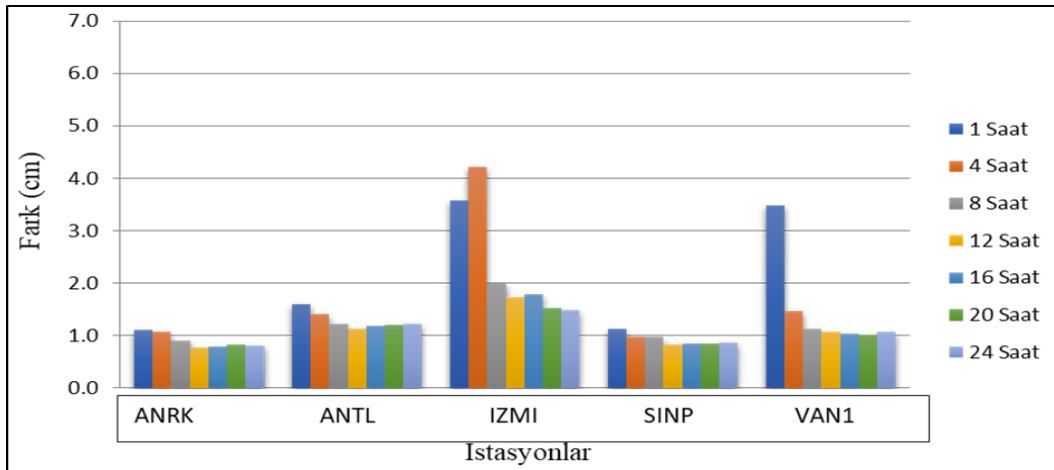
Şekil 5. ANRK, ANTL, IZMI, SINP, VAN1 istasyonlarının Z koordinat farkları (CSRS-PPP)



Şekil 6. ANRK, ANTL, IZMI, SINP, VAN1 istasyonlarının X koordinat farkları (CSRS-PPP)



Şekil 7. ANRK, ANTL, IZMI, SINP, VAN1 istasyonlarının Y Koordinat Farkları (Trimble RTX)



Şekil 8. ANRK, ANTL, IZMI, SINP, VAN1 istasyonlarının Z Koordinat Farkları (Trimble RTX)



Şekil 6’da ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 istasyonlarının Trimble RTX yazılımından elde edilmiş X koordinatlarından faydalanılarak elde edilen ortalama X koordinatları ile HGM’nin yayınlamış olduğu X koordinatları arasındaki mutlak fark gösterilmektedir. Sonuçlar irdelendiğinde maksimum farkın IZMI istasyonunda 1 ve 4 saatlik gözlem sonucunda elde edildiği görülmektedir (4 cm).

Şekil 7’de analiz yapılan istasyonlara ilişkin ortalama Y koordinatı ile HGM tarafından yayınlanan Y koordinatı arasındaki mutlak farklar gösterilmektedir. Maksimum fark (6.77 cm) 1 saatlik gözlem sonucu VAN1 istasyonunda gözlemlenmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde ANRK, IZMI, ANTL, SINP istasyonlarında tüm gözlemler sonucu elde edilen farkların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. VAN1 istasyonunda 1 saatlik gözlem sonucu elde edilen fark haricinde diğer tüm sonuçların diğer istasyonlarda olduğu farkın mm mertebesinde olduğu görülmektedir.

Şekil 8’de Z koordinatına ilişkin Trimble RTX yazılımından elde edilen farklar gösterilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında maksimum farkın 4.2cm ile IZMI istasyonuna ait olduğu görülmektedir. Z koordinatına ilişkin elde edilen çözümlerde ANRK, ANTL, SINP istasyonlarında farkların mm seviyesinde olduğu, IZMI istasyonunda 1 saatlik gözlemden elde edilen farkların 4 saatlik gözleme göre daha düşük kaldığı tespit edilmiştir. Diğer yandan VAN1 istasyonunda 1 saatlik gözlem sonucu hariç olmak üzere tüm gözlemlerden elde edilen sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir.

#### 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada ANRK, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait 01.01.2014-01.02.2014 tarihleri arasındaki gözlem dosyaları 1, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 saatlik dilimlere ayrılmış, CSRS-PPP ve Trimble-RTX servislerine gönderilmiştir. İki servisten elde edilen her güne ilişkin ITRF 2008 gözlem epogunda elde edilen koordinatların ortalaması alınmış ve kartezyen koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Bu servislerden elde edilen X, Y ve Z koordinatları ile aynı istasyonlara ait HGM’nin yayınlamış olduğu kartezyen koordinatlar arasındaki farklar incelenmiştir. CSRS-PPP yazılımından elde edilen sonuçlara bakıldığında X koordinatında maksimum farkın 1.72cm ile IZMI istasyonunda, Y koordinatında maksimum farkın VAN1 istasyonunda 1.63cm, Z koordinatında ise maksimum farkın 1.83cm ile IZMI istasyonunda olduğu görülmektedir. Trimble-RTX yazılımı kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında X koordinatında maksimum farkın IZMI istasyonunda 4 cm, Y koordinatında 6.77cm ile VAN1 istasyonunda, Z koordinatında 4.2cm ile IZMI istasyonunda olduğu görülmektedir. Her iki yazılım birbiri ile kıyaslandığında genel olarak CSRS-PPP

yazılımının HGM’nin çözümlerine daha yakın sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

#### KAYNAKÇA

- Bertiger, W., Desai, S. D., Haines, B., Harvey, N., Moore, A. W., Owen, S., Weiss, J. P. (2010). Single receiver phase ambiguity resolution with GPS data. *Journal of Geodesy*, 84(5), 327-337.
- Cai, C., and Gao, Y. (2007). Precise point positioning using combined GPS and GLONASS observations. *Positioning*, 1 (11).
- Chen, J., Li, H., Wu, B., Zhang, Y., Wang, J., and Hu, C. (2013). Performance of real-time precise point positioning. *Marine Geodesy*, 36(1), 98-108.
- Choy, S. L., Zhang, K., Silcock, D., and Wu, F. (2007). Precise Point Positioning—a case study in Australia. In *Proceedings of spatial sciences institute international conference (SSC2007)*, Tasmania, pp. 192-202.
- Elsobeiey, M., and El-Rabbany, A. (2013). Efficient between-satellite single-difference precise point positioning model. *Journal of Surveying Engineering*, 140(2).
- Furones, M., Esteban, Á., Anquela Julián A. B., Berné Valero J. L., and Sanmartín, M. (2012). Kinematic GNSS-PPP results from various software packages and raw data configurations. In *Scientific Research and Essays (Vol. 7, No. 3, pp. 419-431)*. Academic Journals.
- Gao, Y., Wojciechowski, A., and Chen, K. (2005). Airborne kinematic positioning using precise point positioning methodology. *Geomatica*, 59(1), 29-36.
- Geng, J., Teferle, F. N., Meng, X., and Dodson, A. H. (2010). Kinematic precise point positioning at remote marine platforms. *GPS solutions*, 14(4), 343-350.
- Ghoddousi-Fard, R., and Dare, P. (2006). Online GPS processing services: an initial study. *GPS solutions*, 10(1), 12-20.
- Guo, Q. (2015). Precision comparison and analysis of four online free PPP services in static positioning and tropospheric delay estimation. *GPS solutions*, 19(4), 537-544.
- Huber, K., Heuberger, F., Abart, C., Karabatic, A., and Weber, R. (2010). PPP: Precise Point Positioning—constraints and opportunities.

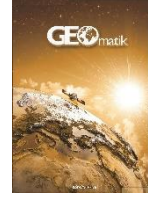
- Kouba, J., and Héroux, P. (2001). Precise point positioning using IGS orbit and clock products. *GPS solutions*, 5(2), 12-28.
- Kouba, J. (2003). Measuring seismic waves induced by large earthquakes with GPS. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 47(4), 741-755.
- Kouba, J. (2009). A guide to using International GNSS Service (IGS) products.
- Liu, Z., Ji S., Chen, W., and Ding, X. (2013). New fast precise kinematic surveying method using a single dual-frequency GPS receiver. *Journal of Surveying Engineering*, 139(1), 19-33.
- Martín, A., Anquela, A. B., Capilla, R., and Berné, J. L. (2010). PPP technique analysis based on time convergence, repeatability, IGS products, different software processing, and GPS+ GLONASS constellation. *Journal of Surveying Engineering*, 137(3), 99-108.
- Ocalan, T., and Alkan, R. M. (2012). Performance Analysis of Web-Based Online Precise Point Positioning (PPP) Services for Marine Applications. In *The 14th IAIN Congress*.
- Zumberge, J. F., Heflin, M. B., Jefferson, D. C., Watkins, M. M., and Webb, F. H. (1997). Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 102(B3), 5005-5017.



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## Deprem kaynaklı olabilecek iyonosferik değişimlerin belirlenmesi üzerine yeni bir yaklaşım geliştirilmesi

Samed İnyurt<sup>1</sup>, Çetin Mekik<sup>2</sup>, Ömer Yıldırım<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversite, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

GNSS  
İyonosfer  
Deprem

### ÖZ

İyonosfer tabakası yapısı gereği güneş aktivitesi, mevsimsel değişim, gece-gündüz, konum, jeomanyetik aktivite, deprem gibi etmenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu tabakada meydana gelen değişim çoğunlukla güneş kaynaklı olsa da sözü edilen diğer etkiler iyonosfer modellemesi için göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzün en büyük doğal afetlerinden biri olan deprem dünya genelinde çok sayıda can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Depremle ilgili geçmişten bugüne çok sayıda bilim insanı çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda; deprem öncesi, anı veya sonrasında iyonosfer tabakasında bazı değişimler meydana geldiği, bu sebeple deprem tahmini çalışmalarında iyonosfer tabakasının incelenmesi gerekliliği ortaya koyulmuştur. Bu çalışma kapsamında deprem kaynaklı iyonosferik anomalilerin belirlenebilmesi için deprem öncesi, anı ve sonrası kapsayacak şekilde toplam 60 günlük Toplam Elektron Miktarı TEC verisi kullanılmıştır. Alt sınır (LB) ve üst sınır (UB) değerlerinin hassas şekilde belirlenebilmesi için ilk 30 güne ilişkin TEC verilerinden faydalanarak deprem analizi için kullanılacak k değeri belirlenmiştir. Deprem analizi için kullanılacak k değeri elde edildikten sonra deprem kaynaklı TEC değişimlerinin belirlenebilmesi için LB ve UB değerleri her epok için üretilmiştir. Bu sayede iyonosfer tabakasına etki eden mevsimsel değişim ile küçük ve orta seviyedeki jeomanyetik etkilerin deprem kaynaklı iyonosferik değişim analiz sonuçlarına olan etkisinin azaltılması sağlanmıştır. 14 Kasım 2016 (yılın günü 319) tarihinde meydana gelen Yeni Zelanda depreminin merkez koordinatları -42,75 N, 173,07 E olan depremin büyüklüğü Mw 7,8 olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda 315 ve 317. günlerde pozitif anomaliler görülmüş ve anomali miktarları verilmiştir. Söz konusu anomalilerin depremle ilgili olup olmadığının anlaşılabilmesi için anomali görülen günlerde uzay iklim koşulları detaylı olarak irdelenmiştir.

## Developing a new approach for determination of possible ionospheric changes caused by earthquake

### Keywords

GNSS  
Ionosphere  
Earthquake

### ABSTRACT

Ionosphere shows change depending on solar activity, seasonal variation, day-night, geomagnetic activity, earthquake. Even though the change in this layer is mostly caused by the sun, the other effects mentioned should be taken into consideration for ionosphere modeling. One of the natural disasters of modern-day world, the earthquake causes a large number of lives and property loss throughout the world. Many scientists have been involved in studies of earthquake from the past to the present. As a result of the studies; some changes in the ionosphere layer occurred before, during and after the earthquake, and thus ionosphere layer should be monitored effectively. In order to determine anomalies induced by the earthquake within the scope of this study, a total of 60 days of TEC data was used. In order to determine the boundaries of lower bound (LB) and upper bound (UB), the k value to be used for earthquake analysis was determined by using TEC data for the first 30 days. After obtaining the k value to be used for the earthquake analysis, LB and UB values have been produced for each epoch in order to determine the earthquake-induced ionosphere anomaly. In this way, the effect of seasonal change on the ionosphere layer and the effect of small and medium geomagnetic effects on earthquake-induced ionospheric change analysis results will be reduced. As a result of the analysis, positive anomalies were detected 4 days and 2 days before the earthquake respectively. In order to understand whether these anomalies are related to earthquakes or not, space-weather conditions were examined in the days of anomalies detail.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

\*(samed\_inyurt@hotmail.com) ORCID ID 0000 – 0001 – 9339 – 7569  
(cmekik@hotmail.com) ORCID ID 0000 – 0002 – 5911 – 4032  
(omer.yildirim2002@gmail.com) ORCID ID 0000 – 0002 – 3537 – 6732

İNYURT, S, MEKİK, Ç, YILDIRIM, Ö. (2020). Deprem Kaynaklı Olabilecek İyonosferik Değişimlerin Belirlenmesi Üzerine Yeni Bir Yaklaşım Geliştirilmesi. Geomatik, 5 (2), 127-133. DOI: 10.29128/geomatik.592477

Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik/issue/52495/592477>

## 1. GİRİŞ

Deprem, sahip olduğu yıkıcı etki sebebiyle çok sayıda can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Bu sebeple deprem tahmini konusunda farklı disiplinlerden çok sayıda bilim insanı deprem tahmini konusunda çalışma yapmaktadır. Son yıllarda ionosfer-deprem ilişkisi üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda deprem öncesi, anı veya sonrasında ionosfer tabakasında bazı değişimler meydana geldiği, bu sebeple deprem tahmini çalışmalarında ionosfer tabakasının incelenmesi gerekliliği ortaya koyulmuştur. İyonosfer tabakasının en önemli fonksiyonu olan TEC, ionosferde serbest halde bulunan toplam elektron miktarını ifade eder. İyonosfer-deprem ilişkisine yönelik çalışmalarla ort dünya genelinde büyüklükleri farklılık gösteren depremler incelemiş ve TEC miktarı değişimi ile ilişkisi ortaya koyulmuştur. Plotkin (2003) çalışmasında 13 Şubat 2001 tarihinde El Salvador'da meydana gelen Mw 6,6 büyüklüğündeki depremi incelemiş ve depremden 2 gün önce GPS alıcısından elde edilen TEC değerlerinde düşüş yaşandığı kaydedilmiştir. Çalışmada söz konusu değişimin jeomanyetik aktivite veya solar rüzgar kaynaklı olabileceği belirtilmiştir.

Pulinets vd. (2003) yapmış olduğu çalışmada Mw>5 olan depremlerinde %73'ünde Mw>6 olan depremlerin %100'ünde depremden önceki 5 gün içerisinde ionosferik anomaliler meydana geldiğini saptamıştır. Liu vd. (2004) yapmış olduğu çalışmada Tayvan'da 1999-2002 yılları arasında meydana gelen 20 adet depremi hareketli medyan yöntemi ile irdelemiştir. Çalışmanın sonucunda Mw≥6 depremleri için söz konusu metodun depremden önceki 5 gün içerisinde deprem kaynaklı ionosfer değişimlerini saptamada %80 oranında başarı sağladığını belirtmiştir. Fujiwara vd. (2004) yapmış olduğu çalışmada Mw≥4,8 olan depremlerde deprem öncesi ionosferik anomalileri hareketli medyan yöntemi ile irdelemiştir. Çalışma sonucunda depremden önceki 5 gün içerisinde ionosferde ciddi değişimler meydana geldiğini saptamıştır. Liu vd. (2006) Tayvan bölgesinde 1994-1999 yılları arasında Mw≥5 olan 184 adet depremin, ionosferin F2 tabakasının yüksekliği ve f0F<sub>2</sub> kritik frekansı değişimleri ile olan ilişkisini irdelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda f0F<sub>2</sub> kritik frekansındaki anormal düşüşlerin %25'lik kısmının depremden önceki 5 gün içerisinde yerel zamanda 12:00-18:00 saatleri arasında gerçekleştiği anlaşılmıştır. Bunun yanında deprem öncesi ionosferik değişimlerin depremin büyüklüğü ile doğru orantılı olduğu, deprem merkezinden uzaklaştıkça ionosferik anomalilerin düşüş gösterdiği anlaşılmıştır. Söz konusu durumun deprem kaynaklı enerji salınımı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Liu vd. (2009) yapmış olduğu çalışmada GIM haritaları yardımıyla 01.05.1998-30.04.2008 yılları arasında Çin'de gerçekleşen Mw≥6,0 olan 35 adet deprem irdelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda

Mw≥6,3 olan 17 adet depremden önce 3-5 gün içerisinde TEC değerlerinde ciddi azalmalar meydana geldiği vurgulanmış, 12.05.2008 tarihinde Çin'in Wenchuan bölgesi yakınlarında meydana gelen Mw=7,9 büyüklüğündeki depremin ionosfer tabakasında meydana getirdiği olası değişim hem GIM-TEC değerleriyle hem de FORMOSAT3/COSMIC (F3C) uydularından elde edilen elektron yoğunluğu değerleriyle izlenmiştir. Çalışma sonucunda GIM-TEC değerlerinde deprem öncesi azalma görüldüğü, F3C uydularından elde edilen sonuçlar irdelendiğinde N<sub>m</sub> F<sub>2</sub>, h<sub>m</sub> F<sub>2</sub> değerlerinde yaklaşık %40 düşüş yaşandığı kaydedilmiştir. Saroso vd. (2008) yapmış olduğu çalışmada 1993-2002 yılları arasında büyüklüğü Mw≥5,9 olan Sulawesi depremleri ve 26.12.2004 tarihinde gerçekleşen Sumanda-Andaman depremi irdelenmiştir. Deprem kaynaklı TEC değişimlerinin tespit edilmesi amacıyla deprem öncesi ve sonrası 15 günlük TEC değerleri kullanılarak üst ve alt sınırlar oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda depremden 2-7 gün öncesinde TEC değerlerinde ciddi düşüşler yaşandığı görülmüştür. Özellikle Sumanda-Andaman depreminde meydana gelen deprem kaynaklı anomalilerin deprem merkezinden 1.600 km uzaklıkta tespit edilebildiği belirtilmiştir.

Bu çalışma, 14 Kasım 2016 tarihinde Yeni Zelanda'da meydana gelen depreme ilişkin deprem öncesi ve sonrası deprem kaynaklı TEC değişimlerinin tespit edilmesini amaçlamaktadır. Söz konusu depremin merkez koordinatları (-42,75 N, 173,07 E), depremin derinliği 15 km, büyüklüğü Mw 7,8 olarak belirlenmiştir.

## 2. YÖNTEM

Deprem kaynaklı ionosferik anomalilerin belirlenmesinde çok sayıda istatistiksel yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemlerden biri Liu vd. (2009) önermiş olduğu çeyrekler arası fark bazlı hareketli medyan istatistik analizidir. Bu yöntemde, ilk olarak hareketli ortanca (M), birinci çeyrek (LQ) ve üçüncü çeyrek(UQ) değerleri elde edilir. Daha sonra kestirilen GPS-TEC değerlerinin ortalama değeri (m) ve standart sapması (σ) olan normal dağılımda oldukları varsayımı ile m ve 1,34 σ aralığında kabul aralığı olarak seçilmektedir. Sonuç olarak GPS-TEC değerlerinin deprem öncesi ve sonrası 15 gün için hareketli alt sınır ve üst sınır elde edilmektedir. Kullanılan yöntem bir örnekle anlatılacak olursa, ilk 15 güne ait TEC verileri kullanılarak üretilecek medyan, LQ ve UQ değerleri 16. gündeki TEC değerlerinin analizinde referans veri olarak kullanılacaktır. Yine benzer biçimde 2 ile 16'ncı gün arasındaki TEC verileri 17. güne ait LB ve UB sınırlarının oluşturulmasında kullanılacaktır. Bu durumda ilgili epoktaki TEC değeri %60-65 güvenilirlik seviyesi ile söz konusu sınır değerlerin arasında olacaktır (Liu vd. 2009). Eğer analiz edilen güne ilişkin TEC değerlerinin 1/3 ve daha fazlası üst sınır değerden fazla veya alt sınır değerden az ise

bugün anomalinin yaşandığı gün olarak ifade edilmektedir (Liu vd. 2004).

Akhoondzadeh vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada, Liu vd. (2009)'da önermiş olduğu yöntemdeki LB ve UB sınırlarını belirlemede kullanılan k değerinin sabit olduğunu bu nedenle k değerinin her deprem için farklı olması gerekliliğini ortaya koymuştur. Diğer yandan, UB ve LB değerlerinin belirlenmesinde yaklaşık 55 günlük veri kullanılmasının iyonosfer tabakasında var olan sezonsal değişim etkilerinden arındırılması açısından uygun olacağı düşünülmüştür. Akhoondzadeh vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada LB ve UB sınırlarını aşağıdaki denklemler aracılığıyla belirlemiştir. TEC değerinin elde edilmesinde temel bağıntılar (1), (2) ve (3) denklemleri ile gösterilmiştir.

$$STEC = -\frac{f_1^2 f_2^2}{40.3(f_1^2 - f_2^2)} P_{4,a}^u - c(DCB^u + DCB_a) \quad (1)$$

$$VTEC = MF(z) * STEC \quad (2)$$

$$MF(z) = \cos\left(\arcsin\left(\frac{R}{R+H} \sin(\alpha z)\right)\right) \quad (3)$$

Bir numaralı denklemde STEC uydu-alıcı arasındaki eğik toplam elektron miktarını,  $f_1$  ve  $f_2$  frekansları,  $P_{4,a}^u$  yumuşatılmış kod gözlemlerini,  $c$  ışık hızını,  $DCB^u$  ve  $DCB_a$  sırasıyla uydu ve alıcıda meydana donanımsal gecikmeyi ifade eder. Her uydu-alıcı çifti arasındaki STEC değerleri elde edildikten sonra haritalama fonksiyonu yardımıyla,  $MF(z)$ , her epöğe ilişkin VTEC değerleri (2) denklemi aracılığıyla elde edilir (Başçiftçi et al., 2018).

$$LB = M - k * IQR \quad (4)$$

$$UB = M + k * IQR \quad (5)$$

$$LB < x < UB \quad -k < \frac{x-M}{IQR} < k \quad D_x = \frac{x-M}{IQR} \quad (6)$$

Burada  $x$ ,  $t$  zamanına ait gözlemlenen TEC değerini, LB alt sınır TEC değerini, UB üst sınır TEC değerini,  $M$  medyan değerini, IQR çeyrekler arası açıklığı,  $D_x$  gözlemlenen TEC değerinin farkını ifade etmektedir.

