



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TAŞINMAZ DEĞERLERİNDEKİ MEKÂNSAL VE ZAMANSAL
FARKLILIKLARIN DEPREM RİSKİ BAĞLAMINDA ANALİZİ: GTWR
MODELİ TEMELLİ BİR ÇALIŞMA

Yusuf ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Ekim-2025
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Yusuf ARSLAN tarafından hazırlanan “Taşınmaz Değerlerindeki Mekânsal ve Zamansal Farklılıkların Deprem Riski Bağlamında Analizi: GTWR Modeli Temelli Bir Çalışma” adlı tez çalışması 03/10/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Mevlüt UYAN

Danışman

Prof. Dr. Şükran YALPIR

Üye

Prof. Dr. Şükran YALPIR

Üye

Prof. Dr. Mevlüt UYAN

Üye

Doç. Dr. Murat TAŞYÜREK

İmza

.....

.....

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Yusuf ARSLAN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TAŞINMAZ DEĞERLERİNDEKİ MEKÂNSAL VE ZAMANSAL FARKLILIKLARIN DEPREM RİSKİ BAĞLAMINDA ANALİZİ: GTWR MODELİ TEMELLİ BİR ÇALIŞMA

Yusuf ARSLAN

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şükran YALPIR

2025, 76 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Şükran YALPIR

Prof. Dr. Mevlüt UYAN

Doç. Dr. Murat TAŞYÜREK

Taşınmazların doğru ve güvenilir biçimde değerlendirilmesi hem bireysel karar alma süreçleri hem de ülke ekonomisinin sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Bir taşınmazın değeri; yapısal nitelikleri, konumsal özellikleri, çevresel koşulları ve ekonomik göstergeleri kapsayan çok boyutlu bir etkileşimle şekillenmektedir. Buna ek olarak, doğal afetler, salgınlar veya sosyo-politik dalgalanmalar gibi olağan dışı olaylar da taşınmaz piyasalarında ani ve belirgin kırılmalara yol açabilmektedir. Bu kapsamda çalışma, 06 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremin etkilerinin en yoğun hissedildiği alanlardan biri olan Kahramanmaraş İli Onikişubat Merkez İlçesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, deprem öncesi ve sonrası dönemleri kapsayacak şekilde 2022, 2023 ve 2025 yıllarına ait yaklaşık 2704 konutun satış verileri farklı emlak platformlarından derlenmiş, düzenlenmiş ve bütünleştirilerek anlamlı bir veri seti oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamına aktarılmış, koordinat bilgileri işlenmiş ve taşınmaz değerleri üzerinde etkili olan ulaşım, kamusal hizmetler, sosyal donatı alanları ve jeolojik risk faktörleri gibi mekânsal bağımlılığı yüksek mesafe değişkenleri hesaplanmıştır. Ayrıca parsel sorgu ve OpenStreetMap gibi açık kaynak platformlardan alınan yaklaşık 31.000 parsel verisi de çalışma alanına entegre edilerek bölgenin mekânsal yapısını yansıtan kapsamlı bir altlık oluşturulmuştur. Taşınmaz değerlerini açıklama ve tahmin etme amacıyla Çoklu Regresyon (OLS), Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (GWR) ve Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon (GTWR) yöntemleri kullanılmış; modeller karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, mekânsal ve zamansal heterojenliğin yüksek olduğu Onikişubat ilçesinde klasik regresyonun yetersiz kaldığını, GWR modelinin mekânsal değişkenliği daha iyi yakaladığını, GTWR'nin ise hem zaman hem de mekân etkilerini bütünleştirerek en yüksek tahmin doğruluğunu sağladığını ortaya koymuştur. Model performansları; R^2 , RMSE, MAE ve MAPE gibi ölçütler kullanılarak detaylı şekilde analiz edilmiş ve yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri tartışılmıştır. Bu çalışma, deprem sonrası değer değişiminin mekânsal dağılımını, risk zonları ile ilişkisini ve taşınmazın değerini belirleyen faktörlerin bölgesel farklılaşmasını ortaya koyması bakımından hem akademik literatüre katkı sağlamakta hem de yerel yönetimlerin, yatırımcıların ve planlama otoritelerinin karar alma süreçlerine önemli girdiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Ağırlıklı Regresyon, Depremsellik, Doğal Afet, Taşınmaz Değerleme, Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon (GTWR), Çoklu Regresyon (OLS)

ABSTRACT

MS/PhD THESIS

ANALYSIS OF SPATIAL AND TIME DIFFERENCES IN REAL ESTATE VALUES IN THE CONTEXT OF EARTHQUAKE RISK: A STUDY BASED ON THE GTWR MODEL

Yusuf ARSLAN

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatics Engineering**

Prof. Dr. Şükran YALPIR

2025, 76 Pages

Jury

Prof. Dr. Şükran YALPIR

Prof. Dr. Mevlüt UYAN

Doç. Dr. Murat TAŞYÜREK

Accurate and reliable valuation of real estate is essential not only for individual investment decisions but also for the stability and sustainability of national economies. The value of a property is shaped by a multidimensional interaction that includes its structural characteristics, locational features, environmental attributes, and various economic indicators. In addition, extraordinary events such as natural disasters, pandemics, or socio-political crises can cause abrupt shifts in real estate markets. In this context, the present study focuses on Onikişubat District of Kahramanmaraş, one of the areas most severely affected by the earthquake that struck the region on February 6, 2023. To examine value changes before and after the disaster, real estate sales data from 2022, 2023, and 2025 were collected and integrated from various property listing platforms, resulting in a dataset consisting of approximately 2,704 residential units. These data were transferred into a Geographic Information System environment, where coordinate information was processed and distance based spatial variables such as proximity to transportation networks, public facilities, social amenities, and geological risk zones were calculated. Additionally, approximately 31,000 cadastral parcels obtained from open-source platforms such as Parsel Sorgu and OpenStreetMap were incorporated to construct a comprehensive spatial base for the study area. To model and predict property values, three analytical approaches were applied: Ordinary Least Squares (OLS), Geographically Weighted Regression (GWR), and Geographically and Temporally Weighted Regression (GTWR). A comparative assessment of these models revealed that classical regression is insufficient in regions with pronounced spatial and temporal heterogeneity. While the GWR model better captured spatial variability, the GTWR model demonstrated superior predictive performance by integrating both spatial and temporal dimensions. The models were evaluated using performance metrics such as R^2 , RMSE, MAE, and MAPE, and their strengths and limitations were discussed in detail. This study contributes to the literature by revealing the spatial patterns of value changes following the earthquake, their relationship with risk zones, and the regional differentiation of factors influencing property values. The findings also provide valuable insights for local authorities, planners, and investors by supporting more informed and spatially sensitive decision-making processes.

Key Words: Geographic Weighted Regression, Seismicity, Natural Disaster, Real Estate Valuation, Geographically and Temporal Weighted Regression (GTWR)

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanması sürecinde değerli bilgi birikimi, yönlendirmeleri ve desteğiyle her zaman yanımda olan danışmanım Prof. Dr. Şükran YALPIR hocama en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez değerlendirme sürecine katkıları ve yapıcı görüşleri için Prof. Dr. Mevlüt UYAN ve Doç. Dr. Murat TAŞYÜREK hocalarıma, seminer döneminde disiplinler arası bakış açısı kazandıran Prof. Dr. Vildan ÖNEN ve Prof. Dr. Levent GENÇ hocalarıma da şükranlarımı sunarım.

Yoğun iş hayatı ve akademik çalışmalarımı birlikte yürüttüğüm bu süreçte, sabırları ve koşulsuz destekleriyle yanımda olan eşime, her zaman motivasyon kaynağım olan kızım ve oğluma minnettarım. Onların varlığı bu süreci mümkün kılmıştır.

Yusuf ARSLAN
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER	vi
ÇİZELGELER	vii
KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Çalışma Alanı	9
3.1.1. Yapısal ve Zeminsel Özellikleri	11
3.2. Taşınmaz Değerleme Yaklaşımları	12
3.3. Taşınmaz Değerine Etki Eden Faktörler	15
3.4. Uygulanan İstatistiksel, Mekânsal ve Zamansal Modelleme Yaklaşımları	18
3.4.1. Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımı (GWR)	18
3.4.2. Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımı (GTWR)	19
3.4.3. Çoklu Regresyon Yöntemi (OLS)	22
3.5. Verilerin Toplanması	24
3.6. Veri Ön İşleme ve Uygulama Altlığının Oluşturulması	25
3.7. Verilere Ait Yapı ve Parsel Yoğunlukları	32
3.7.1. Normalizasyon (Ölçekleme)	36
3.7.2. Performans Ölçütleri (R^2 , RMSE, MAE, MAPE, AIC)	36
3.8. Çalışmada Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistem Analizleri	38
4. UYGULAMA	40
4.1. GTWR Analizi Test Uyumluluğu	45
4.2. Değişkenlerin Modele Etkisi	47
5. SONUÇLARIN MEKANSAL ANALİZLERLE İNCELENMESİ	50
5.1. Kümele Analizi (Grouping Analysis)	50
5.2. OLS, GWR ve GTWR Değer Tahminleri ile Piyasa Dağılımları	53
5.3. Hot Spots- Cold Spots analizi	56
5.4. HL (High-Low) Aykırı Değer Analizi	60
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
6.1. Sonuç	65

6.2. Öneriler	68
KAYNAKLAR	70



ŞEKİLLER

Şekil 3.1. Onikişubat Lokasyon Haritası	9
Şekil 3.2. K.Maraş'ın depren öncesi(a) ve deprem sonrası (b) görüntüleri (Anadolu Ajansı, 2023).....	10
Şekil 3.3. Onikişubat Merkezi ve Yakın Mahalleler (a), Merkezine Ait Konut Alanı (b)	11
Şekil 3.4. Onikişubat İlçesine Ait taşınmazlarda gerçekleşen işlem sayısı (Endeksa, 2025)	11
Şekil 3.5. Kahramanmaraş ve Çevresinin Zemin Durumu (Balyemez ve Berköz, 2010)	12
Şekil 3.6. Değere Etki Eden Faktörler	16
Şekil 3.7. GWR algoritmasının genel çalışma yapısı (Taşyürek, 2020).....	20
Şekil 3.8. Çoklu Regresyon İlişki Grafiği.....	22
Şekil 3.9. Konut Değer Tahmin Modellemede İzlenen Yedi Temel Aşama	24
Şekil 3.10. Çeşitli Dönüşümler Sonucu Elde Edilen Sayısal Altlık	25
Şekil 3.11. Onikişubat 1/1000 Uygulama İmar Planı	26
Şekil 3.12 . Onikişubat İlçesine Ait Uygulama İmar Planı Görseli	27
Şekil 3.13. Çalışma bölgesinden 1/1000'lik UIP'e Ait Bir Kesit	27
Şekil 3.14. Deprem Öncesi (a, b) ve Sonrası (c, d) Satış Yoğunlukları (Parsel Sorgu, 2025)	28
Şekil 3.15. Kahramanmaraş'a Ait Canlı Fay ve Yüzey Bilgileri (MTA, 2025)	29
Şekil 3.16. Noktasal Veriye Ait Öznitelik Çizelgesi	31
Şekil 3.17. Tescilli Yapılara Ait Yoğunluk Haritası.....	32
Şekil 3.18. Parsellere Ait Yoğunluk Haritası.....	32
Şekil 3.19. Fiyat-Dağılım Çekirdek Yoğunluk Analizi	33
Şekil 3.20. Parsel Çekirdek Yoğunluk Analizi	34
Şekil 3.21. Parsel Fiyat Çekirdek Yoğunluk Haritası	35
Şekil 4.1. OLS, GRW ve GTRW modellerin tahmin değer ve piyasa değeri noktasal saçılımları.....	42
Şekil 4.2. OLS, GWR ve GTWR ile Piyasa Değerlerinin Karşılaştırılması.....	44
Şekil 4.3. GTWR Analiz Sonuç Ekranı	46
Şekil 4.4. Bağımsız Değişkenler Arası Sonuçlar	48
Şekil 5.1. Piyasa Fiyatı ve Analiz Değerleri Gruplandırılması.....	51
Şekil 5.2. OLS (a), GWR(b) , GTWR (c) Modellerinin ve Piyasa değerlerinin (d) Mekânsal Tahmin Haritaları ve Performans Ölçütleri.....	54
Şekil 5.3. OLS Tahminlerine(a), GWR Tahminlerine(b), GTWR Tahminlerine(c) ve Piyasa Değerine(d) göre HotSpots- ColdSpots Analizi	58
Şekil 5.4. Parsel Bazlı HotSpots Cold Spot Analizi	59
Şekil 5.5. Kümeleme ve Aykırı Değer Analizi	62
Şekil 5.6. Parsel Bazlı Kümeleme ve Aykırı Değer Analizi	63
Şekil 6.1. Çoklu Lineer Regresyon (OLS), GWR ve GTWR Karşılaştırması.....	66

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Toplu Değerleme için ana standartlar ve kurumlar (IAAO, 2017).....	6
Çizelge 2.2. Çeşitli ülkelerde toplu değerlendirme teknikleri (McCluskey ve Adair, 1997)	7
Çizelge 3.1. Çalışmaya Ait Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler	17
Çizelge 3.2. Parsellerin Öznitelik Verisine Ait Bir Kesit	25
Çizelge 3.3. Veri Setine Ait İstatistikler	30
Çizelge 4.1. OLS, GWR ve GTWR Modellerine Göre Değişken Katsayıları.....	40
Çizelge 4.2. OLS, GWR, GTWR Performans Ölçümleri	41
Çizelge 4.3. GTWR modelleme ile farklı kombinasyonlu değişken gruplarının kriter ağırlıkları.....	47
Çizelge 4.4. Değişkenlere Göre Performans Metrikleri	48

KISALTMALAR

AVM	: Alışveriş Merkezi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CSB	: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
GIS	: Geographic Information Systems (Coğrafi Bilgi Sistemi)
GTWR	: Geographical and Temporal Weighted Regression
GWR	: Geographically Weighted Regression
KAKS	: Kat Alanı Katsayısı
MGWR	: Multiscale Geographically Weighted Regression
MTA	: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
MRA	: Multiple Linear Regression Analysis
OLS	: Ordinary least squares (Lineer Regresyon)
TAKS	: Taban Alanı Katsayısı
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TDUB	: Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği
TKGM	: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TKM	: Türk Medeni Kanunu
TOKİ	: Toplu Konut İdaresi Başkanlığı

1. GİRİŞ

Taşınmaz Mal; “Arz üzerinde sabit olan tarla, bağ, bahçe, arsa, orman, ağıl, apartman, dükkân, fabrika, otel gibi bütün arazi, bina ve madenler” olarak tanımlanmaktadır (Taşınmaz Mal Zilyetliğine Yapılan Tecavüzlerin Önlenmesi Hakkında Kanun [3091 Sayılı Kanun], 1984). Başka bir ifadeyle; Tapu siciline tescil edilen arazi, tapu kütüğünde ayrı kaydedilen bağımsız ve sürekli haklar ile kat mülkiyeti kütüğüne kayıtlı bağımsız bölümleri kapsamaktadır (Türk Medeni Kanunu [4721 Sayılı Kanun], 2001, Md. 704). Taşınmazların ekonomik, sosyal ve mekânsal açıdan taşıdığı önem, değerlendirme çalışmalarını günümüz kentleşme politikalarının ve yatırım kararlarının vazgeçilmez unsurlarından biri hâline getirmiştir. Taşınmazların doğru, güvenilir ve nesnel yöntemlerle değerlendirilmesi; kamulaştırma, vergilendirme, kentsel dönüşüm, ipotekli satış sistemi, miras paylaşımı, sigorta işlemleri ve piyasa hareketlerinin analiz edilmesi gibi pek çok alanda kritik bir rol oynamaktadır. Gerek bireysel yatırımcılar gerekse kamu otoriteleri için taşınmazın piyasa değerinin belirlenmesi, ekonomik planlamanın temel bileşenlerinden biridir. Bu doğrultuda taşınmaz değerini etkileyen faktörlerin bilimsel temelde incelenmesi ve değişim dinamiklerinin anlaşılması önemli bir gereklilik hâline gelmektedir.

Her taşınmaz sahip olduğu yasal, konumsal, fiziksel, yapısal ve çevresel özellikleri ile birbirinden farklıdır ve bu özellikler nicelik ve nitelik bakımından kişiden kişiye değişebilen özelliklerdir. Bu kriterler sayısal olarak ifade edilirse taşınmaz değeri tespit edilebilir (Alkan ve Durduran, 2021). Taşınmazların değeri genellikle yapısal, çevresel ve zeminel faktörlerin bir arada değerlendirilmesiyle belirlenebilmektedir. Yapısal özellikler; bağımsız bölümün fiziksel kapasitesini, kullanım potansiyelini ve estetik niteliğini tanımlayan oda sayısı, brüt/net alan, bina yaşı, bulunduğu kat, cephe özellikleri ve site içerisindeki konum gibi unsurları içerir. Çevresel faktörler ise taşınmazın sosyal ve fiziksel çevresine ilişkin olup; ulaşım ağlarına erişilebilirlik, okul, hastane, park, ticaret merkezleri gibi hizmet alanlarına yakınlık ile gürültü, hava kalitesi ve güvenlik gibi çevresel kalite göstergelerini kapsamaktadır. Zeminel özellikler ise özellikle deprem riski yüksek bölgelerde kritik öneme sahiptir; zemin sınıfı, jeoteknik yapı, sıvılaşma potansiyeli ve fay hatlarına yakınlık, taşınmazın taşıdığı risk düzeyini belirleyerek piyasa değerini doğrudan etkilemektedir.

Türkiye’de taşınmaz değerlendirme uzun yıllar boyunca uzman deneyimlerine ve sezgisel yaklaşımlara dayanmaktadır. Ancak artan kentleşme, kentsel dönüşüm

uygulamaları, afet riskleri ve ekonomik dalgalanmalar, taşınmaz değerinin bilimsel, nesnel ve şeffaf yöntemlerle belirlenmesini zorunlu hâle getirmiştir. TDUB (2022), taşınmazların mahkeme değeri, rayiç değer, vergi değeri gibi farklı şekillerde tanımlanmasının ciddi uyumsuzluklara yol açtığını belirtmiştir. Yomralıoğlu ve arkadaşları (2011) da kamulaştırma, vergilendirme ve planlama süreçlerinde objektif değerlendirme yöntemlerine duyulan ihtiyacı vurgulamıştır. Alkan ve Özfidan, (2016) ise taşınmazların menkulleştirilmesi ve finansal sistemle entegrasyonu, değerlendirme sürecinin daha bilimsel temellere dayandırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde genelde birçok mal ve hizmetlerin fiyatları rekabet şartlarının göz ardı edilmesi halinde tek fiyatla belirlenirken, ekonomik bir yatırım aracı olarak düşünülen taşınmazlar için böyle bir durum söz konusu değildir. Ekonomideki hızlı değişimlerin yanı sıra, taşınmazlara ait bilgi bankalarının henüz istenen düzeyde olmaması neticesinde, taşınmaz fiyatlarındaki değişim oranlarını sağlıklı bir şekilde takip ve tahmin etmek oldukça güçtür. Bunun sonucunda ülkemizde aynı taşınmazlara ait değişik fiyatlar ile karşılaşilmektedir (Korkut, 2023).

Taşınmazların değerlemesi ve bu değerlerin vergiye yansıtılması gelişmiş toplumların önemli ekonomik kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Nitekim dünyadaki sermaye kaynağının da %56'lık büyük bir bölümü taşınmazlara dayalıdır (Bender ve diğ., 1997). Taşınmaz değerlerinin objektif (nesnel), doğru ve güvenli belirlenmesi; taşınmaz sahiplerini, satıcıların, alıcıların ilgilendirdiği kadar, toplumsal ekonomi yönünden de büyük anlam taşır. Taşınmazlar toplumsal servetin büyük bir bölümünü oluşturur ve herkes sahip olduğu taşınmazın doğru değerini bilmek istemektedir (Alkan ve Özfidan, 2016).

Günümüzde hem ihtiyaç olarak hem de yatırım aracı olarak taşınmazlar çok tercih edilmektedir. Taşınmaz değerlerinin sübjektif olarak yapılmasından dolayı taşınmazların piyasa alım satım değerleri ile belirlenen değerleri farklılık göstermektedir. Buna bağlı olarak da taşınmaz değerlerinde tutarsızlıklar oluşmakta ve değerlendirme için hangi kriterlerin önemli olduğunun araştırılması önem kazanmaktadır (Demirel ve diğ., 2018). Depremisel değişkenler ise özellikle deprem riski yüksek bölgelerde yapılaşma değeri önemli ölçüde etkilemektedir. Zemin yapısı, fay hatlarına olan mesafe ve bölgedeki deprem geçmişi gibi unsurlar, taşınmazın risk seviyesini belirlemektedir. Ayrıca deprem sonrasında oluşan hasar ve bölgede yeniden yapılanma sürecinde taşınmazın değeri değişebilmekte ve bu nedenle depremsel yapı analizi, taşınmaz değerlemesinde risk yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kahramanmaraş Şehri Doğu Anadolu Fayı ile Ölü Deniz Fayına oldukça yakın bir lokasyonda yer almaktadır. Tarihi çağlar içerisinde doğal afetler açısından oldukça karışık bir dönem yaşayan Kahramanmaraş Şehri, 1114 yılında büyük bir deprem ile tamamen yıkılmıştır. Şehir alanı ve çevresinde yer alan kırsal yerleşmeler söz konusu fay hatlarında meydana gelen depremlerden tarihi çağlar boyunca etkilenmişlerdir (Denizdurduran, 2022). Bu bağlamda 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen büyük depremler, bölgedeki taşınmaz değerlerini hem kısa vadede hem de orta vadede derinden etkileyen bir kırılma yaratmıştır. Deprem sonrasında Onikişubat İlçesinde yüksek katlı yapılara yönelik güven algısının azalması, zemin açısından güvenli bölgelerde ve düşük katlı yapılarda talebin artması gibi önemli davranışsal dönüşümler ortaya çıkmıştır. Depremin yarattığı fiziksel hasarın yanı sıra bireylerin risk algısı, konut tercihleri ve mekânsal yönelimleri değişmiş; bu durum taşınmaz değerlerinde dikkate değer farklılaşmalara yol açmıştır. Bölgedeki geniş çaplı hasar, sağlam zeminli bölgelerin cazibesini artırmış, yumuşak zeminli veya fay yakınındaki bölgelerde ise fiyatların düşmesine neden olmuştur.

Taşınmaz piyasasının sistematik ve güvenilir biçimde analiz edilebilmesi hem mekânsal hem de zamansal değişimlerin bütüncül olarak değerlendirilmesiyle mümkündür. Bu nedenle geleneksel değerlendirme yöntemlerinin ötesine geçen, konumsal ilişkileri ve mekânsal bağımlılığı dikkate alan modern modelleme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli mekânsal modelleme yöntemleri, taşınmaz değerinin dağılımını anlamada oldukça güçlü araçlar sunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (GWR) ve Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon (GTWR) yöntemleri, taşınmaz değerinin konuma bağlı değişimini yerel ölçekte inceleyebilmekte, özellikle deprem gibi zamana bağlı etkilerin yoğun olduğu bölgelerde oldukça başarılı sonuçlar üretebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında Çoklu Regresyon (OLS), GWR ve GTWR modelleri karşılaştırılmış; modellerin performansı R^2 , AIC, RMSE, MAE ve MAPE gibi ölçütlerle değerlendirilmiştir. GTWR modelinin hem mekânsal hem zamansal heterojenliği aynı anda modelleyebilmesi sayesinde özellikle deprem öncesi ve sonrası değişimlerin doğru şekilde tahmin edildiği görülmüştür. Ayrıca çalışma kapsamında kernel yoğunluk analizi, aykırı değer tespiti, hot-cold spot analizi ve kümeleme analizleri yapılarak taşınmaz piyasasının mekânsal yapısı ayrıntılı biçimde ortaya konmuştur. Bu analizler, bölgenin fiziksel koşulları, sosyo-ekonomik yapısı ve afet sonrası dinamikleri ile konut değerleri arasındaki ilişkiyi güçlü bir şekilde göstermektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Taşınmazın değer tahmini yapılırken olağan kriterlerin yanı sıra literatürde farklı faktörlerin alım satımdaki değere olan etkisi de araştırılmıştır. Son yıllardaki taşınmaz satışları niteliklerine göre sınıflandırılarak yıl bazlı konum, yapı ve fiyat verileri, satılan taşınmazların yıllara göre mahalle bazında yoğunluğu ve yapısal faktörleri ile analizler yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre taşınmaz değer tahminine etki eden faktörlere yönelik bakış açısı kazanılmıştır (Rosen 1974; Wei ve diğ., 2022).

Değer, kişiden kişiye ülkeden ülkeye farklılık gösteren bir kavramdır. Sübjektif değer, taşınmazı kullanan kişinin belirlediği değerken objektif değer ise taşınmazla ilgisi olmayan kişiler tarafından belirlenen değerdir. Değer, bir eşyanın kişiye sağladığı menfaattir. Genellikle değer kavramı para ile ölçülür. Serbest piyasa ekonomisinde bir malın değerini arz talep belirlemektedir (IVSC, 2017).

Taşınmaz değerlendirme, mevcut bir taşınmazın veya taşınmaz projesinin ya da taşınmaz bağlı hak ve faydaların değerlendirme günündeki olası değerinin, bağımsız ve objektif ölçütlere ve nitelik, fayda, çevre, işlevsellik gibi verilere dayanarak belirlenmesidir. Değerlemenin temel amacı, taşınmazla ilgili alınacak kararlara temel olmaktır (Büyükkaracıoğlu, 2016).

Taşınmaz değerlendirme; vergilendirmeden kamulaştırmaya birçok alanda güncelliğini koruyan ve önemi günden güne daha da çok anlaşılan bir alandır. Kamulaştırmada, sigorta değerlerinin tespitinde, alım-satımlarda, piyasa değer tahminlerinde, belediyelerin vergilendirme sisteminde kullanılan rayiç bedelin tespitine kadar taşınmaz değerlendirme pek çok uygulama alanına sahiptir.

Taşınmaz değerlendirme mühendislik, mimarlık, şehircilik, hukuk, ekonomi, iktisat ve istatistik gibi birçok bilim dalının bir arada çalışması gereken disiplinler arası bir konudur. Çoğunlukla Harita Mühendisliği bölümünün çalıştığı bir alan olmakla beraber Taşınmaz Geliştirme, Şehircilik ve Bölge Planlama, Ziraat Mühendisliği ve İnşaat Mühendisliği bölümlerinin de taşınmaz değerlendirme konusunda çalışmaları bulunmaktadır. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinden işletme, ekonomi, ekonometri, maliye, iktisat, muhasebe, uluslararası finans, siyaset bilimi, kamu yönetimi ve Avrupa Birliği çalışma programı bölümleri de konuyla ilgili tezler sunmuşlardır. Ancak her meslek dalı taşınmaz değerlemeye ilişkin kriter ve yöntem uygulamalarında kendi meslek disiplini açısından bakmış ve o pencereden yorumlamıştır (Ünel ve Yalpır, 2019).

Taşınmaz değerlemede, taşınır ve taşınmaz bütün malların bir ekonomik değeri olduğu kabulü vardır. Taşınır malların değeri, üretim maliyeti üzerinden ne kadar edeceği hesaplanabilir iken arazi, arsa ve konut gibi taşınmazların değeri karakteristik özelliklerine dayanmaktadır. Ayrıca üzerlerindeki hak, yükümlülük ve kısıtlılıklar da bu değere etki eden unsurlardandır. Taşınmazlar, ülke ekonomisinin lokomotifi durumunda olması nedeniyle projeler, sertifikalar, yatırım fonları ve ortaklıkları gibi olaylarda önemini belli eden kaynaklardır. Dolayısıyla taşınmaz değerleme konusu ülke ve aile ekonomisi için her zaman önemli olmuştur. Ülke ekonomisine katkısı açısından; vergiler, harçlar, sigorta gibi taşınmaz değeri üzerinden yapılan kesintilerde ve kira geliri ile değer artış kazancı vergilerinde tam anlamıyla verim alınamamaktadır (Ünel ve Yalpır, 2019).

Taşınmaza ait değer tanımlarıyla ilgili yapılan çalışmalarda, Türkiye'de rekabet şartları göz ardı edildiğinden birçok mal ve hizmetin piyasa değeri tek değer ile belirlenmektedir (TDUB, 2022). Ancak ekonomik bir yatırım aracı olarak da düşünülen taşınmazlar için böylesi tek bir değer olmadığı gibi, değerlerdeki değişim oranlarını da tahmin etmek oldukça güçtür. Bu nedenle ülkemizde bir taşınmaza ait vergiye esas değer, alım-satım değeri (rayiç değer) ve adli yargıda bilirkişilerce belirlenen mahkeme değeri gibi çok farklı değer tanımlarıyla karşılaşılmaktadır. Oysa bir taşınmaz belli bir ekonomik zaman periyodunda tek bir değere sahip olması gerektiğini ve farklı yaklaşımlar ile taşınmaz değeri tespit edilse dahi, bu değerlerin anlamlı düzeyde birbirine yakın olması gerektiğini vurgulamaktadır.

Taşınmaz değerleme konusu teknik bir konudur ve değere etki eden birçok kriter elde edilmelidir. Taşınmaz kriterleri taşınmaz türünün arsa, arazi ve bina olma durumuna göre farklılıklar göstermektedir. Bu kriterler içinde taşınmaza ait teknik verilerin bulunmasına rağmen sosyal anlamda insanların bakış ve düşünceleri de önemlidir. Bir taşınmazın değerini en başta ağırlıklı olarak teknik veriler belirler. Örneğin arsa bazında bakıldığında konum, TAKS, KAKS, kat adedi, yapı düzeni gibi kriterler öncelikli belirleyici özellikte olduğunu görülmektedir (Yalpır ve diğ., 2021). Konut, farklı özellikleri olan heterojen bir üründür (Afşar ve diğ., 2017). Konutun birbirinden farklı yapısal, fiziksel, konumsal ve komşuluk özelliklerine sahip olması heterojen bir ürün olmasına neden olur (Rosen, 1974).

Literatürde yapılan araştırmada ana taşınmazların değerine etki eden kriterler, o yörenin ihtiyaçları ve özellikleri göz önünde bulundurularak; zemin sağlamlığı ve depremsellik, altyapı durumları, parsel geometrisi, TAKS ve KAKS, lokasyonu ve köşe parsel olma durumları, manzara, bakı, eğim, imar durumunda ada kullanımı, şehir

merkezine olan mesafe, ana yola olan uzaklık, okula olan mesafe, park ve yeşil alana olan mesafe, hastanelere olan mesafe başlıkları altında toplanabileceğini belirlenmiştir (Özgüven ve diğ., 2020).

Doğu Anadolu Fay Zonu ile Ölü Deniz Fay Zonu'nun kesişim sahasında yer alan çalışma alanı deprem riski açısından 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Bu nedenle Kahramanmaraş şehri tarihsel süreçte önemli depremlerin yaşandığı bir lokasyonda yer almaktadır. Kahramanmaraş şehri ve çevresinde oluşturulan yerleşim alanlarında yeni imara açılacak olan sahaların jeolojik özellikleri ve zemin özellikleri iyice araştırılarak imar planları yapılmalıdır. Sağlam zemine sahip olmayan sahalarda yapılacak olan çok katlı binalar olası bir deprem neticesinde geri dönülmesi imkânsız hasarlar oluşturacaktır (Denizdurduran, 2022).

Tüm taşınmaz değerlendirme ile ilgili çalışmalar toplu değerlemeyi gerektirmektedir. Toplu Değerleme; “Belirli bir tarih itibarıyla bir grup mülkün değerlendirilmesi ve ortak veriler, standartlaştırılmış yöntemler ve istatistiksel testler kullanılması sürecidir.” Yukarıdaki tanım SMARP'tan (Taşınmazın Toplu Değerleme Standardı) (IAAO, 2017) gelmektedir ve “Toplu Değerleme 1.0” olarak düşünülebilir. 21. yüzyıldan önce, ilgili kurumlar ve akademisyenler, Çizelge 2.1'de özetlenen taşınmaz toplu değerlemesinin teorik yapısı ve standart belirlemesi konusunda verimli çalışmalar yapmışlardır.

Çizelge 2.1. Toplu Değerleme için ana standartlar ve kurumlar (IAAO, 2017)

Standart ¹	Kurum ²	Yıl (1. versiyon)	Yıl (son versiyon)
SMARP (IAAO, (2017))	IAAO	1976	2017
RICS Red Book (RICS, (2017))	RICS	1983	2017
IVS (IVSC, (2017))	IVSC	1990's	2017
USPAP (The Appraisal Foundation, 2018)	AF	1987	2018

1 Standartların tam adları: SMARP (Gayrimenkulün Toplu Değerlemesi Standardı), RICS Kırmızı Kitap (RICS Değerleme–Küresel Standartlar), IVS (Uluslararası Değerleme Standartları) ve USPAP (Mesleki Değerleme Uygulamalarının Tekdüzen Standartları).

2 Kurumların tam adları: IAAO (Uluslararası Değerleme Görevlileri Derneği), RICS (Yeminli Ölçme Uzmanları Kraliyet Kurumu), IVSC (Uluslararası Değerleme Standartları Konseyi) ve AF (Değerleme Vakfı).

Taşınmazların değer tespitinde toplu değerlendirme sistemi: vergilendirme ve kamulaştırma işlemlerinde rayiç bedel tespitinin yapılması, bankacılıkta ipotek ve teminat değerlerinin belirlenmesi, şirketlerin duran varlıklarının tespit edilmesi, piyasada el değiştirme bedelinin belirlenmesi, muhammen bedelinin takdir edilmesi, mülkiyet haklarının ayrıntılı araştırılması ve raporlanması, taşınmazların intikali ile

değerinin belirlenmesi gibi birçok işlem gerçekleştirilmesinde kolaylık sağlayacaktır (Çakır ve diğ., 2013).

Hem kurumlar hem de bilim insanları, toplu değerlendirme teorisinin araştırılması ve değerlendirme kriterlerinin formüle edilmesi için çok çaba sarf etmişlerdir. Pratik uygulama sürecinde toplu değerlendirme sistemini oluşturmada taşınmaz türüne göre kriterleri ve yöntemleri kullanmada öncülük etmek adına birçok çalışmaya rastlanılmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde değerlendirme açısından şimdiye kadar yapılan ve şimdiden sonra yapılacak çalışmalara rehberlik sağlamaktadır (Wang ve Li, 2019).

