



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SÜRDÜRÜLEBİLİR OTOMATİK KONUT
DEĞER TAHMİNİNDE KULLANILACAK
YÖNTEM UYGULAMALARI: KONYA
ÖRNEĞİ

Gamze AKYÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Gamze AKYÜZ tarafından hazırlanan “Sürdürülebilir Otomatik Konut Değer Tahmininde Kullanılacak Yöntem Uygulamaları: Konya Örneği” adlı tez çalışması 07/06/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu 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. Levent GENÇ

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.

İmza

Gamze AKYÜZ

Tarih: 07.06.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR OTOMATİK KONUT DEĞER TAHMİNİNDE KULLANILACAK YÖNTEM UYGULAMALARI: KONYA ÖRNEĞİ

Gamze AKYÜZ

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şükran YALPIR

2024, 104 Sayfa

Jüri

Danışmanın Prof. Dr. Şükran YALPIR
Prof. Dr. Levent GENÇ
Prof. Dr. Mevlüt UYAN

Taşınmaz değerlerinin doğru şekilde belirlenmesi ile kamulaştırma, yatırım, vergilendirme, piyasa değer tespiti, kentsel dönüşüm uygulamaları, ipotek, bilirkişilik raporları gibi birçok alanda kullanılabilir. Literatür çalışmaları incelendiğinde taşınmaz değerlemesi alanında pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda da ifade edildiği üzere ülkemizde altyapının bulunmaması sebebiyle kullanılan tekil değerlendirme yöntemlerinin yanında toplu değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tarafsız şekilde sürdürülebilirliğin devam edebilmesi için taşınmazlara uygun yöntem ve kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu yöntem ve kriterlerin farklılıklarına göre değer tahminleri de değişiklik göstermektedir.

Çalışmada Konya ili Selçuklu, Meram, Karatay ilçeleri merkez mahallelerinde yer alan 4602 adet satılık konut ilanı toplanmıştır. Toplanan veriler ile oluşturulan bu veri setine ait fiziksel, konumsal, mahalli ve yerüstü-yeraltı özelliklerin alt kriterleri olmak üzere toplam 51 kriter belirlenmiştir. Çalışma bölgesi mekânsal kısıtlı kümeleme analizi ile yakın özelliklere sahip konutların kümelendiği 5 bölgeye ayrılmıştır. 5 bölge ve çalışma alanının tamamının yer aldığı veri seti %70 eğitim, %30 test verisi olacak şekilde ayrılmıştır. Bu veri setlerine Lineer Regresyon, Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri, K-En Yakın Komşu, Cobb Douglas, Yeni Hibrit Matematiksel Model analizleri uygulanmıştır. Bu analizlerin performans değerleri (MSE, RMSE, MAE, MAPE ve R^2) karşılaştırılmıştır. Son olarak her bir çalışma bölgesi için CBS tabanlı değer haritaları ve başarı haritaları üretilmiştir.

Analiz sonuçları incelendiğinde DVM analizinin diğer analizlere göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ancak sürdürülebilirlik bakımından incelendiğinde toplu değerlendirme için yeni hibrit matematiksel analizin uygun bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntem; piyasa değerinin analize dahil edilmemesi ile sürdürülebilir değer tahminin gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Çalışma sonucunda kısa bir sürede güncel tahmin değerlerinin oluşturulması ile birçok iş koluna kolaylık sağlanabilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşınmaz Değerleme, Sürdürülebilir Yöntem, Cobb Douglas, DVM, k-NN, Lineer Regresyon, Yapay Sinir Ağları, Yeni Hibrit Matematiksel Model, Coğrafi Bilgi Sistemi.

ABSTRACT

MS THESIS

METHOD APPLICATIONS TO BE USED IN SUSTAINABLE AUTOMATED HOUSING VALUE FORECASTING: THE CASE OF KONYA

Gamze AKYÜZ

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

Advisor: Prof. Dr. Şükran YALPIR

2024, 104 Pages

Jury

Advisor Danışmanın Prof. Dr. Şükran YALPIR

Prof. Dr. Levent GENÇ

Prof. Dr. Mevlüt UYAN

The correct determination of real estate values can be used in many areas such as expropriation, investment, taxation, market value determination, urban transformation applications, mortgage, expert reports. When the literature studies are examined, there are many studies in the field of real estate valuation. As stated in these studies, there is a need for collective valuation methods in addition to the singular valuation methods used due to the lack of infrastructure in our country. In order to maintain sustainability in an unbiased manner, methods and criteria suitable for immovable properties should be determined. Value estimates vary according to the differences in these methods and criteria.

In this study, 4602 advertisements of houses for sale in the central neighborhoods of Selçuklu, Meram and Karatay districts of Konya province were collected. Then, a total of 51 criteria, including physical, spatial, local and aboveground - underground features sub-criteria, were determined for this data set. The study area was divided into 5 regions where houses with similar characteristics were clustered by spatially constrained clustering analysis. The data set including 5 regions and the entire study area was divided into 70% training data and 30% test data. Linear Regression, Artificial Neural Networks, Support Vector Machines, K-Nearest Neighbor, Cobb Douglas, New Hybrid Mathematical Model analyses were applied to these data sets. The performance values (MSE, RMSE, MAE, MAPE and R²) of these analyses were compared. Finally, GIS-based value maps and success maps were produced for each study region.

When the analysis results were examined, it was determined that the SVM analysis was more successful than other analyses. However, when examined in terms of sustainability, it has been determined that the new hybrid mathematical analysis is a suitable method for collective valuation. It shows that sustainable value estimation can be made by not including the market price in the analysis. As a result of the study, it is aimed to provide convenience to many business lines by creating updated forecast values in a short time.

Keywords: Real Estate Valuation, Sustainable Method, Cobb Douglas, SVM, k-NN, Linear Regression, Artificial Neural Networks, New Hybrid Mathematical Model, Geographic Information System.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamın her aşamasında izleyip, değerlendirerek kıymetli bilgi ve birikimleri ile bana yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, sadece akademik çalışmalarına değil hayata bakışına ve düşüncelerine çok kıymet verdiğim değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Şükran YALPIR'a teşekkürlerimi sunarım. Canım hocam yolum sizinle kesiştiği için çok şanslıyım.

Savunma sınavımda yer alan kıymetli jüri üyelerim Prof. Dr. Mevlüt UYAN ve Prof. Dr. Levent GENÇ hocalarıma katkıları için teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde hiç şüphesiz en büyük destekçim olan, eğitim hayatım boyunca sürekli teşvik edip anlayışla karşılayan annem Şerife Akyüz'e, babam Ramazan AKYÜZ'e ve abim Necati AKYÜZ'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Son olarak tez çalışmam boyunca beni her konuda destekleyen, cesaret ve moral veren her türlü sıkıntılarımı benimle paylaşan canım dostlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Gamze AKYÜZ

KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xii
KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Konut Değerleme Konusunda Çalışılan Ulusal Makale Çalışmaları	5
2.2. Konut Değerleme Konusunda Çalışılan Ulusal Tez Merkezinden Ulaşılan Çalışmalar	8
2.3. Konut Değerleme Konusunda Çalışılan Uluslararası Makale Çalışmaları	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Çalışma Bölgesi.....	13
3.2. Taşınmaz Değerlemede Veri Setinin Düzenlenmesi ve Kriterlerini Belirlenmesi	14
3.3. Taşınmaz Değerleme Yöntemleri	15
3.3.1. Geleneksel yöntemler	16
3.3.2. Toplu değerlendirme yöntemleri.....	17
3.3.2.1. İstatistiki değerlendirme yöntemleri	18
3.3.2.2. İleri değerlendirme yöntemleri	21
3.4. Çalışmanın CBS Uygulaması.....	27
3.4.1. Değer haritalarının üretilmesi	28
3.5. Mekânsal Kısıtlı Kümeleme Analizi	29
3.6. Veri Setinin Düzenlemesi	30
3.7. Performans Değerlerinin Hesaplanması	31
4. UYGULAMA.....	33
4.1. Çalışmaya Ait Verilerin Toplanması ve Kriterlerinin Belirlenmesi.....	33
4.2. Veri Setinin İşlenmesi- Normalizasyon İşlemi	40
4.3. Mekânsal Kümeleme Analizi ile Bölgelere Ayrılması	42
4.4. Eğitim ve Test Veri Setinin Oluşturulması	45
4.5. Değer Tahmin Analizlerinin Gerçekleştirilmesi	46
4.5.1. Lineer regresyon analizinin gerçekleştirilmesi.....	47
4.5.2. Yapay sinir ağ analizinin gerçekleştirilmesi.....	54

4.5.3. DVM- kNN analizinin gerçekleştirilmesi	58
4.5.4. Cobb Douglas hibrit model analizinin gerçekleştirilmesi	65
4.5.5. Yeni hibrit matematiksel analizinin gerçekleştirilmesi	69
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	76
5.1 Sonuçlar	76
5.1.1. Değer haritalarının incelenmesi	80
5.1.2. Başarı haritalarının incelenmesi	89
5.2 neriler	95
KAYNAKLAR	97



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan iş akış diyagramı	13
Şekil 3.2. Çalışma bölgesi (Konya-Merkez Mahalleler)	14
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan kriterler	15
Şekil 3.4. Taşınmaz değerlendirme yöntemleri (Yalpir, 2007).....	16
Şekil 3.5. Yapay sinir ağı hücresi (İlhan ve Öz, 2020)	22
Şekil 3.6. Sinir ağı katmanları (İlhan ve Öz, 2020)	22
Şekil 3.7. Doğrusal Destek Vektör Makineleri ve En Uygun Hiper düzlem (Özkan, 2008; Savaş, 2019)	23
Şekil 3.8. Kümelemenin Amacı (Çağlar, 2018).....	29
Şekil 3.9. Minimum Spanning Tree algoritmasıyla Mekânsal Kısıtlı Kümeleme Analizi uygulama süreci (Şişman, 2021)	30
Şekil 4.1. Çalışmada ele alınan mahalleler	33
Şekil 4.2. Konumsal özellikler haritası.....	35
Şekil 4.3. (a) Mahallelerin nüfus yoğunluğu, (b) gözde mahalle, (c) eğitim durumu ve (d) gelişim potansiyeli mahalli dağılımları haritası.....	37
Şekil 4.4. (a) Mahallelerin eğitim, (b) jeolojik durum (c) sıcaklık, (d) nem, (e) rüzgar, (f) hava kirliliği (SO ₂), (g) hava kirliliği (PM ₁₀) ve (h) gürültü kirliliği haritası.....	40
Şekil 4.5. Veri setinden aykırı verilerin belirlenmesi.....	41
Şekil 4.6. Kümeleme analizi sonucu bölge haritası	43
Şekil 4.7. Çalışma alanlarına ait eğitim ve test veri dağılımları	46
Şekil 4.8. Küme 1 bağımlı ve bağımsız değişkenlerin lineer regresyon modeli için SPSS yazılımına tanıtılması.....	47
Şekil 4.9. Lineer regresyon model sonucu histogram grafikleri	51
Şekil 4.10. Küme 1 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	52
Şekil 4.11. Küme 2 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	52
Şekil 4.12. Küme 3 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	52
Şekil 4.13. Küme 4 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	53
Şekil 4.14. Küme 5 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	53
Şekil 4.15. Çalışma alanının tamamı lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)	53
Şekil 4.16. Matlab R2017b yazılımında kurulan model diyagramı	54
Şekil 4.17. Matlab R2017b yazılımında kriterlerin eklenmesi işlemi.....	55
Şekil 4.18. Küme 1 yapay sinir ağı model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test).....	56
Şekil 4.19. Küme 2 yapay sinir ağı model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test).....	57
Şekil 4.20. Küme 3 yapay sinir ağı model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test).....	57
Şekil 4.21. Küme 4 yapay sinir ağı model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test).....	57
Şekil 4.22. Küme 5 yapay sinir ağı model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test).....	58
Şekil 4.23. Çalışma alanının tamamı yapay sinir ağı model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)	58

Şekil 4.24. Orange Canvas yazılımında kurulan model diyagramı.....	59
Şekil 4.25. Orange Canvas yazılımında kriterlerin eklenmesi işlemi	59
Şekil 4.26. Küme 1 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	61
(Eğitim-Test).....	61
Şekil 4.27. Küme 1 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	61
(Eğitim-Test).....	61
Şekil 4.28. Küme 2 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	61
(Eğitim-Test).....	61
Şekil 4.29. Küme 2 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	62
(Eğitim-Test).....	62
Şekil 4.30. Küme 3 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	62
(Eğitim-Test).....	62
Şekil 4.31. Küme 3 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	62
(Eğitim-Test).....	62
Şekil 4.32. Küme 4 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	63
(Eğitim-Test).....	63
Şekil 4.33. Küme 4 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	63
(Eğitim-Test).....	63
Şekil 4.34. Küme 5 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	63
(Eğitim-Test).....	63
Şekil 4.35. Küme 5 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması	64
(Eğitim-Test).....	64
Şekil 4.36. Çalışma Alanının Tamamı DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)	64
Şekil 4.37. Çalışma Alanının Tamamı kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)	64
Şekil 4.38. Küme 1 bağımlı ve bağımsız değişkenlerin Cobb Douglas modeli için SPSS yazılımına tanıtılması.....	65
Şekil 4.39. Küme 1 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	67
Şekil 4.40. Küme 2 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	68
Şekil 4.41. Küme 3 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	68
Şekil 4.42. Küme 4 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	68
Şekil 4.43. Küme 5 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	69
Şekil 4.44. Çalışma alanının tamamı Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)	69

Şekil 4.45. Küme 1 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	73
Şekil 4.46. Küme 2 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	74
Şekil 4.47. Küme 3 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	74
Şekil 4.48. Küme 4 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	74
Şekil 4.49. Küme 5 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	75
Şekil 4.50. Çalışma alanının tamamı yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test).....	75
Şekil 5.1. Küme 1 analiz sonuç grafiği.....	77
Şekil 5.2. Küme 2 analiz sonuç grafiği.....	77
Şekil 5.3. Küme 3 analiz sonuç grafiği.....	78
Şekil 5.4. Küme 4 analiz sonuç grafiği.....	78
Şekil 5.5. Küme 5 analiz sonuç grafiği.....	79
Şekil 5.6. Çalışma alanının tamamı analiz sonuç grafiği	79
Şekil 5.7. Küme 1'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları	81
Şekil 5.8. Küme 2'ye ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları	83
Şekil 5.9. Küme 3'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları	84
Şekil 5.10. Küme 4'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları	86
Şekil 5.11. Küme 5'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları	87
Şekil 5.12. Çalışma alanının tamamına ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları	89
Şekil 5.13. Küme 1'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları.....	90
Şekil 5.14. Küme 2'ye ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları.....	91
Şekil 5.15. Küme 3'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları.....	92
Şekil 5.16. Küme 4'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları.....	93
Şekil 5.17. Küme 5'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları.....	94
Şekil 5.18. Çalışma alanının tamamına ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları.....	95

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Ulusal kaynak araştırması	8
Tablo 2.2. Tez çalışma araştırması.....	10
Tablo 2.3. Uluslararası kaynak araştırması.....	12
Tablo 3.1. Önem derecesi ölçeği.....	26
Tablo 3.2. Tutarlılık endeks değeri	27
Tablo 4.1. Taşınmaz değerinde kullanılan konumsal özellikler	34
Tablo 4.2. Taşınmaz değerinde kullanılan fiziksel özellikler	36
Tablo 4.3. Taşınmaz değerinde kullanılan mahalli özellikler.....	37
Tablo 4.4. Taşınmaz değerinde kullanılan yeraltı-yerüstü özellikler.....	38
Tablo 4.5. Veri setinde yer alan konutların minimum ve maksimum fiziksel özellikleri	44
Tablo 4.6. Veri setinde piyasa fiyatına ait istatistikler	45
Tablo 4.7. Çalışma alanlarına göre eğitim ve test veri sayıları.....	45
Tablo 4.8. Lineer regresyon eğitme verilerine ait model özeti	48
Tablo 4.9. Eğitim verileri için regresyon model sonucu değere etki eden kriterlerin	50
ağırlıkları.....	50
Tablo 4.10. Veri setinin lineer regresyon model performans sonuçları	50
Tablo 4.11. Lineer regresyon modelinin test sonucu performans değerleri	51
Tablo 4.12. Veri setinin YSA model performans sonucu R değerleri	55
Tablo 4.13. Veri setinin YSA model performans sonuçları	55
Tablo 4.14. YSA modelinin test sonucu performans değerleri.....	56
Tablo 4.15. Veri setinin DVM - kNN Model Performans Sonuçları	60
Tablo 4.16. DVM- kNN modellerinin test sonucu performans değerleri.....	60
Tablo 4.17. Eğitim verileri için Cobb Douglas model sonucu değere etki eden kriterlerin	66
ağırlıkları.....	66
Tablo 4.18. Veri setinin Cobb Douglas model performans sonuçları.....	67
Tablo 4.19. Cobb Douglas modelinin test sonucu performans değerleri	67
Tablo 4.20. Karar vericiler tarafından yapılan ana kriterlerin değerlendirmesi	70
Tablo 4.21. Kriterlerin Best-Worst yöntemine göre optimal ağırlık değerleri	72
Tablo 4.22. Veri setinin yeni hibrit matematiksel model performans sonuçları.....	73
Tablo 4.23. Yeni hibrit matematiksel model modelinin test sonucu performans değerleri	73

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
BWM	: Best-Worst Method
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇRA	: Çoklu Regresyon Analizi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DVM	: Destek Vektör Makineleri
FELA	: Framework for Effective Land Administration
IAAO	: International Association of Assessing Officers
kNN	: K-Nearest Neighbors
MAE	: Mean Absolute Error
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hatası
MSE	: Mean Squared Error
NASA	: National Aeronautics and Space Administration, lit (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
R²	: R-Squared
RMSE	: Root Mean Square Error
TDUB	: Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği
TKGM	: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TMK	: Türk Medeni Kanunu
TUGDES	: Türkiye Değerleme Standartları Çalışması
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UN-GGIM	: United Nations Global Geospatial Information Management
YSA	: Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Taşınmaz; toplum yararı için geliştirilmiş sınırlamalar dışında, sahiplerine tasarruf yetkisi veren, Türk Medeni Kanunu (TMK)'na göre; arazi, tapu kütüğünde ayrı sayfada kaydedilen bağımsız ve sürekli haklar ile kat mülkiyeti kütüğüne kayıtlı bağımsız kısımlardır (Yağmahan, 2019). Dünyada taşınmaz değerlemesine başlangıçta tarımsal arazilerin vergilendirilmesinde ihtiyaç duyulmuş, bu ihtiyaç zamanla; alım-satım, kiralama, sermaye piyasası, kredilendirme, sigortacılık, kamulaştırma, devletleştirme, özelleştirme amaçlı değerlemelerle genişlemiştir. Artan değerlendirme ihtiyacının karşılanabilmesi için taşınmaz değerlendirme sistemleri tesis edilmiştir. Değerleme alanındaki ulusal sistemlere, küreselleşmeyle birlikte, uluslararası kuruluş ve düzenlemeler de eklenmiştir. Bu açıdan dünya ve Avrupa Birliği taşınmaz değerlemede ülkemiz için ulusal sistemin kurulması konusunda örnek alınabileceğini söyleyebiliriz (Yomralıoğlu vd., 2012). Gün geçtikçe yoğunlaşan taşınmaz değerlendirme ihtiyacına cevap verebilmek için ülke düzeyinde kullanılabilecek taşınmaz değerlendirme sistemleri oluşturulmuştur. Taşınmaz değerlemesindeki ulusal sistemlerin dışında globalleşmenin etkisiyle global kuruluşlar ve çalışmalar da taşınmaz değerlemesine dahil olmuştur (Yıldızlı, 2021).

Taşınmaz değerlendirme, Türkiye'de şimdilik sağlıklı bir alt yapıda olmayıp, yalnızca haksız rant paylaşımlarında, özelleştirmelerde, kamulaştırma ve emlak vergilerinin haksız bir biçimde dağılmasında gündem oluşturmaktadır. Yasalar ile belirlenen taşınmaz birim değerleri, serbest piyasa şartlarında var olan değerlerinden çok büyük farklılıklar göstermekte olup kamuoyu gündeminde dikkat çekmektedir. Ülkemizde rekabet koşullarına dikkat edilmediğinden birçok mal ve hizmetlerin değeri yalnızca bir değer ile belirlenir. Fakat kazançlı bir yatırım aracı olarak görülen taşınmazlar için böyle tek bir değer olmamakla birlikte, değerlerdeki değişim oranlarını da kestirmek olabildiğince zordur. Özellikle ülkemizde bir taşınmazın kullanılacağı amaca göre (rayiç değeri veya alım satım değeri, vergiye esas değeri, kamulaştırma değeri, adli yargıda bilirkişiler tarafından tespit edilen mahkeme değeri gibi) farklı yaklaşımlar ile farklı değerleri olabilmektedir. Hâlbuki bir taşınmazın belirli bir zaman diliminde belli bir sapma miktarına göre değer aralığının olması gerekmektedir. Değişik yöntemler ile taşınmaz değeri tespit edilse bile bu değerlerin kabul edilebilir, birbirine yaklaşan değerler olmalıdır. Bilimsel çalışmalar bu farkın %15-20'yi geçmemesi gerektiği yönündedir (Açlar ve Çağdaş, 2002; Karaca, 2008).

Konut piyasası, konut alış, satış ve kiralama vb. işlemlerin arz-talep mekanizması ile düzenlendiği pazar olarak tanımlanmaktadır. Bu pazarın diğer pazarlardan (mal, hizmet vb) en büyük farklı konut arzının esnek olmamasıdır. Konut hizmetleri en pahalı hizmetlerdendir. Değişen konut fiyatları sosyo-ekonomik ve ulusal-ekonomik koşullar üzerinde çok fazla etkiye sahip olması bireyler ve devletler için endişe verici durumlar yaratmaktadır. Genel olarak konut yatırımlarından beklenen pozitif kazanç, konut fiyatlarında yüksek dalgalanmalara neden olurken konut talebini de arttırmaktadır. Bu durum nedeniyle çok uzun olmayan vadelerde arzın düzenlenememesi konut fiyatlarında yükselmelere neden olmaktadır. Konut piyasasını etkileyen değişkenler; makro-ekonomik, mekânsal, toplumsal ve çevreseldir (Kim ve Park, 2005; Er, 2020). Taşınmaz değerlendirme, bir taşınmaza ait o gün ve zaman dilimi içerisinde sahip olduğu kriterlere göre değerinin tahmin edilmesidir. Bir taşınmazın değeri; yasal, çevresel, hukuki ve diğer tüm koşullar incelenerek belirlenir.

Konut fiyatlandırmasının doğruluğu sadece konut sektörü için değil tüm ekonomi için çok önemlidir. Bunun nedeni konut sektörünün alt sektörler ile iletişim halinde olması ve aynı zamanda istihdam ve barınma ihtiyaçlarının çözüm odağı olmasıdır. İnşaat sektörü ve konut fiyatlarında yaşanan hareketlilik hem ekonomiyi hem de toplumu etkilemektedir. Bu yüzden konut fiyatlarının piyasa değerine yakın ve doğru tahmin edilmesini sağlayan bir modelin geliştirilmesi hem yatırımcılar hem de konut sahibi olmak isteyenler için çok büyük önem taşımaktadır (Bin, 2004; Er, 2020). Diğer bir ifadeyle konut fiyatları için doğru tahmin; konut sahipleri, yatırımcılar, konut geliştiriciler, değerlendirme ve vergi uzmanları, ipotek verenler, sigortacılar ve diğer emlak piyasası paydaşları için çok önemli bir yere sahiptir (Frew ve Jud, 2003; Er, 2020).

Ülkemizde taşınmaz değerlendirme için net bir yasal düzenleme bulunmamaktadır. Candaş, 2012’de yapılan çalışmada, taşınmaz değerlendirme ile ilgili hükümlerin yer aldığı mevzuatlar incelenmiş, başta vergi ve kamulaştırma olmak üzere alım-satım ve bankacılık gibi birçok uygulama alanında başvurulmuş ve her yasal düzenlemede konu ile ilgili farklı ilişkilerin yer aldığı tespit edilmiştir (Candaş, 2012). Bu farklılıkların giderilmesi ve tek bir yasal düzenlemenin oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Taşınmaz faaliyetleri ve özellikle taşınmaz değerlendirme çalışması, her insanın yaşamını etkileyen kavramlardır. Bu nedenle bu değerlerin tespit, analiz ve hesaplama yoluyla üretilmesi ve bu faaliyetin özenle yapılması önemlidir. Taşınmaz değerlendirme doğası gereği emek isteyen yoğun bir faaliyet olup, mevcut teknolojik ve hukuki durumda insansız gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Bu faaliyetin etkisinin

büyüklüğü ve gerektirdiği özen, hata payı ve maliyetine kıyasla yüksek etkisi olan insan yerine insansız sistemlerin oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Mevcut teknolojik ve hukuki durumda mümkün olmayan bu duruma ulaşmak için atılması gereken teknolojik ve hukuki adımlar gerektirmektedir. Teknolojik adımlar; taşınmaz değerlemesinde kullanılan verilerin ortaya konması, bu verilere uygun veri tabanı tasarlanması, verilerin bu veri tabanına akışı ve veri tabanında tutulması, veri tabanı ile çalışacak bir arayüz (veri tabanı yönetim sistemi) oluşturulması, veri tabanı ile çalışacak ve taşınmaz değerlendirme standartları ile uyumlu bir taşınmaz bilgi sistemi oluşturulması ve bilgi sisteminin geliştirilmesiyle bir otomasyon oluşturulması olarak sıralanabilir. Hukuki adımlar ise teknolojik adımlar ile eşzamanlı olarak; taşınmaz değerlemesinde kullanılan verilerin oluşturulması ve bunlara erişimin sağlanması, bu verilerin geçerliliği ve güncelliğinin sağlanması, korunması, taşınmaz değerlendirme standartlarının yaygınlaşması ve denetiminin sağlanması, taşınmaz değerlendirme ile ilişkili paydaş ve süreçlerin dijitalleşmesi ve insansız taşınmaz değerlemesinin geçerliliğinin sağlanması olarak sıralanabilir (Sunguroğlu, 2021).

Sürdürülebilirlik, çevre şartları ve doğal kaynaklarımızda israf yapmayacak şekilde geliştirilen yeni yöntemlerle günümüzde ve gelecekte faydaları gözeterek ekonomik anlamda gelişmeyi sağlamak amacıyla geliştirilen bir kavramdır. Bu kavram Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'na Brundtland raporunda, “Bugünün gereksinim ve beklentilerini, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılama olanaklarını tehlikeye atmaksızın karşılamaktır.” şeklinde açıklanmıştır (Erdede vd., 2014).

Türkiye’de yapılan araştırma sonucunda taşınmaz değerlendirme üzerine kanunların yer aldığı görülmektedir. Ancak bunların birbirleriyle bağlantısı bulunmamaktadır. Bu nedenle konunun yeniden ele alınması ve sürdürülebilir bir düzenlemenin bulunması gerektiği düşünülmektedir.

Ülkemizde yapılan değerlendirme çalışmalarında miktar ve alanın dikkate alındığı değerler çok incelenmediği tespit edilmiştir. Bu da sürdürülebilir bir standart oluşturmadığını göstermektedir (Odabaşı, 2020). Yani ülkemizde ulusal ve uluslararası standartlara uygun taşınmaz değerlendirme sistemine ihtiyaç bulunmaktadır. Arazi bilgi sistemlerinin etkili bir şekilde iş birliği yürüttüğü ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun çalışmalar yaptığı incelenmiştir. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda kuruluşlardan bahsedecek olursak Etkin Arazi Yönetimi Altyapısı (FELA), Birleşmiş

Milletler Global Mekânsal Bilgi Sistemi Topluluğu (UN-GGIM) örnek verilebilir (UN-GGIM, 2019; Mete, 2022).

Taşınmaz değerlendirme raporlarında yer alan tekil değerlendirme yöntemlerinden emsal karşılaştırma, gelir ve maliyet yöntemleri değerlendirme çalışmaları için yetersiz kalmaktadır ve toplu değerlemeye uygun bulunmamaktadır. Bu nedenle toplu değerlendirme yöntemlerinin kullanılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmada; toplu değerlendirme yöntemlerinin bir kısmı çalışmada incelenecek ve sürdürülebilir taşınmaz değerlendirme çalışmasına uygun yöntem/ler tartışılmıştır.

Çalışmanın Türkiye için taşınmaz değer belirlemede ihtiyaç duyulan düzenlemeye bir altık olabileceği düşünülmektedir. Konumsal verileri ve öznetelik verilerini sorgulama, ekleme ve düzenleme işlevlerinin elde edilebilmesi ayrıca gayrimenkulün verimliliği ve doğruluğu iyileştirilmesiyle birlikte taşınmaza yeni yöntemlerle birlikte taşınmaz değer tahmin sistemi sağlanabilecektir (Liu vd.; 2011). Özellikle, coğrafi bilgi sistemleri ile yapılan analizlerin, taşınmaz değerlemesini yönlendiren bilgi teknolojisi aracılığıyla daha da geliştirilebilir ve uluslararası değerlendirme standartlarına uygun olarak tarafsızca sonuçlar elde edilebilir (Arcuri vd., 2020). Veri tabanı oluşturulması ile ihtiyaç duyulabilen konuya cevap verilebileceği söylenebilir. Çalışma sonuçlarının başta yerel yönetim ve hükümetlerin en etkin kullanımları için çözüm odaklı sonuçlar elde edilebilecektir.

Çalışmada, konut değerini etkileyen kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlere göre farklı yöntemlerle değer tahminlerinin yapılması ve sonuçların karşılaştırılarak değer haritalarının oluşturulması amaçlanmaktadır. Konya ili merkez mahalleri kapsayan bölgede gerçekleştirilen tez çalışmasında kümeleme uygulanmış ve farklı yöntemler ile oluşan kümelere konut değer tahminleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma için çoklu lineer regresyon, yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, en yakın komşu (Knn), Cobb Douglas, çok ölçütlü karar analiz kullanılarak yeni hibrit matematiksel yöntemler kullanılmıştır. Çalışmada konutlara ait konumsal faktörlerin analizi ve konut tahmin değerlerinin harita entegreli uygulama sonucu üretmede coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılmıştır. Ayrıca çalışmada konut değer tahmininde kullanılan yöntemlerin performans ölçümleri gerçekleştirilerek karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda Türkiye için kullanılması uygun ve sürdürülebilirliği sağlanabilen yöntem önerilebilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Taşınmaz değerlendirme mühendislik, mimarlık, şehircilik, hukuk, istatistik, ekonomi ve iktisat gibi birçok bilim dalının bir arada çalışması gereken çok disiplinli bir konudur. Çoğunlukla Harita Mühendisliği bölümünün çalıştığı bir konu olmakla birlikte 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 ve kamu yönetimi, 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, 2017).

Bu çalışmada taşınmaz türü olarak konutlar ele alınacaktır. Bu nedenle literatürde son yıllarda yapılan farklı meslek disiplinlerine ait konut değer tahminlemede, modelleme türleri ve kullanılan kriterleri olarak incelenmiştir. Aşağıda tablolar halinde ulusal makale, tez çalışmaları ve uluslararası çalışmalar şeklinde gruplandırılarak sunulmaktadır. Çalışmada literatürde yer alan bilimsel çalışmalar ve sahada göz önüne alınan konut değerini etkileyen kriterler kullanılmıştır. Ayrıca kriter tespitinde çalışma bölgesi özelinde de dikkate alınan kriterler bulunmaktadır. Literatürde yer alan toplu değerlendirme yöntemleri ve geliştirilen diğer yöntemler ve performansları incelenmiştir.

2.1. Konut Değerleme Konusunda Çalışılan Ulusal Makale Çalışmaları

Taşınmaz değerine etki eden kriterler ve analizler ulusal makaleler içerisinde incelenmiştir. Literatür taraması sonucu taşınmaz türü olarak konutların değer tahmininin daha fazla gerçekleştirildiği arazi türünün incelenmesinin daha az gerçekleştirildiğini söylemek mümkündür. Kullanılan kriter sayıları ve kriterler çalışmalara göre değişiklik göstermektedir. Konumsal kriterler taşınmaz değerlemede en sık kullanılan kriterlerdendir. Ulvi ve Özkan (2019), Tabar, vd.(2020), yapmış oldukları çalışmalarda konutlara ait sadece fiziksel özelliklerin kullanılması ile çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Demirel vd. (2018) yapmış oldukları çalışmalarında uzman görüşünden yararlanarak kriterler belirlemiştir. Önem derecelerinin belirlenmesi için AHP yöntemini kullanmışlardır. Konut fiyatını etkileyen en önemli iki kriterin konum ve alt yapı olduğunu tespit etmişlerdir. Alkan vd. çalışmalarında değerlendirme uzmanlarının oluşturulan veri setine ulaşımına kolaylık sağlayarak iş verimliliklerini

artırmayı amaçlamıştır. Geliştirilecek bu veri tabanı tasarımı ile birlikte hızlı ve başarılı taşınmaz değerlendirme çalışmasının gerçekleştirilebileceğini ifade etmektedir.

Mete ve Yomralıoğlu (2019) diğer birçok makaleye kıyasla arsa değerlemesi üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmalarında parsel sorgulaması veya adres araması yapılarak taşınmazların arsa değerine ve çevresine ait bilgilere tek bir platform üzerinden erişilmesi sağlamak amacıyla değer esaslı çalışmalara referans olmayı amaçlamışlardır (Tablo 2.1).

Ulusal Kaynak Araştırması		
Künye	Çalışma Bölgesi	Yöntem
Demirel vd., (2018)	Kırıkkale	AHP
Kriterler: Konum (manzara, merkeze yakınlık, sağlık kurumlarına yakınlık, eğlence ve AVM' ye yakınlık, eğitim kurumlarına yakınlık) Altyapı (Altyapı kendi içinde sosyal altyapı ve teknik altyapı olmak üzere ikiye ayrılmış olup; sosyal altyapının alt kriterleri olarak dinlenme, eğlenme, bilgilenme, güvenlik; teknik altyapının alt kriterleri olarak yol, su, elektrik, kanalizasyon, doğalgaz) Nüfus (Yoğunluk, Artış Oranı) Sosyoekonomik Durum, Ulaşım, Bina ve Daire Özellikleri (oda sayısı, tuvalet/banyo sayısı, ön cephe/ arka cephe, güneş alma, dairenin şekli, dairenin katı, asansör, ısıtma sistemi, ısı yalıtımı, risk belgesi, bina yaşı)		
Mete ve Yomralıoğlu, (2021)	İstanbul	Nominal Taşınmaz Değerleme Yöntemi
Kriterler: Ana Yola, Otoyol Kavşaklarına, Caddeye Çıkış, Raylı Sistemlere, Metrobüs Duraklarına, Otobüs Duraklarına, İskelelere, Alışveriş Merkezlerine, Yeşil Alanlara, Şehir Merkezlerine, Eğitim Kurumlarına, Üniversitelere, Sağlık Kurumlarına, Hastanelere, İtfaiye İstasyonuna, Karakollara, Otoparklara, Tarihi Yerlere, Zararlı Alanlara ve Havalimanlarına Yakınlık ile Deniz Manzarası, Boğaz Manzarası, Adalar Manzarası, Eğitim, Bakı		
Derinpinar ve Aydınöğlu (2015)	Sarıyer-İstanbul	Nominal Değerleme Yöntemi Bulanık Mantık
Kriterler: Kamu Hizmetleri (Kamu Merkezlerine olan Mesafe, Eğitim Merkezlerine olan Mesafe, Sağlık Merkezlerine olan Mesafe, İbadet Merkezlerine olan Mesafe, Kültürel Alanlara olan Mesafe) Planlama (Ruhsatlı Kat Adedi, Caddeye Çıkış, Plan) Kullanım Düzeyi (Manzara, Eğitim, Bakı) Toplu Taşıma (Otobüs Durağına olan Mesafe, Deniz Yoluna olan Mesafe, Demiryoluna olan Mesafe)		
Girgenç, (2022)	Mamak-ANKARA	Bulanık Mantık Yöntemi
Kriterler: Yapısal Özellikler (Bina Yaşı, Daire Katı, Daire, Oda Sayısı, Cephe, Daire İmkanları) Konumsal Özellikler (Eğitim, AVM, Ana Cadde)		
Tabar ve Şişman, (2020)	Atakum, Büyükoyumca Mahallesi	Bulanık Mantık
Kriterler: Alan, Konum, Geometri, KAKS Rapordaki Değer ve Hesaplanan Değer -Farkı		
Yomralıoğlu vd., (2022)	İstanbul/PENDİK	AHP
Kriterler: Mahalli Özellikler Yerleşim Yoğunluğu, Gelir Düzeyi, Eğitim Düzeyi, Harcamalar vb. Planlama Özellikleri TAKS, KAKS, Parsel Alanı, Yapı Nizamı, Parsel Kullanım Tipi, Parsel Ön Cephe Uzunluğu, Eğitim, Zemin Durumu, Mülkiyet Durumu, vb. Ulaşım Özellikleri Raylı Sisteme Erişim, Hava Yoluna Erişim, Deniz Yoluna Erişim, Karayoluna Erişim, Yollara Yakınlık, vb. Kent Fonksiyonlarına Erişim Eğitim Tesislerine Yakınlık, Sağlık Tesislerine Yakınlık, İlgi Noktalarına Yakınlık, Kamu Hizmeti Tesislerine Yakınlık, Sanayi Tesislerine Mesafe, Dini Tesislere Yakınlık, vb. Bina Özellikleri Bina Yaşı, Kat Adedi, Isıtma Sistemi, Isı Yalıtımlı Olması, Site İçinde Olma, Otopark Mevcudiyeti, Havuz Mevcudiyeti, Asansör Mevcudiyeti, vb. Bağımsız Bölüm Özellikleri Manzara, Cephe yönü, Bağımsız Bölümün Bulunduğu Kat, Alan, Oda Sayısı, Oda Tipi, Balkon Sayısı, Banyo Sayısı, vb.		

Bilal, vd., (2022)	Mersin, Mezitli-Bozön Mahallesi	Çoklu Lineer Regresyon Analizi - Yapay Sinir Ağları -Kriging yöntemi
Kriterler: Bağımlı Değişken Tarım Arazisinin Fiyatı (Piyasa Değeri) Bağımsız Değişken Nitelik, Arazi Kullanım Kabiliyeti, Tapu Yüzölçümü (m ²), Sulama Durumu, Yerleşim Merkezine Uzaklık, Yola Uzaklık, Eğitim, Bakı		
Satılmışoğlu vd., (2022)	Kocaeli İli, Gebze İlçesi	AHP
Kriterler: Mahalli Durum Yerleşim Yoğunluğu Parsel Özellikleri İmar Özellikleri- Fiziksel Özellikler (TAKS KAKS Parsel Alan Parsel Kullanım Tipi Yapılacak Yapı Tipi Parsel Ön Cephe Mesafesi Ada İçi Konum Parsel Ön Cepe Yol Genişliği) Şehir İçi Yakınlıklar Şehiriçi Noktalar- Kamu Alanları- Sanayi Alanları- Eğitim Alanları- Sağlık Alanları Dini Alanlar (Şehir Merkezi Spor Tesisleri Park Pazar Yeri Market Restoran AVM Kolluk Kuvvetleri BankaATM İdari Tesisler OSB Akaryakıt İstasyonu Arıtma Tesisleri Sanayi Sitesi Anaokul İlkOrtaokul Lise Üniversite Sağlık Ocağı Hastane Eczane 112 İstasyonu Cami Mezarlık) Ulaşım Özellikleri Raylı Sistemler- Karayolu Yollar- Denizyolu Havayolu (Dolmuş Otobüs Taksi Anayol Cadde Sokak)		
Yeşim ve Tokgöz, (2021)	İzmir ili Muhtelif ilçeleri	Bulanık Mantık Modellemesi
Kriterler: Bağımsız değişken (Ulaşım, daire alanı, cephe durumu, otopark durumu, binanın yaşı, asansör, manzara, gelir seviyesi ve yapı kalitesi) Bağımlı değişken (bağımsız bölümün satış değeri)		
Doldur ve Alkan, (2021)	Nevşehir ili Avanos ilçesi	AHP - Nominal Değerleme Yöntemi
Kriterler: Anayola Yakınlık, Bakı, Dere Yatağına Yakınlık, Eğitim, Eğitim Merkezlerine Yakınlık (Anaokulu, ilkokul, ortaokul ve liselere yakınlık), Gürültü (Nevşehir-Ürgüp otoyoluna yakınlık), İbadet Merkezlerine Yakınlık (Camilere yakınlık), İlçe Merkezine Yakınlık, Jeolojik Durum, Kamu Hizmetlerinden Yararlanma (Doğalgaz, su vb. altyapı hizmetlerinden yararlanma), Mevcut Kullanım Türü (Mevcut arazi kullanımı), Sağlık Kurumlarına Yakınlık (Sağlık ocakları ve hastanelere yakınlık), Sit Alanı İçerisinde Olma (Kentsel ve doğal sit alanları içerisinde yer alma), Sokaklara Yakınlık, Tarihi Yerlere Yakınlık (Tarihi Anıtlara Yakınlık), Ticaret Alanlarına Yakınlık, Turizm Tesislerine Yakınlık (Balon ve kültürel turizmi destekleyen konaklama tesisleri), Yeşil Alanlara Yakınlık (Rekreasyon alanları ve parklara yakınlık), Zararlı Bölgelere Yakınlık (TEİAŞ ve sanayi tesislerine yakınlık)		
Özen ve Şişman, (2019)	Bolu	Öklid Mesafe Analizi
Kriterler: Hastane ve Aile Sağlığı Merkezleri, Okul ve Kreşler, Parklar, Alışveriş Merkezleri, Otogar, Pazar Yerleri, Kamu Kurumları, Meslek Yüksek Okulu, Toplu Taşıma, Otoyol ve E-5 Karayolu		
Ulvi ve Özkan, (2019)	Konya ili Selçuklu İlçesi Yazır Mahallesi	Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık Yöntemi
Kriterler: Bina Yaşı, Kat Sayısı, Bulunduğu Kat, Cephesi, Oda Sayısı, Daire Alanı, Isınma Türü, Sosyal Tesise Olan Uzaklık		
Alkan ve Durduran, (2021)	Alanya	AHP
Kriterler: Yapısal Özellikler; Yapının Yaşı, Bulunduğu Kat, Kullanım Alanı, Oda Sayısı, Balkon, Asansör, Daire İmkanları, Manzara Konumsal Özellikler; Denize, Eğitim Alanlarına, Ulaşım Merkezlerine, Sağlık Alanlarına, Yeşil Alanlara, Dini Tesislere, Mezarlık Alanlarına, AVM Alanlarına ve Spor Alanlarına Uzaklık		
Kayalık ve Polat, (2022)	İzmir'in Yenifoça mahallesinde	AHP-Nominal Değerleme Yöntemi
Kriterler: Eğitim kurumlarına, İbadet merkezlerine, Sağlık hizmetlerine, Marketlere, Mahalle merkezine, Yeşil alanlara, İtfaiye istasyonuna, Jandarma birimine, Anayollara, Eshot duraklarına ve Kıyı kenar çizgisine yakınlık, Eğitim		
Güngör, vd., (2021)	Manisa ili Demirci ilçesi	Hot Spot Analizi
Kriterler: Ağırlıklı Ortalama Merkez ve Ortalama Merkez, Standart Mesafe ve Ağırlıklı Standart Mesafe, Standart Sapma Elipsi, Yoğunluk Analizleri, Sıcak Nokta Analizi		
Tabar, vd., (2021)	Tokat ili, Merkez ilçesi, Karşıyaka mahallesi	Regresyon Analizi İle Yapay Sinir Ağları
Kriterler: Alan, Oda Sayısı, Bina Yaşı, Konum, Kat Kriteri, Banyo Sayısı, Balkon Sayısı, Fiyat		

Çolak, vd., (2022)	Trabzon ili Ortahisar ilçesi	Emsal Yöntemi
Kriterler: Toplam Yüz ölçüm, Satılan Hisse, Satılan Yüzölçümü, Emlak Rayiç Değeri, Satış Yılı, Satış Usulü, Yeniden Değerleme, 2018 yılı m2 Birim Bedeli		
Aydınoglu, vd. (2022)	İstanbul ili Pendik ilçesi	Çoklu Doğrusal Regresyon, Genelleştirilmiş Doğrusal Model, Destek Vektör Makineleri, Karar Ağaçları ve Rastgele Orman
Kriterler: Parsel Özellikleri Alan Pozisyon (Köşe, Orta, Ön) İmar Durumu Planlama Yasal Hak/ Kısıtlama/ Sorumluluklar Mülkiyet Durumu Topografik Özellikler Vergi Çevresel Özellikler Kamu Hizmetlerine (eğitim, sağlık, resmi ve idari tesisler vb.) Mesafeler •İlgi Noktalarına (AVM, çarşı, kültür ve spor tesisleri vb.) Mesafeler Zararlı Alanlara (sanayi, arıtma, atık, akaryakıt tesisleri vb.) Mesafeler Yeşil Alanlara Mesafeler Ulaşım/Toplu Taşıma İmkanları, Sosyo-Ekonomik (nüfus yoğunluğu, eğitim durumu, gelir vb.) Özellikler Gürültü Durumu Bağımsız Bölüm Özellikleri Yaşam Alanı, Yapım Yılı, Kat Sayısı, Oda Sayısı, Isıtma Sistemi, Kullanım Türü, Yapı Türü/Malzemesi, Mevcut Araçlar (balkon, asansör, garaj, havuz vb.), Manzara		
Yağmahan ve Gülgen, (2018)	Mardin ili Midyat ilçesi Bahçelievler mahallesi	Puanlama Yöntemi
Kriterler: Bakı, Parsel Şekli, Kamu Hizmetlerinden Faydalanma, Eğitim, Gürültü Kirliliği, Eğitim Kurumlarına Uzaklık, Sağlık ve Yeşil Alanlarına Olan Mesafeler		
Çınar ve Ünel, (2022)	Mersin ili Erdemli ilçesi Sarıkaya Mahallesi	Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) ve Yapay Sinir Ağları (YSA)
Kriterler: Bağımsız Değişkenler; Tapu Bilgileri (Ada/Parsel -Taşınmaz no) Fiziki Özellikler; Geometrik Şekil, Nitelik (Arsa, Tarla, Tarım arazisi + kâgir ev...), Cephe sayısı Konumsal Özellikler; Benzin İstasyonuna, İlçe Merkezine, En Yakın Köye, Pazara, En Yakın Yola ve Orman ve Mera Alanlarına Mesafe Tarımsal Özellikler; Sulama Olanakları, Arazi Kullanım Kabiliyeti, Drenaj Durumu, Arazi Verimi, Taşlılık Durumu, Tuzluluk Durumu, Bitki Deseni Sosyal Özellikler; Ulaşım Olanakları, Arazi Piyasası, Mülkiyet Güvenliği (Asayiş) Arazi Yapısı; Erozyon Durumu, Eğitim Bağımlı Değişken; Arazinin değeri		

Tablo 2.1. Ulusal kaynak araştırması

2.2. Konut Değerleme Konusunda Çalışılan Ulusal Tez Merkezinden Ulaşılan Çalışmalar

Taşınmaz değerlendirme çalışması üzerine yapılan yüksek lisans ve doktora tezleri incelenmiştir. Çalışmalar incelendiğinde ileri değerlendirme yöntemlerinin daha yoğunlukta kullanıldığını söylemek mümkündür.