Söz konusu çalışmada k değerinin depremin büyüklüğüyle orantılı seçilmesi gerektiğini vurgulanmış ve eğer herhangi bir zamana ait hesaplanan  $D_x$  değeri seçilen k değerinden büyük ise, bu zamana ait TEC değerinin anomaliye sebep olduğu düşünülmektedir. Fakat burada k değerinin elde edilmesiyle ilgili herhangi bir matematiksel ifade ortaya konulmamıştır. Diğer yandan Liu vd. (2009) çalışmasında  $m$  ortalama ve  $\sigma$  sapmasına sahip GPS-TEC ölçüleri için beklenen  $m$  ve  $1,34\sigma$  kabul aralığının iyonosferin alt ve üst sınırlarının belirlenmesi için yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Bilindiği üzere iyonosfer tabakası orta enlem bölgesinde ekvatorial ve kutup bölgelerine göre daha

sakin davranış göstermektedir. Dolayısıyla her iki bölge için kestirilen TEC değerleri için üst ve alt sınırlarının oluşturulmasında  $m$  ve  $1,34\sigma$  kullanılması doğru bir tasvir olmayacaktır. Yine benzer şekilde iyonosferi etkileyen jeomanyetik etki, solar aktivite gibi etkenler iyonosfer tabakasında farklı bölgelerde farklı etki göstermektedir. Bu sebeple GPS-TEC değerlerinin alt ve üst sınırlarını oluştururken bölgeye uygun olacak şekilde sınırların belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Eğer analiz edilen bölgeye ilişkin alt ve üst sınır değerler doğru şekilde oluşturulursa, deprem kaynaklı oluşabilecek iyonosferik anomalilerin belirlenmesi daha kolay olacaktır. Sonuç olarak deprem kaynaklı iyonosferik anomalilerin doğru bir şekilde tespiti için öncelikle sınırları oluşturacak k değerinin hassas bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında deprem kaynaklı iyonosferik anomalilerin belirlenebilmesi için deprem öncesi, anı ve sonrasında kapsayacak şekilde toplam 60 günlük TEC verisi kullanılmıştır. LB ve UB sınırlarının hassas şekilde belirlenebilmesi için ilk 30 güne ilişkin TEC verilerinden faydalanarak deprem analizi için kullanılacak k değeri aşağıda açıklandığı şekilde belirlenmiştir. Deprem analizi için kullanılacak k değeri elde edildikten sonra deprem kaynaklı iyonosfer anomalinin belirlenebilmesi için LB ve UB değerleri her epök için üretilmiştir. Bu sayede iyonosfer tabakasına etki eden mevsimsel değişim ile küçük ve orta seviyedeki jeomanyetik etkilerin deprem kaynaklı iyonosferik değişim analiz sonuçlarına olan etkisinin azaltılması sağlanmış olacaktır.

Çalışmada Liu et al. (2009) yönteminde UB ve LB değerlerinin belirlenmesi için kullanılan formülde yer alan 1.5 sabit değeri Akhoondzadeh vd. (2010) yönteminde olduğu gibi k değeri olarak düşünülmüştür. Dolayısıyla LB ve UB için oluşturulacak yeni denklem aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir. Yazarların çalışmada belirttiği  $D_x$  değeri gözlemlenen TEC değerinin sapmasını belirtmektedir. Dolayısıyla her epök için gözlemlenen TEC değeri için (Liu et al. 2009) yönteminde olduğu gibi bir sapma değeri elde edilebilir.

$$LB = M - k(M - LQ) \quad (7)$$

$$UB = M + k(UQ - M) \quad (8)$$

$$k_i = \frac{x_i - M_i}{IQR_i} \quad (9)$$

(9) denkleminde  $k_i$  ilgili epöğe ait sapma değerini,  $x_i$  gözlemlenen TEC değerini,  $M_i$  medyan değerini,  $IQR_i$  kartiller arası farkı ifade etmektedir. Her saate ilişkin k değeri analiz edilen günlerden önceki 30 güne ait TEC verisi kullanılmıştır. (6) denklemi kullanılarak her saat için 30 adet k değeri elde edilmiş ve bunların maksimum değeri alınmıştır. Daha sonra her saate ilişkin elde edilen k değerlerinin ortalaması alınarak deprem analizi için

kullanılacak tek bir k değeri elde edilmiştir. Bu sayede iyonosferi etkileyen sezonsal değişim, solar etki, jeomanyetik aktivite gibi etkenlerin analiz sonuçlarına olan etkisinin önüne geçileceği düşünülmektedir. Daha sonra (7) ve (8) denklemleri kullanılarak sırasıyla LB ve UB değerleri elde edilmiştir. Tüm bu işlemler için gerekli verilerin indirilmesi, analiz edilmesi gibi işlemler MATLAB ortamında hazırlanan program ile elde edilmiştir.

Çalışmada ikinci yöntem olarak, deprem kaynaklı anomalilerin tespit edilebilmesi amacıyla deprem öncesi ve sonrası kapsayan 60 günlük gerçek TEC değerlerinden faydalanılarak model oluşturulmuş, bu model aracılığıyla TEC değerlerinin genel davranışı belirlenmiştir. Model sonucunda üretilen TEC değerleri, gerçek TEC değerlerinden çıkarılmış ve elde edilen farklara ilişkin istatistiksel teste ( $m \pm 2\sigma$ ) tabi tutularak anomali tespiti yapılmış amaçlanmıştır. Burada  $m$  ortalamayı,  $\sigma$  standart sapmayı ifade etmektedir. Yapılan çalışma sonucunda analiz için kullanılacak elde edilen modele ilişkin denklem aşağıda sunulmuştur.

$$TEC(x) = a1*\sin(b1*x+c1) + a2*\sin(b2*x+c2) + a3*\sin(b3*x+c3) \quad (10)$$

Burada  $a1$ ,  $a2$ ,  $a3$  genliği;  $b1$ ,  $b2$ ,  $b3$  açısal frekansı;  $c1$ ,  $c2$ ,  $c3$  fazı;  $x$  ise zamanı temsil etmektedir. Bu çalışmada yukarıda anlatılan iki model kullanılarak her deprem için ayrı ayrı uygulanacak ve ortaya çıkan sonuçlar detaylı olarak irdelenecektir.

### 3. UYGULAMA

İyonosfer-deprem ilişkisinin irdelenebilmesi amacıyla 14 Kasım 2016 tarihinde meydana gelen Yeni Zelanda depremi ele alınmıştır. Merkez

koordinatları (-42,75 N, 173,07 E) olarak tespit edilen depremin derinliği 15 km, büyüklüğü  $M_w$  7,8 olarak belirlenmiştir. GIM'e ait TEC verilerinin kullanıldığı çalışmada deprem öncesi ve sonrası 15 güne ilişkin TEC değişimlerinin irdelenebilmesi için zamansal çözünürlüğü 1 saat olan toplam 60 günlük TEC verisi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda çalışmada kullanılacak  $k$  sabiti 2,50 olarak belirlenmiştir.

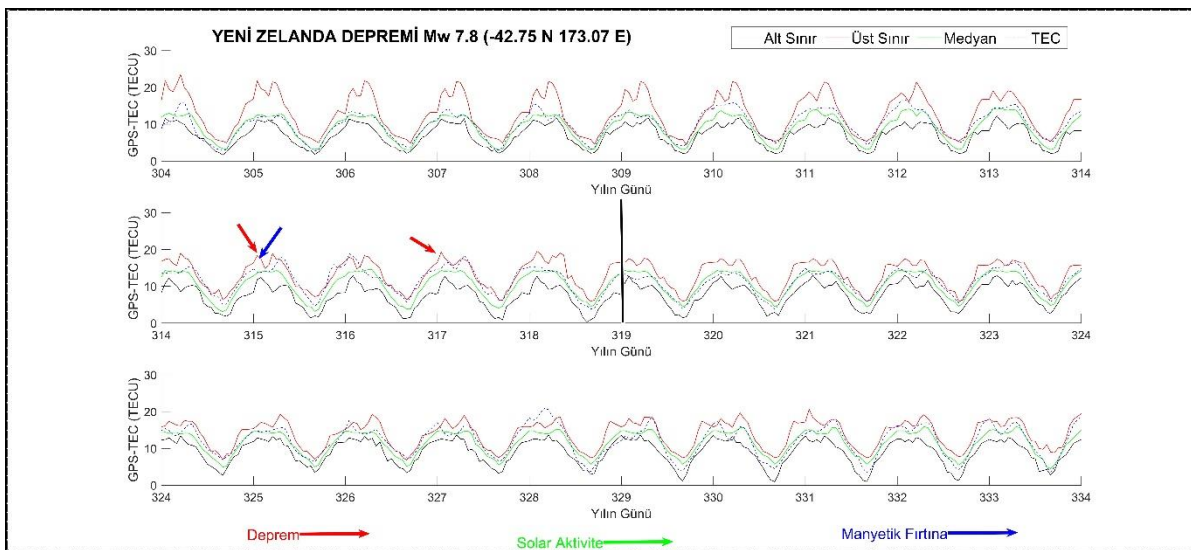
Şekil 1'de Yeni Zelanda depremine ilişkin deprem öncesi ve sonrası 15 güne ilişkin GPS-TEC değişimleri gösterilmektedir. Şekilde yer alan siyah çizgi alt sınır TEC değerlerini, kırmızı çizgi üst sınır TEC değerlerini, yeşil çizgi medyan TEC değerlerini, kesikli çizgi gözlemlenen TEC değerlerini ifade etmektedir. Çalışmada 315 ve 317. günlerde pozitif anomali tespit edilmiştir.

İlk yöntemde göre yapılan analiz sonucunda 315 ve 317. Günlerde pozitif anomaliler tespit edilmiş ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu günlere ilişkin görülen anomalilerin miktar ve zamanına ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

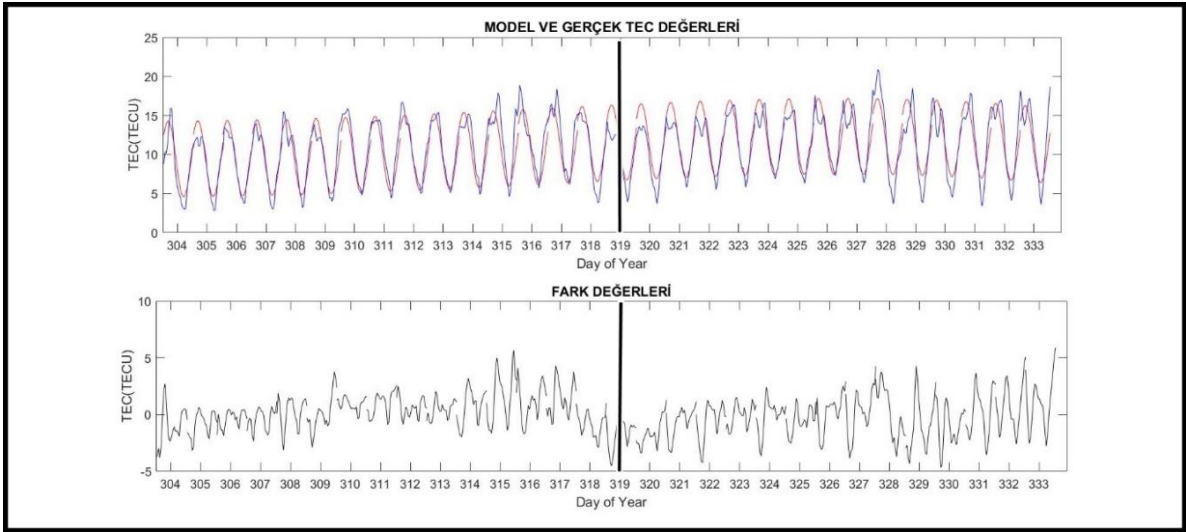
Şekil 2'de deprem öncesi ve sonrası 15 güne ilişkin model aracılığıyla elde edilen TEC değerleri ve gerçek TEC değerleri, ve arasındaki fark gösterilmiştir. Elde edilen bu fark değerleri üzerinden ( $m \pm 2\sigma$ ) istatistiksel testine tabi tutularak her epok için alt ve üst sınırlar belirlenmiştir.

Şekil 3 fark değerleri üzerinden yapılan istatistiksel test sonucunda elde edilen anomalili günleri ifade etmektedir. 315 ve 316. günlerde pozitif anomali elde edilmiştir.

İkinci yöntem kullanılarak yapılan analiz sonucunda 315 ve 316. Günlerde anomali tespit edilmiş ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Tespit edilen anomalilerin miktar ve türüne ilişkin bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Yeni Zelanda Depremi öncesi, anı ve sonrası GPS-TEC Değişimleri



Şekil 2. Yeni Zelanda Depremi öncesi, anı ve sonrası GPS-TEC Değişimleri

Tablo 1. Yeni Zelanda Depremi Anomali Miktarı ve Türü

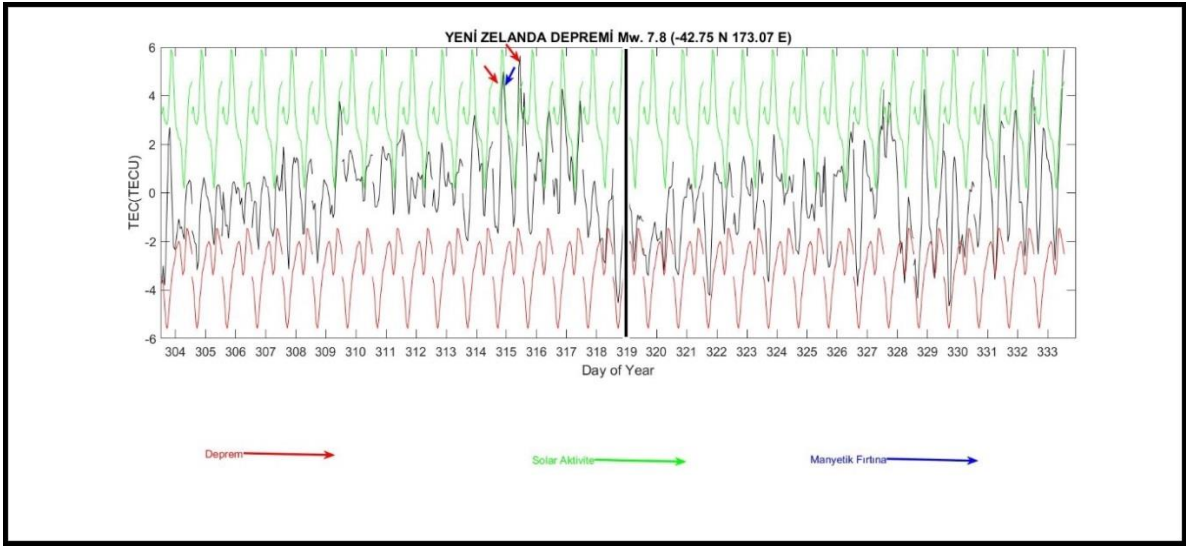
Gün	Saat	Anomali-Değeri (TECU)	Anomali Türü
315	7	0,60	Pozitif
315	8	1,60	Pozitif
315	9	1,10	Pozitif
315	10	0,85	Pozitif
315	11	1,65	Pozitif
315	12	0,30	Pozitif
315	20	2,50	Pozitif
315	21	2,85	Pozitif
317	7	1,10	Pozitif
317	8	0,24	Pozitif
317	9	0,50	Pozitif
317	10	1,00	Pozitif
317	11	0,25	Pozitif
317	16	0,25	Pozitif
317	17	0,10	Pozitif
317	19	0,25	Pozitif
317	20	0,25	Pozitif
317	21	1,10	Pozitif

Tablo 2. Yeni Zelanda Depremi Anomali Miktarı ve Türü

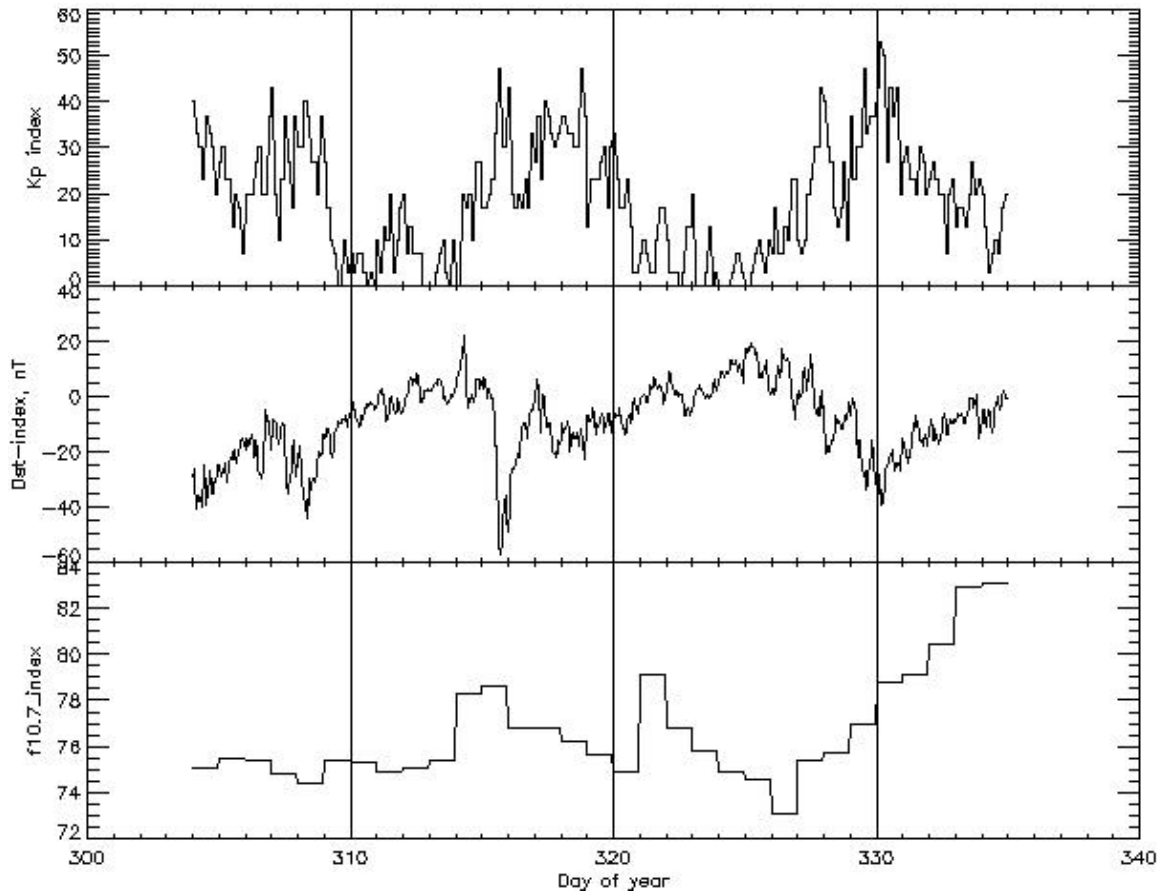
Gün	Saat	TEC-Farkı (TECU)	Anomali Türü
315	21	1,71	Pozitif
315	22	1,37	Pozitif
316	19	1,10	Pozitif
316	20	1,12	Pozitif

Elde edilen anomalilerin deprem ile ilişkisinin olup olmadığının anlaşılabilmesi için analiz edilen günlere ilişkin uzay iklim koşulları hakkında bilgi veren  $K_p$ ,  $D_sT$  ve  $F10.7$  cm indisleri Şekil 4'de verilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda uzay iklim koşullarının 316 ve 317. günlerde oldukça sakin olduğu, 315. günün belirli bölümlerinde jeomanyetik aktivite gerçekleştiği görülmektedir ( $D_sT$ : -59 nT,  $K_p*10$ : 47). Bu nedenle 316 ve 317. günlerde tespit edilen anomalilerin sadece deprem kaynaklı olabileceği, 315. güne ilişkin görülen pozitif anomalilerin manyetik fırtına veya deprem kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Her iki yöntem irdelendiğinde 315. günde aynı türde (pozitif) anomali tespit edildiği, diğer yandan ilk yöntemde 317, ikinci yöntemde ise 316. günde yine aynı türde (pozitif) anomali meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 3. Fark değerleri üzerinden yapılan analizin gösterimi



Şekil 4. Analizi Yapılan Günlere İlişkin Kp, Dst ve F10.7 İndislerinin Gösterimi

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada 14 Kasım 2016 tarihinde meydana gelen Yeni Zelanda depremine ilişkin olası iyonosfer değişimlerin tespit edilebilmesi için iki farklı yöntem uygulanmış ve sonuçları detaylı şekilde irdelenmiştir.

TEC değerlerinin çeyrekler arası fark bazlı hareketli medyan yöntemi ile alt ve üst sınır değerleri deprem öncesi ve sonrası 15 gün için elde edilmiştir. Toplamda 60 günlük TEC verisinin kullanıldığı bu çalışmada deprem bölgesine ilişkin

istatistiksel analizde kullanılacak özel bir k değeri belirlenmiştir. Bu değer belirlenmesinden sonra uygulanan istatistiksel test sonucunda elde edilen pozitif anomaliler verilmiştir. Söz konusu anomalilerin deprem ile ilişkisinin daha iyi irdelenebilmesi amacıyla iyonosferik koşullar hakkında bilgi veren Kp, Dst ve F10.7cm indisleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışma sonucunda 315 ve 317. günlerde pozitif anomali elde edilmiştir.