Toplu değerlendirme tekniklerinin kullanımıyla ilgili literatür taramasının analizi yoluyla, iki ana sonuç kaydedilmektedir; (a) uluslararası kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılan bir değerlendirme tekniği olan Çoklu Regresyon Analizi (MRA) ve (b) yeni tekniklerin geliştirilmesi ve mevcut olanların iyileştirilmesi yönünde çok sayıda araştırma çalışması yapılmaktadır. Çizelge 2.2'de çeşitli ülkelerde kullanılan toplu değerlendirme teknikleri gösterilmektedir (Dimopoulos ve Moulas, 2016).

Çizelge 2.2. Çeşitli ülkelerde toplu değerlendirme teknikleri (McCluskey ve Adair, 1997)

Ülke	Departman	Model/Teknik
Avustralya	Topraklar Dairesi	MRA
İsveç	Ulusal Vergi Kurulu	MRA
Kuzey İrlanda	Değerleme ve Arazi Ajansı	MRA, YAŞAM, CSA
Tasmanya	Değerleme Genel Ofisi	MRA, AEP
Yeni Zelanda	Değerleme Yeni Zelanda	MRA
Singapur	Singapur Değerleme Departmanı	DİZİNLEME
Hong Kong	Derecelendirme ve Değerleme Departmanı	MRA, ENDEKSLEME
Malezya	Değerleme Bölümü	UZMAN
Amerika	Değerlendirme Ofisleri	MRA, AEP, CSA
Britanya Kolombiyası	BC Değerlendirme Otoritesi	MRA

Notlar : MRA - Çoklu Regresyon Analizi, ANN - Yapay Sinir Ağları, CSA - karşılaştırılabilir Satış Analizi, AEP - Uyarlanabilir Tahmin Prosedürü Uzman - Uzman Sistemler, Endeksleme - Mevcut değerlendirmelerin endekslenmesi

Toplu değerlemenin geleneksel doğrusal regresyon modeli, büyük veri hacimleri, karmaşık konut özellikleri ve yüksek doğruluk gereksinimleri ile toplu değerlendirme standardını karşılamakta giderek daha yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, daha etkili ve doğru bir model oluşturmak için mülklerin içsel mekânsal-zamansal özelliklerini kullanmak esastır (Wang ve diğ.,2020).

Aynı zamanda, giderek daha fazla sayıda bilim insanı, mülklerin benzersiz mekânsal özelliklerini ve toplu değerlendirme modelinin kurulmasında mekânsal faktörleri modellemektedirler. Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (GWR), coğrafi alandaki süreçlerdeki potansiyel mekânsal çeşitliliği keşfetmek için yaygın olarak kullanılan bir araçtır (Brunsdon ve diğ., 1996; Bitter ve diğ., 2007; Harris ve diğ., 2013; Cao ve diğ., 2019; Li ve diğ., 2019).

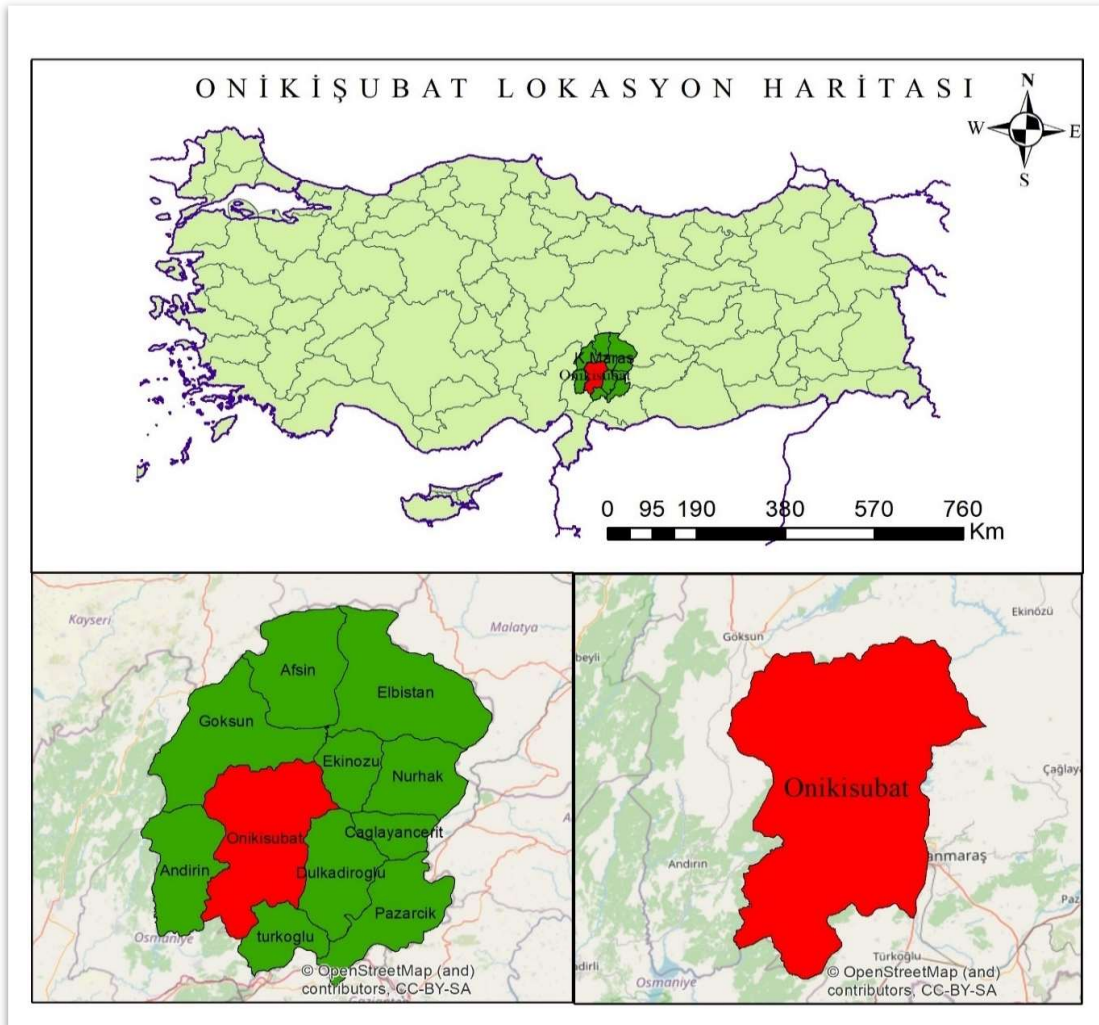
Geleneksel MRA modeli, genellikle gözlemlenen verileri üreten süreçlerin her yerde aynı olduğunu varsayan ve böylece modeldeki her bir yardımcı değişken için tek bir parametrenin tahmin edildiği bir tür küresel modeldir. Ancak GWR modeli, her süreç için konuma özgü parametre tahminleri elde etmek üzere her konumda bir modeli kalibre ederek bu varsayımın gerçekleştirilmesine olanak tanır. Dahası, birçok araştırmacı taşınmaz işlem veri tabanının zaman boyutunu da düşünerek bunu GWR modeliyle birleştirmiştir. Zamansal durağan olmayanlık eklendikten sonra, geleneksel GWR modeli hem zamansal hem de mekânsal bilgileri toplu değerlendirme modellemesine entegre eder ve Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon (GTWR) modeli adı verilen yeni bir biçime dönüşür.

Huang ve diğerleri (2010) literatüre ilk olarak GTWR modelini önermiş (Huang ve diğ., 2010) ve ardından Fotheringham ve diğerleri (2015) de klasik GWR modeline dayalı olarak GTWR modelini geliştirmişlerdir (Fotheringham ve diğ., 2015). GTWR modeli, zaman serisi ve Mekânsal dağılım gösteren veri kümelerinin analizinde güçlü bir çözümleme kapasitesine sahiptir. (Wang ve Wang, 2012). Bu nedenle, farklı alanlardaki birçok bilim insanı; hava kirliliğinin uydu tabanlı haritalanması (He ve Huang, 2018), endüstriyel kirliliğin mekânsal-zamansal heterojenliği (Cheng ve diğ., 2016) ve sürüş yörüngesi uzay-zaman özellikleri (Zhang ve diğ., 2019) vb. gibi analizler için GTWR modelini benimsemiştir. Aynı zamanda, bazı bilim insanları, çok ölçekli etkiyle uyumluluk (Wu ve diğ., 2019), yerçekimi modeliyle birleştirme (Wang ve diğ., 2020), uzay-zaman krigingiyle genişletme (Du ve diğ., 2018) vb. gibi model prototiplerinin iyileştirilmesine de odaklanmıştır (Wang ve diğ., 2020). Karşılaştırmalı analiz için, sıradan en küçük kareler ile çoklu regresyon analizi (OLS), coğrafi ağırlıklı regresyon (GWR) ve coğrafi ve zamansal ağırlıklı regresyon (GTWR) dahil olmak üzere üç farklı model benimsenmiştir. Sonuç, düzeltilmiş R^2 değeri olan GTWR modelinin gayrimenkul kitle değerlendirme modellemesinde daha iyi performans gösterdiğini göstermektedir (Wang ve diğ., 2020).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma bölgesi, 06 Şubat 2023 tarihinde merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) olan Mw 7.7 ve Mw 7.6 büyüklüğünde meydana gelen iki depremden etkilenen Kahramanmaraş'ın Onikişubat ilçesi olarak belirlenmiştir. Onikişubat İlçesi; 12 Kasım 2012'de TBMM'de kabul edilen 6360 sayılı Büyükşehir Belediye Yasası ile Kahramanmaraş merkez ilçesinin ikiye bölünmesi sonucu ilçe olmuştur. Ahır dağı eteklerine kurulmuş, Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Onikişubat İlçesi Kahramanmaraş'ın en büyük ilçesidir (Şekil 3.1). İlçenin adı Maraş'ın Fransız ve Ermeni işgalinden kurtuluşu olan 12 Şubat 1920 tarihine atfen "Onikişubat" olmuştur. Yüzölçümü 2.438 km²'dir (Wikipedia, 2025).



Şekil 3.1. Onikişubat Lokasyon Haritası

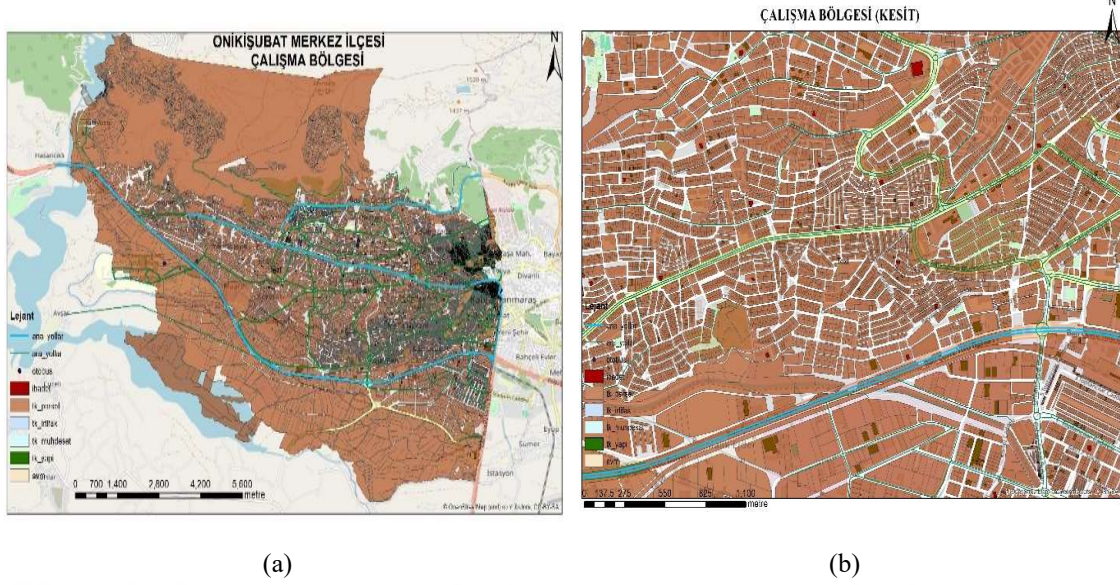
Bu çalışma kapsamında analiz edilen Onikişubat ilçesi, Kahramanmaraş ilinin merkez ilçelerinden biridir. İlçe, hem kentsel gelişimin en yoğun olduğu bölgeleri hem de sosyo-ekonomik, kültürel ve mekânsal açıdan çeşitlilik gösteren yerleşim birimlerini bünyesinde barındırmaktadır. Şehir merkezinin ekonomik, ticari ve idari yükünü taşıyan Onikişubat, Kahramanmaraş Metropolitan Alanı'nın konut üretimi, nüfus artışı ve mekânsal büyümesinin yoğunlaştığı temel odaklardan biridir. 2023 tarihli depremden en çok etkilenen bölgeler arasında yer almaktadır (Şekil 3.2).



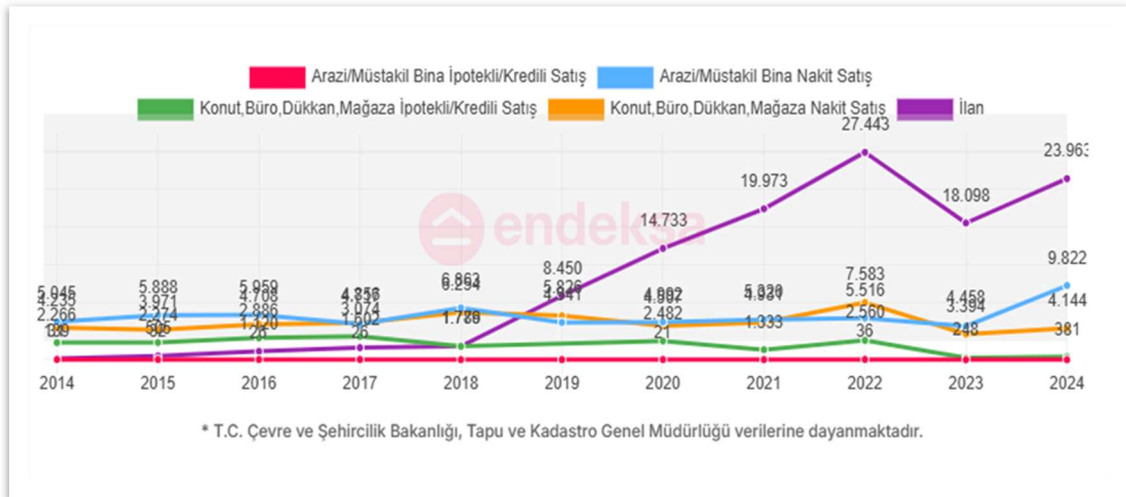
Şekil 3.2. K.Maraş'ın depren öncesi(a) ve deprem sonrası (b) görüntüleri (Anadolu Ajansı, 2023)

İlçe Merkez Mahallelerine ait yaklaşık 31 bin parsel bulunmaktadır ve bu çalışmada altlık olarak kullanılmıştır (Şekil 3.3). 2024 nüfus verilerine göre 436.385 kişi olup ilçenin %67 sinin temel eğitim durumuna sahiptir. İlçede 15-64 yaş arası nüfus yaklaşık 280.000 kişidir. Bu durum, ilçenin hem potansiyel yüksek iş gücü arzı hem de gelecek için önemli bir demografik dinamik taşıdığını göstermektedir.

İlçede yer alan taşınmaz türlerinden 183.000 konut ve 29.000 işyerinden meydana gelmektedir (Endeksa, 2025). En yüksek oran %86 ile konutlardan oluşmaktadır. TKGM'nin verilerine dayanarak bölgede deprem öncesine göre arazi ve müstakil konut satışlarında iki katı bir artış olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Onikişubat Merkezi ve Yakın Mahalleler (a), Merkezine Ait Konut Alanı (b)

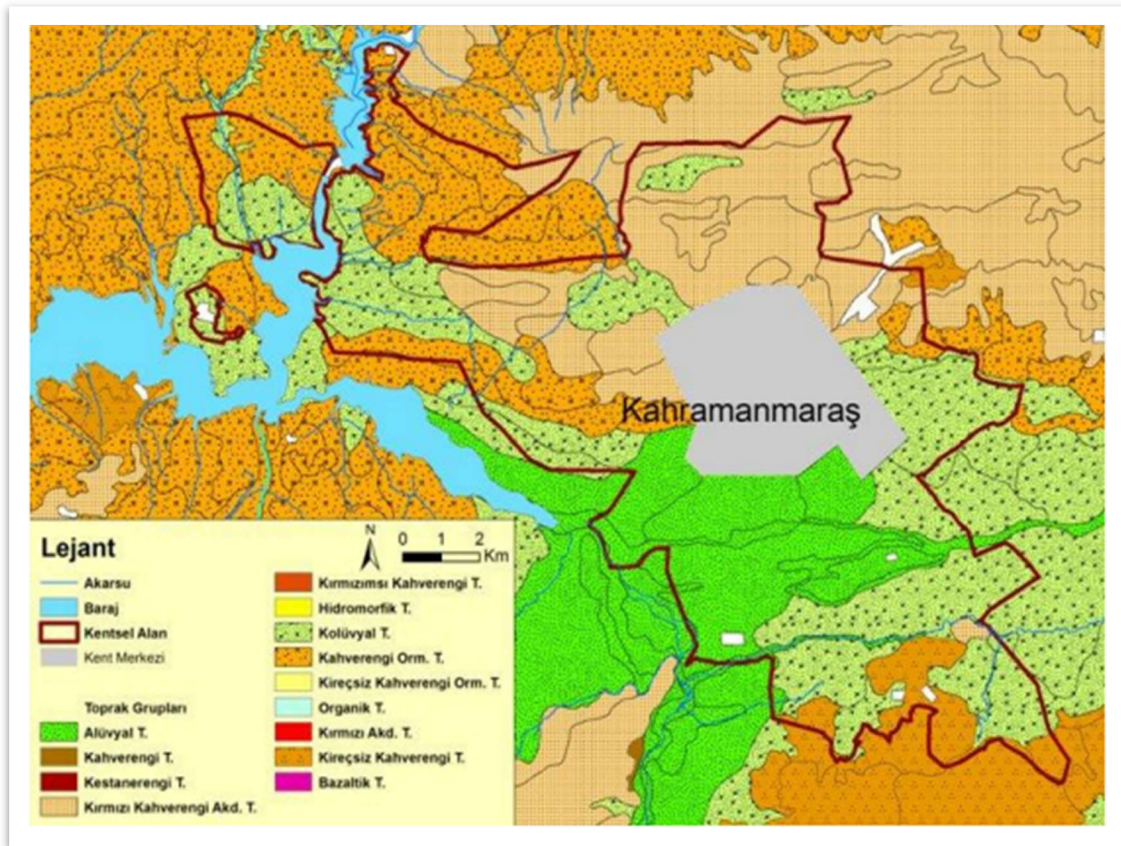


Şekil 3.4. Onikişubat İlçesine Ait taşınmazlarda gerçekleşen işlem sayısı (Endeksa, 2025)

3.1.1. Yapısal ve Zeminsel Özellikleri

Onikişubat'ın topoğrafyası büyük ölçüde güney-kuzey doğrultusunda değişen vadi ve yükseltilerden oluşmakta olup yerleşim alanları bu morfolojik yapı üzerinde gelişmektedir. İlçe, ana ulaşım arterleri, kamu kurumları, ticaret merkezleri, eğitim, sağlık ve sosyal donatı alanları açısından yüksek erişilebilirliğe sahiptir. Bu durum, ilçede taşınmaz değerlerinin mekânsal olarak farklılaşmasına yol açmakta; ulaşım akslarına, ticari merkezlere ve sosyal donatılara yakın konutların daha yüksek piyasa değerine sahip olmasına neden olmaktadır.

Sağlam zemin üzerine inşa edilen yapılar depreme karşı daha dirençli iken ıslak dolgu zemin üzerindeki depremin şiddetini birkaç kat daha fazla hissettiklerinden depremden daha çok etkilenirler. Deprem dalgaları kaya zeminlerde yüksek hızlarda ve yüksek frekanslı titreşimlerle ilerlerken, gevşek zeminlerde daha yavaş hareket etmekte ve uzun periyotlu titreşimlere sebep olmaktadır. Az katlı rijit binalar, yüksek frekanslı yani kısa periyotlu hareketlere olumsuz tepki verirken, çok katlı yapılar için bunun tam tersi geçerlidir (Balyemez ve Berköz, 2010). Kahramanmaraş Merkez Onikişubat ve Dulkadiroğlu İlçeleri genellikle Ahır Dağı eteklerine kurulmuş olup (%60 ile 70 arası), az bir kısmı alüvyal toraklar üzerine dağılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Kahramanmaraş ve Çevresinin Zemin Durumu (Balyemez ve Berköz, 2010)

3.2. Taşınmaz Değerleme Yaklaşımları

Taşınmaz mülkiyeti ve taşınmaz ticareti, Medeni Kanun ve ilgili diğer özel kanunlarla düzenlenmiştir ve belirli yasal zorunluluklarla kayıt altına alınır. Taşınmazlar, ekonomik ve sosyal etkenler ile yasal düzenlemelere göre değerlendirilir. Mevzuatta geçen en basit tabirle “Arz üzerinde sabit olan tarla, bağ, bahçe, arsa, orman, ağıl,

apartman, dükkân, fabrika, otel gibi bütün arazi, bina ve madenlerdir.” denilmektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2023). Türk Medeni Kanunu’na göre taşınmazlar; sahiplerine, kamu yararını gözetken sınırlamalar dışında tasarruf hakkı tanınan; arazi, tapu sicilinde bağımsız sayfa ile kayıt altına alınmış sürekli haklar ve kat mülkiyetine konu olan bağımsız bölümler olarak tanımlanmaktadır. (Yağmahan, 2019).

Arsa; şehrin gelişme öngörülerine göre yerel yönetimlerce bölünmüş toprak parçası iken, arazi; kentsel düzenlemeye girmemiş bağ, bahçe, tarla gibi çeşitli amaçlarla kullanılan ya da hiçbir şekilde kullanılmayan yeryüzü parçasıdır. Bir arsa, genel kapsamda arazi olarak nitelendirilebilir fakat bir arazi, arsa olarak nitelendirilmemelidir. Arsa ve arazi farklı türden taşınmazlardır. Yasal düzenlemelere göre taşınmazın nasıl kullanılabileceğinin belirlenmesi, bu ayrımın yapılabilmesi açısından önemlidir. Mevzuatlardaki tanımlara göre bu ayrımın yapılması güçleşmekte ve mevzuatta yapılan tanımlar birbirinden farklılıklar göstermektedir (Emlak Vergisi Kanunu Genel Tebliği, 1972). 3194 Sayılı İmar Kanunu’na (5. Madde) göre ise imar parseli, “İmar adaları içerisindeki kadastro parsellerinin İmar Kanunu, imar planı ve yönetmelik esaslarına göre düzenlenmiş şeklidir.” tanımı gerçekte olması gereken arsa tanımıdır. Taşınmaz değerlendirme; konut, arsa, iş yeri, tarla, bağ, bahçe vb. taşınmazların ekonomik koşullar altında belli bir zaman için piyasa alım- satım değerinin bulunması işlemidir (Yalpır ve Ünel, 2016).

Hane halkı tarafından bazen bir tüketim malı, bazen de bir yatırım aracı olarak görülen konut, genel anlamı ile insanların temel gereksinimlerinden biri olan barınma ihtiyacını karşılayan bir varlıktır. Barınak olma, üretilen bir mal olma, bir tüketim malı olma, yatırım olarak spekülasyon değer artışlarına el koyma, ekonomik ve hukuksal güvence sağlama, toplumsal ilişkilerin yeniden üretilmesinde bir araç olma, kentsel çevrenin oluşturulmasında kültürel bir yapı olma gibi işlevleri (Lebe ve diğ., 2014) nedeni ile konut; sosyal, ekonomik, kültürel, hukuksal, teknolojik ve benzeri çok bileşenli bir bütündür. Konuta olan arz ve talep, her ülkenin ekonomik, sosyal, kültürel, coğrafi ve demografik faktörlerine bağlı olarak zamanla değişme ve gelişme göstermektedir (Aliefendioğlu ve Tanrıvermiş, 2015).

Konut talebinin karşılanması; konut politikaları ve ekonomik koşullarla ilişkilidir. Spekülasyon beklentilerin olduğu durumlarda, özellikle yüksek talep ve hızlı fiyat artışlarının olduğu kentsel alanda yatırım amaçlı konut talebi ile daha sık karşılaşabilmektedir. Tüketim, yatırım ve servet biriktirme gibi farklı amaç ve

biçimlerde ortaya çıkabilen konut talebinin türüne göre arz ve talep unsurları da değişmektedir (Coşkun, 2016).

Değerleme için kullanılacak yöntem, taşınmazın konumu ve niteliği gibi özellikleri ile emlak piyasasının genel alışkanlıklarına göre belirlenir. İmar parsellerinin rayiç değerinin belirlenmesinde sürüm değerleri yardımı ile yapılabilir. Elde yeterli derecede emsal değer bulunduğu durumlarda karşılaştırma yöntemi en ideal yöntem olmaktadır. Kiralık konut ya da iş yerleri gibi taşınmazların değeri, ileride getirecekleri gelirlerin öncelikle tahmin edilmesi gerektiğinden, gelir yönteminin tercih edilmesi uygun olmaktadır (Büyükkaracıgan, 2016).

Taşınmaz mallar, tüm mal türleri arasında kendine özgü bir ekonomik değere sahiptir. Taşınır malların değeri genellikle üretim maliyeti temel alınarak belirlenirken, taşınmazların değerleri; fiziksel, konumsal ve hukuki özelliklerine dayalı olarak şekillenmektedir. Ayrıca, taşınmazların değerini etkileyen faktörler arasında sahip olunan haklar, mevcut kısıtlamalar ve yasal yükümlülükler de yer almaktadır. Taşınmaz edinimi, yalnızca mülkiyet hakkının kazanılması anlamına gelmemekte, aynı zamanda yatırım aracı olarak da önemli bir rol üstlenmektedir (Korkut, 2023).

Yapılan akademik araştırmalar, konut fiyatlarını etkileyen unsurların hem ekonomik hem de fiziksel nitelikteki çeşitli değişkenlerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Sosyal bilimler alanında çalışan araştırmacılar; gayrisafi yurt içi hasıla, nüfus artışı, faiz oranları, enflasyon düzeyi, inşaat maliyetleri ve emlak vergisi gibi makroekonomik göstergeleri dikkate alırken, mühendislik ve fen bilimleri alanındaki çalışmalarda ise genellikle taşınmazın fiziksel özellikleri ön plandadır. Bu kapsamda; yapının yüzölçümü, inşa yılı, oda ve banyo sayısı, balkon adedi ile sosyal donatılara olan mesafe gibi yapısal ve konumsal faktörler değerlendirmeye alınmaktadır. Dolayısıyla, taşınmazların değerini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen çok sayıda kriterin bulunduğu görülmektedir. Bu kriterler, yükseköğretim düzeyindeki akademik tezlerde genellikle Fen Bilimleri Enstitüsü (FBE) ve Sosyal Bilimler Enstitüsü (SBE) bünyesinde iki farklı bakış açısıyla analiz edilmektedir. Ayrıca, Maliye Bakanlığı'na bağlı Milli Emlak Genel Müdürlüğü'nün hazine taşınmazlarına yönelik değer tespiti çalışmaları (Kayabaşı, 2007) ile Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası ve Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yürütülen konut fiyat endekslerine ilişkin değerlendirmeler (A. Kaya, 2012) de bu alandaki uzmanlık çalışmalarına örnek teşkil etmektedir (Ünel ve Yalpır, 2019).

Genel olarak taşınmaz yatırımları;

- Uzun vadede değer artışı potansiyeline sahiptir,

- Enflasyona karşı koruma sağlar,
- Sağladığı gelirler nispeten istikrarlıdır,
- Bankalar tarafından ipotek teminatı karşılığında düşük faizli kredilere erişim sağlar,
- Vergilendirme açısından diğer yatırım türlerine göre çeşitli avantajlar sunar.

Bununla birlikte, taşınmaz yatırımlarının bazı dezavantajları da mevcuttur. Bunlar:

- Likidite riski: Taşınmazların hızlı şekilde nakde çevrilememesi riski,
- Anapara kaybı: Fiziksel tahribat veya dışsal olumsuzluklardan kaynaklı değer kaybı,
- Getiri kaybı: Beklenmeyen olaylar ve mücbir sebepler nedeniyle yatırımın getirisinde düşüş yaşanması,
- Alım gücü kaybı: Özellikle yüksek enflasyon dönemlerinde, satış aşamasında yaşanan güçlükler ve reel kayıplar (Erdoğan ve Büyükduman, 2018).

3.3. Taşınmaz Değerine Etki Eden Faktörler

Herhangi bir değerlendirme işleminde taşınmaz değerine etki eden faktörlerin sayısını kesin olarak sınırlandırmak mümkün değildir. Buna bağlı olarak, bir taşınmazın değerini de net olarak belirlemek güçtür (Yomralıoğlu ve diğ., 2011).

Taşınmaz değerlendirme hem taşınmazın ekonomik hareketinin artması hem de bu hareketin her geçen gün daha fazla disipline edilmesiyle önemi daha da artmıştır. Değerlemenin ayrıntılı, kapsamlı ve faydalı yapılabilmesi; yatırım ve finans sektörünün yanında devletin de ilgili strateji, yatırım planlarının daha dikkatli uygulamasını ve vergilendirme, kamulaştırma, özelleştirme, devletleştirme gibi konularda sağlıklı sonuçlara ulaşmasını sağlamaktadır. Taşınmaz değerlemede alım-satım istatistikleri tutma, kar-zarar tespiti, fırsat ve risk analizleri ve değer tahminindeki hata oranlarının tespitine kadar ayrıntılara inilebilmektedir. Bu gibi işlemler; Türkiye Veri İşleme Merkezi, Gayrimenkul Kıymetler Borsası ve Endeksa gibi kamu ve özel kuruluşların hedefleri arasındadır (Ünel ve Yalçır, 2019).

Kişisel ve toplumsal servetin önemli bir bölümünü oluşturan taşınmazların değerinin tarafsız ve nesnel olarak belirlenmesi, toplumda taşınmaz piyasasında güven tesis edilmesine hem de taşınmazların reel fiyatları üzerinden işlem görmesine olanak sağlar. Günümüzde taşınmaz değerlendirme uygulamalarında klasik değerlendirme yöntemleri

olarak bilinen; emsal, gelir, maliyet yöntemleri kullanıldığı gibi istatistiksel yöntemler de kullanılmaktadır. Bir taşınmazın değerinin oluşmasında üç ana faktör söz konusudur, bunlar; çevresel faktörler, sosyal faktörler ve kişisel faktörlerdir. Bu faktörler alt bileşenlerden etkilenecek taşınmazın değerini oluştururlar (Şişman ve Şişman, 2016).

Enflasyon, faiz oranları, ekonomik belirsizlikler ve bölgesel arz-talep dengesi fiyatlarda dalgalanmalara yol açabilmektedir. Ayrıca deprem riski, zemin özellikleri ve fay hatlarına olan yakınlık gibi çevresel faktörler de değer üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle afetler sonrasında risk algısının artması, taşınmaz fiyatlarının mekânsal olarak farklılaşmasına neden olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Onikişubat ilçesi özelinde 2023 depremi, taşınmaz değerlerinde mekânsal ve zamansal açıdan önemli farklılıklar doğurmuş ve bu durum GTWR gibi ileri analiz yöntemleriyle incelenmeye değer bir konu haline gelmiştir. Çalışmada taşınmaz türü konut olarak ele alınmış ve değere etki eden faktörler: arsa özellikleri, konumsal faktörler ve yapısal faktörler olarak gruplandırılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Değere Etki Eden Faktörler

Bu çalışmada ise konuta ait konumsal ve yapısal faktörler kullanılmıştır. Konum bilgileri (koordinatlar) ve zaman faktörü de çalışmada kullanılan başlıca etmenlerdir. Çalışma Bölgesi; yakın zamanda büyük bir depremle karşılaştığından dolayı, deprem etkisini görebilmek için fay ve zemin bilgileri veri setine işlenmiştir.

Çalışmada kullanılan bağımlı değişken fiyat bilgisi iken, bağımsız değişkenler yapısal (oda sayısı, m², bina yaşı vb.), çevresel (yola uzaklık, kamuya erişim, park vb.) ve zemin risk (fay hattına uzaklık ve zemin durumu) olarak 3 grupta kategorize

edilmiştir (Çizelge 3.1). Beklenen etki yönü genelde aynı yönde olması beklenirken; Tarafsız analizlerde farklılıklar çıkabilmektedir. Örneğin hastaneye yakınlık veya AVM'ye yakınlık genel kabul görmüş sistemlerde değer artırıcı etmen olarak kabul edilse de bazı çalışmalarda negatif yönde etki ettiği görülmektedir. Bu da pandemi ve depremden sonra insanların sakin ve gürültüden uzak bir yaşam alanı arayışında olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.1. Çalışmaya Ait Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

	Değişken Adı	Türü	Açıklaması	Beklene n Etki (Yön)
Yapısal Özellikler	konut değeri	Bağımlı Değişken	Konutun piyasa değeri (TL)	—
	oda sayısı	Yapısal	Oda sayısı arttıkça konut değeri artar	(+)
	alan (m²)	Yapısal	Konutun brüt/net alanı	(+)
	kat_	Yapısal	Kat seviyesi (bazı bölgelerde orta kat değerli, zemin/çatı değeri düşer)	(±)
	arakat	Yapısal	Ara katta olup olmama (tercih edilen kat)	(+)
	bina_yas	Yapısal	Bina yaşı arttıkça değer düşer	(-)
	banyo	Yapısal	Banyo sayısı arttıkça konfor ve değer artar	(+)
	cephe	Yapısal	Cephe sayısı fazla ise aydınlık, değer artar	(+)
	site	Yapısal	Site içi güvenlik ve sosyal donatılar değer artırır	(+)
	ara_yol	Çevresel	Ana yola yakınlık (ulaşım kolaylığı sağlar)	(+)
Çevresel Özellikler	hastane_kamu	Çevresel	Hastane ve kamu kurumlarına yakınlık	(+)
	cami	Çevresel	Camiye yakınlık (bölgede tercih farklı olabilir)	(±)
	okul	Çevresel	Okula yakınlık özellikle çocuklu aileler için değer artırır	(+)
	park	Çevresel	Park ve yeşil alanlara yakınlık	(+)
	avm	Çevresel	AVM'ye yakınlık (ticari merkezlere erişim)	(+)
Zemin Riski	fay mesafesi	Zeminsel Risk	Fay hattına yakınlık risk artırır → değer düşürür	(-)
	Çökel Zemin	Zeminsel Risk	Alüvyal zemin (Yumuşak zemin değeri azaltır)	(-)
	tarih (ordinal)	Zamansal	2022–2023–2025 (deprem etkisi 2023 sonrası kırılma yaratır)	(±)

3.4. Uygulanan İstatistiksel, Mekânsal ve Zamansal Modelleme Yaklaşımları

Gelişen teknolojiyle birlikte dünyada olduğu gibi ülkemizde de modern değerlendirme yöntemlerinin kullanılması zaruri hale gelmiştir. Taşınmaz değerlemede son yıllarda tercih edilen modern değerlendirme yöntemleri arasında yapay sinir ağları, bulanık mantık, konumsal analiz ve destek vektör makineleri regresyonu gibi yöntemler önemli bir yer tutmaktadır. İstatistiki (stokastik) değerlemenin esasını, taşınmaz değeri ve taşınmaz kriterleri arasındaki sayısal ya da oransal bağıntılar ile matematiksel model oluşturmaktır. İstatistiki yöntemlere göre taşınmaz değerlemesinde en çok kullanılan yöntemler çoklu regresyon, hedonik yaklaşım ve nominal yöntem olarak sıralanabilir. İstatistiki değerlendirme yöntemleri hem geleneksel hem de ileri değerlendirme yöntemlerinin içinde ifade edilebilen yöntemlerdir (Şişman ve diğ., 2023). Çalışma kapsamında depremin çalışma bölgesinde hem konumsal hem de zamansal etkisini incelemek için Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımı (GWR) ve Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımı (GTWR) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3.4.1. Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımı (GWR)

Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımı (Geographically Weighted Regression-GWR), tanıtıldığı günden bu yana popüler bir araç olmuştur. Jeoloji (Atkinson ve diğ., 2003), çevre bilimi (Mennis ve Jordan 2005; Harris ve diğ., 2010), hedonik ev fiyat modellemesi (Bitter ve diğ., 2007; Huang ve diğ., 2010), manzara ekolojisi (Buyantuyev ve Wu 2010), sağlık araştırması (Nakaya ve diğ., 2005 ; Comber ve diğ., 2011) ve suç çalışmaları (Malczewskia ve Poetz, 2005 ; Wheeler ve Waller, 2009) gibi çeşitli disiplinlerde ve alanlarda yaygın olarak uygulanmıştır.