Satıcı'ya (2021) ait yüksek lisans tezi incelendiğinde değerlemeye ait sistemin geliştirilmesi ile birlikte Türkiye'de bulunana taşınmaz değerlendirme şirketleri ve bilirkişilerin çalışmalarına kolaylık sağlanacağını ifade etmektedir. Çalışmasında mahalle kapitalizasyon oranlarının hesaplanarak katkıda bulunmuştur. Sunguroğlu'na (2021) ait yüksek lisans çalışmasında da aynı şekilde taşınmaz değerlendirme için bir veri tabanı tasarımının önerilmesinin kullanılan çalışma alanlarına kolaylık sağlayacağı ve gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutacağını ifade etmektedir.

Şişman'a (2021) ait yüksek lisans tezinde, taşınmaz değeri ile ilişkili kriterlerin yerel etki dağılımlarının incelenmesinde global modelleme yaklaşımı Çoklu Doğrusal

Regresyon ve lokal modelleme yaklaşımı Coğrafi Ağırlıklı Regresyon tekniklerinin kullanıldığı görülmüştür. Özcan (2019) çalışmasında CBS kullanılarak taşınmazların konumları ve sosyal donatı alanlarına olan mesafeleri tespit edilmiştir. Konutlara ait yapısal ve konumsal özellikler dahilinde AHP yöntemi ile önem dereceleri belirlenmiş ve taşınmaza ait tahmin değeri hesaplanmıştır.

Girgenç'e (2022) ait yüksek lisans tezi incelendiğinde çalışma sonucunda piyasa fiyatı ile bulanık mantık uygulama sonucunun %89.377 oranında örtüştüğü gözlenmiştir (Tablo 2.2).

Tez Çalışma Araştırması			
Künye	Çalışma Bölgesi	Yöntem	Kriter
Satıcı, (2021)	Şanlıurfa Karaköprü İlçesi	Kapitalizasyon oranı	Satış miktarı, Nüfus artışı, Alanı, Yoğunluk m ² Satış fiyatı-Birim fiyatı, Kira Bedeli-Birim fiyatı
Şişman, (2021)	İstanbul (Pendik ve Tuzla ilçeleri) Kocaeli (Gebze, Çayırova ve Darıca ilçeleri)	Makine Öğrenme Teknikleri (Rastgele Orman ve Çoklu Doğrusal Regresyon)-Coğrafi Ağırlıklı Regresyon.	Mahalli Kriterler (nüfus, mahalli envanter, eğitim durumu, harcama grupları, medeni durumu, gelir düzeyi, sosyo-ekonomik gelişmişlik, rayiç değer) Yapısal kriterler (konut oda tipi, bina yaşı, alanı, ...vb.) Konumsal Yakınlık kriterleri (AVM, Üniversite, orman alanı, ...vb.)
Bayraktar, (2019)	Türkiye		Bina yaşı, İnşaat seviyesi, Taşıyıcı sistem/ Yapı cinsi, Tesisatlar, Otopark, yüzme havuzu vb. detaylı sosyal donatı özellikleri, Yapı sınıfı ve grubu, Yapı nizamı, Isıtma sistemi, Konu taşınmazın alanı, Toplam kat sayısı, Toplam bağımsız bölüm sayısı, Yapı/ işçilik/ malzeme kalitesi, Pencere ve kapı doğramaları, Kullanım fonksiyonu, Deprem hasarı, Onarım/ güçlendirme, Tadilat ihtiyacı var/ yok, Enerji kimlik belgesi, Yeşil bina sertifikası, Manzara, Cephe
Er, (2020)	İstanbul	Doğrusal (Lineer) Regresyon, Rasgele Orman algoritması, Destek Vektör algoritması, Yapay Sinir Ağı yöntemi	Tarih, Fiyat, Metre kare, Oda sayısı / Alanı, Isıtma tipi /Soğutma tipi Isıtma yakıtı tipi (şişelenmiş gaz / propan, merkezi, elektrik, doğal gaz), şömine, vb... Konutun çevresinde yer alan hizmet birimlerine uzaklık Polis merkezine, yangın alanına uzaklık, oturma alanına, vb... Binada yaşayan halka ait özellikler: Nüfus, varyasyon, yoğunluk, ortalama yaş, ortalama gelir, aile birey sayısı, çocuk sayısı, çalışma durumu, vb... Ulaşım birimlerine uzaklık: Otobüs durağı, tren istasyonu, vb... Dış mekan tipi (tuğla, alüminyum kaplama, vinil kaplama, ahşap / sedir, kompozisyon, tuğla önr;taş, sıva, Somut) Konut arazi oranı /Büyüklüğü, Az kullanılan özellikler Yürüme puanı, vb...

Sunguroğlu, (2021)	Ankara İli Çankaya İlçesi Yıldıztepe Mahallesi	Yazılım ve Geleneksel Yöntemle Değerleme	Kat, Plan ve Projeye Uygunluk, Ara Katta Olma, Site İçinde Olma, Güneybatı-Güneydoğu- Kuzeydoğu- Kuzeybatı, Yaş, Ulaşım Kolaylığı, Yapı Sınıfı, Manzara Olma
Pişkin, (2021)	Çanakkale ili, Lapseki ilçesi, sınırları	AHP	Parsel Şekli, Yola Cephesi, Bakı, Ana Ulaşım Akslarına Olan Uzaklığı, Toprak Yapısı, Eğim
Kara, (2021)	Türkiye	LADM Taşınmaz Değerleme Veri Modeli	Bina-Bağımsız Bölüm: Bina metrekare normal inşaat maliyet bedeli, Bina kullanım türü, Bina inşaat türü, Bina inşaat sınıfı, Bina dıştan dışa yüzölçümü Aşınma payı, Asansör, Kalorifer/Klima Arsa: Arsa alanı, Arsa metrekare birim değeri Arazi: Arazi alanı, Arazi metrekare birim değeri, Arazi türü
Özcan, (2019)	Antalya ili Alanya ilçesi	AHP	Yapısal Özellikler (yapının yaşı, bulunduğu kat, kullanım alanı, oda sayısı, balkon, asansör, daire imkanları, manzara) Konumsal Özellikler (denize uzaklık, eğitim alanına uzaklık, ulaşım merkezine uzaklık, sağlık alanına uzaklık, yeşil alanlara uzaklık, dini tesislere uzaklık, mezarlık alanlarına uzaklık, AVM alanlarına uzaklık, spor alanlarına uzaklık)
Umur, (2022)	İzmir ili Buca ilçesi	Regresyon Modelleri	Bina özellikleri (site içinde olmak, konut büyüklüğü, asansör ve otopark varlığı, yapı kalitesi, oda sayısı) Konumsal özellikler (hastanelere, yeşil alanlara, restoranlara, alışveriş merkezlerine, üniversiteye ve marketlere uzaklık)
Girgenç, (2022)	Ankara ili Mamak	Bulanık Mantık Yöntemi	Yapısal Özellikler (bina yaşı, daire katı, daire (m2), oda sayısı, cephe, daire imkanları) Konumsal Özellikler (eğitim, AVM, ana cadde)
Özden, (2022)	Ankara ili Mamak ilçesi	Makine Öğrenmesi Yöntemleri, IDW, OLS ve SLR yöntemleri	Taşınmaz değerini etkileyen özellik bilgileri (bulunduğu kat, yüzölçümü, sokak genişliği, ruhsat, otopark ve asansör durumu) Taşınmazın konum bilgisi (şehir merkezi, üniversite ve park alanına olan uzaklıkları)
Bande, (2022)	Ankara Keçiören Atapark	Yapay Sinir Ağı (YSA)	Bina Yaşı, Kat Sayısı, Bulunduğu Kat, Cephe Durumu, Oda Sayısı, Dairenin Net Alanı, Site Durumu, Isınma Türü, Asansör Durumu, Kapalı Garaj Durumu ve Ulaşım Ve Sosyal Tesis Noktalarına Uzaklığı

Tablo 2.2. Tez çalışma araştırması

2.3. Konut Değerleme Konusunda Çalışılan Uluslararası Makale Çalışmaları

Uluslararası tez çalışmalarında hangi kriterlerin ve analizlerin kullanıldığı dikkate alınarak inceleme gerçekleştirilmiştir. Konumsal özelliklerin, çalışma bölgesinin nüfus yoğunluğu, eğitim durumu gibi mahalli özelliklerin ve değerlemede kullanılan konutlara ait fiziksel özelliklerin yoğunlukla kullanıldığı söylenebilir.

Yeh ve Hsu (2018) geleneksel karşılaştırma yönteminin eksiklerinin ortaya konulmasıyla düzeltme katsayısı eksiklerinin yenilenmesi ve yenilikçi bir gayrimenkul değerlendirme yaklaşımını önermektedir. Zhang ve Dong Pekin bölgesinde, 2014 yılında 2370 adet toplu konuttan oluşan çalışmada sınıflandırılmış 25 kriter belirlemiştir (Tablo 2.3). Bunlar; konum, konut ve mahalle özellikleri olmak üzere üç kategoriye ayırmış ve ölçmek için hedonik bir fiyatlandırma modeline yatay yeşil görünüm endeksi (HGVI) adı verilen endeks komşu konut geliştirmelerinde sokak yeşilliğinin görsel algısının değeri kullanılmıştır. İnsanların şehir merkezlerine oranla göl kenarlarında ve yeşilliğin daha yoğun olduğu bölgeleri tercih ettiğini ifade etmişlerdir. Yol yeşillendirme konusunda politika yapıcılar ve şehir planlıları için bilimsel bir temelin sağlanabileceği ve sokak yeşillendirme politikasına sahip olarak konut fiyatlarının artabileceğini belirtmiştir.

Uluslararası Kaynak Araştırması			
Künye	Çalışma Bölgesi	Yöntem	Kriter
Yeh ve Hsu, (2018)	Sindian	Kuantil Regresyon Analizi sorting quantile method	MRT istasyonuna olan mesafe (Hızlı Toplu Taşımacılık Sistemi, Singapur'da bulunan bir metro ağıdır.) Markete olan mesafe-lineer model Ev yaşı (yıl)- logaritmik model İşlem Tarihi (piyasa trendi)- doğrusal model
Zhang ve Dong, (2018)	Pekin	Hedonic Pricing Model (Hedonik Fiyatlandırma Modu)	Bağımlı değişken (günlük satış fiyatı) Konum özellikleri (iş merkezine olan mesafe) Konut özellikleri (alan, inşaat süresi, cephe, arsa oranı, emlak ücreti, yeşil alan, bina tipi döşeme) Mahalle özellikleri (otobüs durağına mesafe, otobüs durağı sayısı, metro istasyonuna mesafe, okula mesafe, okul sayısı, parka olan mesafe, göle olan mesafe, gölün alanı, 400 m içinde ortalama yatay yeşil görünüm endeksi)
Čeh, vd., (2018)	Ljubljana	Çoklu Regresyon- Hot spot analizi	Binanın yapım yılı, cephe, inşaat türü, asansör varlığı, konut tipi, binadaki daire sayısı, emlak piyasa bölgesi, apartman kat numarası, binadaki konumu (zemin, orta), dairedeki oda sayısı, daire alanı, otobüs durağına yakınlık, üniversiteye yakınlık, deniz seviyesinden yükseklik, otoyol şeridinde yakınlık, demiryoluna yakınlık, yeşil alana yakınlık, şehir merkezine yakınlık, nehir kıyısına yakınlık
Hong, vd., (2020).	Gangnam bölgesi	Kare ortalama hatası (MSE) OLS ve RF regresyonu	Yapısal özellikler (inşaat yılı, alanı, kat sayısı, ısıtma sistemi) Mahalle (apartmandaki bina sayısı, otopark, kat alanı oranı, bina kaplama oranı, bir apartmanın en üst- alt katı) Konum özellikleri (enlem, boylam, parka uzaklık, okula uzaklık, gelişme alanına uzaklık, hastaneye uzaklık, müzeye uzaklık, metro istasyonuna uzaklık) Makro değişken (işlem süresi, yurtiçi hasılat, yıllık büyüme, fiyat dalgalanma oranı, ipotek faiz oranı)

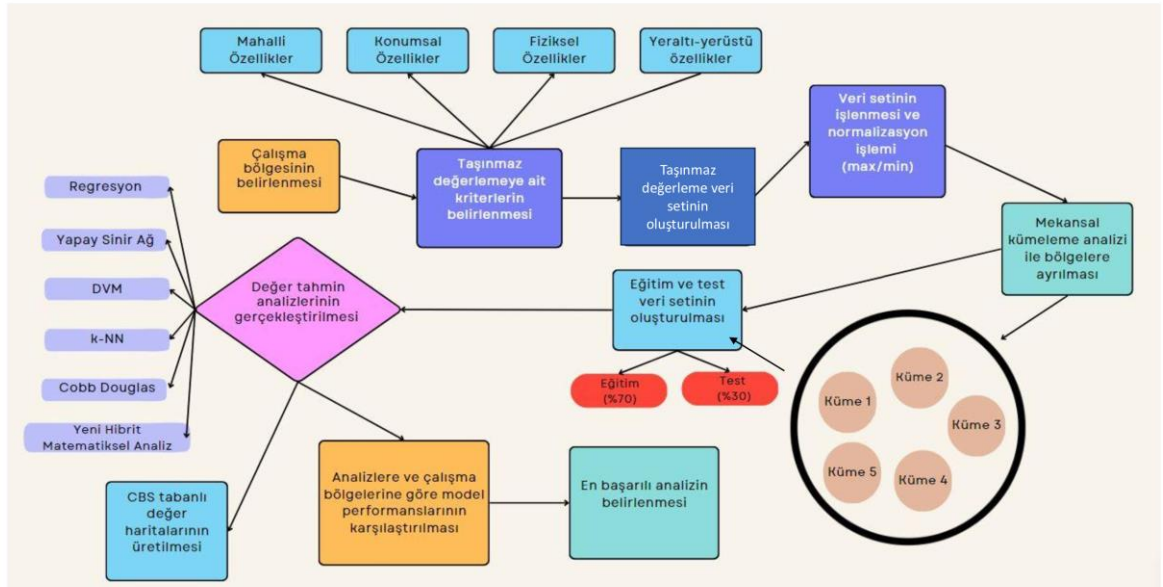
Liu vd., (2011)		Yapay Sinir Ağları	Birincil Depolanmış Coğrafi Veriler; Sosyal Veriler; Ekonomik Veriler Tesis Haritaları (Eğitim, İş, Ulaşım Ve Yollar, Vb), Ticari Davalar Ve Proje Özellikleri Tahmin Edilmemiş, Mekânsal Veriler Vb.
Guo, vd., (2014)		Yapay Sinir Ağları	Fiziksel değer: Konum (arazi geliştirme durumu), Bina (inşaat kalitesi, yapı güvenliği, inşaat ekipmanları, tasarım ömrü, bakım koşulları) Fonksiyonel değer: Konum (arazi doğal koşulları), Bina (işlev düzeni, dekorasyon ve teçhizat, kullanım şekli, nüfus ve sosyal gelişme, moda ve tercihler) Ekonomik değer: Konum (ekonomik coğrafi durum, kanunlar ve yönetmelikler, piyasa arz ve talebi, fiyat seviyesi, faiz oranı), Bina Kültürel değer: Konum (şehir ve toplum ortamı), Bina (tarihsel değer, kültürel değer, marka ve sanat değeri)
Peterson, ve Flanagan, (2009)	Wake County	Yapay Sinir Ağları (YSA)	Satış ücreti, yaşı, daire sayısı, parsel büyüklüğü, ısıtma sistemi, banyo sayısı, dış cephe
Trawiński, vd., (2017))		Makine Öğrenim Modeli	Alan, Yıl, Kat Sayısı, Oda Sayısı
Yalpir, (2014)	Konya ili Selçuklu ilçesi	AHP	Kat sayısı, Binanın yaşı, Bina alanı, Isıtma tipi, Daire cephesi, Güvenlik, Otopark, Piyasa değeri

Tablo 2.3. Uluslararası kaynak araştırması

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ülkemizde konut alım satımların yoğun olduğu ilk 10 ilden biri olan Konya ilinde 2022 yılında toplam 34.554 konut satışı gerçekleştirilmiştir. Yapılacak olan bu çalışma ile de Konya ili Selçuklu, Meram ve Karatay ilçelerine ait merkez mahallerde konut satış verileri kullanılarak değerlendirme için modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Çalışma bölgesinin belirlenmesinin ardından bu bölgeye ait konumsal kriterler belirlenmiş ve verileri toplanarak düzenlenmiştir. Belirlenen yöntemler ile kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi değer haritasının oluşturulması, sonuçların irdelenmesi çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1.).

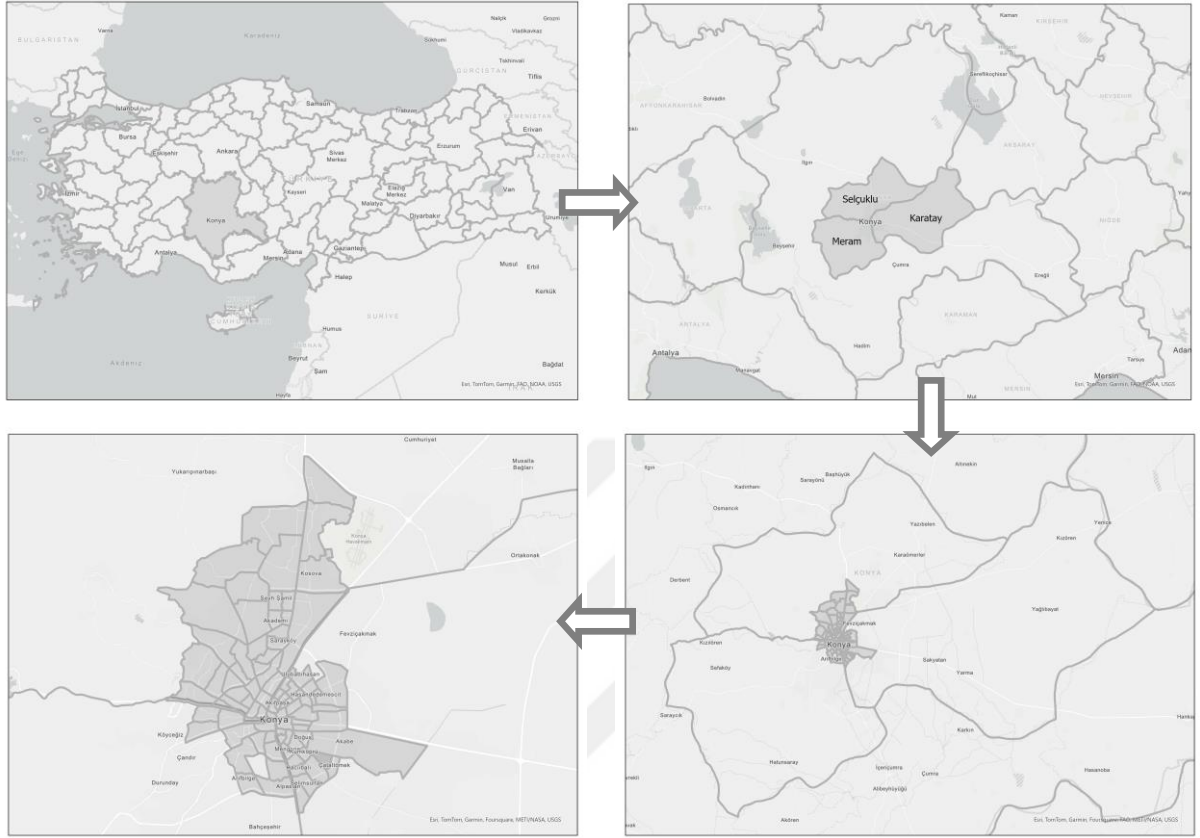


Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan iş akış diyagramı

3.1. Çalışma Bölgesi

Konya, Türkiye'nin 42.841 km²'lik yüzölçümü ile en büyük yüzölçümü olan ili ve en kalabalık altıncı şehridir. Ankara, Aksaray, Niğde, Karaman, Antalya, Isparta, Afyon ve Eskişehir illerine komşudur. 36° 22' ve 39° 08' kuzey paralelleri ile 31° 14' ve 34° 05' doğu meridyenleri arasında yer alır. Toplamda 31 ilçesi vardır. 2022 TÜİK verilerine göre 2.296.347 nüfusuna sahiptir. İl karasal ilkime sahiptir. Yazları kuru ve sıcak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Taşınmaz alım-satımı bakımından yoğun olan Konya ilinde 2022 yılı verilerine göre Selçuklu ilçesinde 8486 (ipotekli 1641), Meram ilçesinde 2872 (ipotekli 394) ve Karatay ilçesinde ise 4512 (ipotekli 525) bağımsız bölüm satışı gerçekleşmiştir. Bu satışlar merkez mahallerde yer alan konutlara tekabül

ettiği görülmektedir (TKGM, 2023) (<https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/>). Çalışma kapsamında; Konya'nın Selçuklu, Meram ve Karatay ilçelerine ait merkez mahalleler yer alacaktır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Çalışma bölgesi (Konya-Merkez Mahalleler)

3.2. Taşınmaz Değerlemede Veri Setinin Düzenlenmesi ve Kriterlerini Belirlenmesi

Taşınmaza ait verilerin toplanması, analiz edilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi için verilerin altlıkların oluşturulması bunun için de verilerin düzenlenmesi gerekmektedir. Çalışmada uygulama alanı olarak Türkiye’de konut satışlarında ilk 10’a giren illerden olan Konya ili tercih edilmiştir. Emlak sitelerinde yer alan 2022 yılı konut satış ilanları kullanılmıştır. İlanlardan elde edilen bilgiye göre m² alanları (net-brüt), oda sayısı, balkon sayısı, bina yaşı, bulunduğu kat, toplam kat sayısı, ısıtma sistemi, tapu durumu verileri elde edilmiştir. Çalışma bölgesinde satılık olan konutlar için enlem boylam verileriyle yer tespiti gerçekleştirilmektedir. Bu enlem boylam bilgisi kullanılarak konumsal özelliklerin mesafe analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan konumsal özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz; anayola yakınlık, ulaşım yollarına yakınlık, şehir merkezine yakınlık, yeşil alanlara yakınlık, ibadet alanlarına yakınlık, sağlık alanlarına yakınlık, eğitim kurumlarına yakınlık, resmî kurumlara yakınlık, güvenlik birimlerine yakınlık, alışveriş merkezine yakınlık, toplu

taşıma noktalarına yakınlık, mezarlığa yakınlık, iş merkezlerine yakınlık, otopark alanlarına yakınlıktır (Şekil 3.3). Aynı zamanda mahalli, fiziksel ve yasal özellikler çalışma bölgesine ait olanları toplanarak düzenlenmiş ve gerekli olanlar için analizleri yapılmıştır.

KONUMSAL ÖZELLİKLER	FİZİKSEL ÖZELLİKLER	MAHALLİ ÖZELLİKLER	YERALTİYERÜSTÜ ÖZELLİKLERİ
- Anayola Yakınlık - Ulaşım Yollarına Yakınlık - Demiryoluna Yakınlık - Şehir Merkezine Yakınlık - Yeşil Alanlara Yakınlık (Park - Piknik - Çocuk Parkı Alanları) - İbadethane Alanlarına Yakınlık - Sağlık Alanlarına Yakınlık (Hastane - Sağlık Merkezi) - Eğitim Kurumlarına Yakınlık (İlkokul - Lise - Kurs - Üniversite) - Resmi Kurumlara Yakınlık - Güvenlik Birimlerine Yakınlık (Polis Merkezi) - Alışveriş Merkezine Yakınlık (AVM- Pazar Yeri) - Toplu Taşıma Noktalarına Yakınlık (Tramvay) - Gar-Havaalanı- Otopark Yakınlık - Sanayi Alanına Yakınlık - Mezarlığa Yakınlık - İş Merkezlerine Yakınlık - Eğlence Mekanlarına Yakınlık - Ticaret Alanlarına Yakınlık - İtfaiye İstasyonuna Yakınlık - Askeri Alanlara Yakınlık	- m² (Brüt) - m² (Net) - Oda Sayısı - Balkon Sayısı - Bina Yaşı - Bulunduğu Kat - Kat Sayısı - Isınma Sistemi - Tapu Durumu	- Nüfus Yoğunluğu - Eğitim Durumu (İlkokul-Lise-Üniversite) - Gözde Mahalle Durumu - Gelişim Potansiyeli	- Eğim - Jeolojik Durumu - İklim Durumu (Sıcaklık-Nem-Rüzgar) - Hava Kirliliği (SO₂ . PM₁₀) - Gürültü Kirliliği

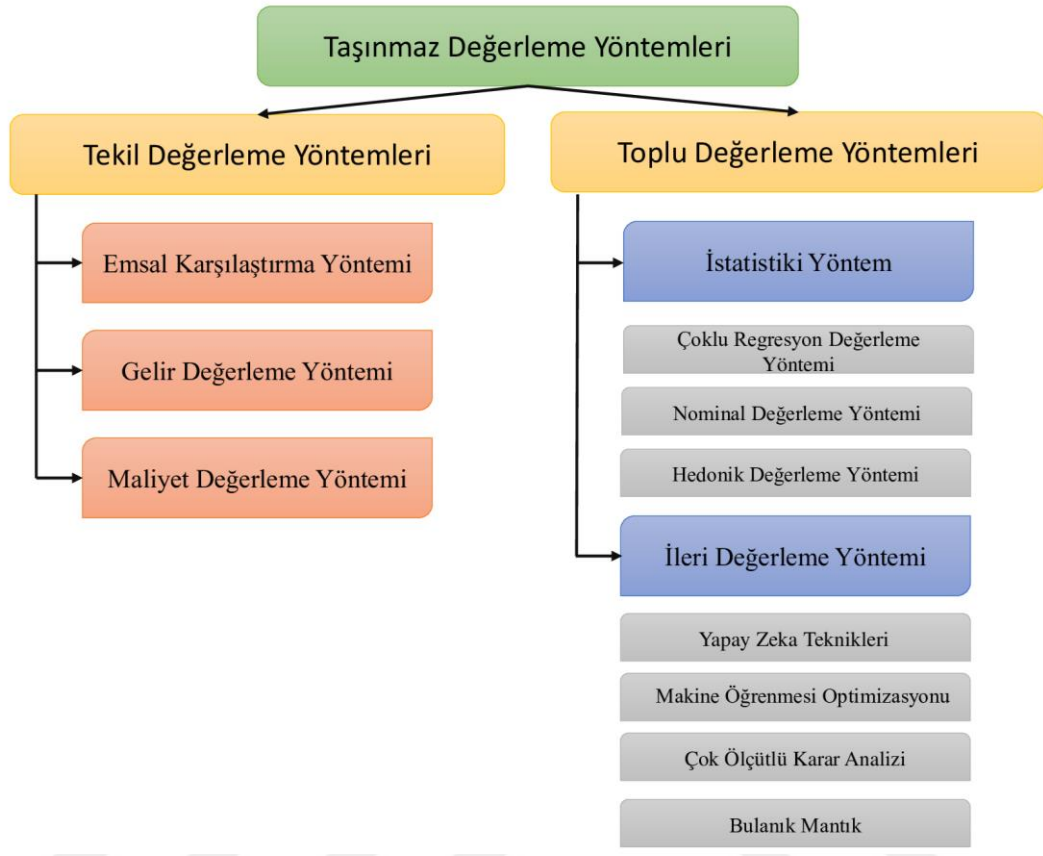
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan kriterler

3.3. Taşınmaz Değerleme Yöntemleri

Taşınmazların değer tespitinde birçok yöntem bulunmaktadır. Ancak net ve kesin bir yöntemden söz etmek doğru değildir. Her çalışma alanının bulunduğu bölge özelliklerine göre belirledikleri yöntemler değişiklik gösterebilmektedir (Erdem, 2016). International Association of Assessing Officers (IAAO), değerlendirme konusunu tek ve toplu taşınmaz değerlemesi olarak iki grupta incelemektedir (IAAO, 2013). Literatürde hem tekil hem de toplu değerlendirme için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler, güncel akademik araştırmalar, farklı taşınmaz türleri için günümüzün çeşitli gereksinimleri ve IAAO standartları dikkate alınarak Şekil 3.4'de sunulmuştur. Ancak zamanla gelişen bilgisayar teknolojisiyle birlikte bu yöntemlerin kullanımında ve değerlendirme konusunun içeriğinde önemli değişiklikler olmuştur. Ayrıca taşınmaz değerlemeleri farklı ihtiyaçlarda kullanıldığından tek değerlendirme yöntemleri geçici çözümler üretmektedir. Bu yöntemler günümüzün ihtiyaçlarını yeterince karşılamamaktadır.

Taşınmaz değerlemede kullanılacak, konumsal, fiziksel, mahalli ve yasal özellikleri gibi birçok kriter ve yöntem belirlenmesinde farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. Bunlar sonucunda ihtiyaca yönelik farklı yöntemler geliştirilmiştir. Değerleme çalışmasında kullanılan yöntemleri geleneksel yöntemler, istatistiki

yöntemler, ileri değerlendirme yöntemleri ve bunların alt başlıkları olarak sıralayabiliriz (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Taşınmaz değerlendirme yöntemleri (Yalpır, 2007)

3.3.1. Geleneksel yöntemler

IAAO'ya ve Türkiye Değerleme Standartları Çalışmasına (TUGDES) göre tekil değerlemede tercih edilen değerlendirme raporlarında da kullanılan geleneksel yöntemler olarak adlandırılan emsal, gelir ve maliyet yöntemleri en çok kullanılan yöntemler içinde yer almaktadır (TDUB, 2011; IAAO,2017). Bu yöntemler tek bir taşınmaz değeri tahmininde kullanıldığından tekil değerlendirme modelleri olarak da anılmaktadır. Bunlar;

- **Emsal karşılaştırma yöntemi:** Emsal karşılaştırma yöntemi değerlemede uzmanlar tarafından tercih edilen yöntemlerden biridir. Değerlemesi yapılacak bölgenin çevresindeki taşınmazların benzer özelliklerine bakarak satış fiyatlarının karşılaştırılması yöntemidir.
- **Gelir değerlendirme yöntemi:** Taşınmazın geri kalan ekonomik ömründe, yatırımcıya kazandıracağı net gelir akışı ile belirlenir. Kazanılacak olan gelir akışı benzer durumdaki taşınmazlardan elde edilen ve yatırımdan elde edilmesi beklenen kazançla emsal taşınmazlardan kazanılan kazançlarla karşılaştırılır (Açlar ve Çağdaş, 2002; Bayraktar, 2019).

- **Maliyet değerlendirme yöntemi:** Bu yöntem özellikle yapılar için değerlendirme işlemi yapılırken kullanılmaktadır. Taşınmazlar üzerindeki yapıların inşaat maliyetleri ve elde edilme maliyetleri, diğer ekonomik değerleri de dikkate alınarak hesaplanır. Taşınmaza ait kesin değer belirlenmesi için yapının maliyet değerinden, olumsuz değerler, yıpranma payı, tadilat masrafı gibi değerler çıkarılarak belirlenir. Özellikle sigorta işlemlerinde değerlemesi yapılacak olan taşınmazlar için bu metod kullanılır (Yomralıoğlu, 2011; Bayraktar, 2019)

olarak bilinen yöntemleri içerir.

3.3.2. Toplu değerlendirme yöntemleri

Hem maddi hem de sosyal açıdan devletlerin önemli bir gelir kaynağı olan taşınmazların değeri çoğu zaman çeşitli geleneksel yöntemlerle belirlenmektedir. Ancak günün değişen ihtiyaçları doğrultusunda geleneksel taşınmaz değerlendirme yöntemleri geçici çözümler sunmakta ve gelir, karşılaştırma, maliyet gibi tekil yöntemler günümüzde artık yeterli olmamaktadır (Pagourtzi vd., 2003). Bunların dışında değer belirlenmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Zaman içerisinde taşınmaz değerlendirme yöntemlerinde günün koşullarına göre değişiklikler olmuştur. Özellikle son dönemde birden fazla taşınmaz değerinin belirlendiği durumlar için toplu değerlendirme kavramı ortaya çıkmıştır. Toplu değerlendirme, bir grup taşınmazın ortak veriler, matematiksel modelleme ve istatistiksel kriterler kullanılarak değerlemesini tanımlamıştır (French, 2008). Değerlendirme için harcanan zaman, emek ve maliyet dikkate alındığında, taşınmazların toplu olarak değerlemesi bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu gereklilikleri karşılamak amacıyla literatür taramaları, güncel ihtiyaçlar ve genel-geçici çözümler analiz edilerek değerlendirme yöntemlerinde yeni bir gruplama oluşturulmuştur (Şişman vd., 2019).

Dünyanın birçok ülkesinde taşınmazların toplu değerlemesi ve bu değerler üzerinden vergi alınması konusunda çalışmalar bulunmaktadır. Bazı Avrupa ülkelerindeki toplu değerlendirme uygulamaları incelendiğinde, toplu değerlendirme yoluyla taşınmaz değerlemesinin daha kolay yapılabileceği, uzun vadede düşük maliyetli ve hızlı değer tahmini gerçekleştirilebileceği görülmektedir. Bu ülkelerde toplu değerlemenin etkinliği hem ülke ekonomisi hem de taşınmaz sahipleri açısından oldukça önemlidir (Barańska, 2013; Şişman vd., 2023).

3.3.2.1. İstatistiki değerleme yöntemleri

Çok değişkenli doğrusal regresyon yönteminin taşınmaz değer tahmini ve nitelik etkilerinin de kullanılması literatürde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Ulusal ve uluslararası birçok akademik çalışmada geliştirilen yeni yöntemleri karşılaştırmada kullanılmaktadır. Narin vd. Keçiören ilçesinde YSA ve ÇRA yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma bölgesi üzerinde YSA yönteminin ÇRA'ya kıyasla daha başarılı sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda bu iki yöntemin de konut değerleme uygulamalarında kullanılabilirliğinin olduğu ve değerlendirme sonuçlarının hızlı ve başarılı olabileceğine belirtmişlerdir. Ayrıca, değerlendirme çalışmalarında bulanık mantık, destek vektör makinesi ve diğer yapay zekâ yöntemleri ile de karşılaştırma yapılabileceğini söyleyebiliriz (Narin vd., 2023). Anlaşılır ve uygulama kolaylığı olması, veri setine dayalı modellenmesinden kaynaklı piyasaya dayalı sonuç vermesinden sebep tercih edilen en bilinen toplu değerlendirme yöntemleridir. Bu yöntemler ve matematiksel içerikleri aşağıdaki gibidir.

Çoklu regresyon değerlendirme yöntemi: Regresyon analizi, birçok alanda veri analizi için başvuru önemli bir istatistiksel teknik olup değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılır. Birkaç değişken birleşerek hem kendi içlerinde hem de diğer değişkenler üzerinde etkiye sahiptir. Çoklu regresyon analizi birden fazla değişkene sahip uygulamalarda kullanılır. Bağımlı bir değişken ile bağımlı değişken üzerinde etkisi olduğu varsayılan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel bir model ile açıklanmasıdır (Tursun, 2014). Regresyon analizinde incelenen değişkenler arasındaki istatistiksel ilişkilerdir. İstatistiksel ilişkilerde değişkenler raslantısal veya olasılıklı olarak ifade edilmektedir.

Regresyon metodu iki farklı şekilde uygulanır;

- Lineer regresyon metodu
- Lineer olmayan regresyon metodu

Basit Lineer Regresyon Metodu; basit analizlerde kullanılmaktadır. İki değişken arasında lineer bir ilişkinin olduğunu ifade eder.

Çok Değişkenli Regresyon Lineer Metodu; iki değişkenden daha fazla sayıda değişkenin olduğu lineer ilişkiyi ifade eder.

Lineer Olmayan Regresyon Metodu; iki veya daha fazla değişken arasında lineer olmayan regresyon metodudur. Daha öncesinde belirtilen denklemle ifade edilen bir ilişkinin varlığıyla ifade edilir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki eğer doğrusalsa lineer regresyon, eğer bu değişkenler arasında herhangi bir doğrusallık yoksa bu durumda da lineer olmayan regresyon kullanılabilir. Taşınmaz üzerinde anlamlı bir etkisi olan her nitelik bağımsız değişken, değer ise bağımlı değişkendir.

Regresyon yöntemlerinin matematiksel modelleri;

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon_i \text{ (Basit Lineer Regresyon Metodu)} \quad (3.1)$$

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \text{ (Çoklu Lineer Regresyon Metodu)} \quad (3.2)$$

$$y_1, y_2 = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \text{ (Çok Değişkenli Lineer Regresyon Metodu)} \quad (3.3)$$

şeklinde ifade edilir.

y_i = bağımlı değişken

$X_1, X_2, \dots, X_n$ = bağımsız değişken

β_0 = model sabit katsayısı

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ = kriterlere ilişkin katsayılar

ε_i = hata

Regresyon modelinde hata terimi olarak ifade edilen değer model üzerinde analizin bağımlı değişkeninin model sonucu elde edilen değer arasındaki farkını ifade etmektedir. Fark azaldıkça hata miktarının azaldığını söyleyebiliriz.

Taşınmaz değerlemede regresyon yöntemi kullanılırken belirlenen kriterlerin etki miktarlarının tespit edilmesi ve bu kriterlerin hepsinin birlikte değerlendirilmektedir. Çoklu regresyon analizi ile taşınmaz değerleme çalışmasında piyasa fiyatları ve kullanılan çalışma alanına ait kriterlerin içerdiği veri tabanı oluşturulmalıdır. Taşınmaz değerlemede etki eden kriterlerin arttırılması değer in daha sağlıklı tespit edilmesine zemin hazırlamaktadır (Girgenç, 2022). Nonlineer regresyonun matematiksel modeli aşağıdaki denklem 3.4’de yer almaktadır.

$$\text{Değer} = a_0 x_1^{a1} x_2^{a2} x_3^{a3} \dots x_n^{an} + b_0 y_1^{b1} y_2^{b2} y_3^{b3} \dots y_n^{bn} \quad (3.4)$$

$X_{1,2,3 \dots n}, y_{1,2,3 \dots n}$ = kriterlere ilişkin değişken

a_0, b_0 = model sabit katsayıları

$a_{1 \dots n}, b_{1 \dots n}$ = bağımsız değişken katsayıları

Cobb-Douglas hibrit modeli: Model taşınmaz değerlemede doğrusal ve doğrusal olmayan modeller temel alınarak geliştirilmiştir. Lineer ve lineer olmayan belirtmeleri birleştirdiği için bu modele hibrit model adı verilmiştir. Bu model binalı ve binasız taşınmaz değerlemesinde kullanılabildiğinden binaların olmadığı durumlarda arsanın değerinin tespit edilmesinde de kullanılmaktadır (Yalpır ve Bayrak, 2017).

$$P_i = a_0 (x_{1,i}^{a_1} x_{2,i}^{a_2} x_{3,i}^{a_3} \dots) + b_0 (y_{1,i}^{b_1} y_{2,i}^{b_2} y_{3,i}^{b_3} \dots) \dots \quad (3.5)$$

$x_{1,2,3,\dots,n} - y_{1,2,3,\dots,n}$ = çalışmaya ait özellikler

a_0, b_0 = sabit değişkenler

$a_{1,2,3,\dots,n}, b_{1,2,3,\dots,n}$ = bağımsız değişken katsayıları

Hedonik değerlendirme yöntemi: Genellikle konut amaçlı kullanılan taşınmazların değerini etkileyen kriterlerin tespit edilmesinde kullanılır. Kelime anlamı olarak hedonik, hizmet ve mal tüketimi sonrası oluşan memnuniyet anlamına gelirken hedonik fiyat ise kişinin memnuniyet için ödemeyi göze aldığı miktardır. Hedonik fiyat modelinin temelinde alınan hizmet veya maldan ziyade, bunların sağlamış olduğu faydalar göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılır (Kördiş vd., 2014; Özcan 2019). Bu yöntemde konutun sahip olduğu her bir kriterin konutun değerine etkisi olduğu kabul edilir ve bu etki tahmin edilmeye çalışılır (İslamoğlu ve Bulut, 2018; Özcan, 2019).