İkinci yöntemde ise her bir depreme ilişkin analizde kullanılan toplam 60 günlük TEC verisinin genel davranışının belirlenmesi amacıyla



matematiksel model oluşturulmuştur. Elde edilen bu model aracılığıyla üretilen TEC değerleri gerçek TEC değerlerinden çıkarılmış ve kalan TEC değerlerinin alt ve üst sınır değerleri her epoktaki TEC değeri için elde edilmiştir. Bu yöntem sonucunda 315 ve 316. günlerde pozitif anomali elde edilmiştir.

Her iki yöntem kullanılarak yapılan analiz sonuçları, literatür araştırması sonucunda 15 gün öncesi ve sonrası iyonosfer öncüllerinin yakalanabileceği sonucunu desteklemektedir. Diğer yandan her iki yöntemin uygulanması sonucunda 315. günde pozitif anomali tespit edilmiş, buna ek olarak ilk yöntemde 317. günde ikinci yöntemde ise 316. günde pozitif anomali tespit edilmiştir. Söz konusu bu değişkenliğin istatistiksel yaklaşımların farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışma 25.04.2019--27.04.2019 tarihleri arasında Ankara'da düzenlenen Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

### KAYNAKÇA

- Akhoondzadeh M., Parrot M., Saradjian M. R., (2010), Electron and ion density variations before strong earthquakes ( $M > 6.0$ ) using DEMETER and GPS data. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(1): 7-18.
- Başçiftçi, F., Inal, C., Yildirim, O., & Bulbul, S. (2018). COMPARISON OF REGIONAL AND GLOBAL TEC VALUES: TURKEY MODEL. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(2), 61-72.
- Fujiwara H., Kamogawa M., Ikeda M., Liu J. Y., Sakata H., Chen Y. I., Ohtsuki Y. H., (2004), Atmospheric anomalies observed during earthquake occurrences. *Geophysical Research Letters*, 31(17): 1-5.
- Liu J. Y., Chuo Y. J., Shan S. J., Tsai Y. B., Chen Y. I., Pulnests S. A., Yu S. B., (2004), Pre-earthquake ionospheric anomalies registered by continuous GPS TEC measurements. In *Annales Geophysicae*, 22: 1585-1593.
- Liu J. Y., Chen Y. I., Chuo Y. J., Chen C. S., (2006), A statistical investigation of preearthquake ionospheric anomaly. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 111 (A5): 1-4.
- Liu J. Y., Chen Y. I., Chen C. H., Liu C. Y., Chen C. Y., Nishihashi M., Lin C. H., (2009), Seismoionospheric GPS total electron content anomalies observed before the 12 May 2008 Mw7.9 Wenchuan earthquake. *Journal of Geophysical Research*, 114 (A4): 1-15.

Plotkin V. V., (2003), GPS detection of ionospheric perturbation before the 13 February 2001, El Salvador earthquake. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3 (3/4): 249-253.

Pulnests S A, Leyva Contreras A, Bisiacchi-Giraldi G and Ciraolo L, (2003), Total electron content variations in the ionosphere before the Colima, Mexico, earthquake of 21 January 2003. *Geofisica Internacional*, 4: 369-377.

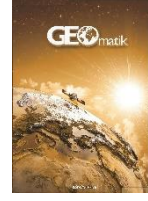
Saroso S., Liu J. Y., Hattori K., Chen C. H., (2008), Ionospheric GPS TEC Anomalies and  $M \geq 5.9$  Earthquakes in Indonesia during 1993-2002. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*, 19: 481-488.



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## İnsansız hava aracından elde edilen veriler ile kaya düşme potansiyelinin değerlendirilmesi: Adam Kayalar örneği, Mersin

Müge Ağca\*<sup>1</sup>, Nurgül Yeşiloğlu Gültekin<sup>2</sup>, Efdal Kaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, İskenderun, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

SYM  
İnsansız Hava Aracı (İHA)  
Kaya Düşmesi  
3 Boyutlu Modelleme  
HY-STONE

### ÖZ

Tarihi ve kültürel miras alanlar, bazen doğa şartları bazen de insan müdahalesi ve iklimsel faktörlerin etkisiyle hızla değişime ve deformasyona uğrayan alanlardır. Bu tür alanları korunmak için ileri teknolojilerden ve bilimsel çalışmalardan faydalanmak gerekmektedir. Bu amaçla kaya düşmelerinin yoğun olarak görüldüğü Mersin’de bulunan Adam Kayaları ve yakın çevresi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın genel amacı, İnsansız Hava Aracı (İHA) sisteminden elde edilen yüksek kalitedeki topografik veriler kullanılarak bölgede olabilecek kaya düşmelerinin 3B modelinin oluşturulması ve değerlendirilmesidir. Çalışma kapsamında, İHA sisteminin kaya düşmesi çalışmalarında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında bulunan jeolojik malzemelerin tanımlaması yapılmış ve modelleme aşamasında kullanılmak üzere çalışma alanından alınan blok örneklerinin fiziksel, indeks ve mekanik parametreleri belirlenmiştir. Çalışmada, İHA sisteminden elde edilen yüksek doğrulukta verilerle oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kaya düşmelerinin 3B modellemesine imkân sağlayan ve değerlendirilmesinde kullanılan HY-STONE yazılımında girdi olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, İHA sistemi kullanılarak Adam Kayaları civarındaki kaya düşmesi kaynak alanları değerlendirilmiş ve bölgedeki kaya düşme potansiyeli olan blokların modellemesi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın çıktıları, kültürel mirasların korunması ve bu tür turistik alanlarda kaya düşmelerinden kaynaklanabilecek can ve mal kayıplarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

## Evaluation of rock fall potential using data from unmanned aerial vehicles: A case of Adam Kayalar, Mersin

### Keywords

DEM  
Unmanned Aerial Vehicle (UAV)  
Rock Fall  
3D Modelling  
HY-STONE

### ABSTRACT

Historical and cultural heritage sites are areas that undergo rapid change and deformation due to natural conditions and sometimes human intervention and climatic factors. It is necessary to benefit from advanced technologies and scientific studies to protect such areas. Scientific studies can help to protect these areas. For this purpose, Adam Kayalar and its surroundings located in Mersin was selected as our study area where rock falls is very intense. The overall aim of this study is to construct 3D model and evaluate the potential of rockfall in the study area by using high quality topographic data obtained from Unmanned Aerial Vehicles (UAV). In this study, the usability of the UAV system in rockfall studies was investigated. The geological materials within the scope of the field studies were defined and the physical, index and mechanical parameters of the block samples taken from the study area were determined for the modeling stage. The high accuracy data obtained from the UAV system was used as an input in the 3D rockfall modeling software, HY-STONE, to be used for the evaluation of rockfalls. As a result, rockfall source areas around Adam Kayalar were evaluated and modeling of blocks with rockfall potential in the region was successfully performed by using UAV data. The outputs of the study are of great importance for the protection of cultural heritage and prevention of loss of life and property that may result from rock falls in such tourist areas.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

\*(mugekaan@gmail.com) ORCID ID 0000-0003-0190-7280  
(nurgulyesiloglu@yahoo.com) ORCID ID 0000-0002-7007-2478  
(efdal.kaya@iste.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-5553-0143

AĞCA, M., GÜLTEKİN, N., KAYA, E. (2020). İnsansız Hava Aracından Elde Edilen Veriler ile Kaya Düşme Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Adam Kayalar Örneği, Mersin. Geomatik, 5 (2), 134-145. DOI: 10.29128/geomatik.595574  
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik/issue/52495/595574>

## 1. GİRİŞ

Kültürel, doğal ve tarihi miraslar bir milletin geçmişi ile geleceği arasındaki en önemli köprülerden biridir. Tarihi ve kültürel miras alanları, bazen doğa şartları bazen de beşeri faktörlerin etkisiyle hızla değişime ve deformasyona uğrayan alanlardır. Bu tür yerlerin arşivlerinin oluşturulmasında, restorasyon ve röleve çalışmalarında, sayısal olarak görüntülenmelerinde, üç boyutlu (3B) taranması ve modellenmesinde, hukuki, teknik ve doku bilgilerinin oluşturulmasında uzaktan algılama ve fotogrametrik yöntemler önemli rol oynamaktadır. Tarihi ve kültürel alanların 3B modelleme çalışmalarında, deformasyona uğrayan alanların tespitinde, heyelan analizlerinde aktif uzaktan algılama sistemlerinden olan yersel lazer tarama cihazları gün geçtikçe artan bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat yersel lazer tarama sistemlerinin arazinin topografik yapısından dolayı yetersiz kalabildiği durumlar olabilmekte ve istenilen ölçümler ve analizler gerçekleştirilememektedir.

Son zamanlarda, yeni bir taşıyıcı platformu olan İHA, fotogrametri ve uzaktan algılama yoluyla coğrafi veri üretiminde kendisine birçok kullanım alanı bulmuştur. Geliştirilen İHA sistemlerine fotogrametrik ölçümler yapabilen sistemler ve kameralar entegre edilebilmektedir. Veri elde edilmek istenen alanın üzerinden İHA ile uçularak bölgenin hava fotoğrafları çekilebilmekte ve bu fotoğraflardan bölge ile ilgili detaylı yüzey ve yükseklik modeli bilgileri elde edilebilmektedir. Bu araçlar, hızlı, hassas, düşük maliyetli ve tekrarlı ölçü elde etme özelliklerinden dolayı birçok yerel ölçüm çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Genel olarak, İHA sistemleri ile arazinin 2B ve 3B topografik verilerini elde etmek mümkündür. Kaya düşmelerinin değerlendirilmesine ve 3B modellenmesine yönelik literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Literatürde, yapılan analizler ve modellemeler için gerekli olan girdiler optik veriler (Deliormanlı vd., 2014), yersel lazer tarama (Salvini vd., 2013; Uysal ve Uslu, 2017; Kromer vd., 2015; Salvini vd., 2013; Gonçalves vd., 2015) ve havadan Lidar tarama sistemlerinden (Lan vd. 2010; Lai vd., 2014; Thoeni vd., 2014; Lato vd., 2014; Vasuki vd., 2014) elde edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda bu sistemlerin bir arada (Kasprak vd., 2019; Bonneau ve Hutchinson, 2019; Guisado-Pintado vd., 2019; Wenzhong vd., 2018; Solazzo vd., 2018; Walton vd., 2018) yada sadece yakın resim fotogrametrisi kullanıldığı da görülmektedir (Şanlıoğlu vd., 2013; Yakar vd., 2009).

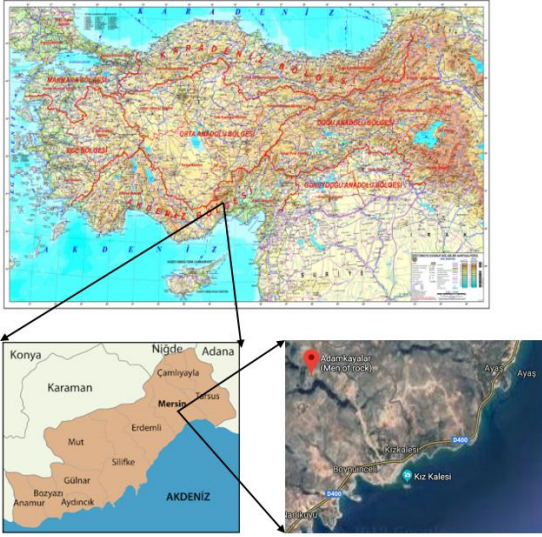
Çalışmada nümerik kaya düşmesi analiz programı olan HY-STONE (Agliardi vd., 2009) kullanılmıştır. HY-STONE Guzzetti vd. (2002) tarafından geliştirilen HY-STONE yazılımının son şeklidir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç boyutlu nümerik kaya düşme analizleri kaya düşmesi kaynak alanından başlayan kaya bloğunun düşme, sıçrama, yuvarlanma vb. hareketlerini, kaya

bloğu duruncaya kadar izlediği yolu, enerji değişimlerini ve hızını içermektedir. Guzzetti vd. (2002) çalışmalarında kaya düşme tehlikesinin değerlendirilmesi için 3 boyutlu HY-STONE yazılımını geliştirmişlerdir. Bu yazılımla kaya düşmelerinin modellenmesinin diğer programlarla karşılaştırıldığında daha gerçekçi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Agliardi vd. (2009) Varenna/İtalya'da meydana gelen kaya düşmeleri için risk değerlendirmesi yaptıkları çalışmalarında üç boyutlu modelleme programı olan HY-STONE'u kullanmışlardır. Bu çalışmanın literatürdeki çalışmalardan farkı, kaya düşmelerinin değerlendirilmesine yönelik Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), eğim haritası, ortofoto gibi topografik verilerin İHA'dan elde edilmesidir.

Adam Kayaları dünyada benzeri az bulunan ve ülkemiz için önemli tarihi ve kültürel değere sahip olup, birçok yerli ve yabancı turist tarafından ziyaret edilmektedir. Adam Kayaları'nın dik bir yamaçta yer almasından dolayı, söz konusu alana gelen ziyaretçiler bu civardaki kaya düşmeleri nedeniyle can ve mal kaybına uğrayabileceklerdir. Bu çalışma bölgede olabilecek kaya düşmelerinden korunmak ve kaya düşmelerinden kaynaklanabilecek can ve mal kayıplarını önleme açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile kaya düşmelerinden sadece ziyaretçilerin değil, aynı zamanda kabartmaların da korunması söz konusu olacaktır. Ayrıca bu çalışma ile İHA sisteminden elde edilen verilerin bu tür çalışmalarda kullanılabilirliği tartışılmıştır.

## 2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı olarak Mersin'in önemli turizm merkezlerinden Erdemli'ye bağlı Kızkalesi Mahallesi'ne yaklaşık 7 kilometre mesafede Şeytan Deresi Vadisi'nde bulunan Adam Kayaları bölgesi seçilmiştir. Çalışma alanının yer bulduru haritası Şekil 1'de yer almaktadır. Şekil 2 Adam Kayaları'nın genel görünümünü vermektedir. Arkeolojik açıdan da büyük önem taşıyan bu alan, Erdemli ilçesinde Şeytan Deresi Vadisi'nin sarp yamaçlarına M.Ö. 1. yüzyıl ile M.S. 2. Yüzyıl arasında yapıldığı tahmin edilen büyük boyutta insan kabartmalarına sahiptir. Kabartmaların tamamının yapımı 250 yılda gerçekleşmiş olmakla birlikte, kabartmaların stil özellikleri bu süreci yansıtmaktadır. Kabartmaların sarp bir yamaç üzerinde bulunduğu ve bu alanda meydana gelmiş kaya düşmeleri bilindiği dikkate alındığında Adam Kayaları alanında ziyaretçilerin zarar görme olasılığının oldukça yüksek olduğu aşikârdır.



**Şekil 1.** Çalışma alanı yer bulduru haritası (Google Earth, 2018).



**Şekil 2.** Adam Kayaları'nın genel görünümü (URL-1).

### 3. YÖNTEM

Çalışmanın amacına ulaşmak için arazi çalışması, laboratuvar analizleri ve arazinin 3B kaya düşme potansiyeli modellenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

#### 3.1. Arazi Çalışması ve Laboratuvar Analizleri

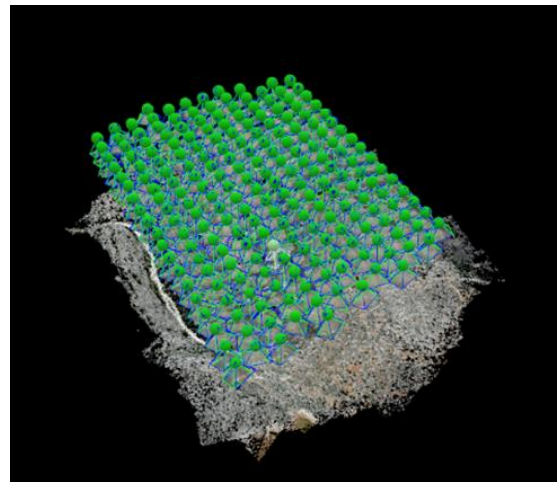
Bu çalışmada arazi çalışmaları kapsamında altında "Fotogrametrik Analizler" ve "Jeolojik Analizler" gerçekleştirilmiştir.

##### 3.1.1. Fotogrametrik analizler

Arazinin 3B modellenmesinde ve kaya düşme analizinde kullanılan SYM İHA'dan elde edilmiştir. İHA sistemleri düşük maliyet ile yüksek performansa sahip olmasından dolayı günümüzde birçok disiplin tarafından kullanılmaktadır. Bu sistemler ile oldukça alçak uçuşta yüksek hassasiyette elde edilen görüntüler geleneksel hava fotogrametrisinden elde edilen görüntülere göre daha düşük maliyettedir (Esposito vd., 2014).

Bu çalışmada, Parrot Group tarafından üretilen SenseFly eBee Rtk model uçak kullanılmıştır. Bu uçağa ait teknik özellikler Tablo 1'de verilmiştir. İHA ile uçuş yapılan alan yaklaşık 102 hektardır. Çalışmada yer örnekleme alanı (YÖA) 5.9 cm olarak belirlenmiştir. Çalışmada 10.6 mm odak uzaklığı olan SODA markalı kamera kullanılmıştır. Elde edilecek görüntülerin, enine ve boyuna bindirme oranı %85 olarak ayarlanmıştır. Uçuş ile ilgili gereken ön hazırlıklar tamamlandıktan sonra arazide belirlenen en uygun noktaya sabit Global Positioning System (GPS) aleti kurulmuş ve veriler WGS84 koordinat sisteminde toplanmıştır. İHA verilerini analiz etmek için Pix4D yazılımı kullanılmıştır. Modelleme için yüksek nokta yoğunluğu (high point density) tercih edilmiştir.

Çalışmada kullanılan İHA sistemi sabit olarak kurulan bir adet GNSS alıcısı üzerinde bulunan bir frekans sağlayıcılar ile çalışmaktadır. Bu frekans sağlayıcılar İHA'ya anlık olarak konum bilgisini vermektedir. İHA sistemi ile uçuş esnasında çekilen fotoğraflara elde edilen anlık konum bilgileri otomatik olarak yazılmaktadır. Anlık konum bilgisi gerçeğe çok yakın olarak elde edilmektedir. Gerçek konumu bulabilmek için verilerin aktarımı yapılırken iki farklı yöntem kullanılmaktadır. İlk olarak sabit olarak kurulan GNSS alıcısının konumu "Real Time Kinematic-RTK" yöntemi ile ölçülür. Bu ölçülen değer sabit GNSS alıcısının konumu olarak kullanılır. Diğer bir yöntem ise "Post Process Kinematic- PPK" yöntemi ile sabit GNSS alıcısının konumu hesaplanır. Bu çalışmada RTK yöntemi ile sabit GNSS alıcısının konumu belirlenmiştir. Uydudan alınan sinyallerin kesintisiz ve sağlıklı bir şekilde alınabilmesi için sistem açık bir alana kurulmuştur. Çalışma alanına ait İHA sisteminden elde edilen 216 fotoğraf üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda ilk olarak 460.084 adet bağlama noktası (tie point) kullanılmıştır (Şekil 3). Bağlama noktaları otomatik olarak oluşturulduktan sonra 120 367 026 adet yoğun nokta bulutu üretilmiştir.



**Şekil 3.** Kamera pozisyonları ve bağlama noktaları

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan İHA sisteminin teknik özellikleri

Ağırlık (Kamera ile)	Yaklaşık 0,73 kg
Kanat Genişliği	96 cm
Malzeme	EPP Köpük, Karbon, Kompozit malz
Motor	Elektrikli pervane, 160 W fırçasız DC motor
GNSS/RTK alıcısı	L1/L2, GPS & GLONASS
Batarya	11.1 V, 2150 mAh
Maksimum uçuş	40 dakika
Belirlenen uçuş hızı	40-90 km/s
Radyo link mesafesi	3 km'ye kadar
Max rüzgâr	45 km/s'e kadar
İniş doğruluğu	Yaklaşık 5 m hassasiyetle
3B Çizim programı	Menci, Pix4D Mapper

SYM oluştururken araziye tam olarak yansıtılmak için filtreleme, gürültü noktaları azaltımı gibi nokta bulutunun ön işlemleri yapılmıştır. Gürültü noktaları CloudCompare 2.9.1 yazılımında bulunan Noise Filter fonksiyonu ile temizlenmiştir. Filtreleme yöntemleri zemin verisinin üretilmesinde kullanılmaktadır. Zemin verisinin elde edilebilmesi için zemin noktalarının fiziksel karakteristiklerinin anlaşılması gerekmektedir. Bu kapsamda elde edilen nokta bulutu CloudCompare 2.9.1 yazılımına aktarılmış ve SOR Filter seçeneği ile filtreleme işlemi yapılmıştır. Aynı zamanda, Cloth Simulation Filter (CSF) yöntemi kullanılarak zemin noktaları çıkarılmıştır. SOR filtreleme yöntemi araziye en yakın zemin noktalarını verdiği düşünüldüğünden, SYM için bu yöntemden elde edilen zemin noktaları kullanılmıştır. Çalışmada, raster formatında SYM oluşturulurken Inverse Distance Weighting (IDW) ve Üçgenleme (Triangulation) yöntemleri ayrı ayrı kullanılmıştır. Üçgenleme metodu ile SYM üretiminde Delaunay üçgenleme algoritmasını kullanılmıştır. IDW enterpolasyon yöntemi örneklem nokta verilerinden enterpolasyonla grid üretmede çoğunlukla tercih edilen bir yöntemdir (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005). Bu enterpolasyon yönteminde enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktalar uzaktaki noktalara göre daha fazla ağırlığa sahip olmaktadır. IDW tam bir ara değer üreticisidir. IDW yakın noktalara, uzak noktalardan daha yüksek ağırlık değeri atayan ve mümkün olan tüm örnek noktalarını dikkate alan bir tahminleme yöntemidir (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005). Grid aralığı 100 cm olarak girilmiştir. Çalışma alanındaki tüm detayları görebilmek için raster verinin çözünürlüğü 5xYÖA olarak seçilmiştir.