GWR'nin temel bir bileşeni, yerel mekânsal ilişkilerin inşa edildiği mekânsal ağırlık matrisidir. Genellikle mekânsal ağırlıklar, Gauss veya bi-kare fonksiyonları gibi mekânsal çekirdek fonksiyonları tarafından tanımlanır (Fotheringham ve diğ., 2017). Bu fonksiyonlarda daha büyük ağırlıklar, iyi bilinen Tobler'in Coğrafyanın Birinci Yasası'na göre daha yakın gözlemlere atanır: "her şey her şeyle ilişkilidir, ancak yakın şeyler uzak şeylerden daha ilişkilidir" (Tobler, 1970). Bu nedenle, yerelleştirilmiş regresyon modelleri, uzaydaki mesafe-azalma etkilerinin dahil edilmesiyle uygulanır ve kalibre edilir: özünde GWR, çevredeki konumlardan veri "ödünç alma" yöntemidir. GWR yaklaşımı, mekânsal durağanlığı ölçmek için model boyunca regresyon katsayılarının

değişmesine izin verir. Mekânsal durağanlık, küresel (global) modellerin bazı değişken kümeleri arasındaki ilişkileri açıklayamadığı bir durumdur (Brunsdon ve diğ., 1996).

Geleneksel doğrusal regresyon yöntemleri çeşitli alanlardaki nicel istatistiklerde yaygın olarak kullanılır ve Sıradan En Küçük Kareler (EKK), açıklayıcı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi keşfetmek için uygun olan klasik doğrusal regresyon yöntemidir. Ancak bu yöntem, istatistiklerin tüm veri kümesi üzerinde kararlı olduğu öncülüne dayanmaktadır. Ancak, mekânsal veriler için EKK, mantıksız sonuçlara yol açabilecek durağan olmayan yapısını göz ardı eder (Stewart Fotheringham ve diğ., 1996). Bu sorunu çözmek için GWR modeli önerilmiştir (Brunsdon ve diğ., 1996).

Örneğin iki boyutlu mekânsal koordinatlarını dikkate alan ve açıklayıcı değişkenler ve regresyon analizi için optimum bant genişliğini bulmak üzere birden fazla yinelemenin gerçekleştirildiği Yerel Ağırlıklı Regresyona (LWR) dayanmaktadır. Buna karşılık, mekânsal değişkenler için GWR sonuçlarının doğruluğu ve açıklayıcı gücü, EKK sonuçlarından önemli ölçüde daha yüksektir (Su ve diğ., 2012). Bir yandan, GWR panel veriler için zaman boyutundaki verilerin korelasyonunu hesaba katmaz; diğer yandan, GWR tarafından bulunan optimum bant genişliği her bir açıklayıcı değişken için aynıdır, farklı açıklayıcı değişkenler eşit eylem ölçeklerine sahip değildir ve analiz için her değişken için farklı optimum bant genişliklerinin bulunması gerekir. GTWR (Fotheringham ve diğ., 2015, Huang ve diğ., 2010) ve Çok Ölçekli Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (MGWR) (Fotheringham ve diğ., 2017), bu konuları ele alan iki genişletilmiş GWR modelidir.

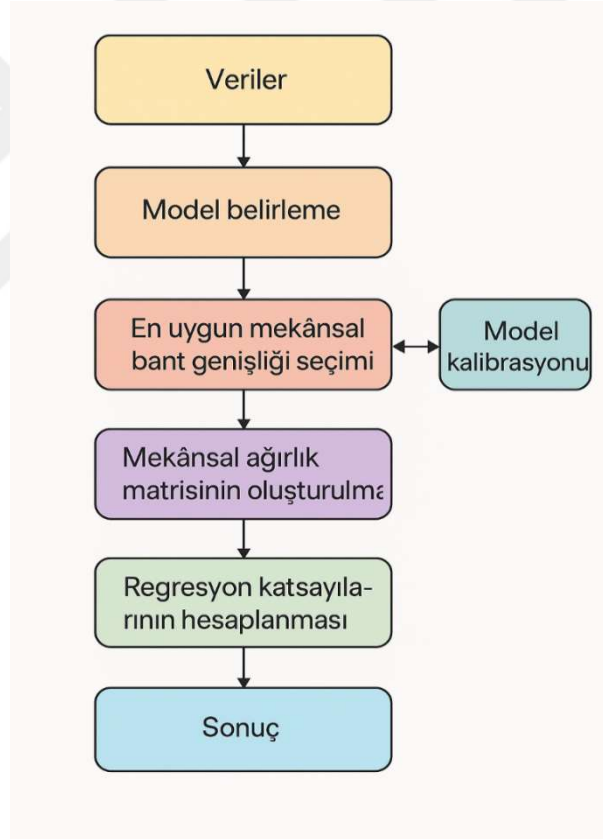
3.4.2. Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımı (GTWR)

Modelin doğası, veri içindeki yapıyı yansıtmak için katsayıların değişmesini gerektirmektedir. GWR yaklaşımı mekânsal durağanlığı modellemesine rağmen mekân-zamansal ilişkilerin olduğu veri kümelerinde zamansal durağanlığı modelleyemez. Bu sorunun üstesinden gelmek için coğrafi ve zamansal ağırlıklı regresyon (Geographically And 3 Temporally Weighted Regression) GTWR yaklaşımı literatüre sunulmuştur (Huang ve diğ., 2010; Fotheringham ve diğ., 2015; Ma ve diğ., 2018).

GTWR modeli, hesaplamadaki değişkenlerin zamansal boyutunu hesaba katar ve panel verilerinin zamansal korelasyonunu açıklayarak modelin performansını iyileştirir ve zaman serisi analizinde daha doğru sonuçlar verir. MGWR, her açıklayıcı değişken için optimum bant genişliğini bulur; bu, model performansını iyileştirmenin yanı sıra

açıklayıcı değişkenlerin etki ölçeğini de gösterir. Bu iki model, GWR modelini zaman ve mekânda genişleterek regresyon sonuçlarına ilişkin yeni bakış açıları sunar. Her iki model de coğrafi ekonomi, çevre bilimi ve epidemiyoloji alanlarında yaygın olarak kullanılmıştır (Guo ve diğ., 2017 , Mollalo ve diğ., 2020 , Yuan ve diğ., 2020).

GTWR yaklaşımı veri kümesindeki mekânsal ve zamansal ilişkileri belirlemek için mekân-zamansal bant genişliğini (spatio-temporal bandwidth) kullanarak komşuluk ağırlıklarını oluşturur (Şekil 3.7). GTWR yaklaşımında, GWR yaklaşımında kullanılan mesafe hesaplama yöntemine zaman bilgisi de eklenmektedir. GTWR yaklaşımı mekân-zamansal ilişkileri birlikte içeren veri kümelerinde GWR yaklaşımına göre çok daha iyi modeller üretmesine rağmen (Huang ve diğ., 2010; Fotheringham ve diğ., 2015; Ma ve diğ., 2018) mekân-zamansal modellerin karmaşıklığı göz önüne alındığında zorluklar daha fazladır (Taşyürek, 2020).



Şekil 3.7. GWR algoritmasının genel çalışma yapısı (Taşyürek, 2020)

GTWR'yi tanımlamak için öncelikle denklem 1'de gösterilen genel GWR formülasyonunu vermek faydalı olacaktır (Fotheringham ve diğ., 2017).

$$y_i(u_i, v_i) = \beta_{i0}(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^m \beta_{ik}(u_i, v_i) \gamma_{ik}(u_i, v_i) + \varepsilon_i(u_i, v_i) \quad 3.1$$

Burada i , (u_i, v_i) koordinatlarını gösteren bir uzaysal noktanın indeksidir. Buna göre, y_i , x_{ik} , ε_i sırasıyla bağımlı değişken, k 'inci bağımsız değişken ve i 'inci gözlem (nokta) için hata terimidir. GWR'nin belirgin karakteri, $\beta_k(u_i, v_i)$ parametrelerinin uzayda değişerek uzaysal olarak durağan olmayan ilişkileri ölçmesine izin verilmesidir. Matris gösterimi kullanılıyorsa, tahmin edilen parametreler denklem 2 ile ifade edilebilir:

$$\beta_i = (X^T W_{(i)} X)^{-1} X^T W_{(i)} Y \quad 3.2$$

Burada W , i . noktanın her bir gözleminin coğrafi ağırlıklarını temsil eden elemanlardan oluşan bir diyagonal matristir.

Veri noktaları zaman ve mekânda bir dizi konumda toplandığında $S=[s_1, s_2, \dots, s_{nt}]$, burada nt verilerin t zaman periyodunda gözlemlendiği konum sayısıdır, denklem 1'deki GWR modeli yerel tahminler elde etmek için hala kullanılabilir, ancak bu durumda önceki zaman periyotları $t-1, t-2, \dots, t-q$ 'da ölçülen veriler dahil edilerek, burada q aynı zaman periyodundaki gecikmelere ek olarak oluşan zaman gecikmelerinin sayısıdır. Parametre tahmini denklem 2 ile elde edilebilir.

Ancak ayırım hem uzayda hem de zamanda yakındaki gözlemlerden hem uzaysal hem de zamansal etkileri yakalamak için farklı bir şekilde oluşturulan ağırlık matrisi W 'de yatmaktadır. İlk olarak, denklem 1'e göre giriş verileri kullanılarak geleneksel bir GWR modeli belirlenir. Daha sonra, çapraz doğrulama (CV) veya Akaike bilgi kriteri (AIC) gibi bir uyum iyiliği kriterine dayalı olarak her zaman periyodu için optimum bir uzaysal bant genişliği seçilir.

$$cv_{(h)} = \sum_i [y_i - \hat{y}_{(-i)}]^2 \quad 3.3$$

Burada:

- y_i : i . gözleme ait piyasa değeri
- $\hat{y}_{(-i)}$: i . gözlem model dışında bırakılarak tahmin edilen değer
- n : toplam gözlem sayısı

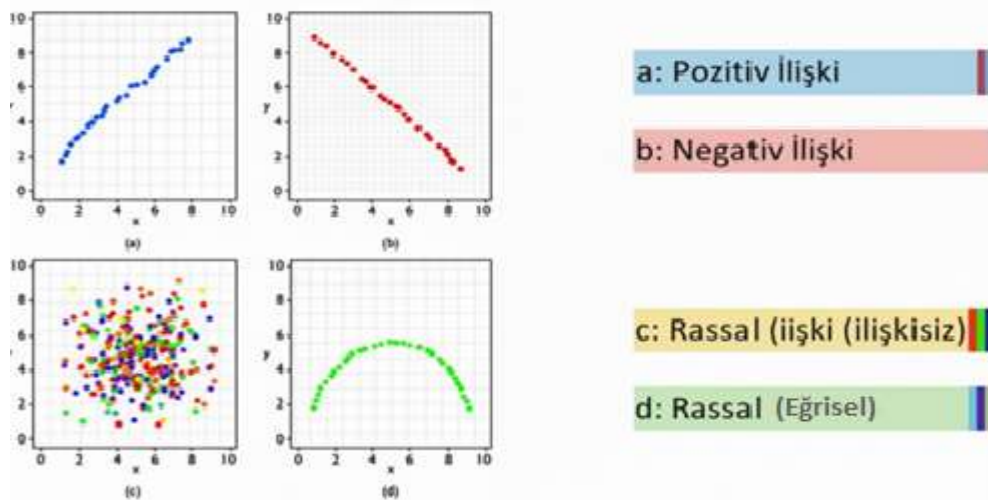
Optimum uzaysal bant genişliği kullanılarak, yine CV veya AIC'ye dayalı olarak optimum zamansal bant genişliği belirlenir. Hem optimum uzaysal hem de zamansal bant genişlikleri türetildiğinde, denklem 2'yi kullanarak yerel parametrelerin tahmin edilmesine olanak tanıyan uzaysal ve zamansal ağırlık matrisi W 'yi oluşturmak için kullanılabilirler. Hem uzaysal hem de zamansal bant genişliği optimizasyonunun, bu adımların tekrarlanan geçici model kalibrasyonları gerektirmesi nedeniyle ağır hesaplama içerdiğine dikkat edilmelidir. (Fotheringham, A. S. ve diğ., 2009).

3.4.3. Çoklu Regresyon Yöntemi (OLS)

Çoklu regresyon analizi (OLS) bağımlı ve bağımsız değişkenlerden oluşur. Bağımlı değişken sayısı tektir fakat bağımsız değişken sayısı birden fazla olabilir. Eğer tek bağımsız değişken var ise basit doğrusal regresyon, iki ya da daha fazla bağımsız değişken var ise çoklu doğrusal regresyon adı verilmektedir (Toprak ve diğ., 2023).

Gayrimenkul değerlemelerde, geleneksel ve modern değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak istatistiksel değerlendirme yöntemlerinden biri olan çoklu regresyon analiz yöntemi de kullanılmaktadır. Geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak çoklu regresyon analiz yönteminin kullanımı tarafsız karşılaştırılabilir özellikler sağlar ve süreç büyük bir doğrulukla tekrar tekrar gerçekleştirilebilir (Shawn ve diğ., 2019).

Çoklu regresyon yöntemi toplu olarak değerlemenin yapılabilmesine olanak sağlayan, bir bağımlı değişken ve en az iki bağımsız değişkenin olmasını gerektiren, değişkenler arasındaki ilişkinin analiz edilmesine imkân veren istatistiksel bir tekniktir. Toplu değerlemede genellikle değer bağımlı değişkeni, konuta ait özellikler ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Çoklu regresyon yöntemi toplu değerlendirme işlemlerinde bazı avantajlar sağlar. Yaygın olarak kullanılan istatistiksel bir teknik olmakla birlikte, değerlendirme yapan kişinin konutun değerini tahmin etmesinde çok sayıda değişkeni hesaba katmasını kolaylaştırır. Buna ek olarak, çoklu regresyon aykırı değerlerin tespit edilmesinde de yarar sağlar. Çoklu regresyon yönteminin bazı dezavantajlı yönleri de vardır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayımına dayanır ve bu durum her çalışma için geçerli olmayabilir (Toprak ve diğ., 2023).



Şekil 3.8. Çoklu Regresyon İlişki Grafiği

Regresyon değişkenlerden biri bağımlı diğerleri bağımsız değişken olmalıdır. Buradaki mantık eşitliğin solunda yer alan değişkenin sağında yer alan değişkenlerden etkilenmesidir (Şekil 3.8).

Regresyon analizi, Genellikle bir bağımlı değişken ile birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkinin incelenmesidir (Tabachnick ve Fidell, 2013/2020). Taşınmaz değer tahminlerinde bağımlı değişken genellikle bilinen fiyattır ve fiyatları etkileyen faktörlerin nicel olarak ölçülmesine imkân tanır. Bu durum, emlak değerlerinin birden fazla emlak niteliği tarafından belirlenmesi nedeniyle emlak fiyat analizi için uygun hale getirir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon_1 \quad 3.4$$

- Y_i : Modelin açıklamak istediği bağımlı değişkendir. Her bir gözlem için tahmin edilen veya ölçülen sonuç değerini ifade eder.
- x_1 : Bağımlı değişkeni etkilediği düşünülen bağımsız (açıklayıcı) değişkenlerdir. Birden çok olabilir ve modelin “çoklu” olmasını sağlar.
- β_0 : Sabit terimdir. Tüm bağımsız değişkenler sıfır olduğunda modelin tahmin ettiği ydeğerini ifade eder.
- β_j : Bağımsız değişkenlerin regresyon katsayılarıdır. Her bir x_{ij} 'nin y_i üzerinde ortalama etkisini gösterir.
- ε_i : Hata terimidir. Modelin açıklayamadığı bölüm, veri hataları veya gözlemlenemeyen faktörlerden oluşur.

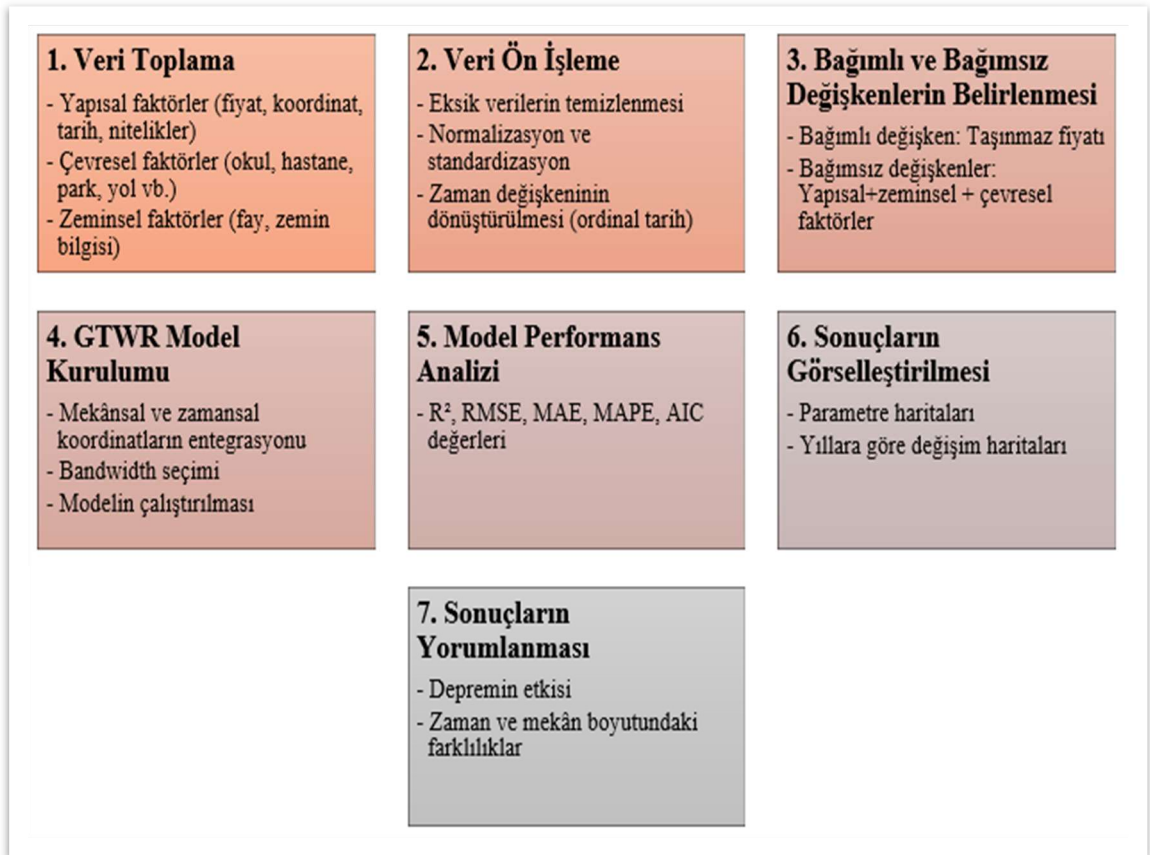
Genellikle, MRA modeli sıradan en küçük kareler (OLS) ile çalıştırılır. OLS, seçilen regresyon modelinin tüm gözlemlerin karelerinin minimum kalıntı toplamına sahip olmasını sağlayabilen veri odaklı bir metodolojidir (Wang, D. ve diğ., 2020).

Regresyon analizinin temel amacı; Bağımsız değişkenler bilindiğinde, bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek, hangi değişkenin bağımlı değişkeni ne derece etkilediğini görmek ve değişkenler arasındaki kuvvetli/zayıf ilişkileri tespit etmektir. Başka bir deyişle, model oluşturulduktan sonra, doğrusal regresyonun en pratik amacı, henüz gözlemlenmemiş veya gelecekteki bağımsız değişken değerleri için bağımlı değişkenin değerini tahmin etmektir.

3.5. Verilerin Toplanması

Çalışmada kullanılan konumsal ve öznitelik verileri elde edilirken; Bölgenin özellikleri göz önüne alınarak özenle toplanmış, kaba hatalı veriler arındırılarak hatayı minimize etmek ve sonuçların daha verimli çıkması için süreç titizlikle yürütülmüştür (Şekil 3.9).

Verilerin düzenlenerek modellenmesi yedi temel aşamada tamamlanmıştır. Piyasadan toplanılan 2022-2025 deprem öncesi ve sonrası yıllara ait 2704 veri ve özellikleri belirlenerek gruplandırılmıştır. 2022 yılına ait 1011 adet, 2023 yılına ait 382 adet ve 2025 yılına ait 1311 adet veri ile veri seti oluşturulmuştur. Oluşan veri setinde 45 adet eksik veya aykırı veri belirlenmiş ve veri setinden çıkarılmıştır. Konuta ait özelliklerin modelleme sonucu anlaşılır katsayılarla yorumlanabilmesi için veri setindeki her özellik ve değer 1 ile 2 arasında normalizasyonu yapılmıştır. Daha sonra bağımlı ve bağımsız değişkenler belirlenerek GWR model kurulumunda farklı kombinasyonlu uygulamalar yapılmış ve karşılaştırmak için performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Modelleme sonuçları çalışma bölge haritasına entegrasyonu yapılarak incelenmiştir.



Şekil 3.9. Konut Değer Tahmin Modellemede İzlenen Yedi Temel Aşama

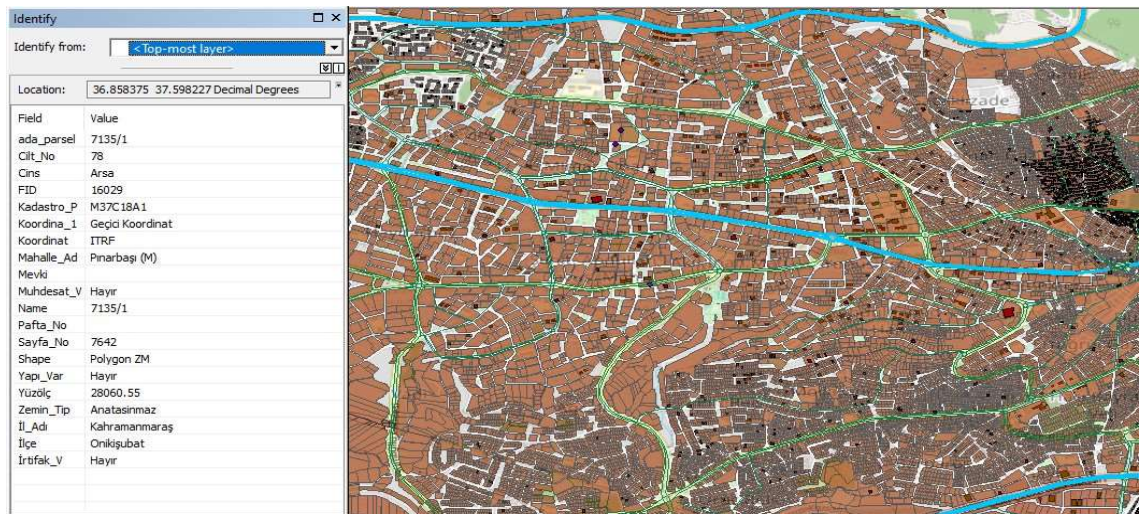
3.6. Veri Ön İşleme ve Uygulama Altlığının Oluşturulması

Bu çalışma kapsamında veriler elde edilirken taşınmazların yıllara göre nasıl bir değişim gösterdiği ve zaman içinde hangi kriterlerin önem dereceleri nasıl etkilendiği incelenmiştir. Veriler toplanırken taşınmazın değerine etki eden faktörler ele alınarak derlenmiştir. Elde edilen yaklaşık 31.000 adet parsel verisine gerekli öznitelik verileri eklenerek ön bir altlık oluşturulmuştur (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Parsellerin Öznitelik Verisine Ait Bir Kesit

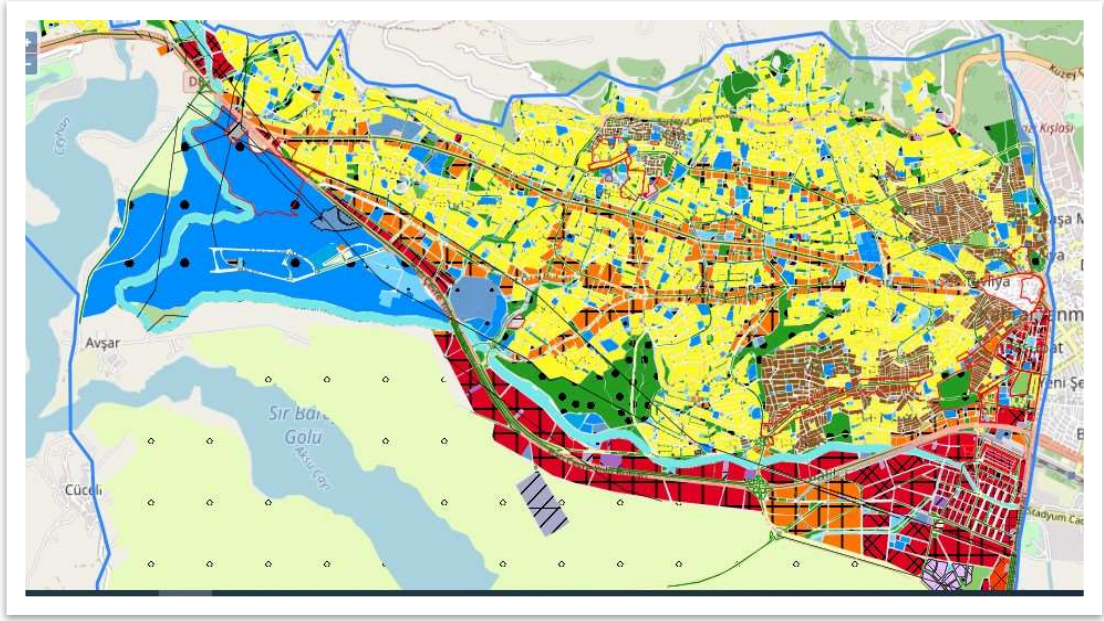
FID	Shape *	Name	Mahalle_Ad	İl_Adi	İlçe	ada_parsel	Cins	Mevki	Yüzölç	Yapı_Var	Muhdesat_V	İrtifak_V
595	Polygon ZM	1446/4	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1446/4	Arsa		152.87	Hayır	Hayır	Hayır
596	Polygon ZM	1446/5	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1446/5	Arsa		149.07	Hayır	Hayır	Hayır
597	Polygon ZM	1446/6	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1446/6	Arsa		137.31	Hayır	Hayır	Hayır
598	Polygon ZM	1446/7	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1446/7	Arsa		215.48	Hayır	Hayır	Hayır
599	Polygon ZM	1446/8	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1446/8	Arsa		182.51	Hayır	Hayır	Hayır
600	Polygon ZM	1446/9	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1446/9	Arsa		269.38	Hayır	Hayır	Hayır
601	Polygon ZM	1447/1	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/1	Arsa		224.43	Hayır	Hayır	Hayır
9197	Polygon ZM	1447/1	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/1	İki katlı bodrumlu üç dükkanlı kargir bin		63.92	Evet	Hayır	Hayır
602	Polygon ZM	1447/10	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/10	Arsa		310.17	Hayır	Hayır	Hayır
9198	Polygon ZM	1447/10	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/10	Kargir dükkan	Andırın cad	8.5	Evet	Hayır	Hayır
603	Polygon ZM	1447/11	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/11	Arsa		202.47	Hayır	Hayır	Hayır
9199	Polygon ZM	1447/11	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/11	Avlulu kargir ev	Andırın cad	87.88	Evet	Hayır	Hayır
604	Polygon ZM	1447/12	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/12	Arsa		162.96	Hayır	Hayır	Hayır
605	Polygon ZM	1447/13	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/13	Arsa		161.74	Hayır	Hayır	Hayır
9200	Polygon ZM	1447/13	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/13	Kargir çıkıcı cami ve avlulu	Andırın cad	258.2	Evet	Hayır	Hayır
9201	Polygon ZM	1447/14	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/14	Ahşap ev	Horozun çayı	70.67	Evet	Hayır	Hayır
606	Polygon ZM	1447/15	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/15	Arsa		175.34	Hayır	Hayır	Hayır
9202	Polygon ZM	1447/15	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/15	Ahşap ev	Kublay çıkmazı	96.38	Evet	Hayır	Hayır
607	Polygon ZM	1447/16	Barbaros (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/16	Arsa		30.67	Hayır	Hayır	Hayır
9203	Polygon ZM	1447/16	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/16	Avlulu ahşap ev	Kublay çıkmazı	98.58	Evet	Hayır	Hayır
9204	Polygon ZM	1447/17	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/17	Avlulu ahşap ev	Kublay çıkmaz sok	63.8	Evet	Hayır	Hayır
9205	Polygon ZM	1447/2	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/2	Üç dükkanlı bulunan üç meskenli kargir		336.61	Evet	Hayır	Hayır
9206	Polygon ZM	1447/29	Hayrullah (M)	Kahramanmaraş	Onikişubat	1447/29	Avlulu kargir ev		92.25	Evet	Hayır	Hayır

Çizelgede gösterilen faktörlerin yanı sıra Zamansal Coğrafi Regresyonun (GTWR) asıl bileşenleri olan zaman ve konum bilgileri de derlenmiştir. Daha sonra gerekli taşınmaz bilgileri ve kadastral veriler toplanıp bir veri tabanı oluşturularak değer haritaları üretmek için altlık oluşturulmuştur (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Çeşitli Dönüşümler Sonucu Elde Edilen Sayısal Altlık

Bölgeye ait 1/1000'lik uygulama imar planları T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından geliştirilen e-plan web portalı (<https://eplan.csb.gov.tr/>) üzerinden senkronize bir şekilde sayısal verisi karşılaştırılmıştır (Şekil 3.11). Otomasyon Sistemleri mekânsal planlara ilişkin sözel verilerin yanı sıra tüm coğrafi ve mekânsal verilerin bir arada tutulduğu, farklı altlık haritalar üzerinde ilgili coğrafi verilere ilişkin sorgulama, görüntüleme ve analiz işlemlerinin gerçekleştirilebildiği bu portal üzerinden veriler indirilerek düzenlenmiştir (CSB, 2025).