Nominal değerlendirme yöntemi: Taşınmaz değerlendirme çalışmasında rayiç değerinin tespit edilmesi en başta gelen sorunlardan birine cevap vermeyi ifade etmektedir. Bu değer tespiti ülkelerin ekonomik durumu, taşınmaz değerlemede kullandıkları değerlendirme yöntemleri gibi değişkenler ile birim metrekare fiyatlarında değişikliklerin oluşmasına sebep olmaktadır. Değerlerin farklılıkları taşınmazların piyasa fiyatları arasında farklılık olmasına sebep vermektir. Bir altyapının bulunmaması durumunda kontrol altına alınması oldukça güçtür. Yapılan araştırmalar neticesinde emlak vergilendirme sistemleri için yapılacak olan değerlemede bölgeler ve sokaklar baz alınarak bu alanlara giren taşınmazların değerleri aynı olarak belirlenmektedir. Halbuki her bir taşınmazın kendi içerisinde farklı özellikleri bulunmakta ve diğer taşınmazlara göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle sağlıklı bir değerlendirme çalışması için bu şekilde belirlenen değerlendirme çalışması uygun değildir. Bu nedenle taşınmazların çok olduğu bölgelerde gerçekleştirilen değerlendirme çalışması ile söz konusu taşınmazın aralarındaki değer dağılımlarının oluşturulmasında parametrik değer ya da birim rayiç değer kullanılmaktadır. Bu çalışmaların gerçekleştirilmesi için değer kriterleri

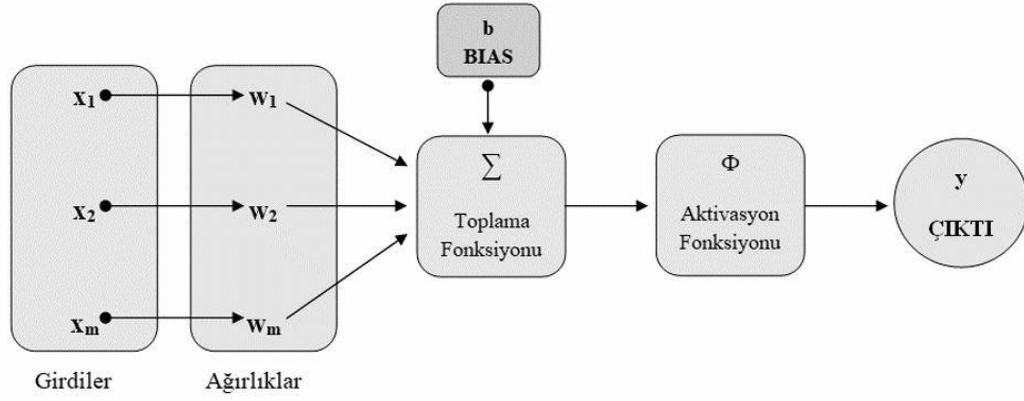
matematiksel olarak ifade edilerek maksimum ve minimum puanlar belirlenmektedir. Taşınmazların değer katsayıları hesaplanır. Değer katsayıları, taban alınarak istenen durumlarda rayiç değere dönüştürülmektedir. Bu ifade ise taşınmazların değer bakımından birbirlerine göre karşılaştırmalı durumlarını göstermesidir. Bu değerlendirme çalışması istatistiki değerlendirme çalışmalarından biri olan nominal değerlendirme yöntemidir (Özfidan, 2008; Yomralıoğlu vd. 2012; Mete ve Yomralıoğlu, 2019; Girgenç, 2022).

3.3.2.2. İleri değerlendirme yöntemleri

Günümüz koşullarında gelişen bilgisayar teknolojileri ve veri çeşitliliğine en iyi çözümleri sunabilen modeller ve algoritmalar geliştirilmiştir. Taşınmaz değer tahmininde de bu yeni yaklaşımlar gün geçtikçe benimsenmeye başlamıştır. Henüz yasal anlamda kabulü olmasa da geleceğin en başarılı ve adil tahminlerini yapabilecek modelleri içermektedir. Bunlardan bazıları bu tez çalışmasında ele alınmış ve uygulanmıştır. Bunlar aşağıda yer alan yöntem ve teknikleri içermektedir.

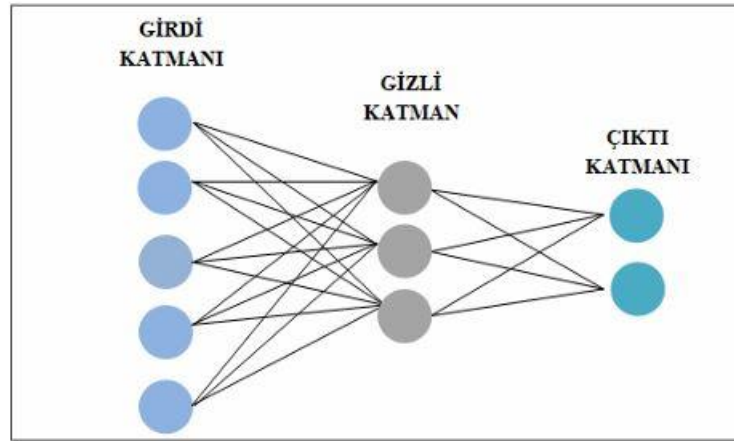
Yapay sinir ağları ile değerlendirme yöntemi: Yapay Sinir Ağları insan beyninin biyolojik sinir sistemi gibi davranan bir bilgisayar yazılımıdır. Daha önce öğrenilmiş veya sınıflandırılmış bilgileri değerlendirerek yeni bilgiler üretebilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin tabakalar halinde bağlanmasıyla oluşturulan veri tabanlı sistemlerdir. Karışık sorunları insan beyninin öğrenme ve farklı şartlarda çabuk karar verebilme gibi yeteneklerini kullanarak çözümlemeyi amaçlayan bir sistemdir. Taşınmaz değerlendirme işlemlerinde YSA yönteminin kullanılabilmesi için eğitim ve deney veri setlerinin geniş seçilmesi ve parametrelerin doğru analiz edilmesi gerekir (Yalpır, 2007).

YSA tek yönlü bağlantılar ile birbirlerine bağlanan işlem elemanlarından oluştuğu burada da tek bir hedefin olduğu söylenebilir. Bu hedef çalışmaya göre değişiklik gösterip çoğalabilmektedir. Çalışma kapsamında veri girişinde ve çıkışında istenen kritere göre farklı sorulara cevap verdiği söylenebilir. İç yapısı karmaşık olduğundan analiz sırasında nasıl bir denklem ile analiz yaptığı bilinmemektedir (Saraç, 2012).



Şekil 3.5. Yapay sinir ağı hücresi (İlhan ve Öz, 2020)

Şekil 3.5.'de yapay sinir ağı hücresi yer almaktadır. x = girdiler, w = ağırlıklar, m =toplam girdi sayısını ifade eder. Buradan da anlaşıldığı üzere girdiler olarak ifade edilen katmanda çalışma için elde edilen veri setinden gelen bilgilerin yer aldığı katmandır. Bu katman sonrası sistem üzerinde kriterlere etki eden oranların pozitif ve negatif yönde büyüklüğünün yer aldığı ağırlıkların belirlenmesi gerçekleşir. Daha sonra gelen net girdinin hesaplandığı toplama fonksiyonu oluşturulur. Aktivasyon fonksiyonu ile net girdinin işlenip girdiye karşılık oluşturulan çıktıyı ifade etmektedir. Aktivasyon fonksiyonundan gelen dışarıya aktarılan değere çıktı değeri denilmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Sinir ağı katmanları (İlhan ve Öz, 2020)

Girdi katmanı dışarıdan aktarılan ve gizli katmana gönderilen bilgileri, gizli katman girdi katmanından aldığı bilgileri toplayıp işledikten sonra çıktı katmanına gönderen, çıktı katman ise gelen bilgileri işleyerek dışarıya ileten katmandır. Gizli katman sayısı ve nöron sayıları tasarıma başlarken kullanıcı tarafından belirlenmektedir (İlhan ve Öz, 2020).

Makine öğrenmesi optimizasyon ile değerlendirme yöntemi: Makine öğrenmesi, ilgilenilen konu ile ilgili verilerin bilgisayar ortamında işlenerek, yapıya ait genellenmenin yapıldığı bilgisayar algoritmalarının genel adıdır. Makine öğrenmesi algoritmaları verilen eğitim verisini kullanarak tahminleme ve karar verme süreçleri için matematiksel modeller oluşturur (Er, 2020; Bishop, 2006).

Destek vektör makineleri: Destek Vektör Makineleri (DVM) 1960'lı yıllarda Vladimir Vapnik ve Alexey Chervonenkis tarafından geliştirilmiş, istatistiksel öğrenme teorisine dayanan kontrollü sınıflandırma tabanlı makine öğrenme yöntemlerinden biridir (Demirci, 2007; Savaş, 2019). DVM sınıflandırma ve regresyon problemlerinin çözümünde kullanılan bir yöntemdir. DVM'nin çalışma sistemi iki sınıfı birbirinden ayırmak ve en uygun karar fonksiyonuna da tahmin edilmesi prensibi üzerinedir. DVM öznelik alanını hiper düzlemle ayıran ve bunun sonucunda farklı sınıfların ya da sınıf değerlerinin örnekleri arasındaki marjı en üst seviyeye çıkaran bir tekniktir.

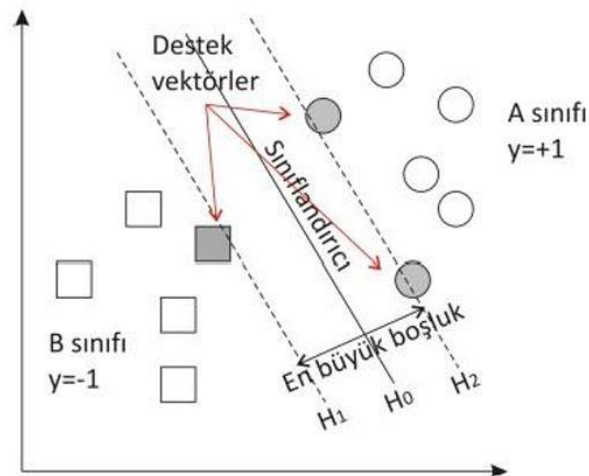
DVM ile doğrusal olarak ayrılabilen sınıflı sınıflama problemine çözüm bulmakta ve iki veri sınıfında aynı uzaklıkta olacak maksimum boşluklu sınıflama hatasını düşük yapacak hiper düzlemi belirler. H_1 ve H_2 hiper düzleminin ortasında H_0 olarak belirlenen ve veriyi tam ortadan ayıran hiper düzlem bulunmaktadır. H_0 en yakın noktalara destek vektör olarak tanımlanır.

$$H_0 \quad wx + b = 0 \quad (3.6)$$

$$H_1 \quad wx + b = 1 \quad (3.7)$$

$$H_2 \quad wx + b = -1 \quad (3.8)$$

olarak ifade edilir.



Şekil 3.7. Doğrusal Destek Vektör Makineleri ve En Uygun Hiper düzlem (Özkan, 2008; Savaş, 2019)

w ağırlık vektörünü, b sabit sayıyı ifade etmektedir. W parametresinin bulmak için aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

üst tarafında kalan noktalar;

$$wx_i + b \geq +1 \text{ ise } y_i = +1 \quad (3.9)$$

alt tarafında kalan noktalar ;

$$wx_i + b \leq -1 \text{ ise } y_i = -1 \quad (3.10)$$

eşitlikleri birleştirilerek

$$y_i(x_i w + b) - 1 \geq 0 \quad y_i(x_i w + b) - 1 \geq 0 \quad (3.11)$$

eşitliği oluşturulur.

kNN (K – en yakın komşu) algoritması: K- en yakın komşu (K Nearest Neighbour) algoritması, gözlemlerin birbirine benzer özellikler olması üzerine tahmin edildiği denetimli makine öğrenme modellerinden biridir. Regresyon ve sınıflandırma işlemlerine cevap veren bir algoritma olduğunu söyleyebiliriz. Bu algoritmada tahmin edilmek istenen gözlem üzerine K tane farklı gözlem birimlerinin bağımlı değişkenleri üzerinden tahmin edilecek gözlem üzerine tahminlerde bulunulur. Bu algoritma 1950’li yılların başında Evelyn Fix ve Joseph L. Hodges Jr. tarafından geliştirilmiştir. 1965 yılında N.J. Nilsson’ın minimum uzaklık sınıflayıcı çalışmaları ile gelişimi hız kazanmıştır. Thomas M. Cover ve Peter. E. Hart tarafından 1967 yılında ilk olarak genişletilip istatistiksel analizlere (regresyon) yönelik kullanılması gerçekleştirilmiştir. kNN algoritması her bir değerle ilgili değere en yakın komşuları küme içerisine alarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirir.

Sınıflandırma işleminin gerçekleştirileceği veri seti ve eğitim verileri arasındaki mesafeyi ölçmek amacıyla aşağıda yer alan denklemler kullanılır (Hacıbeyoglu ve vd., 2023).

$$d(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (3.12)$$

$$d(X, Y) = |x_i - y_i| \quad (3.13)$$

$$d(X, Y) = \sqrt{(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p)^{1/p}} \quad (3.14)$$

Bu denklemler sırasıyla Öklid, Manhattan ve Minkowski uzaklık ölçüm formülleridir. Denklemlerde yer alan X sınıflandırılacak yeni veriyi Y ise veri setindeki örneği ifade etmektedir. kNN algoritmasında k sayısının en uygun değerde seçilmesi önemlidir. k değerinin uygun değerde seçilebilmesi için deneme işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Çok ölçütlü karar analizi ile değerlendirme yöntemi: Veri setinin konumsal olarak sunulmasına fayda sağlayan aynı zamanda sayısal veya sözel verilerin anlamlı biçimde haritalar üretilmesini sağlayan yöntemlerden biridir. Konumsal anlamda analizin gerçekleştirilmesi ile veri setinde yer alan konumsal, öznel ve geometrik yapıların hepsi incelenebilmektedir. Bu veri seti koordinat sistemi ile ifade edilerek yorumlanabilmektedir.

Bu konumsal analiz yöntemi verilerin haritalanarak sunulmasını da sağlamaktadır (Özen ve Şişman, 2019). Konumsal analiz yönteminin niteliklerinin sıralaması aşağıda yer almaktadır (Yomralıoğlu, 2000; Yalçır, 2007):

- Yer alan bilgilerden konumsal ve sözel ifadeleri bir araya getirerek CBS temeline özen gösterilerek çalışılmaktadır.

- Bu verilerin aralarında ilişkileri kurulmuş ve güncel bir harita altlığının bulunması gerekmektedir.

- Bu verilerden bir takımının harita altlığından oluşturulması zaman ve gider açısından fayda sağlamaktadır.

- Veri seti bu sistem ile birlikte güncelliğini koruyabilmektedir.

Çalışmalarda zamandan ve maliyetten kazançlı olmak bu sistemin kurulmasıyla olabilecektir (Bayrak, 2019; Girgenç, 2022).

Best-Worst Yöntemi: Karar verme çeşitli alternatifler arasından birinin belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlama için ilgili kriterler belirlenmektedir. Bu karar verme sürecine çok kriterli karar verme (ÇKKV) denir. ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda, çok kriter olduğu durumda karar verme işlemini kolaylaştıracak birtakım yöntemlerin gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır. Öncelikle karar teorisinde ve yöneylem araştırmasında kullanılmış, daha sonra mali ve iktisadi alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır (Cengiz, 2012).

Best-Worst Yöntemi 2015 yılında Razaee tarafından literatüre kazandırılan yeni bir yöntemdir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden diğerleri ile kıyaslandığında az sayıda ikili karşılaştırmaya sahiptir. Karar vericiler tüm kriterler arasında ikili karşılaştırma yapılmasına ihtiyaç duymamaktadır. Hesaplama süreci de bunun yanında

kolaydır. Best-Worst Yöntemi belirlenen kriterlerden en önemli olan kriterin diğer kriterler üzerindeki tercihi ve diğer kriterlerin en az öneme sahip olan kriter üzerindeki tercihinin belirlenmesine dayanan ve buna göre kriter ağırlıklarını belirleyen bir yöntemdir. Yöntemin uygulamasında en iyi ve en kötü kriterlerin belirlenmesi ve diğerleriyle karşılaştırmalarının yapılması ile gerçekleştirilir. Best-Worst Yöntemi uygulama süreci şu şekildedir;

Adım 1: Karar verme kriterlerinin belirlenmesi $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$.

Adım 2: En iyi ve en kötü kriterlerin belirlenmesi.

Adım 3: Seçilen en iyi kriterin diğer kriterlere göre tercihinin Saaty tarafından oluşturulan önem derecesi ölçeği kullanılarak (1 ile 9 arasında bir sayı kullanarak) belirlenmesi aşamasıdır (Tablo 3.1.). Diğer kriterlere göre en iyi kriterin tercihi belirlenir. Bu adımın sonucunda en iyiden diğerlerine tercihinin belirleyen Best-Others ($A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$) adı verilen vektör elde edilir. A_B vektörü içerisindeki a_{Bj} , en iyi kriteri B'nin kriter j'e göre tercihinin gösterir.

Önem Derecesi	Tanımı
1	Eşit Önemli
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2, 4, 6 ve 8	Ara Değerler

Tablo 3.1. Önem derecesi ölçeği

Adım 4: Önem derecesi ölçeği kullanılarak (Tablo 3.1.), diğer kriterlerin, kötü kritere göre tercih oranı belirlenir. Bu adımın sonucunda diğerlerinden en kötü kritere göre tercihinin gösteren vektör;

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T \quad (3.15)$$

A_W vektörü içindeki a_{jW} , j kriterinin en kötü kritere göre tercihinin gösterir.

Adım 5: Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesidir ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$).

$|(w_B/w_j) - a_{Bj}|$ ve $|(w_j/w_W) - a_{jW}|$ farklarının maksimumunu minimum yapan model aşağıda yer alan doğrusal programlama modeline dönüştürülmektedir.

$$|(w_B/w_j) - a_{Bj}| \leq \xi, \forall j \quad (3.16)$$

$$|(w_j/w_W) - a_{jW}| \leq \xi, \forall j \quad (3.17)$$

$$\sum w_j = 1 \quad (3.18)$$

$$w_j \geq 0, \forall j \quad (3.19)$$

Adım 6: Modelin tamamlanması ve çözülmesi sonrası ağırlıklar ve ξ değeri elde edilir. Elde edilen kriter ağırlıklarının tutarlı olup olmadığını kontrol etmek için ξ değerine bakılır. Tutarlılık oranı (TO), ξ değerinin tutarlılık endeks değerine (TE) bölünmesi ile elde edilir. Tutarlılık oranının sıfırdan uzaklaşması tutarlılığın azaldığını ifade etmektedir.

Tutarlılık Oranı (TO) = $\xi / \text{Tutarlılık Endeks Değeri (TE)}$

a_{Bw}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TE	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

Tablo 3.2. Tutarlılık endeks değeri

Bulanık mantık ile değerlendirme yöntemi: Bu yöntem öğrenme, düşünebilme, çok yönlü düşünebilme gibi insanda bulunan özelliklerin bilgisayar tarafından yapılabilmesidir. Yani makinenin zekasıdır. Bulanık mantık temelinde sayısal ifadeleri değil de sözel ifadeleri algılamaktadır. Bu sözel ifadeler makineler ile sayısal mantığa dayanarak kullanılır. Gerçek bir ifadeye yakın bulunan ifade bulanık mantık olarak tanımlanır. Klasik mantıkta yer alan kesinlik ifadesi bu yöntemde yer almamaktadır (Tabar ve Şişman, 2020; Girgenç, 2022).

3.4. Çalışmanın CBS Uygulaması

Günümüzde bilgiyi elde etmek kadar yönetmek de önemlidir. Bilgi hacminin artması bilgilerin düzensiz bir hale gelmesine sebep olduğu için bilginin yönetilmesi gerekmektedir. Bu gereksinim ışığında bilgi sistemleri ortaya çıkmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemi bu bilgi sistemlerinden biridir. CBS'nin en genel tanımı ile mekâna dayalı işlemlerde elde edilen mekânsal ve mekânsal olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi, görselleştirilmesi, güncellenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Özcan, 2019).

Coğrafi Bilgi Sistemi'nin günümüzde en yaygın kullanım alanlarından biri de taşınmaz değerlendirme çalışmalarıdır. CBS ile sorgulamalar analizler gerçekleştirilir. Bununla çalışmaların çözümüne yönelik alternatifler belirlenmiş olur. Taşınmaz değerlendirme çalışmasında taşınmazın konumu ve konuma bağlı kriterlerin incelenmesi gerçekleştirilebilir. Burada da hızlı ve zamanında analizlerin yapılabilmesi için CBS'nden yararlanılır. Taşınmaz değerlemede elde edilen değer haritaları ile daha kapsamlı, hızlı, nitelikli ve açıklanabilir haritalar üretilir.

CBS'nin farklı disiplinler arasındaki entegrasyonu, disiplinler arasındaki bilgi akışını hızlandırması yönüyle kullanıcılar arasında bir bütünlük sağlamaktadır. CBS, deprem, heyelan gibi doğal afetlerin risk yönetiminde, orman amenajmanı, orman envanteri, yangın risk analizlerinde, tarım uygulamalarında, sigortacılık, bankacılık gibi ticari uygulamalarda, taşımacılık gibi lojistik uygulamalarda, yerleşim ve peyzaj planlamalarında, demografik analizlerde, kent bilgi sistemlerinde, alt yapı ve üst yapı uygulamalarında, arkeolojik alanlar, sit alanları ve kültürel miraslar gibi çevresel etki değerlendirmelerinde, askeri alanlarda, emniyet bilgi sistemi gibi güvenlik uygulamalarında, şirket politikaları gereği rakip analizleri, şube yönetimi gibi yönetim uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. CBS kullanıcının amacına yönelik birden fazla çözüm sunmaktadır (Pişkin, 2021). CBS tabanlı taşınmaz değerlendirme sisteminin kurulması ile piyasa fiyatının daha doğru, sağlıklı elde edilmesi sağlanacaktır (Torun, 2019). Özgüven vd. yapmış oldukları çalışmada coğrafi bilgi sistemleri ile taşınmaz değer harita üretimi gerçekleştirmiştir. Bu CBS tabanlı değer haritalarının ülke genelinde oluşturulmasının büyük kolaylık olabileceğini ifade etmektedir. Oluşturulan CBS altlıkları veri tabanı ile geçmiş yıllara ait de sorgulamalar da gerçekleştirilebilir. Bölgelere ait gelişimin incelenmesi gerçekleştirilebileceğini söyleyebiliriz (Özgüven vd., 2020).

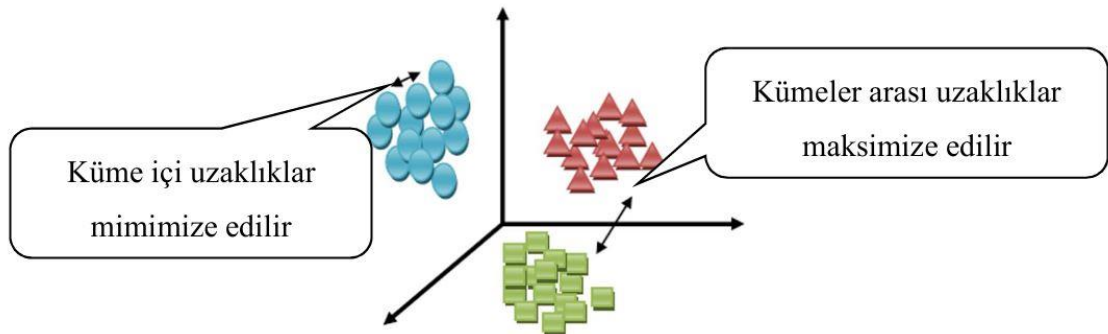
3.4.1. Değer haritalarının üretilmesi

Yapılan çalışmada genel anlamda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, konumsal ve konumsal olmayan veriler incelenerek taşınmaz değerlendirme yöntemleriyle Coğrafi Bilgi Sisteminden yararlanarak değer haritaları üretilmiştir. Bu değer haritasının üretilmesinde pilot bölge olarak Konya ili merkez mahalle sınırları seçilmiştir. Taşınmazlara ait değeri etkileyecek kriterler belirlenerek seçilen konutların değer haritalarının üretilmesi amaçlanmıştır. Taşınmaza ilişkin güncel kadastral altlıklar kullanılmış ve Excel dosya uzantısında öznitelik bilgileri kullanıma hazır hale

getirilmiştir. Hazırlanan sayısal altlıklar ve öznitelik bilgilerinin yer aldığı veriler uygun yazılımlara aktarılarak analizler gerçekleştirilecektir.

3.5. Mekânsal Kısıtlı Kümeleme Analizi

Oluşturulan veri setinde belirlenen kriterlerin belirli yakınlık özelliklerine göre ayrılmasına kümeleme analizi denilmektedir. Analiz sonucu elde edilen bölgelerin kendi içerisinde benzerliği yüksek, bölgelerin birbirleri ile benzerliğinin düşük olması gerekmektedir. Hazırlanan veri setinde verilerin birbirine yakınlığına göre kümeleme analizi gerçekleştirilir (Şekil 3.8).

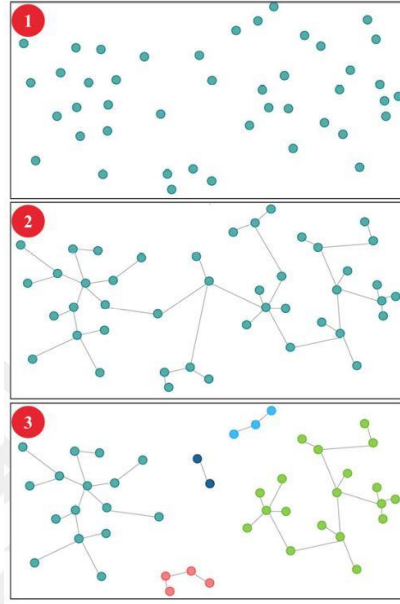


Şekil 3.8. Kümelemenin Amacı (Çağlar, 2018)

Kümelemede benzerliklerine göre gruplandırma işlemi yaparak verileri toplamaktadır. Bu toplanan veriler sınıflandırılır ve ortak özelliklerine göre tanımlama yapmaktadır (Kaufman ve Rousseuw, 1990).

Tez çalışmasında kullanılmış olan Mekânsal Kısıtlı Kümeleme Analizi ile oluşturulacak her küme içindeki tüm kriterlerin mümkün olduğu kadar benzer olduğu ve tüm kümelerin kendilerinin mümkün olduğu kadar farklı olduğu bir çözüm aramaktadır. Bu kümeleme analizi için kullanılan algoritma sayesinde SKATER olarak adlandırılan hem konum hem de kriterlerin değerlendirildiği bir ağ tabanı tasarlanmıştır. Kümeleme sonucu elde edilen bölgeler farklı şekillerde, boyutlarda ve yoğunluklarda olabilmektedir. Verilerin benzer özelliklere sahip ve konumsal olarak yakın olanları üzerinden bağlantı grafiği oluşturulur. Çalışma aracı ile hem konum yapısı hem de bunlara ilişkin eklenmiş olan kriterlerin değerlendirilmesi sonucu bir ağaç yapısı tasarlanmıştır. Birbirine yakın olmayan özellikteki kriterleri farklı kümeye göndermektedir. Bunun sonucunda ağaç yapısında farklılık oluşturan yerlerde budama işlemi gerçekleştirir. Küme sayısı elde edilene kadar bu budama işlemiyle bölme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Mekânsal kısıtlı kümeleme analizinin temelinde Minimum Spanning Tree algoritması bulunmaktadır. Kenar maliyetleri mekânsal olarak incelenmekte ve maliyet hesabı komşu bölgeler arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi ile hesaplanan bir ağ yapısı bulunmaktadır (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Minimum Spanning Tree algoritmasıyla Mekânsal Kısıtlı Kümeleme Analizi uygulama süreci (Şişman, 2021)

3.6. Veri Setinin Düzenlemesi

Veri gereksinimi ile çalışma zorunluluğu olan uygulamalarda veri birim farklılıkları olmaktadır. Örneğin alan ve mesafe ile ilgili kriterlerin birimleri birinin metrekare iken diğerinin metre cinsinden sonuçları değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda verilerin normalizasyonu hem işlem hızı kazandıracak hem de birim ile ilgili probleme çözüm getirecektir (Yalprı, 2007). Uygulanılacak yöntem göre verilerin normalize edilerek aynı birime dönüştürülmesinde farklı pek çok yöntem bulunmaktadır.

Veri setinin normalize edilmesi işleminde literatürde yapılmış olan araştırmalara göre sıfır rakamı normalizasyonda etkisiz özellik göstermektedir. Başarılı sonuçlar elde edilmediğini ifade etmektedir. Bu sebepten ötürü veri setinin normalizasyonunda 10-20 aralığında Excel’de indirgemek için min-max normalizasyon formülü kullanılmıştır.

Normalizasyon işleminin formülü aşağıda ifade edilmektedir.

$$X_N = 1 + (X_R - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (3.20)$$

X_N : veri setinin normalize edilmiş değeri

X_R : veri setinin o anki değeri

$X_{\max}$: veri setinde yer alan maksimum değer

$X_{\min}$: veri setinde yer alan minimum değer

Min-max yöntemi, verileri doğrusal olarak normalize eder. Minimum; bir verinin alabileceği en düşük değer iken, maksimum; verinin alabileceği en yüksek değeri alır.

3.7. Performans Değerlerinin Hesaplanması

Çalışmada kullanılan Lineer Regresyon, YSA, DVM, k-NN, Cobb Douglas ve Yeni Hibrit Matematiksel analizlerin performanslarını değerlendirmek için literatürde yapılan araştırma sonucu en yaygın kullanılan ölçütlerden olan Ortalama Kare Hatası (MSE), Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (RMSE), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE) ve R^2 değerleri incelenmiştir. Bu performans değerlerinin tanımları aşağıda yer almaktadır.

Ortalama Kare Hatası (Mean Squared Error, MSE)	Regresyon çalışmasında regresyon çizgisinin bir takım veri noktasına ne kadar mesafede olduğunu gösteren metrik olarak ifade edilebilir.
Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error, RMSE)	Temelde tahmin edilen parametre değeri ile gerçek parametre değeri arasındaki farkın karesinin örneklem büyüklüğüne bölünmesinin karekökünü ifade etmektedir. MSE'nin kareköküdür.
Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MAE)	Gerçek değer ile analiz sonucu elde edilen tahmin sonuçları arasındaki ortalama farkı ifade etmektedir.
Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)	Tahmin sisteminin doğrudan yüzde olarak ölçülmesi işlemidir. Hatanın tahmin edilmesinde kullanılan en yaygın ölçülerden biridir.
R-Kare (R-Squared, R^2)	Regresyon çizgisinin gerçek değere göre olan toplam varyasyon değerini ifade etmektedir.

Bu performans değerlerinin matematiksel eşitlikleri aşağıda yer almaktadır.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y})^2 \quad (3.21)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y})^2} \quad (3.22)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}| \quad (3.23)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - y'_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (3.24)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.25)$$

$\hat{y}$ = y'nin tahmin edilen değeri

$\bar{y}$ = y'nin ortalama değeri

RMSE değerinin sıfıra yaklaşması analizin tahmin değerinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. MSE değerinde karenin ortalamasının düşük olması analizin daha sağlıklı sonuç ifade ettiğini belirtmektedir. R^2 ve R değerleri de taşınmaz değerlemesinde tahmin değerlerinin yüksek veya düşük doğrulukta olduğunu ifade eden bir diğer performans ölçütlerindendir. Bu R^2 değerinin 1'e yakın olması bağımlı değişken olarak tanımlanan piyasa fiyatının tahmin değerine yakın olduğunu ve analizin başarılı olduğunu ifade etmektedir.

4. UYGULAMA

Çalışmada Konya ilinin Selçuklu, Meram ve Karatay ilçelerine ait merkezi mahalleler kullanılmıştır. Selçuklu ilçesine ait 37 mahalle, Meram ilçesine ait 12 mahalle, Karatay ilçesine ait 38 mahalle olmak üzere toplam 87 mahalleden oluşmaktadır (Şekil 4.1). Çalışma kapsamında taşınmaz türü olarak konutlar ele alınmıştır. Konya merkez mahallerinde konutlara ait modellemede kullanılacak kriterler belirlenmiş ve tüm kriterlere göre bölge kümelemeye tabi tutulmuştur. Kümelemeye göre 5 küme grubu+ tümü olmak üzere altı ayrı veri seti düzenlenmiştir.



Şekil 4.1. Çalışmada ele alınan mahalleler

4.1. Çalışmaya Ait Verilerin Toplanması ve Kriterlerinin Belirlenmesi

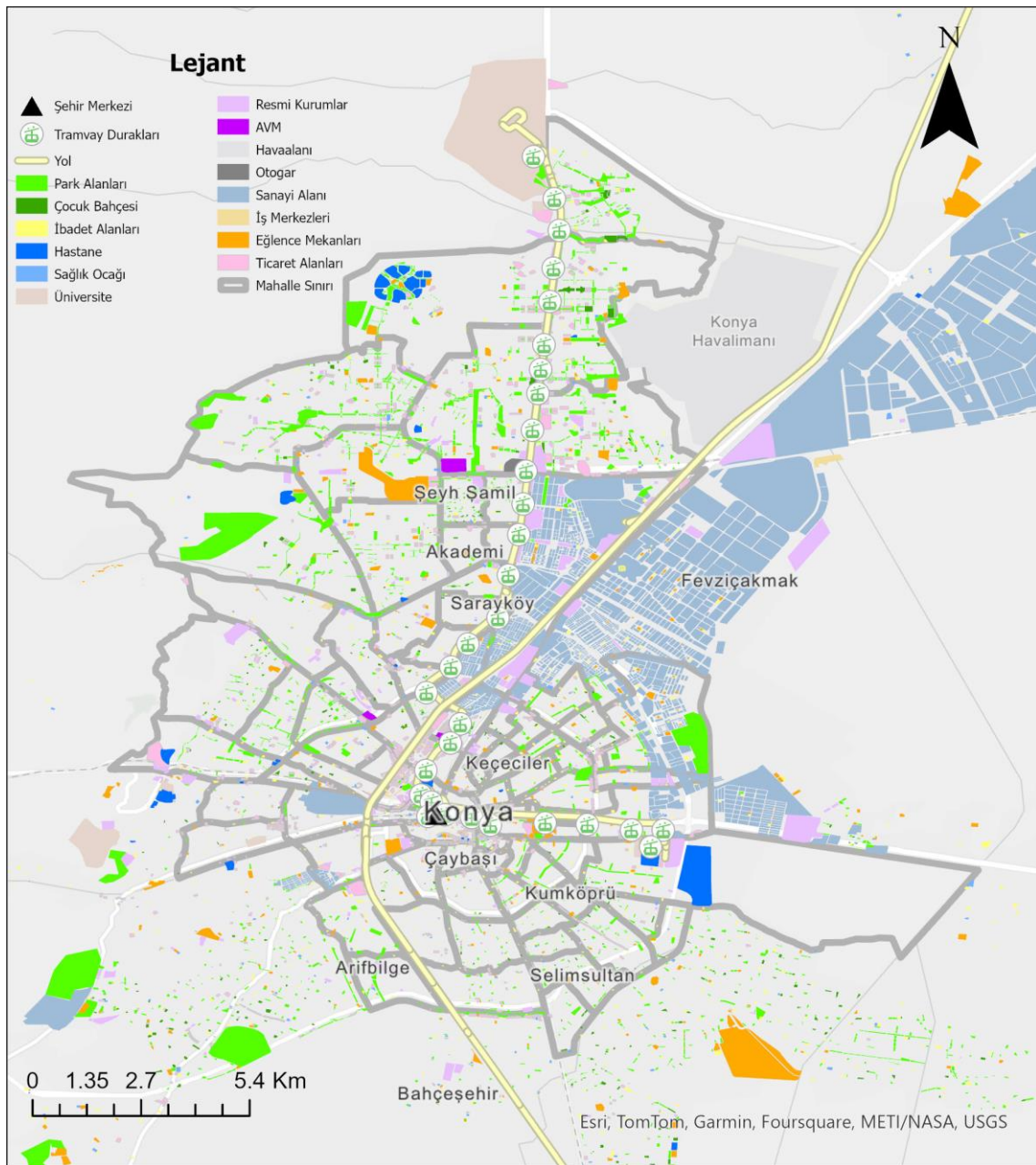
Taşınmaz değerinin tespitinde kişilerin konumsal, fiziksel, mahalli, yerüstü-yeraltı özelliklerinden farklı kriterleri ön planda tutmasıyla değerlendirilebilir. Literatürde yapılan araştırmalarda değer tespitinde farklı kriterler bulunmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda ana kriter ve alt kriterler çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında 4 ana kriter altında toplam 51 kriter ele alınmıştır. Aynı zamanda emlak sitelerinden temin edilen 2022 yılı satılık konut verileri Excel dosyasında toplanmıştır. Yer tespitine ilanların enlem boylam bilgisi ile ulaşılmıştır.

Konumsal özellikler: Çalışmada konumsal özellikler olarak değerlendirilen anayola yakınlık, ulaşım yollarına yakınlık, demiryoluna yakınlık, şehir merkezine yakınlık, yeşil alanlara yakınlık (park - piknik - çocuk parkı alanları), ibadethane alanlarına yakınlık, sağlık alanlarına yakınlık (hastane -sağlık merkezi), eğitim kurumlarına yakınlık (ilkokul - lise - kurs - üniversite), resmi kurumlara yakınlık, güvenlik birimlerine yakınlık (polis merkezi), alışveriş merkezine yakınlık (AVM-pazar yeri), toplu taşıma noktalarına yakınlık (tramvay), gar-havaalanı- otogara yakınlık, sanayi alanına yakınlık, mezarlığa yakınlık, iş merkezlerine yakınlık, eğlence mekanlarına yakınlık, ticaret alanlarına yakınlık, itfaiye istasyonuna yakınlık ve askeri alanlara yakınlık kriterleri ele alınmıştır (Tablo 4.1; Şekil 4.2).

Bunlara ait haritalar üretilmiş çalışma kapsamında kullanılmıştır. Bir konutun değeri belirlenirken bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin eğitim alanına yakın olmasıyla servis ücretlerini, yolda geçen zamanı azaltmaktadır. Sağlık alanlarına yakın olmasında hastalandığında tedaviye hızlı bir şekilde ulaşabilmek önemli unsurlardandır. Taşınmazın sosyal donatı alanlarına, yollara yakın olması tercih edilirliliğini arttırmaktadır. Aynı zamanda bir konutun değeri dikkate alındığında en önemli kriterlerden biri ulaşımın kolay olmasıdır (Saraç, 2012).

Konumsal özelliklerin alt kriterleri
- Anayola Yakınlık - Ulaşım Yollarına Yakınlık - Demiryoluna Yakınlık - Şehir Merkezine Yakınlık - Yeşil Alanlara Yakınlık (Park - Piknik - Çocuk Parkı Alanları) - İbadethane Alanlarına Yakınlık - Sağlık Alanlarına Yakınlık (Hastane -Sağlık Merkezi) - Eğitim Kurumlarına Yakınlık (İlkokul - Lise - Kurs - Üniversite) - Resmi Kurumlara Yakınlık - Güvenlik Birimlerine Yakınlık (Polis Merkezi) - Alışveriş Merkezine Yakınlık (AVM- Pazar Yeri) - Toplu Taşıma Noktalarına Yakınlık (Tramvay) - Tren Gar-Havaalanı- Otogara Yakınlık - Sanayi Alanına Yakınlık - Mezarlığa Yakınlık - İş Merkezlerine Yakınlık - Eğlence Mekanlarına Yakınlık - Ticaret Alanlarına Yakınlık - İtfaiye İstasyonuna Yakınlık - Askeri Alanlara Yakınlık

Tablo 4.1. Taşınmaz değerinde kullanılan konumsal özellikler



Fiziksel özellikler: Konut değerinin belirlenmesinde etkisinin en fazla olduğu özelliklerin başında fiziksel özellikler yer almaktadır. Çalışmada kullanılan alt özellikler m² (brüt), m² (net), oda sayısı, balkon sayısı, bina yaşı, bulunduğu kat, kat sayısı, ısıtma sistemi, tapu durumudur (Tablo 4.2). Taşınmaza ait fiziksel özellikler emlak sitelerinde yer alan satılık konut ilanlarından temin edilmiştir.

Fiziksel özelliklerin alt kriterleri
• m² (Brüt) • m² (Net) • Oda Sayısı • Balkon Sayısı • Bina Yaşı • Bulunduğu Kat • Kat Sayısı • Isınma Sistemi • Tapu Durumu

Tablo 4.2. Taşınmaz değerinde kullanılan fiziksel özellikler

m² (brüt alan), m² (net alan) bakımından incelendiğinde konutun binada bulunan ortak alanlar dahil tüm alanından bağımsız bölüm payına düşen alanına brüt alan, konut içerisindeki duvarlar hariç net kullanım alanına da net alan denir. Taşınmazın değerinin belirlenmesinde doğrudan etkisi bulunmaktadır. Oda sayısı, balkon sayısı bakımından incelendiğinde konuttaki oda sayısı ve büyüklüğü taşınmazın tercih edilebilirliği ve değerini olumlu yönde etkilemektedir. Binanın yaşı bakımından incelendiğinde binanın yaşı arttıkça, yani kullanım süresi arttıkça değeri düşmektedir. Son yıllarda yapılan konutlar deprem yönetmeliğine uygun yapılmaya özen gösterildiğinden daha yüksek değere sahiptir.

Bulunduğu kat/ kat sayısı bakımından incelendiğinde konutun bulunduğu kat ve toplam kat sayısı değeri etkilemektedir. Çalışmada bu orana bölünerek değer tespitinde kullanılmıştır. Ara katta yer alan taşınmazlar daha çok tercih edilmektedir. Isınma sistemi bakımından incelendiğinde taşınmaz değerinde konutun ısınma sistemi de önem taşımaktadır. 10-20 arasında normalizasyon işlemi gerçekleştirilirken soba ve kat kaloriferi 10 puan, doğalgaz (kombi) 12 puan, merkezi pay ölçer 13 puan, merkezi 15 puan, yerden ısıtma 20 puan olarak puanlandırılmıştır.

Tapu durumu bakımından incelendiğinde konu taşınmazların tapu durumu da değeri etkileyen kriterler arasındadır. Konutun kat irtifakı veya kat mülkiyetli olması değeri etkilemektedir. 10-20 arasında normalizasyon işlemi gerçekleştirilirken bilinmeyen 10 puan, kat irtifakı 15 puan, kat mülkiyeti 20 puan olarak sıralanmıştır.

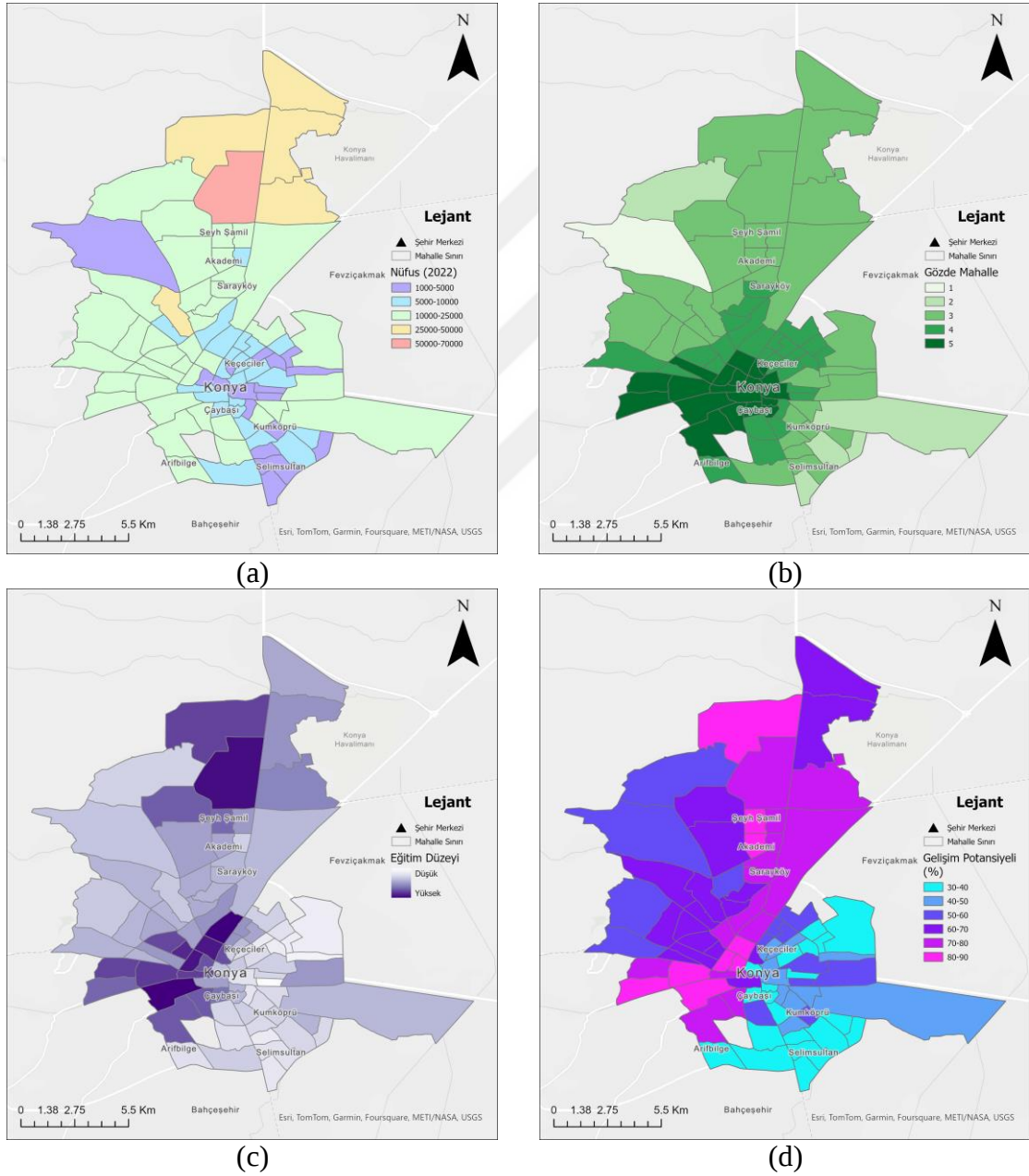
Mahalli özellikler: Mahalli özellikler olarak değerlendirildiğinde taşınmazın bulunduğu mahalleye ait özelliklerin kullanılmasını ifade etmektedir. Çalışmada mahalle nüfus yoğunluğu, yaşayanların eğitim durumu, gözde mahalle olma durumu, gelişim potansiyeli mahalli özellik başlığı altında ele alınan alt kriterlerdir (Tablo 4.3; Şekil 4.3).