### 3.1.2. Arazi ve laboratuvar analizleri

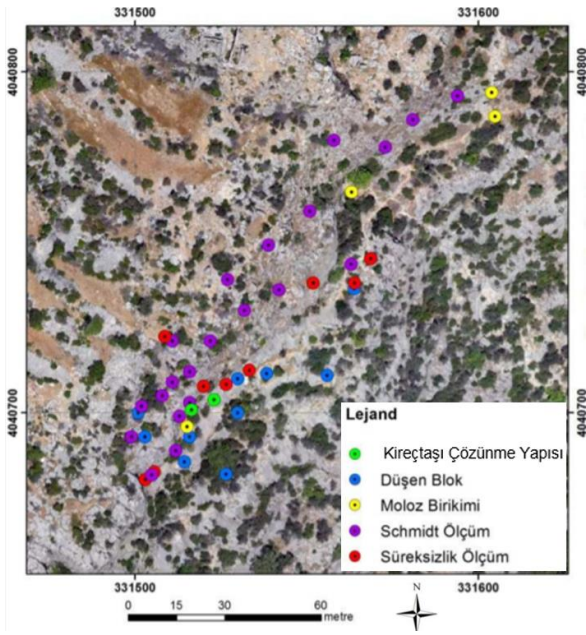
Çalışma alanında Tersiyer yaşlı karstik erime boşluklu akma izli Karaisalı Formasyonuna ait kireçtaşları izlenmekte olup (Alan vd., 2014) kaya düşmeleri bu kireçtaşlarında gerçekleşmektedir. Arazi çalışmaları kapsamında kireçtaşlarına ait süreksizlik özellikleri belirlenmiş, düşmüş blokların

yerleri el GPS'i ile ölçülmüş ve boyutları belirlenmiş, olası düşebilir bloklar tespit edilmiş ve geriye dönük analizlerde kullanılacak gözlem ve incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sırasında Schmidt sertlik çekici deneyi ile kireçtaşlarının geri sıçrama değerleri belirlenmiş yerinde dayanımı kestirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, 3 ayrı lokasyonda hat etüdü yapılmış ve süreksizliklerin durumu değerlendirilmiştir. Kaya düşmelerinin beklendiği yüzeylerin çok dik ve erişimi çok zor olmasından dolayı hat etüdüleri sınırlı sayıda yapılabilmektedir. Çalışma alanında hakim iki adet süreksizlik seti izlenmiştir. Toplam 24 adet erişilebilir mesafede arazinin elverdiği lokasyonlardaki düşmüş bloklar belirlenmiştir. Bu bloklardan bazıları Şekil 4'te verilmiştir. Ayrıca moloz birikimi şeklinde birikmiş kaya blokları da yer yer çalışma alanında izlenmiş ve koordinat bilgileri alınmıştır.

**Şekil 4.** Çalışma alanında gözlenen düşmüş bloklardan örnekler

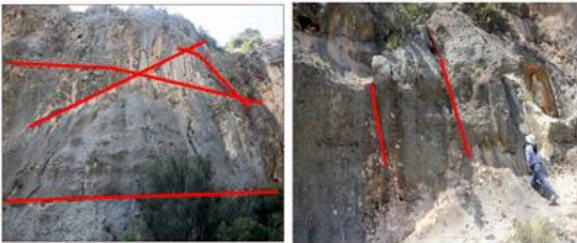
Çalışma kapsamında 21 ayrı lokasyonda Schmidt sertlik çekici deneyi yapılmış olup arazide kaya düşme sahası içinde yer alan kayalara ait yerinde tek eksenli sıkışma dayanımı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Buna göre Schmidt sertlik çekici deneyinden elde edilen ortalama tek eksenli sıkışma dayanımı  $60.52 \pm 22$  MPa olarak belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları esnasında süreksizliklere ait eğim ve eğim yönü değerleri belirlenmiş olup; ölçümlerin alındığı koordinatlar hem hat etüdü güzergâhı boyunca hem de kireçtaşı yüzeyleri boyunca topoğrafyanın izin verdiği alanlarda yapılmıştır. Şekil 5 süreksizlik ölçümlerinin alındığı noktaları, moloz birikintilerinin yerlerini, kireçtaşı çözünme yapılarını, düşen blokları ve Schmidt ölçüm noktalarının lokasyonlarını göstermektedir.

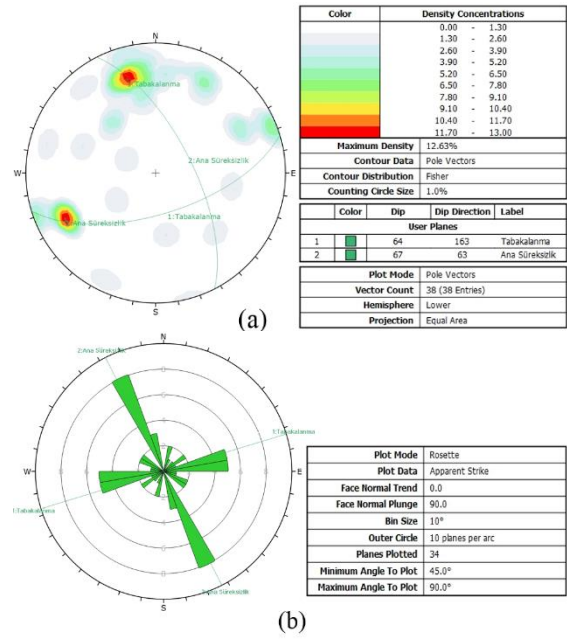


Şekil 5. Arazi çalışmalarında yapılan değerlendirmelerin lokasyonları

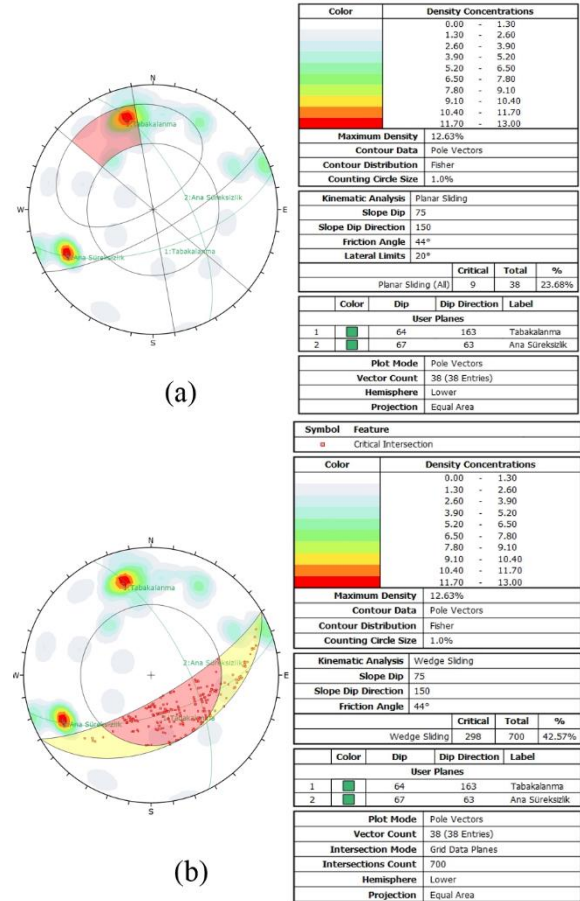
Çalışma alanı dağlık ve engebeli bir topoğrafyaya sahip olup 38 ayrı nokta için süreksizlik ölçümleri yapılmıştır. Toplanan süreksizlik ölçümleri ile kinematik analizler gerçekleştirilmiştir. Kinematik analizlerde de iki ana süreksizlik düzlemi izlenmektedir. Kinematik olarak değerlendirilen süreksizlik verisi arazi gözlemleri ile örtüşmektedir (Şekil 6). Süreksizliklerin dağılımlarını gösteren kontör diyagramı ve yönelimini gösteren gül diyagramı ise Şekil 7'de verilmiştir. Çalışmada kopmuş ve potansiyel düşebilir bloklar da bulunmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında Adam Kayaları figürlerinin üstünde yer alan şevlerde düşmüş, kopmuş blokların yanı sıra potansiyel düzlemsel kayma alanları ile kama tipi süreksizlik olabileceği düşünülen kesimler mevcut olup kinematik açıdan duraysızlıklar da değerlendirilmiştir. Şekil 8'de kinematik olarak düzlemsel kayma, kama türü yenilme ve devrilme türü duraysızlık değerlendirmeleri yer almaktadır.

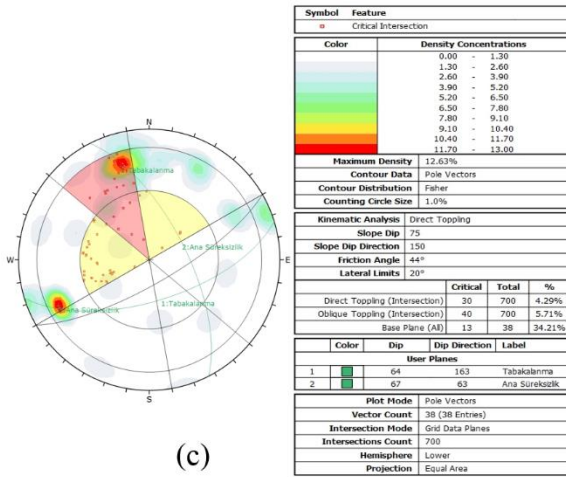


Şekil 6. Çalışma alanında izlenen süreksizlik setlerinden örnekler



Şekil 7. Çalışma alanında izlenen ana süreksizlik seti (a) ve süreksizliklere ait gül diyagramı (b).





(c)

**Şekil 8.** Kinematik olarak duraysızlıkların değerlendirilmesi, (a) Düzlemsel kayma, (b) Kama tipi yenilme, (c) Devrilme türü yenilme

Çalışma kapsamında kaya düşmelerinin gerçekleştiği kireçtaşlarının fiziksel (yoğunluk, birim hacim ağırlık, su emme, gözeneklilik), indeks (Brazilian çekilme dayanımı) ve mekanik (tek eksenli sıkışma dayanımı, üç eksenli sıkışma dayanımı, makaslama dayanımı) özelliklerinin belirlenmesine yönelik laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının çok dik, engebeli, örnek almanın ve nakletmenin çok güç olduğu bir alanda yer almasından dolayı sınırlı sayıda örnek için değerlendirmeler yapılmıştır. Bu kapsamda araziden blok örnekler alınmıştır. 11 adet silindirik örnek üzerinde gerçekleştirilen değerlendirmelere göre; çalışma alanında yer alan kireçtaşları için yoğunluk değeri ortalama 2.356 g/cm<sup>3</sup>, ağırlıkça su emme oranı ortalama %3.52, gözeneklilik ortalama %8.4, tek eksenli sıkışma dayanımı değeri ortalama 56.72 MPa, Brazilian Çekilme Dayanımı ortalama 6.67 MPa olarak belirlenmiştir. Yine çalışma kapsamında üç eksenli sıkışma dayanımı deneyi gerçekleştirilmiş olup; bu değerlendirmeler sonucunda makaslama dayanım parametreleri  $c_u=8.91$  MPa ve  $\phi=44^\circ$  olarak belirlenmiştir.

Süreksizlik yüzeylerinin değerlendirilmesi amacı ile kayada makaslama deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda sürtünme açılarının tayininde iki yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde araziden alınan düzensiz kaya bloğu taş testeresi ile kesilmiş bu şekilde hazırlanan iki örnek için yapay süreksizlik yüzeyi oluşturulmuştur. Süreksizlik yüzeyi üzerinde çok aşamalı makaslama deneyi yapılmıştır. Buna göre, toplam sürtünme, temel sürtünme ve pürüzlülük açıları sırayla 63°, 20° ve 43° dir. İkinci yöntemde ise eğdirme (tilt) deneyleri yapılmıştır. Buna göre temel sürtünme açısı 25°, toplam sürtünme açısı 32° bulunmuştur. Laboratuvardan elde edilen sonuçlar; gerek kireçtaşlarının tanımlanmaları, gerekse modelin kalibre edilmesi ve girdi parametresi olarak kullanılmaları açısından önem taşımaktadır.

### 3.2. Kaya Düşme Potansiyelinin Modellenmesi ve Değerlendirilmesi

Kaya düşmeleri dağlık, kayalık alanlarda en sık karşılaşılan heyelan türüdür. Her ne kadar sınırlı bir hacim içerseler de (Rochet, 1987) yüksek enerji ve hareket kabiliyetinden dolayı en çok zarar veren heyelan türlerindedir (Guzzetti, 2000). Çalışma alanı olarak seçilmiş olan Adam Kayaları için kaya düşmeleri önemli bir doğal tehlikedir. Çalışma alanında iki temel birbirini kesen set yer almaktadır. Bunlardan biri arazinin genel yayılımını, tabakalanmalarını gösteren set, bir diğeri ise onu kesen ana süreksizlik setidir. Ayrıca bu iki ana set dışında ikincil setler de yer almaktadır.

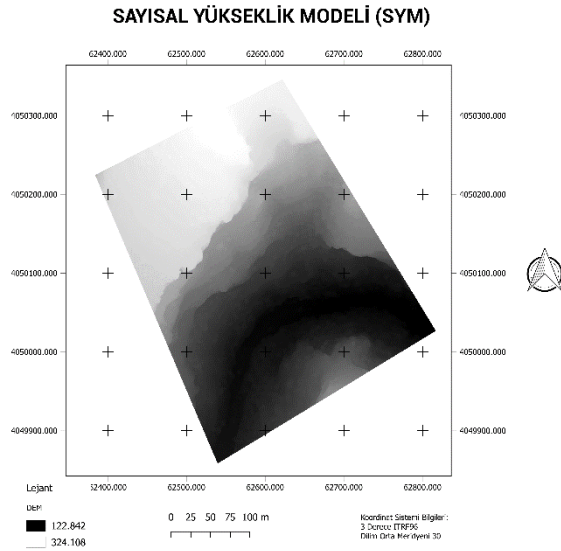
Kaya düşmelerinin modellenmesi aşamasında coğrafi bilgi sistemlerini (GIS) kullanan üç boyutlu nümerik kaya düşmesi analiz programı olan HY-STONE (Aglardi vd., 2009) kullanılmıştır. HY-STONE Guzzetti vd. (2002) tarafından geliştirilen STONE yazılımının son şeklidir. Çalışmada, yerel ve fotogrametrik verilerin girdi olarak kullanıldığı HY-STONE (Aglardi vd., 2009) yazılımı ile kaya düşmelerinin simülasyonu gerçekleştirilmiş ve düşme potansiyeline sahip blokların yayılma ve ilerleme mesafeleri tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen üç boyutlu nümerik kaya düşme analizleri; kaya düşmesi kaynak alanından başlayan kaya bloğunun düşme, sıçrama, yuvarlanma vb. hareketlerini, kaya bloğun duruncaya kadar izlediği yolu, enerji değişimlerini ve hızını içermektedir.

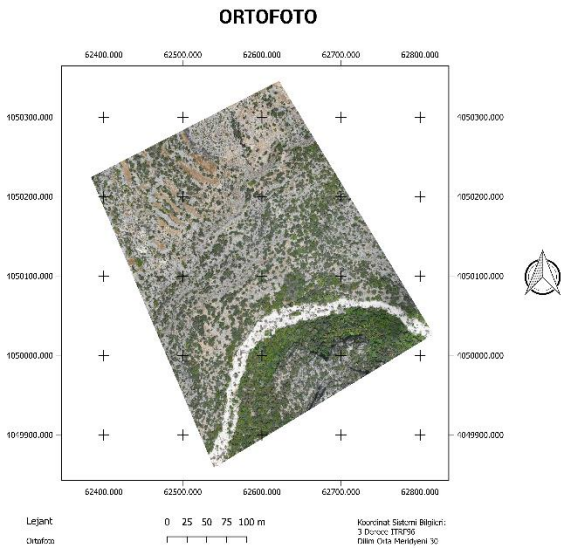
Bu amaçla SYM, jeomorfoloji ve arazi kullanım haritalarının birleştirilmesinden elde edilen unique condition haritası, kaya düşmesi kaynak alanı, enerji sönmelenmelerini ifade eden normal ve tanjansiyel katsayılar (normal and tangential restitution of coefficient), yüzey sürtünme katsayısı (friction coefficient) ve ilksel durumları ve kontrol parametrelerini içeren form girdi olarak kullanılmaktadır.

### 4. BULGULAR

Kaya düşme analizinde gerekli tüm değerlendirmeler İHA'dan elde edilen SYM verisi ile gerçekleştirilmiştir. İHA sisteminden elde edilen veriler üzerinde yoğun nokta bulutu oluşturulmuş ve 12509 x 13920 boyutunda ve 7 cm çözünürlüğe sahip çalışma alanına ait SYM elde edilmiştir (Şekil 9). SYM oluşturulurken metrekaare alan başına ortalama 72 nokta kullanılmış ve alana ait 18171 x 21415 piksel boyutunda ortofoto oluşturulmuştur (Şekil 10).

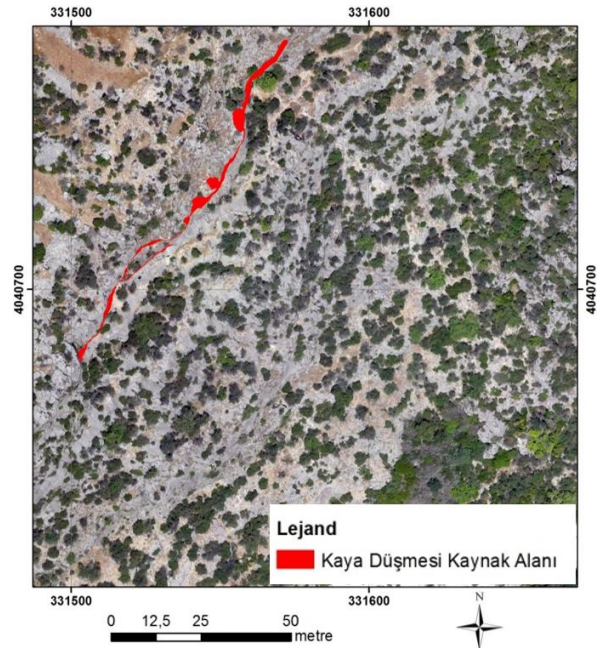


Şekil 9. İHA sisteminden elde edilen SYM



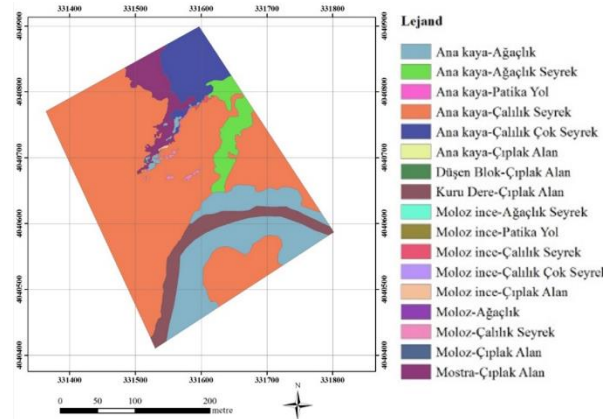
Şekil 10. İHA sisteminden elde edilen Ortofoto

Arazi gözlemleri ve İHA sisteminden elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirilerek CBS ortamında kaya düşmesi kaynak alanı oluşturulmuştur. Yine bu alan oluşturulurken SYM'den elde edilen eğim haritasından da faydalanılmıştır. Modelleme aşamasında 23 ayrı alanda poligonlar oluşturularak kaya düşmesi kaynak alanları hazırlanmıştır. Her kaynak alan içindeki her bir pikselden 20 adet blok fırlatılmış ve buna göre toplam 29097 adet blok çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. SYM ve eğim haritaları kullanılarak kaya düşmesi kaynak alanları belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Kaya düşmesi kaynak alanı

Çalışma kapsamında oluşturulan ortofoto, arazi gözlemleri ve Google Earth görüntülerinden faydalanılarak kaya bloklarının ilerleyeceği yüzeyi tanımlamak için jeomorfoloji ve arazi kullanım haritaları ArcGIS 10.5 yazılımı ile oluşturulmuştur. Daha sonra bu iki harita birleştirilerek her iki haritaya ait arazi sınıfını temsil eden ve o parametreleri içinde barındıran "unique condition" haritası elde edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. "Unique condition" haritası

Modelleme çalışmalarında en önemli hususlardan biri ortamı en iyi temsil edecek sistemin kurulmasıdır. Çalışmanın bu aşaması, araziye temsil edecek yüzey sınıflarına ait "unique condition" haritasından faydalanılarak bloğun hareketi sırasında gerek normal ve tanjansiyel ve gerekse sürtünme değerlerinin seçilmesi kısmını oluşturmaktadır. Böylece, düşen bloğun topografyaya temas ettiği noktadaki enerji sönmülmemelerini kontrol eden normal ve tanjansiyel katsayıları (normal (En) and tangential (Et) restitution coefficient) ve düşen blok ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı (friction coefficient



(At)) belirlenmektedir. Bu katsayılar, düşen bloğun ve yüzeyin özelliklerine göre değişim göstermektedir. Literatürde bu katsayıları kontrol eden farklı yüzey tanımları önerilmektedir. Bu tanımlar; çalışma alanında bulunan jeolojik birimlere ve arazi kullanımına göre değişiklik göstermektedir. Bu amaçla bu parametreleri belirlemek ve modeli kalibre etmek için uygulanan yöntemlerden biri arazide kaya yuvarlama deneyi olup, çalışma alanın çok dik, erişilmesi çok güç yapıda olması ve ayrıca ağaçlık, çalılık alanlar içermesinden dolayı yapılamamıştır. Bu deneyin yerine gerekli parametrelerin belirlenmesi için geriye dönük analizlerden, arazi çalışmaları sırasında alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen deneylerden ve literatürden faydalanılmıştır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen geriye dönük analizler düşen blokların lokasyonlarının ve düşmüş blokların biriktiği alanların belirlenmesi, modelin izleyeceği yolun ve ilerleme mesafelerinin kestirilmesi anlamında önem taşımıştır. Arazi çalışmaları sırasında düşmüş bloklar, kaya birikim alanları ve moloz birikim alanları belirlenmiş model aşamasında değerlendirilmiştir. Bu parametrelerin belirlenmesi için çalışılan sayısal arazi modelinin çözünürlüğüne eşit ya da en yakın çözünürlükte çalışmalar dikkate alınmış ve “unique condition” haritasında yer alan yüzey özelliklerine göre sönümlenme katsayıları ve sürtünme açıları belirlenmiştir.