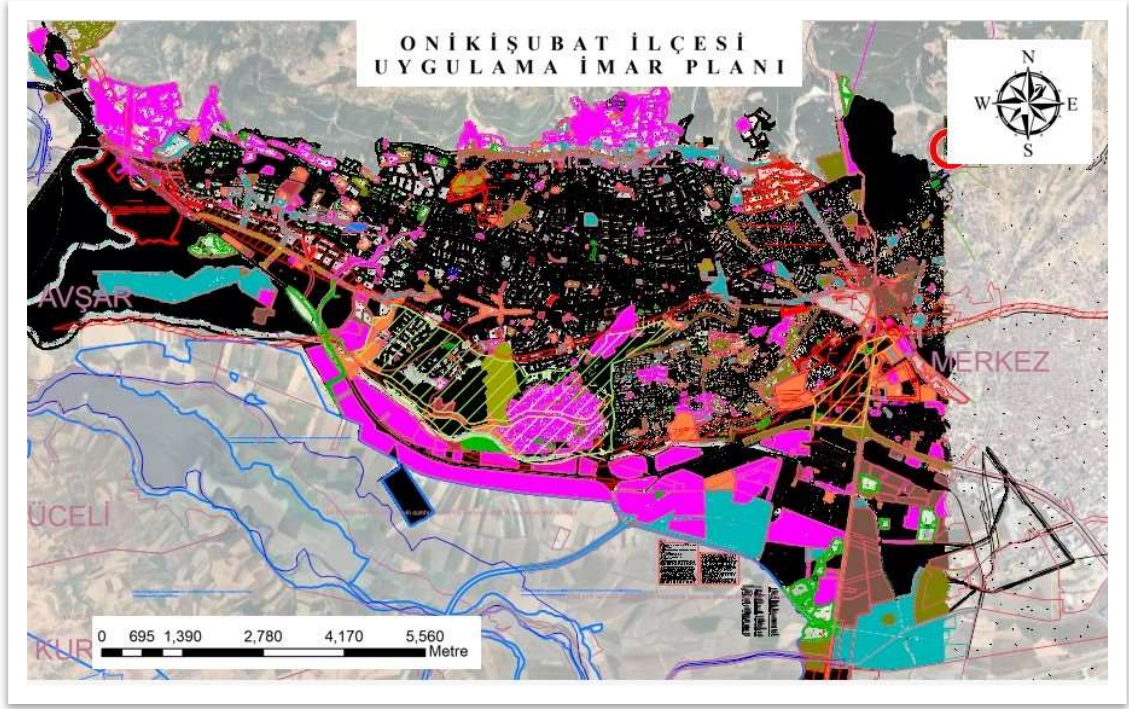
(a)



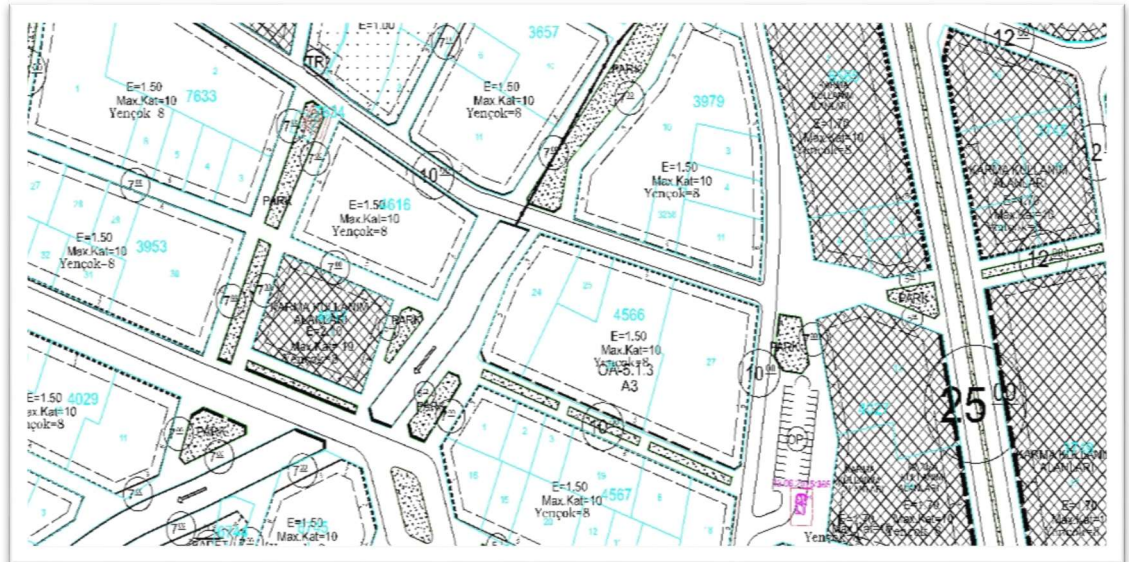
(b)

Şekil 3.11. Onikişubat 1/1000 Uygulama İmar Planı Çalışma Bölgesi (a), mahalle görünümü (b) (e-plan, 2025)

Çalışmada kullanılan sayısal altlıklar, ilgili Kurumundan plan notları ve deprem sonrası yenilenme durumlarıyla birlikte temin edilmiştir (Şekil 3.12). Revizyon durumları, sosyal donatılar, imar adaları ve yol durumlarına göre uygun katmanlar kullanılmıştır (Şekil 3.13)

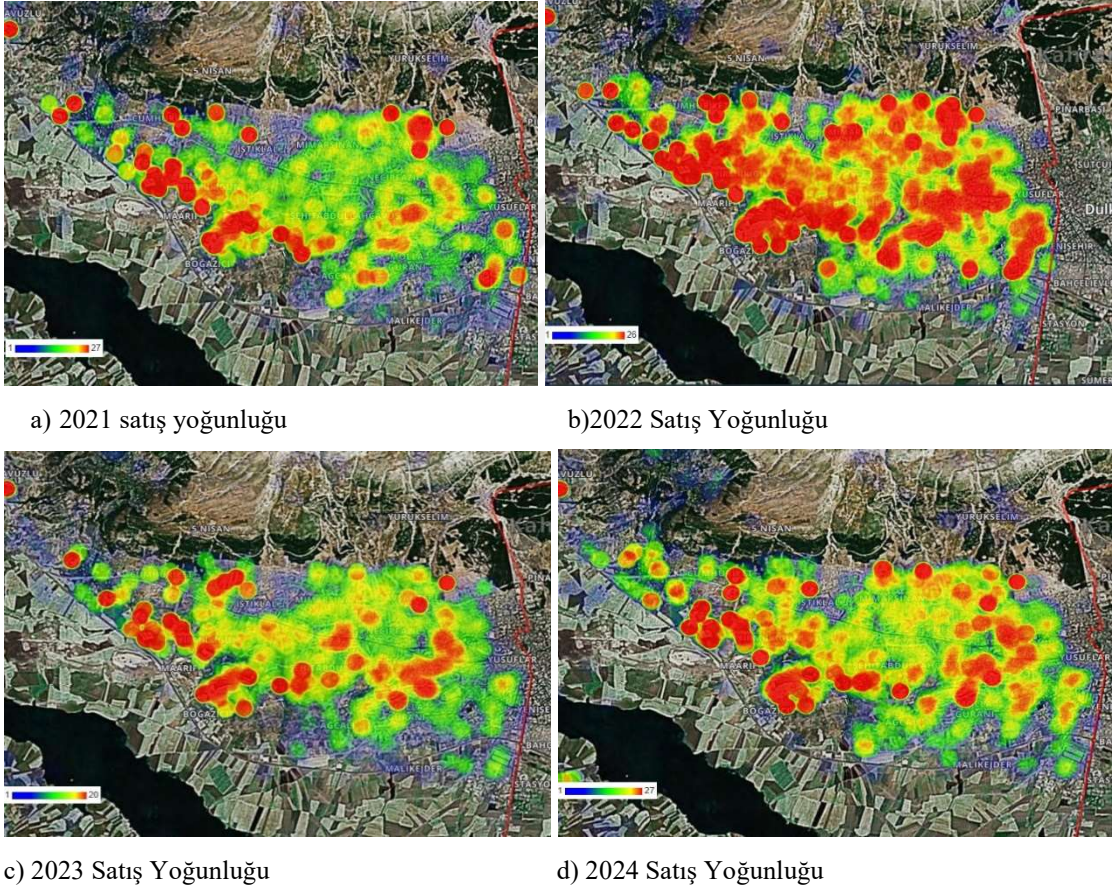


Şekil 3.12 . Onikişubat İlçesine Ait Uygulama İmar Planı Görseli



Şekil 3.13. Çalışma bölgesinden 1/1000'lik UİP'e Ait Bir Kesit

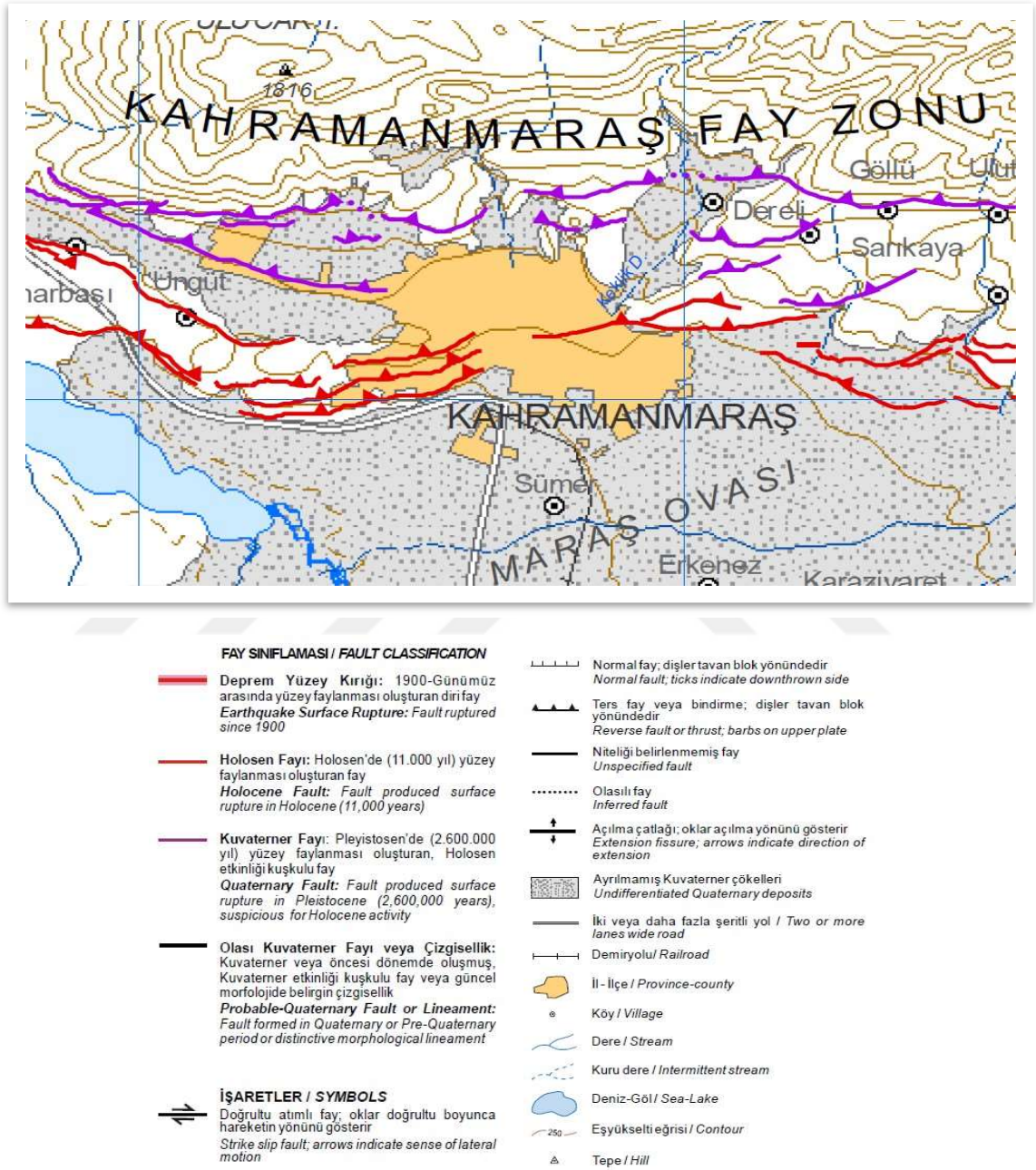
Çevresel ve zeminsel faktörler ise coğrafi konumlarından faydalanılarak mesafe analizleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları ile derlenmiştir. Taşınmazlara ilişkin mekânsal ve öznitelik verileri derlenirken Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün (TKGM) Parsel Sorgu uygulamasının “analiz” bölümü ile senkronize olarak oluşturulmuştur (Şekil 3.14). Uygulamanın “analiz” sekmesinde yer alan Satış Yoğunluğu Haritası, belirli bir zaman aralığında gerçekleştirilen tapu satış işlemlerinin mekânsal dağılımını göstermekte ve ilçedeki taşınmaz hareketliliğinin yoğunlaştığı bölgelerin tespit edilmesine imkân vermektedir. Böylece modelde kullanılan bağımlı değişkenin (taşınmaz değeri) yalnızca fiziksel ve çevresel faktörlerle değil, aynı zamanda piyasa işlem yoğunluğu ve taşınmaz talebinin mekânsal dinamikleriyle uyumlu şekilde incelenmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.14. Deprem Öncesi (a, b) ve Sonrası (c, d) Satış Yoğunlukları (Parsel Sorgu, 2025)

Çalışma kapsamında taşınmaz değerleri üzerinde etkili olan jeolojik ve sismik faktörlerin belirlenebilmesi amacıyla Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından sunulan güncel deprem tehlike haritaları ve aktif fay hatları görsellerinden konuma dayalı olarak sayısal veriler elde edilmiş ve çalışma bölgesi altlığına eklenmiştir (Şekil 3.15).

MTA'nın resmi açık veri altyapısında yer alan bu katmanlar, Türkiye'deki diri fayların konumlarını, segment yapılarını ve potansiyel deprem üretme kapasitelerini göstermekte olup, çalışma alanı olan Onikişubat ilçesinin sismotektonik yapısının analiz edilmesinde temel bir referans oluşturmıştır.



Şekil 3.15. Kahramanmaraş'a Ait Canlı Fay ve Yüzey Bilgileri (MTA, 2025)

Öznitelik verileri elde edilirken, yapısal özellikler bölgedeki emlak ilanları üzerinden elde edilmiş, kamu ve özel harita büroları ile emlak ofislerinden elde edilen sayısal ve sözel bilgiler ışığında sayısal olarak işlenmiştir. Satış verileri normalize

edilerek konuma dayalı bir şekilde sayısal ortama aktarılmıştır. Sonrasında ise açık kaynaklı Open Street Map verileri üzerinden GIS ortamında konum mesafeleri analiz edilerek çalışmada kullanılan ve taşınmazın değerine etki eden konumsal faktörler elde edilmiştir. Ayrıca 2022-2025 yılları arasına ait 2704 adet satış verisi GIS ortamına aktarılmış ve parsel verileriyle eşzamanlı çalışması sağlanmıştır (Şekil 3.16).

Çizelge 3.3. Veri Setine Ait İstatistikler

Bağımlı Değişken		Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart sapma
	Fiyat 2022 (TL)	8.500,000	100,000	1,069,235	863,978
	Fiyat 2023 (TL)	7,500,000	385,000	1,835,366	1,048,483
	Fiyat 2025 (TL)	19,000,000	460,000	4,108,722	2,390,895
Yapısal özellikler	Oda	14	1	4,41	1,25
	Alan (m ²)	750	35	172,23	72,95
	Kat	16	1	8,22	2,98
	Bulunduğu kat	14	1	4,35	3,03
	Bina yaşı	26 ve üzeri	0	Null	Null
	Banyo sayısı	6	1	3,2	1,92
	Cephe (Puan)	100	30	71,91	17,62
	Site durumu	Var	Yok	Null	Null
Konumsal özellikler	Ana yol (m)	1417,73	0.26	506.42	359,31
	Ara yol (m)	637,16	0,01	143,55	131,57
	Hastane-kamu (m)	3750,46	24,93	1036,74	516,33
	Cami (m)	1305,11	0	307,34	174,70
	Okul (m)	2373,31	0	321,09	234,06
	Park (m)	1300,03	0	295,56	235,65
	AVM (m)	11459,27	0	4913,11	2143,78
Zeminsel Özellikler	Fay Mesafesi (m)	3358,92	0,90	928,10	798,84
	Yumuşak Zemin(m)	4603,03	0	2121,11	928.72

Çalışmada kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir. Cephe ve bina yaşı puanlama yöntemi ile (30-100 arası) değer atanmış olup site durumu var/yok şeklinde 1 ve 2 olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma Bölgesindeki bağımlı değişken olan taşınmaz satış fiyatlarının yıllar itibarıyla önemli ölçüde değişkenlik gösterdiği görülmektedir. 2022 yılında fiyatlar 100.000 TL – 8.500.000 TL aralığında iken, ortalama 1.069.235 TL ve oldukça yüksek

bir standart sapma (863.978 TL) mevcuttur. Bu durum, piyasanın heterojen yapıya sahip olduğunu ve düşük–orta sınıf yapılarla yüksek değerli nitelikli konutların aynı veri setinde yer aldığını göstermektedir. 2023 yılında fiyat ortalaması 1.835.366 TL’ye yükselmiş, standart sapmanın da artmasıyla birlikte fiyat dağılımındaki çeşitlilik güçlenmiştir. 2025 yılına ait değerlerde maksimum fiyatın 19 milyon TL’ye kadar çıkması, ortalamanın 4.108.722 TL olması ve standart sapmanın 2.390.895 TL’ye ulaşması, bölgede fiyatların yıllar içinde hem nominal olarak arttığını hem de farklılaşmanın belirginleştiğini göstermektedir.

Yapısal değişkenler incelendiğinde, konutların orta–üst yoğunluklu bir dairesel büyüklük dağılımına sahip olduğu görülmektedir. Ortalama 172 m² alan, 4 oda sayısı, 8 katlı binalar ve 3 ortalama banyo sayısı, bölgede özellikle son yıllarda üretilen konut stokunun geniş ve özellik açısından zengin olduğunu göstermektedir.

Konumsal değişkenler değerlendirildiğinde, ana yola ortalama 506 metre, ara yola 143 metre uzaklık, çalışma alanında ulaşılabilirliğin genel olarak yüksek olduğunu göstermektedir. AVM mesafesinin yüksek ortalama değeri ($\approx 4,9$ km), kent genelinde yalnızca 1 tane AVM olmasından kaynaklanmaktadır.

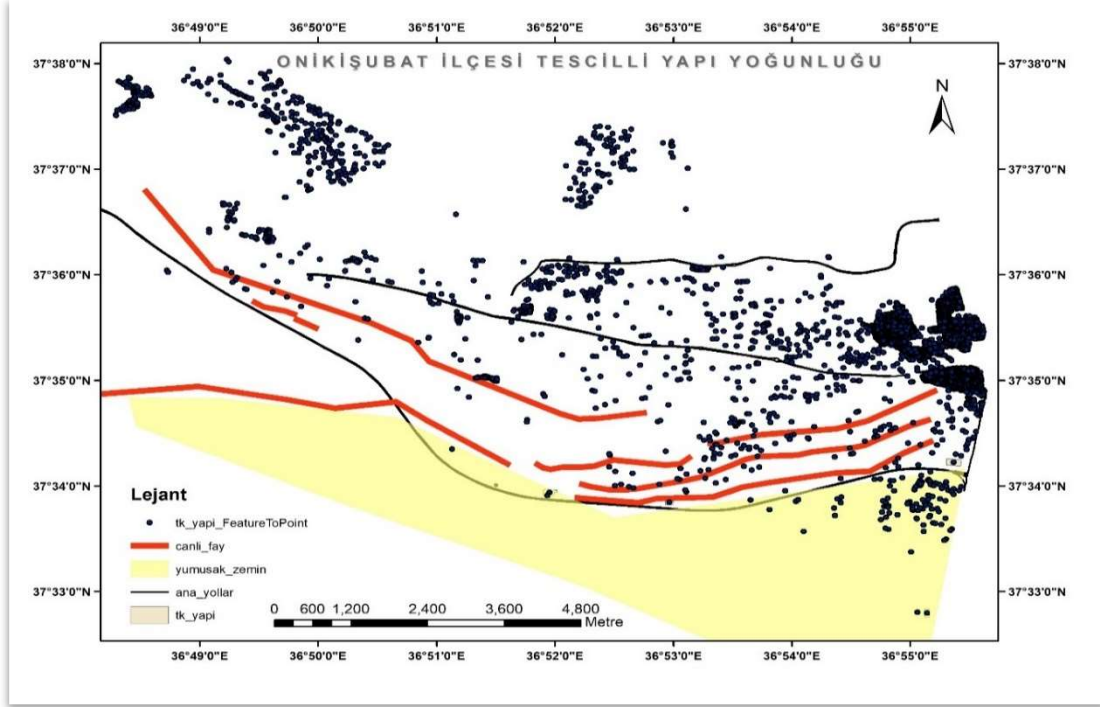
Zeminsel özellikler kapsamında, taşınmazların fay hattına ortalama 928 metre mesafede bulunması ve minimum mesafenin 0,90 metreye kadar inmesi, çalışma alanının önemli bir kısmının diri fay zonuna oldukça yakın olduğunu göstermektedir. Yumuşak zemin alanlarına olan mesafenin ortalama 2121 metre olması ise, zemin koşullarının mekânsal açıdan heterojenlik taşıdığını göstermektedir.



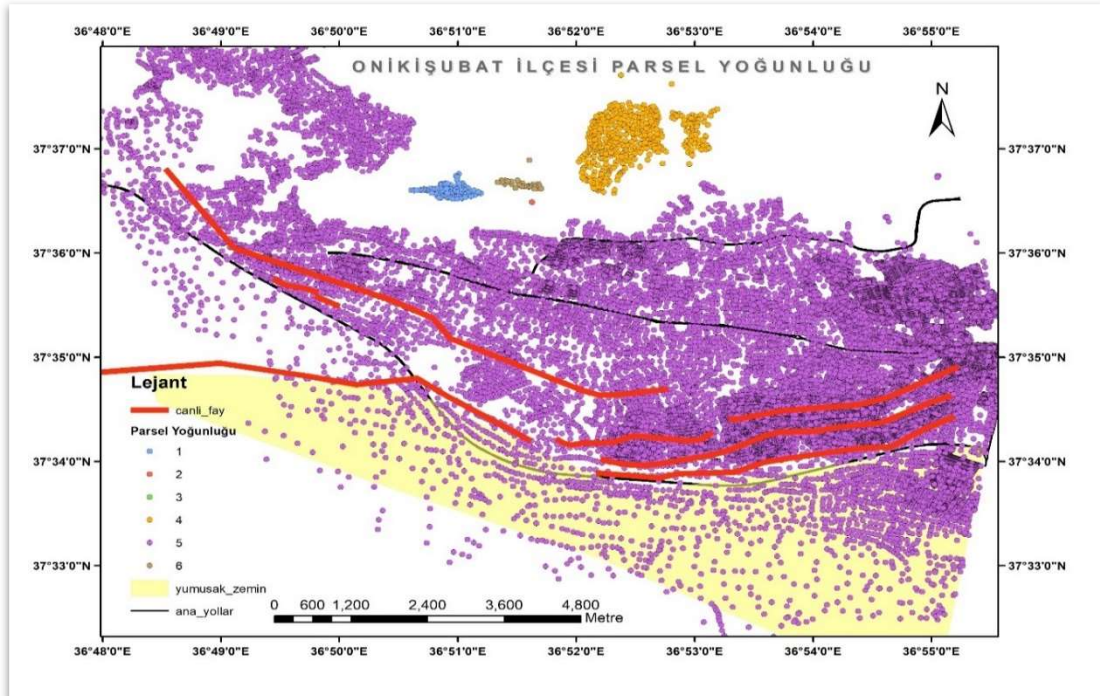
Şekil 3.16. Noktasal Veriye Ait Öznitelik Çizelgesi

3.7. Verilere Ait Yapı ve Parsel Yoğunlukları

TKGM'nin Parsel Sorgu Platformundan eşzamanlı olarak güncellenen ve oluşturulan altlıklar ile tescilli yapılar tespit edilmiş olup altlıklar ile yoğunluk haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3.17).

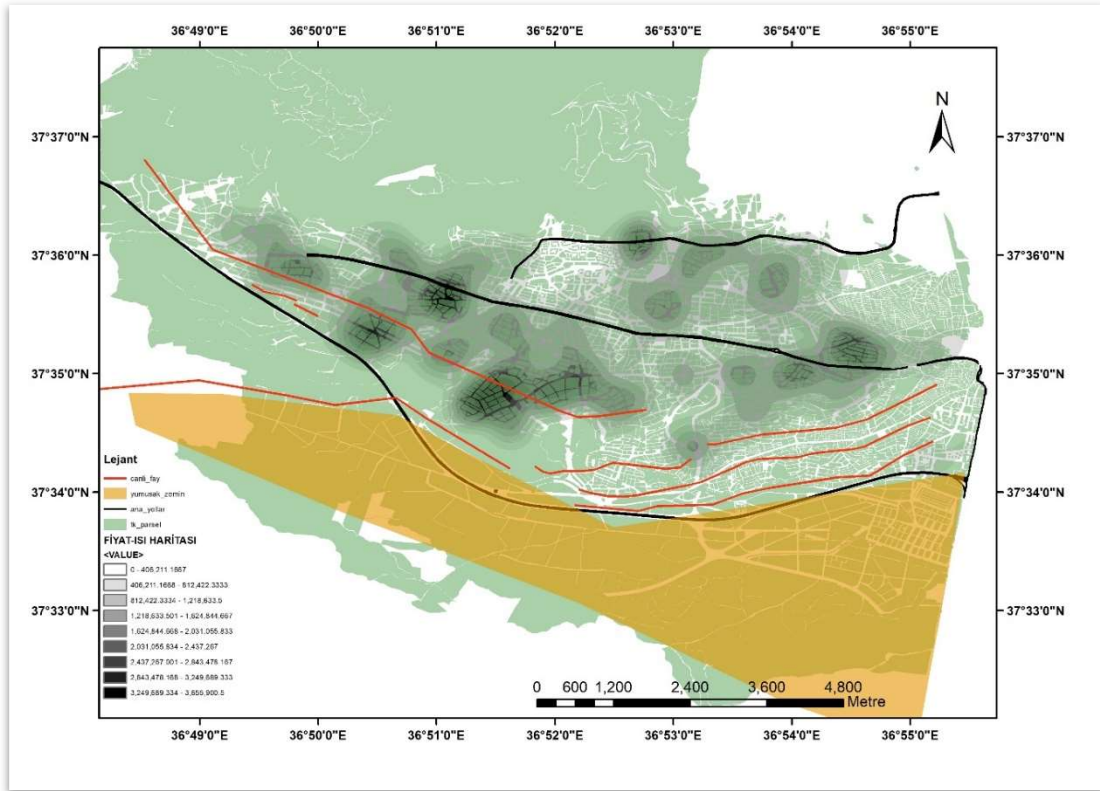


Şekil 3.17. Tescilli Yapılara Ait Yoğunluk Haritası



Şekil 3.18. Parsellere Ait Yoğunluk Haritası

Yapı yoğunluğunun olduğu nokta kümeleri, genellikle eski tek katlı yapıların olduğu bölgelerdir. Şekil 3.18’de parsellerin yoğunlaştığı bölgelere bakıldığında yapılarla aynı yerde kümelandikleri gözlemlenmektedir. Her parsel içerisine genellikle tek yapı tescilli olduğundan yoğunluğun olduğu bölgeler genellikle kentsel dönüşüm gereken ve depremde en çok hasar alan bölgelerdir.

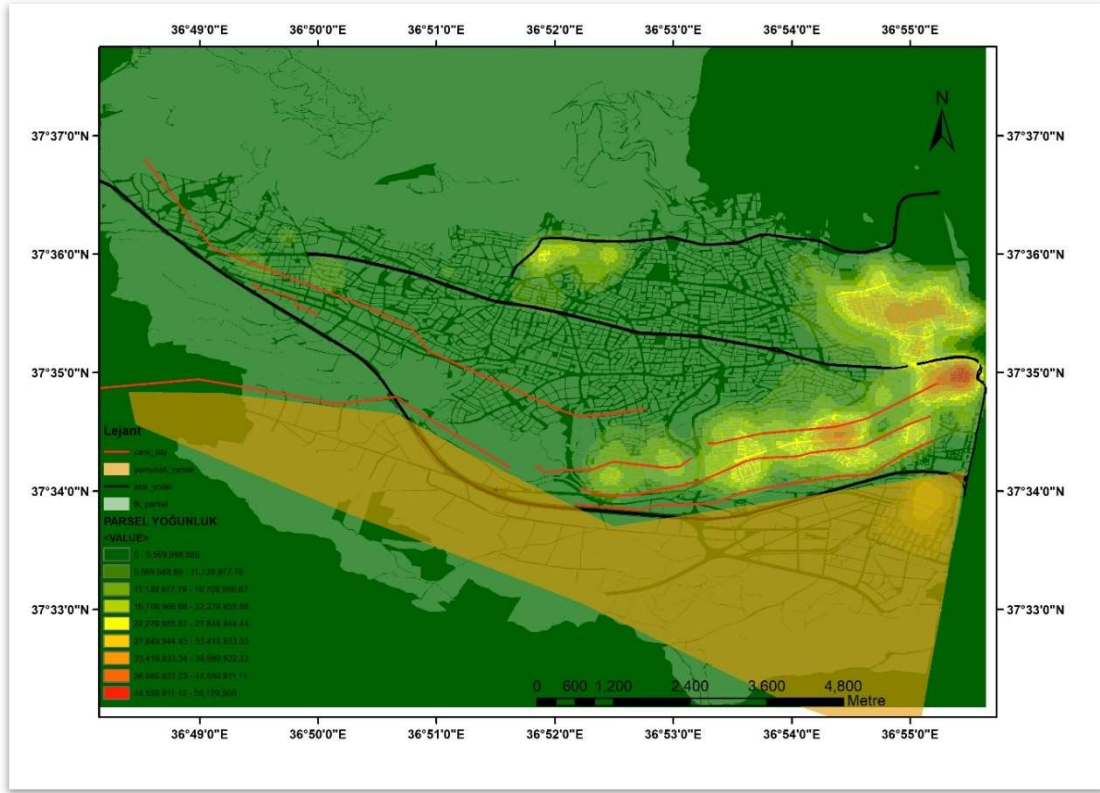


Şekil 3.19. Fiyat-Dağılım Çekirdek Yoğunluk Analizi

Şekil 3.19’de taşınmazın değerinin 2704 adet veri üzerindeki dağılımı görülmektedir. Fiyat ağırlık olarak kullanılarak ortaya çıkan harita nokta yoğunluğunun değil, ağırlıklı toplamının mekânsal dağılımını göstermektedir. Yani, her hücrede sadece nokta sayısı değil, o hücredeki noktaların fiyatlarının toplamı veya ortalamasını yansıtır.

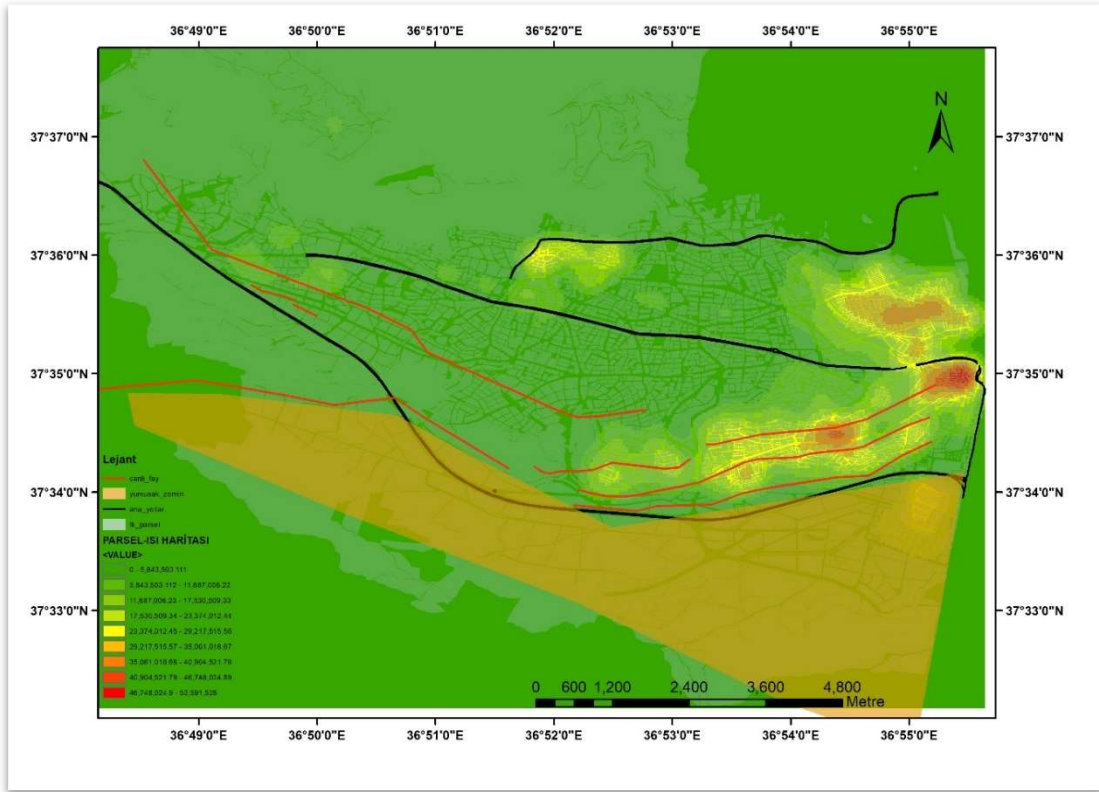
Çekirdek yoğunluğu aracı (Kernel density), özelliklerin çevresindeki mahalledeki özelliklerin yoğunluğunu hesaplar. Hem nokta hem de çizgi özellikleri için hesaplanabilmektedir. Olası kullanım alanları arasında, topluluk planlama amaçları doğrultusunda konut yoğunluğunun veya suç olaylarının analiz edilmesi veya yolların veya altyapı hatlarının yaban hayatı habitatını nasıl etkilediğinin araştırılması yer alır. Çekirdek Yoğunluk aracı, her giriş noktasına sabit yarıçaplı bir çekirdek uygular ve

bunların mesafe ağırlıklı katkılarını toplayarak, seçilen alan birimlerine göre normalleştirilmiş, raster hücresi başına bir yoğunluk değeri hesaplar (Esri, 2025).



Şekil 3.20. Parsel Çekirdek Yoğunluk Analizi

Onikişubat İlçesine ait ve altlık olarak kullanılan yaklaşık 31 bin parsel ile çalışmada kullanılan 2704 adet noktasal verinin çekirdek yoğunluk haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.20). Burada kırmızı ve sarı bölgeler daha çok Kahramanmaraş'ın diğer merkez ilçesi olan Dulkadiroğlu İlçesi'ne yakın bölgelerdir. Buralar eski yerleşim yerleri olduğundan çok küçük parselleri de içinde barındırmaktadır. Aynı zamanda fay hattı üzerinde olmasından dolayı da depremde en çok zarar gören bölgeler kırmızı ve sarı alanlardır. Yumuşak zemin hattına da oldukça yakın olan ve aynı zamanda Kıbrıs Meydanı ve Trabzon Caddesi'ni de içine alan bu bölge 6 Şubat depreminde ağır hasarlar almıştır. K.Maraş merkezli 6 Şubat depremi bölgede lokal yıkımlara sebep olmuştur. Merkez üssü olmasına rağmen şehrin yaklaşık %60-70 civarında Ahır Dağı eteklerinde kurulmuş olması hasarı minimize etmiştir. Ağır hasar ve yıkımın daha çok yumuşak zemine yakın bölgelerde olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.21. Parsel Fiyat Çekirdek Yoğunluk Haritası

Şekil 3.21'deki harita, parseller ile fiyatın ağırlığı alınarak oluşturulmuştur. Burada Onikişubat İlçesi ile Dulkadiroğlu İlçesi'nin kesiştiği noktada yoğunluk oluştuğu gözükmemektedir. Sarı ve kırmızı sıcaklık bölgelerinin ortaya çıkışı; parsel yoğunluğu, yapı stoğunun yaşı ve kat adedi, ayrıca parsel dokusunun parçalanmışlığı gibi mekânsal faktörlerin ortak etkisiyle oluşmaktadır. Bu bulgu, yoğunluk analizinin sadece ekonomik değil, kentsel morfolojik özellikleri de güçlü biçimde yansıttığını ortaya koymaktadır. Haritada görülen sıcak alanların yalnızca yüksek fiyat yoğunluğundan değil, aynı zamanda bu bölgelerdeki parsel karakteristiğinden ve yapı stokunun niteliğinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Söz konusu bölgeler, büyük ölçüde az katlı, eski yapıların bulunduğu, parsellerin küçük, parçalanmış ve sık dokulu olduğu yerleşim alanlarıdır.

Parsel küçüklüğü ve yüksek parsel sayısı, çekirdek yoğunluk analizinde birim alan başına düşen nokta sayısını artırdığı için, fiyat ağırlığı düşük olsa dahi mekânsal yoğunluk değerinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum, çekirdek yoğunluk analizinin sadece fiyat seviyesine değil, mekânsal veri yoğunluğuna karşı da duyarlı olduğunu göstermektedir.