Mahalli özelliklerin alt kriterleri

- Nüfus Yoğunluğu
- Eğitim Durumu (İlkokul-Lise- Üniversite)
- Gözde Mahalle Durumu
- Gelişim Potansiyeli

Tablo 4.3. Taşınmaz değerinde kullanılan mahalli özellikler

Nüfus yoğunluğu bakımından incelendiğinde 2022 yılına ait mahalle bazında nüfus bilgileri için veri TÜİK – Veri Portalından adrese dayalı nüfus kayıt sistemi üzerinden temin edilmiştir. Nüfus yoğunluğu kavramı bir kilometrekareye düşen kişi sayısı olarak değerlendirilir.



Şekil 4.3. (a) Mahallelerin nüfus yoğunluğu, (b) gözde mahalle, (c) eğitim durumu ve (d) gelişim potansiyeli mahalli dağılımları haritası

Eğitim durumu bakımından incelendiğinde TÜİK- Veri Portalı'ndan mahalle bazında ilkokul, lise ve üniversite mezunu kişi sayısını kapsayan veriler temin edilmiş çalışmada kullanılmıştır. Gözde mahalle bakımından incelendiğinde Ünel'a ait doktora tezinde yer alan gözde mahallelere ait veriler kullanılmıştır. Gözde mahalleler verisi Konya merkez ilçelerdeki herkesin gözünde değerli görülen gözde mahalleleri kapsamaktadır. Bu veri Konya'da yaşayan insanlar tarafından araştırılma kapsamında temin edilmiştir. Ünel (2017)'de yapmış olduğu çalışmada gözde mahalle kavramını şöyle belirtmektedir; Konya'da yaşayan bütün insanların gözünde en üst düzeylerde olan mahalleler gözde mahalledir. Örneğin Meram semtindeki bağlar çok eski tarihten beri bilinen ve “Meram Bağları” diye dillerden düşmeyen bir semt olarak bilinmektedir. Meram, eskisi gibi bağları olmasa da güzelliğini koruyarak Konya'nın en yeşil semti olmayı başarmaktadır. Elbette ki diğer semtlerin de kendine göre güzelliği bulunmaktadır. Ama gözde deyince herkes tarafından beğenilen bir mahalle olması gerekmektedir. Çalışmasında vergi değerleri baz alınarak mahalle verilerinin üretildiği belirtilmiştir. 1-5 arası puan verilerek haritalanmıştır.

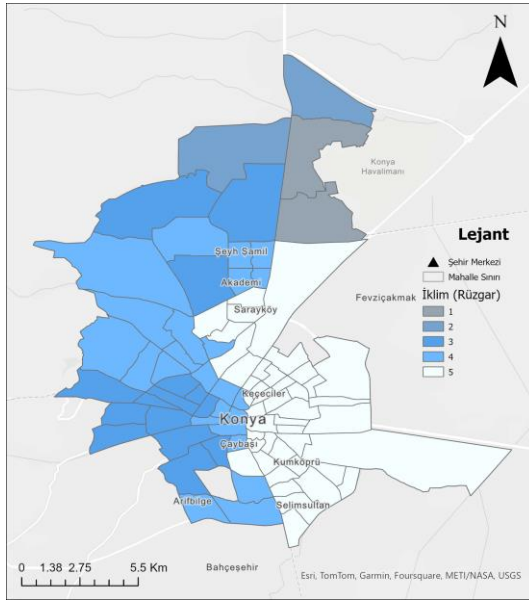
Gelişim potansiyeli bakımından incelendiğinde bir konut satın alırken çevresinde altyapı çalışmalarının tamamlanması, sosyal tesislerin varlığı, çevre düzenlemesinin çalışması gibi kavramlar büyük önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında bu kriterler değerlendirilerek tematik harita üretilmiştir.

Yeraltı-yerüstü özellikler: Çalışmada yeraltı ve yerüstü özellikler olarak değerlendirilen eğitim, jeolojik durumu, iklim durumu (sıcaklık-nem-rüzgar), hava kirliliği (SO₂, PM₁₀), gürültü kirliliği ele alınmıştır (Tablo 4.4; Şekil 4.4). Bunlara ait haritalar üretilmiş çalışma kapsamında kullanılmıştır.

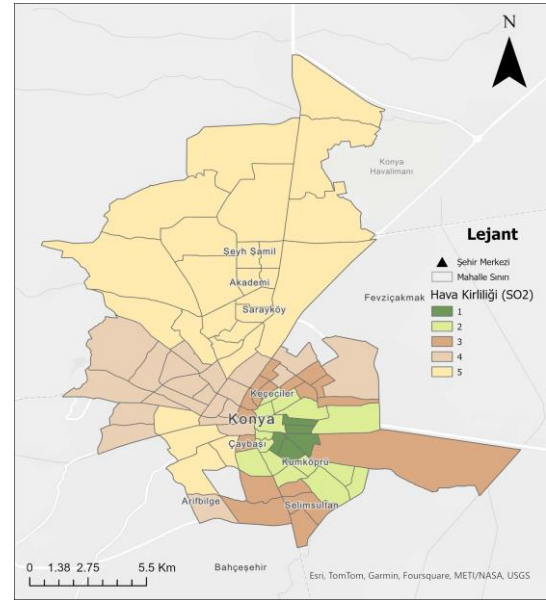
Yeraltı-yerüstü özelliklerin alt kriterleri
- Eğitim - Jeolojik Durumu - İklim Durumu (Sıcaklık-Nem-Rüzgar) - Hava Kirliliği (SO₂ - PM₁₀) - Gürültü Kirliliği

Tablo 4.4. Taşınmaz değerinde kullanılan yeraltı-yerüstü özellikler

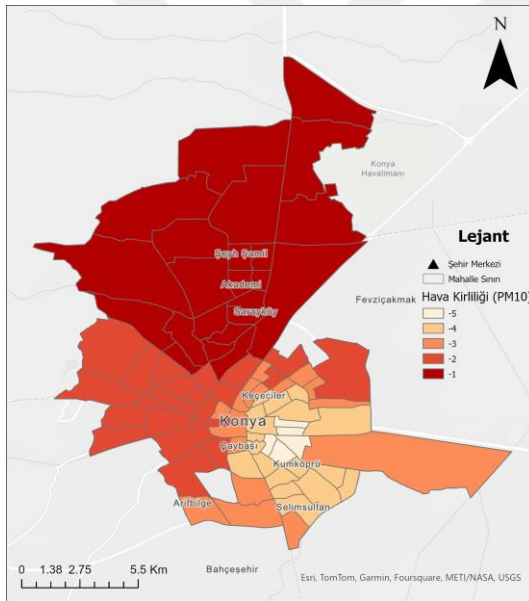
Eğitim bakımından incelendiğinde eğitim için NASA Global Data Explorer veri bankası tarafından temin edilen Sayısal Yükseklik Modeline ait '.tif' uzantılı veri seti ile eğitim haritası oluşturulmuştur. Bir konutun yapılacağı alanda eğimin fazla olması aynı zamanda inşaat maliyetini de yükseltmekte ve altyapı çalışmalarının da daha uğraştırıcı şekilde gitmesini sağlamaktadır. Jeolojik durumu bakımından incelendiğinde Ünel'a ait



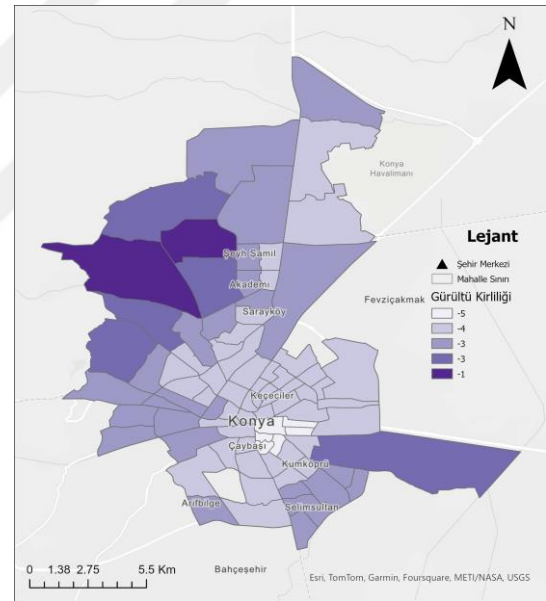
(e)



(f)



(g)



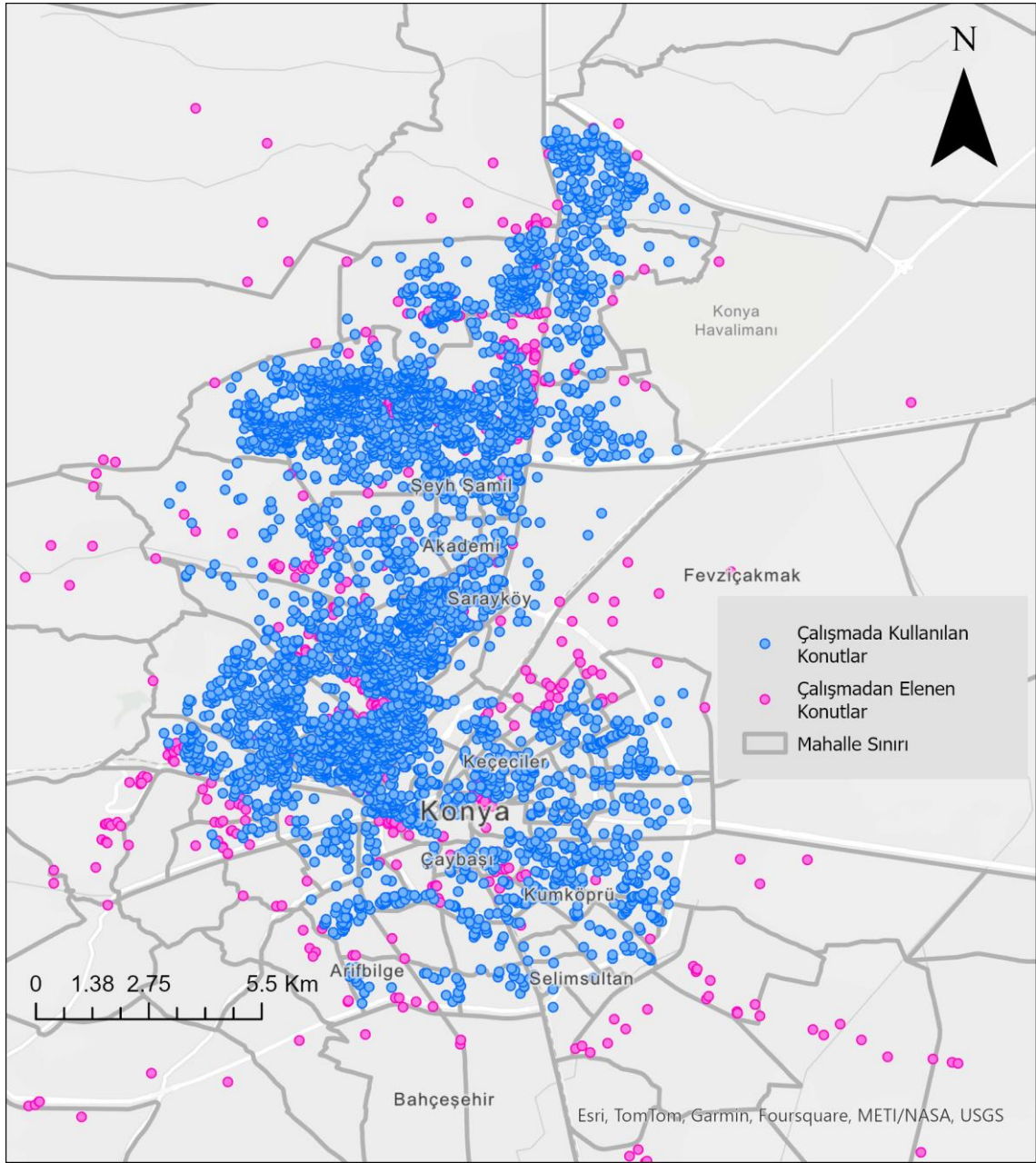
(h)

Şekil 4.4. (a) Mahallelerin eğim, (b) jeolojik durum (c) sıcaklık, (d) nem, (e) rüzgar, (f) hava kirliliği (SO₂), (g) hava kirliliği (PM₁₀) ve (h) gürültü kirliliği haritası

4.2. Veri Setinin İşlenmesi- Normalizasyon İşlemi

Çalışma kapsamında emlak sitelerinden 5300 adet satılık konut ilanı toplanmıştır. Ardından bu veri setinden bazı ilanların yanıltıcı/ hatalı olmasıyla birlikte verilerin ayıklanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu yanıltıcı/ hatalı verilerde fiziksel özelliklerin bulunmadığı aynı zamanda koordinatlarının yanlış yazıldığı gibi veriler veri

setinden elenmiştir. Yani veri setinin %13 lük bir kısmında eleme işlemi yapılmıştır (Şekil 4.5.). Toplamda 4602 satılık konut ilanı ile çalışma gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.5. Veri setinden aykırı verilerin belirlenmesi

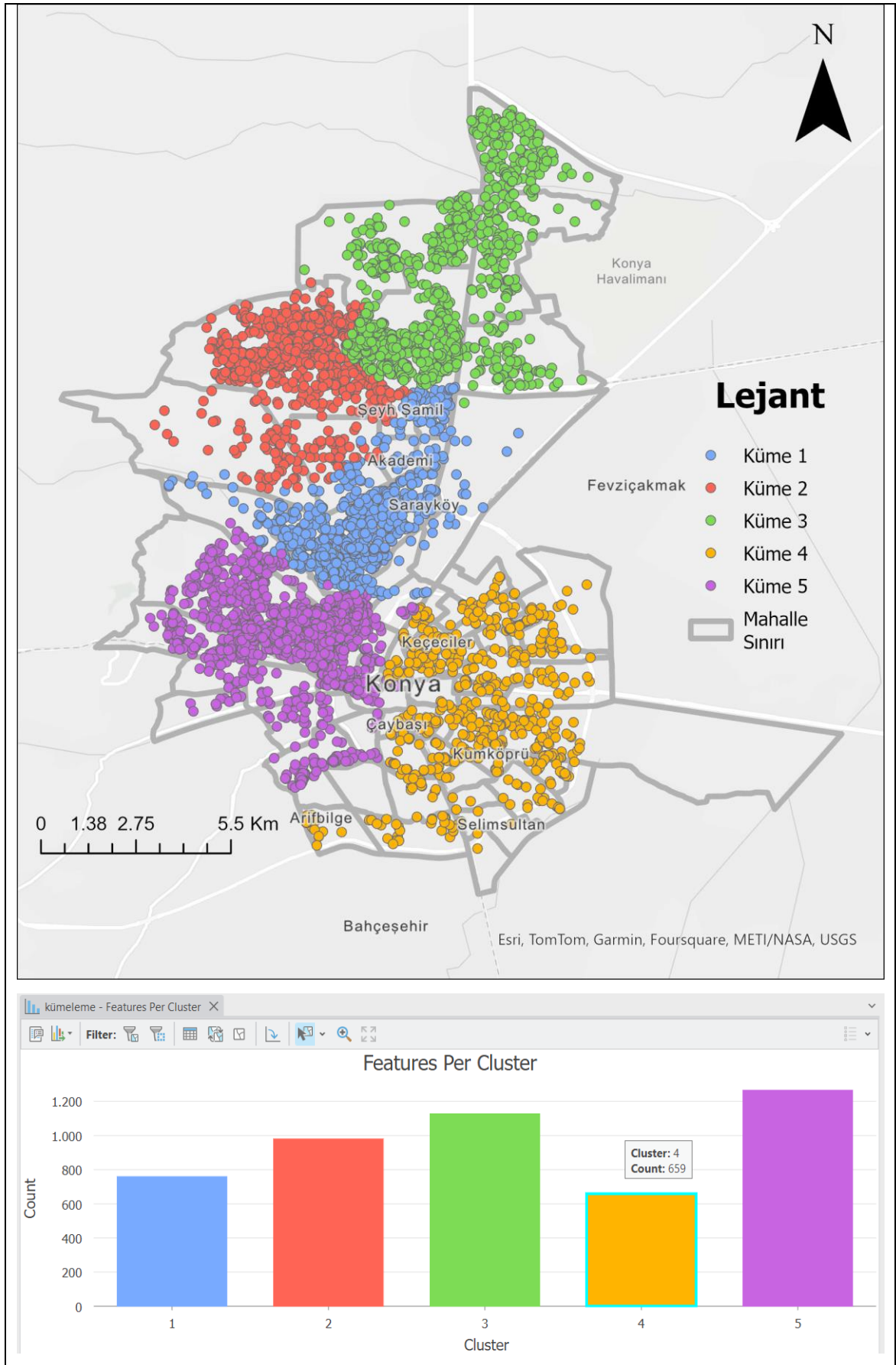
Fiziksel özellikleri yer alan veri seti üzerine konumsal kriterler üzerinden yakınlık analizi öklit uzaklığı (euclidean distance) tekniği ile gerçekleştirilmiş veri setine işlenmiştir. Bu analizde veride her bir konumsal kriter için öklidyen uzaklık hesaplanarak raster veri oluşturulur. Yakınlık analizi gerçekleştirilen bu kriterler metre biriminde oluşturulmuş, haritalara işlenmiştir. Mahalli ve yerüstü-yeraltı özellikler de

mahalle bazında incelenmiş ve veri setine işlenmiştir. Tüm bu analizler ArcGIS Pro yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında toplam 51 kriter bulunmakta olup bunların birim, büyüklük bakımından farklılıkları söz konusudur. Veri setinde mevcut durumu üzerinden analizlerin gerçekleştirilmesine başlanırsa sağlıklı sonuçlar vermeyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle veri setindeki bu farklılıkların giderilmesi için mak-min normalizasyon tekniği kullanılmıştır. Kullanılan 4 ana kriter başlığı altında 51 alt kriter bu veri setine işlenerek 10 ile 20 arasında puan verilmek üzere normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

4.3. Mekânsal Kümeleme Analizi ile Bölgelere Ayrılması

ArcGIS Pro yazılımı ile yapılan Mekânsal Kısıtlı Kümeleme Analizi'nde küme sayısı belirlenerek konum ve kriterler olarak benzer olan alanlarda kümeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiş veri setinin, yazılıma aktarılması ile bölgesel farklılıkların incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bakımdan özellikleri benzer yerleşim bölgelerinin tespiti için Mekânsal Kısıtlı Kümeleme Analizi işlemi yapılmıştır. Analizin mekânsal olması da kümelerin bölgesel olarak mahalle sınırlarından kesildiği tespit edilmiştir. Böylece çalışma alanı 5 kümeye ayrılmıştır. 1. küme 738 adet, 2. küme 941 adet, 3. küme 1053 adet, 4. küme 659 adet, 5. küme 1211 adet veri şeklinde analiz gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Kümeleme analizi sonucu bölge haritası

1. Küme; Binkonutlar, Malazgirt, Sakarya, Buhara, Şeyhşamil, Horozluhan, Fatih, Mehmet Akif, Aydınlikevler, Hüsamettin, Erenköy, Cumhuriyet mahallelerini **2. Küme;** Parsana, Sille, Buhara, Şeyhşamil, Selahaddin mahallelerini **3. Küme;** Yazır, Sancak, Kosova, Beyhekim, Bosna Hersek mahallelerini **4. Küme;** Akabe, Akif Paşa, Alparlan, Aymanas, Büyüksinan, Çataltömek, Çaybaşı, Çelebi, Çimenlik, Doğuş, Elmacı, Emirgazi, Erenler, Fetih, Gaziosmanpaşa, Hacıhasan, Hacıbalı, Hacısadık, Hacıveyisazde, Hacıyusufmescit, Hadimi, Hamzaoğlu, Hasandedemescit, Kalenderhane, Karacıgan, Karakulak, Karacıkaraclar, Keçeciler, Kerimdede, Kumköprü, Mengene, Nakipoğlu, Orhangazi, Sarıyakup, Selim Sultan, Şems-İ Tebrizi, Ulubatlıhasan, Ulurmak, Yediler mahallelerinden **5. Küme;** Akıncılar, Akşemsettin, Alavardı, Aşkan, Aydoğdu, Erenköy, Eserler, Fatih, Ferhuniye, Feritpaşa, Hacıkaymak, Hanaybaşı, Havzan, Hocacihan, İhsaniye, Işıklar, Kılıçarslan, Melikşah, Nişantaşı, Selçuk, Şeker mahallelerinden oluşmaktadır. Tablo 4.5.'te veri setinde yer alan konutların maksimum ve minimum özellikleri yer almaktadır.

Çalışma Alanı	min/maks	Brüt Alan	Net Alan	Oda Sayısı	Balkon Sayısı	Bina Yaşı
Küme 1	min	55 m ²	45 m ²	1+1	0	0
	maks	400 m ²	380 m ²	8+1	4	40
Küme 2	min	60 m ²	50 m ²	1+1	1	0
	maks	430 m ²	400 m ²	8+1	3	39
Küme 3	min	50 m ²	45 m ²	1+0	0	0
	maks	320 m ²	280 m ²	7+1	3	31
Küme 4	min	75 m ²	60 m ²	1+1	0	0
	maks	350 m ²	320 m ²	6+1	3	33
Küme 5	min	65 m ²	50 m ²	1+1	0	0
	maks	500 m ²	450 m ²	7+1	4	50
Çalışma Alanının Tamamı	min	50 m ²	45 m ²	1+0	0	0
	maks	500 m ²	450 m ²	8+1	4	50

Tablo 4.5. Veri setinde yer alan konutların minimum ve maksimum fiziksel özellikleri

Veri setinde yer alan konutların bölgelere göre piyasa fiyatına ait istatistikleri hesaplanmıştır (Tablo 4.6.). Hesaplanan değerlere göre piyasa fiyatlarının maksimum değeri 1.750.000-3.990.000 TL aralığında, minimum değeri 110.000-225.000 TL aralığında, ortalama fiyatı 660.000-1.300.000 TL aralığında, medyanı 650.000-1.200.000 TL aralığında, standart sapması 213.000-707.000 TL aralığında olduğu

görülmektedir. Ortalama fiyat olarak çalışma alanının tamamı incelediğimizde küme 1 ve küme 4 daha düşük; küme 2, küme 3 ve küme 5 daha yüksek fiyata sahiptir.

Çalışma Alanı	Maksimum Piyasa Fiyatı	Minimum Piyasa Fiyatı	Ortalama Piyasa Fiyatı	Medyan Piyasa Fiyatı	Standart Sapma
Küme 1	3.155.000 TL	225.000 TL	929.580,22 TL	835.000 TL	456.146,77 TL
Küme 2	3.550.000 TL	110.000 TL	1.080.666 TL	965.000 TL	494.155,20 TL
Küme 3	3.550.000 TL	150.000 TL	1.170.349 TL	950.000 TL	686.051,40 TL
Küme 4	1.750.000 TL	115.000 TL	666.641,50 TL	650.000 TL	212.939,70 TL
Küme 5	3.990.000 TL	160.000 TL	1.311.192 TL	1.200.000 TL	706.851,90 TL
Çalışma Alanının Tamamı	3.990.000 TL	110.000 TL	1.078.332,21 TL	895.000 TL	610.534,87 TL

Tablo 4.6. Veri setinde piyasa fiyatına ait istatistikler

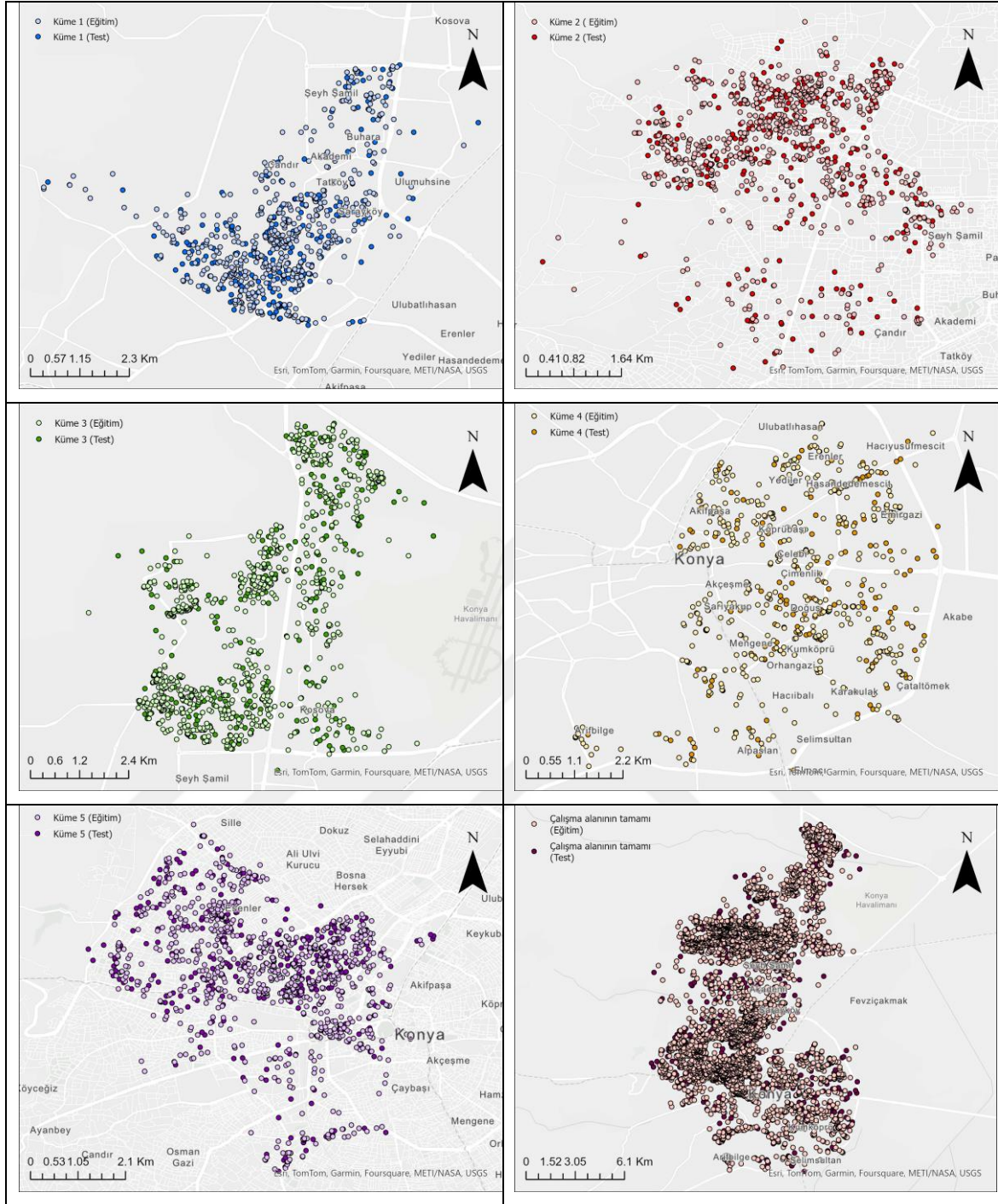
Sürdürülebilir otomatik konut değer tahmin analizlerini gerçekleştirilirken kümeleme sonucu oluşan bölgelerde değere etki eden farklı kriterlerin öneminin belirlenmesi sağlanmıştır. Bu farklılıkların belirlenmesinin ardından yapılan analizlerdeki başarı oranları tartışılmıştır.

4.4. Eğitim ve Test Veri Setinin Oluşturulması

Sürdürülebilir otomatik konut değer tahmininde analizlerin gerçekleştirilebilmesi için Kısıtlı Kümeleme Analizi gerçekleştirilmiş çalışma alanı beş kümeye ve birde tamamını kapsayan toplamda 6. kümeye ayrılmıştır. Bu beş küme ve çalışma alanının tamamı toplam altı alan için ayrı ayrı model eğitim ve test veri setleri oluşturulmuştur. Veri seti eğitim oranı %70, test oranı %30 olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında rastgele seçilen altı adet eğitim, altı adet test veri seti oluşturulmuştur (Tablo 4.7.). Şekil 4.7’de altı adet çalışma alanının eğitim ve test veri dağılımları bulunmaktadır.

Çalışma Alanı	Veri Sayısı	Eğitim Verisi Sayısı (%70)	Test Verisi Sayısı (%30)
Küme 1	738	517	221
Küme 2	941	659	282
Küme 3	1053	737	316
Küme 4	659	461	198
Küme 5	1211	848	363
Çalışma Alanının Tamamı	4602	3222	1380

Tablo 4.7. Çalışma alanlarına göre eğitim ve test veri sayıları



Şekil 4.7. Çalışma alanlarına ait eğitim ve test veri dağılımları

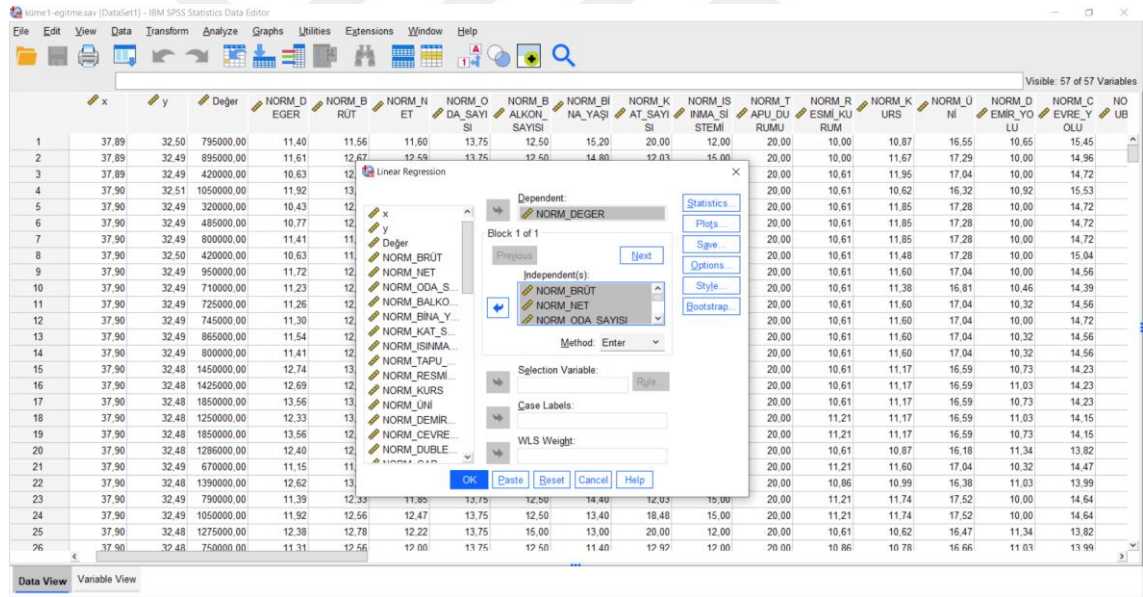
4.5. Değer Tahmin Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

Tez çalışmasında konutların değer tahmin modellerinin üretilmesi için lineer regresyon, yapay sinir ağı (YSA), destek vektör makineleri (DVM), en yakın komşu (kNN), Cobb Douglas, yeni hibrit matematiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analiz sonucu elde edilen beş küme ve tüm çalışma alanı için bu analizler tek tek üretilmiştir. Analizler için normalize edilmiş eğitim (%70) ve test (%30) verileri

kullanılmıştır. Bu modeller MSE, RMSE, MAE, MAPE ve R^2 hata metrik değerleri ile karşılaştırılmıştır. Modeller sonucu elde edilen tahmin değerleri ile piyasa değerleri karşılaştırılmış, değer haritaları oluşturulmuştur.

4.5.1. Lineer regresyon analizinin gerçekleştirilmesi

Çalışmada regresyon analizinin gerçekleştirilmesi için matematiksel modelde bulunan değişkenler; bağımlı değişken olarak konutların piyasa fiyatları, bağımsız değişken olarak 51 kriterle oluşturulmuştur. Çok değişkenli regresyon analizinde bağımsız değişkenler (51 kriter) aynı anda değerlendirmeye alınarak bağımlı değişkendeki (piyasa fiyatı) değişimi açıklamaya çalışmıştır. Şekil 4.8.'de küme 1 çalışma alanı için lineer regresyon analizi için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin IBM-SPSS-22 yazılımına aktarılması işlem örneği yer almaktadır. Çalışma SPSS yazılımında 5 kümeye ait eğitim veri seti için lineer regresyon yöntemi ile konut değer tahmini yapılmıştır. Ardından her bir kümeye ait modele o kümenin test verileri uygulanarak performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.8).



Şekil 4.8. Küme 1 bağımlı ve bağımsız değişkenlerin lineer regresyon modeli için SPSS yazılımına tanıtılması

Lineer Regresyon Model Özeti						
Çalışma Alanı	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Standart Sapma Hatası	İstatistikler	
					Dahil Edilen Kriter Sayısı	Dahil Edilen Konut Sayısı
Küme 1	,632 ^a	0.400	0.335	0.74731	50	466
Küme 2	,686 ^a	0.471	0.434	0.76295	43	616
Küme 3	,763 ^a	0.581	0.556	0.93089	42	693
Küme 4	,811 ^a	0.658	0.617	0.25490	49	411
Küme 5	,751 ^a	0.563	0.536	0.98001	50	797
Çalışma Alanının Tamamı	,693 ^a	0.480	0.471	0.90258	51	3169

Tablo 4.8. Lineer regresyon eğitme verilerine ait model özeti

Tablo 4.9.'de analizler sonucu konut değerini pozitif ve negatif yönde etkileyen kriterler belirtilmiş ve bunların hangi oranda etkilediği yer almaktadır. Regresyon analizi sonucu incelendiğinde küme 1 ve küme 2 çalışma bölgelerinin şehir merkezinde yer alması sebebiyle kriter ağırlıklarında dahil edilmediği görülmüştür. Küme 1 ve küme 2 çalışma bölgesi veri setindeki konutların şehir merkezine yakınlık konusunda benzer özellikte yer aldığını söyleyebiliriz. Polis merkezine yakınlık kriterinin küme1'de büyük öneme sahipken küme 2, küme 3 ve küme 4 çalışma bölgelerinde dahil edilmediği görülmüştür. Küme 1 çalışma alanı şehrin merkezinde yer alması sebebiyle de hava kirliliği kriteri bakımından büyük ağırlık değeri almıştır. Çalışma bölgesinin tamamı incelendiğinde m² (brüt) alanının en önemli kriterler arasında olduğunu söylemek mümkündür.

Regresyon analizinde belirtme katsayısı olarak bilinen R² değeri, kurulan denklemin uyum düzeyini belirtmektedir. Belirtme katsayısı sıfıra yakın ise kurulan modelin uyumsuz, bire yakın ise uyumlu olduğunu göstermektedir. Çalışma bölgeleri incelendiğinde R² değeri küme 4'de 0.658 olarak hesaplanmış ve analiz sonucu en yüksek R² olduğunu söylemek mümkündür (Tablo 4.10.).

	Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5	Küme 6
(Constant)	89.728	36.148	37.808	-4.916	-26.025	-2.891
m ₂ (Brüt)	0.477	0.664	0.645	0.186	0.373	0.490
m ₂ (Net)	-0.266	-0.326	-0.159	-0.103	-0.043	-0.187
Oda Sayısı	0.148	0.324	0.272	0.148	0.171	0.263
Balkon Sayısı	0.021	-0.196	-0.186	0.023	0.198	-0.051
Bina Yaşı	-0.099	-0.074	-0.144	-0.116	-0.107	-0.109
Bulunduğu Kat/ Kat Sayısı	-0.002	0.005	-0.005	0.002	-0.015	-0.005
Isınma Sistemi	0.019	0.023	0.070	0.005	0.083	0.050
Tapu Durumu	0.071	0.029	0.073	0.013	0.052	0.043
Ana Yollara Yakınlık	0.236	-0.165	-0.165	-0.036	0.351	0.063
Ulaşım Yollarına Yakınlık	-1.720	-1.574	0.404	0.287	-1.058	-0.100
Demiryoluna Yakınlık	-0.446	0.216	-0.082	0.050	-0.215	-0.150
Şehir Merkezine Yakınlık			1.402	1.254	0.098	0.265
Park Alanına Yakınlık	-0.106	-0.033	0.053	-0.030	-0.001	-0.009
Piknik Alanına Yakınlık	-0.031	0.120	0.031	-0.024	-0.209	0.002
Çocuk Parkına Yakınlık	-0.116	-0.230	0.100	-0.003	-0.016	-0.014
İbadethane Alanlarına Yakınlık	0.011	0.026	-0.016	0.010	0.014	0.011
Hastane Alanlarına Yakınlık	0.244	0.370	-0.406	0.030	0.317	0.034
Sağlık Merkezine Yakınlık	0.097	0.035	-0.021	0.008	0.034	-0.016
İlkokul Alanına Yakınlık	0.037	-0.005	0.065	0.036	-0.009	0.028
Lise Alanına Yakınlık	-0.162	0.179	-0.110	-0.011	-0.126	-0.038
Kurs Alanına Yakınlık	0.023	-0.234	-0.184	-0.167	-0.256	0.086
Üniversite Alanına Yakınlık	-0.325	0.051	-0.112	0.025	0.486	0.012
Resmi Kurumlara Yakınlık	-0.008	-0.167	-0.002	0.031	0.023	0.068
Polis Merkezine Yakınlık	-0.429				-0.190	0.136
AVM Alanına Yakınlık	0.012	-0.765	-1.072	-0.365	-0.142	-0.070
Pazar Yerine Yakınlık	0.367	0.177	-0.091	-0.033	0.210	-0.033
Top.Taş.Nok. Yakınlık (Tramvay)	0.561	0.578	-0.140	0.039	-0.412	-0.048
Tren Garına Yakınlık	-0.877	-1.777		0.233	-0.197	-0.180
Havaalanına Yakınlık	-4.218	-3.873	-1.404	0.566		0.060
Otogara Yakınlık	2.214	2.350	0.818		1.247	0.144
Sanayi Alanına Yakınlık	0.067	-0.099	-0.173	-0.266	-0.392	-0.220
Mezarlığa Yakınlık	-0.287	0.038	-0.221	-0.040	-0.020	-0.064
İş Merkezlerine Yakınlık	0.035	0.027	0.487	-0.290	0.423	-0.015
Eğlence Mekanlarına Yakınlık	-0.075	0.025	-0.011	-0.020	0.009	0.007
Ticaret Alanına Yakınlık	-0.038	0.036	-0.079	-0.018	-0.091	0.013
İtfaiye İstasyonuna Yakınlık	-0.126	0.070	0.417	-0.163	-0.039	0.098
Askeri Alanlara Yakınlık	-0.342	-0.277	-0.260	-0.088	-0.041	0.186
Nüfus Yoğunluğu	-0.295	2.473	0.069	0.061	0.148	0.055
Eğitim Durumu (İlkokul)	-0.586	0.429		-0.073	0.109	-0.067
Eğitim Durumu (Lise)	-0.029		0.074	-0.097	-0.035	-0.168
Eğitim Durumu (Üniversite)	-0.561			-0.014	0.206	0.048
Gözde Mahalle Durumu	0.082		-0.157	0.134	-0.118	0.025
Gelişim Potansiyeli	0.155		0.134	0.000	-0.168	0.034
Eğim	-0.603			0.121	-0.117	0.080
Jeolojik Durum	0.200	-0.847		0.019	0.087	0.012
İklim Durumu (Sıcaklık)	0.742	-3.968		-0.009	-0.463	-0.051
İklim Durumu (Nem)	-0.292	4.782	-2.442	-0.051	0.976	0.092
İklim Durumu (Rüzgar)	0.009	0.046	0.134	-0.096	0.550	0.115
Hava Kirliliği (SO ₂)	3.663			-0.060	0.611	0.181
Hava Kirliliği (PM ₁₀)	-3.316	-0.051		0.033	-0.442	-0.051

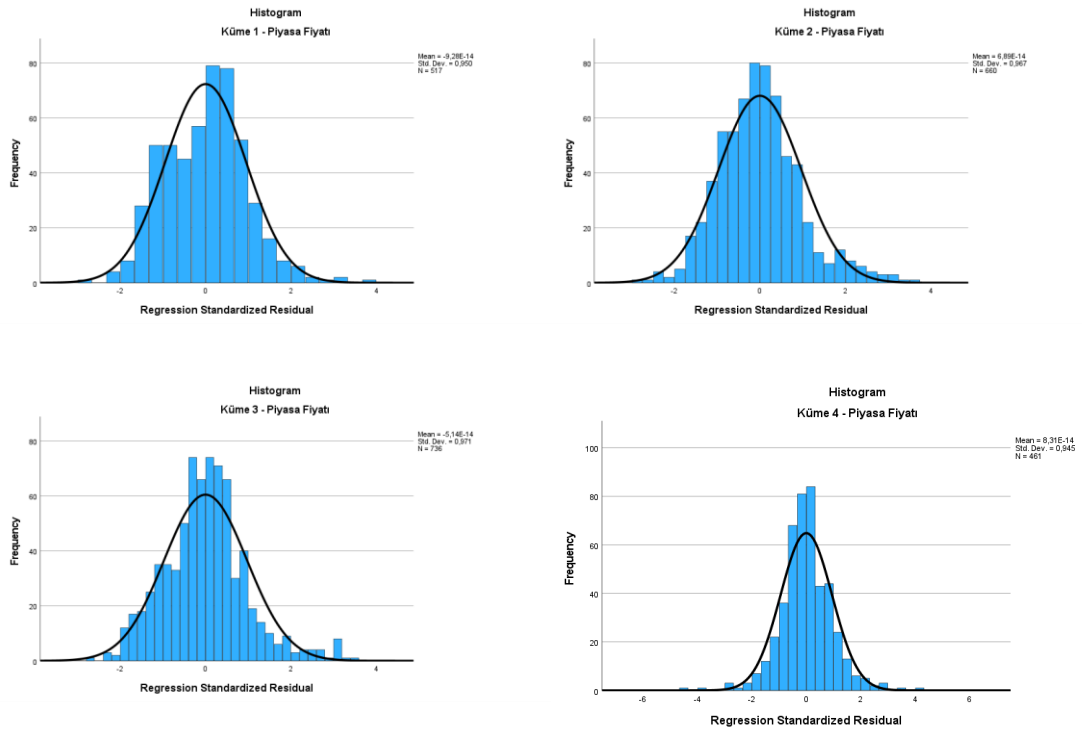
Gürültü Kirliliği	0.360	0.016	0.280	0.059	0.152	-0.089
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

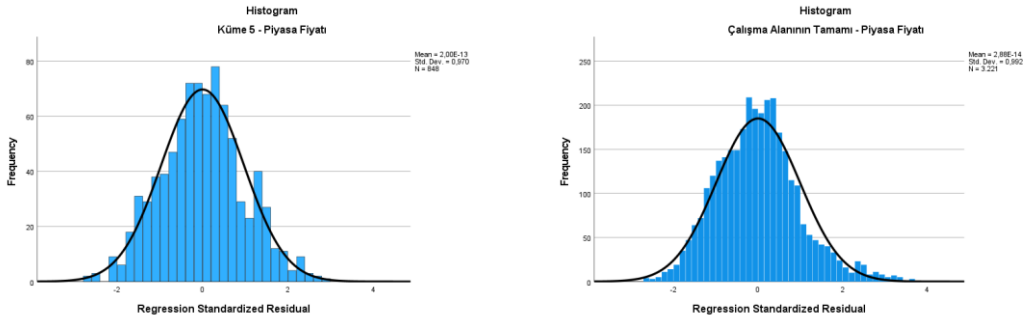
Tablo 4.9. Eğitim verileri için regresyon model sonucu değere etki eden kriterlerin ağırlıkları

Çalışma Alanı	Yöntem	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	Lineer Regresyon	0.638	0.799	0.860	0.548	0.400
Küme 2	Lineer Regresyon	0.656	0.810	0.605	0.615	0.471
Küme 3	Lineer Regresyon	0.907	0.952	0.712	0.631	0.581
Küme 4	Lineer Regresyon	0.085	0.291	0.210	0.207	0.658
Küme 5	Lineer Regresyon	1.047	1.020	0.816	0.734	0.563
Çalışma Alanının Tamamı	Lineer Regresyon	0.827	0.910	0.765	0.730	0.480

Tablo 4.10. Veri setinin lineer regresyon model performans sonuçları

Analiz sonuçlarından elde edilen standardizasyon histogram grafikleri Şekil 4.9.de yer almaktadır. Grafikler tahmin değerleri ve piyasa fiyatlarının hata histogramını ifade etmektedir.