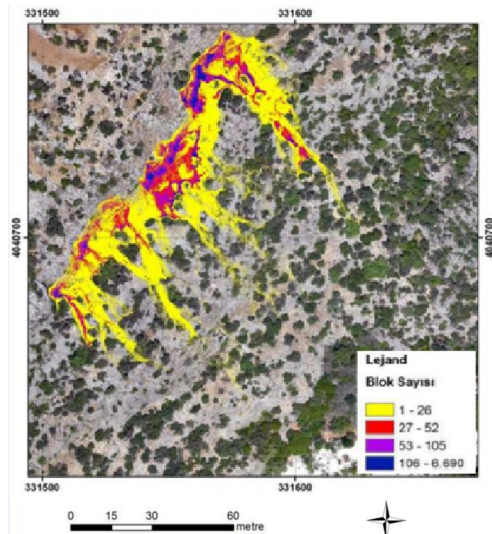
Laboratuvar çalışmaları ile malzemeye ait temel sürtünme açısı, süreksizliklere ait süreksizlik açıları belirlenmiş ve geriye dönük analizlerle birlikte değerlendirilerek çalışma alanını temsil edecek sönümlenme katsayıları ve sürtünme açıları oluşturulmuştur. Böylece HY-STONE yazılımında çok sayıda model geliştirilerek çalışma alanını en iyi yansıtan parametrelerle analizler gerçekleştirilmiştir. Modelleme aşamasında kullanılan normal (En), tanjansiyel (Et) katsayıları ile yüzey sürtünme açısı (At) Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** “Unique condition” haritasında yer alan birimler ve normal (En), tanjansiyel (Et) katsayıları ile yüzey sürtünme açıları (At).

Arazi Sınıfı	At	En	Et
Ana kaya-Ağaçlık	0,5	35	55
Mostra-Çıplak Alan	0,43	50	65
Moloz-Çıplak Alan	0,45	38	60
Düşen Blok-Çıplak Alan	0,45	47	63
Moloz ince-Çıplak Alan	0,48	30	53
Moloz-Çalılık Seyrek	0,5	25	50
Moloz-Ağaçlık	0,52	23	48
Kuru Dere-Çıplak Alan	0,45	35	55
Ana kaya-Çalılık Seyrek	0,48	37	57
Moloz ince-Patika Yol	0,47	28	50
Moloz ince-Çalılık Çok Seyrek	0,51	25	52
Moloz ince-Ağaçlık Seyrek	0,53	23	50
Moloz ince-Çalılık Seyrek	0,52	25	51
Ana kaya-Patika Yol	0,49	32	57
Ana kaya-Çalılık Çok Seyrek	0,49	37	58
Ana kaya-Ağaçlık Seyrek	0,46	37	56
Ana kaya-Çıplak Alan	0,45	45	60

Kontrol formu modelin çalışması için gereken girdi parametreleri ile o kaya düşmesi alanını kontrol eden malzemenin yoğunluğu, blok boyutu, şekli gibi parametreleri ve çıktı verilerini içermektedir. Bu form içinde yer alan parametreler değiştirilerek farklı modellemeler yapılmaktadır. Sönümlenme katsayıları ile yüzey sürtünme açıları için farklı değerler kullanılarak çok sayıda farklı model elde edilmiş, ilerleme mesafesi her bir model için değerlendirilmiştir. Böylece çalışma alanını en iyi temsil eden model belirlenmiştir. Kaya düşmelerinde blokların şekli için arazi gözlemleri etkili olmuştur. HY-STONE yazılımında küre, silindir ve disk şeklinde örnekler için analizler gerçekleştirilmekte olup, araziye en iyi temsil ettiği düşünülen blok şekli küre olarak seçilmiştir. Blokların çapı olarak arazide düşmüş bloklara ait ölçümler alınmış hacimleri hesaplanmış bu arada bu hacme eşit kürenin çapı belirlenmiştir. Buna göre ortalama çap olarak 0.8 m alınmıştır. Malzemenin yoğunluğu araziden alınan kireçtaşı örnekleri için gerçekleştirilen yoğunluk değerlerinden alınmıştır. Buna göre ortalama yoğunluk değeri olarak 2.356 kg/m<sup>3</sup> kullanılmıştır. Çalışma kapsamında HY-STONE yazılımı çok sayıda model için çalıştırılmış, gerek araziden elde edilen veriler, gerek laboratuvar çalışmaları ve gerekse literatürden faydalanılarak oluşturulmuş girdi parametreleri kullanılmıştır.

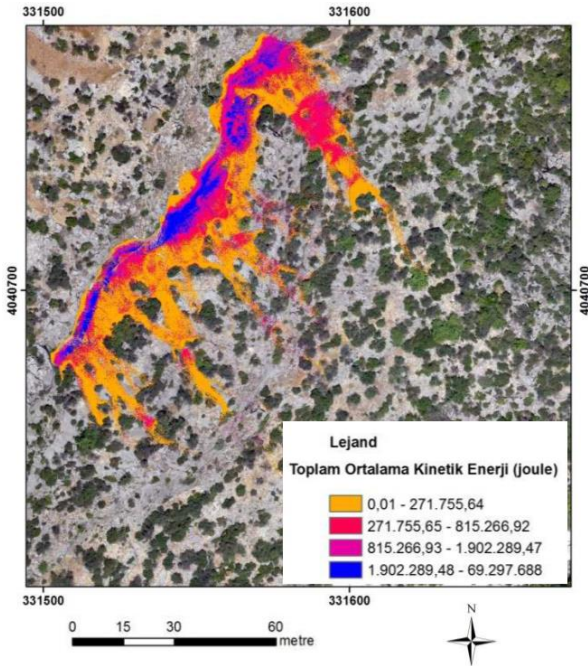
Çalışma kapsamında değerlendirilen modellerden araziye en iyi temsil ettiği düşünülen modele ait çıktılar verilmektedir. Buna göre HY-STONE yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen üç boyutlu nümerik kaya düşmesi analizleri sonucunda blokların izleyeceği yol ile her bir piksele düşen blok sayısı da (Şekil 13) yer almaktadır. İHA ile uçulan, şevlerin üstünden analiz edilen kaya düşmeleri için gerçekleştirilen analizler sonucunda özellikle Adam Kayaları’nın olduğu kısımlarda kayaların büyük bir kısmının enerjilerinin sönümlendiği, kaya bloklarının bu alanda biriktiği izlenmektedir. Bu alanların kaya düşmesi riski altında olduğu blok ilerleme haritasında görülmektedir.



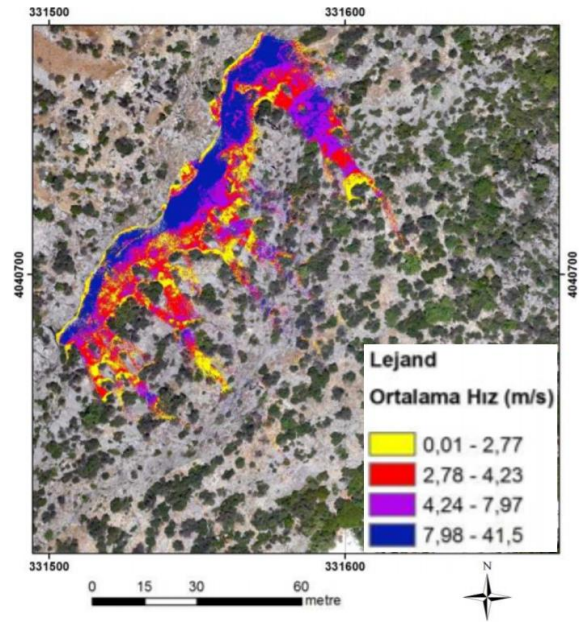
**Şekil 13.** Kaya bloklarının ilerleme mesafesi ve sayısı

Çalışma kapsamında düşebilecek blokların toplam (rotasyonel+ilerleme), ortalama kinetik enerji (joule) durumunu gösteren harita Şekil 14'te yer almaktadır. Arazi gözlemlerinde düşen blokların Adam Kayaları'nın önündeki patika yolu aşarak yamaç aşağı belli bir miktar daha ilerlediği gözlenmiş olup arazi çalışmaları çalışılan modeli doğrulamaktadır. Çalışma kapsamında toplam ortalama kinetik enerji değeri 69.297 kjoule olarak belirlenmiştir. Bu değer, düşen blokların oldukça yüksek enerjiye sahip olduğunu göstermekte olup, kaya düşmelerinden korunmaya yönelik gerçekleştirilecek önlemlerin alınmasında önem taşımaktadır. İlk düşüklerinde oldukça yüksek potansiyel enerjiye sahip bloklar Adam Kayaları önündeki çıplak kayalık alana çarpmakta ve büyük oranda sönümlenmektedir. Böylece özellikle patika yolun bulunduğu bu kesimlerde kaya düşmelerine bağlı zararlar oluşabilecektir. Çalışma kapsamında modellenen düşebilecek bloklara ait ortalama hız (m/s) değerlerini gösterir harita Şekil 15'te verilmiştir. Buna göre çalışma alanı için belirlenmiş ortalama hız değeri 41.50 m/s'dir.

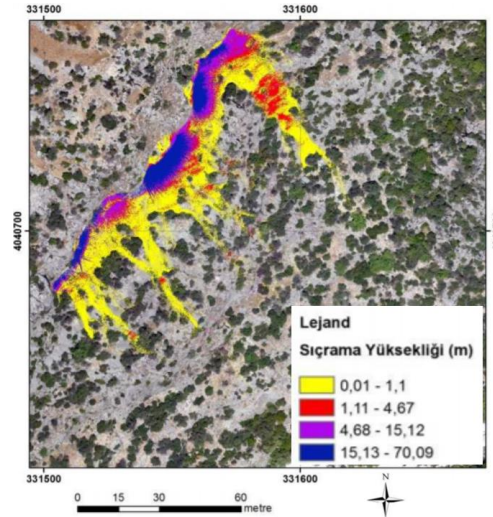
Bloklara ait sıçrama yüksekliklerine bakıldığında 70,09 m ye ulaşan değerler yer almaktadır (Şekil 16). Bu yüksek değerler özellikle şevin en dik olduğu, ilk kaya düşme alanından serbest düştüğü kısımlarda izlenmektedir.



Şekil 14. Kaya düşmelerine ait toplam ortalama kinetik enerji (joule).



Şekil 15. Kaya düşmelerine ait ortalama hız



Şekil 16. Kaya düşmelerine ait sıçrama yükseklikleri

## 5. SONUÇLAR

Adam Kayaları ve yakın çevresindeki kaya düşmelerinin değerlendirilebilmesi için İHA sisteminden elde edilen veriler ile birlikte ortofotolar, yerinde ve laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar kullanılarak çalışma alanının topografyasını yansıtan veriler elde edilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Genel olarak, bu çalışma İHA sistemlerinin bu tür çalışmalarda kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Ancak İHA sisteminin bu tür topografyalarda kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. İHA sisteminden elde edilen verilerin analizi için sisteme uygun üretilen yazılım ile araziye ait topografik veriler gerekli parametreler girildikten sonra otomatik olarak üretilmektedir. Bu çalışmada, Pix4D Mapper 3.2.23 yazılımının elde edilen verilerin filtrelenmesinde birkaç noktada yetersiz kaldığı görülmüştür. Genel olarak tepede ve yüzeyde bulunan çalı, ağaç ve ağaççıkları program

tamamen filtreyebilmiş ancak kayalıkların iç kısmına doğru fazla eğimin olduğu yan yüzeylerdeki çalılıkları tam olarak filtreleyememiştir. SYM’de oluşan üçgenler detaylı olarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda bazı noktalarda üçgenlerin yanlış bağlandığı kanısına varılmıştır. Her ne kadar üçgenler üzerinde editleme yapılsa da tam olarak araziyi birebir yansıtamadığı görülmüştür. Aslında bu durum İHA sisteminden elde edilen tüm topografik veriler için geçerlidir. Çünkü kaya blokları arazi yüzeyinde girinti çıkıntı oluşturduğu için editleme işlemi sırasında üçgenlere arazi şekli tam olarak verilememektedir. Bu durum bizim çalışma alanında oldukça minimum seviyededir ama benzeri yapılacak çalışmalarda bu hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Çalışmada bu durum göz önüne alınmış ve çok sayıda kaya düşme simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen modeller arasında gerçeği yansıtan en uygun modeller seçilmiştir. Arazi gözlemlerinde düşen blokların Adam Kayaları’nın önündeki patika yolu aşarak yamaç aşağı belli bir miktar daha ilerlediği gözlenmiş olup arazi çalışmaları çalışılan modeli doğrulamaktadır.

Genel olarak SYM 1/25000 ölçekli topografik haritalardan üretilmektedir. Bu ölçekteki bir haritadan elde edilen SYM’de 1 cm 250 m’ye karşılık geleceği için topografyaya ait gerçek detayları yansıtamayacak ve hassas bir modelleme gerçekleştirilemeyecektir. İHA sisteminden elde edilen bu veriler 7 cm çözünürlüğe sahip olup araziye ait en ufak detayları bile yansıtabilmektedir.

Bu çalışma İHA sisteminin bu tür topografyalardaki kayalık alanlardaki ilk kullanımınıdır. Çalışma kapsamında HY-STONE yazılımı çok sayıda model için çalıştırılmış, gerek araziden elde edilen veriler, gerek laboratuvar çalışmaları ve gerekse literatürden faydalanılarak oluşturulmuş girdi parametreleri kullanılmıştır. Buna göre çalışma alanını en iyi temsil ettiği düşünülen model çalışma kapsamında model çıktısı olarak sunulmuştur. Çok sayıda model üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda sunulan haritaların ortamı en temsil eden model olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında toplam ortalama kinetik enerji değeri 69297 kjoule olarak belirlenmiştir. Bu değer, düşen blokların oldukça yüksek enerjiye sahip olduğunu göstermekte olup, kaya düşmelerinden korunmaya yönelik gerçekleştirilecek önlemlerin alınmasında önem taşımaktadır. İlk düştüklerinde oldukça yüksek potansiyel enerjiye sahip bloklar Adam Kayaları önündeki çıplak kayalık alana çarpmakta ve büyük oranda sönümlenmektedir. Böylece özellikle patika yolun bulunduğu bu kesimlerde kaya düşmelerine bağlı zararlar oluşabilecektir. Buna göre çalışma alanı için belirlenmiş ortalama hız değeri 41.50 m/s’dir. Bloklara ait sıçrama yüksekliklerine bakıldığında 70,09 m ye ulaşan değerler yer almaktadır. Bu yüksek değerler özellikle şevin en dik olduğu, ilk kaya düşme alanından serbest düştüğü kısımlarda izlenmektedir.

Yapılan değerlendirmelerde kaya düşmelerinin hareketi esnasındaki durumu (yuvarlanma, sıçrama), yayılma ve ilerleme mesafeleri, hızları ve kinetik enerjileri belirlenmiştir. Böylece risk altındaki elemanlar değerlendirilmektedir. Buna göre çalışma alanında risk altındaki eleman sınıfını patika yol, Adam Kayaları ziyarete gelecek turistler ve bu alandan geçecek olan her türlü canlı oluşturmaktadır.

Çalışmada, kaya düşmelerinin değerlendirilmesine yönelik ülkemizde daha önce hiç uygulanmayan İHA sistemi kullanılarak elde edilen topografik veriler (SYM, eğitim) kullanılmıştır. Bu veriler üzerinde üç boyutlu modellemelerle olası blokların kestirilmesi, bu blokların ilerleme mesafelerinin belirlenmesi, sahip oldukları hızların,enerjilerin ve sıçrama yüksekliklerinin değerlendirilmesi ile bu çalışma bir farkındalık yaratmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları literatüre ve ileride yapılacak olan benzeri çalışmalara büyük katkı sağlayacak ve altlık olacak niteliktedir.

## BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

115Y846 nolu projeye vermiş oldukları destekten dolayı TÜBİTAK’a teşekkürlerimizi sunarız. Laboratuvar çalışmalarında vermiş oldukları değerli katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Kamil Kayabalı’na ve ekibine teşekkür ederiz. Kaya düşme analizlerinin gerçekleştirildiği yazılımın kullanılmasında desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Giovanni Battista Crosta’ya, Doç.Dr. Paolo Frattini’ye ve Doç.Dr. Federico Agliardi’ye teşekkürlerimizi sunarız. Son olarak, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi’ne desteklerinden dolayı teşekkür ediyoruz

## KAYNAKÇA

- Agliardi, F., Crosta, G. B., P. Frattini, P. (2009). Integrating rockfall risk assessment and countermeasure design by 3D modelling techniques. *Natural Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1059–1073.
- Alan, İ., Balcı, V., Elibol, H. (2014). 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Silifke, Paftaları,MTA, Ankara, 31-32.
- Arslanoğlu, M., Özçelik, M. (2005). Sayısal Yükseklik verilerinin iyileştirilmesi. *TMMOB Harita ve Kadastro 10. Teknik Kurultayı*, 28 Mart-1 Nisan, Ankara.
- Bonneau, D.A., Hutchinson D.J. (2019). The Use Of Terrestrial Laser Scanning for the Characterization of A Cliff-Talus System in the

- Thompson River Valley, British Columbia, Canada, *Geomorphology* 327, 598–609.
- Deliormanlı, A.H., Maerz, N.H., Otoo, J. (2014). Using Terrestrial 3D Laser Scanning And Optical Methods to Determine Orientations of Discontinuities At A Granite Quarry, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 66, 41–48.
- Esposito S., Fallavollita P., Wahbeh W., Nardinocchi C., and Balsi M. (2014). Performance Evaluation Of UAV Photogrammetric 3D Reconstruction". *IGARSS*, 12-25.
- Gonçalves, J.A., Henriques, R. (2015). UAV Photogrammetry for Topographic Monitoring of Coastal Areas, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 104, 101–111.
- Google Earth, (2018).  
<https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/>
- Guisado-Pintado, E., Jackson, Derek W.T.J., Rogers, D. (2019). 3D Mapping Efficacy Of A Drone And Terrestrial Laser Scanner Over A Temperate Beach-Dune Zone, *Geomorphology*, 328, 157–172.
- Guzzetti, F. (2000). Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy, *Engineering Geology*, 58, 89–107.
- Guzzetti, F., Crosta, G., Detti, R., Agliardi, F. (2002). "STONE: A Computer Program For The Threedimensional Simulation of Rock-Falls, *Computers & Geosciences*, 28, 1079–1093.
- Kasprak, A., Bransky, N.D., Sankey, J.B., Caster, J., Sankey, T.T., (2019). The effects of topographic surveying technique and data resolution on the detection and interpretation of geomorphic change, *Geomorphology*, 333, 1–15.
- Kromer, R.A., Hutchinson, D.J., Lato, M.J., Gauthier, D., Edwards, T. (2015). Identifying rock slope failure precursors using LiDAR for transportation corridor hazard management, *Engineering Geology*, 195, 93–103.
- Lai, P., Samson, C., Bose, P. (2014). Visual enhancement of 3D images of rock faces for fracture mapping, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 72, 325–335.
- Lan, H., Martin, C.D., Zhou, C., Lim, C.H. (2010). Rockfall hazard analysis using LiDAR and spatial modeling, *Geomorphology* 118, 213–223.
- Lato, M.J., Vöge, M. (2012). Automated mapping of rock discontinuities in 3D lidar and photogrammetry models, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 54,150–158.
- Salvini, R., Francioni, M., Riccucci, S., Bonciani, F., Callegari, I. (2013). Photogrammetry And Laser Scanning for Analyzing Slope Stability And Rock Fall Runout Along The Domodossola–Iselle Railway, The Italian Alps, *Geomorphology*, 185, 110–122.
- Solazzo, D., Sankey J.B., Sankey T.T., Seth M.M., (2018), Mapping and Measuring Aeolian Sand Dunes With Photogrammetry And Lidar From Unmanned Aerial Vehicles (UAV) and Multispectral Satellite Imagery on the Paria Plateau, AZ, USA, *Geomorphology*, 319, 174–185.
- Şanlıoğlu, I., Zeybek, M., Karauguz, G. (2013). Photogrammetric Survey and 3D Modeling of İvriz Rock Relief in Late Hittite Era. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 13, 147-157.
- Thoeni, K., Giacomini, A., Lambert, C., Sloan, S.W., Carter, J.P. (2014). A 3D Discrete Element Modelling Approach for Rockfall Analysis with Drapery Systems, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 68, 107–119.
- Uysal, M., Uslu, A. (2017). Arkeolojik Eserlerin Fotogrametri Yöntemi İle 3B Modellenmesi: Demeter Heykeli Örneği. *TUFUAB IX. Teknik Sempozyumu*.
- Vasuki, Y., Holden, E., Kovesi, P., Micklethwaite, S. (2014). Semi-Automatic Mapping of Geological Structures Using UAV-Based Photogrammetric Data: An Image Analysis Approach, *Computers & Geosciences*, 69, 22–32.
- Yakar, M., Yılmaz, H.M., Yıldız, F., Zeybek, M., Sentürk, H., Çelik, H. (2009). Silifke-Mersin Bölgesinde Roma Dönemi Eserlerinin 3B Modelleme Çalışması ve Animasyonu. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita ve Teknik Kurultayı*, 11-15 Mayıs, Ankara.
- Walton, G., Diederichs, M.S., Weinhardt K., Delaloye D., Matthew J.L., Punkkinen A. (2018). Change detection in drill and blast tunnels from point cloud data, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 105, 172-181.
- Wenzhong, S., Deng S., Wenbing, X., (2018). Extraction of Multi-Scale Landslide Morphological Features Based on Local Gi\* Using Airborne Lidar-Derived DEM, *Geomorphology* 303, 229–242.

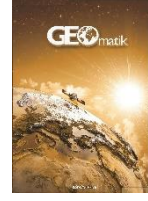
URL-1: [https://www.google.com/search?q=adam+kayalar&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjhneyw2MDjAhW3QkEAHc0QBIEQ\\_AUIESgB&biw=1229&bih=610](https://www.google.com/search?q=adam+kayalar&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjhneyw2MDjAhW3QkEAHc0QBIEQ_AUIESgB&biw=1229&bih=610).