3.7.1. Normalizasyon (Ölçekleme)

Normalizasyon sıklıkla kullanılan veri ölçekleme ve haritalama tekniğidir. Verilerin özelliklerini normalleştirme, önceden karar verilen aralıklardaki tüm özelliklerin değerlerini sınırlamak için yararlı bir adımdır (Yüce, H. Ve diğ., 2021). Çalışmada değişkenlerin farklı ölçekte olması nedeniyle model stabilize edilmeden doğrudan analizlerde uygulanması, matris hesaplama hatalarına ve katsayı sapmalarına neden olabilmektedir. Bu nedenle tüm bağımsız değişkenler Min–Max yöntemi ile 1–2 aralığına normalize edilerek ortak ölçeğe getirilmiştir (Denklem 3.1). Böylece hem değişkenler karşılaştırılabilir hale gelmiş hem de modelin parametre tahmin performansı iyileştirilmiştir.

$$x' = 1 + \frac{(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} \quad 3.5$$

Burada x' 1 ile 2 arasında normalize edilmiş değeri ifade etmektedir. x_{max} en büyük değere, x_{min} ise en küçük değere karşılık gelmektedir.

3.7.2. Performans Ölçütleri (R^2 , RMSE, MAE, MAPE, AIC)

Bir regresyon modelinin doğruluk düzeyinin ve tahmin edebilme kapasitesinin nesnel biçimde değerlendirilebilmesi için çeşitli performans ölçütlerine başvurulması gerekmektedir. Bu kapsamda çalışmada kullanılan R^2 , RMSE, MAE, MAPE ve AIC ölçütleri, hata miktarının hem mutlak hem de göreceli açıdan ortaya konmasına imkân tanıdığı için taşınmaz değerlendirme modellerinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu performans ölçütleri içerisinde R^2 modelin doğruluk oranı karar verme katsayısıdır. Bu katsayı değerinin yüksek olması tahmin ilişkisinin iyi olduğu gösterir. MSE, RMSE ve MAE ise birer hata ölçüsü olması nedeniyle düşük sonuçlar, performans ile ters orantılı olarak yüksek performansı gösteren ölçülerdir (Wang ve Xu, 2004).

- **R^2 (Açıklayıcılık Katsayısı):** Modelin değişkenleri arasındaki korelasyonunu gösteren katsayıdır. 0 ile 1 arasında bir değer alır. Değer 1'e ne kadar yakınsa model o kadar başarılı sayılmaktadır.

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - \bar{y})^2}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})^2} \quad 3.6$$

- **MSE – Mean Squared Error (Ortalama Kare Hata):** Tahmin hatalarının karesinin ortalamasıdır. Küçük değer daha iyi model performansı demektir.

$$MSE = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad 3.7$$

- **RMSE – Root Mean Squared Error (Kök Ortalama Kare Hata):** RMSE, ölçüm değerleri ile tahmin değerleri arasındaki hatanın belirlenmesi için kullanılır. RMSE, ölçüm değerleri ile tahmin değerleri arasındaki hatanın belirlenmesi için kullanılır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad 3.8$$

RMSE, ölçüm değerleri ile tahmin değerleri arasındaki hatanın belirlenmesi için kullanılır. Bu değerın sıfıra yaklaşması modelin tahmin gücünün arttığını gösterir.

- **MAE – Mean Absolute Error (Ortalama Mutlak Hata):** Tahmin edilen değerlerin hata miktarlarının ortalamasıdır. Hata ne kadar küçükse model o kadar başarılı sayılır.

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |u_t|}{n} \quad 3.9$$

Ortalama Mutlak Hata (MAE) da ağın doğruluğunu belirlemede bir ölçüt olarak kullanılabilen hata miktarlarının ortalamasıdır.

- **MAPE – Mean Absolute Percentage Error (Ortalama Mutlak Yüzde Hata):** Modeldeki hatanın yüzdesel ifadesi olarak kabul edilir. Çıkan yüzdesel oranın düşük olması (sıfıra yakın olması) modelin başarılı olduğunu göstermektedir.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100 \quad 3.10$$

Bu eşitliklerde y_i ölçüm değerlerini, $\hat{y}_i$ tahmin değerlerini, $\bar{y}$ ortalama değeri, u_t ölçüm ve tahmin değerleri arasındaki farkı ve n örnek sayısını ifade eder. MAPE, tahmin hatalarını yüzdesel olarak veren bir ölçüttür.

- **AIC – Akaike Information Criterion (Akaike Bilgi Kriteri):** AIC, bir modelin uyum başarısı ile modelin karmaşıklığını dengeleyen bir bilgi kriteridir. Temel olarak, aynı veri kümesi üzerinde tahmin edilen bir dizi aday model arasından en iyi modeli seçmek için kullanılır.

$$AIC = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n \left(\frac{r + \text{tr}(s)}{n - 2 - \text{tr}(s)} \right) \quad 3.11$$

Burada;

$\hat{\sigma}$: hata teriminin tahmini standart sapması

S : mekânsal ağırlık matrisinden türetilen “hat matrisi”

$\text{tr}(S)$: hat matrisinin iz değeri (model karmaşıklığını temsil eder)

n : gözlem sayısı

AIC ve CV değerleri ne kadar küçükse model o kadar tutarlı olduğu sonucuna varılmaktadır (Fotheringham, A. S. ve diğ., 2009; Toprak, M. F., & Güngör, O. 2023).

3.8. Çalışmada Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistem Analizleri

Çalışmanın odak noktası olan depremin değer üzerine etkisini daha iyi analiz edebilmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) analizlerinden faydalanılmıştır. Model tahmin değerlerinin veri setindeki piyasa değerini ne kadar tahmin edebildiği konumsal içerikte incelenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan Mekânsal analizler:

Kümele Analizi (Grouping Analysis): Çevremizdeki dünyaya her baktığımızda, gördüklerimizi daha iyi anlamamıza yardımcı olması için onları organize etmek, gruplamak, farklılaştırmak ve kataloglamak bizim için çok doğaldır; bu tür bir zihinsel sınıflandırma süreci öğrenme ve anlama için temeldir. Benzer şekilde, verileriniz hakkında bilgi edinmenize ve daha iyi anlamanıza yardımcı olmak için Gruplama Analizi aracı kullanılabilmektedir (Esri C, 2025).

Hot Spots- Cold Spots analizi: İki sıcak nokta analiz sonuç katmanını karşılaştırır ve benzerliklerini ve ilişkilerini ölçer. Sıcak nokta sonuç katmanları arasındaki benzerlik ve ilişki, her iki girdi katmanındaki ilgili özellikler arasındaki önem düzeyi kategorilerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir. Benzerlik, her iki sıcak nokta sonucunun sıcak noktalarının, soğuk noktalarının ve önemsiz alanlarının uzamsal olarak ne kadar yakın hizalandığını ölçer. İlişki (veya bağımlılık), sıcak nokta değişkenleri arasındaki temel istatistiksel ilişkinin gücünü ölçer.

Tüm karşılaştırmalar, her iki girdi katmanındaki karşılık gelen özellikler ve komşuları arasındaki önem düzeyi kategorilerini (99% sıcak, %95 sıcak, %90 sıcak, önemli değil, %90 soğuk, %95 soğuk ve %99 soğuk) karşılaştırarak gerçekleştirilir. Benzerlik, her iki sıcak nokta sonucunun sıcak noktalarının, soğuk noktalarının ve önemsiz alanlarının uzamsal olarak ne kadar yakın hizalandığını ölçer. İlişki (veya bağımlılık), sıcak nokta değişkenleri arasındaki temel istatistiksel ilişkinin gücünü ölçer (sürekli değişkenler için korelasyona benzer). Benzerlik ve ilişki arasındaki ayrım

önemlidir, çünkü iki sıcak nokta sonucunun oldukça benzer olması (birçok karşılık gelen özellik ve komşuları aynı önem düzeyine sahiptir) ancak yine de çok az ilişkiye veya bağımlılığa sahip olmaları yaygındır. Bu, önem düzeylerinin benzerliğine rağmen, bir değişkeni etkileme girişimlerinin (azaltma çabaları gibi) diğer değişkende değişiklik üretmeyeceği anlamına gelir. Her iki sıcak nokta sonucunun da tek bir kategori tarafından domine edilmesi durumunda, örneğin anlamlı olmaması durumunda veya her iki sonuç da aynı anlamlılık düzeyine sahip büyük özellik kümelerine sahip olduğunda, genellikle yüksek oranda benzer ancak ilişkisiz sonuçlar ortaya çıkar (Esri C, 2025).

Aykırı Değer Analizi: Kümeleme ve aykırı değer (outlier) analizi, mekânsal veride mekânsal bağımlılığı (spatial autocorrelation) ve yerel farklılaşmaları tespit etmeyi amaçlayan istatistiksel işlemlerdir. ArcGIS'te yaygın olarak kullanılan araçlar şunlardır: “Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran’s I)”, “Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*)” ve “Optimized Hot Spot Analysis”. Bu teknikler hem global (tüm çalışma alanı için tek bir özet) hem de lokal (her bir birim için) ölçümler sağlar; lokal analizler özellikle yerel kümelenme ve mekânsal aykırılıkları ortaya çıkarır (Esri C, 2025).

4. UYGULAMA

Çalışma bölgesi olan Onikişubat İlçesine ait harita altlıkları ve öznitelik verileri işlenerek bölgede yeter sayıda referans değerler elde edilmiştir. 3. Bölümde ele alınan veri hazırlama süreçleri tamamlanmış ve analiz kısmına geçilmiştir. Çeşitli zaman aralıklarını içeren veriler ile OLS, GWR ve GTWR analizleri yapılmıştır. Analizler yapılırken modellemede eğitime ve test verileri olarak %80 Eğitime ve %20 Test verisi kullanılmıştır. Veriler python uygulamasında random olarak seçilmiştir. Çalışmada tüm değişkenler ve değişkenlerin kombinasyonu şeklinde modellemeler yapılmıştır. Öncelikle tüm değişkenlerle çalışmada kullanılan üç modele ilişkin yapılan uygulama sonucu değişken katsayıları Çizelge 4.1’de verildiği şekliyle elde edilmiştir. Şehir genelinde doğal gazla ısınma sağlandığından ve genellikle emlak platformlarında doğalgazlı daireler satışta olduğundan sobalı ısınma şekli çalışmada kullanılan veri örneklemeleri arasında sınırlı kalmaktadır. Yapısal değişken olan “Isınma” 1 ile 2 arasında değer aldığından ve standart sapması yüksek olduğundan GWR ve GTWR analizlerinde tutarlı sonuçlar vermemiştir. Bu nedenle GWR ve GTWR analizlerinde ağırlığı dikkate alınmamıştır.

Çizelge 4.1. OLS, GWR ve GTWR Modellerine Göre Değişken Katsayıları

Değişken	OLS Katsayı	GWR Katsayı	GTWR Katsayı
const (sabit)	0.3931	1.1179	1.1846
oda_n	0.6343	0.0785	-0.0035
m2	-0.1756	-0.0126	0.1162
kat_n	0.0359	0.0021	0.0023
arakat_n	0.0099	0.0044	0.0031
bina_yas_n	0.0645	0.0127	0.0153
isinma	0.0092	Null	Null
banyo_n	-0.0602	-0.0052	0.0013
cephe_n	-0.0016	0.0021	0.0018
site_n	0.0185	0.0074	0.0008
ara_yol	-0.0086	-0.0007	-0.0008
hastane_kamu_n	-0.0255	-0.0036	0.0033
camii_n	0.0536	0.0041	-0.0001
okul_n	-0.0084	-0.0061	-0.0011
park_n	-0.0050	0.0025	0.0026
avm_n	-0.0459	-0.0044	-0.0023
fay_mes_n	0.0194	0.0042	0.0173
ymsk_zemn_n	0.0166	-0.0023	-0.0136

Model katsayıları incelendiğinde, kullanılan bağımsız değişkenlerin konut fiyatı üzerindeki etkilerinin farklı yöntemlerde belirgin şekilde değiştiği görülmektedir. Bu durum, mekânsal ve zamansal değişkenliğin konut fiyat tahminlerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. OLS yöntemi, tüm çalışma alanını tek bir homojen bölge olarak ele almakta ve değişken katsayılarını sabit varsaymaktadır. Bu nedenle OLS sonuçlarında bazı değişkenler yüksek etki katsayıları göstermektedir. Bu durum, OLS modelindeki negatif katsayının mekânsal heterojenlikten kaynaklanan sapmaya işaret ettiğini; yerel modellerin ise konut büyüklüğünün değer üzerindeki gerçek etkisini daha doğru ortaya koyduğunu göstermektedir. Zeminsel ve çevresel değişkenlerde de benzer bir durum görülmektedir. Örneğin fay mesafesi tüm modellerde pozitif katsayıya sahiptir; bu durum fay hattından uzaklaştıkça konut fiyatının yükseldiğini göstermektedir. Ancak GWR ve GTWR modellerinde katsayıların daha istikrarlı ve makul değerlerde olduğu görülmekte, bu da mekânsal modellerin deprem riskinin fiyat üzerindeki etkisini daha tutarlı yansıttığını gözlemlenmiştir.

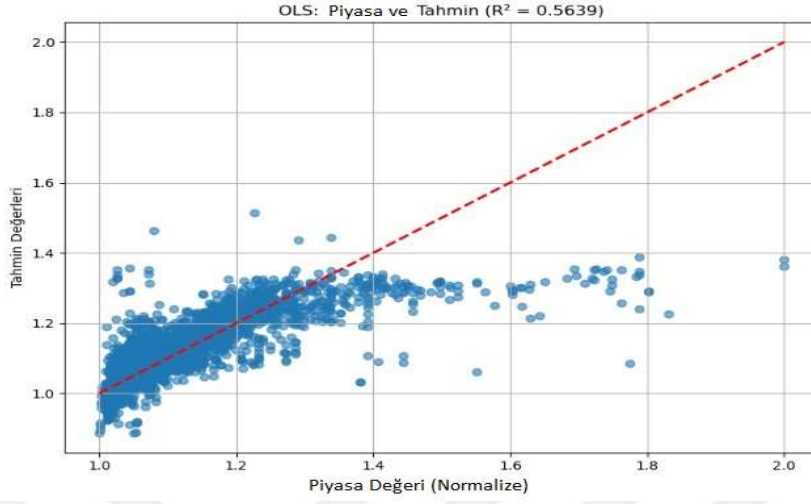
Öte yandan site, park, cami, okul gibi yaşam kalitesiyle ilişkili değişkenlerin katsayılarının OLS modelinde daha yüksek dalgalanmalar göstermesine karşın GWR ve GTWR modellerinde daha düşük ve dengeli olduğu dikkat çekmektedir. Bu bulgu, söz konusu çevresel değişkenlerin yerel düzeyde etkilerinin artıp azalmasına rağmen genel modelde ortalama bir etki yarattığını gözlemlenmektedir.

GTWR modelinin GWR'a göre zaman boyutunu da dikkate alması, parametre değerlerini daha kararlı hâle getirmiş ve OLS'ye kıyasla daha güçlü tahminler üretmiştir. Özellikle son yıllarda konut piyasasında deprem sonrası değişimlerin yaşandığı düşünüldüğünde, zaman faktörünün modele dahil edilmesi katsayıların mekânsal olduğu kadar dönemsel olarak da değiştiğini göstermektedir. Her üç modelin performans ölçümleri incelendiğinde OLS'nin diğer iki yönteme göre en düşük tahmin modellemesi olduğu gözlemlenmektedir (Çizelge 4.2).

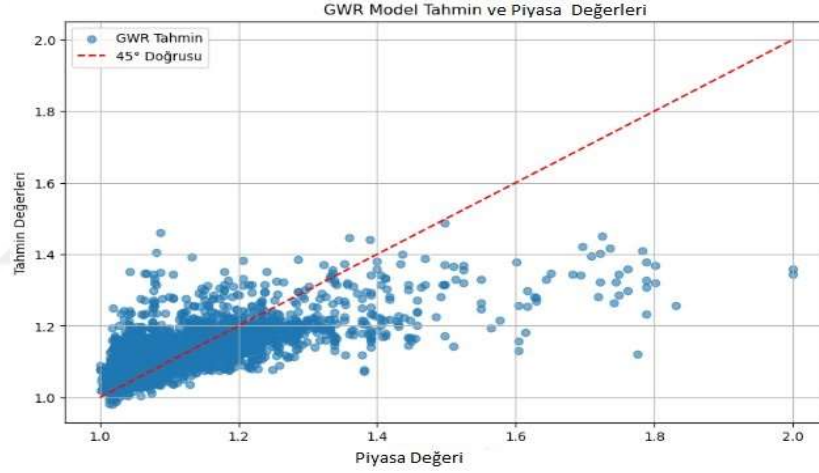
Çizelge 4.2. OLS, GWR, GTWR Performans Ölçümleri

<i>Ölçüt</i>	<i>OLS Değer</i>	<i>GWR Değer</i>	<i>GTWR Değer</i>
R²	0.5639	0.8099	0.9350
AIC	-1361.47	-7257.58	-9886.09
RMSE	0.0802	0.0529	0.0310
MAE	0.0489	0.0330	0.0193
MAPE	4.10%	2.77%	%1,62

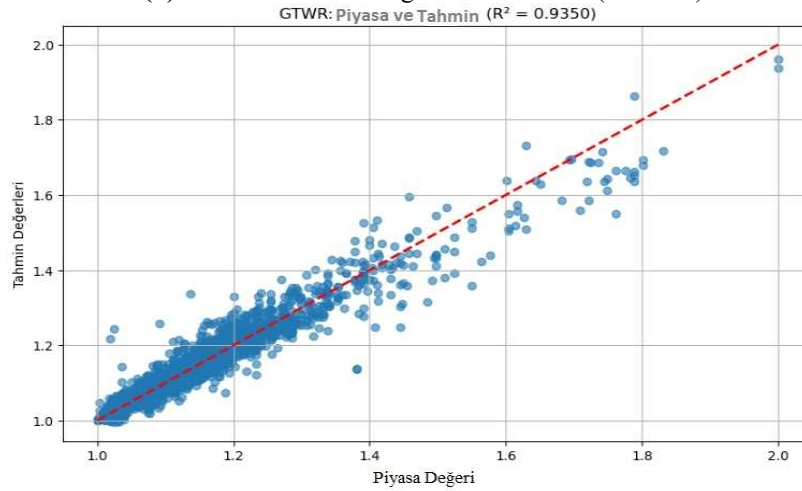
Her ne kadar model performans ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında yüksek başarıya sahip model belli olsa da veri setindeki değer ile tahmin değerinin noktasal saçılımının da incelenmesi doğru olacaktır.



(a) OLS ile Değer Tahmin Gücü ($R^2=0.56$)



(b) GWR Analizi ile Değer Tahmin Gücü ($R^2=0.81$)



(c) GTWR Analizi ile Değer Tahmin Gücü ($R^2=0.94$)

Şekil 4.1. OLS, GRW ve GTRW modellerin tahmin değer ve piyasa değeri noktasal saçılımları

Noktasal saçılımdan beklenen model tahmin değerinin piyasa değerini yakalamada lineer doğruya yakın saçılım göstermesidir. Her üç model uygulamasındaki noktasal saçılımlara bakıldığında doğrusal saçılımın GWTR modelinde olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.1).

GTWR modeli ile elde edilen performans ölçütleri, modelin taşınmaz değerlerini yüksek doğrulukla tahmin edebildiğini göstermektedir. R^2 değerinin 0.935 olması, bağımlı değişken olan taşınmaz piyasa değerindeki değişimin neredeyse tamamına yakınının GTWR tarafından açıklandığını göstermektedir. Bu değer:

- OLS modeline (%56) göre belirgin bir gelişme,
- GWR modeline (%81) göre ise önemli bir iyileşme sunmaktadır.

Bu sonuç GTWR'nin, özellikle deprem sonrası dönem, ekonomik dalgalanmalar ve yıllar içinde değişen piyasa davranışları gibi zamansal etkileri başarıyla modele dahil ettiğini göstermektedir.

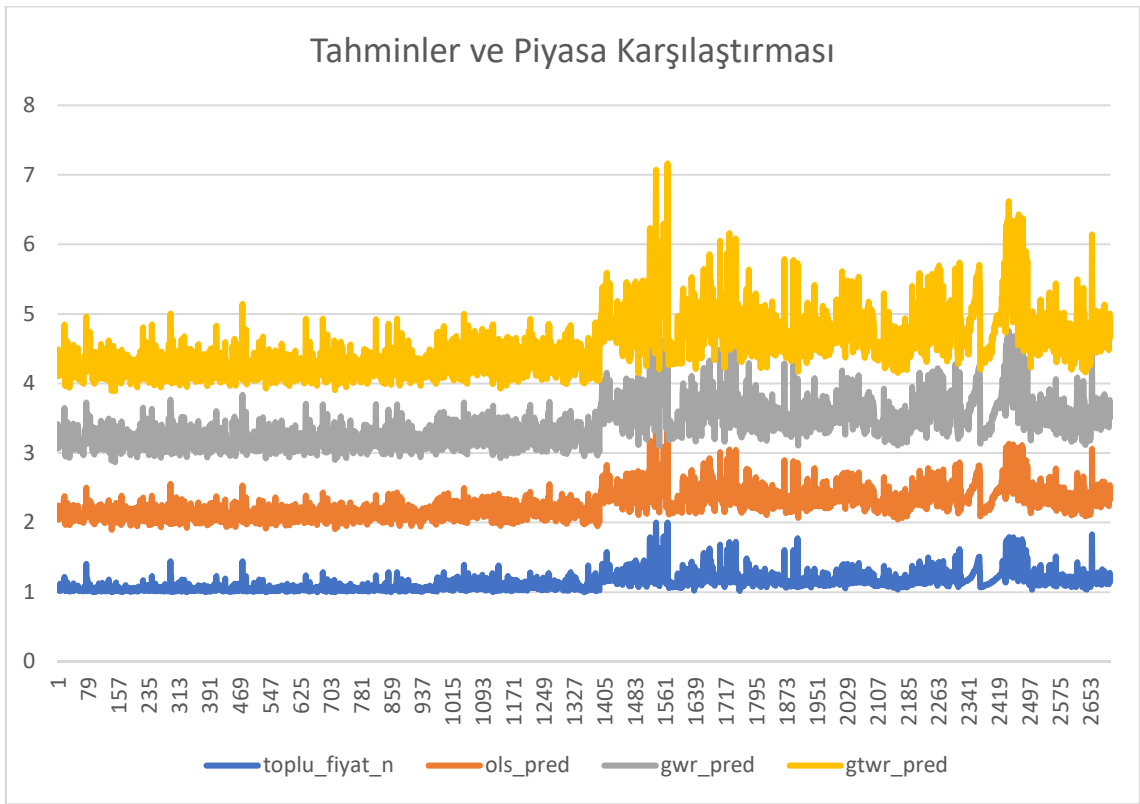
Negatif ve düşük AIC değeri (-9886.09) modelin hem uyumlu hem de aşırı karmaşık olmayan bir yapıda olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.2). GTWR'nin AIC değeri, OLS: -1361, GWR: -7257, GTWR ise -9886 (en düşük) olarak bulunmuştur. Bu sonuç, GTWR modelinin en iyi istatistiksel uyumu sağladığını ve aşırı karmaşıklık olmadan en yüksek doğruluk düzeyine ulaştığını göstermektedir.

Hata ölçütleri incelendiğinde, RMSE (0.0310) ve MAE (0.0193) değerleri oldukça düşük olup tahminlerin piyasa değerine çok yakın olduğunu göstermektedir. Ayrıca, MAPE değerinin %1,62 çıkması, literatürde kabul gören eşiklerin (%10'un altı yüksek doğruluk) oldukça altında olup, modelin tahmin başarısını "mükemmel" seviyede ortaya koymaktadır.

GTWR modeline ait dağılım grafiği, tahmin edilen değerlerin 45° referans doğrusuna oldukça yakın bir şekilde kümелendiğini göstermektedir (Şekil 4.4). Noktaların büyük çoğunluğunun bu çizgi üzerinde veya çok yakınında yer alması, modelin hem mekânsal hem de zamansal değişimleri başarılı biçimde yakaladığını ortaya koymaktadır. Modele ait performans metrikleri de bu durumu nicel olarak doğrulamaktadır.

GTWR modeli sonuçlarına göre konut değerleri üzerinde hem yapısal hem çevresel hem de zeminel faktörlerin anlamlı etkiler oluşturduğu görülmektedir. Yapısal değişkenler incelendiğinde; m^2 , kat, arakat, bina yaşı, ısınma ve banyo sayısı gibi özelliklerin konut değerini pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Özellikle m^2 'nin

yüksek katsayısı, geniş kullanım alanının Onikişubat konut piyasasında temel fiyat belirleyicisi olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.1). Zeminsel ve depremle ilişkili değişkenlerde ise belirgin ilişkiler ortaya çıkmıştır. Fay hattından uzaklığın pozitif katsayısı, deprem sonrası dönemde tüketicilerin jeolojik güvenliği fiyatlamaya güçlü biçimde yansıttığını göstermektedir. Diğer yandan zemin özelliklerinin negatif etki oluşturması, daha riskli zemin birimlerinde yer alan konutların değer kaybına uğradığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, deprem sonrası konut piyasasında zeminsel güvenliğin ve jeolojik uygunluğun fiyat üzerinde belirleyici bir unsur hâline geldiğini kanıtlar niteliktedir.



Şekil 4.2. OLS, GWR ve GTWR ile Piyasa Değerlerinin Karşılaştırılması

Şekil 4.2’de piyasa değerleri ile OLS, GWR ve GTWR modellerinin ürettiği tahminlerin eşzamanlı olarak nasıl değiştiğini birlikte gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde, OLS tahminlerinin genel olarak piyasa değerinin altında ve daha dar bir bantta seyrettiği, sapmalarının ise belirgin olduğu görülmektedir. GTWR çıktılarının hem daha esnek bir formda dalgalandığı hem de ani fiyat değişimlerini diğer modellere kıyasla daha iyi yakaladığı dikkat çekmektedir.

4.1. GTWR Analizi Test Uyumluluğu

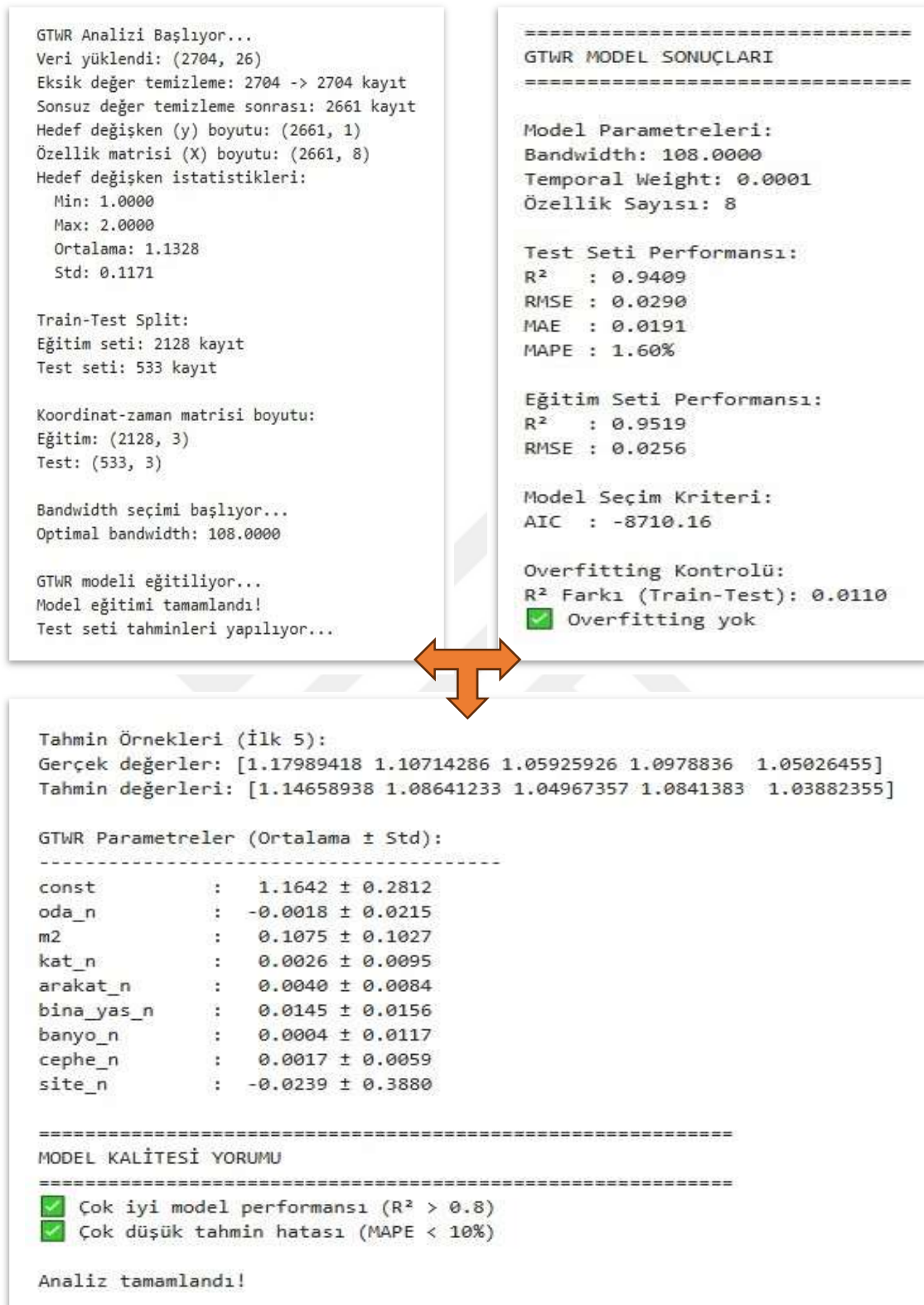
Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon (GTWR) modelinde bazı değişkenler üzerinde etki ölçümü yapmak için veri setinde ayrılan eğitime ve test verilerine ait Modelin performansına ilişkin bulgular hesaplanmıştır (Şekil 4.3.).

Model Performansı ve Uyum Metrikleri: Modelin test setindeki R^2 değeri 0.9409 olarak bulunmuş, bu da modelin bağımlı değişkendeki varyansın yaklaşık %94'ünü açıkladığını göstermektedir. Eğitim setindeki R^2 ise 0.9519 olup, modelin hem eğitim hem test verisinde yüksek açıklayıcılığa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yüksek R^2 değerleri, modelin veri üzerindeki güçlü uyumunu ve tahmin gücünü göstermektedir.

Overfitting (Aşırı Öğrenme) Durumu: Eğitim ve test setleri arasındaki R^2 farkı sadece 0.0110 olarak hesaplanmıştır. Bu küçük fark, modelin aşırı öğrenme yapmadığını, yani eğitim verisine fazla uyum sağlayıp genelleme yeteneğini kaybetmediğini göstermektedir. Bu durum, modelin sağlam ve dengeli bir yapıya sahip olduğunu doğrulamaktadır.

Bandwidth ve Temporal Weight: Modelde seçilen optimal bandwidth 108.0 olup, bu değer mekânsal ve zamansal komşuluk etkisinin geniş bir alana yayıldığını göstermektedir. Bu parametreler, modelin mekânsal ve zamansal heterojenliği dengeli şekilde yakalamasına olanak sağlamıştır.

Modelin Akademik ve Pratik Katkısı: GTWR modeli, mekânsal süreçlere ek olarak zamansal değişimi de hesaba katan yapısıyla, klasik regresyon ve GWR yöntemlerine kıyasla taşınmaz değerlendirme çalışmalarına hem akademik hem de pratik düzeyde önemli katkılar sunmaktadır. Akademik açıdan GTWR, konut değerinin yalnızca mekânsal olarak değil, aynı zamanda zaman içerisinde nasıl farklılaştığını da modelleyebilme kapasitesiyle literatürdeki indirgemeci yaklaşımların ötesine geçmektedir. Bu yöntem, özellikle deprem, kentsel dönüşüm, nüfus hareketliliği ve ekonomik dalgalanmalar gibi zamanla değişen koşulların piyasa değerine etkisini ayrıştırabilmesi bakımından güçlü bir analitik derinlik sağlamaktadır. GTWR, mekânsal heterojenliğin yanında zaman boyutundaki dinamik ilişkileri de ortaya çıkararak hem model doğruluğunu artırmakta hem de klasik modellerde göz ardı edilen zamansal bağımlılık problemini minimize etmektedir. Çalışma alanında elde edilen yüksek R^2 , düşük RMSE ve düşük MAPE değerleri, yöntemin güçlü tahmin performansını ve gerçeğe yakın modelleme kabiliyetini açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 4.3. GTWR Analiz Sonuç Ekranı

Pratik açıdan ise GTWR, kamu kurumları, değerlendirme uzmanları ve kentsel planlamacılar için bölgesel ve dönemsel olarak değişen konut değerlerini daha isabetli biçimde tahmin edebilme imkânı sunmaktadır. Modelin hem konuma hem zamana göre

değişen katsayıları, yatırım kararları, kentsel dönüşüm planlamaları, risk yönetimi, deprem sonrası fiyat hareketlerinin analizi ve emlak piyasası değerlendirmeleri için yüksek çözünürlüklü bir bilgi üretmektedir. Ayrıca zemin koşulları, fay hattı mesafesi ve çevresel faktörlerin zaman içindeki etkisini ayırarak göstermesi, deprem riskinin gayrimenkul değerine nasıl yansıdığını ortaya koyması açısından uygulamalı çalışmalar için kritik öneme sahiptir. Bu yönleriyle GTWR hem bilimsel hem de uygulamalı gayrimenkul analizlerinde daha gerçekçi, daha güvenilir ve mekânsal-zamansal bütünlüğü yüksek sonuçlar üreten yenilikçi bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

4.2. Değişkenlerin Modele Etkisi

GTWR ile çalışma bölgesi verilerini modelleme yukarıdaki bölümde detaylı olarak inceleme sonucuna göre en başarılı model olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. GTWR modelleme ile farklı kombinasyonlu değişken gruplarının kriter ağırlıkları

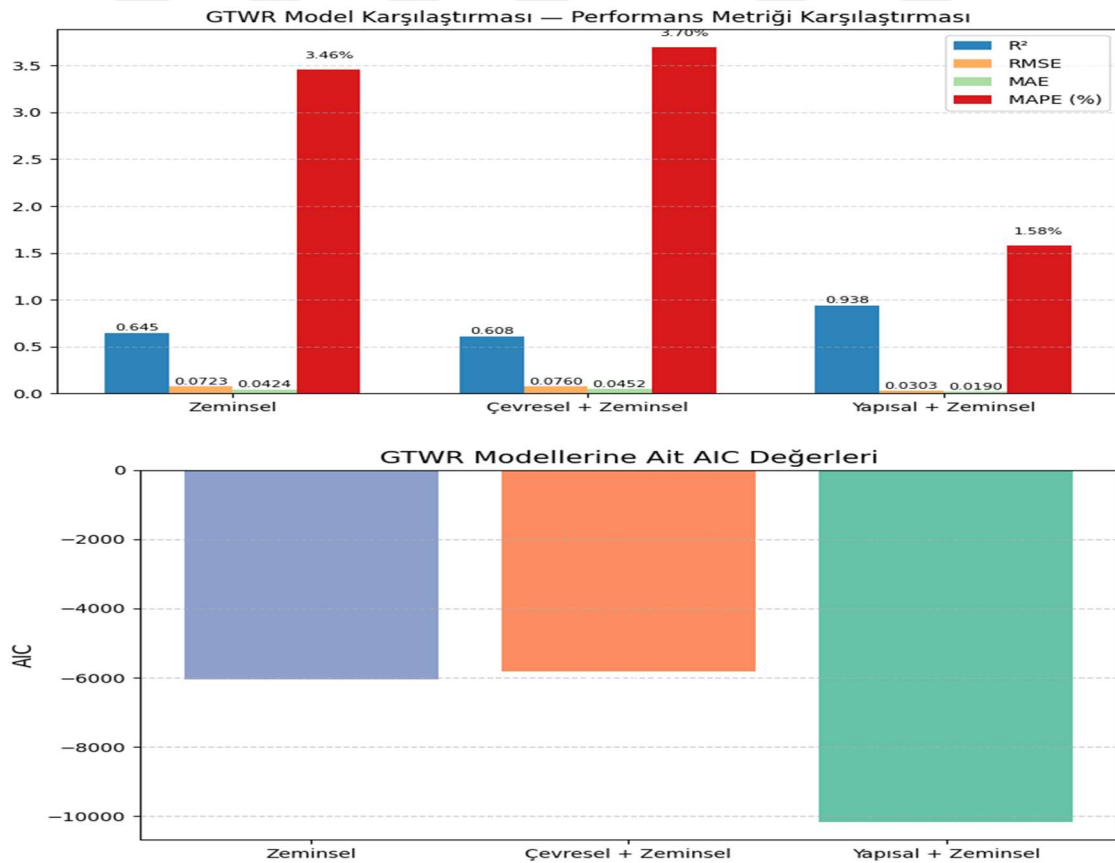
Değişkenler	Zeminsel	Yapısal+Zeminsel	Çevresel+Zeminsel
const	1.1346	1.1736	1.1461
oda_n	—	-0.0020	—
m2	—	0.1123	—
kat_n	—	0.0029	—
arakat_n	—	0.0026	—
bina_yas_n	—	0.0149	—
isinma	—	Null	—
banyo_n	—	0.0005	—
cephe_n	—	0.0016	—
site_n	—	-0.0154	—
ara_yol	—	—	0.0003
hastane_kamu_n	—	—	-0.0061
cami_n	—	—	-0.0004
okul_n	—	—	-0.0013
park_n	—	—	0.0039
avm_n	—	—	-0.0057
fay_mes_n	0.0009	0.0068	0.0126
ymsk_zemn_n	0.0070	-0.0029	0.0161

Buna göre değişken gruplarına göre yapısal, konumsal ve zemin sel farklı kombinasyonlarla ve böylece daha az değişken kullanılarak bölge modellemede nasıl sonuç doğuracağına bakılmak istenmiştir. Özellikle zemin sel özelliklerin etkisini incelemek adına yapılan bu kombinasyonlarla sonuçlar karşılaştırılarak incelenmiştir (Çizelge 4.3).