Şekil 4.9. Lineer regresyon model sonucu histogram grafikleri

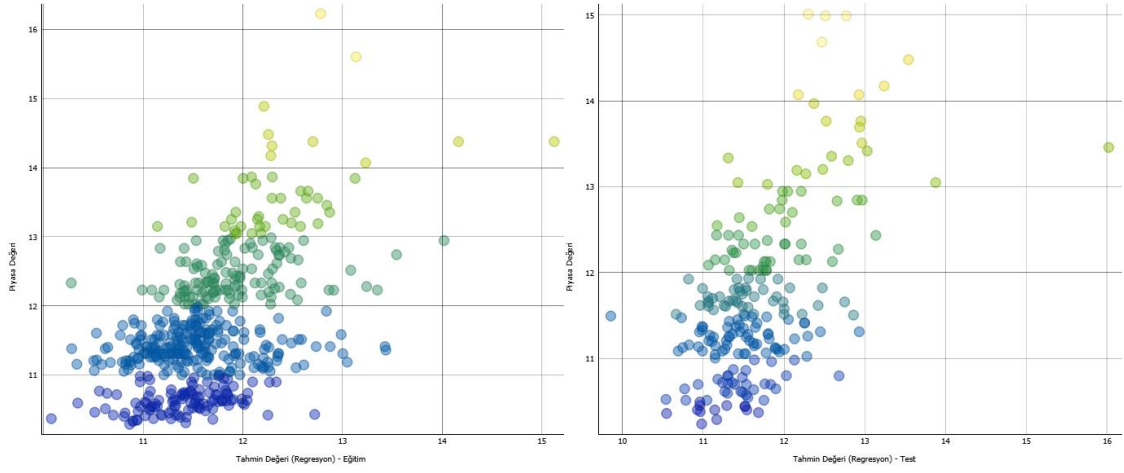
Piyasa fiyatları ile analiz sonucu elde edilen tahmini değerler arasındaki dağılım grafiği sonucunda yapılan çalışmaların yüksek doğrulukta olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 4.10-4.15.).

Analiz sonucu eğitim ve test veri setinde hesaplanan tahmin değeri ve piyasa fiyatının karşılaştırmasını gösteren grafikler Şekil 4.10.- Şekil 4.11.- Şekil 4.12.- Şekil 4.13.- Şekil 4.14.- Şekil 4.15.'de yer almaktadır. R^2 dağılım grafikleri incelendiğinde belirtme katsayıları küme 1 – 0.400, küme 2 -0.471, küme 3 – 0.581, küme 4 – 0.658, küme 5 – 0.563, çalışma alanının tamamı – 0.480 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlarda çalışma alanlarını büyüklüğü ve veri setlerinin yoğunluğu dikkate alınması gereken özelliklerdendir.

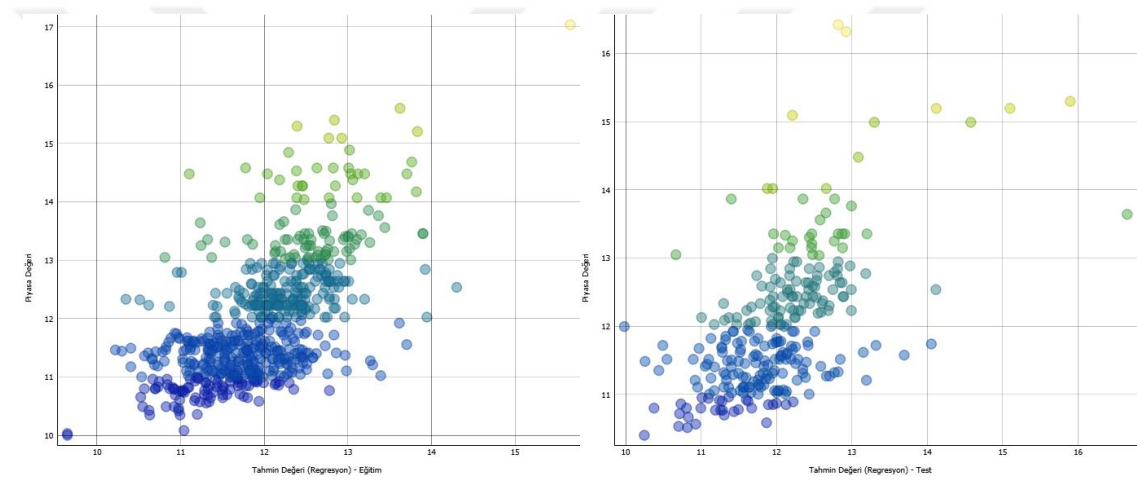
Analizi gerçekleştirilen veri setlerinin testi gerçekleştirilmiş ve performans değerleri Tabla 4.11.'de yer almaktadır.

Çalışma Alanı	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R^2
Küme 1	1.172	1.082	0.819	0.443	0.572
Küme 2	0.689	0.830	0.606	0.528	0.471
Küme 3	0.878	0.937	0.676	0.638	0.609
Küme 4	0.108	0.328	0.238	0.202	0.695
Küme 5	1.114	1.055	0.844	0.719	0.564
Çalışma Alanının Tamamı	0.828	0.909	1.913	0.777	0.505

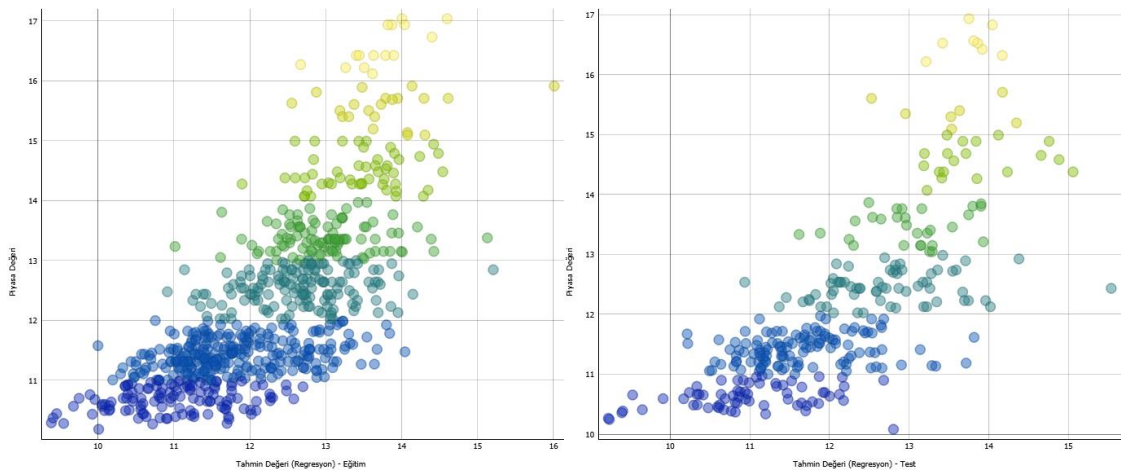
Tablo 4.11. Lineer regresyon modelinin test sonucu performans değerleri



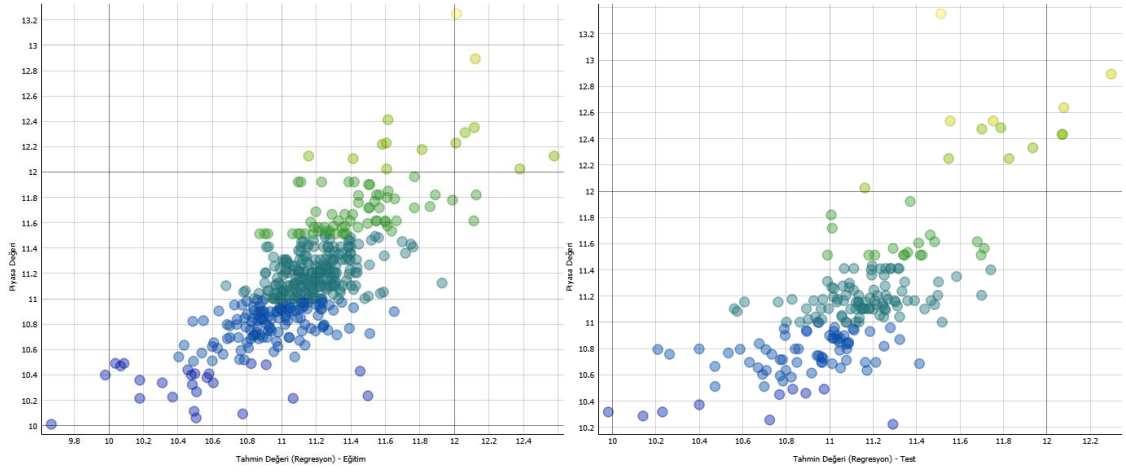
Şekil 4.10. Küme 1 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



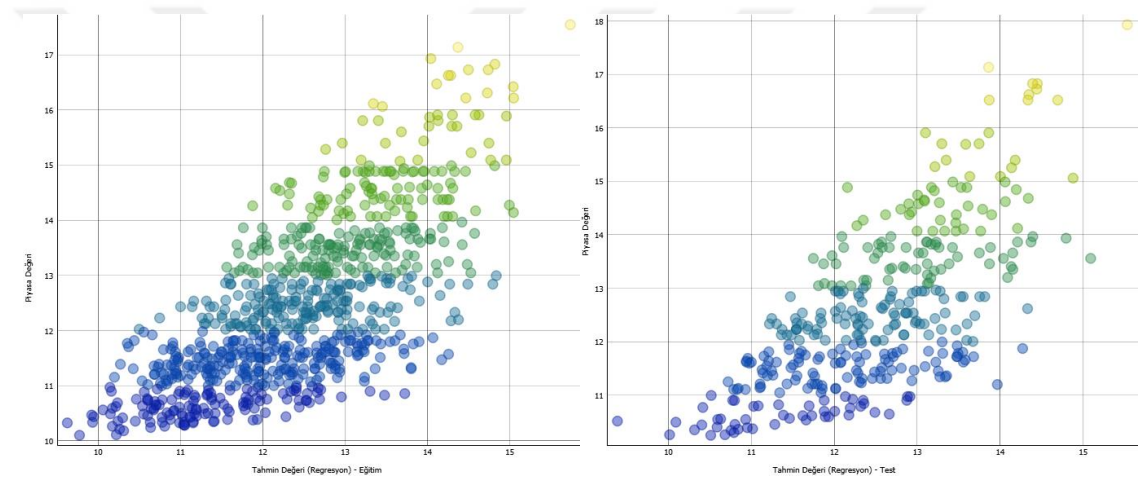
Şekil 4.11. Küme 2 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



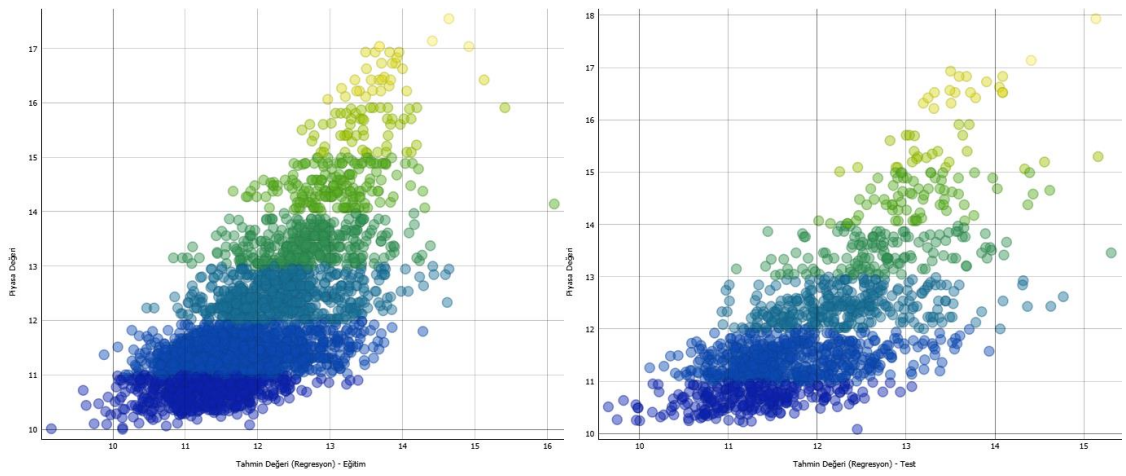
Şekil 4.12. Küme 3 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.13. Küme 4 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



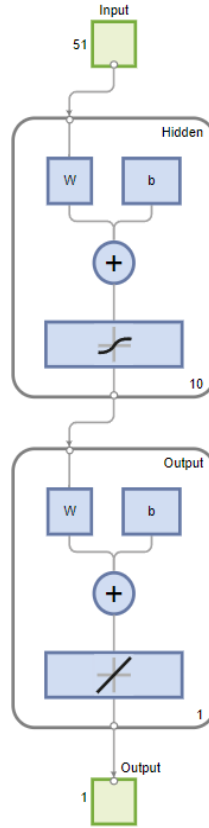
Şekil 4.14. Küme 5 lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.15. Çalışma alanının tamamı lineer regresyon model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)

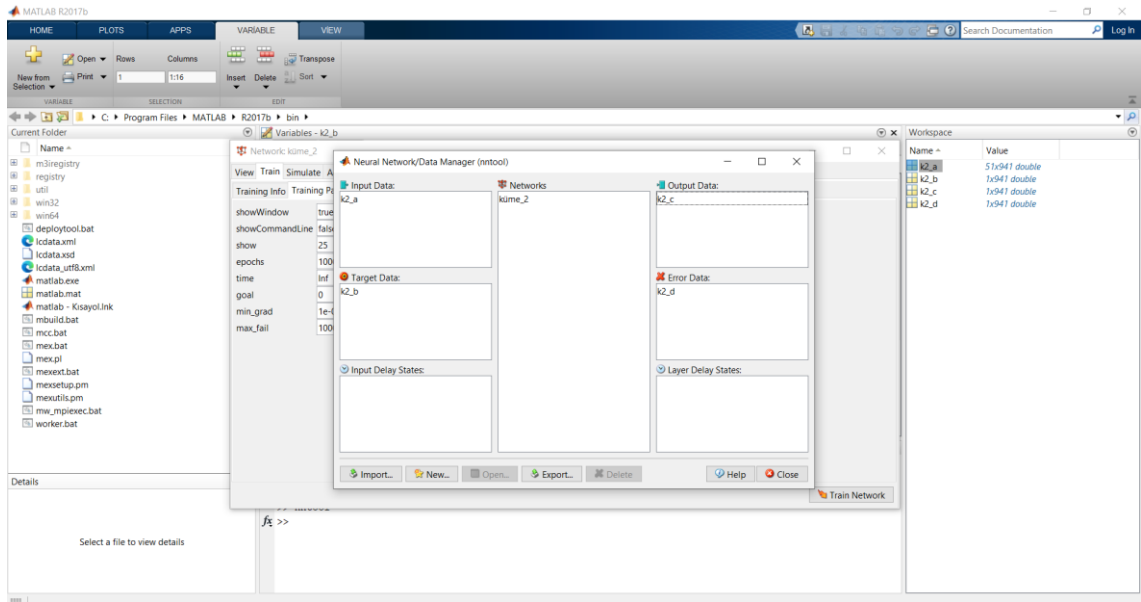
4.5.2. Yapay sinir ağ analizinin gerçekleştirilmesi

Kümeleme çalışmasından elde edilen 6 bölge normalize edilmiş veri seti ile konutların piyasa fiyatları ve değere etki eden kriterler Matlab R2017b yazılımına yüklenerek, YSA model analizi gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.16.'de yazılımda kullanılan model diyagramı yer almaktadır.



Şekil 4.16. Matlab R2017b yazılımında kurulan model diyagramı

Oluşturulacak sistem için 51 giriş değişkeni (input), 1 çıktı değişkeni (output) seçilmiştir (Şekil 4.17). Katmandaki nöron sayısı çalışmalarda 10 olarak kullanılmıştır. Nöron sayısına deneme sonucu, istenilen performansa gelmesi ile karar verilmiştir.



Şekil 4.17. Matlab R2017b yazılımında kriterlerin eklenmesi işlemi

Çalışma Alanı	Eğitim R değeri	Test R değeri	Karma R değeri
Küme 1	0.840	0.684	0.787
Küme 2	0.810	0.778	0.797
Küme 3	0.825	0.852	0.828
Küme 4	0.812	0.854	0.827
Küme 5	0.770	0.792	0.767
Çalışma Alanının Tamamı	0.775	0.777	0.772

Tablo 4.12. Veri setinin YSA model performans sonucu R değerleri

Çalışma bölgeleri incelendiğinde R^2 değeri küme 1’de 0.706 olarak hesaplanmış ve analiz sonucu en yüksek R^2 olduğunu söylemek mümkündür (Tablo 4.13.).

Çalışma Alanı	Yöntem	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R^2
Küme 1	YSA	0.334	0.578	0.023	0.486	0.706
Küme 2	YSA	0.379	0.615	0.446	0.553	0.656
Küme 3	YSA	0.618	0.786	0.577	0.590	0.681
Küme 4	YSA	0.060	0.245	0.173	0.205	0.660
Küme 5	YSA	0.859	0.927	0.737	0.733	0.593
Çalışma Alanının Tamamı	YSA	0.630	0.794	0.233	0.705	0.600

Tablo.4.13. Veri setinin YSA model performans sonuçları

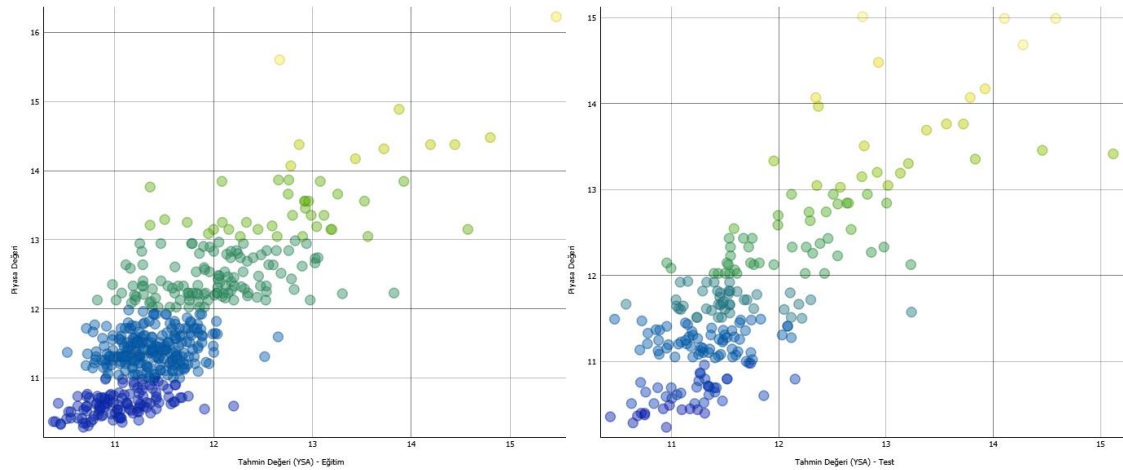
YSA modeli ile elde edilen grafiğe bakılarak verilerin doğruluk ve tutarlılık değerleri incelendiğinde belirlenen çalışma bölgesi eğitim verilerine ait piyasa değerler ile YSA modeline girdikten sonra elde edilen eğitim verileri arasındaki regresyon modelinin R değerlerinde en başarılı sonuç küme 1 bölgesine aittir. Test verilerinde bu değer küme 3 bölgesinde yüksek başarıya sahip olduğunu söyleyebiliriz. Tüm veriler için elde edilen R değerinde ise küme 3 bölgesi en yüksek başarıya sahiptir. Küme 5 bölgesi bu R değeri bakımından diğer bölgelere göre daha az başarıya sahiptir (Tablo 4.12.).

YSA analizi gerçekleştirilen veri setlerinin testi gerçekleştirilmiş ve performans değerleri Tablo 4.14.'te yer almaktadır.

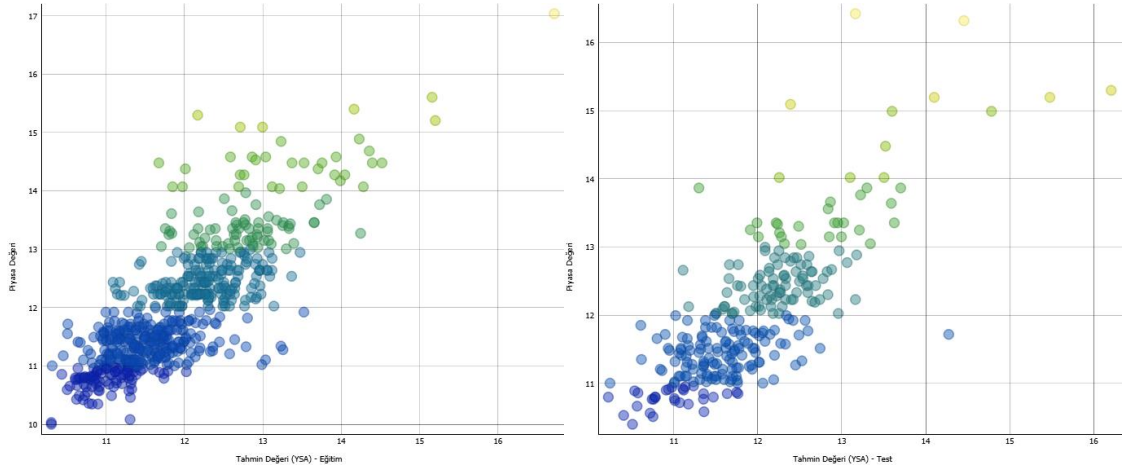
Çalışma Alanı	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	0.334	0.577	0.456	0.387	0.572
Küme 2	0.394	0.628	0.451	0.476	0.471
Küme 3	0.626	0.791	0.573	0.589	0.609
Küme 4	0.074	0.272	0.187	0.206	0.695
Küme 5	0.898	0.948	0.765	0.718	0.564
Çalışma Alanının Tamamı	0.644	0.802	1.712	0.756	0.505

Tablo 4.14. YSA modelinin test sonucu performans değerleri

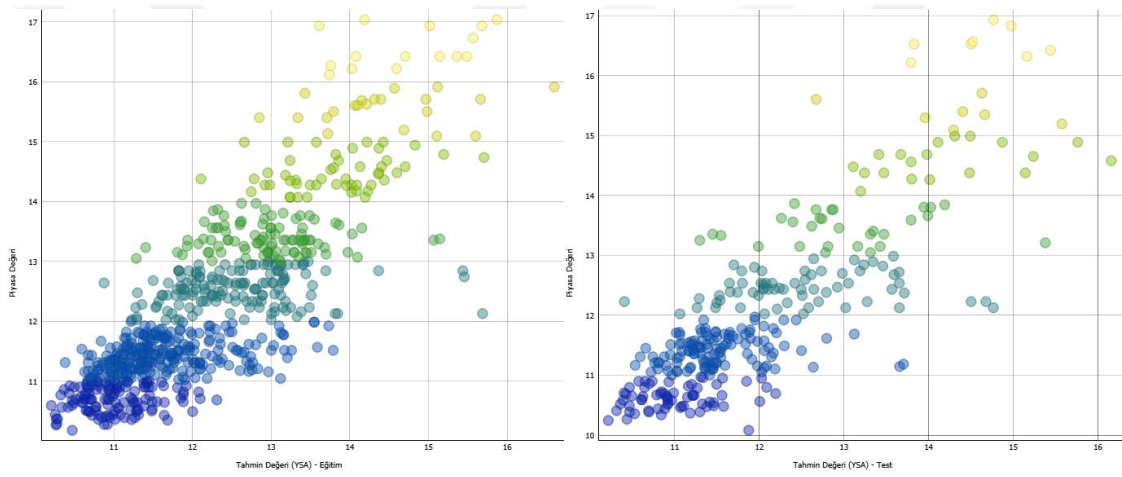
Analiz sonucu eğitim ve test veri setinde hesaplanan tahmin değeri ve piyasa fiyatının karşılaştırmasını gösteren grafikler Şekil 4.18-4.23'te yer almaktadır.



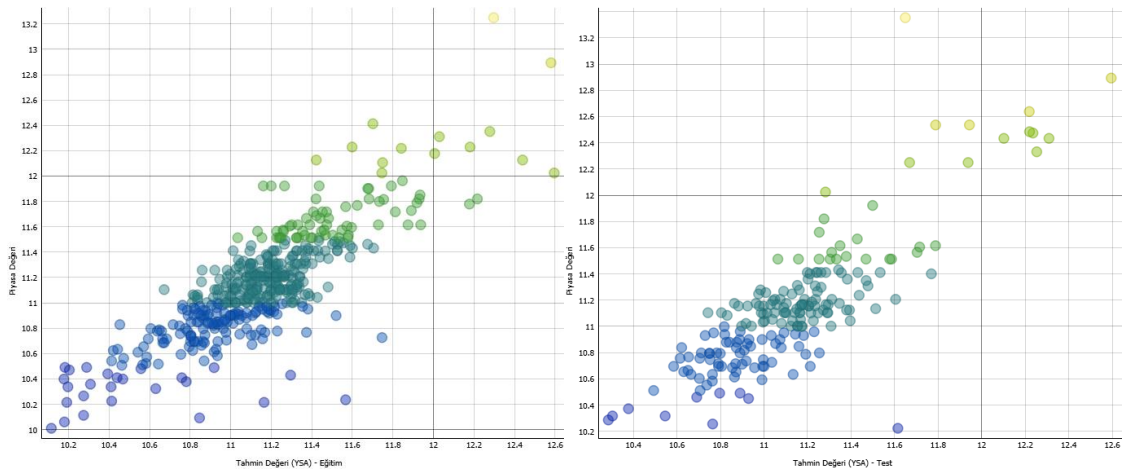
Şekil 4.18. Küme 1 yapay sinir ağ model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



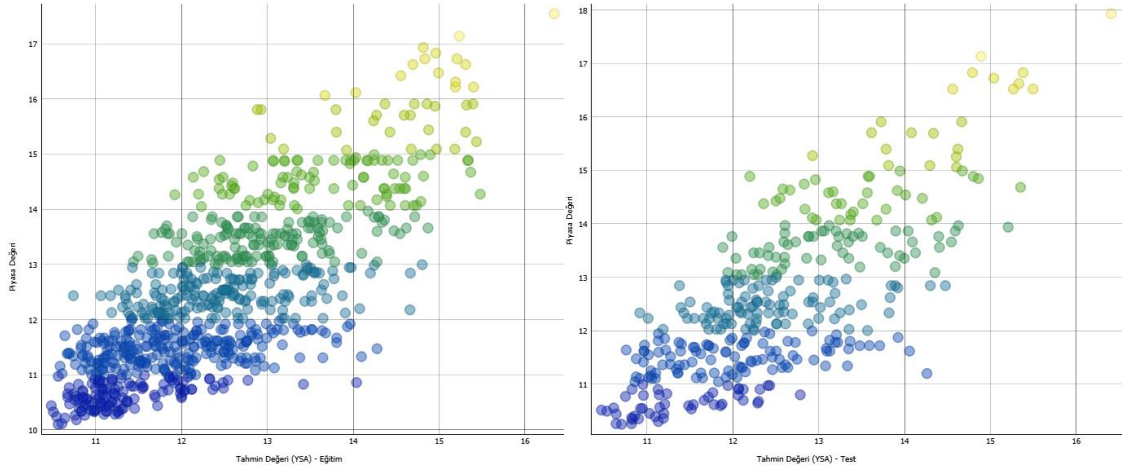
Şekil 4.19. Küme 2 yapay sinir ağ model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



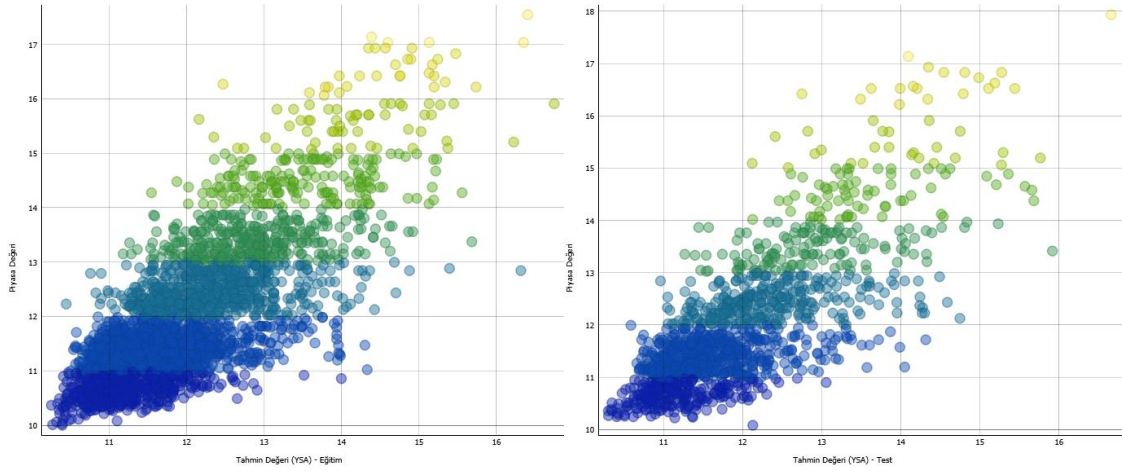
Şekil 4.20. Küme 3 yapay sinir ağ model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



Şekil 4.21. Küme 4 yapay sinir ağ model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



Şekil 4.22. Küme 5 yapay sinir ağ model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)

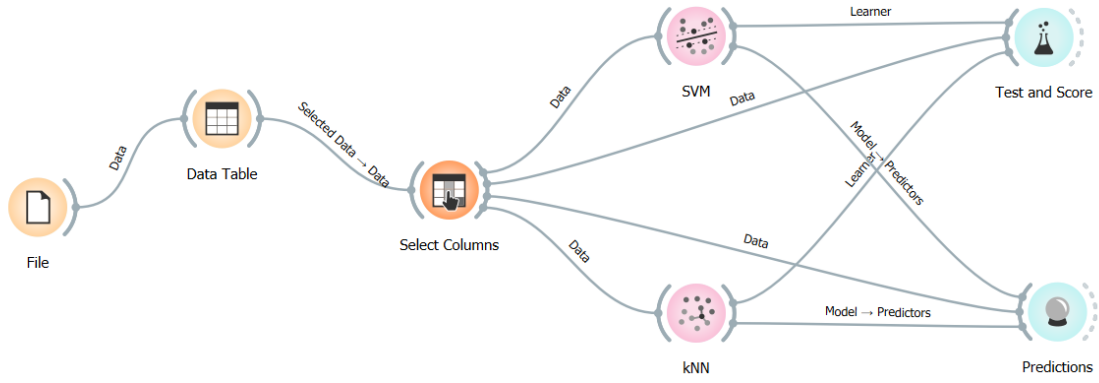


Şekil 4.23. Çalışma alanının tamamı yapay sinir ağ model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)

4.5.3. DVM- kNN analizinin gerçekleştirilmesi

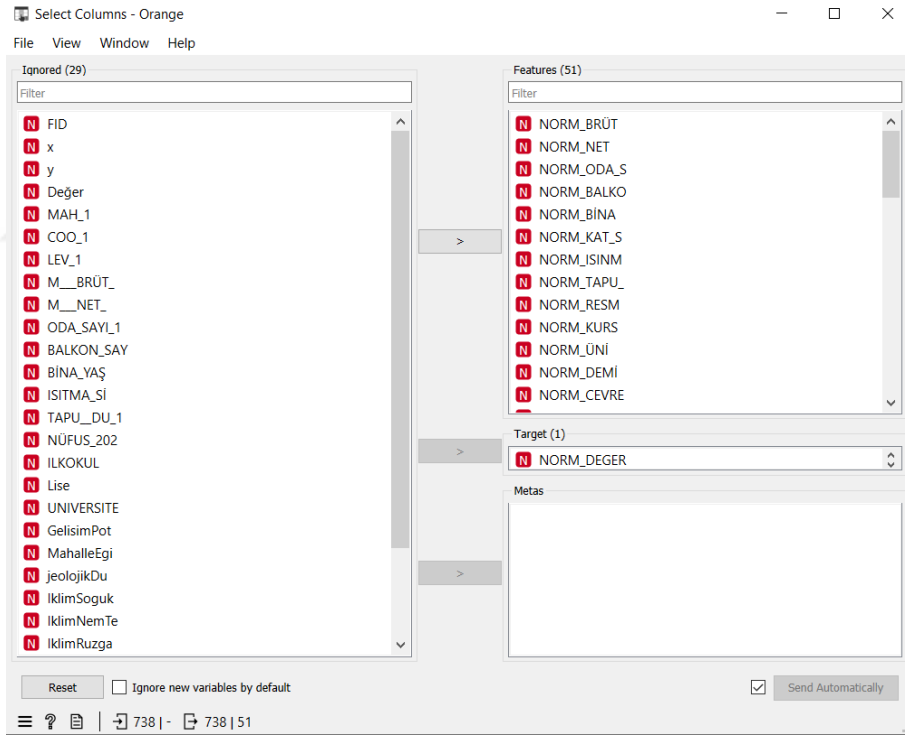
Kümeleme çalışmasından elde edilen 6 bölge veri seti ile konutların piyasa fiyatları ve değere etki eden kriterler Orange Canvas yazılımına yüklenmiştir. Yazılımda yöntem olarak Destek Vektör Makineleri (DVM) ve En Yakın Komşu (kNN) makine öğrenme modelleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin kullanılması ile Karesel Ortalama Hata (RMSE), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Determinasyon Katsayısı R^2 Hesabı (R Square calculation) sonuçlarına ulaşılmıştır.

DVM ve kNN yöntemlerini uygulamak üzere makine öğrenme yazılımlarından biri olan Orange Canvas yazılımı kullanılmıştır. Şekil 4.24.'te yazılımda kullanılan model diyagramı yer almaktadır.



Şekil 4.24. Orange Canvas yazılımında kurulan model diyagramı

Yazılımda diyagramın kurulabilmesi amacıyla 51 kriter ve çıkış kriteri için konutların piyasa fiyatları yazılıma yüklenmiştir. 51 kriterden 1 sonuç elde edilmesi Select Columns-Orange modülü ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.25.).



Şekil 4.25. Orange Canvas yazılımında kriterlerin eklenmesi işlemi

Yapılan bu işlem altı adet veri seti için tekrarlanmıştır. Çalışma sonucu elde edilen performans değerleri Tablo 4. 15.'te yer almaktadır. Model performansları incelendiğinde DVM analizine göre k-NN analizinde göre daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Analizi gerçekleştirilen veri setlerinin testi gerçekleştirilmiş ve performans değerleri Tabla 4.16.'da yer almaktadır.

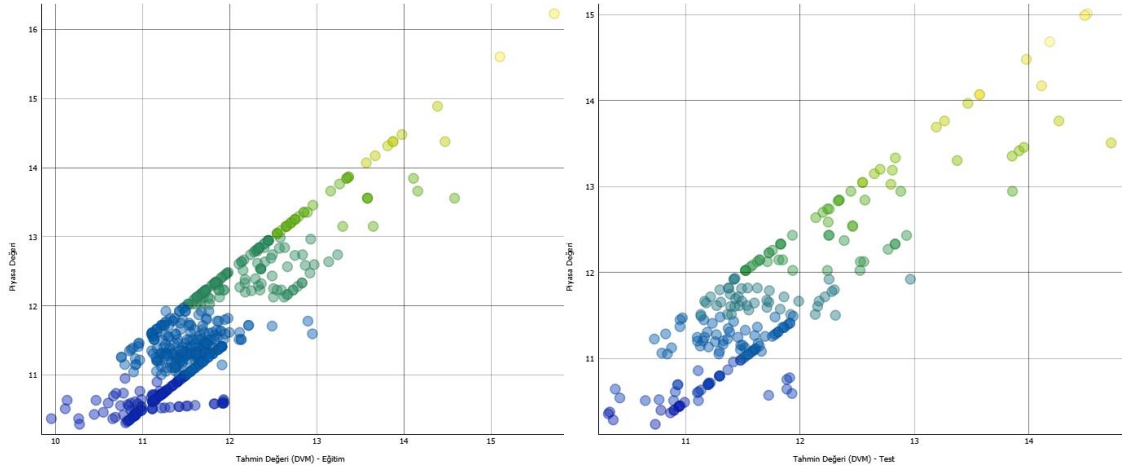
Çalışma Alanı	Yöntem	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	DVM	0.166	0.407	0.374	0.032	0.809
	kNN	0.325	0.570	0.427	0.036	0.626
Küme 2	DVM	0.156	0.395	0.353	0.030	0.847
	kNN	0.371	0.609	0.421	0.034	0.636
Küme 3	DVM	0.170	0.413	0.377	0.031	0.913
	kNN	0.541	0.736	0.521	0.042	0.725
Küme 4	DVM	0.072	0.268	0.216	0.019	0.620
	kNN	0.054	0.232	0.172	0.015	0.717
Küme 5	DVM	0.187	0.432	0.402	0.033	0.910
	kNN	0.550	0.741	0.545	0.043	0.737
Çalışma Alanının Tamamı	DVM	0.178	0.422	0.375	0.031	0.885
	kNN	0.403	0.635	0.441	0.036	0.742

Tablo.4.15. Veri setinin DVM - kNN Model Performans Sonuçları

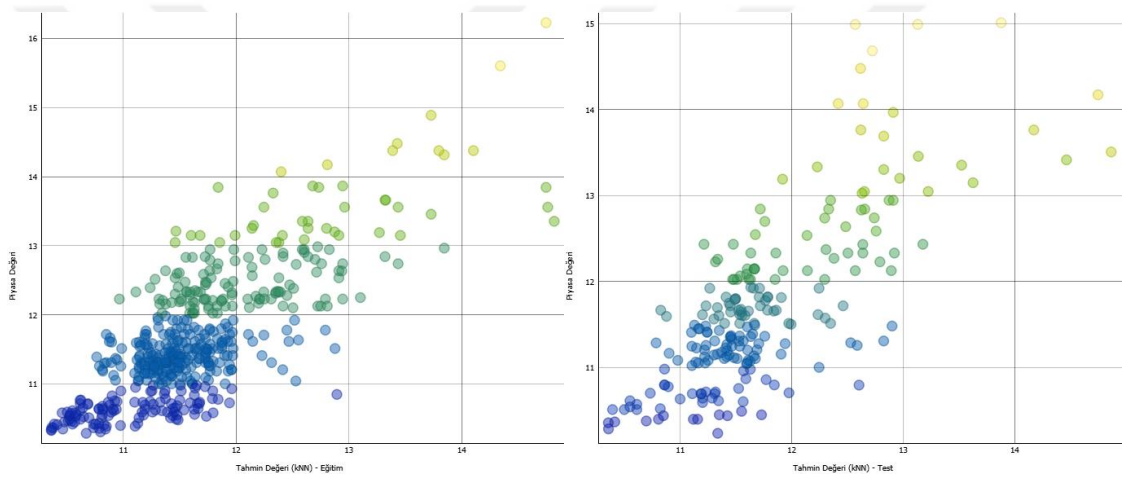
Çalışma Alanı	Yöntem	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	DVM	0.164	0.405	0.366	0.031	0.825
	kNN	0.395	0.629	0.465	0.039	0.579
Küme 2	DVM	0.166	0.408	0.375	0.031	0.834
	kNN	0.547	0.739	0.511	0.041	0.453
Küme 3	DVM	0.170	0.413	0.377	0.031	0.914
	kNN	0.633	0.796	0.565	0.046	0.681
Küme 4	DVM	0.077	0.277	0.223	0.020	0.674
	kNN	0.103	0.321	0.221	0.020	0.562
Küme 5	DVM	0.193	0.439	0.411	0.033	0.909
	kNN	0.621	0.788	0.612	0.048	0.708
Çalışma Alanının Tamamı	DVM	0.164	0.404	0.371	0.031	0.898
	kNN	0.496	0.704	0.498	0.040	0.690

Tablo 4.16. DVM- kNN modellerinin test sonucu performans değerleri

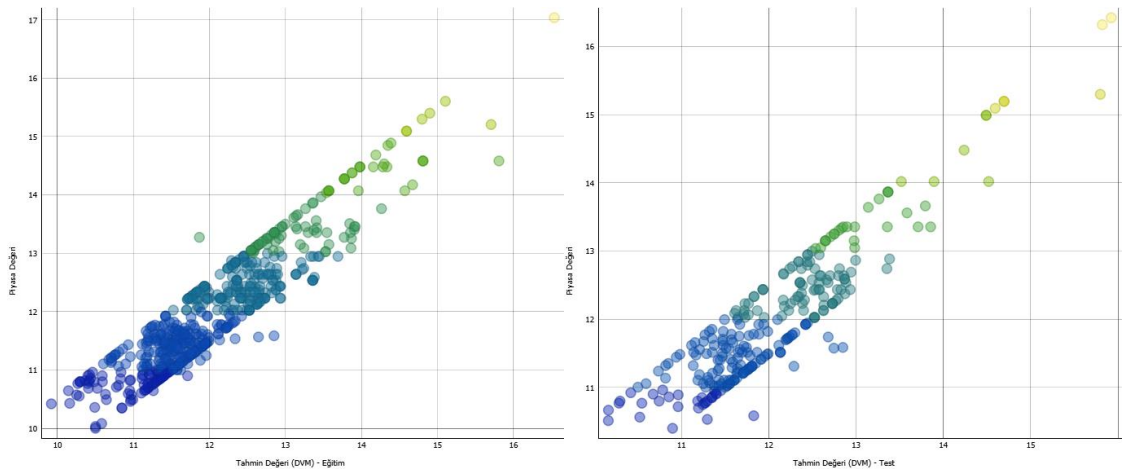
Çalışma sonucu her bir çalışma alanı için tekrarlanan model sonuçlarına göre eğitim ve test veri setleri üzerinden tahmini değerler elde edilmiş piyasa fiyatları ile uyumlarını gösteren eğri grafikleri Şekil 4.26-37.'de yer almıştır. Değerlerin doğruluklarının karşılaştırılması işlemi denklem sonucu gösterilmiş, değer haritaları üretilmiştir.