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## Konut Memnuniyetinin Sıralı Lojistik Regresyon Analizi İle Araştırılması: Osmaniye İli Örneği

Hamza Erdoğdu<sup>1</sup>, Nuri Erdem<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<sup>2</sup>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Konut memnuniyeti  
Sıralı lojistik regresyon  
analizi  
Osmaniye

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Osmaniye İli merkezinde bulunan konutların piyasa değerlerini etkileyen faktörleri sıralı lojistik regresyon analizi yardımıyla araştırmaktır. Bu amaçla, çalışmada il merkezinde 486 adet konutta yapılan Konut Memnuniyeti Araştırması'ndan elde edilen ikincil veriler kullanılmıştır. Sıralı ölçek özelliğine sahip konutların piyasa değerleri bağımlı değişken olarak alınmıştır. Bu bağımlı değişken, açıklayıcı değişken ve faktörlerden oluşan 34 adet değişken yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Öncelikle çok sayıda regresyon denkleminin söz konusu olması sebebiyle ki-kare bağımsızlık testi yardımıyla konutların piyasa değerleri ile ilişkili bulunmayan faktörler elimine edilmiş ve 6 adet faktör analiz dışında bırakılmıştır. Sonraki aşamada kalan faktörlerin aralarında güçlü çoklu doğrusal bağlantının olup olmadığı incelenmiş ve çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmadığı görülmüştür. Çalışmada, konutların piyasa değerini açıklamada olası çok sayıda model elde edilmiştir. En başta bu modellerin paralellik varsayımını sağlayıp sağlamadıkları kontrol edilmiş, bu varsayımı sağlamayan modeller dikkate alınmamıştır. Sonraki aşamada paralellik varsayımını sağlayan model; uyum iyilikleri testleri, sapma ölçüleri ve Sözde-R<sup>2</sup> değerleri ile birlikte tahmin sonuçları istatistiksel anlamlı olan ve yorumlanabilir bulunan nihai model değerlendirmeye alınmıştır. Buna göre analiz edilen veriler ışığında konutların piyasa fiyatlarını etkileyen faktörlerin; konutların yaşı, konutların büyüklüğü, konutların kira getiri değerleri, konutta ikamet edenlerin komşuluk ilişkilerinden memnuniyet derecesi ve konutlarda oturanların depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## Investigation of Housing Satisfaction by Ordinal Logistic Regression Analysis: The Case of Osmaniye Province

### Keywords

Housing satisfaction  
Ordinal logistic  
regression analysis  
Osmaniye

### ABSTRACT

This study aims to investigate factors, affecting market values of residences in Osmaniye, with ordinal logistic regression analysis. For this purpose, conducted with 486 housing units in the city centre, secondary data from the Housing Satisfaction Survey were used in the study. The market values of ordinal-scaled residences were taken as a dependent variable. An attempt is made to explain this dependent variable with the help of 34 explanatory variables and factors. First of all, because many regression equations are likely, factors not related to the market value of housing were eliminated with the chi-square independence test, and six factors were excluded from the analysis. In the next stage, whether or not there is strong multicollinearity among the remaining factors were examined, and the problem of multicollinearity was not found. In the study, a number of possible models were obtained in explaining the market value of houses. Initially, it was checked whether these models provided the assumption of parallelism, the models that did not meet this assumption were not considered. Providing the assumption of parallelism in the next stage, the final model, which has statistically significant results of the Goodness-of-Fit test, together with the estimated results of deviation measures and statistics of Pseudo-R<sup>2</sup>, was evaluated. Accordingly, in the light of the analyzed data, it was concluded that factors, affecting the market prices of houses, were the age of houses, size of houses, rental return values of houses, degree of satisfaction with the neighbourhood and residents' level of protection against earthquake.

### \*Sorumlu Yazar

\*hamzaerdogdu@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-5025-2367  
(nurierdem@osmaniye.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-1850-4616

### Kaynak Göster (APA)

ERDOĞDU, H., ERDEM, N. (2020). Konut Memnuniyetinin Sıralı Lojistik Regresyon Analizi İle Araştırılması: Osmaniye İli Örneği. Geomatik, 5 (2), 146-159. DOI: 10.29128/geomatik.597781  
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik/issue/52495/597781>

## 1. GİRİŞ

Konut, insanoğlunun en temel ihtiyaçları arasında yer alan, barınmayı karşılayan bir araçtır. Aynı zamanda konut, birey ve aile gibi toplumların en küçük birimlerinin doğal ve toplumsal çevreleri içinde varlıklarını sürdürdükleri bir barınaktır (Demirarslan, 2005). Diğer bir tanıma göre ise konut, “tek birey ya da ev halkından birkaç kişinin yaşaması için yapılmış, uyuma, yemek pişirme, soğuktan ve sıcaktan korunma gibi insan yaşamının zorunlu kıldığı temel ihtiyaçların karşılanabildiği bir barınaktır” şeklinde de tanımlanabilir. Konut, ilk çağlardan itibaren toplumların gelişimi ve çevre koşullarına da bağlı olarak, çadır düzeninden bugünkü modern konutlara dönüşmüştür (Yıldırım vd., 2007; Aksoy vd., 2010; Aksoy ve Şiranlı, 2011).

Ancak konutun, barınak olmasının yanında, kullanıcısının toplumsal konumunu ve statüsünü yansıtan bir rolü de vardır (Es ve Akın, 2008; Sam ve Ertürk, 2010; Arslan, 2015). Konut, kişilerin veya ailelerin ikametleri, onların sosyo-ekonomik durumları, kültürel bağları ve yapısal özellikleri hakkında bilgiler verir. Öncü (2013) yaptığı çalışmada konutun, sınıfsal kültürel ve yaşam tarzının en belirleyici özelliği olduğunu belirtmektedir. Konut ve çevresi, fiziksel olduğu kadar sosyal bir nitelik de taşımaktadır. Konut, çevresinden ayrı sadece fiziksel bir unsur olarak değil, bireyler, komşular ve konut alanındaki tüm imkânlarla birlikte düşünülmesi gereken bir sistemdir (Kellekci ve Berköz, 2006a; Arslan, 2015).

İçinde yaşayanı memnun etmesi, barınma işlevinin dışında konutun temel amaçlarından biri olarak kabul edilmektedir. Konut sakininin içinde bulunduğu konuttan memnuniyetinin derecesi, kişisel arzu ve isteği, konuttan beklentileri ve konut yakınında bulunan fiziksel çevresini nasıl algıladığına bağlıdır (Grigolon vd., 2014). Bu algılara bağlı olarak birey, içinde bulunduğu konuta ve çevresine uyum sağlayarak hayatını sürdürmek istemekte ya da uyum gösteremeyerek konut değiştirmek istemektedir (Altaş, 1994; Güremen, 2011). Konuttan memnuniyet, insanın genel yaşam kalitesinin en önemli parametrelerinden birisidir (Bodur, 2012).

Konuttan duyulan memnuniyet, içinde yaşanan konut ile çevresinden kaynaklanan problemlerin, imkânların ve özelliklerin kullanılmasında yarattığı duygusal izlenimlerin bütünüdür. Aynı zamanda, konutun oluşturduğu fiziksel standartların üzerinde bir çevre-insan etkileşimini de kapsamaktadır. Bu bağlamda, konut memnuniyeti kavramı bireyin hayat kalitesinin bir göstergesi olarak ele alınmaktadır (Altaş ve Özsoy, 1998; Gutman ve Westergaard, 1974; Davis, 1981; Campbell vd., 1976; Kellekci ve Berköz, 2006b). Konutun konumu ve sahip olduğu standartları, konut kullanıcısının kişisel tercihleri ve gereksinimleri konut seçimini etkileyen temel unsurlardır. (Marans ve Rodgers, 1975; Güremen, 2011). Bireyin yaşadığı önceki olumlu veya olumsuz konut tecrübeleri de konutla

ilgili istek ve beklentilerini şekillendirmektedir. (Canter ve Rees, 1982; Campbell vd., 1976).

Yukarıda ifade edilen hususlara ilave olarak, vurgulanması gereken önemli bir nokta da konut memnuniyeti ile konut koşullarının mutlak olmadığıdır. Belli bir zaman diliminde konut koşulları ve konuttan duyulan memnuniyet düzeyleri farklılık gösterebilmekte ve göreceli olarak ölçülebilmektedir (Francescato vd. 1987; Türkoğlu 1993; Güremen, 2011; Bodur, 2012).

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Konut kullanıcı memnuniyeti ölçüm çalışmaları 1960'lardan günümüze geliştirilerek teorik ve pratik olmak üzere iki yönlü yapılmaktadır (Kellekci, 2005). Kim (1997) konut memnuniyeti ve konutun bulunduğu katın kullanıcıların kişisel özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Oh (1999), Kore'de farklı konut tiplerinde yaptığı çalışmada, konutun manzarası/konumu, açık alanların/araç park yerlerinin ve çocuk oyun alanlarının büyüklüğünün kullanıcı memnuniyeti üzerinde etkili olduğunu saptamıştır.

Galster ve Hesser (1981)'de konut çevresi, konutun niteliksel/niceliksel durumu ve konut tipi ile ilişkili memnuniyet derecesi ölçülmüş, değişkenler arasındaki korelasyon incelenmiştir. Marcus ve Sarkisians (1986), açık ve yeşil alanlar gibi temel elemanların, insan ilişkilerinde ve konut memnuniyetinde önemli olduğunu belirtmiştir.

İran'ın Hashtgerd kentindeki 1.500.000 adet konutun bulunduğu "Mehr konut" projesindeki çalışma bulanık ağ analiz süreci (FANP=Fuzzy Network Analysis Process) üzerine kurulmuştur. Bu araştırmanın sonuçları, çalışma bölgesindeki konut sakinlerinin, projedeki arazi kullanımlarına, altyapı hizmetlerine ve ulaşım ağına erişimlerin uygun olmaması gibi birçok faktörden memnuniyetsizlik duyduğunu göstermiştir (Jahanshahloo ve Daroudi, 2015). Prof. Saati tarafından 1996'da geliştirilen Analitik Ağ Süreci (ANP=Analytic Network Process), ölçütler arasındaki bağımlılıkları hesaba katmasıyla AHP (Analytic Hierarchy Process)'e üstünlük sağlamıştır (Yüksel ve Dağdeviren, 2007). Böyle bir model oluşturmanın amacı, karmaşık çok kriterli karar verme problemlerini daha basit bileşenlere bölüp sonra bunları entegre etmektir (Chung et al., 2005; Jahanshahloo ve Daroudi, 2015). Anbarcı vd. (2014), oturmak istenen konuta sahip olmak kararının çok ölçütlü bir karar verme problemi olduğunu vurgulayarak, bir sıralama tekniği olan PROMETHEE (Preference Ranking Organization Methodsfor Enrichment Evaluations) yöntemini, problemin çözümü için kullanmıştır.

Tan ve Khong (2012)'ye göre; ev sahibi olmak, konut memnuniyetinin derecesini arttırmaktadır. Gunseuk (2016) yaptığı çalışmada, bazı değişkenlerin, hane halkı ve konut alt kategorilerinin konut memnuniyeti ile pozitif veya negatif korelasyon içerdiğini göstermek için 2012 ve 2014

yılları arasındaki Kore Konut Araştırması (KHS=Korea Housing Survey) verilerini kullanmıştır. Sonuç olarak, Konut Çeki Programı (Housing Voucher Program)'nın yoğun tanıtımına rağmen, alıcıların konutlarından memnun olmadığı görülmüştür. Adams (1984)'e göre konut "*sosyal konum, zenginlik, güç ve kişisel kimliğin bir göstergesidir*". Bu nedenle konut memnuniyeti bireylerin yaşam kalitesinin önemli bir kriteri olarak görüldüğünden, sosyologlar, psikologlar, plancılar ve coğrafyacıların temel araştırma konusu olmuştur (Lu, 1999; Gunseuk, 2016).

Türkiye'de konut memnuniyet ile ilgili yapılan araştırmalar 2015 yılı ve sonrası için aşağıda derlenmiştir. 2014 yılı ve öncesi çalışmalar için bakınız; Şekeroğlu (2016). TÜBİTAK-Gazi Üniversitesi İstatistik Atölyesi (2015) işbirliği ile yapılan Ankara Hanehalkı Konut Memnuniyeti Araştırması, Ankara'nın 8 ilçesinde 500'ün üzerinde kişi ile gerçekleştirildi. Bu çalışma ile Ankara halkının konut memnuniyetlerinde belirleyici etkenlerin neler olduğunun tespit edilerek sürekli gelişmekte olan inşaat sektörüne bilgi sağlanması amaçlanmıştır. Araştırma bulgularına göre halkın % 82'si yaşamakta olduğu konuttan memnun olduğunu belirtmiştir. Orta yaş grubunda olup geliri 1000-2000 TL arası olanların yaşadığı konuttan memnuniyet düzeyinin en yüksek olduğu görülmüştür. Konut sahipliği değişkenine göre oturduğu konuta sahip olanların kiracılara göre daha memnun oldukları tespit edilmiştir. Konut memnuniyetini en fazla etkileyen faktörler; site güvenliği, yapı malzeme kalitesi, mahalle güvenliği, ses yalıtımı, prestijli site ve site temizliği ile bakımı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, konut memnuniyetini en az etkileyen faktörler: sosyal ve kültürel tesislere yakınlık, oda ve banyo sayısı, konut aydınlanması ve alışveriş imkânlarına yakınlık olarak bulunmuştur (URL\_1).

Güremen (2016) Amasya İl merkezinde beş farklı konut alanında bulunan dokuz sitede yaptığı çalışma ile kullanıcıların konut ve çevresini seçerken etkili olan faktörlerin bireylerin davranışlarına ne ölçüde yansımakta olduğunu araştırmaktadır. Bu amaçla, 196 katılımcı ile anket yöntemi kullanılarak görüşme gerçekleştirilmiştir. Sahadan elde edilen veriler ile konut kullanıcılarının ekonomik, sosyal ve kültürel değişmelerine göre memnuniyet duygularını yansıtan kavramsal bir model geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda hane halklarının demografik ve sosyoekonomik durumlarına göre konut yeri seçim tercihleri değişiklik göstermektedir.

Kahraman ve Özdemir (2017) Ankara Altındağ Belediyesi Altınpark Mahallesi'nde bulunan Türk-İş Bloklarında kalanların konut memnuniyeti ile 2013 yılında riskli alan ilan edilen bölge için kentsel dönüşüm eğilimlerini incelemiştir. Araştırmada 256 hane halkıyla gerçekleştirilen derinlemesine mülakatlar ve anketler yardımıyla veri toplanmıştır. Analiz edilen veriler sonucundaki bulgular yaşadıkları konutlardan ve alandan memnuniyet

derecesinin yüksek oranda olduğunu göstermektedir. Konut büyüklüğü ve konutların kullanılabilirliği, malzeme kalitesi ve ısınma düzeyine bağlı unsurların konut memnuniyetinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, su ve elektrik tesisatı ile mutfak büyüklüğü unsurlarının ise memnun olunmayan unsurların başında geldiği bulunmuştur. 2018 yılında yapılan konut memnuniyet çalışmaları için bakınız; Bekleyen ve Baylan (2018), Gür ve Erbil (2018) ve Gür ve Sezer (2018).

Bu çalışmada, Osmaniye kent merkezinde ikamet eden ev sahibi veya kiracılarla yüz yüze yapılan anketler kullanılmıştır. Bu anket verilerinin analizi için *Sıralı Lojistik Regresyon Analiz Yöntemi* kullanılmıştır. Literatür taraması sırasında konut kullanıcı memnuniyeti araştırmalarında bu yöntemin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu anlamda çalışma konut memnuniyet çalışmaları ile ilgili literatüre katkı amaçlanmaktadır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde öncelikle bu tarz anket verileri için genellikle tercih edilen bir yöntem olan sıralı lojistik regresyon analiz yöntemi açıklanacaktır. Daha sonra analiz kısmına geçilecek ve anket sonrası elde edilen veriden bahsedilecektir. Yine aynı bölümde uygulanan analizin aşamalarına değinilecek olup çalışma bulguları tablo halinde verilerek, sonuçlar yorumlanacaktır. Son olarak, sonuç kısmı politika önermeleri de dâhil edilerek çalışma sonlandırılacaktır.

### 3. YÖNTEM

Çalışmada Sıralı Lojistik Regresyon Analiz yöntemi kullanılmıştır. Sıralı regresyon, sıralı ölçek özelliğine sahip bağımlı değişkenin bir veya birden fazla sayıda bağımsız değişken tarafından açıklandığı istatistiksel bir tekniktir. Mühendislik, psikoloji, tıp, epidemoloji, eğitim, ekonomi, sosyoloji vb. sıralı kategoriye sahip değişkenlerin açıklanma ihtiyacı duyulan bilim alanlarının tamamında yaygın olarak kullanılmaktadır: Rezapour ve Ksaibati (2018), Agresti (1989), Cox (1995), Armstrong ve Sloan (1989), Liu (2014), Williams(2016), Allison (1999), Akın ve Şentürk (2012).

J adet kategoriden oluşan bağımlı değişkeni açıklamak için  $M$  tane bağımsız değişkenden oluşan bir çoklu regresyon modeli için;

$$\mathbf{X}_i = \begin{bmatrix} X_{i1} \\ X_{i2} \\ \vdots \\ X_{i,m-1} \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{m-1} \end{bmatrix} \quad \text{olsun}$$

Oransal Oran Modeli – OOM – (Proportional Odds Model) için matematiksel formülasyonu, Kutner vd. (2005)'in notasyonları takip edildiğinde, kategori j için Eşitlik 1'de gibi ifade edilir:



$$P(\mathbf{Y}_i \leq j) = \frac{\exp(\alpha_j + \mathbf{X}_i' \beta)}{1 + \exp(\alpha_j + \mathbf{X}_i' \beta)}$$

$$j = 1, 2, \dots, J - 1 \quad (1)$$

Her iki tarafın lojit dönüşümü yapıldığında, J-1 tane birikimli lojit denklemi Eşitlik 2 'de verilmektedir:

$$\log_e \left[ \frac{P(\mathbf{Y}_i \leq j)}{1 - P(\mathbf{Y}_i \leq j)} \right] = \alpha_j + \mathbf{X}_i' \beta \quad (2)$$

Burada,  $j$  sıralı bir kategorinin seviyesini ve  $i=1, 2, \dots, M$  bağımsız değişkenleri göstermektedir.

Sıralı lojistik regresyonu tahmin edilirken "Paralel Doğrular Varsayımı" olarak biline varsayımın sağlanması gerekmektedir. Bu varsayım, modele dahil edilen açıklayıcı değişkenler ile açıklanan değişken arasındaki ilişkinin, açıklanan değişkenin sıralı kategorilerine göre değişmediğini garanti altına almaktadır, Arı ve Yıldız (2016).

#### 4. VERİ ve ANALİZ

##### 4.1. Veri

Çalışmada, Osmaniye İl merkezinde bulunan konutların piyasa değerlerini belirleyen faktörler sıralı lojistik model yardımıyla araştırılmıştır. Spesifik olarak Osmaniye İlinin seçilmesinin sebebi; son yıllarda hızlı bir büyüme ve gelişme görülen kent merkezinde yoğun bir nüfus artışının yaşanması ve artan nüfusa bağlı olarak konut üretiminin de artmasıdır. Çalışmanın amacı; bu artan yapılaşmaya bağlı olarak kullanıcıların içerisinde yaşadıkları konutlar ve çevresinden duydukları memnuniyet durumu ve bunu etkileyen faktörlerin tespit edilmesidir. Bu amaçla, 20.03.2018-27.05.2018 tarihlerinde 486 kişi ile gerçekleştirilen *Konut Memnuniyeti Araştırması*'nda elde edilen ikincil veriler kullanılmıştır. Çalışmada açıklanmaya çalışılan bağımlı değişken, konutların piyasa değeridir. Bu değişkene ait bilgiler anket uygulamasında sıralı yapıda sorularak (1. 100,000 altı - 2. 100,000-119,999 - 3. 120,000-139,999 - 4. 140,000-159,999 - 5. 160,000 ve üstü) olarak düzenlenmiştir. Anket uygulaması sonucunda elde edilen ve açıklayıcı değişken olarak tanımlanan konutların piyasa değerlerini etkileyebileceği düşünülen değişkenler aşağıda Ek Tablo 1'de verilmiştir.

##### 4.2. Analiz

Ankette elde edilen değişkenlerin sayıca fazla olması dolayısıyla öncelikle her bir açıklayıcı değişkenin konutların piyasa değerleri ile ilişkili olup olmadığı Ki-Kare Bağımsızlık testi ile sınanmış ve test sonuçları Ek Tablo 2'de verilmiştir.

Ek Tablo 2'de yer alan Ki-kare test istatistik değerleri yüzde 5 anlamlılık düzeyine göre; X3, X22, X26, X27, X28 ve X29 değişkenlerinin konutların piyasa değerinden bağımsız olduğunu diğer bir ifadeyle sözkonusu değişkenler ile konutların piyasa değeri ile aralarında bir ilişki bulunmadığını söyleyen sıfır hipotezinin reddi mümkün olmamaktadır. Başka bir anlatımla, X3, X22, X26, X27, X28 ve X29 değişkenleri ile konutların piyasa değeri arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Dolayısıyla ilişkisiz bu değişkenler veri setinden çıkarılmış olup analizin bundan sonraki kısmında yer almamışlardır.

Konutların piyasa değerlerini belirlemek amacıyla tahmin edilecek regresyon denklemine geçmeden önce analize dahil edilmesi düşünülen açıklayıcı değişkenler arasında var olabilecek çoklu doğrusal bağlantının araştırılması gerekmektedir. Çünkü birbirleriyle yüksek derecede korelasyona sahip değişkenleri içeren bir model sonucunda elde edilen regresyon katsayıları güvenilir olmaktan çıkmaktadır. Bu amaçla literatürde çoklu doğrusal bağlantının tespit edilmesi için yaygın olarak kullanılan VIF değerleri varyans-kovaryans matrisinden ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen en yüksek VIF değerinin 5'ten küçük olmaları dolayısıyla değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olmadığı sonucuna varılarak, kalan değişkenler analizin bundan sonraki kısmında dâhil olmayı sürdürmüşlerdir.