Değişkenler etki durumlarına göre çeşitli kombinasyonlar ile analizler gerçekleştirilmiş olup çıkan performans metrikleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.4). Çıkan sonuçlar incelendiğinde en iyi performansın yapısal ve zemin sel gurubundaki değişkenler olduğu görülmüştür. Bu da hem yapısal değişkenlerin hem de zemin sel değişkenlerin modelin başarısındaki ağırlığını göstermektedir.

Çizelge 4.4. Değişkenlere Göre Performans Metrikleri

Ölçüt	Zemin sel	Yapısal+Zemin sel	Çevresel+Zemin sel
R ²	0.6452	0.9379	0.6083
AIC	-6054.34	-10177.18	-5814.10
RMSE	0.0723	0.0303	0.0760
MAE	0.0424	0.0190	0.0452
MAPE	3.46%	1.58%	3.70%



Şekil 4.4. Bağımsız Değişkenler Arası Sonuçlar

Analiz sonuçları, taşınmaz değerinin açıklanmasında farklı değişken gruplarının modele katkısının belirgin biçimde değiştiğini ortaya koymaktadır (Şekil 4.4). Yapısal + Zeminsel değişkenlerin birlikte kullanıldığı model, tüm ölçütler açısından en yüksek performansı göstermiştir ($R^2 = 0.9379$; $RMSE = 0.0303$; $MAPE = \%1.58$). Bu sonuç, taşınmazın fiziksel özelliklerinin (m^2 , oda sayısı, kat durumu, bina yaşı vb.) zemin koşullarıyla birlikte değerlendirildiğinde piyasa değerini açıklama gücünün son derece yüksek olduğunu göstermekte, aynı zamanda GTWR modelinin mekânsal-zamansal hassasiyetine uygun biçimde yapısal özelliklerin değışkende baskın faktör olduğunu doğrulamaktadır.

Buna karşılık yalnızca Zeminsel değişkenler kullanıldığında modelin açıklayıcılık gücünün orta seviyede kaldığı görülmektedir ($R^2 = 0.6452$). $RMSE$ (0.0723) ve $MAPE$ (%3.46) değerlerinin yükselmesi, zemin yapısının konut değerinde önemli bir rol oynamasına rağmen, tek başına fiyatın mekânsal dağılımını açıklamak için yeterli olmadığını göstermektedir. Zemin koşulları, özellikle deprem riski yüksek bölgelerde kritik bir bileşen olsa da konut değerinin belirleyicisi olan yapısal özelliklerin eksikliği modele anlamlı bir hata payı eklemektedir.

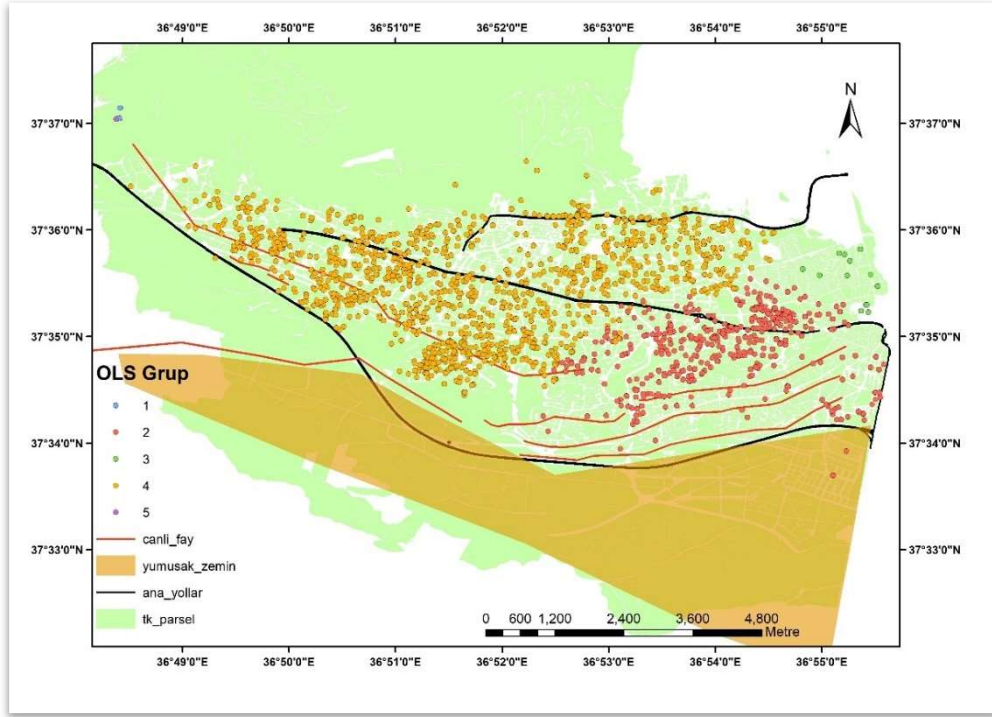
Çevresel + Zeminsel değişkenlerden oluşan model ise en düşük performansı göstermiştir ($R^2 = 0.6083$; $RMSE = 0.0760$; $MAPE = \%3,70$). Bu bulgu, çevresel unsurların (okul, park, AVM, yol, cami, hastane vb.) konut değerine etkisinin yapısal faktörlere göre daha sınırlı olduğunu göstermektedir. Çevresel özelliklerin fiyat üzerindeki etkisi çoğu zaman ikincil düzeyde kalmakta ve piyasa tarafından daha çok "tamamlayıcı" bir değer unsuru olarak değerlendirilmekte; bu nedenle modelin tahmin doğruluğu düşmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, en yüksek model performansı Yapısal + Zeminsel değişkenlerde, en düşük performans ise Çevresel + Zeminsel değişkenlerde elde edilmiştir. Bu durum, konut değerinin belirlenmesinde fiziksel özelliklerin ve zemin koşullarının birlikte en güçlü belirleyici olduğunu, çevresel faktörlerin ise tamamlayıcı fakat sınırlı bir katkı sunduğunu göstermektedir. Sonuçlar, taşınmaz değerlemede yapısal ve zemin özelliklerinin bütüncül olarak ele alınmasının hem akademik hem pratik açıdan kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

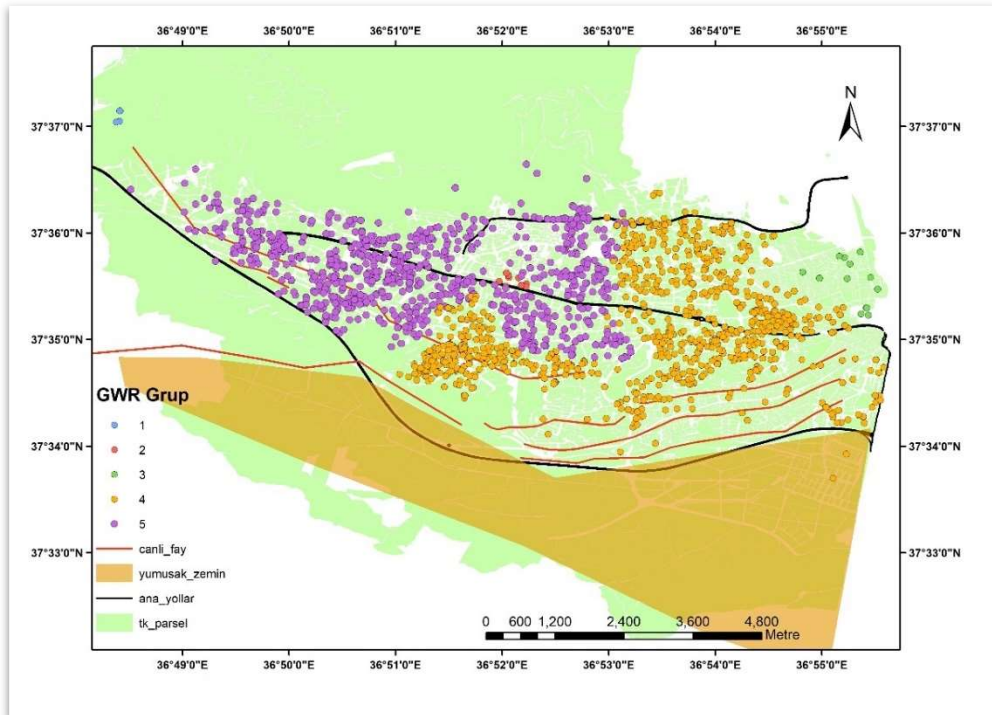
5. SONUÇLARIN MEKANSAL ANALİZLERLE İNCELENMESİ

5.1. Kümeleme Analizi (Grouping Analysis)

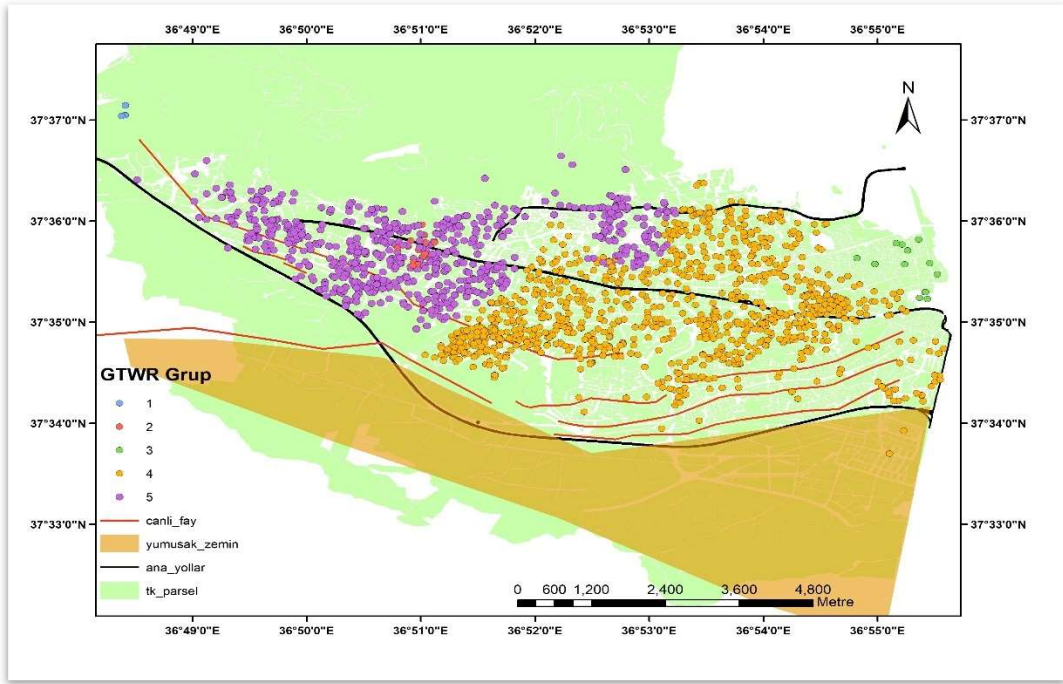
Çalışma Bölgesine ait konut nitelikli taşınmazların hem piyasa değerleri hem de 3 farklı tahmin modeline göre (OLS, GWR ve GTWR) kümeleme analizi yapılmış ve 5 grup halinde sonuç haritası üretilmiştir (Şekil 5.1).



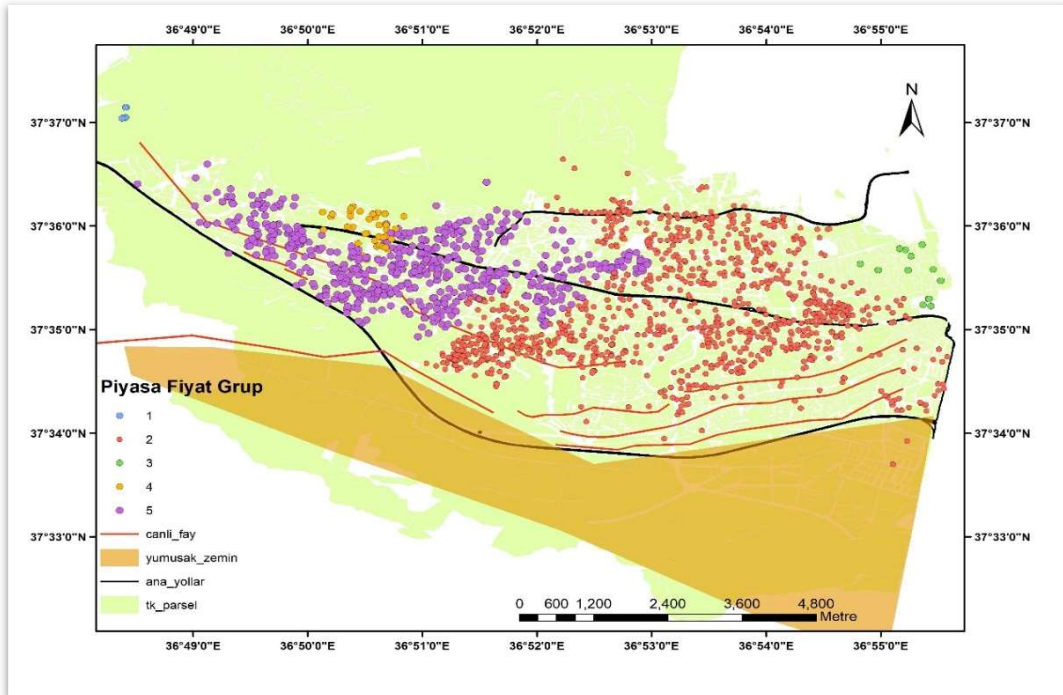
(a) OLS Dağılımı



(b) GWR Dağılımı



(c) GTWR Dağılım



(d) Piyasa Fiyatına Göre

Şekil 5.1. Piyasa Fiyatı ve Analiz Değerleri Gruplandırılması

Burada kırmızı ile görünen noktasal alanlar düşük değerli bölgeler, mor renkli alanlar ise yüksek değerli bölgelerdir. Fay ve yumuşak zeminden kuzeye doğru gidildikçe değerin arttığı açıkça gözükmemektedir.

Grouping Analysis sonucu elde edilen mekânsal kümeler piyasa değerleri ile OLS, GWR ve GTWR modellerinin tahmin ettiği mekânsal değer dağılımlarının karşılaştırılmasına imkân tanımaktadır.

(a) OLS dağılımı, kümeleme açısından en zayıf performansı sergilemiştir. OLS'in mekânsal bağımlılığı dikkate almayan global yapısı, yerel farklılıkları düzleştirerek geniş alanlarda benzer değer kümeleri üretmiş, özellikle yüksek ve düşük değerli mahallelerin birbirinden ayrıldığı mekânsal eşiklerin çoğunu doğru şekilde yakalayamamıştır (Şekil 5.1a). Bu durum, OLS'in zamansal ve mekânsal heterojenliği temsil etmede yetersiz olduğunu bir kez daha göstermektedir.

(b) GWR dağılımı, OLS'e göre belirgin şekilde daha iyi bir mekânsal ayrışma üretmiştir. GWR, mahalle ölçeğinde değişen yapısal ve konumsal etkileri modele dâhil ederek, özellikle orta değerli bölgelerdeki geçiş zonlarını daha doğru yansıtmış; ancak zamansal değişimi hesaba katmadığı için GTWR kadar detaylı bir ayrım sunamamıştır (Şekil 5.1b). GWR ile GTWR arasındaki temel fark, GTWR'nin zaman boyutunu da modele eklemesi sayesinde hızlı değer değişimi görülen bölgelerde daha istikrarlı kümeler üretmesidir.

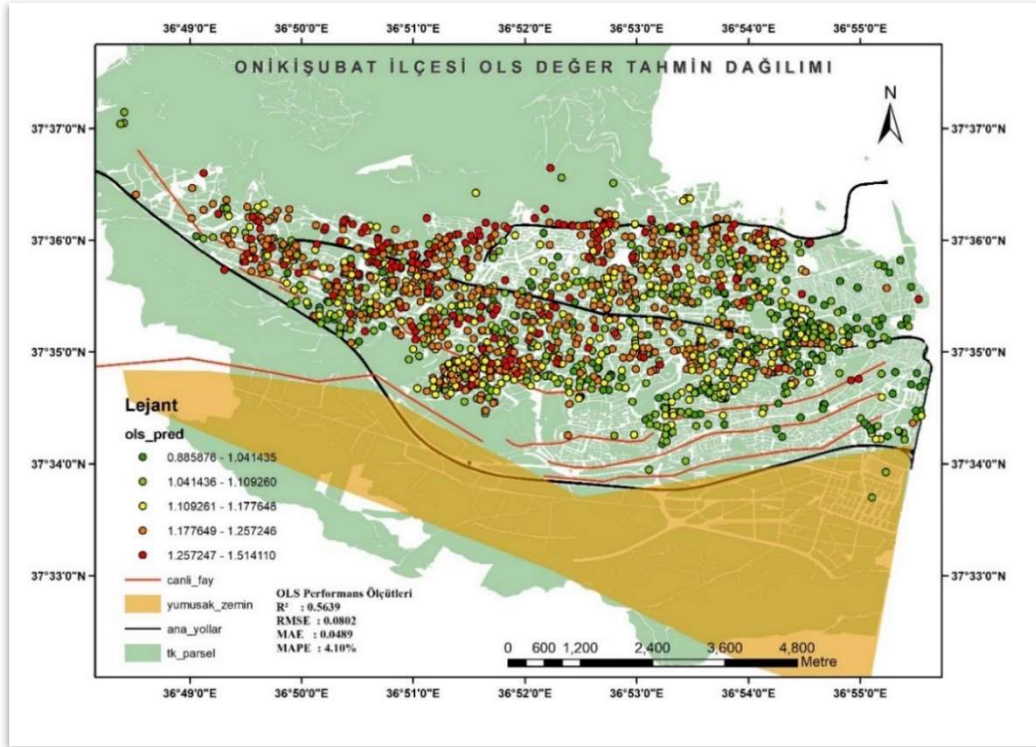
(c) GTWR dağılım haritası, piyasa verisine en yakın mekânsal örüntüyü üretmiş olup, özellikle yüksek değerli bölgelerin sınırlarını ve geçiş zonlarını başarıyla yakalamıştır. GTWR modelinin hem zamansal hem mekânsal ağırlıklandırma yapması, hızlı gelişen veya dönemsel fiyat değişimi yaşayan bölgelerde daha doğru kümeler oluşturmaya olanak sağlamıştır (Şekil 5.1c). Bu nedenle GTWR kümeleri, piyasa dinamiklerinin mekânsal-zamansal yapısını en iyi temsil eden model olarak öne çıkmaktadır.

(d) Piyasa Fiyatı kümeleri, ilçedeki piyasa değer dağılımının oldukça heterojen olduğunu göstermekte; özellikle Tekerek ve Kuzey Çevre Yolu üzerindeki mahallelerde şehir manzarası bakımından tercih edildiğinden, ticari akslara yakın bölgelerde ve yeni yapılaşma alanlarında yüksek değerli kümelerde yoğunlaşma gözlemlenmiştir (Şekil 5.1d). Eski konut dokusunun ve düşük nitelikli yapı stokunun bulunduğu bölgelerde düşük değerli kümeler ortaya çıkmaktadır. Bu durum piyasanın güçlü bir mekânsal bağımlılık içerdiğini ve değerlerin konuma duyarlı olarak değiştiğini göstermektedir.

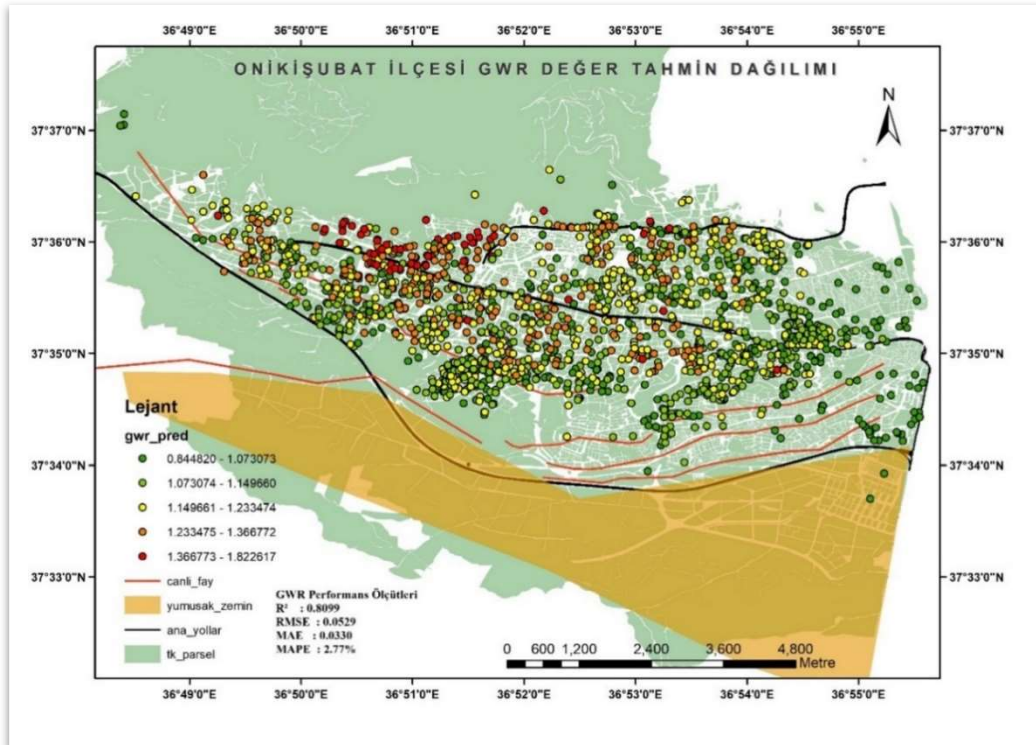
Genel olarak değerlendirildiğinde, Grouping Analysis sonuçları GTWR → GWR → OLS sıralamasıyla piyasa değerlerini temsil etme başarısının arttığını göstermektedir.

5.2. OLS, GWR ve GTWR Değer Tahminleri ile Piyasa Dağılımları

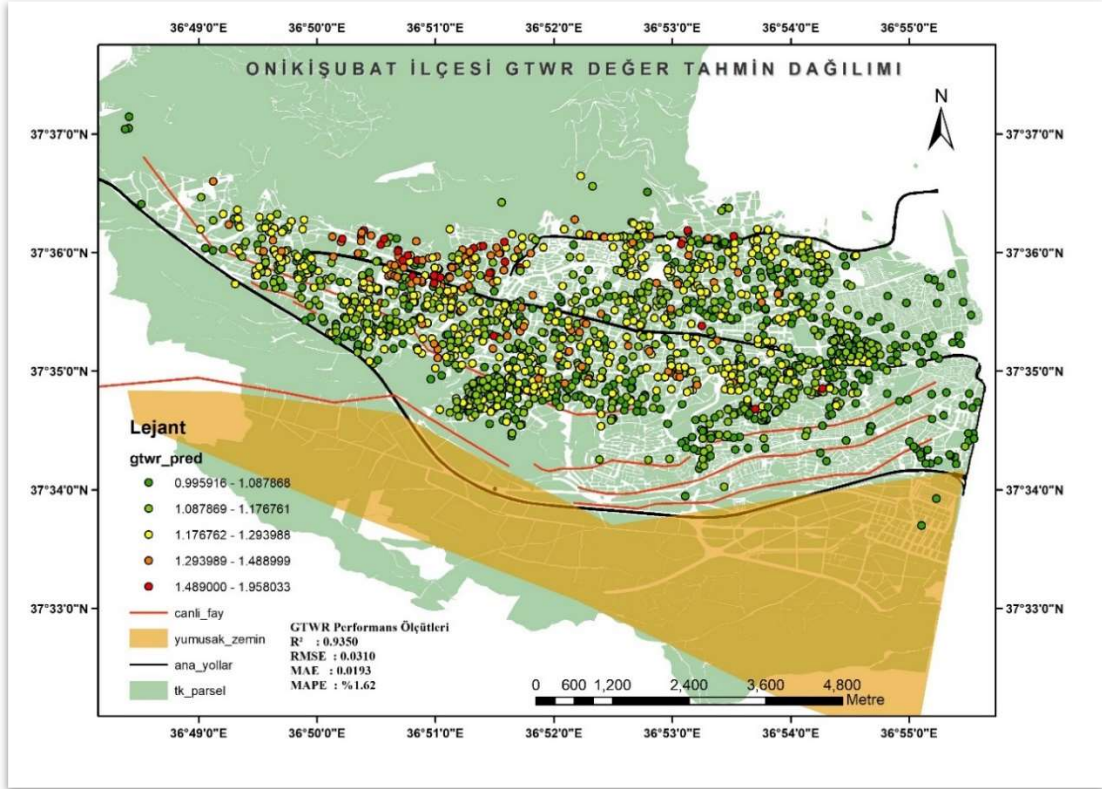
Analiz sonucu elde edilen OLS, GWR ve GTWR değerleri uygun yöntemler aracılığıyla GIS ortamına aktarılmış ve dağılım haritaları şekil 5.2’de gösterilmiştir.



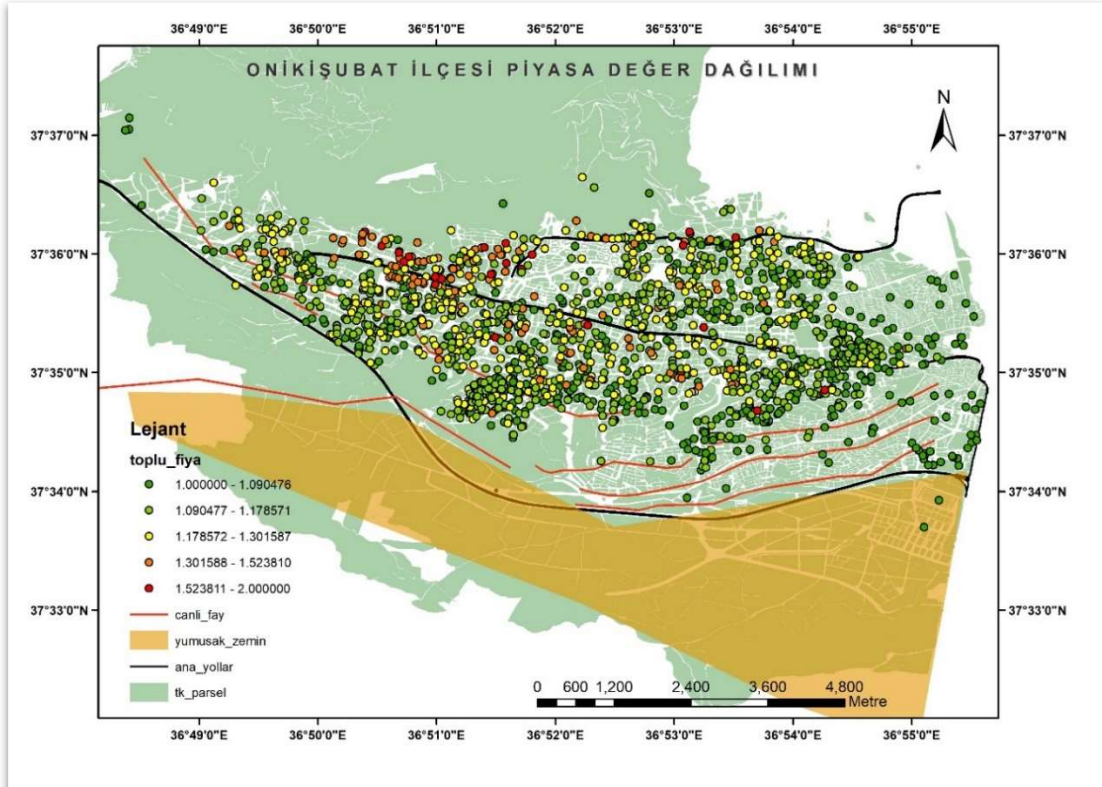
(a) OLS Dağılımı



(b) GWR Dağılımı



(c) GTWR Dağılımı



(d) Piyasa Dağılımı

Şekil 5.2. OLS (a), GWR(b) , GTWR (c) Modellerinin ve Piyasa değerlerinin (d) Mekânsal Tahmin Haritaları ve Performans Ölçütleri

Şekil 5.2’de sunulan OLS, GWR ve GTWR tahmin haritaları, üç farklı regresyon modelinin mekânsal değer dağılımlarını piyasa verisiyle karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Haritalar, modellerin performans ölçütleri (R^2 , RMSE, MAE, MAPE ve AIC) ile birlikte değerlendirildiğinde, mekânsal heterojenliğin taşınmaz fiyatlarını belirlemede ne kadar etkili olduğunu açık biçimde göstermektedir.

(a) OLS dağılımı, temel doğrusal regresyon yaklaşımının mekânsal farklılıkları dikkate almayan global yapısı nedeniyle, çalışma alanının büyük bölümünde homojen ve piyasa dinamiklerinden uzak bir dağılım üretmiştir. OLS tahmin haritası, yüksek ve düşük değer alanlarının sınırlarını belirlemede zayıf kalmış; özellikle piyasa değerinin mahalle ölçeğinde hızlı değiştiği bölgelerde aşırı genelleştirilmiş bir desen ortaya çıkarmıştır (Şekil 5.2a). Performans ölçütlerinin düşük ($R^2 \approx 0.56$) olması ve hata değerlerinin yüksek çıkması (RMSE ≈ 0.0802) bu durumu desteklemektedir.

(b) GWR dağılımı, mekânsal heterojenliği modele dahil ettiği için OLS’e kıyasla çok daha doğru bir mekânsal örüntü üretmiştir. GWR haritasında, yüksek değerli bölgelerin yoğunlaştığı koridorlar, düşük değerli yapı stoğunun görüldüğü mahalleler ve geçiş zonları çok daha belirgin bir şekilde ayrılmıştır. Bu durum, GWR’nin konuma bağlı katsayılar üretmesi sayesinde yerel etkileri yakalayabildiğini göstermektedir (Şekil 5.2b). GWR’nin daha yüksek R^2 değeri (≈ 0.81) ve daha düşük hata ölçütleri, mekânsal bağımlılığı dikkate almanın model başarısını artırdığını doğrulamaktadır.

(c) GTWR dağılımı, mekânsal farklılıkların yanı sıra taşınmaz fiyatlarının zamansal değişimini de modele dahil ettiği için üç yöntem arasında en yüksek doğruluğu sağlamıştır. GTWR haritasında hem yüksek değer kümeleri hem de düşük değer bölgeleri, piyasa verisiyle neredeyse birebir uyuyacak şekilde temsil edilmiştir (Şekil 5.2c). Özellikle kentleşmenin hızlı olduğu ve fiyatların dönemsel olarak değişim gösterdiği bölgelerde GTWR’nin mekânsal-zamansal ağırlıklandırması en isabetli sonuçları üretmiştir. Performans ölçütlerinin tamamı ($R^2 \approx 0.9350$, MAPE $\approx \%1,62$, RMSE ≈ 0.0310) bu üstünlüğü açık biçimde ortaya koymaktadır.

(d) Piyasa dağılımı, satış verilerinin mekânsal örüntüsünü göstererek modellerin başarı düzeylerinin test edilmesinde referans niteliği taşımaktadır. Verideki yüksek değer kümeleri, ticaret aksları, yeni gelişim bölgeleri, topografik avantaj sağlayan konut alanları GTWR tarafından en doğru şekilde yakalanmıştır (Şekil 5.2d). OLS ve GWR ise bu ayrıntıyı sınırlı düzeyde temsil edebilmiştir.