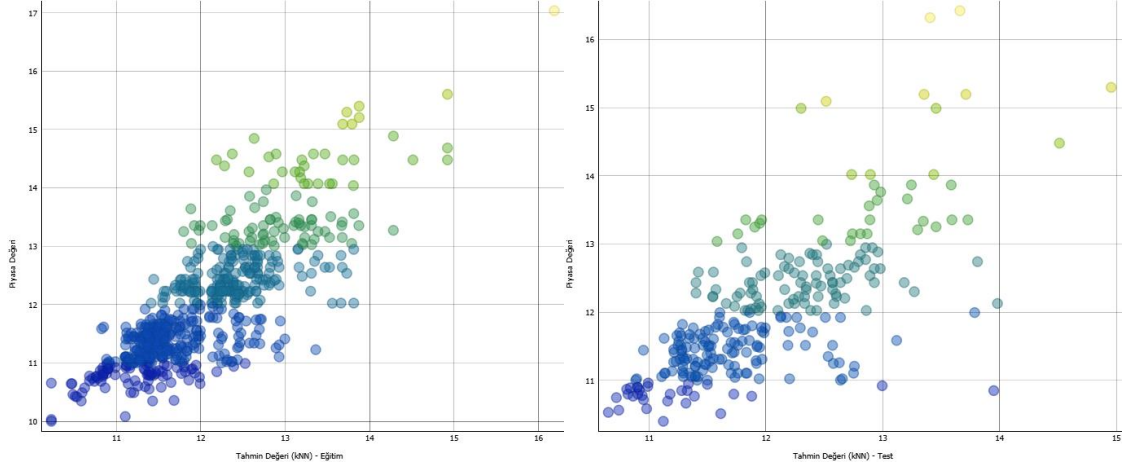
Şekil 4.26. Küme 1 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



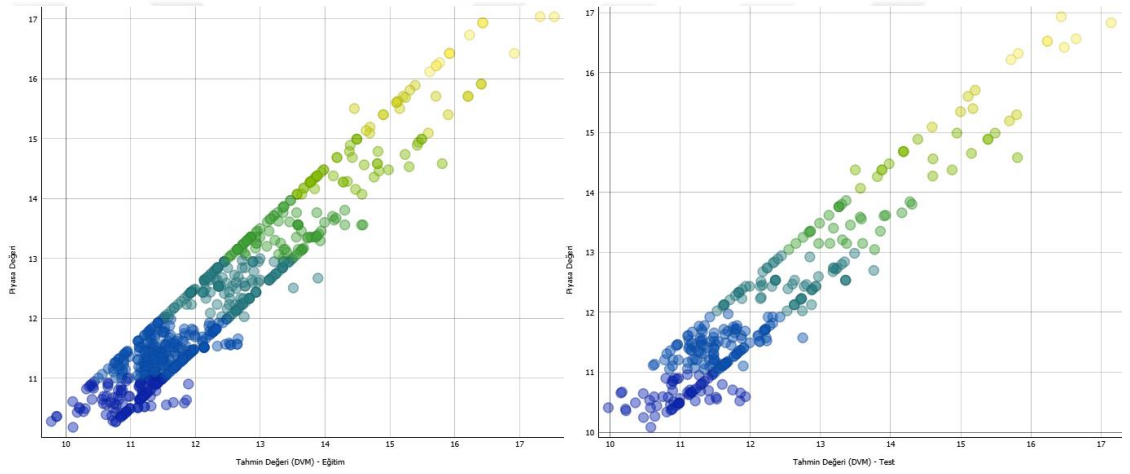
Şekil 4.27. Küme 1 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



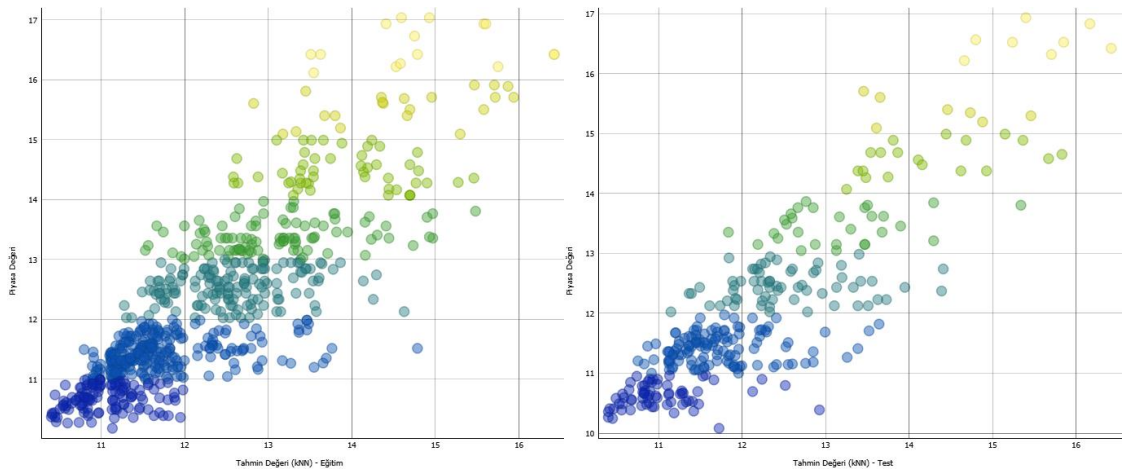
Şekil 4.28. Küme 2 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



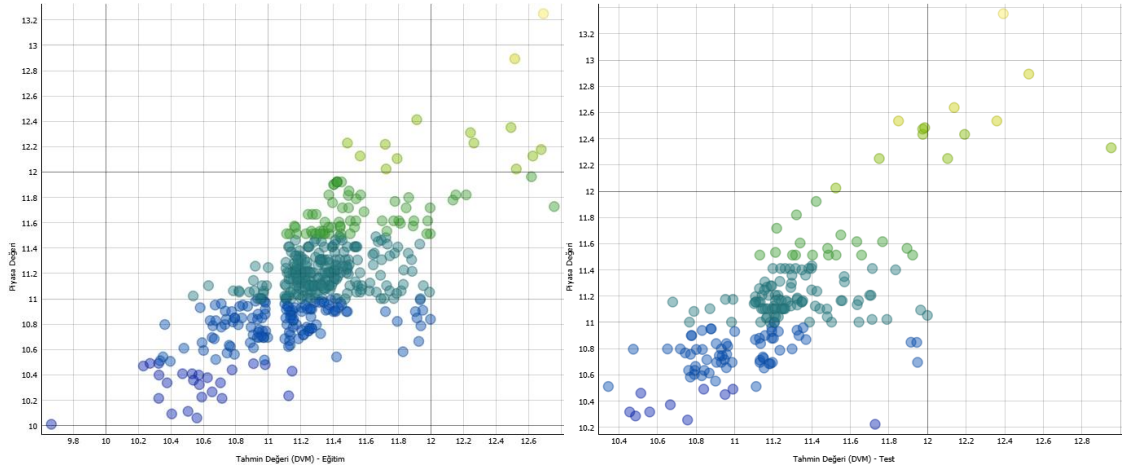
Şekil 4.29. Küme 2 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



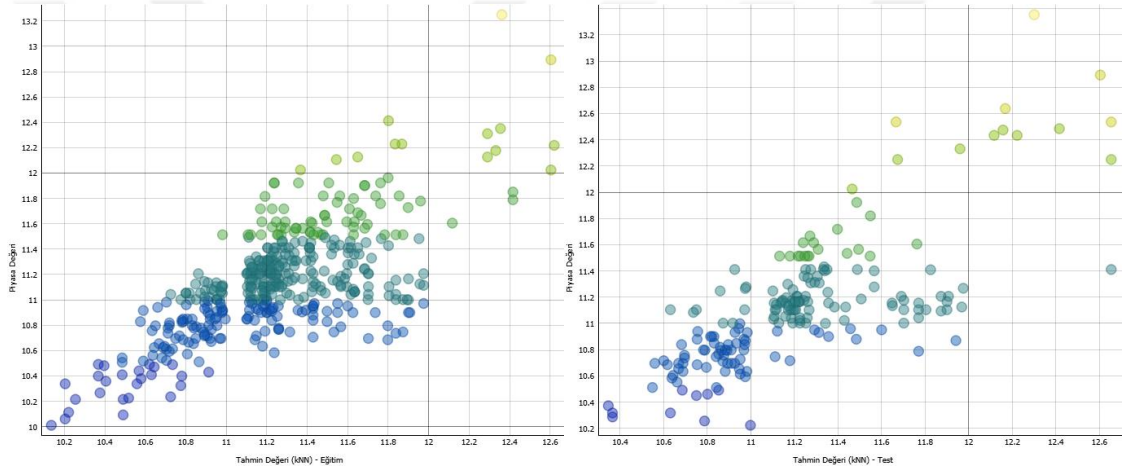
Şekil 4.30. Küme 3 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



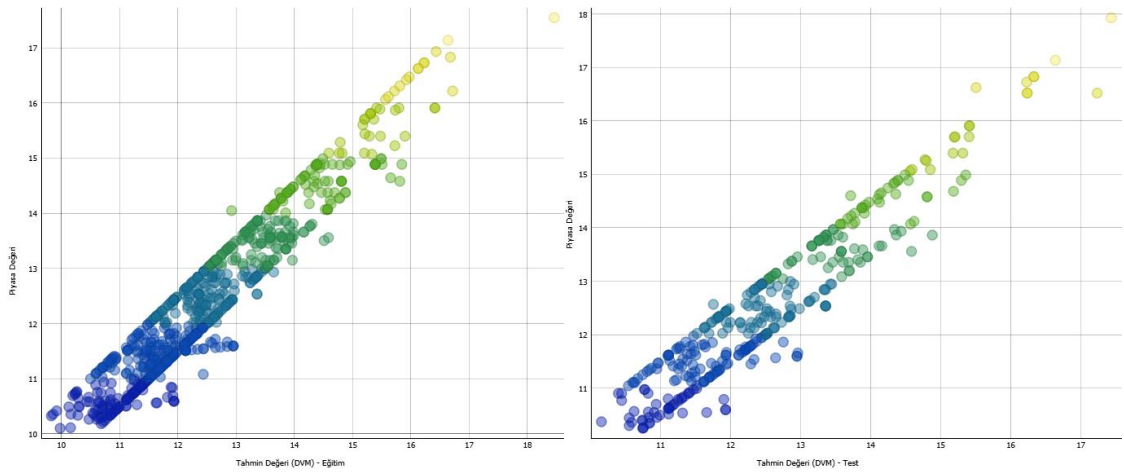
Şekil 4.31. Küme 3 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



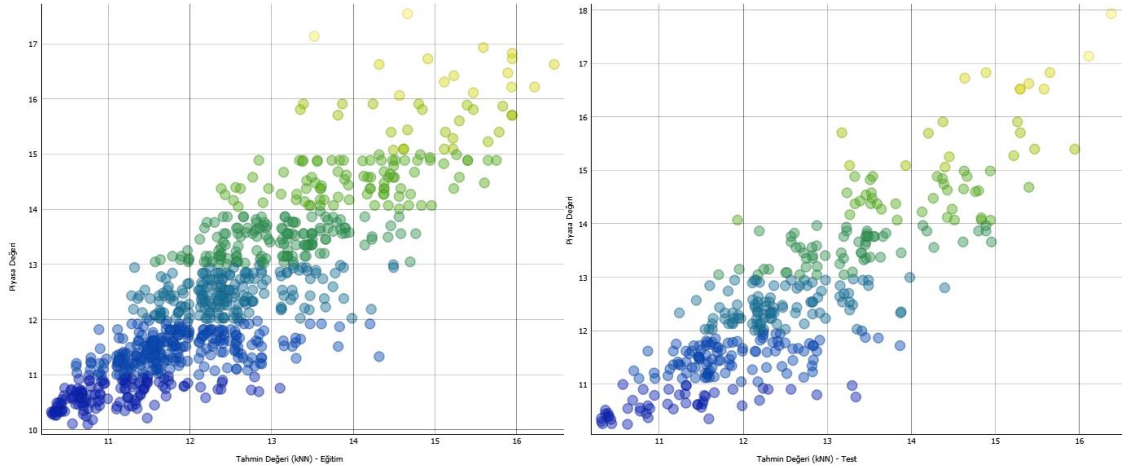
Şekil 4.32. Küme 4 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



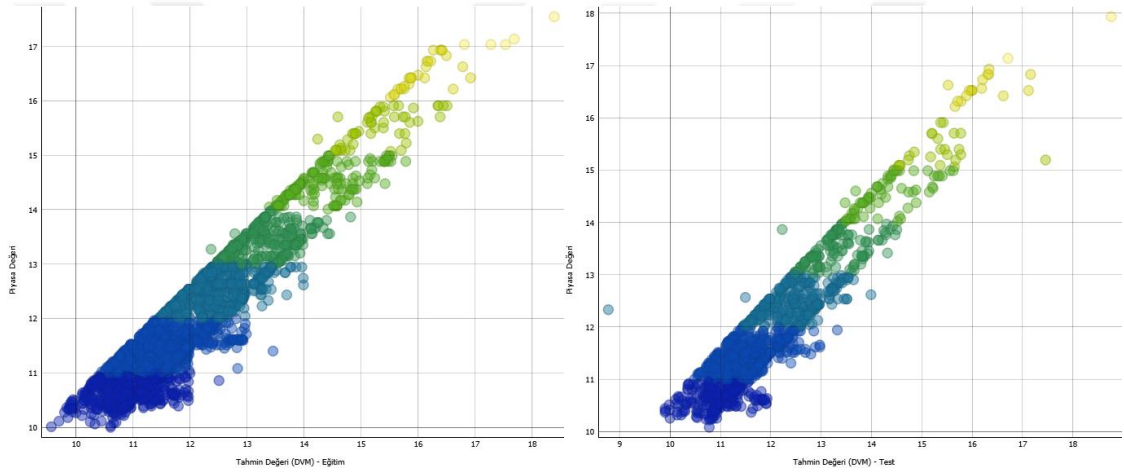
Şekil 4.33. Küme 4 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



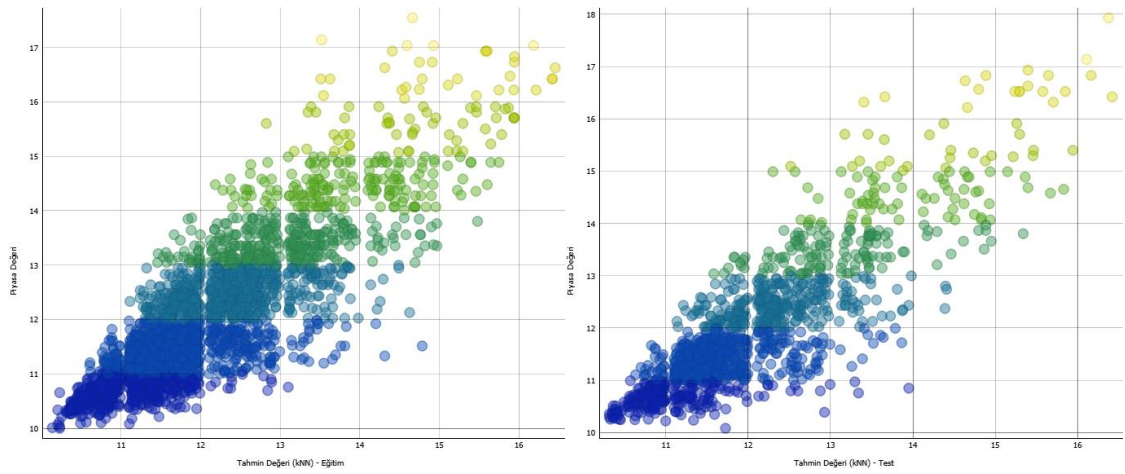
Şekil 4.34. Küme 5 DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



Şekil 4.35. Küme 5 kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



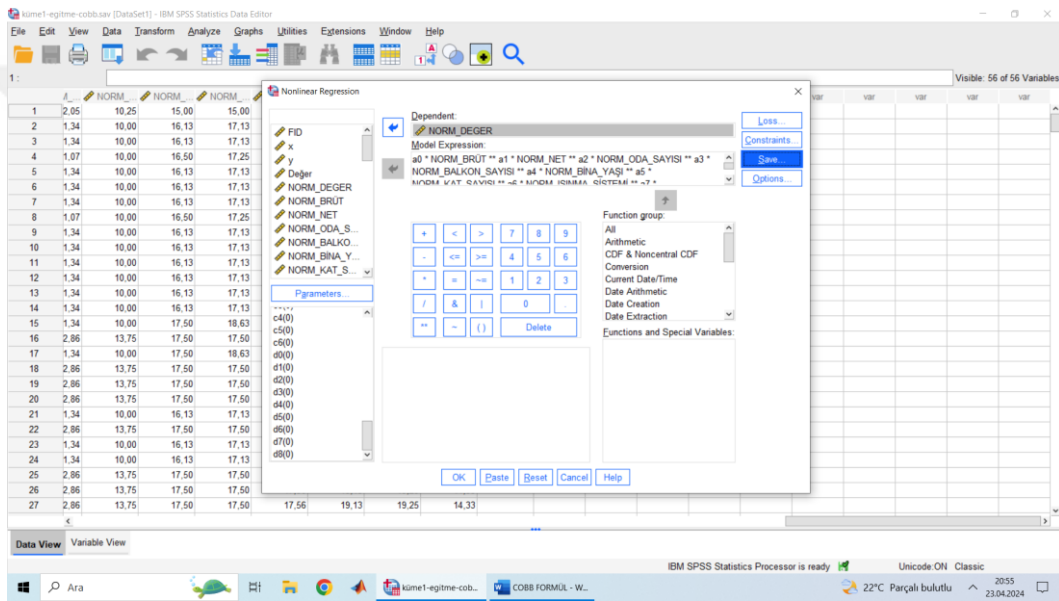
Şekil 4.36. Çalışma Alanının Tamamı DVM model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)



Şekil 4.37. Çalışma Alanının Tamamı kNN model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim-Test)

4.5.4. Cobb Douglas hibrit model analizinin gerçekleştirilmesi

Çalışmada Cobb Douglas analizinin gerçekleştirilmesi için matematiksel modelde bulunan değişkenlerde bağımlı değişken olarak konutların piyasa fiyatları, bağımsız değişken olarak 51 adet belirlenen kriterler oluşturmuştur. Şekil 4.38.'da küme 1 çalışma alanı için Cobb Douglas analizi için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin SPSS yazılımına aktarılması işlem örneği yer almaktadır. Çalışma SPSS yazılımında 6 adet bölgede eğitim veri seti kullanılarak Cobb Douglas Hibrit modele göre konut değer tahmini yapılmıştır. Oluşturulan matematiksel model test verilerine uygulanarak performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.38. Küme 1 bağımlı ve bağımsız değişkenlerin Cobb Douglas modeli için SPSS yazılımına tanıtılması

Yapılan bu işlem altı veri seti için tekrarlanmıştır. Veri setlerinde çalışma gerçekleştirilirken Cobb Douglas yöntemlerinde en iyi model doğrulunun tespit edilmesi amacıyla performans sonuçları Tablo 4. 18.'de yer almaktadır.

	Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5	Küme 6
A ₀	0,000	22,850	0,000	0,108	0,000	0,019
m ² (Brüt)	7,050	0,232	1,48	0,966	1,739	1,686
m ² (Net)	-5,012	-0,097	-0,25	-0,408	-0,475	-0,717
Oda Sayısı	1,745	0,112	1,95	0,999	1,154	1,055
Balkon Sayısı	1,114	-0,075	-0,98	0,134	0,961	-0,096
Bina Yaşı	-1,582	-0,021	-0,31	-0,843	-0,481	-0,365
Bulunduğu Kat/ Kat Sayısı	-0,093	0,001	0,03	0,036	-0,091	-0,025
Isınma Sistemi	0,172	0,011	0,35	0,040	0,426	0,217
Tapu Durumu	1,194	0,012	0,38	0,103	0,396	0,212
B ₀	40,702	222,781	127,90	0,000	0,014	0,831
Resmi Kurumlara Yakınlık	0,001	-0,007	-39,44	-1,964	0,056	3,504
Kurs Alanlarına Yakınlık	0,007	-0,008	-6,620	-6,059	-0,251	-4,054
Üniversite Alanlarına Yakınlık	-0,181	0,012	1,980	-9,942	1,035	1,006
Demiryoluna Yakınlık	-0,196	0,009	7,920	0,861	-0,522	-15,465
Ulaşım Yollarına Yakınlık	0,072	-0,057	237,50	-15,857	-1,821	-14,519
Ana Yollara Yakınlık	0,107	-0,011	-45,310	-5,430	0,551	10,587
Tren Garına Yakınlık	-1,304	-2,797	110,32	133,431	0,125	-7,528
Havaalanına Yakınlık	-0,952	-0,275	-227,85	35,609	7,647	12,369
Otogara Yakınlık	0,835	0,164	-176,24	54,618	-3,275	-5,859
Şehir Merkezine Yakınlık	2,138	3,573	91,58	-22,202	-0,228	2,874
Çocuk Parkına Yakınlık	-0,071	-0,017	28,75	-1,638	-0,171	4,542
Hastane Alanlarına Yakınlık	0,010	0,029	-100,96	-0,181	0,746	5,590
Askeri Alanlara Yakınlık	-0,174	-0,007	131,94	-13,388	-0,521	1,159
Polis Merkezine Yakınlık	-0,146	-0,634	-61,84	-78,559	-0,160	28,256
Mezarlığa Yakınlık	-0,163	0,015	-65,54	0,502	0,032	-6,501
Pazar Yerine Yakınlık	0,080	0,008	-1,75	-6,055	0,676	0,056
Eğlence Mekanlarına Yakınlık	-0,027	0,001	-2,23	-1,951	0,010	0,314
İbadethane Alanlarına Yakınlık	0,000	0,001	-2,07	0,764	0,061	0,785
İlkokul Alanına Yakınlık	0,016	1,612E-06	19,94	1,685	-0,031	1,750
İş Merkezlerine Yakınlık	-0,036	0,016	69,13	-10,969	0,750	1,349
İtfaiye İstasyonuna Yakınlık	-0,107	0,003	-59,46	-25,444	0,157	-2,206
Lise Alanına Yakınlık	-0,052	0,014	-28,58	0,441	-0,160	-2,018
Park Alanına Yakınlık	-0,044	-0,001	8,85	-0,538	-0,012	-0,017
Piknik Alanına Yakınlık	-0,001	0,002	-10,08	-0,051	-0,315	0,998
Sağlık Merkezine Yakınlık	0,033	0,002	1,97	-0,078	0,060	-2,102
Sanayi Alanına Yakınlık	-0,029	-0,043	124,25	-11,097	-0,711	-2,308
Ticaret Alanına Yakınlık	-0,022	0,002	-24,28	-0,899	-0,168	0,372
Top.Taş.Nok.Yakınlık(Tramvay)	0,204	-0,035	36,66	17,586	-1,324	-3,137
AVM Alanına Yakınlık	-0,049	-0,044	-52,33	10,628	-0,495	-11,760
C ₀	-82,878	0,014	1,76	0,000	0,000	0,000
Nüfus Yoğunluğu	0,085	0,148	0,79	5,698	0,837	3,828
Eğitim Durumu (İlkokul)	-0,092	1,897	0,12	-1,200	3,537	16,143
Eğitim Durumu (Lise)	-0,167	-1,183	-0,80	-7,109	0,048	3,266
Eğitim Durumu (Üniversite)	-0,029	1,030	0,66	3,908	4,223	15,218
Gözde Mahalle Durumu	0,009	-0,175	-0,51	4,276	-0,320	1,051
Gelişim Potansiyeli	-0,024	0,977	0,14	-1,132	-1,689	1,155
D ₀	5,877	-5,492	0,06	20,492	0,000	1,866
Eğim	-0,402	0,107	0,22	0,099	-2,466	0,211
Jeolojik Durum	0,162	0,003	2,31	0,076	2,322	0,011
İklim Durumu (Sıcaklık)	0,609	0,349	-0,41	-0,045	-7,102	0,065
İklim Durumu (Nem)	-0,355	0,041	-0,20	-0,070	14,147	0,003
İklim Durumu (Rüzgar)	0,087	0,048	0,29	-0,295	8,293	0,182
Hava Kirliliği (SO ₂)	3,033	0,438	-0,61	0,023	10,856	0,156
Hava Kirliliği (PM ₁₀)	-2,829	0,423	-0,84	-0,098	-8,751	-0,068
Gürültü Kirliliği	0,209	-0,100	0,88	0,020	2,338	-0,040

Tablo 4.17. Eğitim verileri için Cobb Douglas model sonucu değere etki eden kriterlerin ağırlıkları

Çalışma Alanı	Yöntem	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	Cobb Douglas	0.534	0.731	0.503	0.542	0.417
Küme 2	Cobb Douglas	0.576	0.759	0.573	0.612	0.468
Küme 3	Cobb Douglas	0.926	0.963	0.732	0.661	0.625
Küme 4	Cobb Douglas	0.067	0.259	0.185	0.204	0.692
Küme 5	Cobb Douglas	0.937	0.968	0.766	0.728	0.578
Çalışma Alanının Tamamı	Cobb Douglas	0.775	0.880	0.366	0.725	0.506

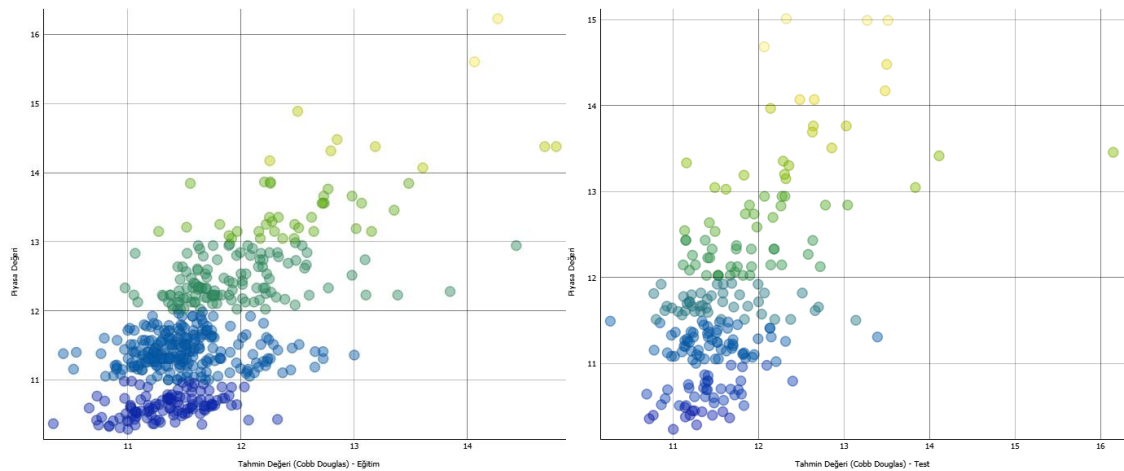
Tablo.4.18. Veri setinin Cobb Douglas model performans sonuçları

Analiz sonucu eğitim ve test veri setinde hesaplanan tahmin değeri ve piyasa fiyatının karşılaştırmasını gösteren grafikler Şekil 4.39- 4.44'te yer almaktadır. Elde edilen sonuçlarda çalışma alanlarını büyüklüğü ve veri setlerinin yoğunluğu dikkate alınması gereken özelliklerdendir.

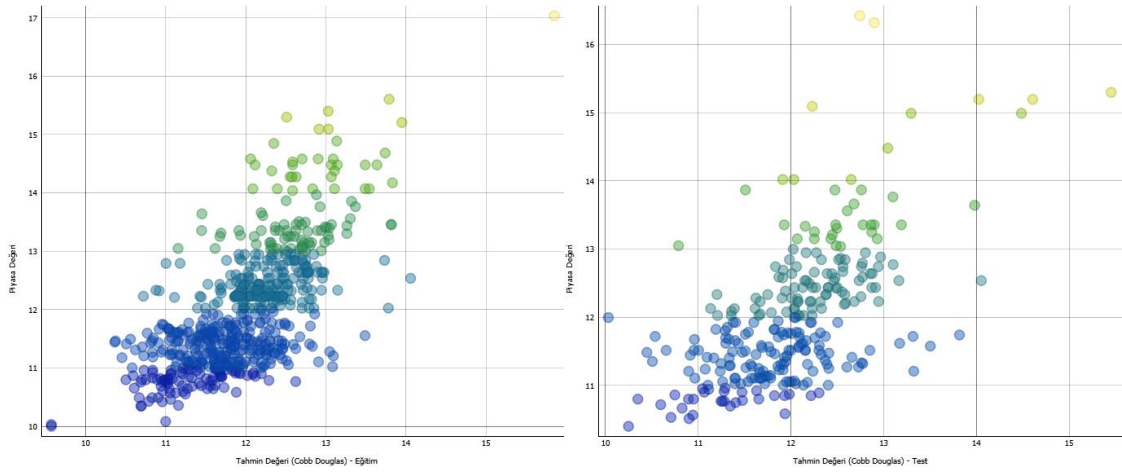
Analizi gerçekleştirilen veri setlerinin testi gerçekleştirilmiş ve performans değerleri Tabla 4.19.'da yer almaktadır.

Çalışma Alanı	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	0.640	0.800	0.638	0.415	0.333
Küme 2	0.644	0.802	0.592	0.528	0.370
Küme 3	0.945	0.972	0.726	0.681	0.528
Küme 4	0.101	0.318	0.227	0.203	0.583
Küme 5	1.087	1.042	0.838	0.719	0.490
Çalışma Alanının Tamamı	0.809	0.899	1.815	0.774	0.495

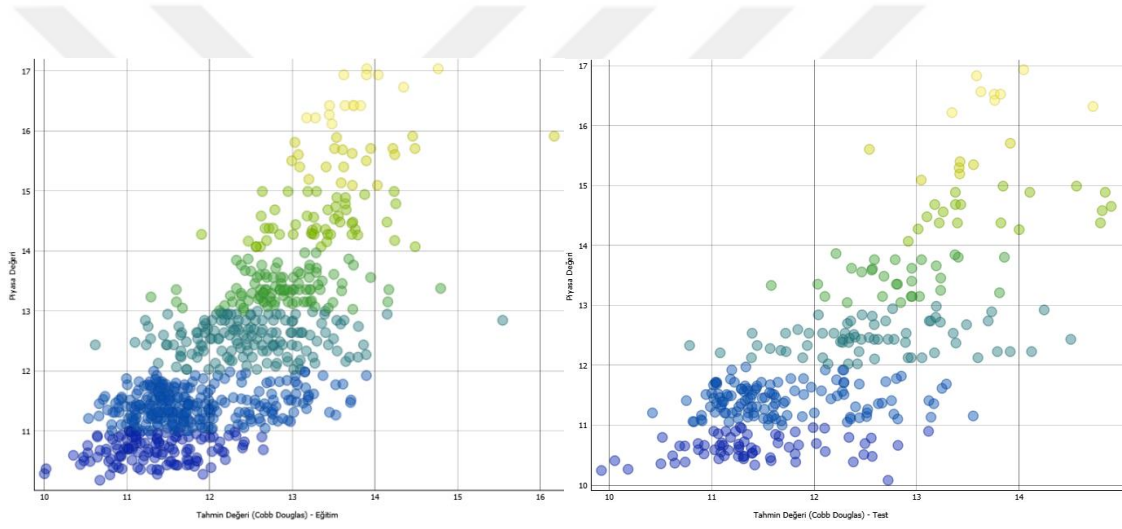
Tablo 4.19. Cobb Douglas modelinin test sonucu performans değerleri



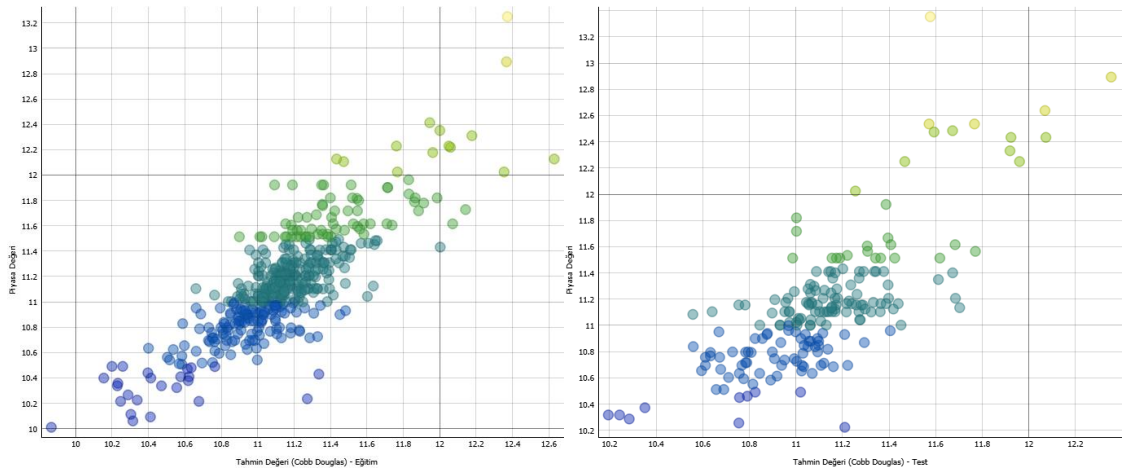
Şekil 4.39. Küme 1 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



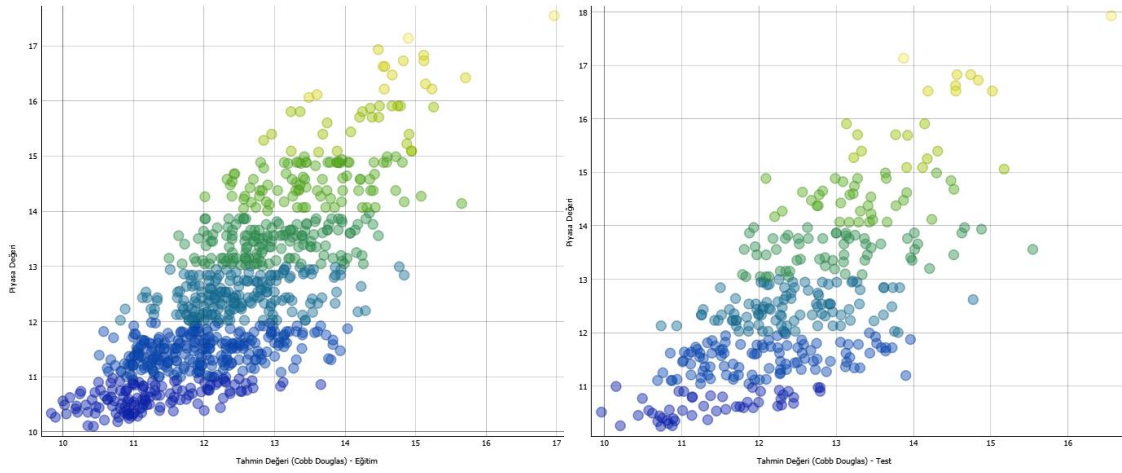
Şekil 4.40. Küme 2 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



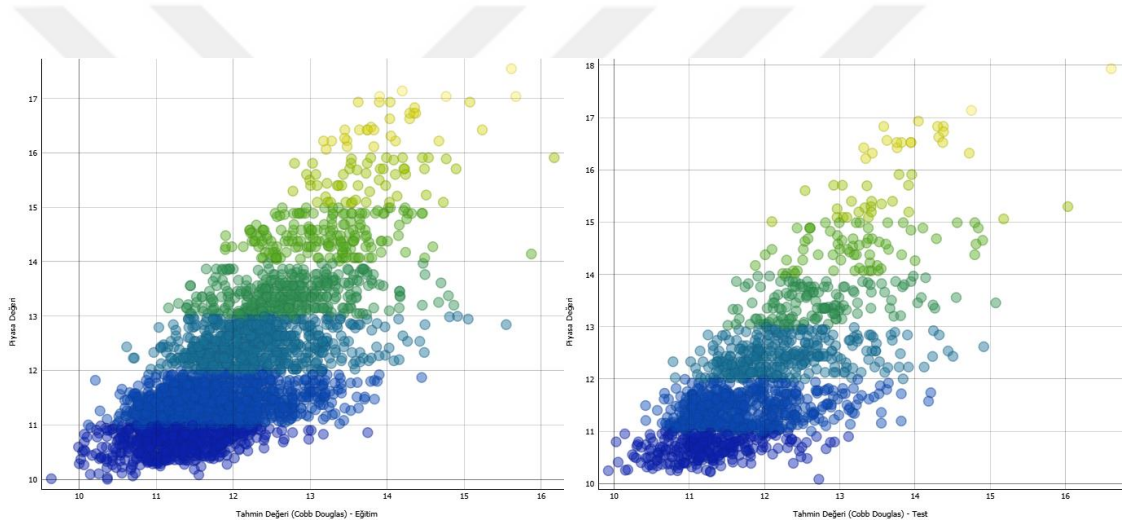
Şekil 4.41. Küme 3 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.42. Küme 4 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.43. Küme 5 Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.44. Çalışma alanının tamamı Cobb Douglas model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)

4.5.5. Yeni hibrit matematiksel analizin gerçekleştirilmesi

Yapılan literatür taramasına göre taşınmaz değerlendirme çalışmalarında genellikle kullanılan yöntemler piyasa değeri ile ilişki kurularak tahmin değerinin hesaplanmasıdır. Çalışmada doğrusal ve doğrusal olmayan modelin bütünleşmiş hali olan Cobb Douglas hibrit modeli kullanılmıştır. İlk olarak kriterlerin çok ölçütlü karar analizlerinden Best-Worst yöntemi ile ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıklandırılan kriterler Cobb Douglas hibrit modeline entegre edilerek yeni hibrit matematiksel model oluşturulmuştur.

Aşağıda yeni hibrit matematiksel model denklemi yer almaktadır.

$$Y_i = A_0 * (K_1^{A1} * K_2^{A2} * \dots) + B_0 * (L_1^{B1} * L_2^{B2} * \dots) + C_0 * (M_1^{C1} * M_2^{C2} * \dots) + D_0 * (N_1^{D1} * N_2^{D2} * \dots) \quad (4.1)$$

A_0, B_0, C_0, D_0 = Ana kriter ağırlıkları

$A_1, A_2, A_3 \dots$ = Fiziksel özelliklerin kriter ağırlıkları

$B_1, B_2, B_3 \dots$ = Konumsal özelliklerin kriter ağırlıkları

$C_1, C_2, C_3 \dots$ = Mahalli özelliklerin kriter ağırlıkları

$D_1, D_2, D_3 \dots$ = Yerüstü-yeraltı özelliklerin kriter ağırlıkları

$K_1, K_2, K_3 \dots$ = Normalize edilmiş fiziksel kriterler

$L_1, L_2, L_3 \dots$ = Normalize edilmiş konumsal kriterler

$M_1, M_2, M_3 \dots$ = Normalize edilmiş mahalli kriterler

$N_1, N_2, N_3 \dots$ = Normalize edilmiş yerüstü-yeraltı kriterler

Best-Worst yöntemi ile tahmin değerinin belirlenmesinde etken olan kriterden en iyilerinin ve en kötülerinin karar vericiler (uzmanlar) tarafından belirlenmesi sağlanmıştır. En iyi ve en kötü kriterin belirlenmesi sonucu, ilk olarak en iyiden diğerlerine doğru 1 ile 9 arasında derecelendirilmiş değerlendirme matrisi ile önem derecelerinin belirlenmesi, daha sonra diğerlerinden en kötüye doğru 1 ile 9 arasında derecelendirilmiş değerlendirme matrisi ile önem derecelerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan kriterler dört ayrı ana grupta incelenmiştir. Daha sonra en iyi kriterin diğer kriterlere göre tercihi ardından diğer kriterlerin en kötü kritere göre tercihleri üzerine değerlendirme yapılmıştır. Tablo 4.20’de ana kriterlerin değerlendirme örneği yer almaktadır.

Best–Worst Adım 1: En İyi ve En Kötü Kriteri Belirleme				
En İyi Kriter	A ₀	En Kötü Kriter		D ₀
Best–Worst Adım 2: En İyiden Diğerlerine Doğru Değerlendirme (A _B vektörünün bulunması)				
	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
En İyi Kriterden Diğer Kriterlere Göre Tercih Oranı	1	3	4	5
Best–Worst Adım 3: Diğerlerinden En Kötüye Doğru Değerlendirme (A _W vektörünün bulunması)				
	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
Diğer Kriterlerden En Kötü Kritere Göre Tercih Oranı	5	3	2	1

Tablo 4.20. Karar vericiler tarafından yapılan ana kriterlerin değerlendirmesi

Yapılan değerlendirme sonrası MS Excel çözücü eklentisi kullanılarak doğrusal programlama modeli kurulmuş, ağırlıklar belirlenmiştir (Tablo 4.21.). Ana kriterlerin ağırlıklandırılması sonucu en etken olan 0.545 ile fiziksel özellikler olmuştur. Yeraltı-yerüstü özellikler (0.094) konutların değerlemesi kapsamında kurgusundan sebep en düşük etkiye sahip kriter olmuştur. Ağırlıkların belirlenmesinin ardından tutarlılık oranının hesaplanması için en iyi kriterin en kötü kritere baskınlık oranına göre tutarlılık endeksi her iki değerlendirme için ayrı ayrı belirlenmiştir. Ana kriterlerin tutarlılık oranı 0.046 olarak hesaplanmıştır. Her grubun tutarlılık oranı 0.10 değerinden küçüktür. Bu durumda her grubun kriterlerinin ağırlıklandırılması tutarlıdır.

Kriterler ağırlıkların belirlenmesinin ardından yeni matematiksel hibrit model için MS Excel programında hesaplama gerçekleştirilmiştir. Bu her bir çalışma alanı için tekrarlanmıştır. Veri setlerinde en iyi model doğrulunun tespit edilmesi amacıyla performans sonuçları Tablo 4. 22.'de yer almaktadır.

Matematiksel model sonucu eğitim ve test veri setinde hesaplanan tahmin değeri ve piyasa fiyatının karşılaştırmasını gösteren grafikler Şekil 4.45- 4.50'de yer almaktadır.

Analizi gerçekleştirilen veri setlerinin testi gerçekleştirilmiş ve performans değerleri Tabla 4.23.'de yer almaktadır.