Çalışmada, konutların piyasa değerini açıklamada olası çok sayıda model elde edilmiştir. En başta bu modellerin paralellik varsayımını sağlayıp sağlamadıkları kontrol edilmiş, sağlamayan modeller elimine edilmiştir. Sonraki aşamada paralellik varsayımını sağlayan modellerin geçerliliği olabirlik oran testi ile uyum iyilikleri ise goodness-of-fit testleri, sapma ölçüleri ve sözde R<sup>2</sup> değerleri ile birlikte tahmin sonuçları istatistiksel anlamlı olan ve yorumlanabilir bulunan model değerlendirmeye alınmıştır.

Modelin parametre tahmincilerinin sonuçlarına geçmeden önce sıralı lojistik regresyon modelleri için önemli bir varsayım olan paralel doğrular varsayımının test edilmesi gerekmektedir. Bu varsayımına göre modelde yer alan açıklayıcı değişkenler ile açıklanmaya çalışılan değişken arasındaki ilişki, açıklanan değişkenlerin sahip olduğu kategorilere göre değişiklik göstermez. Başka bir ifadeyle, açıklanan değişkenin kategorilerinin birbirlerine paralel olduğu şeklinde de yorumlamak mümkündür. Bu varsayımın testi için Brant (1990) tarafından önerilen Wald testi kullanılmaktadır. Çalışmamızda, konutların piyasa değerini ifade eden bağımlı değişkenin kategorilerinin birbirlerine paralel olup olmadığı paralel doğrular testi ile sınanmış ve sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de verildiği üzere paralel doğrular varsayımının testi için hesaplanan Ki-Kare test istatistiği değeri 45,316 olup  $P$  - değeri de 0,335'tir. Buna göre % 5 anlamlılık düzeyinde açıklanan

değişkenin sahip olduğu kategorilerin birbirine paralel olduğunu ifade eden sıfır hipotezini reddetmek mümkün görünmemektedir. Bu sonuç, çalışmada bağımlı değişken olarak modellenen konutların piyasa değerlerinin kategorileri birbirine

paralel olduğunu dolayısıyla sıralı lojit modelinin tahmin edilebilirliğini göstermesi açısından önemlidir. Nihai modelin parametre tahminleri, standart hataları, odds oranlarının kestirimleri ve p-değerleri Tablo 2’de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Paralel Doğrular Testi Sonuçları

Model	-2 Log Olabilirlik	Ki-Kare	Serbestlik Derecesi	p- değeri
Sıfır Hipotezi	964,186			
Genel	918,870	45,316	42	0,335

**Tablo 2.** Model Parametre Tahminleri

Değişken	Katsayı ( $\hat{\beta}$ )	Standart Hata	Wald	P - değeri	Odds Oranı ( $e^{\hat{\beta}}$ )	Odds Oranlarının %95 Güven Aralıkları (CI)	
						Alt	Üst
<b>Bağımlı Değişken</b>							
[Y:piydeg=1]	-6,151	0,848	52,602	0,000	0,002	0,0004	0,0112
[Y:piydeg=2]	-4,767	0,836	32,541	0,000	0,009	0,0016	0,0438
[Y:piydeg=3]	-3,183	0,821	15,017	0,000	0,041	0,0083	0,2074
[Y:piydeg=4]	-1,911	0,806	5,622	0,018	0,148	0,0305	0,7182
<b>Bağımsız Değişkenler</b>							
X5:yas	-0,051	0,011	23,508	0,000	0,950	0,9305	0,9704
X7:büyükük	0,008	0,003	9,683	0,002	1,008	1,0030	1,0131
[X2:kiradeg=1]	-4,401	0,648	46,145	0,000	0,012	0,0034	0,0437
[X2:kiradeg=2]	-4,660	0,602	60,007	0,000	0,009	0,0029	0,0308
[X2:kiradeg=3]	-2,982	0,575	26,932	0,000	0,051	0,0164	0,1563
[X2:kiradeg=4]	-0,542	0,605	,802	0,370	0,582	0,1776	1,9041
[X2:kiradeg=5]	0 <sup>a</sup>	.	.	.			
[X26:komiliski=1]	-1,326	0,462	8,246	0,004	0,266	0,1074	0,6564
[X26:komiliski=2]	-1,522	0,397	14,680	0,000	0,218	0,1002	0,4752
[X26:komiliski=3]	-0,941	0,312	9,095	0,003	0,390	0,2116	0,7189
[X26:komiliski=4]	-0,704	0,293	5,764	0,016	0,495	0,2783	0,8790
[X26:komiliski=5]	0 <sup>a</sup>						
[X34:depkarsigüvhis=1]	-1,296	0,528	6,015	0,014	0,274	0,0971	0,7710
[X34:depkarsigüvhis=2]	-0,835	0,480	3,034	0,082	0,434	0,1695	1,1107
[X34:depkarsigüvhis=3]	-0,786	0,433	3,299	0,069	0,456	0,1951	1,0640
[X34:depkarsigüvhis=4]	-0,881	0,449	3,843	0,050	0,414	0,1717	1
[X34:depkarsigüvhis=5]	0 <sup>a</sup>						

Parametrelerin tahminlerini içeren Tablo 2, her tahminin konutların piyasa değeri üzerindeki etkisini özetlemektedir. Buna göre nihai modelde 5 adet değişkenin yer aldığı görülmektedir. Bu değişkenlerin 2’si açıklayıcı değişken (covariates) ile 3 tanesi ise faktör (factor) değişkenlerden oluşmaktadır. Sırasıyla bunlar; konutun yaşı, konutun büyüklüğü (m<sup>2</sup>), konutun kira değeri, konuttaki komşuluk ilişkilerinden memnuniyet ve konutta depreme karşı güvende hissetme düzeyi değişkenleridir. Bu değişkenlere ait katsayıların anlamlılık sınamaları için tabloda yer alan Wald testine ait P - değerlerine baktığımızda bağımsız değişkenlerin tamamının birkaç kategorileri hariç % 5 anlamlılık düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Açıklayıcı değişkenlerin katsayılarının işaretleri ve faktör düzeyleri için katsayıların görece değerleri, modeldeki tahminlerin konutların piyasa değerleri üzerindeki etkileri hakkında önemli bilgiler vermektedir. Klasik regresyon modellerinin katsayılarının yorumlanmasından farklı olarak link

fonksiyonunun doğası gereği tahminlerin yorumları kolay olmamakla birlikte anlamlı bulunan değişkenleri aşağıdaki gibi yorumlamak mümkündür:

**yas:** Konutun yaşını gösteren “yas” açıklayıcı değişkeninin P - değeri, söz konusu değişkenin gözlemlenen etkisinin tesadüflerden kaynaklanmadığını göstermektedir. Değişkenin modeldeki tahmin değeri -0,051’dir. Yaş değişkeni için negatif katsayı, konutun piyasa değeri ile arasındaki negatif ilişkiyi göstermektedir. Yani, konutun yaşı arttıkça piyasa değerinin gerilediği anlamına gelmektedir. Diğer bir ifadeyle, negatif katsayılı yas değişkeninin değerinin artması konutun daha da eskimesi anlamına gelmekte böylece piyasa değerinin daha yüksek kümülatif kategorilerinden birinde olma olasılığının azalması anlamına gelmektedir. Konut yaşının 1 yıl artması, konutun piyasa değerinin daha yüksek kategoride olmasını 0,950 ( % 95 CI, 0,9305-0,9704 ) kat azaltacaktır. Başka bir ifadeyle, konut yaşının 1 yıl

artması konutun piyasa değerinin daha düşük kategoride olmasını  $1/0,950 = 1,053$  kat arttıracaktır.

**buyukluk:** Konutun büyüklüğünü (m<sup>2</sup>) olarak gösteren “*buyukluk*” açıklayıcı değişkenin  $P$  - değeri istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Değişkenin modeldeki tahmin değeri 0,008’dir. Konutun büyüklük değişkeni için pozitif katsayı, konutun piyasa değeri ile arasındaki pozitif ilişkiyi göstermektedir. Başka bir ifadeyle konutun m<sup>2</sup> büyüklüğü arttıkça piyasa değerinin arttığını ifade etmektedir. Yani, pozitif katsayılı konutun m<sup>2</sup> olarak büyüklüğünün artması, konutun piyasa değerinin daha yüksek kümülatif kategorilerinden birinde olma olasılığının artması anlamına gelmektedir. Konut büyüklüğünün 1 m<sup>2</sup> artışı, konutların piyasa değerinin daha yüksek kümülatif kategorilerinden birinde olmasını 1,008 ( % 95 CI, 1,0030 - 1,0131 ) kat arttıracaktır.

**kiradeg:** Bu değişken için referans kategorisinin “1,000 ve üstü” olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan kategorileri “1,000 ve üstü” kategorisine göre şöyle yorumlamak mümkündür: Kira getirileri 300 TL’nin altında olan konutların piyasa değerleri, kira getirileri 1000 TL’nin üstünde olan konutların piyasa değerlerine göre 0,012 ( % 95 CI, 0,0034 - 0,0437) kat daha az olacaktır. Diğer bir ifadeyle kira getirisi 1000 TL’nin üzerinde olan konutların piyasa değerleri, 300 TL kira getirisi olan konutlara göre  $1/0,012=83,33$  kat fazla olacaktır. Bir sonraki kira kategorisi olan 300-499 TL aralığında olan konutların piyasa değerleri, kira getirileri 1000 TL’nin üstünde olan konutlara göre 0,009 ( % 95 CI, 0,0029 - 0,0308) kat daha az olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle kira getirisi 1000 TL’nin üzerinde olan konutların piyasa değerleri, 300 - 499 tl kira getirisi olan konutlara göre  $1/0,009 =111,11$  kat fazla olacaktır. Son olarak istatistiksel olarak anlamlı bulunan, kira getirileri 500-699 TL aralığında olan konutların piyasa değerlerinin, kira getirileri 1000 TL’nin üstünde olan konutlara göre 0,051 ( % 95 CI, 0,0164 - 0,1563) kat daha az olması beklenmektedir. Diğer bir ifadeyle kira getirisi 1000 TL’nin üzerinde olan konutların piyasa değerleri, 500 - 699 TL kira getirisi olan konutlara göre  $1/0,051=19,61$  kat fazla olacaktır. Genel olarak ifade edilecek olursa, kira getirileri arttıkça konutların fiyatları da yükselecek ve piyasa değerleri kira getirileri 1000 TL’nin üstünde olan konutların piyasa değerlerine yaklaşacaktır.

**komiliski:** Konutlardaki komşuluk ilişkilerinden memnuniyet derecesini gösteren bu faktör için referans kategorisinin “Çok iyi ” olduğu görülmektedir. Tüm kategorilerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan bu faktörün alt kategorilerinin, “çok iyi” kategorisine göre şöyle yorumlanabilir: Komşuluk ilişkileri “çok kötü” olan konutların piyasa değerleri, komşuluk ilişkileri “çok

iyi” olan konutların piyasa değerlerine göre 0,266 ( % 95 CI, 0,1074 - 0,6564) kat daha az olacaktır. Diğer bir ifadeyle, komşuluk ilişkileri “çok iyi” olan konutların piyasa değerleri komşuluk ilişkileri “çok kötü” olan konutların piyasa değerlerine göre  $1/0,266=3,76$  kat fazla olacaktır. Bir sonraki komşuluk faktör kategorisi olan “kötü” kategorisinde olan konutların piyasa değerleri, komşuluk ilişkileri “çok iyi” olan konutların piyasa değerlerinden 0,218 ( % 95 CI, 0,1002 - 0,4752) kat daha az olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, komşuluk ilişkileri “çok iyi” olan konutların piyasa değerleri komşuluk ilişkileri “kötü” olan konutların piyasa değerlerine göre  $1/0,218 =4,59$  kat fazla olacaktır. “Orta” kategorisinde komşuluk ilişkisine sahip konutların piyasa değerleri, komşuluk ilişkileri “çok iyi” olan konutların piyasa değerlerinden 0,390 ( % 95 CI, 0,2116 - 0,7189) kat daha az olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, komşuluk ilişkileri “çok iyi” olan konutların piyasa değerleri komşuluk ilişkileri “orta” olan konutların piyasa değerlerine göre  $1/0,390 =2,56$  kat fazla olacaktır. Son olarak, “iyi” kategorisinde komşuluk ilişkisine sahip konutların piyasa değerleri, komşuluk ilişkileri “çok iyi” olan konutların piyasa değerlerinden 0,495 ( % 95 CI, 0,2783 - 0,8790) kat daha az olmaktadır. Diğer bir deyişle, komşuluk ilişkileri “çok iyi” olan konutların piyasa değerleri komşuluk ilişkileri “iyi” olan konutların piyasa değerlerine göre  $1/0,495 =2,02$  kat fazla olacaktır. Genel olarak ifade etmek istediğimizde, komşuluk ilişkileri iyileştikçe bu konut fiyatlarına da yansımakta ve konutların piyasa değerlerini artırmaktadır. Kira getirileri arttıkça konutların fiyatları da yükselecek ve piyasa değerleri kira getirileri 1000 TL’nin üstünde olan konutların piyasa değerlerine yaklaşacaktır.

**depkarsıgüvhis:** Konutlarda oturanların depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeylerini gösteren bu faktör için referans kategorisinin “Çok yüksek” olduğu görülmektedir. İki kategorisinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan bu faktörün anlamlı alt kategorilerinin, “çok iyi” kategorisine göre yorumlarını şu şekilde yapmak mümkündür: depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri “çok düşük ” olan konutların piyasa değerleri, depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri “çok yüksek” olan konutların piyasa değerlerine göre 0,274 ( % 95 CI, 0,0971 - 0,7710) kat daha az olacaktır. Diğer bir ifadeyle, depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri “çok yüksek” olan konutların piyasa değerleri depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri “çok düşük” olan konutların piyasa değerlerine göre  $1/0,274 =3,65$  kat fazla olacaktır. Anlamlı bulunan diğer alt kategori olan depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri “yüksek” olan konutların piyasa değerleri, depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri “çok yüksek” olan konutların piyasa değerlerine göre 0,414 ( % 95 CI, 0,1717 - 1,0) kat daha az olacaktır. Diğer bir ifadeyle, depreme karşı

kendilerini güvende hissetme düzeyleri “çok yüksek” olan konutların piyasa değerleri depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri “yüksek” olan konutların piyasa değerlerine göre 1/0,414 =2,42 kat fazla olacaktır. Genel olarak ifade ettiğimizde, depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri arttıkça konutların piyasa değerleri de artmaktadır.

Parametre tahmincilerinin yorumu dahil olmak üzere ayrıntılı bir şekilde ele alınan modele dair konutların piyasa fiyatları ile bu fiyatları etkileyen faktörler arasındaki ilişkinin gücünü ölçmede kullanılan uyum iyiliği göstergeleri aşağıda Tablo 3 ve Tablo 4’te verilmiştir. Bunlar sırasıyla; uyum iyiliği (goodness-of-fit) testi ve sözde (pseudo)- $R^2$  testidir.

Tablo 3. Uyum İyiliği Testi Sonuçları

	Ki-Kare	Serbestlik Derecesi	$P$ - değeri
Pearson	1559,958	1542	0,369
Sapma	961,413	1542	1,000

Tablo 3’te yer alan uyum iyiliği testlerinin  $P$  - değerlerine baktığımızda 0,05 anlamlılık düzeyinden oldukça büyük oldukları görülmektedir. Bu durumda tahmin edilen yukarıdaki modelde uyum iyiliğinin var olduğunu belirten sıfır hipotezi reddedilemez, dolayısıyla modelde uyum iyiliği mevcuttur.

Tablo 4. Sözde (Pseudo)- $R^2$  Testi Sonuçları

İstatistikler	$P$ - değeri
Cox ve Snell - $R^2$	0,522
Nagelkerke - $R^2$	0,544
McFadden - $R^2$	0,232

Ele alınan modelin sözde -  $R^2$  sonuçları Tablo 4’te verilmiştir. Elde edilen tüm sözde -  $R^2$  istatistik değerleri yüksek sayılabilecek düzeydedir. Bu değerler içinde en düşük değer 0,232 ile Mc Fadden istatistik değeridir. Bununla birlikte Cox ve Snell ile Nagelkerke sözde-  $R^2$  değerleri, Mc Fadden değerinin yaklaşık iki katı olup sırasıyla; 0,522 ve 0,544 ’tür.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışma, Osmaniye İl merkezinde bulunan konutların piyasa değerlerini etkileyen faktörleri sıralı lojistik regresyon analizi yardımıyla araştırmayı amaçlamaktadır. Bunun için; il merkezinde 486 adet konutta yapılan *Konut Memnuniyeti Araştırması*’ndan elde edilen ikincil veriler kullanılarak, sıralı kategorik değişken özelliğine sahip konutların piyasa değerleri bağımlı değişken olarak alınmış ve açıklayıcı değişken ve faktörlerden oluşan 34 adet değişken yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Lojistik regresyon

analizine geçmeden önce çok sayıda muhtemel regresyon denklem sayısını indirgemek amacıyla ki-kare bağımsızlık testi uygulanarak konutların piyasa değerleri ile ilişkili bulunmayan faktörler elimine edilmek suretiyle 6 adet faktör analiz dışında bırakılmıştır. Sonraki aşamada kalan faktörlerin birbirleri ile aralarında güçlü çoklu doğrusal bağlantının olup olmadığı incelenmiş ve çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmadığı görülmüştür. Daha sonra, olası modeller içinden paralellik varsayımını sağlamayan modeller dikkate alınmayıp, paralellik varsayımını sağlayan model; uyum iyilikleri, sapma ölçüleri ve sözde  $R^2$  değerleri ile birlikte tahmin sonuçları istatistiksel anlamlı olan ve yorumlanabilir bulunan nihai model değerlendirmeye alınmıştır. Buna göre analiz edilen veriler ışığında konutların piyasa fiyatlarını etkileyen faktörlerin; konutların yaşı, konutların büyüklüğü, konutların kira getiri değerleri, konutta ikamet edenlerin komşuluk ilişkilerinden memnuniyet derecesi ve konutlarda oturanların depreme karşı kendilerini güvende hissetme düzeyleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma, hızlı gelişme ve büyüme göstermekte olan bir il olan Osmaniye’de yapılması ve konut memnuniyeti konusunda ele aldığı değişken ve faktörler dolayısıyla, konut memnuniyeti çalışmalarına teorik tartışma zenginliği katmaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular, konut memnuniyetinin genel olarak fiziksel boyutlarının yanı sıra ekonomik ve sosyal boyutunun da olduğunu ifade eden çalışmaları desteklemektedir. Öyle ki, konutun yaşı ve m<sup>2</sup> büyüklüğü fiziksel olarak kabul gören faktörlerin başında gelirken, içinde yaşanan konutun kiraya verilmesi durumunda ekonomik katkısının olmasının da önemsendiğini göstermesi ekonomik boyutuna işaret etmekte, komşuluk ilişkisinin anlamlı değişken olarak bulunması ise konutun sosyal boyutuna işaret etmektedir. Son olarak depreme karşı güvende hissetme ise güvenlik boyutunun önemli olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın literatüre önemli bir diğer katkısı ise açıklanmaya çalışılan değişken olarak konut memnuniyet düzeyi, sıralı ölçüm düzeyinde ölçülen sıralı kategorik bir değişken olması durumunda uygulanan sıralı lojistik regresyon analizinin detaylarını ve sonuçların yorumlanmasının nasıl olacağını göstermesidir.

Çalışmamızın literatürde yapılan araştırmalarla karşılaştırıldığında benzer sonuçlar gösterdiği faktörler ve çalışmalar şunlardır; konut kullanıcılarının çevresindeki sosyal donatı alanları ve altyapı hizmetleri Kellekci (1998) ve Kellekci (2005), komşuluk ilişkileri Yüksel (2014), şehir merkezine ulaşım ve güvenlik Kellekci (1998), Kellekci (2005), Gür ve Erbil (2018), konut m<sup>2</sup> büyüklüğü Akarsu (1999)’dür. Yapılan çalışma, genel olarak mevcut konut memnuniyeti literatüründe kullanılan faktörler ve sonuçlarla uyumludur. Konut ve çevresinden duyulan memnuniyetinin artması

insanların hayatlarından duydukları memnuniyeti arttırmakta ve onların kendilerini daha mutlu hissetmelerini sağlamaktadır. Osmaniye gibi birinci derece deprem bölgesinde bulunan yerleşim alanlarında konut üretimi yapan özel sektör müteahhitleri ile Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) gibi kamu kuruluşlarının bu araştırma sonuçlarını, uygulamak istedikleri projelerinde dikkate almaları hem vatandaş memnuniyetini arttıracak ve hem de konut satışlarını hızlandıracaktır. Özellikle eski tip (kullanışlı olmayan, 70-80 yıllık) konutların bulunduğu şehir merkezindeki alanların kentsel dönüşüm projeleri ile yenilenmesi sırasında kullanıcıların istediği büyüklükte, kira getirisi yüksek olan ve en önemlisi deprem yönetmeliğine uygun konutların projelendirilerek inşa edilmesi tüm aşamalarda süreçleri hızlandırıcı rol oynayacaktır. Ayrıca Osmaniye ve çoğunlukla Doğu-Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nden yoğun göç alan illerimizde, komşuluk ilişkilerinin artması ve sosyal huzurun sağlanması amacıyla çeşitli planlamalar yapılabilir. Konutların site şeklinde planlanması, içerisinde çocuk oyun alanları ile yüzme havuzu, basketbol, voleybol ve kültür-fizik aktivitelerinin yapılabileceği kapalı-açık spor alanlarının inşa edilmesi, ailelerin birlikte vakit geçirebileceği kamelyalı bölgelerin kurulması sağlanabilir.