5.3. Hot Spots- Cold Spots analizi

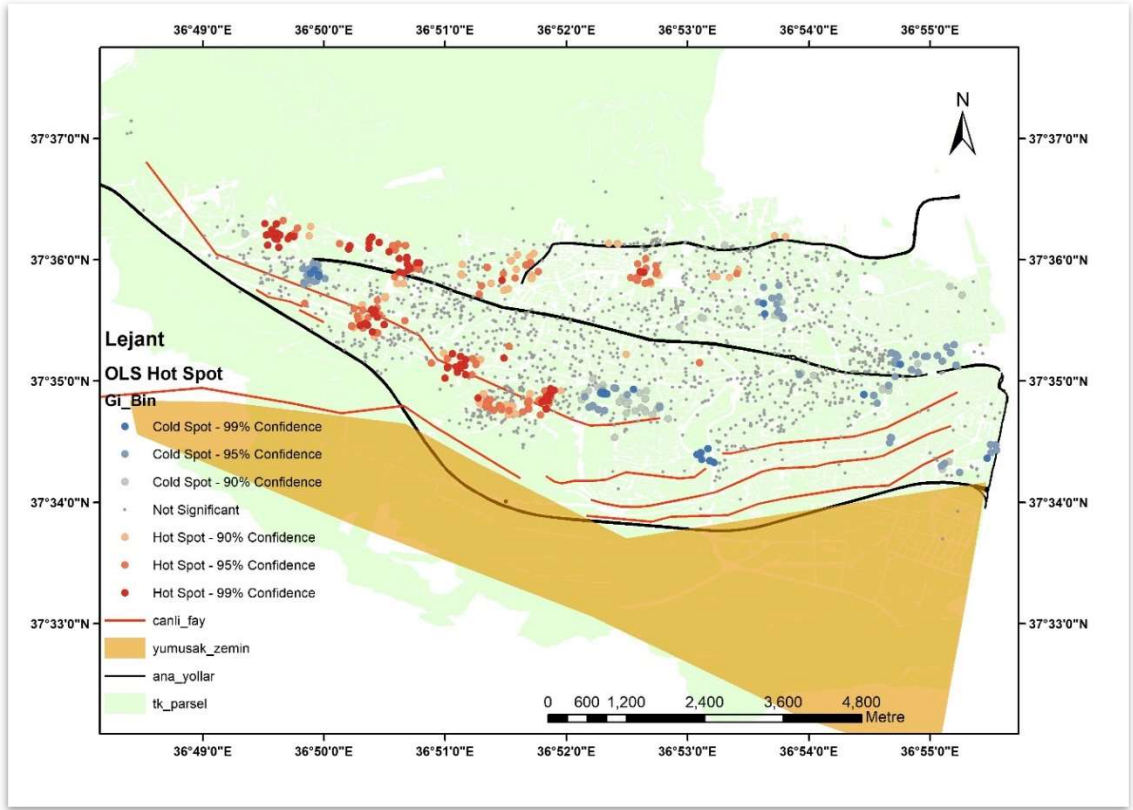
Şekil 5.3’de sunulan Hot Spot–ColdSpot analizleri hem piyasa değerlerinin hem de üç farklı model (OLS, GWR, GTWR) tarafından tahmin edilen değerlerin mekânsal kümelenme özelliklerini karşılaştırmalı biçimde ortaya koymaktadır. Analiz genel olarak, taşınmaz değerlerinde mekânsal bağımlılığın güçlü olduğunu, yüksek ve düşük değerli alanların belirli odaklarda istatistiksel olarak anlamlı kümeler oluşturduğunu göstermektedir.

(a) OLS tahminlerine göre elde edilen HotSpot haritası, piyasa örüntüsünü sınırlı ölçüde yansıtmaktadır. Çünkü OLS mekânsal heterojenliği dikkate almadığı için, model çıktısı mekânsal olarak daha genelleştirilmiş ve düşük ayrıntı seviyesine sahip bir HotSpot–ColdSpot yapısı üretmiştir (Şekil 3.3a). Özellikle piyasa verilerinde güçlü kümelenmenin olduğu bölgelerde OLS tahminleri bu yoğunluğu zayıflatarak aşırı düzleştirilmiş bir desen ortaya çıkarmıştır. Bu durum, OLS’in mekânsal özellikleri açıklamada yetersiz kaldığını göstermektedir.

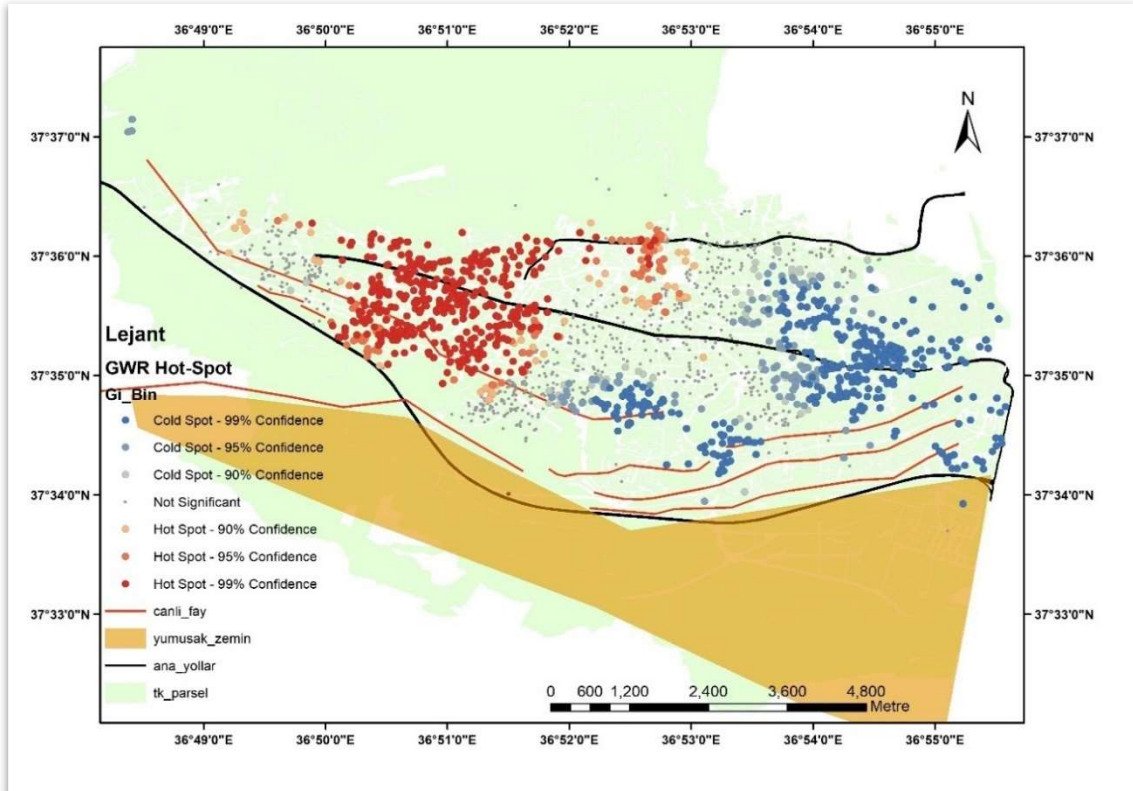
(b) GWR tahminlerine göre HotSpot analizi, OLS’e kıyasla çok daha başarılı bir mekânsal ayrışma sunmaktadır. GWR’de yerel katsayıların kullanılması, bölgeler arasındaki mekânsal farklılıkların modele doğrudan yansımaları sağlamış ve bunun sonucunda yüksek değer kümeleri ile düşük değerli bölgeler piyasa dağılımına oldukça yakın biçimde yeniden üretilmiştir (Şekil 3.3b).

(c) GTWR tahminlerine göre elde edilen HotSpot–ColdSpot dağılımı, dört harita arasında piyasa gerçekliğini en güçlü şekilde yansıtan sonuçları üretmiştir. Taşınmaz değerlerinin zaman içinde değişim gösterdiği bölgelerde GTWR, piyasa verisinin dinamik yapısını daha doğru temsil etmiş ve piyasa HotSpot bölgelerini en yüksek doğrulukla yeniden üretmiştir (Şekil 3.3c). ColdSpot kümelerinde de benzer şekilde, eski yapı stoğunun yoğun olduğu veya değer artışı göstermeyen alanlar doğru biçimde tanımlanmıştır.

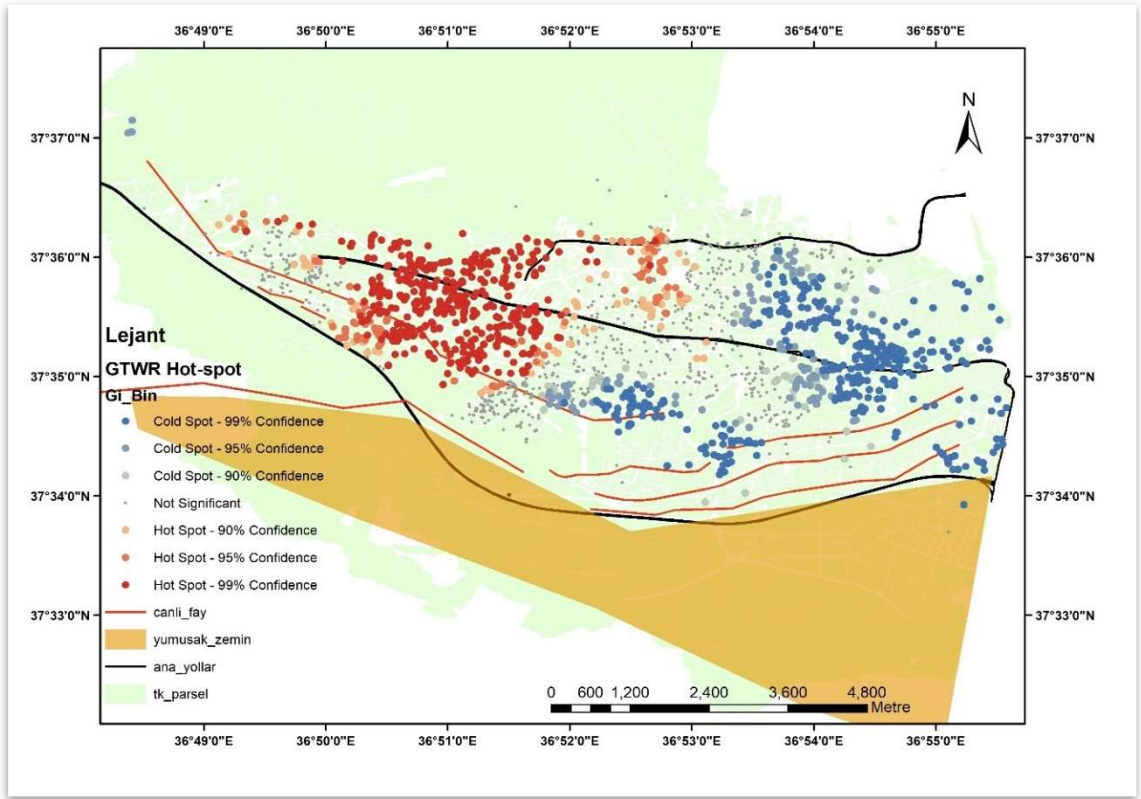
(d) Piyasa değerine ilişkin HotSpot haritası, satış verilerinin mekânsal örüntüsünü ortaya koyduğu için referans niteliği taşımaktadır. Haritada yüksek piyasa değerlerinin (HotSpot) genellikle zemin olarak en sağlam bölge olan kuzey çevre yolu ile, yeni gelişim bölgeleri etrafında yoğunlaştığı; düşük değerli bölgelerin (ColdSpot) ise eski yapı stoğunun bulunduğu ve zemin durumunun yumuşak olduğu alanlara yakın kümелendiği görülmektedir (Şekil 3.3d). Bu durum, taşınmaz değerlerinin mekânsal olarak tesadüfi dağılmadığını, belirli mekânsal süreçlere bağlı olarak şekillendiğini göstermektedir.



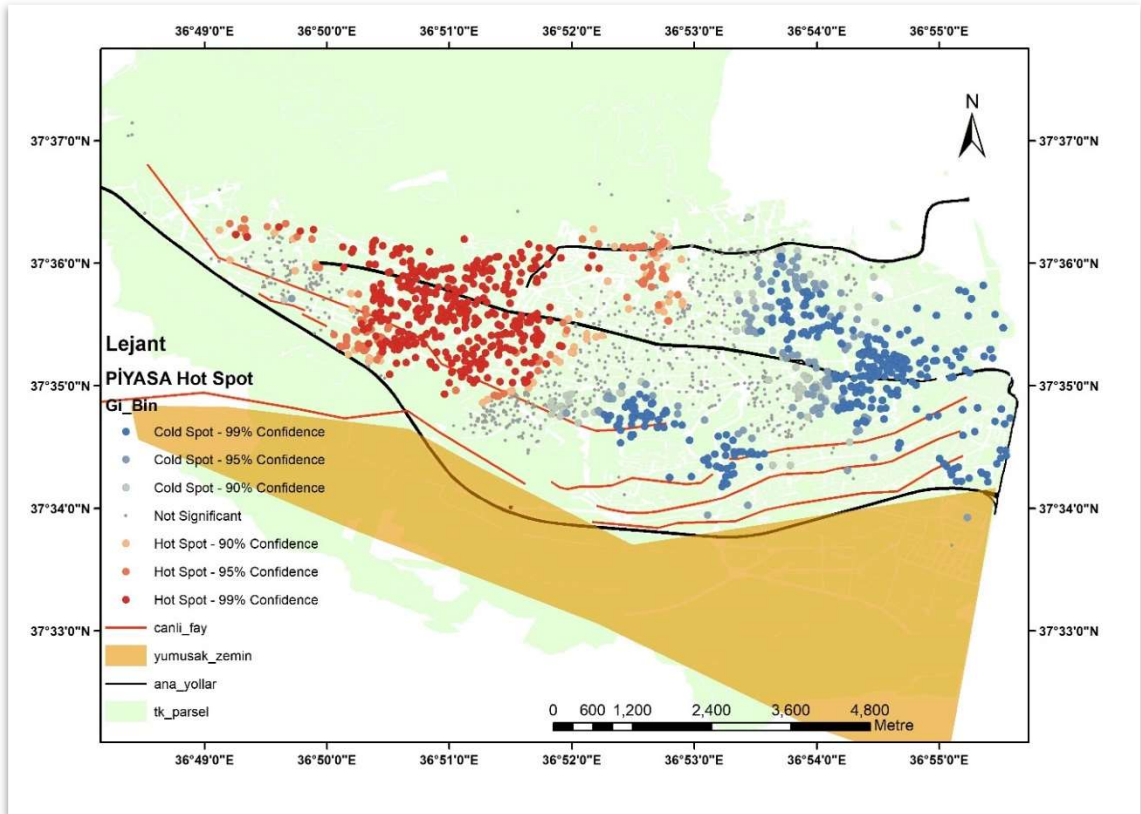
(a) OLS Tahminlerine Göre



(b) GWR Tahminlerine Göre



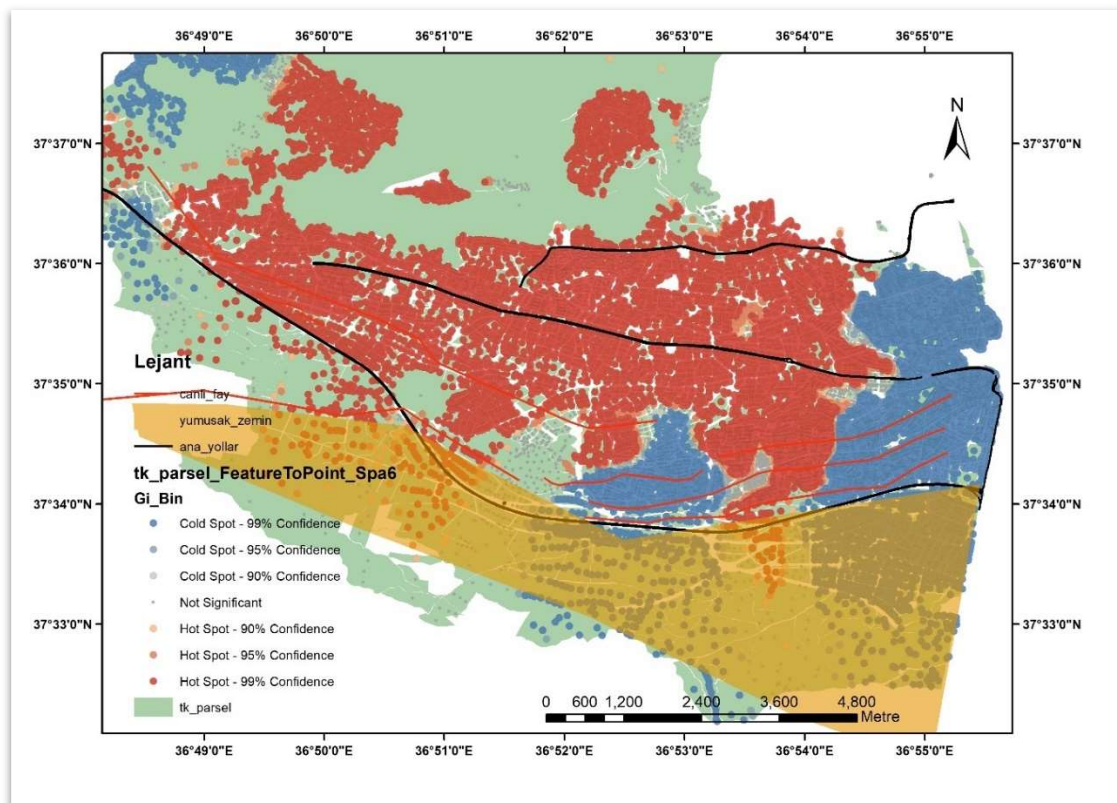
(c) GTWR Tahminlerine Göre



(d) Piyasa Değerine Göre

Şekil 5.3. OLS Tahminlerine(a), GWR Tahminlerine(b), GTWR Tahminlerine(c) ve Piyasa Değerine(d) göre HotSpots- ColdSpots Analizi

Genel olarak değerlendirildiğinde, HotSpot–ColdSpot analizleri mekânsal kümeleşmenin modeller arasındaki başarı farkını açık bir biçimde ortaya koymuştur. OLS en düşük mekânsal doğruluğu üretirken, GWR mekânsal farklılığı yakalamış, GTWR ise mekânsal-zamansal dinamikleri temsil ederek piyasa verisine en yakın kümelenme yapısını sunmuştur. Bu sonuç, taşınmaz değerlemesinde özellikle zamana bağlı değişimlerin önemli olduğu çalışmalarda GTWR yaklaşımının önemli bir üstünlük sağladığını göstermektedir.



Şekil 5.4. Parsel Bazlı HotSpots Cold Spot Analizi

Şekil 5.4’te sunulan parsel bazlı Hot Spot–ColdSpot analizi, çalışma alanındaki taşınmaz değer örüntüsünün zeminel altlıklar ve parsel ölçeğindeki özelliklerle birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen mekânsal istatistiksel kümelenmeyi göstermektedir. Analizde, parsellerin ağırlık merkezlerine ilişkin noktasal değerler ile satış verilerinden oluşan değer kümesinin birlikte ağırlıklandırılması hem mevcut piyasa hareketliliğini hem de zeminel risk ve yapı stoğu farklılıklarını eş zamanlı olarak modele yansıtmıştır.

5.4. HL (High-Low) Aykırı Değer Analizi

Şekil 5.5'te sunulan High-Low (HL) ve Low-High (LH) kümeleme aykırılık analizi, taşınmaz değerlerinin mekânsal yapı içerisindeki tutarlı ve tutarsız örüntülerini hem piyasa verileri hem de OLS, GWR ve GTWR tahminleri üzerinden karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Analiz, mekânsal bağımlılık gücünü ve modellerin yüksek-düşük değer kümelerini yakalayabilmesini değerlendirme açısından kritik bir göstergedir.

(a) OLS tahminleri, mekânsal bağımlılığı hesaba katmadığı için HL ve LH bölgelerini yeterince hassas şekilde ayırt edememiş; özellikle heterojen parsel dokusuna sahip bölgelerde piyasa değerlerinden önemli sapmalar göstermiştir (Şekil 5.5a). Bu nedenle OLS, mekânsal anomali oluşumlarını doğru şekilde konumlandıramamış ve özellikle sınır bölgelerde kümelenme gücü zayıf kalmıştır.

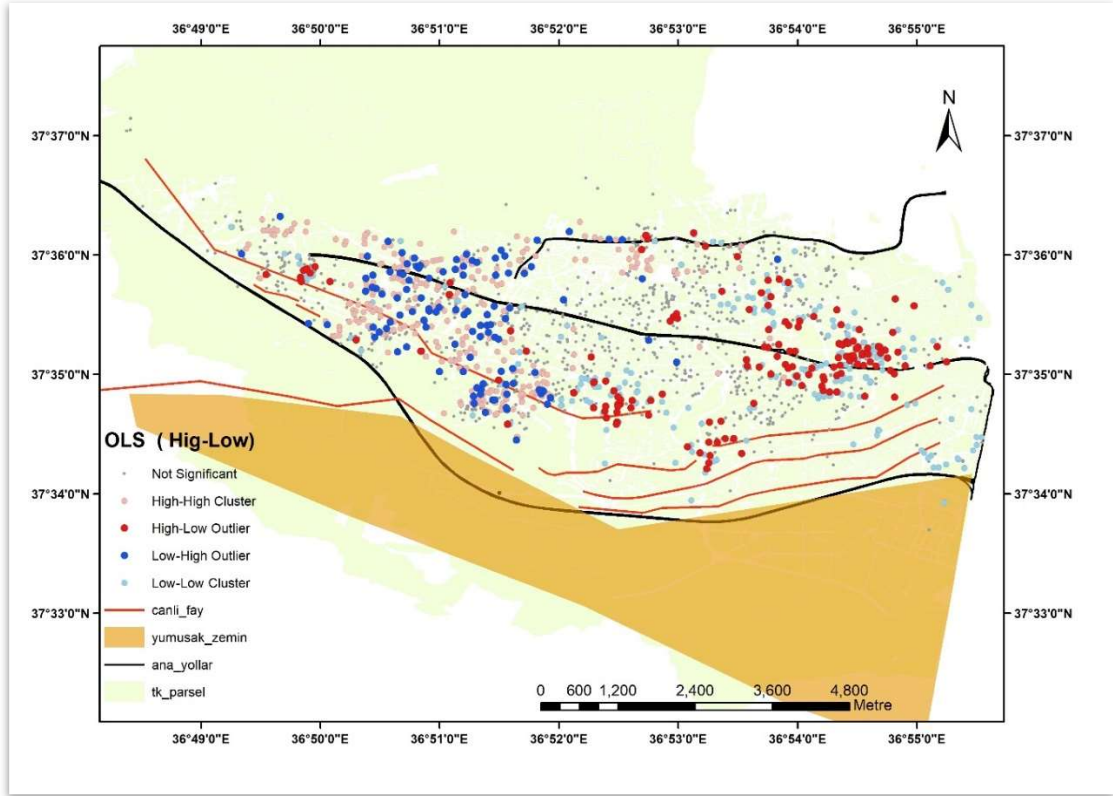
(b) GWR sonuçları, HL-LH örüntülerini piyasa verilerine daha yakın bir hassasiyetle yakalamış ve yerel değişkenliğin etkisini modele başarıyla yansıtmıştır. GWR'ın özellikle mahalle bazlı fiyat dalgalanmalarını ve sosyo-mekânsal farklılıkları yakalamada başarılı olmuştur (Şekil 5.5b). Buna rağmen zamansal bileşenin eksikliği nedeniyle bazı dinamik bölgelerde HL-LH tanımlaması piyasa değerleriyle örtüşmemiştir.

(c) GTWR tahminleri, HL ve LH bölgelerini piyasa verilerine en yüksek doğrulukla eşleştiren model olmuştur. Mekânsal değişkenliğe ek olarak zamansal gelişimi de hesaba kattığı için, deprem sonrası fiyat sıçramaları, kentsel dönüşüm hareketliliği ve dönemsel talep artışları gibi zaman bağımlı etkileri başarıyla tanımlamış; böylece hem HL hem de LH anomali kümelerini en tutarlı şekilde üretmiştir (Şekil 5.5c). GTWR'ın özellikle deprem sonrası yüksek değerli alanların bir anda düşük değerli çevrelerle kontrast oluşturduğu HL bölgelerini doğru yakalaması modelin üstünlüğünü göstermektedir.

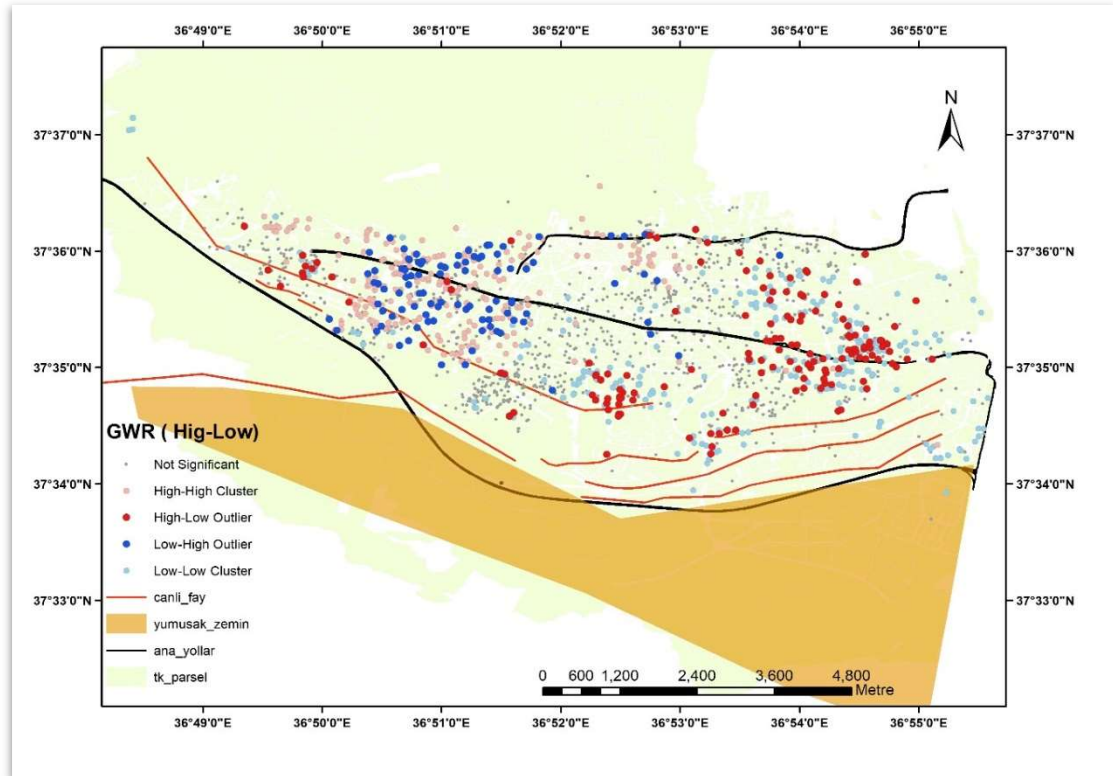
(d) Piyasa Değerlerine Göre analizde, HL bölgeler genellikle yüksek değerli parsellerin düşük değerli komşuluklarla çevrildiği geçiş zonlarında ortaya çıkmıştır. Bu durum, hızlı dönüşüm yaşayan alanlarda veya mikro düzeyde heterojen arazi kullanımına sahip bölgelerde daha belirgin gözlenmiştir (Şekil 5.5d). LH bölgeler ise düşük değerli taşınmazların yüksek değerli çevrelerle temas ettiği, sosyo-ekonomik açıdan kırılgan veya gelişim potansiyeli bulunan alanlara işaret etmektedir.

Genel olarak, aykırı değerlerin ve mekânsal kümelerin en gerçekçi biçimde yakalandığı model GTWR olurken, GWR makul düzeyde yerel duyarlılık sağlamış, OLS

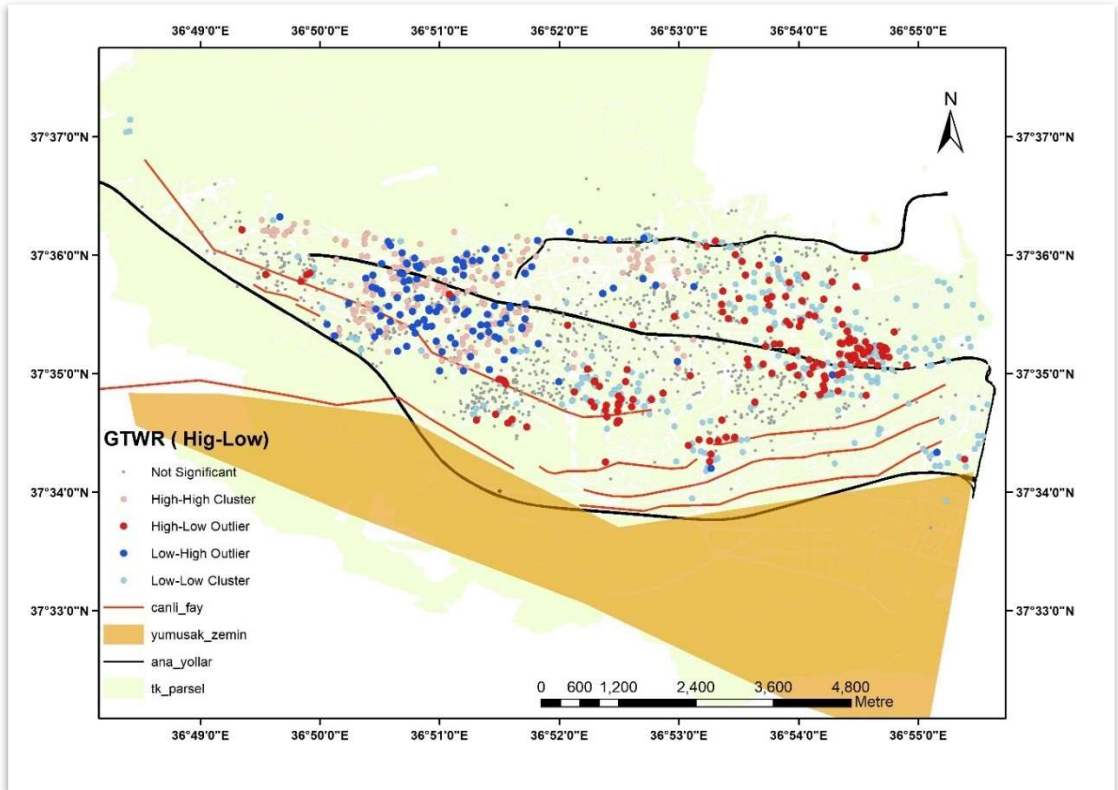
ise mekânsal heterojenliği dikkate almadığı için HL–LH örüntülerini sınırlı doğrulukla oluşturmuştur.



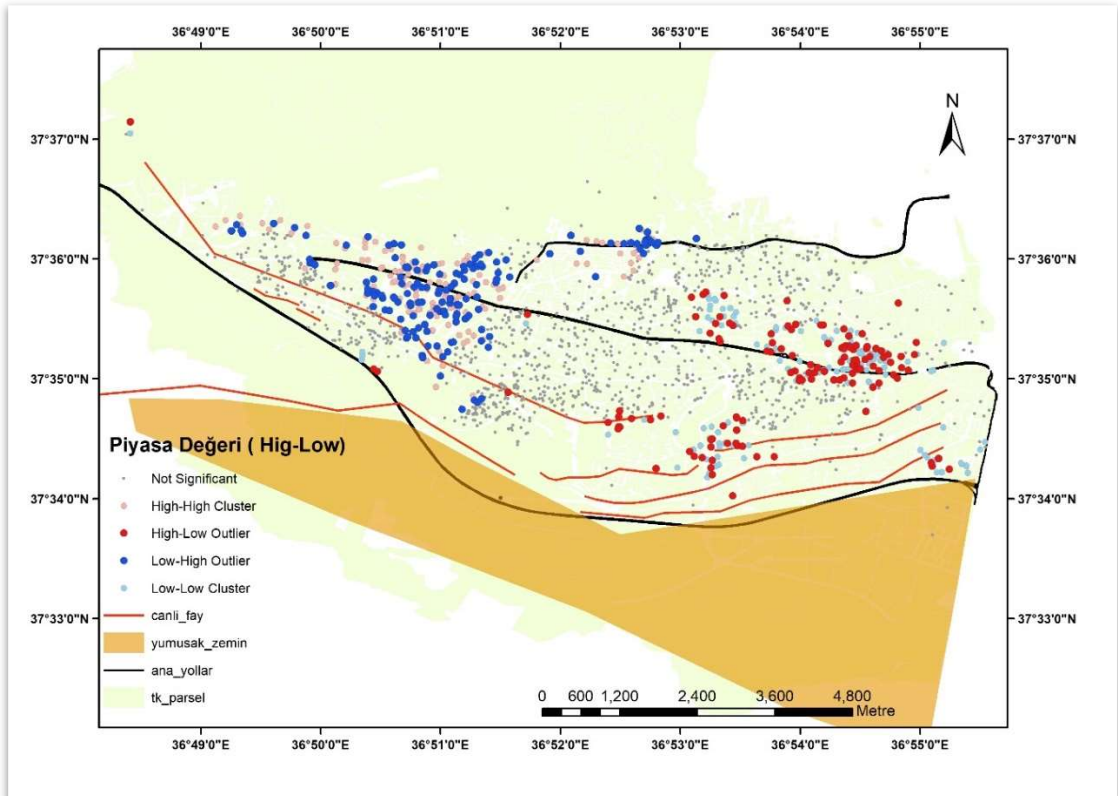
(a) OLS Tahminlerine Göre



(b) GWR Tahminlerine Göre

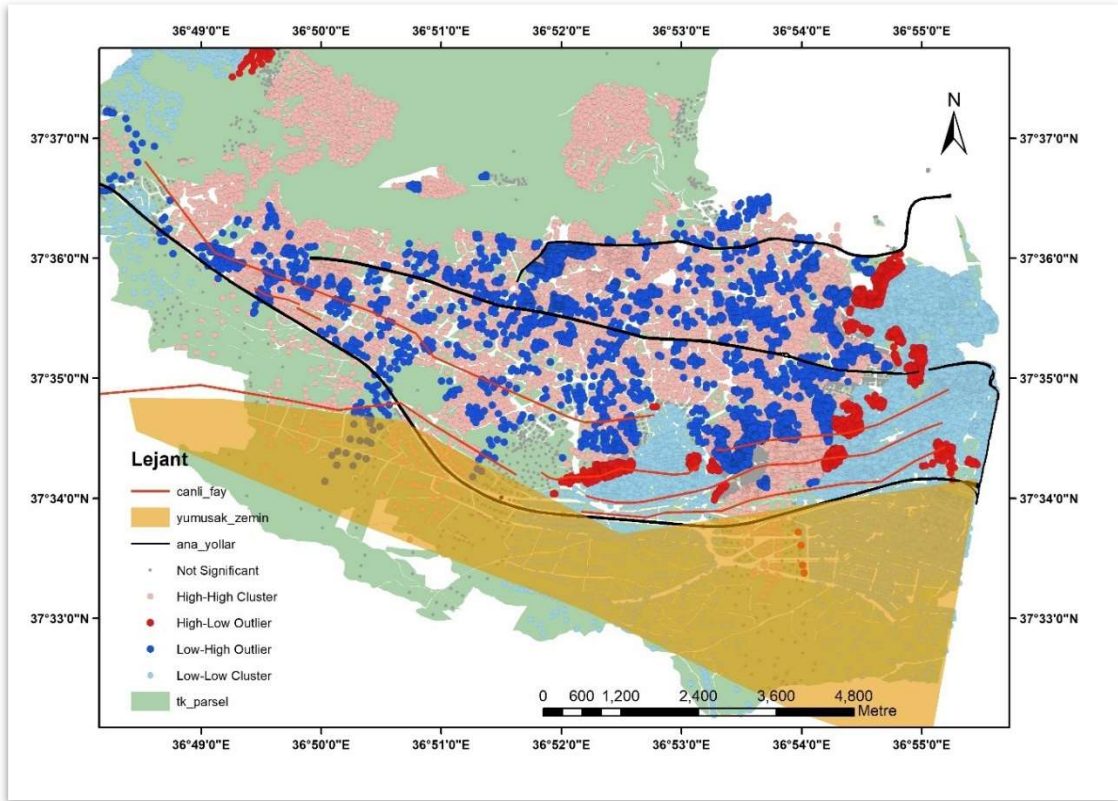


(c) GTWR Tahminlerine Göre



(d) Piyasa Değerlerine Göre

Şekil 5.5. Kümeleme ve Aykırı Değer Analizi



Şekil 5.6. Parsel Bazlı Kümeleme ve Aykırı Değer Analizi

Şekil 5.6’da sunulan parsel bazlı kümeleme ve aykırı değer analizi, çalışma alanındaki taşınmazların mekânsal olarak hangi bölgelerde benzer özellikler gösterdiğini ve hangi parsellerin çevresinden anlamlı biçimde ayrıştığını ortaya koymaktadır. Analiz sonucunda elde edilen High–High (HH) kümeleri, yüksek değerlere sahip parsellerin yine yüksek değerli komşularla çevrili olduğu, dolayısıyla güçlü mekânsal otokorelasyon gösteren bölgeleri işaret etmektedir. Bu alanlar genellikle yeni yapılaşmanın yoğun olduğu, site yerleşimlerinin ve düzenli kentsel dokunun bulunduğu, sosyo-ekonomik açıdan güçlü bölgeler ile örtüşmektedir.