Ana Kriterler	Kod	Ağırlık	Kod	Alt Kriterler	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fiziksel Özellikler	A ₀	0.545	A ₁	m ² (Brüt)	0.049	0.044
			A ₂	m ² (Net)	0.111	
			A ₃	Oda Sayısı	0.074	
			A ₄	Balkon Sayısı	0.063	
			A ₅	Bina Yaşı	0.221	
			A ₆	Bulunduğu Kat/ Kat Sayısı	0.148	
			A ₇	Isınma Sistemi	0.088	
			A ₈	Tapu Durumu	0.246	
Konumsal Özellikler	B ₀	0.206	B ₁	Resmi Kurumlara Yakınlık	0.024	0.0345
			B ₂	Kurs Alanlarına Yakınlık	0.025	
			B ₃	Üniversite Alanlarına Yakınlık	0.013	
			B ₄	Demiryoluna Yakınlık	0.022	
			B ₅	Ulaşım Yollarına Yakınlık	0.101	
			B ₆	Ana Yollara Yakınlık	0.056	
			B ₇	Tren Garına Yakınlık	0.011	
			B ₈	Havaalanına Yakınlık	0.004	
			B ₉	Otogara Yakınlık	0.015	
			B ₁₀	Şehir Merkezine Yakınlık	0.056	
			B ₁₁	Çocuk Parkına Yakınlık	0.065	
			B ₁₂	Hastane Alanlarına Yakınlık	0.032	
			B ₁₃	Askeri Alanlara Yakınlık	0.012	
			B ₁₄	Polis Merkezine Yakınlık	0.006	
			B ₁₅	Mezarlığa Yakınlık	0.014	
			B ₁₆	Pazar Yerine Yakınlık	0.033	
			B ₁₇	Eğlence Mekanlarına Yakınlık	0.025	
			B ₁₈	İbadethane Alanlarına Yakınlık	0.025	
			B ₁₉	İlkokul Alanına Yakınlık	0.103	
			B ₂₀	İş Merkezlerine Yakınlık	0.033	
			B ₂₁	İtfaiye İstasyonuna Yakınlık	0.018	
			B ₂₂	Lise Alanına Yakınlık	0.042	
			B ₂₃	Park Alanına Yakınlık	0.035	
			B ₂₄	Piknik Alanına Yakınlık	0.020	
			B ₂₅	Sağlık Merkezine Yakınlık	0.063	
			B ₂₆	Sanayi Alanına Yakınlık	0.024	
			B ₂₇	Ticaret Alanına Yakınlık	0.012	
			B ₂₈	Top.Taş.Nok.Yakınlık(Tramvay)	0.035	
			B ₂₉	AVM Alanına Yakınlık	0.075	
Mahalli Özellikler	C ₀	0.155	C ₁	Nüfus Yoğunluğu	0.056	0.033
			C ₂	Eğitim Durumu (İlkokul)	0.089	
			C ₃	Eğitim Durumu (Lise)	0.107	
			C ₄	Eğitim Durumu (Üniversite)	0.134	
			C ₅	Gözde Mahalle Durumu	0.179	
			C ₆	Gelişim Potansiyeli	0.435	
Yeraltı-yerüstü özellikler	D ₀	0.094	D ₁	Eğim	0.072	0.0219
			D ₂	Jeolojik Durum	0.336	
			D ₃	İklim Durumu (Sıcaklık)	0.109	
			D ₄	İklim Durumu (Nem)	0.087	
			D ₅	İklim Durumu (Rüzgâr)	0.072	
			D ₆	Hava Kirliliği (SO ₂)	0.145	
			D ₇	Hava Kirliliği (PM ₁₀)	0.145	
			D ₈	Gürültü Kirliliği	0.034	

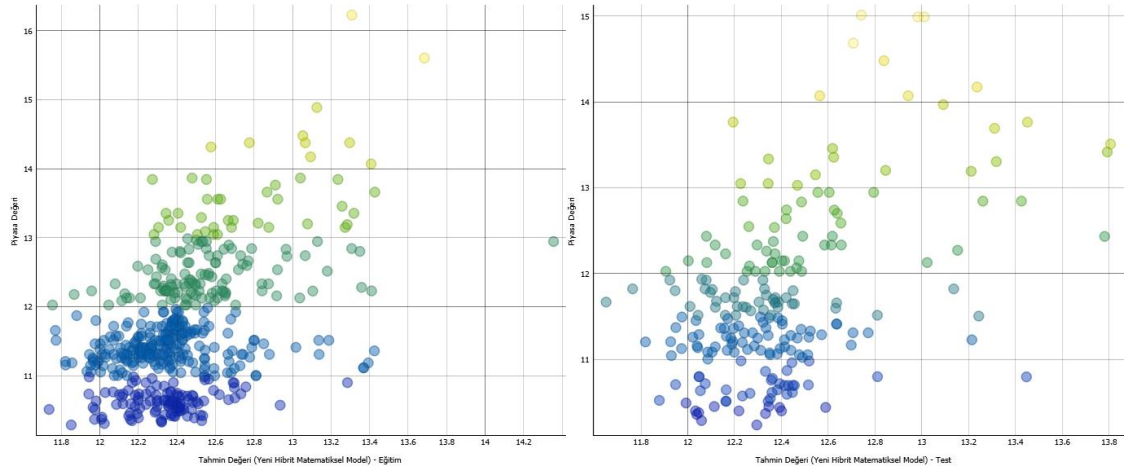
Tablo 4.21. Kriterlerin Best-Worst yöntemine göre optimal ağırlık değerleri

Çalışma Alanı	Yöntem	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	Yeni Hibrit Matematiksel Model	1.236	1.112	0.706	0.880	0.229
Küme 2	Yeni Hibrit Matematiksel Model	1.334	1.154	1.968	0.927	0.180
Küme 3	Yeni Hibrit Matematiksel Model	1.776	1.332	1.146	0.977	0.352
Küme 4	Yeni Hibrit Matematiksel Model	1.045	1.022	0.959	0.480	0.252
Küme 5	Yeni Hibrit Matematiksel Model	1.730	1.315	1.085	0.956	0.206
Çalışma Alanının Tamamı	Yeni Hibrit Matematiksel Model	1.468	1.212	0.706	1.092	0.302

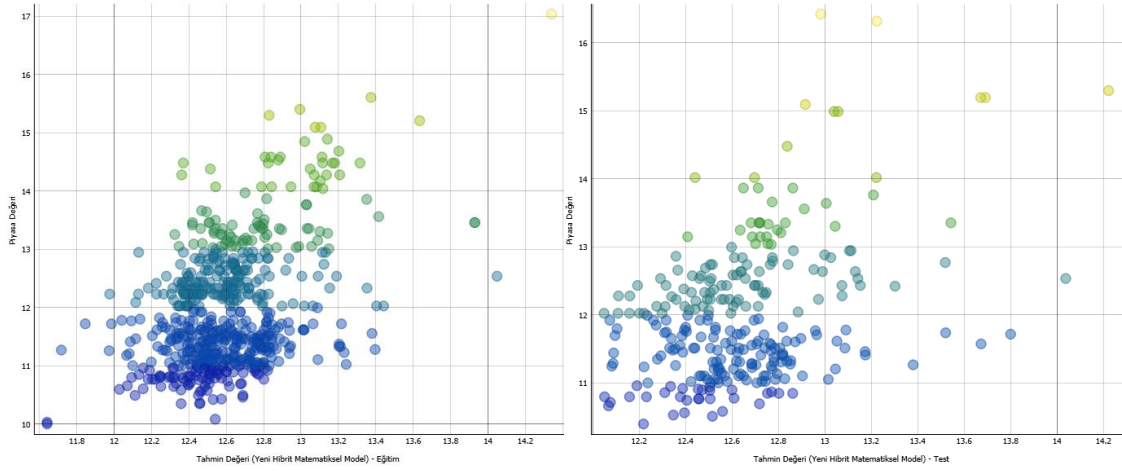
Tablo.4.22. Veri setinin yeni hibrit matematiksel model performans sonuçları

Çalışma Alanı	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Küme 1	1.203	1.097	0.927	0.670	0.240
Küme 2	1.267	1.126	0.935	0.777	0.160
Küme 3	1.842	1.357	1.169	1.026	0.413
Küme 4	1.074	1.036	0.969	0.466	0.281
Küme 5	1.694	1.302	1.049	0.887	0.243
Çalışma Alanının Tamamı	1.473	1.214	1.569	1.162	0.314

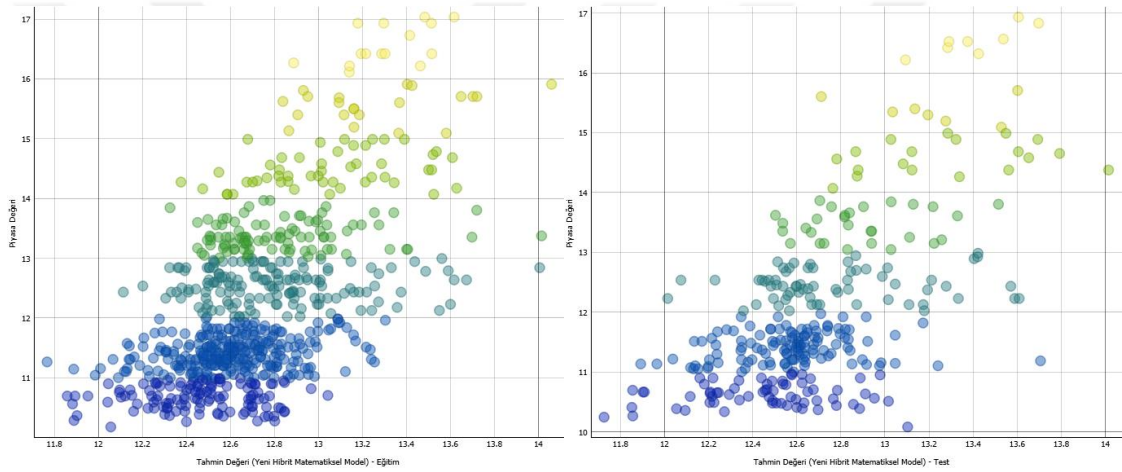
Tablo 4.23. Yeni hibrit matematiksel model modelinin test sonucu performans değerleri



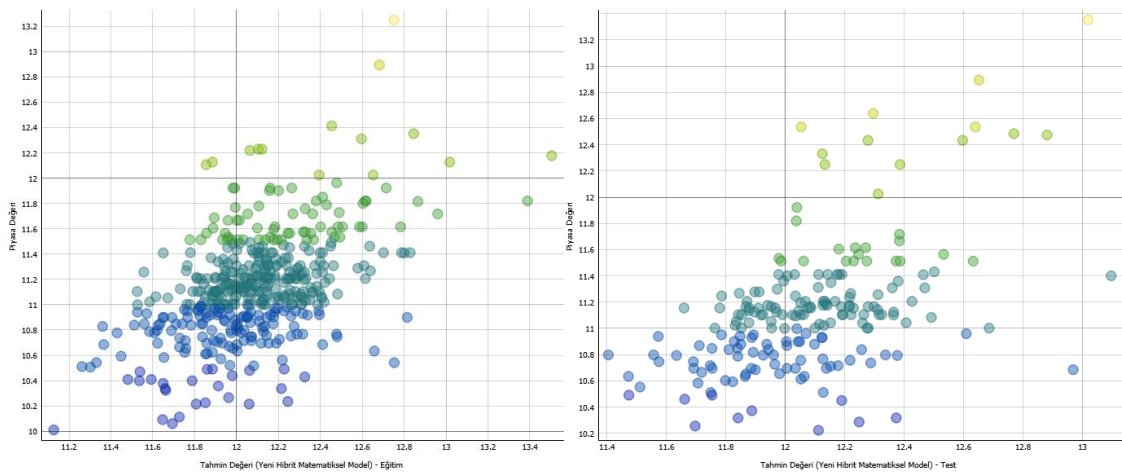
Şekil 4.45. Küme 1 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



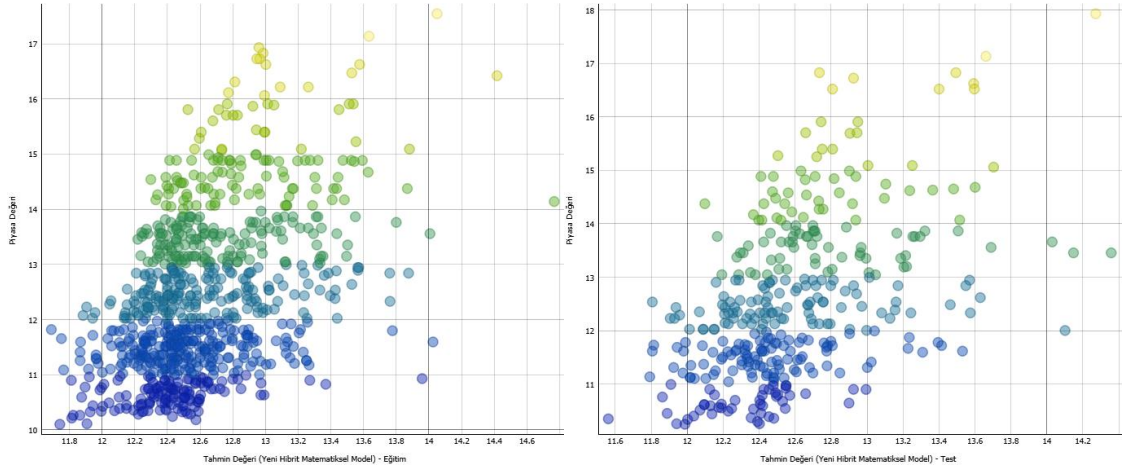
Şekil 4.46. Küme 2 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



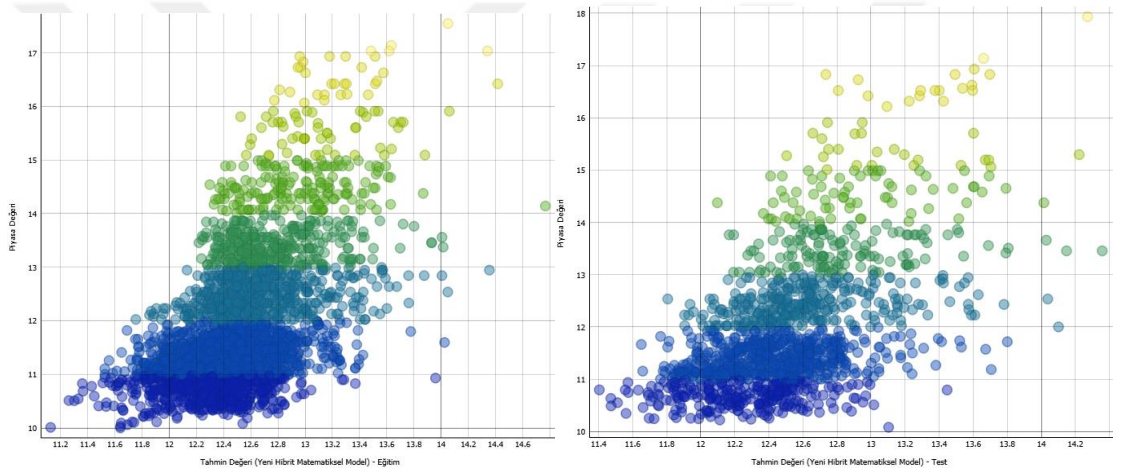
Şekil 4.47. Küme 3 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.48. Küme 4 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.49. Küme 5 yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)



Şekil 4.50. Çalışma alanının tamamı yeni hibrit matematiksel model sonucu tahmin değeri ve piyasa değerlerinin karşılaştırılması (Eğitim - Test)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

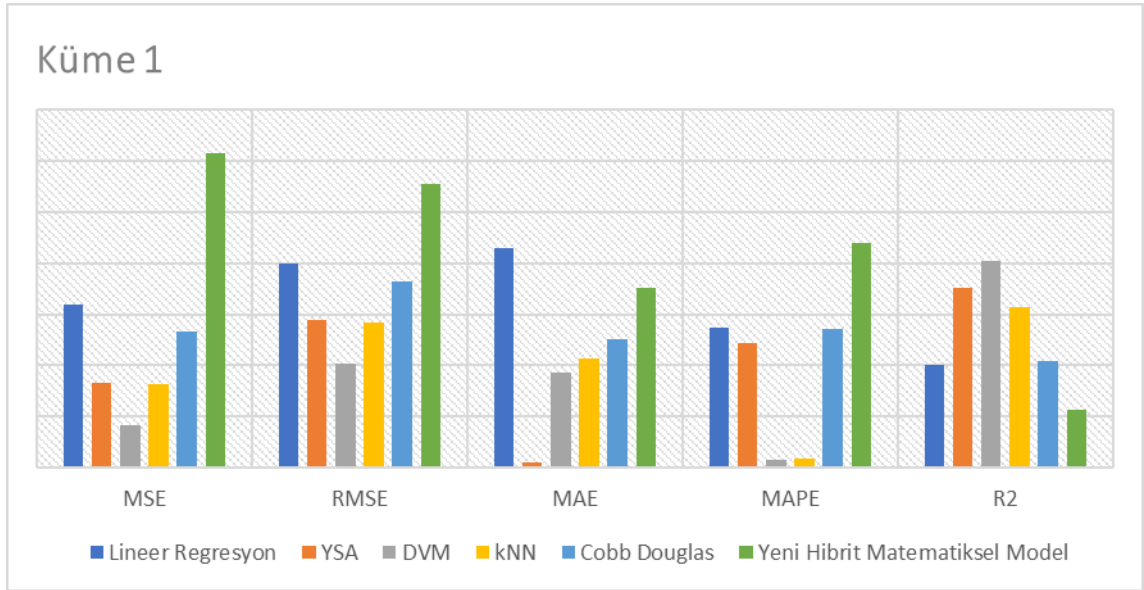
5.1 Sonuçlar

Taşınmaz değerlerinin doğru şekilde belirlenmesi ile kamulaştırma, yatırım, vergilendirme, rayiç değer tespiti, kentsel dönüşüm uygulamaları, ipotek, bilirkişilik raporları gibi birçok alanda kullanılabilir. Tarafsız şekilde sürdürülebilirliğin devam edebilmesi için taşınmazlara uygun yöntem ve kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu yöntem ve kriterler her bir taşınmaz için değerlendirilebilmesi için belli bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yöntemler için çeşitli taşınmaz değerlendirme yöntemleri söz konusudur. Taşınmazları değer tespitinde belirlenecek olan kriterler, bu kriterlerin hangi analizde uygulanacağı, bölgelerin değerinde farklılığa sebep olabileceği konuları oldukça önemlidir. İlk olarak taşınmaz değerlemenin yapılacağı bölgede kriterlerin bölge bazında tespit edilmesi gerekmektedir. Doğru ve sağlıklı değer tespitinin gerçekleştirilmesi ile birçok alana altlık oluşturulacağı söylenebilir.

Tez çalışmasında Konya ili Selçuklu, Meram, Karatay ilçeleri merkez mahallelerine ait fiziksel, konumsal, mahalli ve yerüstü-yeraltı özellikleri ile alt kriterler olmak üzere toplam 51 kriter belirlenmiştir. Ardından çalışma bölgesi mekânsal kısıtlı kümeleme analizi ile 5 bölgeye ve tüm çalışma alanı ile toplam 6 bölgeye ayrılmış analiz çalışmaları bu bölgeler kapsamında incelenmiştir. Veri seti analizlere başlanmadan önce belli bir standarttan oluşması için normalizasyon işlemi yapılmıştır. Ardından 5 bölge ve çalışma alanının tamamı %70 eğitim, %30 test verisi olacak şekilde ayrılmıştır. Bu veri setine lineer regresyon, yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, k- en yakın komşu, Cobb Douglas, yeni hibrit matematiksel model analizleri uygulanmıştır. Bu analizlerin performans değerleri (MSE, RMSE, MAE, MAPE, R^2) karşılaştırılmıştır (Şekil 5.1.- Şekil 5.2.- Şekil 5.3.- Şekil 5.4.- Şekil 5.5.- Şekil 5.6.). En iyi analizin yorumlanması için RMSE ve MAE değerinin küçük, R^2 değerinin büyük olması incelenmiştir.

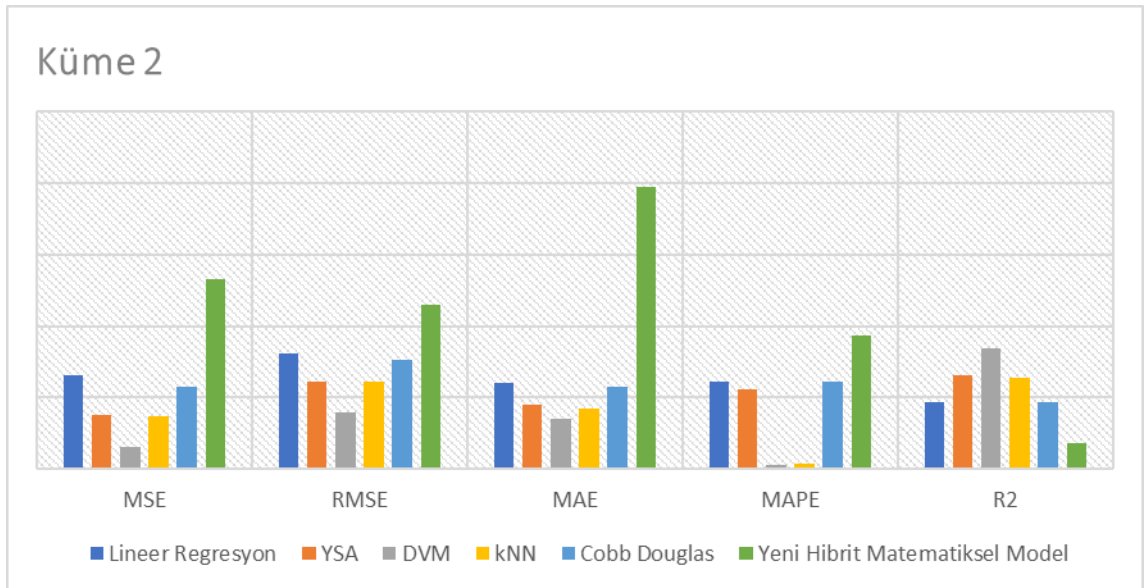
Kriter özellikleri incelendiğinde konumsal kriterlerin bir konutun değerinde önemli yere sahip olduğu düşünülse de fiziksel özellikler ön plana çıkmaktadır. Bu belirlenen kriterlerin çalışma bölgelerine göre farklılık göstermektedir. Taşınmaz değerlemede belirlenen kriterler aynı zamanda insanlar tarafından öncelik sıralamasında farklılık göstermektedir (Ünel, 2017).

Küme 1 çalışma bölgesi için analizlerin performans değerleri incelendiğinde en başarılı sonucun DVM olduğu bunu takip eden başarı değeri yüksek olan bir diğer analiz ise YSA olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.1.).



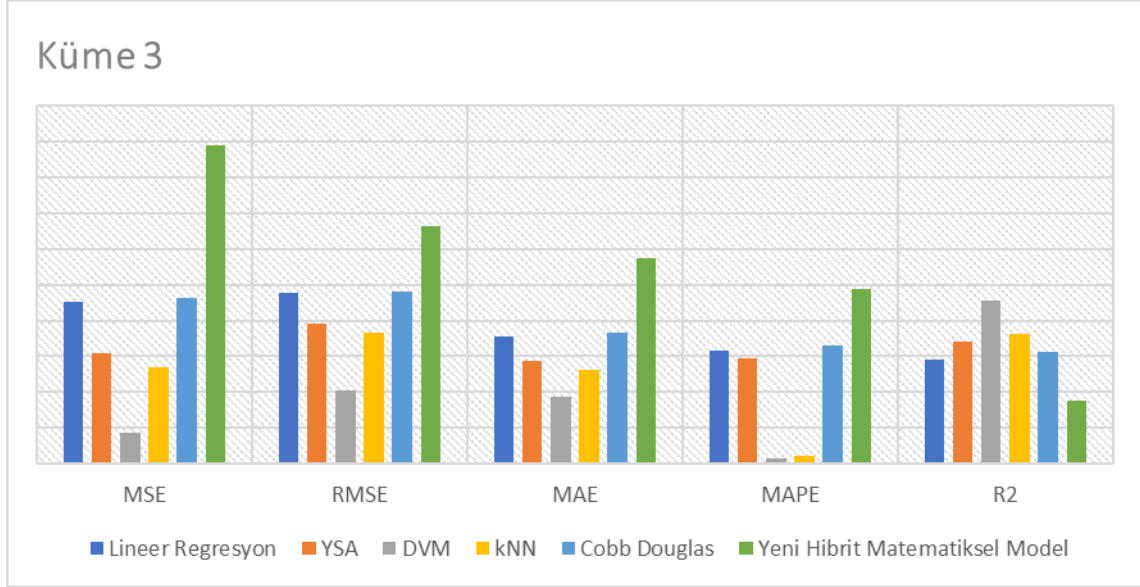
Şekil 5.1. Küme 1 analiz sonuç grafiği

Küme 2 çalışma bölgesi için analizlerin performans değerleri incelendiğinde en başarılı sonucun DVM olduğu bunu takip eden başarı değeri yüksek olan bir diğer analizlerin ise YSA ve k-NN analizleri olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.2). Yeni hibrit matematiksel model en düşük performans değerlerinden oluşmaktadır.



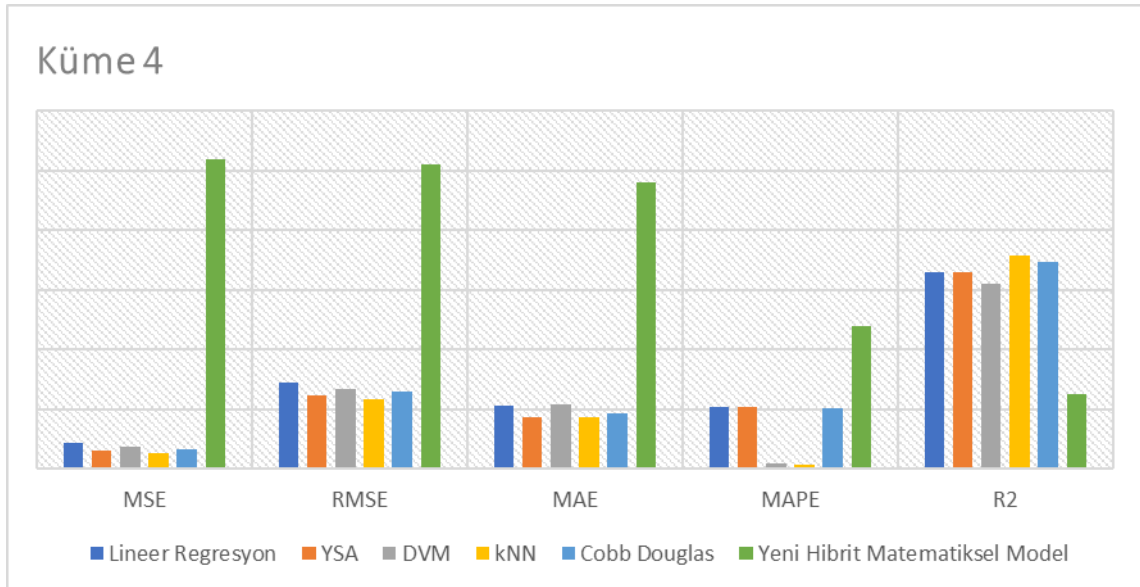
Şekil 5.2. Küme 2 analiz sonuç grafiği

Küme 3 çalışma bölgesi için analizlerin performans değerleri incelendiğinde R^2 değerinde DVM analizi 0.913 ile en yüksek değere sahiptir. Başarısı yüksek bir diğer analiz ise k-NN analizidir (Şekil 5.3.).



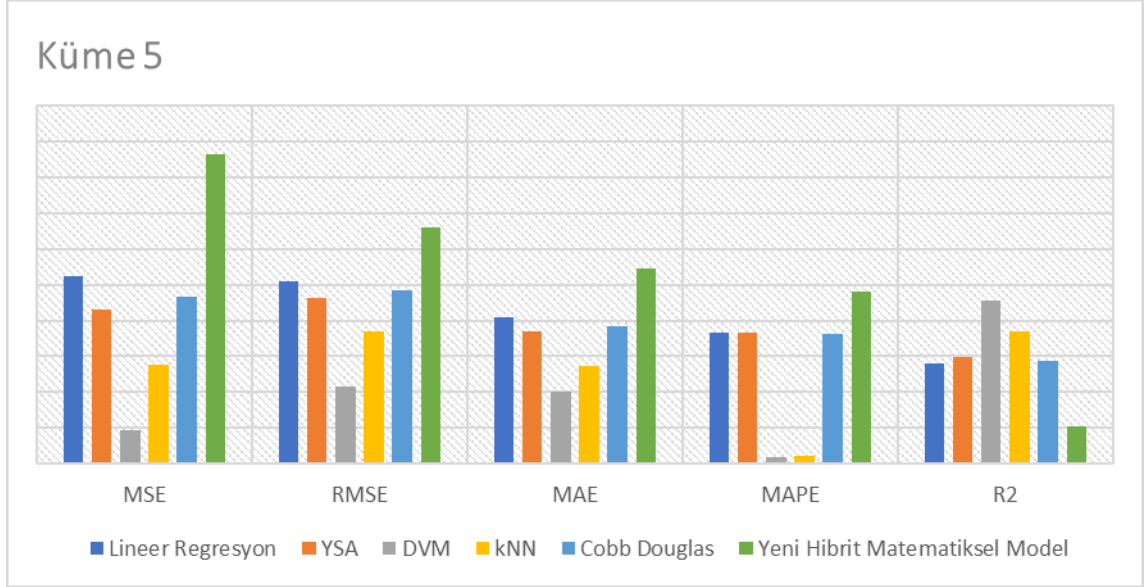
Şekil 5.3. Küme 3 analiz sonuç grafiği

Küme 4 çalışma bölgesi için analizlerin performans değerleri incelendiğinde performans değeri en yüksek analiz k-NN analizidir. Başarısı en düşük olan analizin diğer analizlerde olduğu gibi yeni hibrit matematiksel analiz olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 5.4.).



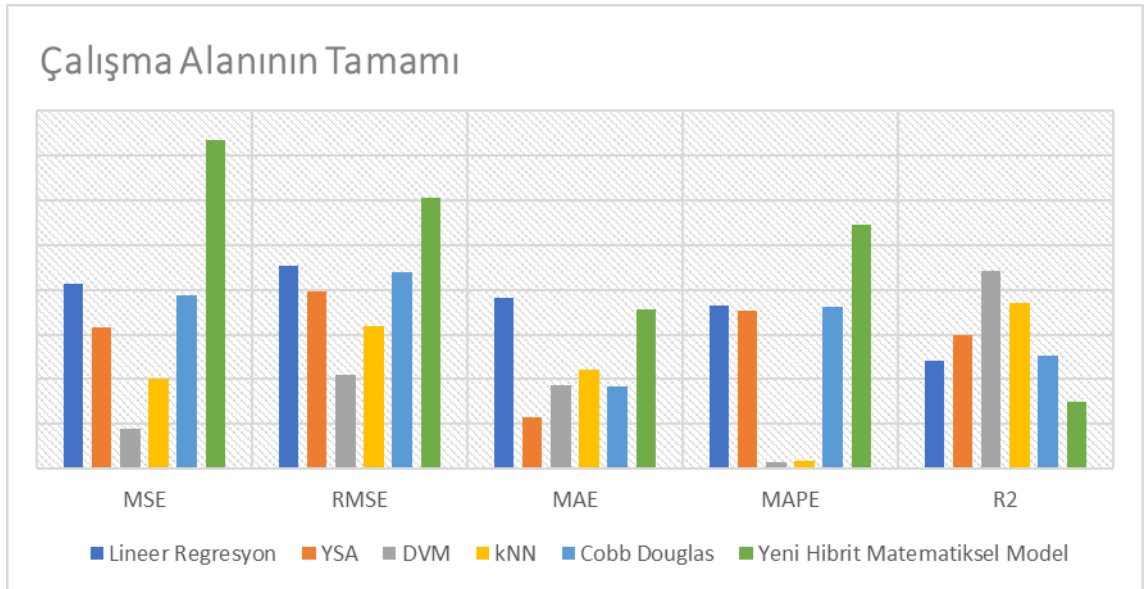
Şekil 5.4. Küme 4 analiz sonuç grafiği

Küme 5 çalışma bölgesi için analizlerin performans değerleri incelendiğinde Küme 3'teki gibi R^2 değerinde DVM analizi 0.910 ile en yüksek değere sahiptir (Şekil 5.5.).



Şekil 5.5. Küme 5 analiz sonuç grafiği

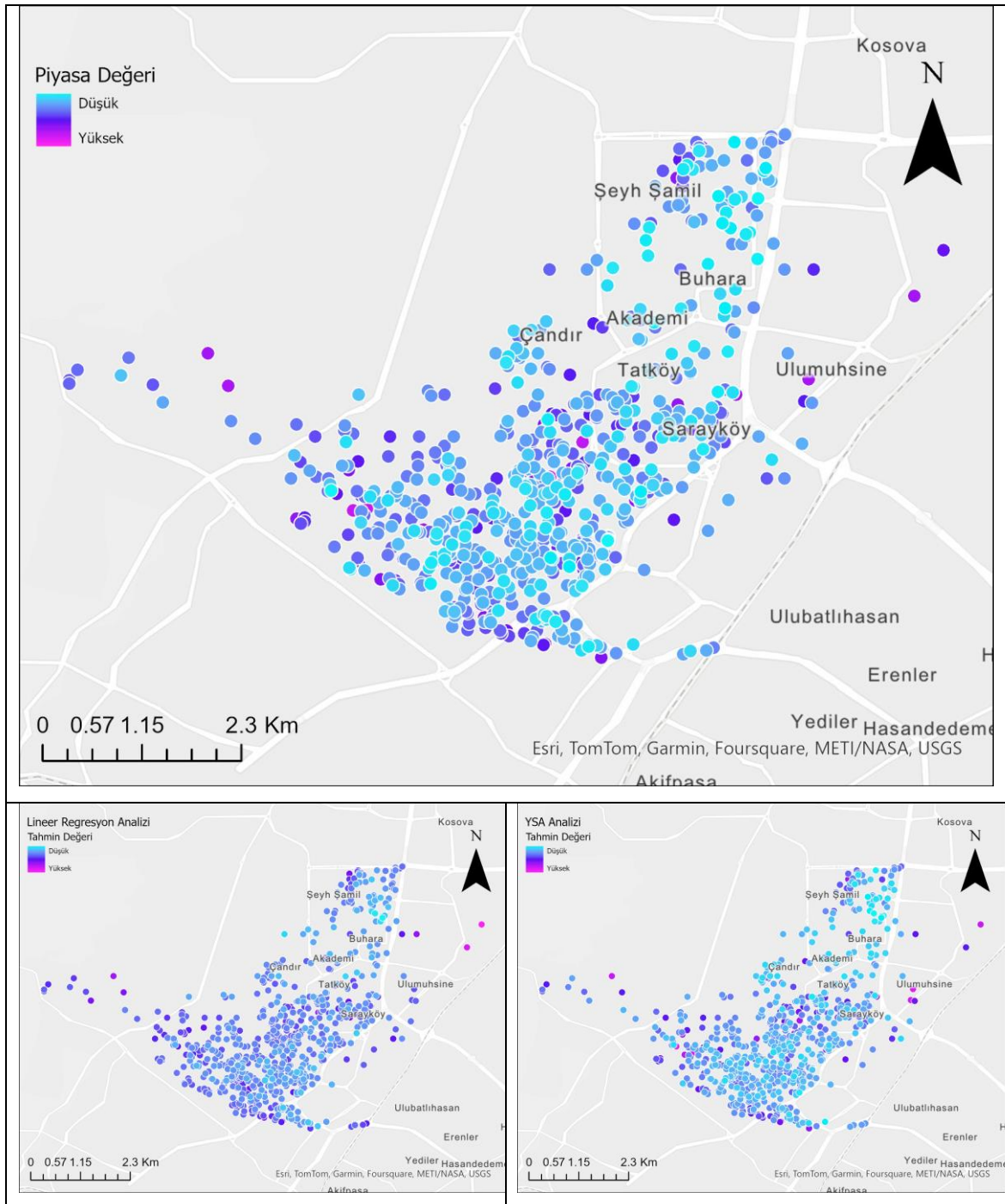
Çalışma alanının tamamı için analizlerin performans değerleri incelendiğinde DVM analizinin en yüksek değere sahip olduğu bunu takip eden bir diğer analizin ise k-NN analizi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.6.).

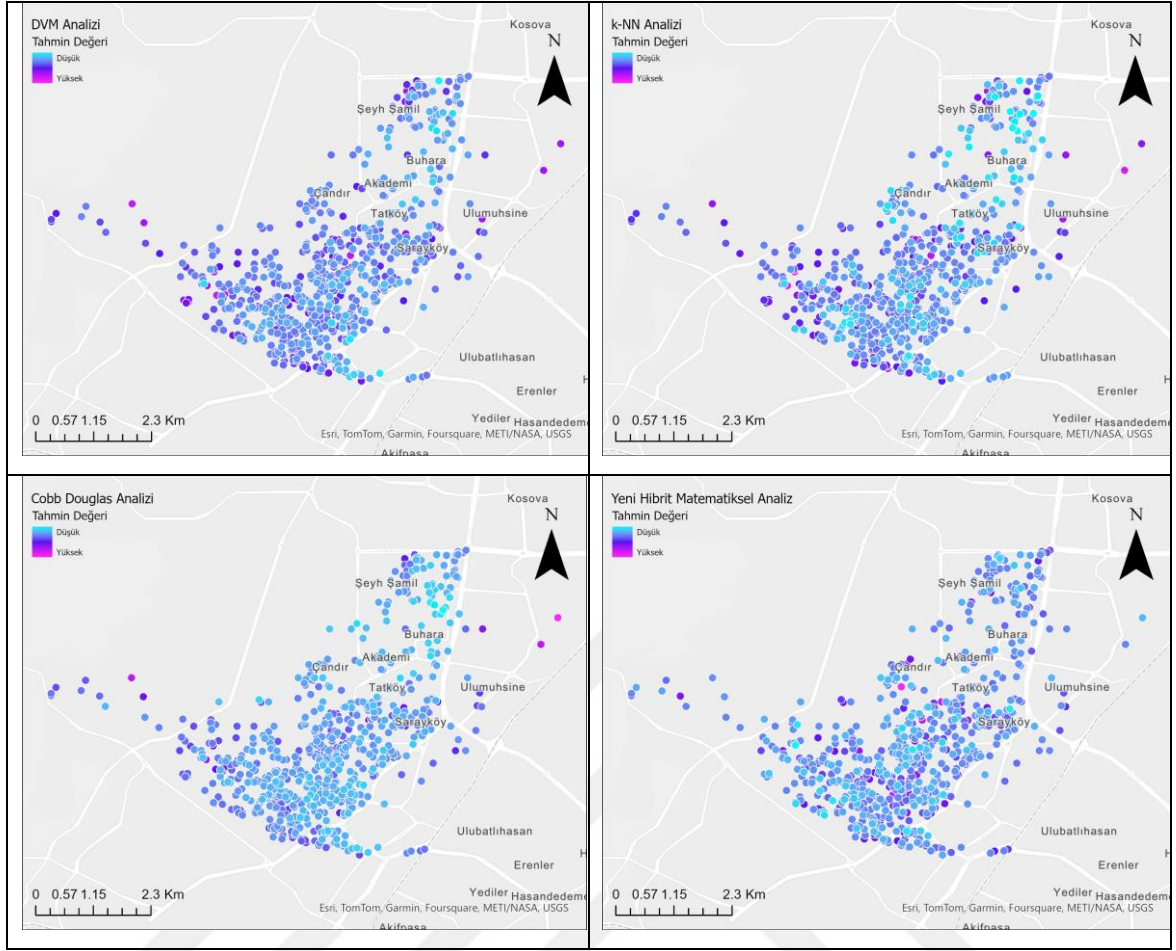


Şekil 5.6. Çalışma alanının tamamı analiz sonuç grafiği

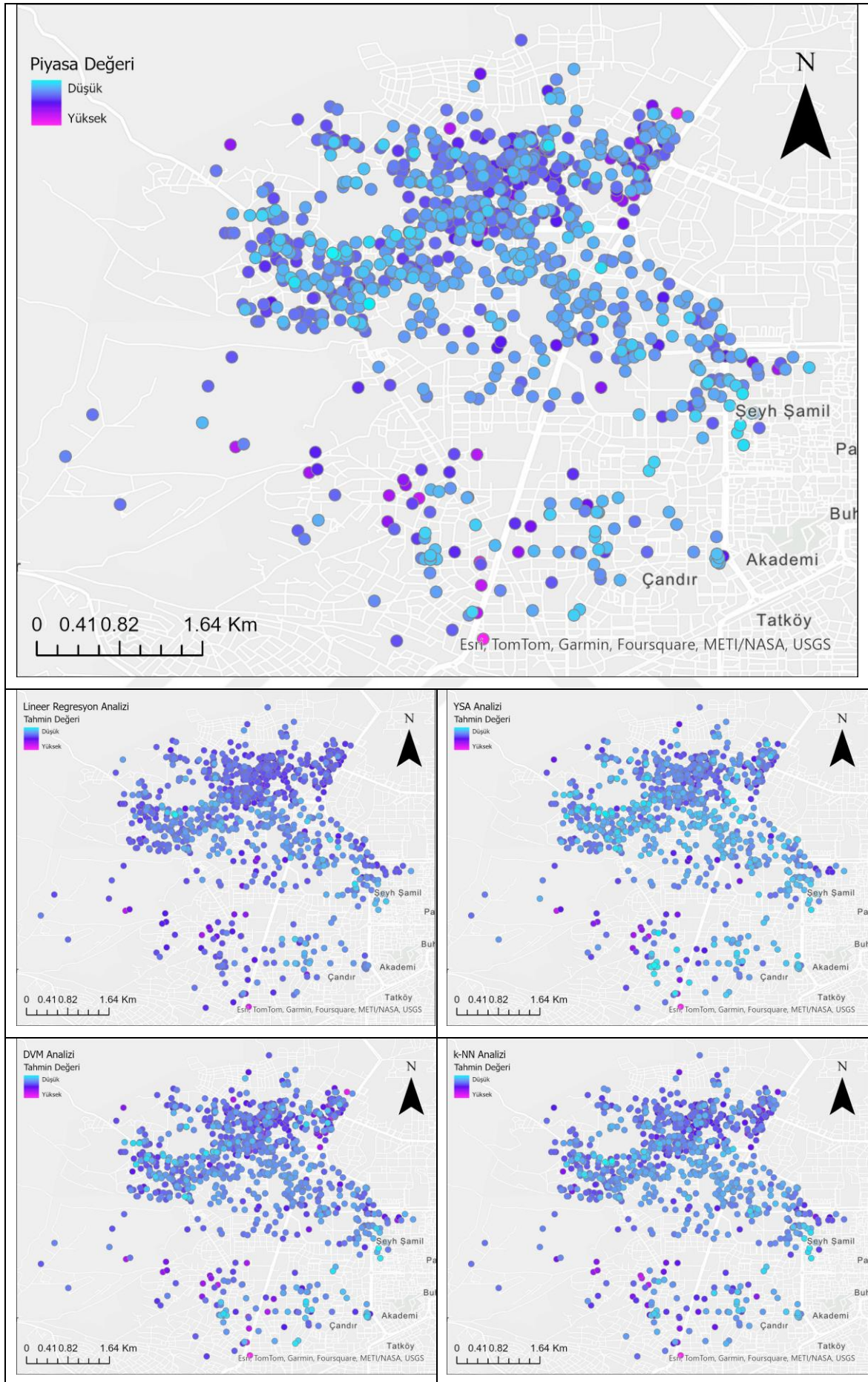
5.1.1. Değer haritalarının incelenmesi

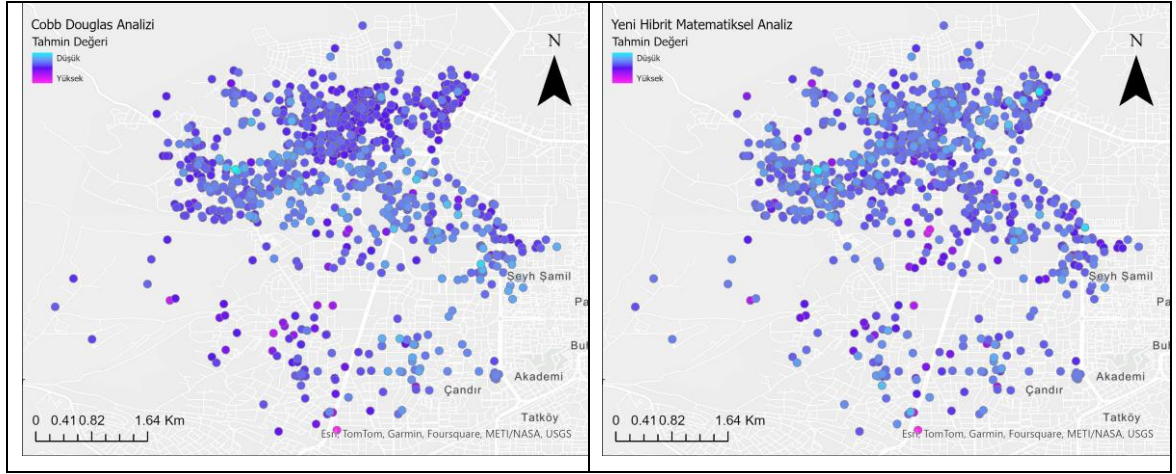
Sözel ve sayısal tüm verilerin CBS kullanılarak harita formatın dönüştürülmesi taşınmaz değerlemede en sık kullanılan alanlardan biridir. Çalışmanın son aşamalarından biri olan bu bölümde analizlerde hesaplanan tahmin değerleri veri setine dahil edilmiştir. Piyasa fiyatı ve tahmin değerlerinin karşılaştırılmasının gerçekleştirilmesi için ayrı ayrı değer haritaları oluşturulmuştur (Şekil 5.7- 5.12.). Bu değer haritalarının oluşturulması için ArcGIS Pro yazılımı kullanılmıştır.