#### KAYNAKÇA

- Adams, J.S. (1984). The meaning of housing in America. *Annals of the Association of American Geographers*, 74(4), 515-526.
- Agresti, A. (1989). Tutorial on modeling ordered categorical response data. *Psychological Bulletin*, 105(2), 290-301.
- Akarsu, H. (1999). Üniversite Öğrencilerinin Konuta İlişkin Tercihleri. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Akın, H. B., ve Şentürk, E. (2012). Bireylerin Mutluluk Düzeylerinin Ordinal Lojistik Regresyon Analizi İle İncelenmesi. *Öneri Dergisi*, 10 (37), 183-193.
- Aksoy, U.T., ve Şiranlı, Y.T. (2011). Farklı Yapım Yıllarına Göre Konut-Kullanıcı Memnuniyetinin İstatistiksel Değerlendirilmesi: Elazığ Örneği. *e-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 6 (4), 953-962.
- Aksoy, U.T., Şiranlı, Y.T., ve Sanaç, K. (2010). Farklı Konut Üretim Biçimlerinde Kullanıcı Memnuniyetinin Karşılaştırılması: Elazığ Örneği. *e-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 5(2), 273-282.
- Allison, P. (1999). Comparing Logit and Probit Coefficients Across Groups. *Sociological Methods & Research*, 28, 186-208. 10.1177/0049124199028002003.
- Altaş, N.E., ve Özsoy, A. (1998). Spacial adaptability and flexibility as parameters of user satisfaction for quality housing. *Building and Environment*, 33,315-323.
- Altaş, N. E. (1994). Kalite Kavramı Üzerine Bir İnceleme: Fiziksel Çevrede Kalite Parametreleri Modeli. *Journal of Istanbul Technical University*,52,37-48
- Anbarcı, M., Türkakın, O. H. ve Manısalı, E. (2014). Konut Satın Alma Kararında PROMETHEE Çok Ölçütlü Bir Karar Verme Yöntemi ile Bir Uygulama, 3. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, 6-8 Kasım, Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Arı, E., ve Yıldız, E. (2016). Bireylerin Yaşam Memnuniyetini Etkileyen Faktörlerin Sıralı Lojistik Regresyon Analizi ile İncelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(42): 1362- 1374.
- Armstrong, B. B., ve Sloan, M. (1989). Ordinal regression models for epidemiological data. *American Journal of Epidemiology*, 129(1), 191-204.
- Arslan, H. (2015). The Neighborhood Relations and the Satisfaction with the Housing and It's Surrounding in TOKI Housing for Different Income Groups. *Hitit University Journal of Social Sciences Institute*, 8(1), 111-131.
- Bekleyen, A., ve Baylan, B.A. (2018). Diyarbakır'ın Yatayda Gelişen Dışa Kapalı Konut Yerleşmelerinde Yaşam Alanı Memnuniyeti. *Kent Araştırmaları Dergisi*, 24(9):485-514. DOI:10.31198/idealkent.441475
- Bodur, A. (2012). Gecekondu Dönüşüm Projelerinde Hane Halklarının Yeni Konut Memnuniyeti: Kâğıthane Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Programı, 129 sayfa, İstanbul.
- Brant, R.(1990). Assessing Proportionality in the Proportional Odds Model for Ordinal Logistic Regression. *Biometrics*, 46(4): 1171-1178.
- Canter, D. ve Rees, K. (1982). A multivariate model of housing satisfaction. *International Review of Applied Psychology*, 31, 185-208.
- Champbell, A., Converse, P.ve Rodgers, W. (1976). The Quality of American Life: Perceptions, Evaluations and Satisfactions. Russell Sage Foundation. New York.

- Chung, S. H., Lee, A. H. L., ve Pearn, W. L. (2005). Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator. *International Journal of Production Economics*, 96, 15-36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.02.006>
- Cox, C. (1995). Location-scale cumulative odds models ordinal data: A generalized non-linear model approach. *Statistics in Medicine*, 14: 1191-1203.
- Davis, S. (1981). *The Form of Housing*. Van Nostrand Press, New York.
- Demirarslan, S. (2005). Türk İnsanı İçin Yapılan Konutlarda Yaşam Kalitesinin Elde Edilebilmesi İçin Gerekli Faktörler-Konut Değerlendirme Sempozyumu. İstanbul, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Es, M., ve Akın, Ö. (2008). Konut Memnuniyeti. *Yerel Siyaset Dergisi*, 25, 74–80.
- Francescato, G., Weiderman, S., ve Anderson, J. (1987). Residential satisfactions: Its uses and limitations in housing research, in *Housing and Neighborhoods: Theoretical and Empirical Contributions*, 43-57. Eds. Van Vliet, William vd. Greenwood Press, New York.
- Galster, G. C., ve Hesser, G. W. (1981). Residential Satisfaction Composition and Contextual Correlates. *Environment and Behavior*, 13, 735-758.
- Grigolon, A., Dane, G., Rasouli, S., ve Timmermans, H. (2014). Binomial random parameters logistic regression model of housing satisfaction. *Anna Procedia Environmental Sciences*, 22, 280 – 287.
- Gunseuk, Y. (2016). Housing Satisfaction in South Korea, Advisor: J.S. Dr. Butler, Martin School of Public Policy & Administration, Capstone, Fall, p. 25, [http://martin.uky.edu/sites/martin.uky.edu/files/Capstone\\_Projects/Capstones\\_2017/Gunseuk.pdf](http://martin.uky.edu/sites/martin.uky.edu/files/Capstone_Projects/Capstones_2017/Gunseuk.pdf)
- Gutman, R., ve Westergaard, B. (1974). Building Evaluation, User Satisfaction and Design, in *Designing for Human Behaviour: Architecture and Behavioral Sciences*. pp.103-115, Eds. Lang, Jon vd. Dowd, Hutchinson and Ross, Pennsylvania
- Gür, M., ve Erbil, Y. (2018). Konut ve Konut Çevresine İlişkin Kullanıcı Memnuniyeti Araştırması: Bursa/Yıldırım. *Journal of Social And Humanities Sciences Research*, 5(30), 4135-4148.
- Gür, M. ve Sezer, F. Ş. (2018). Popularity in House Preference - A Research On User Satisfaction: Bursa Balat Sample. *International Refereed Journal of Design and Architecture*, 14, 1-27. Doi: 10.17365/TMD.2018.2.3
- Güremen, L. (2011). Müstakil Villa Tipi Konutların Kullanıcı Memnuniyetini Belirleyen Özellikleri: Niğde Kenti Özelinde Bir Araştırma. *Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 6(3), 712-732.
- Güremen, L. (2016). Konut ve Yerleşim Alanı Kullanıcı Algısının Memnuniyet ve Tercih Davranışına Etkisi Üzerine Bir Araştırmada Amasya Örneği. *Technological Applied Sciences*, 11(2): 24-64. <http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.11.2.2A0093>
- Jahanshahloo, L., ve Daroudi, M. R. (2015). Presenting Evaluation Model of Residential Satisfaction in Mehr housing based on Fuzzy Network Analysis Process. *Journal of Data Envelopment Analysis and Decision Science*, 2, 156-170, <http://www.ispacs.com/journals/dea/2015/dea-00116/>
- Kahraman, Z.E., ve Özdemir, S. S. (2017). Kentsel Dönüşümü Gündeme Gelen Bir Alan İçin Konut Memnuniyeti Araştırması: Türk-iş Blokları Örneği. *Megaron*, 12(4): 619-634 DOI: 10.5505/megaron.2017.04834
- Kellekci, Ö. L. (1998). Toplu Konut Kullanıcılarının Konut ve Çevresinden Memnuniyetlerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kellekci, Ö. L. (2005). Kullanıcıların Konut ve Çevresel Kalite Memnuniyetinin Belirleyicileri: İstanbul Metropolitan Alan Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi FBE, İstanbul.
- Kellekci, Ö.L., ve Berköz, L. (2006a). Konut ve Çevresel Kalite Memnuniyetini Yükselten Faktörler. *İTÜ Dergisi A: Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 5(2), 165-176.
- Kellekci Ö.L., ve Berköz L. (2006b). Mass housing: user satisfaction in housing and its environment in Istanbul, Turkey. *International Journal of Housing Policy*, 6 (1), 77-99.
- Kim, S. (1997). Modelling Resident Satisfaction: Comparison Of The Francescato and Fishbein-Ajzen TRA Models. USA: University Of Illinois at Urbana- Champaign.
- Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J., Neter, J. ve Li, W. (2005). *Applied Linear Statistical Models*. 5th Edition, McGraw-Hill, Irwin, New York.

- Liu, X. (2014). Fitting Stereotype Logistic Regression Models for Ordinal Response Variables in Educational Research (Stata), *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 13(2). <http://digitalcommons.wayne.edu/jmasm/vol13/iss2/31>
- Lu, M. (1999). Determinants of Residential Satisfaction: Ordered Logit vs. Regression Models. *Growth and Change*, 30, 264-287.
- Marans, R.W., ve Rodgers, S.W. (1975). Toward an Understanding of community satisfaction, in *Metropolitan America in Contemporary Perspective*, pp.299-352, Eds. Hawley, A. and V. Rock. Oxford University Press, New York.
- Marcus, C. C., ve Sarkissian, W. (1986). *Housing as if People Mattered*. California: University of California Press.
- Oh, S. (1999). *The Relationship Between Resident Satisfaction and Apartment Forms: A Case Study in the Seoul Metropolitan Area, Korea*. PhD Thesis. University of Washington.
- Öncü, A. (2013). İdealinizdeki Ev Mitolojisi Kültürel Sınırları Aşarak İstanbul'a Ulaştı. *Mekân Kültür ve İktidar* (Der. A. Öncü ve P. Weyland), İletişim Yayınları, İstanbul.
- Rezapour, M., ve Ksaibati, K. (2018). Application of multinomial and ordinal logistic regression to model injury severity of truck crashes, using violation and crash data. *Journal of Modern Transportation*, 26(4): 268-277. <https://doi.org/10.1007/s40534-018-0166-x>
- Sam, N., ve Ertürk, H. (2010). Konut Kalitesinin Mekânsal Dağılımının İstatistiksel Analizi, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 299-308.
- Şekeroğlu, M. B. (2016). *Ailelerin Konut Ve Çevresel Kalite Memnuniyetine Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aile ve Tüketici Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara*.
- Tan, T. H., ve Khong, K. W. (2012). The Link Between Home Ownership Motivation and Housing Satisfaction. *International Journal of Economics and Management*, 6(1): 1-20.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) Bakınız <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (accessed 31/01/2018).
- Türkoğlu, H. (1993). İstanbul'da Konut Bölgelerinde Kullanıcıların Konut ve Yakın Çevresinden Memnuniyet Derecesinin Belirlenmesi, İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi.
- URL\_1: <https://emlakkulisi.com/ankara-halkinin-yuzde-82si-yasadigi-konuttan-mennun/437706>
- Williams, R. (2016). Understanding and interpreting generalized ordered logit models. *The Journal of Mathematical Sociology*, 40:1, 7-20. DOI: 10.1080/0022250X.2015.1112384
- Yıldırım, K., Akalın, A., Kavak, F.Y., ve Hidayetoğlu, M.L. (2007). Konut Mutfağının Mekan Kalitesinin Kullanıcıların Fonksiyonel ve Algısal Performansına Etkisi: TOKİ Eryaman 7. Etap Konutları. *Politeknik Dergisi*, 10: (4), 423-431.
- Yüksel, İ., ve Dağdeviren, M. (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis - A case study for a textile firm. *Information Sciences*, 177, 3364-3382. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2007.01.001>

**Ek Tablo 1.** Konutun Piyasa Değerini Açıklamada Kullanılan Değişkenler ve Düzeyleri

AÇIKLAYICI DEğİŞKENLER	ÖLÇEK TÜRÜ	DÜZEYLERİ				
<b>Genel Bilgiler</b>						
<b>Y:</b> Piyasa değeri (tl)	Sıralayıcı	1. 100,000 altı	2.100,000-119,999	3.120,000-139,999	4.140,000-159,999	5.160,000 ve üstü
<b>X1:</b> Tipi	Sınıflayıcı	1.Müstakil	2.Villa	3.Gecekondu	4.Apt (5Kat Altı)	5.Apt (5Kat Üstü)
<b>X2:</b> Kira değeri (tl)	Sıralayıcı	1. 300 ve altı	2.300-499	3.500-699	4.700-99	5.1,000 ve üstü
<b>X3:</b> Cephesi	Sınıflayıcı	1.Doğu	2.Batı	3.Kuzey	4.Güney	
<b>X4:</b> Mülkiyet durumu	Sınıflayıcı	1. Ev sahibi		2. Kiracı		
<b>X5:</b> Yaşı	Oran					
<b>X6:</b> Oda sayısı (mutfak ve banyo hariç)	Oran					
<b>X7:</b> Büyüklüğü (m2)	Oran					
<b>X8:</b> Asansör	Sınıflayıcı	3. Var		4. Yok		
<b>Konutun Fiziksel Özellikleri ( Genel Bilgiler de yer alan özellikler de fiziksel özelliklere girmez mi? HE)</b>						
<b>X9:</b> Konutta kullanılan malzeme kalitesinden duyulan memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X10:</b> Konuttaki genel işçilik kalitesinden duyulan memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X11:</b> Yaşam alanlarının (Oda, mutfak, banyo, salon) kullanışlı olmasından duyulan memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X12:</b> Konutun ısı ve ses yalıtımından memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X13:</b> Konutunuz plan ve düzenlilik açısından beklentinizi karşılıyor mu?	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X14:</b> Site/Apartman yönetimi ve hizmetlerinden duyulan memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X15:</b> Konutun ısınmasından duyulan memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X16:</b> Konutunuzda genel giderler için ödenen para (aidat, ısınma vb.) uygunluğundan duyulan memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X17:</b> Konutunuzdaki imalat problemlerinin önceki sahibi veya ilgili müteahhit tarafından giderilmesindeki memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi



<b>Ulaşım</b>						
<b>X18:</b> Konut – işyeri ulaşım şekli	Sınıflayıcı	1.Toplu taşıma aracı	2.Özel araç	3.Motosiklet	4.Bisiklet	5.Yaya
<b>X19:</b> Konut – işyeri ulaşım süresi	Sıralayıcı	1.20 dk'dan az	2.20-30 dk	3.30-40 dk	4.40-60 dk	5.60+
<b>X20:</b> Konut – şehir merkezi ulaşım süresi	Sıralayıcı	1.20 dk'dan az	2.20-30 dk	3.30-40 dk	4.40-60 dk	5.60+
<b>X21:</b> Konut – şehir merkezi ulaşımında toplu taşıma araçlarının kullanım olanağı	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>Sosyal Donatılar ve Açık Alanlar</b>						
<b>X22:</b> Konutun sosyal olanaklarından (hastane, cami, park, çocuk parkı, yeşil alan, spor tesisleri, alışveriş merkezleri vb.) memnuniyet	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X23:</b> Konutun teknik olanaklarının (yol, su, telefon, internet, doğalgaz, kanalizasyon vb.) yeterliliği	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X24:</b> Konut otoparkının yeterliliği	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X25:</b> Konutun okullara (İlkokul, ortaokul, lise, üniversite) yakınlığı	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>Komşuluk İlişkileri</b>						
<b>X26:</b> Konutunuzdaki komşuluk ilişkilerinden memnun musunuz?	Sıralayıcı	1.Çok kötü	2.Kötü	3.Orta	4.İyi	5.Çok iyi
<b>X27:</b> Ne sıklıkla komşular ile görüşürsünüz?	Sıralayıcı	1.Hiç	2.Ayda bir kez	3.Haftada bir kez	4.Haftada 2-3 kez	5.Hergün
<b>X28:</b> Komşularınızla düzenli toplanma günleriniz var mı?	Sıralayıcı	1.Hiç	2.Ayda bir kez	3.Haftada bir kez	4.Haftada 2-3 kez	5.Hergün
<b>X29:</b> Konutun bulunduğu bölgede insanlar üzerindeki toplum baskısı ve özgürlük durumu	Sıralayıcı	1.Çok düşük	2.Düşük	3.Orta	4.Yüksek	5.Çok yüksek
<b>X30:</b> Kendimi bu konuta ait hissediyorum	Sıralayıcı	1.Çok düşük	2.Düşük	3.Orta	4.Yüksek	5.Çok yüksek
<b>X31:</b> Konutun ailenizin yaşam standardına etkisi nasıldır?	Sıralayıcı	1.Çok düşük	2.Düşük	3.Orta	4.Yüksek	5.Çok yüksek
<b>Güvenlik</b>						
<b>X32:</b> Bina girişleri otopark bağlantıları, yaşlılar ve engelliler açısından güvenli ve yeterli mi?	Sıralayıcı	1.Çok yetersiz	2.Yetersiz	3.Orta	4.Yeterli	5.Çok yeterli
<b>X33:</b> Konutta kendinizi suça karşı güvenli hissetme düzeyiniz	Sıralayıcı	1.Çok düşük	2.Düşük	3.Orta	4.Yüksek	5.Çok yüksek
<b>X34:</b> Konutta kendinizi depreme karşı güvenli hissetme düzeyiniz	Sıralayıcı	1.Çok düşük	2.Düşük	3.Orta	4.Yüksek	5.Çok yüksek

**Ek Tablo 2.** Konut Piyasa Değeri ile Değişkenlerin İlişkili Olma Durumları

Değişken adı	Ki-kare değeri	p-değeri	İlişki durumu
X1: Tipi	58,111	0,000	var
X2: Kira değeri (tl)	311,886	0,000	var
X3: Cephesi	57,906	0,078	yok
X4: Mülkiyet durumu	17,282	0,002	var
X8: Asansör	34,495	0,000	var
X9: Konutta kullanılan malzeme kalitesinden duyulan memnuniyet	83,826	0,000	var
X10: Konuttaki genel işçilik kalitesinden duyulan memnuniyet	66,632	0,000	var
X11: Yaşam alanlarının (Oda, mutfak, banyo, salon) kullanışlı olmasından duyulan memnuniyet	85,120	0,000	var
X12: Konutun ısı ve ses yalıtımından memnuniyet	43,801	0,000	var
X13: Konutunuz plan ve düzenlilik açısından beklentinizi karşılıyor mu?	65,480	0,000	var
X14: Site/Apartman yönetimi ve hizmetlerinden duyulan memnuniyet	45,713	0,000	var
X15: Konutun ısınmasından duyulan memnuniyet	74,039	0,000	var
X16: Konutunuzda genel giderler için ödenen para (aidat, ısınma vb.) uygunluğundan duyulan memnuniyet	48,450	0,000	var
X17: Konutunuzdaki imalat problemlerinin önceki sahibi veya ilgili müteahhit tarafından giderilmesindeki memnuniyet	31,218	0,013	var
X18: Konut – işyeri ulaşım şekli	42,743	0,000	var
X19: Konut – işyeri ulaşım süresi	29,351	0,022	var
X20: Konut – şehir merkezi ulaşım süresi	38,940	0,001	var
X21: Konut – şehir merkezi ulaşımında toplu taşıma araçlarının kullanım olanağı	26,527	0,047	var
X22: Konutun sosyal olanaklarından (hastane, cami, park, çocuk parkı, yeşil alan, spor tesisleri, alışveriş merkezleri vb.) memnuniyet	22,039	0,142	yok
X23: Konutun teknik olanaklarının (yol, su, telefon, internet, doğalgaz, kanalizasyon vb.) yeterliliği	53,180	0,000	var
X24: Konut otoparkının yeterliliği	59,380	0,000	var
X25: Konutun okullara (İlkokul, ortaokul, lise, üniversite) yakınlığı	38,425	0,001	var
X26: Konutunuzdaki komşuluk ilişkilerinden memnun musunuz?	26,071	0,053	yok
X27: Ne sıklıkla komşular ile görüşürsünüz?	21,337	0,166	yok
X28: Komşularınızla düzenli toplanma günleriniz var mı?	8,902	0,917	yok

<b>X29:</b> Konutun bulunduğu bölgede insanlar üzerindeki toplum baskısı ve özgürlük durumu	23,742	0,095	yok
<b>X30:</b> Kendimi bu konuta ait hissediyorum	49,939	0,000	var
<b>X31:</b> Konutun ailenizin yaşam standardına etkisi nasıldır?	68,942	0,000	var
<b>X32:</b> Bina girişleri otopark bağlantıları, yaşlılar ve engelliler açısından güvenli ve yeterli mi?	36,213	0,003	var
<b>X33:</b> Konutta kendinizi suça karşı güvenli hissetme düzeyiniz	28,514	0,027	var
<b>X34:</b> Konutta kendinizi depreme karşı güvenli hissetme düzeyiniz	73,610	0,000	var

# GEOmatik

## ARAŞTIRMA MAKALELERİ

\*\* Konya Kapalı Havzası Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması

Osman Orhan, Osman Sami Kırtıloğlu, Murat Yakar 81

\*\* Arazi Toplulaştırmaları Dağıtım İşleminde Tek Amaçlı Genetik Algoritmanın Kullanılması

Hüseyin Eroğlu, Yasemin Şişman 91

\*\* Artvin Örneğinde Arsa Vasıflı Taşınmaz Malların Değerini Etkileyen Faktörlerin Analizi

Ayşe Yavuz Özalp, Halil Akıncı, Sebahat Temuçin Kılıçer 100

\*\* Arazi Toplulaştırma Projelerinin Ekonomik Analizi: Üçhüyük Mahallesi, Çumra-

Konya- Türkiye Örneği

Tayfun Çay, Ramazan Yoldaş Satılmış 112

\*\* Web tabanlı GNSS Yazılımlarının (CSRS-PPP, Trimble-RTX) Performansının Araştırılması

Samet İnyurt, Mustafa Ulukavak 120

\*\* Deprem kaynaklı olabilecek iyonosferik değişimlerin belirlenmesi üzerine yeni bir yaklaşım geliştirilmesi

Samed İnyurt, Çetin Mekik, Ömer Yıldırım 127

\*\* İnsansız hava aracından elde edilen veriler ile kaya düşme potansiyelinin değerlendirilmesi: Adam Kayalar örneği, Mersin

Müge Ağca, Nurgül Yeşiloğlu Gültekin, Efdal Kaya 134

\*\* Konut Memnuniyetinin Sıralı Lojistik Regresyon Analizi İle Araştırılması: Osmaniye İli Örneği

Hamza Erdoğan, Nuri Erdem 146