Low–Low (LL) kümeleri ise düşük değerli parsellerin yoğunlaştığı, çoğunlukla eski yapı stoğu, küçük parsel alanları, düşük katlı konutlar ve parçalı mülkiyet yapısı gibi özelliklere sahip alanları temsil etmektedir.

Analizde belirlenen High–Low (HL) ve Low–High (LH) aykırı parseller ise piyasa değerleri ile yakın çevresindeki değerler arasında belirgin bir uyumsuzluğun bulunduğu dikkat çekici mekânsal birimlerdir. HL bölgeleri, yüksek değerli tekil parsellerin düşük değerli bir doku içerisinde yer aldığı; genellikle yeni yapılan apartman bloklarının eski yerleşim alanlarına komşu olduğu dönüşüm zonlarıdır. LH bölgeleri ise gelişim potansiyeli taşıyan, çevresine göre düşük değerli kalan ve gelecekte kentsel

dönüşüm veya yatırım hareketliliğine açık parselleri göstermektedir. Bu yapısal uyumsuzluklar, hem fiyat oluşum mekanizmasına dair önemli mekânsal ipuçları sunmakta hem de karar vericilerin müdahale önceliği belirleyebilmesi için kritik bilgiler sağlamaktadır.

Genel olarak parsel bazlı analiz, bölgenin mikro-mekânsal heterojenliğini başarılı biçimde yansıtmış, yüksek ve düşük değer kümelerinin net şekilde ayrıştığını ve özellikle geçiş zonlarında aykırılıkların yoğunlaştığını göstermiştir. Bu bulgular, GTWR analizinden elde edilen mekânsal değişkenlik sonuçlarıyla uyumlu olup, taşınmaz piyasa dinamiklerinin hem parsel özelliklerinden hem de komşuluk ilişkilerinden güçlü şekilde etkilendiğini ortaya koymaktadır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesinde yer alan konutların değerini belirleyen yapısal, çevresel ve zeminel faktörler mekânsal ve zamansal farklılıklar dikkate alınarak analiz edilmiştir. 2022, 2023 ve 2025 yıllarına ait taşınmaz verileri kullanılarak OLS, GWR ve GTWR modelleri uygulanmış; modellerin performansları karşılaştırılarak konut değerlerinin hangi faktörlerden, ne ölçüde ve nasıl etkilendiği ortaya konmuştur.

Çalışmanın ilk aşamasında klasik Çoklu Doğrusal Regresyon (OLS) modeli kurulmuş ve mekânsal bağımlılığı göz ardı eden bu yöntemin konut değerlerini açıklamada yetersiz kaldığı görülmüştür. OLS modelinde elde edilen R^2 değeri 0.56, MAPE değeri yaklaşık %4.10 olup, mekânsal heterojenliğin göz ardı edilmesi nedeniyle modelin açıklayıcılığı sınırlı kalmıştır.

Mekânsal farklılıkları dikkate alan GWR modelinde performans önemli ölçüde artmıştır. GWR modelinin R^2 değeri 0.80'e ulaşmış, hata ölçütleri belirgin şekilde iyileşmiş, özellikle konut değerinin bulunduğu konuma göre önemli derecede değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu durum, Onikişubat ilçesinde konut değerinin homojen olmadığı; mahallerin, ulaşım olanaklarının, kamu hizmet olanaklarının ve çevresel niteliklerin fiyatları önemli ölçüde farklılaştırdığı sonucunu desteklemektedir.

Zamansal değişimi de modele dahil eden GTWR modeli, en yüksek açıklayıcılığı sağlayarak çalışmanın en başarılı modeli olmuştur. GTWR ile elde edilen R^2 değeri 0.93'e, MAPE %1,6'ya kadar düşmüştür. Bu sonuç, konut değerlerinin yalnızca konuma göre değil, aynı zamanda zaman içinde değişen ekonomik ve çevresel koşullara göre de farklılaştığını göstermiştir. Özellikle 2023 yılında yaşanan deprem sonrası dönemde konut değerlerinde belirgin yapısal bir kırılma meydana gelmiş; zemin kalitesi, fay hattına uzaklık ve yapı özellikleri gibi değişkenlerin etkisi artmıştır. GTWR modelinin yüksek performansı, bu zamansal değişimleri başarıyla yakaladığını ortaya koymaktadır.

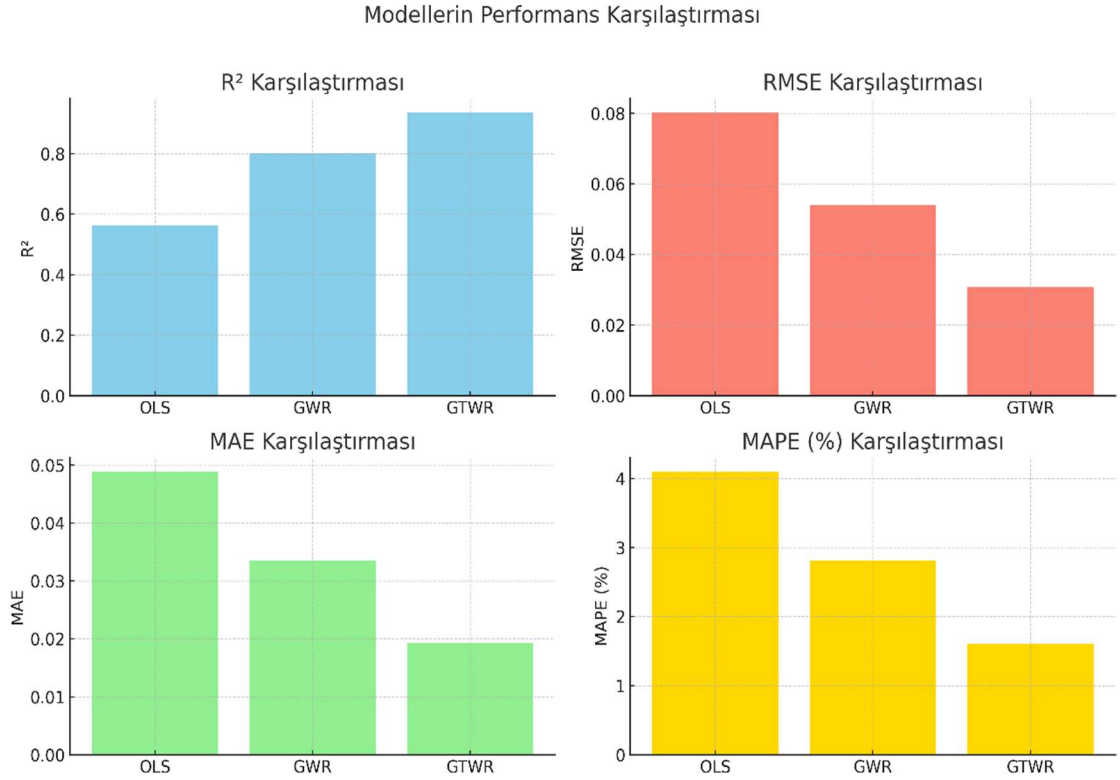
Harita tabanlı analizlerde yüksek değer kümelenmelerinin merkezi bölgelerde, ana ulaşım arterlerine yakın, çevresel imkanları gelişmiş ve zeminel açıdan elverişli alanlarda yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Düşük değerli kümeler ise zemin kalitesi düşük, merkeze uzak veya deprem sonrası yapısal risk barındırma potansiyeli taşıyan bölgelerde görülmüştür. Hot–Cold Spot analizleri, yüksek–yüksek kümelenmelerin güçlü mekânsal

bağımlılık sergilediğini; düşük–yüksek ve yüksek–düşük alanların ise geçiş zonlarını temsil ettiğini göstermiştir.

Araştırmanın bulguları, konut değerlemesinde mekânsal ve zamansal etkilerin göz ardı edilmemesi gerektiğini; GTWR gibi gelişmiş yöntemlerin taşınmaz değerini çok daha doğru ve güvenilir biçimde tahmin ettiğini göstermektedir. Deprem gibi bölgesel şokların da fiyat dinamiklerini köklü biçimde değiştirdiği ve bu etkilerin GTWR ile etkili biçimde modellenbildiği tespit edilmiştir.

Literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemler genelde stabil ortamlarda yüksek performans göstermektedir. Ancak dalgalı bir piyasada bağımlı değişkenimiz olan fiyat faktörü zamansal olarak değişim gösterdiğinden model kurmak karmaşık ve zor hale gelmektedir. Örneğin pandemi sonrasında oluşan fiyat dalgalanmalarını bölgede gerçekleşen deprem de etkilemiştir. 2022 yılında Alüvyal zemin üzerine kurulan Merkez Hayrullah Mahallesi'ndeki evler Kuzey Çevre Yolu civarında bulunan Mahallelerdeki evlerle fiyat olarak yarışırken; Deprem sonrası fiyat farkı önemli ölçüde açılmıştır.

Bu çalışmada ele alınan 2022-2025 yılları arasında Onikişubat İlçesi'ne ait veriler üzerinden 3 adet analiz yapılmış ve sonuçlar gösterilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Çoklu Lineer Regresyon (OLS), GWR ve GTWR Karşılaştırması

- **OLS (Çoklu Lineer Regresyon):** OLS modeli en düşük başarıyı göstermiştir. R^2 değeri %56 seviyesinde kalmış, yani model bağımlı değişkendeki (taşınmaz fiyatı) varyansın yalnızca yarısını açıklayabilmektedir. RMSE (0.0802) ve MAPE (%4.10) değerleri görece yüksektir. Bu da mekânsal ve zamansal farklılıkların göz ardı edilmesinden kaynaklanmaktadır.
- **GWR (Coğrafi Ağırlıklı Regresyon):** GWR modeli, mekânsal farklılıkları dikkate aldığı için OLS'ye kıyasla çok daha iyi sonuçlar vermiştir. R^2 değeri %80 seviyesine çıkmış, hata ölçütleri de belirgin şekilde azalmıştır (MAPE %2,81). Bu durum, taşınmaz fiyatlarının mekânsal heterojenliğe duyarlı olduğunu göstermektedir.
- **GTWR (Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon):** GTWR modeli en yüksek performansı sergilemiştir. R^2 değeri %93,5 olup bağımlı değişkenin varyansını büyük oranda açıklamaktadır. Hata ölçütleri de oldukça düşüktür (RMSE 0.0308, MAPE %1,61). Bu sonuç, taşınmaz değerlerinin yalnızca mekâna göre değil, aynı zamanda zamana göre de değişim gösterdiğini ve GTWR'nin bu dinamikleri başarıyla yakaladığını kanıtlamaktadır.

Çalışmada kullanılan üç modelin karşılaştırması, kullanılan yöntemler arasında GTWR'nin taşınmaz değerlemede en uygun yöntem olduğunu göstermektedir. Mekânsal-zamansal farklılıkları modelleme kapasitesi, özellikle deprem gibi şokların fiyatlar üzerindeki etkisini açıklamada güçlü bir avantaj sağlamaktadır.

GTWR modeli, taşınmaz değerlerini etkileyen faktörlerin zaman ve mekân bağlamında değişen etkilerini ayrıştırarak, klasik ve mekânsal modellerden daha güçlü bir analiz sunmuştur. Modelin yüksek R^2 değeri ve düşük MAPE değeri, taşınmaz değerlendirme uygulamalarında hem mekânsal hem de zamansal karar destek süreçlerinde kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Kentsel dönüşüm, yatırım planlaması ve kamulaştırma gibi kamu uygulamalarında GTWR kullanımı, karar alıcıların daha yerel ve zaman uyumlu stratejiler geliştirmelerine imkân tanır. Ayrıca model çıktıları, sadece bugünkü değerleri değil, gelecekteki eğilimleri öngörme açısından da önemli bir temel sunar.

Sonuç olarak, çalışma; konut değerinin belirleyicilerinin zaman ve mekân boyunca değiştiğini, bu değişimin klasik yöntemlerle tam olarak açıklanamayacağını ve GTWR yönteminin özellikle afet sonrası dönemlerde taşınmaz değer analizlerinde üstün performans sunduğunu ortaya koymuştur. Bu kapsamda, mekânsal-zamansal modellerin

gayrimenkul değerleme süreçlerinde, kentsel planlamada, risk analizlerinde ve politika geliştirme aşamalarında daha yaygın kullanılmasının karar vericilere önemli katkılar sunacaktır.

6.2. neriler

Bu alışma ile elde edilen bulgular, konut değerleme süreçlerinde mekânsal ve zamansal değişkenlerin belirleyici bir role sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Bu nedenle gerek kamu kurumlarının gerekse özel sektörün taşınmaz değerleme uygulamalarında geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek GTWR gibi gelişmiş mekânsal modelleri kullanması önem taşımaktadır. Özellikle deprem sonrası oluşan piyasa kırılmaları ve zemin özelliklerine bağlı değer değişimleri göz önünde bulundurulduğunda, zemin yapısı, fay hattına uzaklık, bina yaşı ve çevresel nitelikler gibi faktörlerin düzenli olarak izlenmesi ve değerleme modellerine entegre edilmesi gerekmektedir. Afet riski yüksek bölgelerde verimli bir değerleme yapabilmek için mekânsal veri setlerinin güncel ve yüksek znrlkl olması; satış kayıtlarının da kesin koordinat bilgisiyle eksiksiz biçimde tutulması büyük önem taşır.

Çalışmanın gösterdiği bir diğer önemli sonuç, konut fiyatlarının zaman içinde önemli ölçüde dalgalanmasıdır. Bu nedenle fiyat dinamiklerinin doğru biçimde izlenebilmesi için GTWR modelinin her yıl yeni verilerle güncellenmesi, piyasa eğilimlerinin periyodik olarak analiz edilmesi ve elde edilen sonuçların konut politikalarının oluşturulmasında dikkate alınması uygun olacaktır. Özellikle düşük değer kümelerinin tespit edildiği bölgelerde sosyal donatı, ulaşım ve çevresel kaliteyi artırıcı planlama adımlarının atılması, yüksek riskli alanlarda ise kentsel dönüşüm süreçlerinin hızlandırılması gerekmektedir. Deprem sonrası konut talebinde görülen mekânsal kaymalar, değer kaybı veya artışı yaşayan bölgelerde politika farklılaştırılması gerektiğini de göstermektedir. Bu bağlamda yeniden imar kararlarının, afet müdahale programlarının ve sosyal konut projelerinin mekânsal analiz sonuçlarıyla uyumlu biçimde kurgulanması hayati önem taşımaktadır.

GTWR'nin yüksek tahmin doğruluğu, Gelecek çalışmalarda modelin sosyo-ekonomik göstergeler, ulaşım süreleri, mikro deprem verileri gibi ek değişkenlerle zenginleştirilmesi, taşınmaz değerinin daha kapsamlı ve çok boyutlu bir yaklaşımla incelenmesine katkı sağlayacaktır. Tarımdan barınmaya, endüstriyel tesislerden hayvancılık alanına kadar her noktada taşınmazı görmek mümkündür. Kamulaştırma,

vergilendirme veya diğer değerleme alanlarında ortak sistem kullanılmadığından değerleme konusunda da çeşitli farklılıklar meydana gelmektedir. Elbette ki her taşınmaz kendine özgüdür ve kendine göre bir değer tahmin metodu vardır. Lakin 4 yılda bir güncellenen ve 2025 yılı emlak rayiç bedellerinin güncelleme çalışmasında bazı yerel yönetimlerin çok fahiş artışlar yaptığı medyaya yansımaktadır. Bunun temel sebebi de ortak bir temele oturmayan gayrimenkul değerleme sistemidir. Bu doğrultuda mekânsal veri üretiminin desteklenmesi, kurumsal veri paylaşımının artırılması ve yerel yönetimlerin coğrafi bilgi sistemlerini daha aktif kullanmaları, ranta göre değil bilimsel temellere göre sonuç üretecektir.

Bu çalışmada 3 yöntemden en kullanışlı olan Coğrafi ve Zamansal Ağırlıklı Regresyon Analizi (GTWR), hızlı ve güvenilir sonuç verebilmektedir. Güncellenebilen ve iyi algoritma ile gelecek yıllara ait tahmin yapabilme yeteneğine sahiptir. Zamana yayılmış ne kadar fazla veri varsa tutarlılık ve tahmin gücü de o yönde artacaktır. İyi bir veri bankacılığıyla bir veri tabanı oluşturulabilir, bu veriler ışığında da GTWR modeli güncellenerek toplu taşınmaz değerlemeyi hızlı ve güvenilir bir şekilde yapabilecektir.

Sistemlerin birbirine entegrasyonu ile akıllı şehirler oluşturulabilir. Bu sayede günümüzde statik bir yapıya sahip olan 3B Kent Modeli ile değer tahminleri, dinamik bir yapıya dönüşebilecektir.

KAYNAKLAR

- Afşar, A., Yılmazel, Ö., & Yılmazel, S., 2017, Konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik model ile belirlenmesi: Eskişehir Örneği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (37), 195-205.
- Alkan, T., & Durduran, S. S., 2021, Turizm kentlerinde taşınmaz değerlemenin CBS ve AHP yöntemi yardımıyla incelenmesi: Alanya kenti örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 178-187.
- Alkan, M., & Özfidan, F., 2016, Taşınmaz değerlemesine yönelik coğrafi bilgi sistemi tasarımı ve uygulaması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(2), 334-344.
- Aliefendioğlu, Y. ve Tanrıvermiş, H., 2015, Kentsel Dönüşüm Sürecinde Taşınmaz ve Proje Değerleme İşlemleri ve Sorunlarının Analizi: Kayseri Büyükşehir Belediyesi Sahabiye ve Fatih Mahalleleri Dönüşüm Projesi Örneği Çerçevesinde Değerlendirme, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(39), 736-769.
- Anadolu Ajansı, 2023, <https://www.aa.com.tr/tr/asrin-felaketi/kahramanmarasta-deprem-onesi-ve-sonrasi-cekilen-fotograflar-kentteki-yikimi-ortaya-koyuyor/2834145> (Erişim 10/10/2025).
- Atkinson, P. M., S. E. German, D. A. Sear, and M. J. Clark., 2003, Exploring the Relations between River Bank Erosion and Geomorphological ContrOLS Using Geographically Weighted Logistic Regression. *Geographical Analysis* 35(1), 58–82.
- Aziz Şişman, D., & Şişman, Y., 2016, Konutun Değerine Etki Eden Faktörlerin Araştırılması. *The Fourth International Symposium on Engineering, Artificial Intelligence and Applications*, Girne, Kıbrıs, 2 - 04 Kasım 2016.
- Balyemez, S., & Berköz, L., 2010, Hasar Görebilirlik Ve Kentsel Deprem Davranışı. *İTÜDERGİSİ/A*, 4(1).
- Bender, A., Din, A., Favarger, P., Hoesli, M., & Laakso, J., 1997, An analysis of perceptions concerning the environmental quality of housing in Geneva. *Urban Studies*, 34(3), 503-513.
- Bitter, C., G. Mulligan, and S. Dall'erba., 2007, Incorporating Spatial Variation in Housing Attribute Prices: A Comparison of Geographically Weighted Regression and the Spatial Expansion Method. *Journal of Geographical Systems*, 9, 7–27.

- Brunsdon, C., Fotheringham, A.S., and Charlton, M.E., 1996, Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity, *Geographical analysis*, 28(4):281–298.
- Buyantuyev, A., and J. Wu., 2010, Urban Heat Islands and Landscape Heterogeneity: Linking Spatiotemporal Variations in Surface Temperatures to Land-Cover and Socioeconomic Patterns. *Landscape Ecology* 25(1), 17–33.
- Büyükkaracıoğlu, N., 2016, Gayrimenkullerde Emlak Vergisi Matrah Değeri İle Piyasa Değeri Arasındaki Farklılıkların Araştırılması ve Konya Meram Örneği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, (11), 143-157.
- Cao, K.; Diao, M.; Wu, B. A., 2019, Big Data-Based Geographically Weighted Regression Model for Public Housing Prices: A Case Study in Singapore. *Ann. Am. Assoc. Geogr.*, 109, 173–186.
- Cheng, J.; Dai, S.; Ye, X., 2016, Spatiotemporal heterogeneity of industrial pollution in China. *China Econ. Rev.*, 40, 179–191.
- Comber, A. J., Brunsdon, C., & Radburn, R., 2011, A spatial analysis of variations in health access: linking geography, socio-economic status and access perceptions. *International Journal of Health Geographics*, 10(1), 44.
- Coşkun, Y., 2016, Türkiye Konut Piyasasında Talep Eğilimleri ve Bilgi Bakışsızlığına Yönelik Politika Önerileri, Türkiye Bankalar Birliği, *Bankacılar Dergisi*, 96,122-143, İstanbul.
- CSB., 2025, T.C Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı <https://cbs.csb.gov.tr/https://cbs.csb.gov.tr/e-plan-otomasyon-sistemleri-i-102080#:~:text=e%2Dplan%20Otomasyon%20Sistemleri%20mek%C3%A2nsal,bir%20co%C4%9Frafî%20bilgi%20sistemi%20platformudur> (Erişim 20/07/2025).
- Çakır, P., & 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
- Demirel, B., Yelek, A., Alağaç, H. M., & Eren, T., 2018, Taşınmaz değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve kriterlerin önem derecelerinin çok ölçütlü karar verme yöntemi ile hesaplanması. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 665-682.
- Denizdurduran, M., (2022). Kahramanmaraş'ta şehirselleşimin jeomorfolojik birimler Ve doğal afetler üzerindeki etkisi (Doktora tezi, Fırat Üniversitesi (Turkey)).

- Dimopoulos, T., & Moulas, A., 2016, A proposal of a mass appraisal system in Greece with CAMA system: Evaluating GWR and MRA techniques in Thessaloniki Municipality. *Open Geosciences*, 8(1), 675-693.
- Du, Z.; Wu, S.; Kwan, M.-P.; Zhang, C.; Zhang, F.; Liu, R., 2018, A spatiotemporal regression-kriging model for space-time interpolation: A case study of chlorophyll-a prediction in the coastal areas of Zhejiang, China. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.*, 32, 1927–1947.
- Emlak Vergisi Kanunu Genel Tebliği, 1972, 6 Seri No’lu; 1319 Sayılı Emlak Vergisi Kanunu, 12. Madde; Bakanlar Kurulu, 83/6122.
- Endeksa, 2025,
<https://www.endeksa.com/tr/analiz/turkiye/kahramanmaras/onikisubat/demografi>
 (Erişim 10/07/2025)
- Erdoğan, C., & Büyükduman, A., 2018, Sorularla gayrimenkul yatırımı. Ceres Yayınları.
- Esri, C., 2025, <https://pro.arcgis.com/>. (Erişim 16/03/2025)
<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.4/tool-reference/spatial-statistics/hot-spot-comparison.htm>
- Esri, C., 2025, <https://pro.arcgis.com/>. (Erişim 16/03/2025)
<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-kernel-density-works.htm> adresinden alındı
- Fotheringham, A. S., C. Brunsdon, and M. Charlton., 1996, The Geography of Parameter Space: An Investigation of Spatial Non-Stationarity. *International Journal of Geographical Information Systems*, 10, 605–627.
- Fotheringham, A.S., Crespo, R., and Yao, J., 2015. Geographical and Temporal Weighted Regression(GTWR), *Geographical Analysis*, 47:431–452.
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M., 2009, Geographically weighted regression. *The Sage handbook of spatial analysis*, 1, 243-254.
- Fotheringham, A. S., Yang, W., & Kang, W., 2017, Multiscale geographically weighted regression. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(6), 1247-1265.
- Guo, Y., Tang, Q., Gong, D. Y., & Zhang, Z., 2017, Estimating ground-level PM_{2.5} concentrations in Beijing using a satellite-based geographically and temporally weighted regression model. *Remote Sensing of Environment*, 198, 140-149.

- Harris, P., A. S. Fotheringham, and S. Juggins., 2010, Robust Geographically Weighted Regression: A Technique for Quantifying Spatial Relationships between Freshwater Acidification Critical Loads and Catchment Attributes. *Annals of the Association of American Geographers*, 100, 286–306.
- Harris, R.; Dong, G.P.; Zhang, W.Z., 2013, Using Contextualized Geographically Weighted Regression to Model the Spatial Heterogeneity of Land Prices in Beijing, China. *Trans. GIS*, 17, 901–919.
- He, Q.; Huang, B., 2018, Satellite-based mapping of daily high-resolution ground PM_{2.5} in China via space-time regression modeling. *Remote Sens. Environ.*, 206, 72–83.
- Huang, B., B. Wu, and M. Barry., 2010, Geographically and Temporally Weighted Regression for Modeling Spatio-Temporal Variation in House Prices. *International Journal of Geographical Information Science* 24(3), 383–401.
- IAAO, 2017, Standard on Mass Appraisal of Real Prop.; IAAO: Kansas City, MO, USA.,
- IVSC, 2017, International Valuation Standards; IVSC: London, UK.
- Korkut, A. (2023). Gayrimenkul Piyasası Ve Değerleme Yöntemlerinde Covid-19 Salgını Etkilerinin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Lebe, F., & Akbaş, Y., 2014, Türkiye'nin konut talebinin analizi: 1970-2011. *Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(1), 57-83.
- Li, Z.Q., Fotheringham, A.S., Li, W.W., Oshan, T., 2019, Fast Geographically Weighted Regression (FastGWR): A scalable algorithm to investigate spatial process heterogeneity in millions of observations. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.*, 33, 155–175.
- Ma, X., Zhang, J., Ding, C., and Wang, Y., 2018, A geographically and temporally weighted regression model to explore the spatiotemporal influence of built environment on transit ridership, *Computers, Environment and Urban Systems*, 70:113–124.
- Malczewskia, J., and A. Poetz., (2005, Residential Burglaries and Neighborhood Socioeconomic Context in London, Ontario: Global and Local Regression Analysis. *The Professional Geographer*, 57(4), 516–529.
- McCLUSKEY, W. J., & Adair, A., 1997, Computer Assisted Mass Appraisal Systems. An International Review Roudledge, London and Newyork.

- Mennis, J., and L. Jordan., 2005, The Distribution of Environmental Equity: Exploring Spatial Nonstationarity in Multivariable Models of Air Toxic Releases. *Annal of the Association of Americans Geographers*, 95(2), 249–268.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 2025, “*Diri Fay Hatları*”, https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/diri_fay_haritalari/gaziantep.pdf (Erişim 15/03/2025).
- Nakaya, T., A. Fotheringham, C. Brunsdon, and M. Charlton., 2005, Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping. *Statistics in Medicine*, 24, 2695–2717.
- Özgüven, M., & Erenoğlu, R. C., 2020, Taşınmaz değer haritalarının coğrafi bilgi sistemleri ile üretilmesi: Çanakkale örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 7(1), 29-46.
- RICS, 2017, RICS Valuation-Global Standards; RICS: London, UK.
- Rosen, S., 1974, “Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition” *Journal of Political Economy*, 82: 34-55.
- Stewart Fotheringham, A., Charlton, M., & Brunsdon, C., 1996, The geography of parameter space: an investigation of spatial non-stationarity. *International Journal of Geographical Information Systems*, 10(5), 605-627.
- Su, S., Wang, Y., Luo, F., Mai, G., & Pu, J., 2014, Peri-urban vegetated landscape pattern changes in relation to socioeconomic development. *Ecological Indicators*, 46, 477-486.
- Şişman, S., Akar, A. U., & Yalpir, S., 2023, The novelty hybrid model development proposal for mass appraisal of real estates in sustainable land management. *Survey Review*, 55(388), 1-20.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, S. F., 2020, Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı (M. Baloğlu, Çev. Ed.). Nobel Yayıncılık.
- Taşınmaz Mal Zilyedliğine Yapılan Tecavüzlerin Önlenmesi Hakkında Kanun [3091 Sayılı Kanun], 1984, T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, <https://www.mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=4637&MevzuatTertip=5> (Erişim 12/10/2023).
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, Türk Medeni Kanunu (TMK, 2001). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.4721.pdf> (Erişim 15/10/2023)
- Taşyürek, M., (2020), Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Yaklaşımlarının Geliştirilmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.

- TDUB (Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği)., 2022, Sektör Değerlendirme Raporu. İstanbul.
- The Appraisal Foundation, 2018, 2018–2019 Uniform Standards of Professional Appraisal Practice; The Appraisal Foundation: Washington, DC, USA.
- Tobler, W. R., 1970, A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234–240.
- Toprak, M. F., & Güngör, O., 2023, Kayseri’de çoklu regresyon ve coğrafi ağırlıklı regresyon yöntemleri ile konutların toplu değerlemesi. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 4(1), 114-124.
- Uyan, M., & Yalpır, Ş., 2016, Çok kriterli karar verme modeli ve CBS entegrasyonu ile tıbbi atık sterilizasyon tesislerinin yer seçimi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 642-654.
- Ünel, F. B., & Yalpır, Ş., 2019, Türkiye’de taşınmazların değerini etkileyen kriterlere yaklaşım. *Geomatik*, 4(2), 112-133.
- Wang, D., & Li, V. J., 2019, Mass appraisal models of real estate in the 21st century: A systematic literature review. *Sustainability*, 11(24), 7006.
- Wang, D., Li, V. J., & Yu, H., 2020, Mass appraisal modeling of real estate in urban centers by geographically and temporally weighted regression: A case study of Beijing’s core area. *Land*, 9(5), 143.
- Wang, H.; Zhang, B.; Liu, Y.; Liu, Y.; Xu, S.; Zhao, Y.; Chen, Y.; Hong, S., 2020, Urban expansion patterns and their driving forces based on the center of gravity-GTWR model: A case study of the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. *J. Geogr. Sci.*, 30, 297–318.
- Wang, W., & Xu, Z., 2004, A Heuristic Training For Support Vector Regression. *Neurocomputing*, 61, 259-275.
- Wang, H.X.; Wang, J.D., 2012, Huang, B. Prediction for spatio-temporal models with autoregression in errors. *J. Nonparametric Stat.*, 24, 217–244.
- Wei, C., Fu, M., Wang, L., Yang, H., Tang, F., & Xiong, Y., 2022, The research development of hedonic price model-based real estate appraisal in the era of big data. *Land*, 11(3), 334.
- Wikipedia, 2025, <https://en.wikipedia.org/wiki/Oniki%C5%9Fubat> (Erişim 15/12/2024)
- Wheeler, D., and L. Waller., 2009, Comparing Spatially Varying Coefficient Models: A Case Study Examining Violent Crime Rates and Their Relationships to Alcohol Outlets and Illegal Drug Arrests. *Journal of Geographical Systems*, 11, 1–22.

- Wu, C.; Ren, F.; Hu, W.; Du, Q., 2019, Multiscale geographically and temporally weighted regression: Exploring the spatiotemporal determinants of housing prices. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.*, 33, 489–511.
- Yağmahan, G., 2019, Puanlama yöntemiyle taşınmaz değerlerinin belirlenmesi ve yaşam kalitesiyle ilişkisinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
- Yalpir, S., Sisman, S., Akar, A. U., & Ünel, F. B., 2021, Feature selection applications and model validation for mass real estate valuation systems. *Land use policy*, 108, 105539.
- Yalpir, Ş., & Ünel, F. B., 2016, Türkiye'de ve Uluslararası çalışmalarda arsa değerlemede kullanılan kriterlerin irdelenmesi ve Faktör Analizi ile azaltımı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 303-322.
- Yomralıoğlu, T., Nişancı, R., Çete, M., & Candaş, E., 2011, Dünya’da Ve Türkiye’de Taşınmaz Değerlemesi. *Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı*, 26, 27.
- Yüce, H., & Özkan, A. O., 2021, Normalizasyon yöntemlerinin biyomedikal verilerde sınıflandırma performansına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (30), 35-43.
- Ünel, F. B., & Yalpir, Ş., 2019, Türkiye’de taşınmazların değerini etkileyen kriterlere yaklaşım. *Geomatik*, 4(2), 112-133.
- Zhang, X.X.; Huang, B.; Zhu, S.Z., 2019, Spatiotemporal Influence of Urban Environment on Taxi Ridership Using Geographically and Temporally Weighted Regression. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 8, 23.