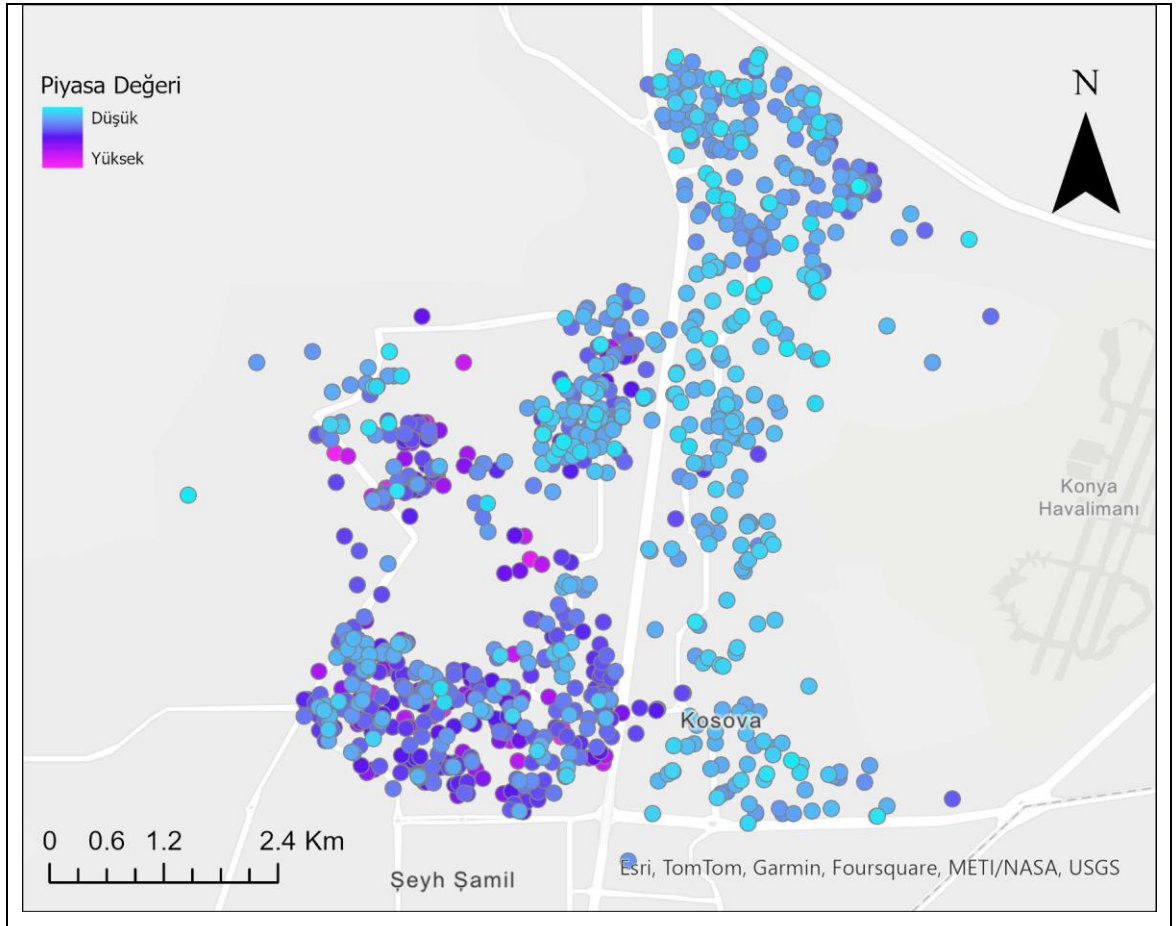


Şekil 5.7. Küme 1'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları



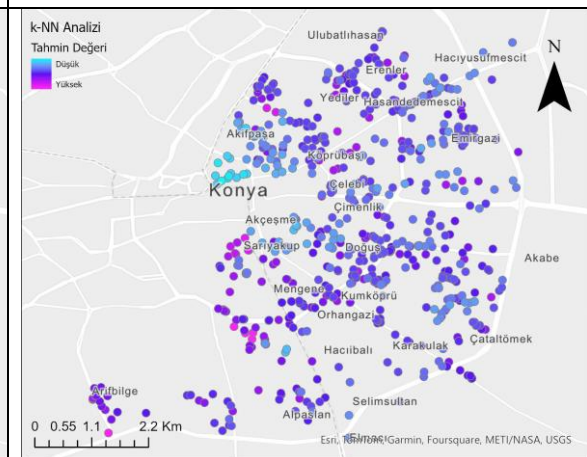
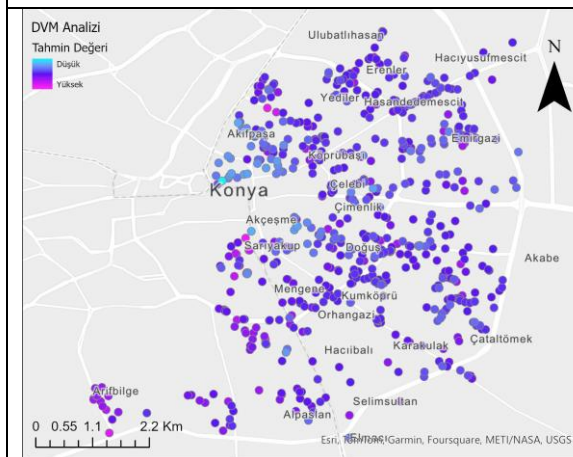
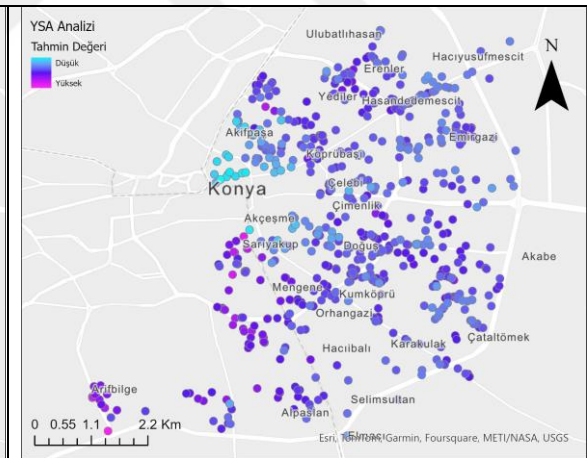
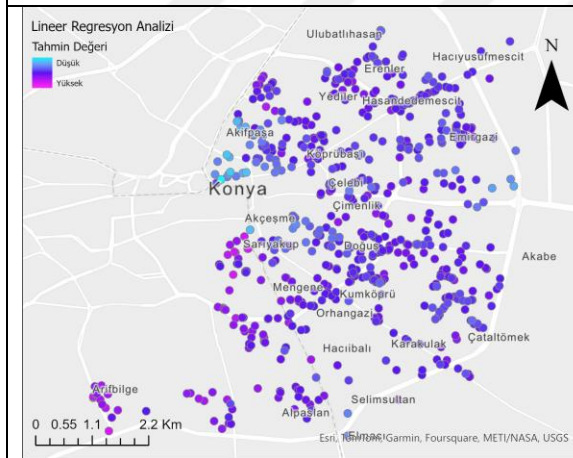
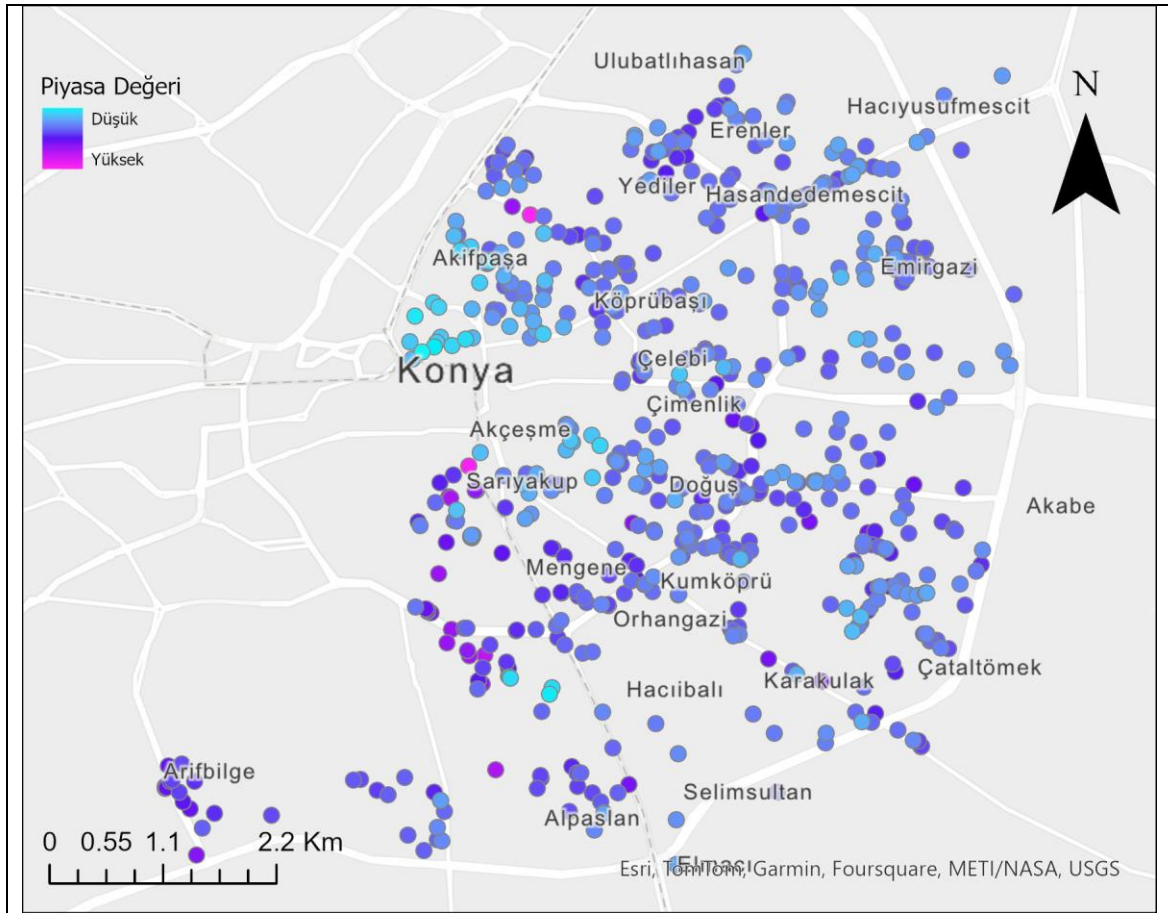


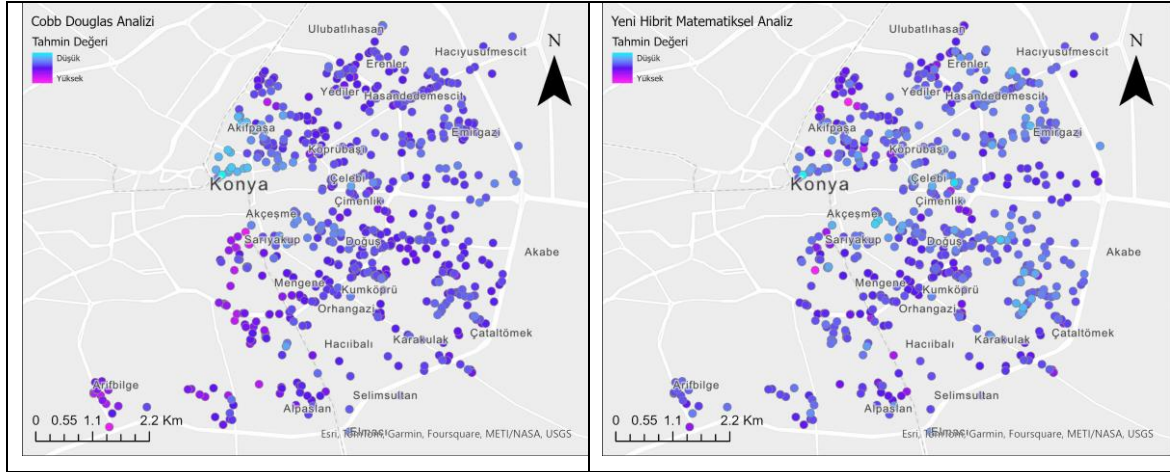
Şekil 5.8. Küme 2'ye ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları



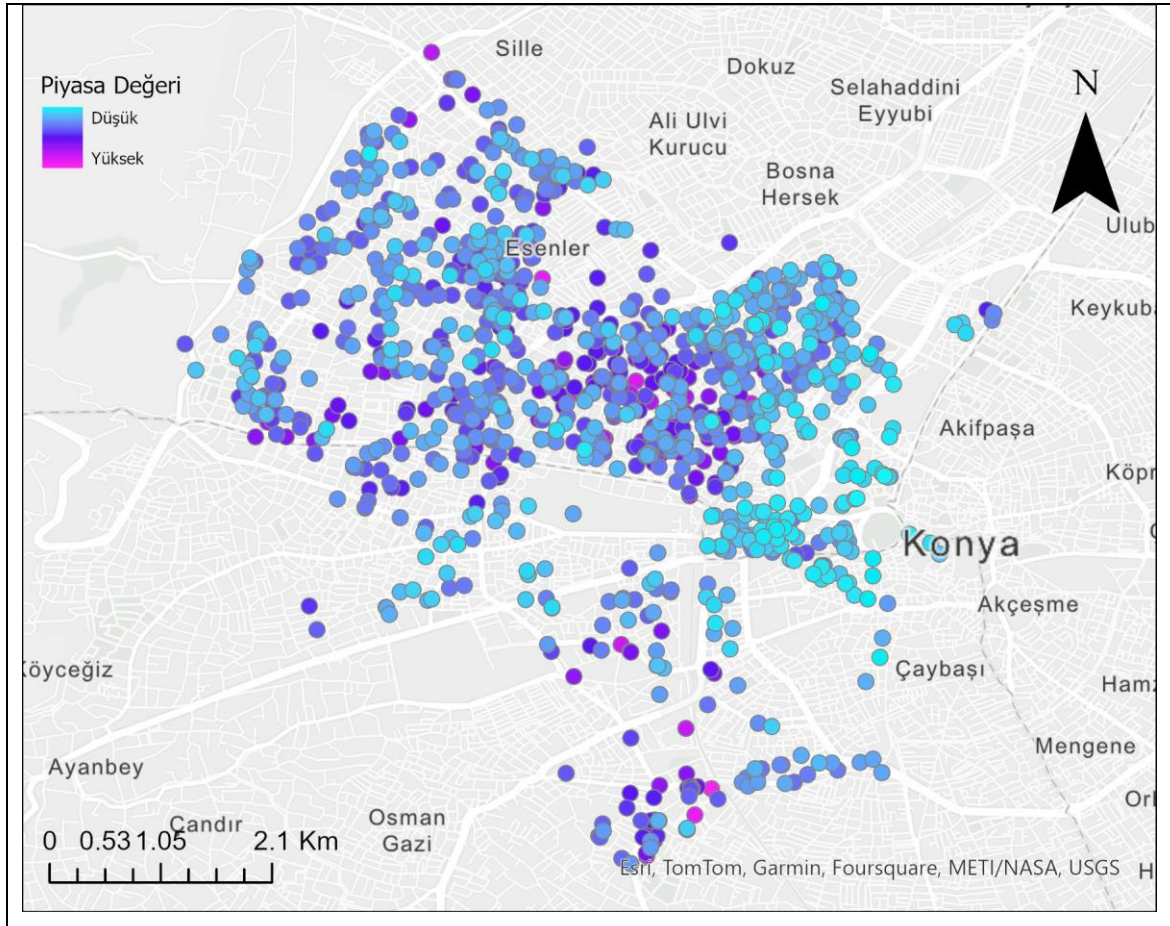


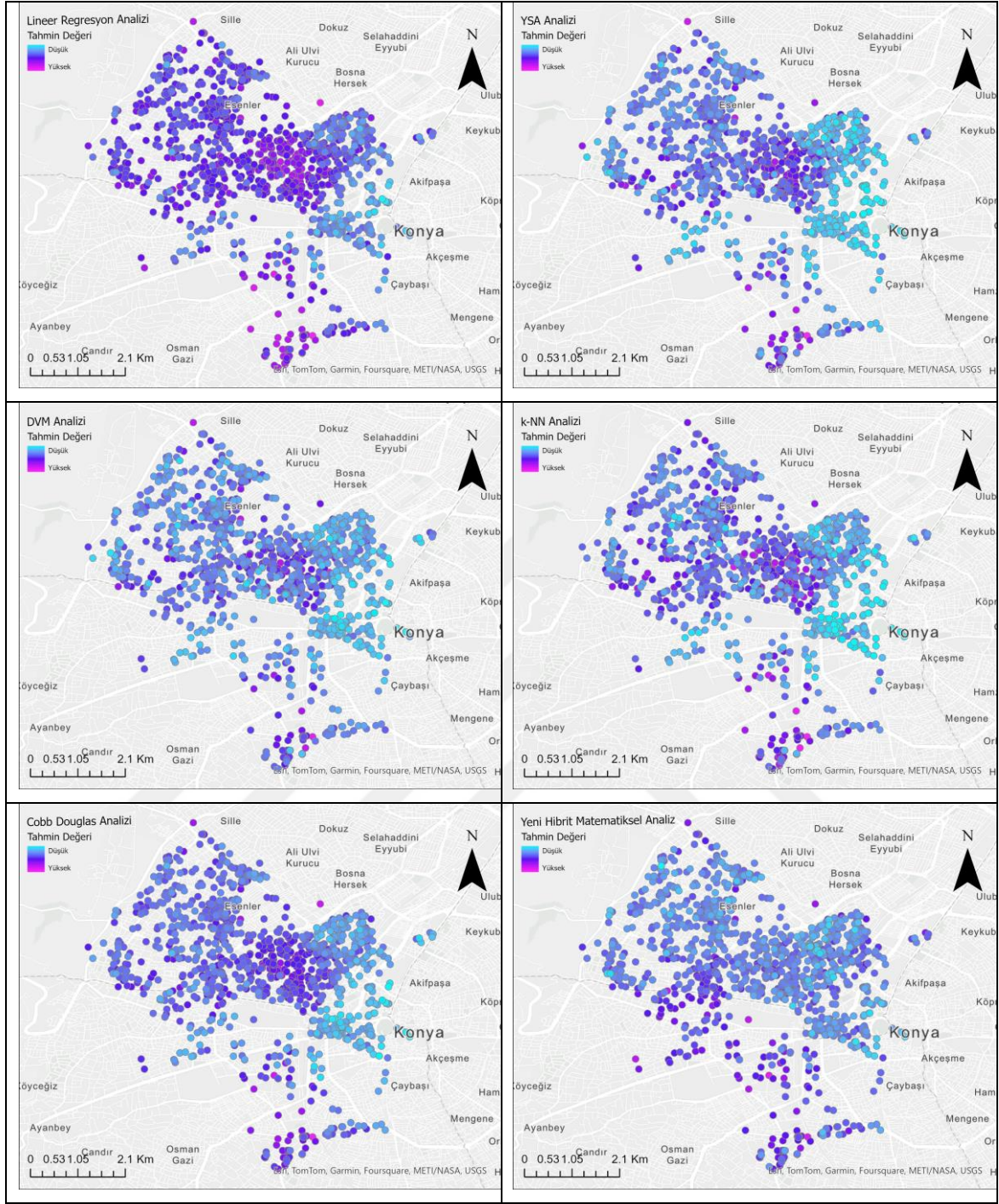
Şekil 5.9. Küme 3'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları



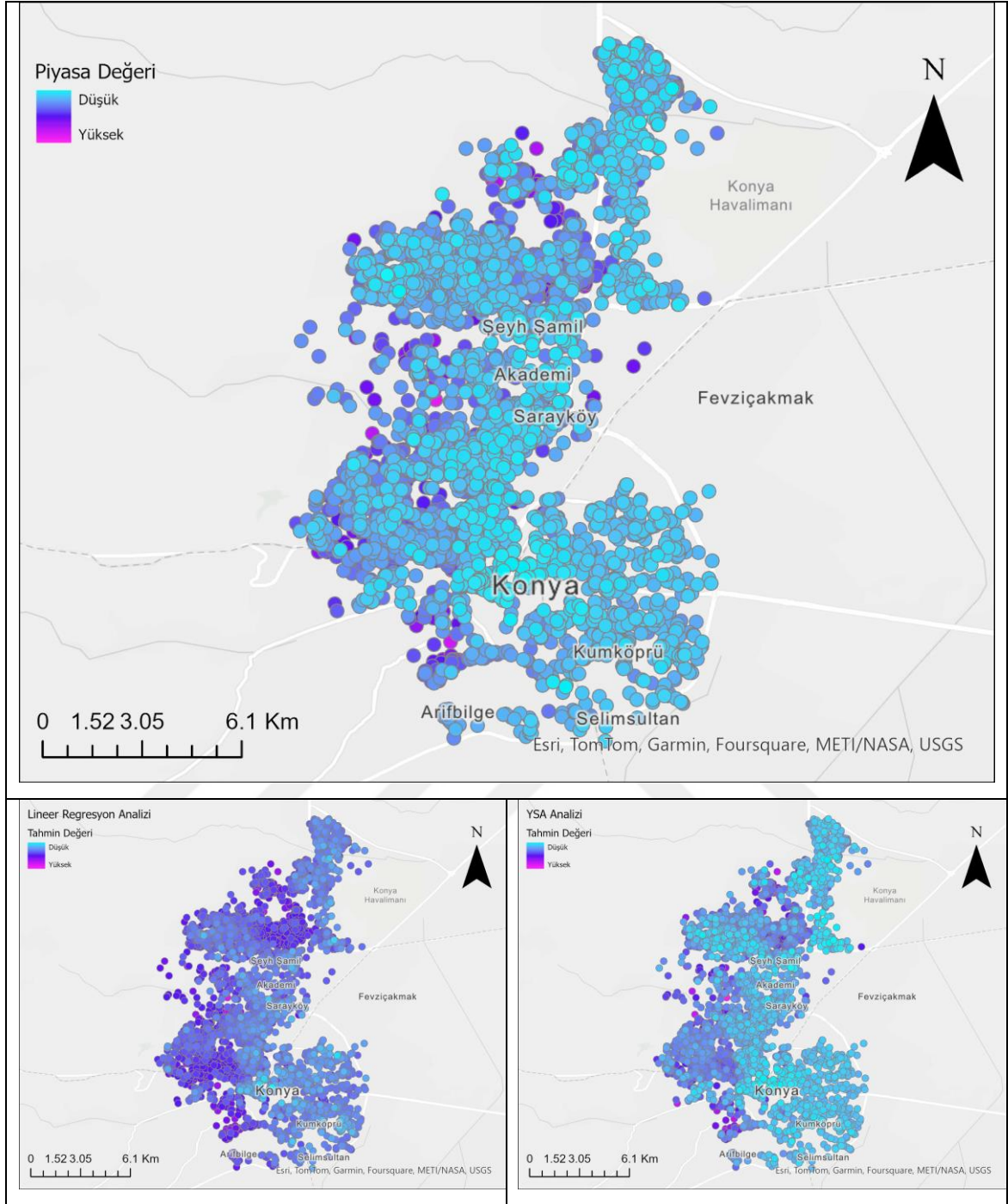


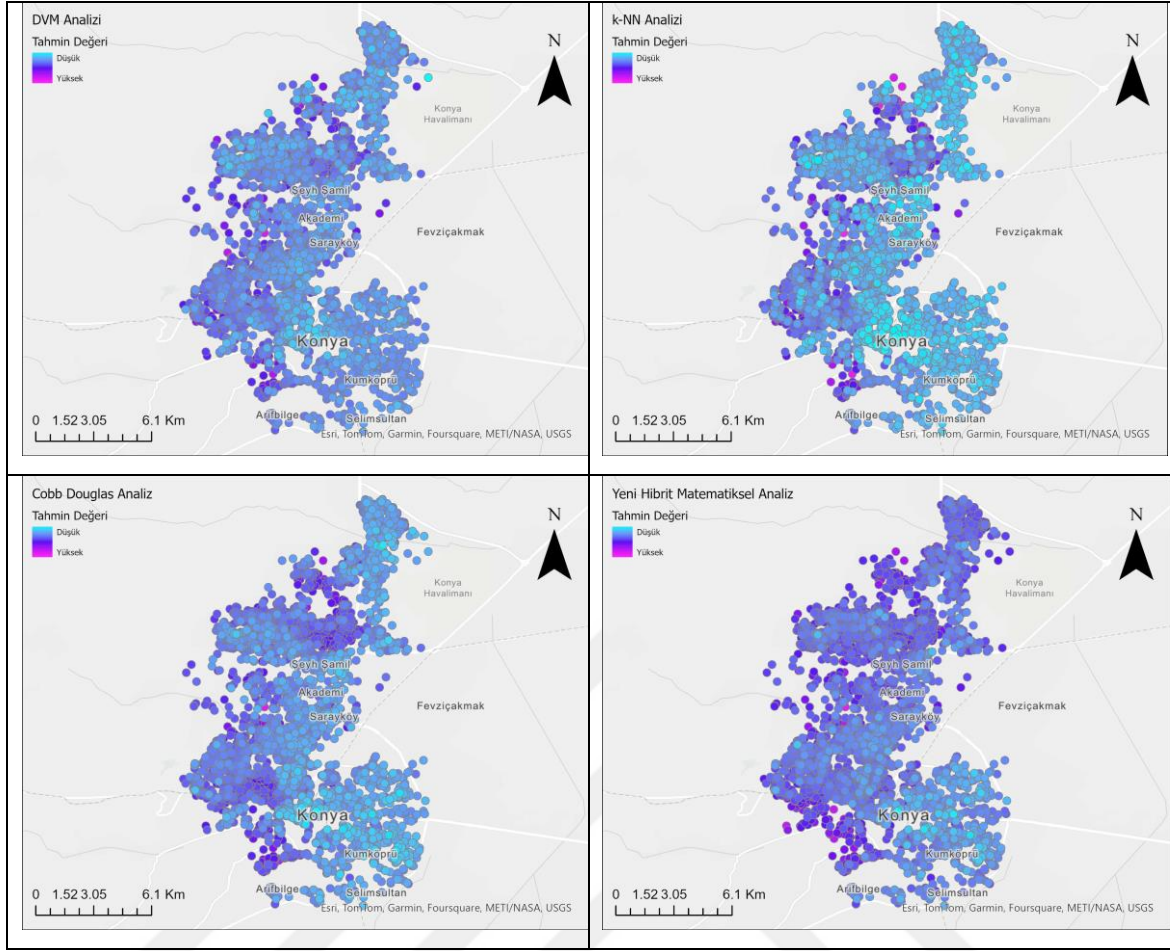
Şekil 5.10. Küme 4'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları





Şekil 5.11. Küme 5'e ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları





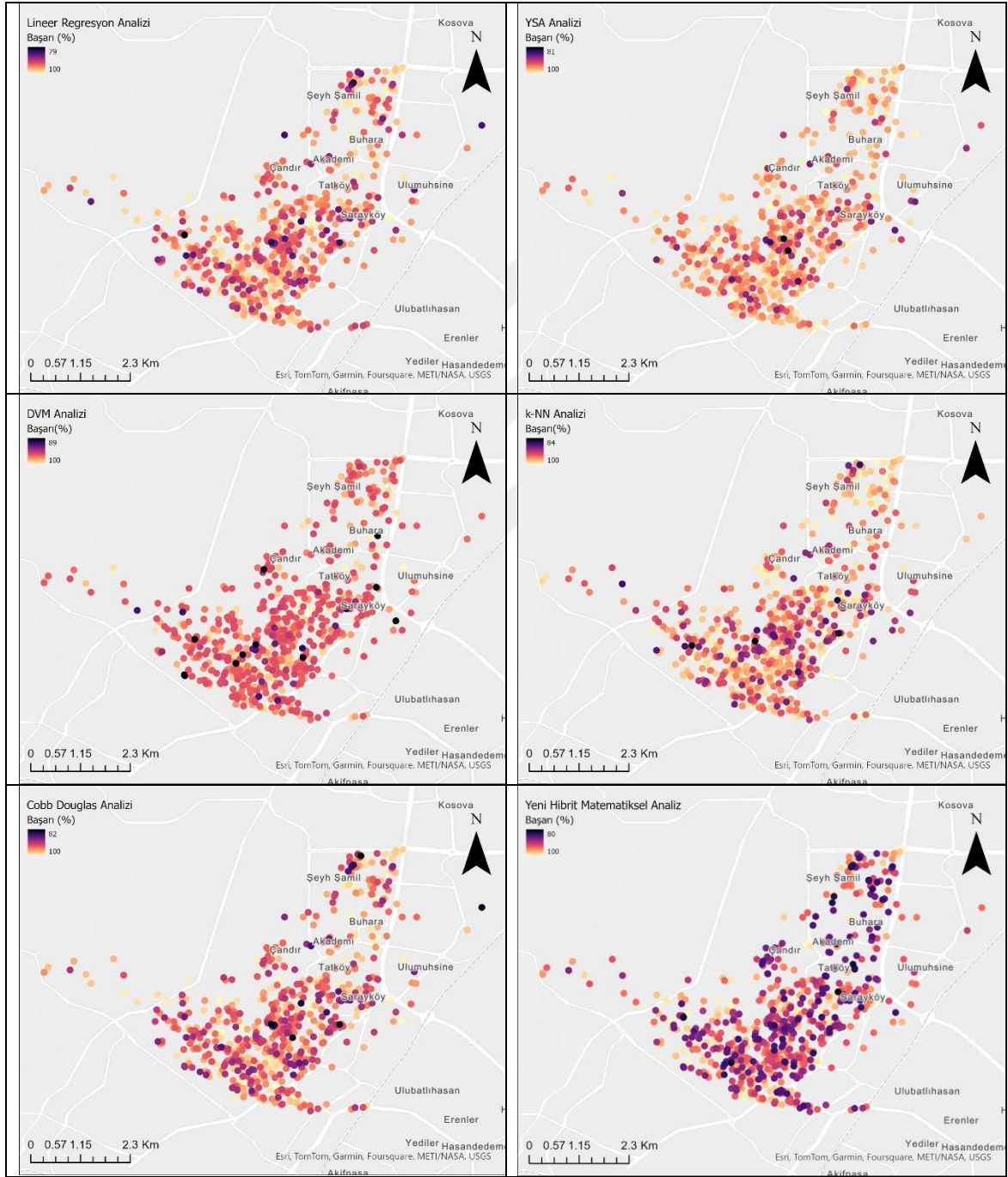
Şekil 5.12. Çalışma alanının tamamına ait piyasa fiyatı haritası ve analizler sonucu elde edilen değer haritaları

Oluşturulan değer haritaları incelendiğinde performans değerler sonuçlarında da ifade edildiği gibi piyasa fiyatlarına yakın sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma alanının tamamı bazında incelendiğinde şehir merkezinde yer alan konutlarda daha başarılı tahmin değerleri üretildiği tespit edilmiştir.

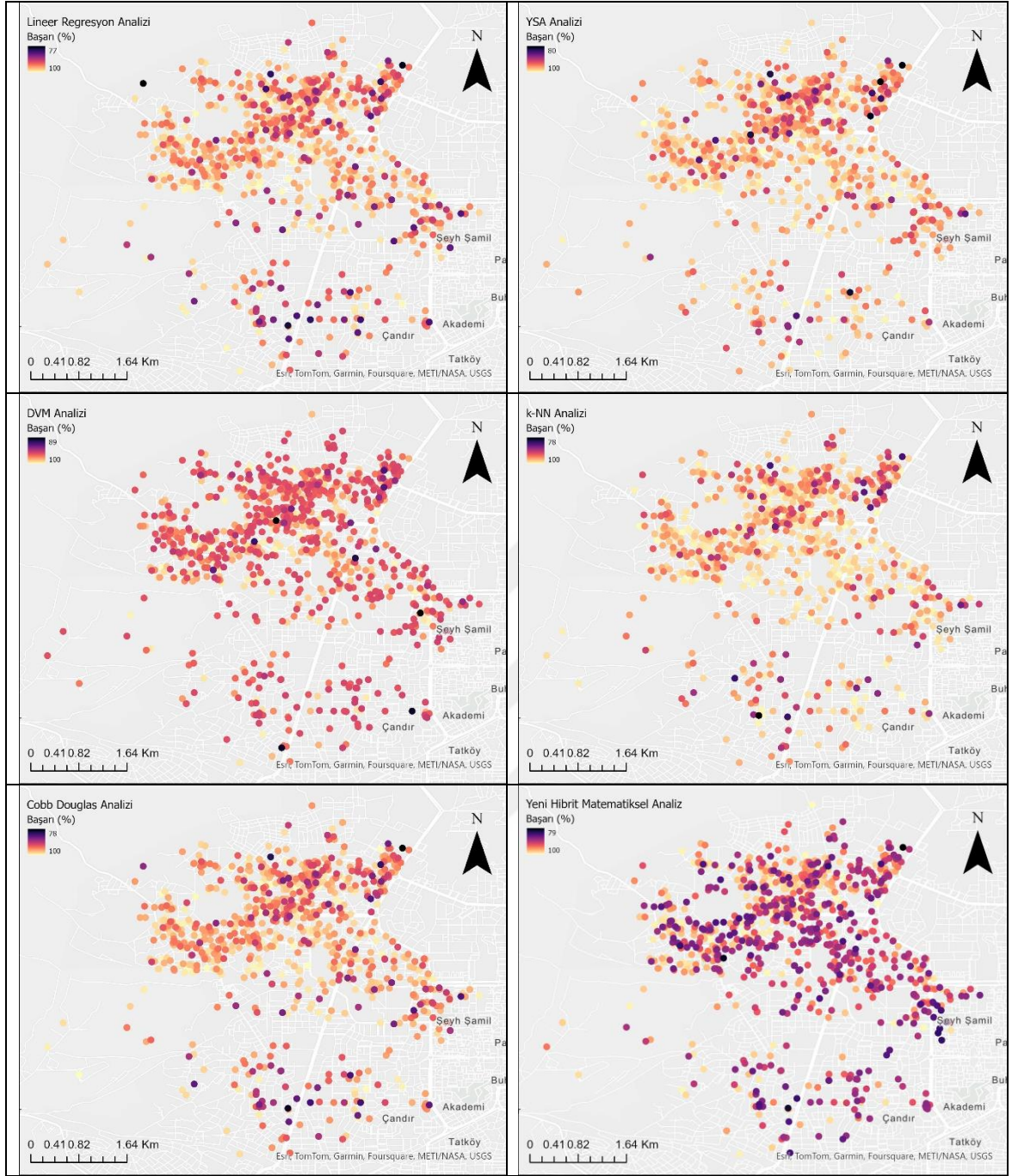
5.1.2. Başarı haritalarının incelenmesi

ArcGIS Pro yazılımında çalışma bölgelerine ve analizlere göre başarı yüzdelarını ifade eden tematik haritalar üretilmiştir (Şekil 5.13- 5.18.). Piyasa değeri ve analiz değerlerine göre başarıları ifade edilmiştir. Tüm bölgelerde analizler kapsamında incelediğimizde yeni hibrit matematiksel analiz başarısının düşük olduğunu belirlenmiştir. Yeni hibrit matematiksel model için taşınmaz değerlendirme konusunda daha uzman kişilerin görüşleri alınarak iyileştirilebileceğini söyleyebiliriz. Küme 3 bölgesinde yeni hibrit matematiksel modelde başarı yüzdesi %77'ye kadar düşmektedir. Bu da diğer analizlerle karşılaştırıldığında diğer analizler gibi yüksek başarıya sahip olduğunu göstermektedir. Sonuçların Küme 4 bölgesinin diğer bölgelere göre başarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Küme 4 bölgesinde k-NN analizi sonucu en başarı

değerinin en düşük %90'dan başladığı hesaplanmıştır. Bu da sağlıklı değer tespitinin gerçekleştirildiğini ifade etmektedir. Küme 1, küme 2, küme 3, küme 5 ve çalışma alanının tamamına ait analizler incelendiğinde DVM analizinin daha başarılı, yeni hibrit matematiksel modelin daha az başarıya sahip olduğunu söyleyebiliriz. Küme 4 bölgesine ait analizler incelendiğinde k-NN analiz analizinin daha başarılı, yeni hibrit matematiksel modelin daha az başarıya sahip olduğunu görünmektedir.



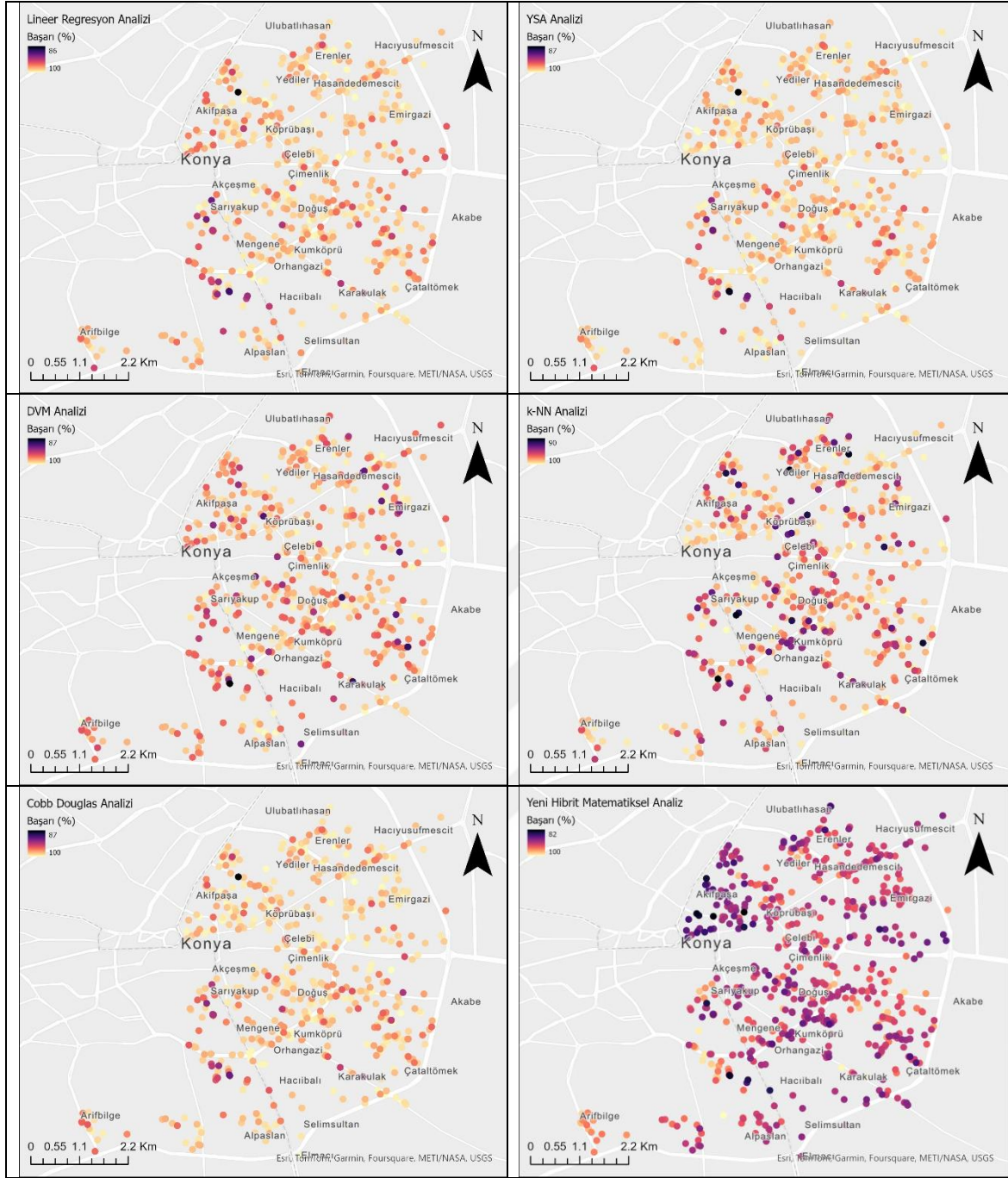
Şekil 5.13. Küme 1'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları



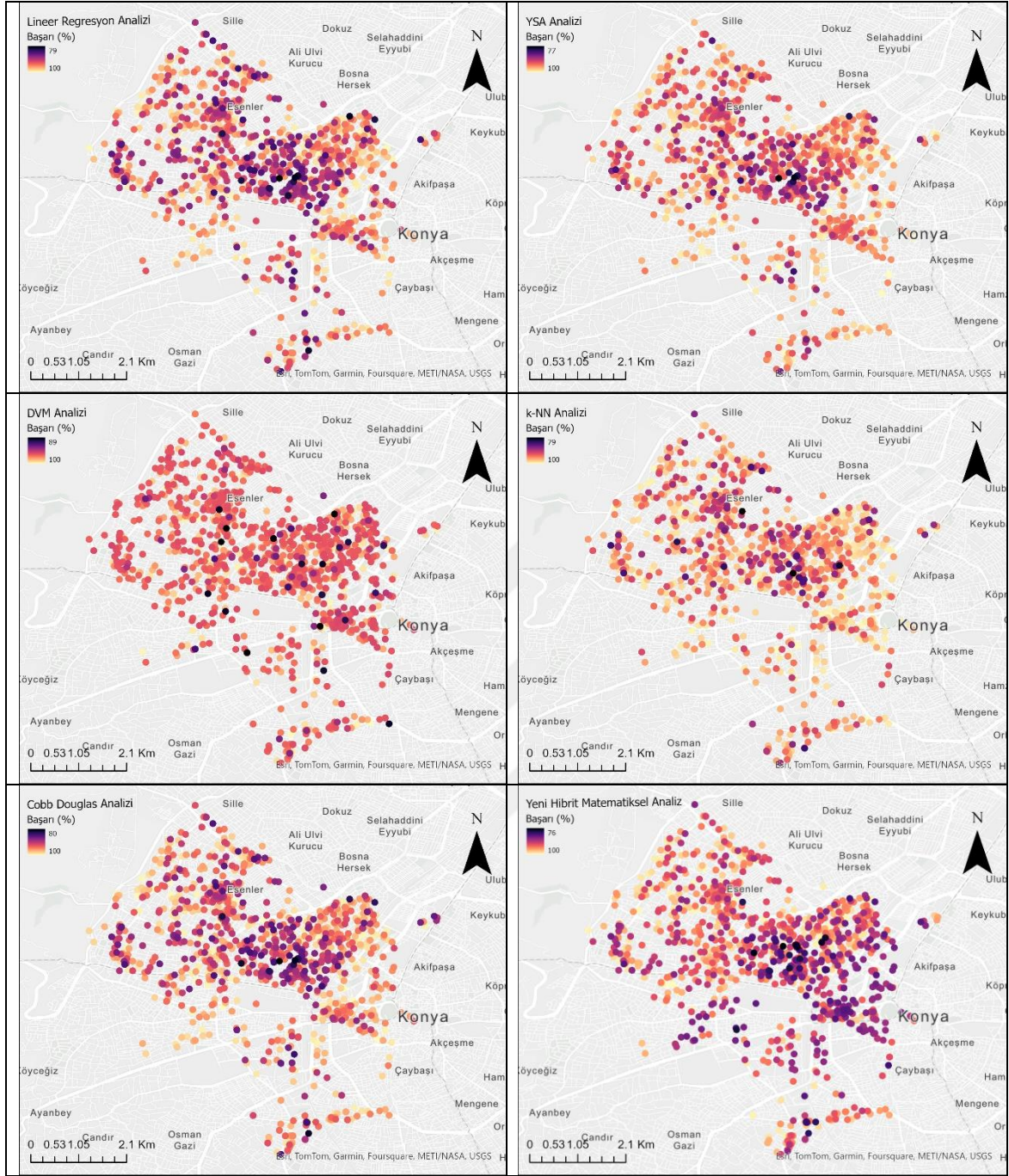
Şekil 5.14. Küme 2'ye ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları



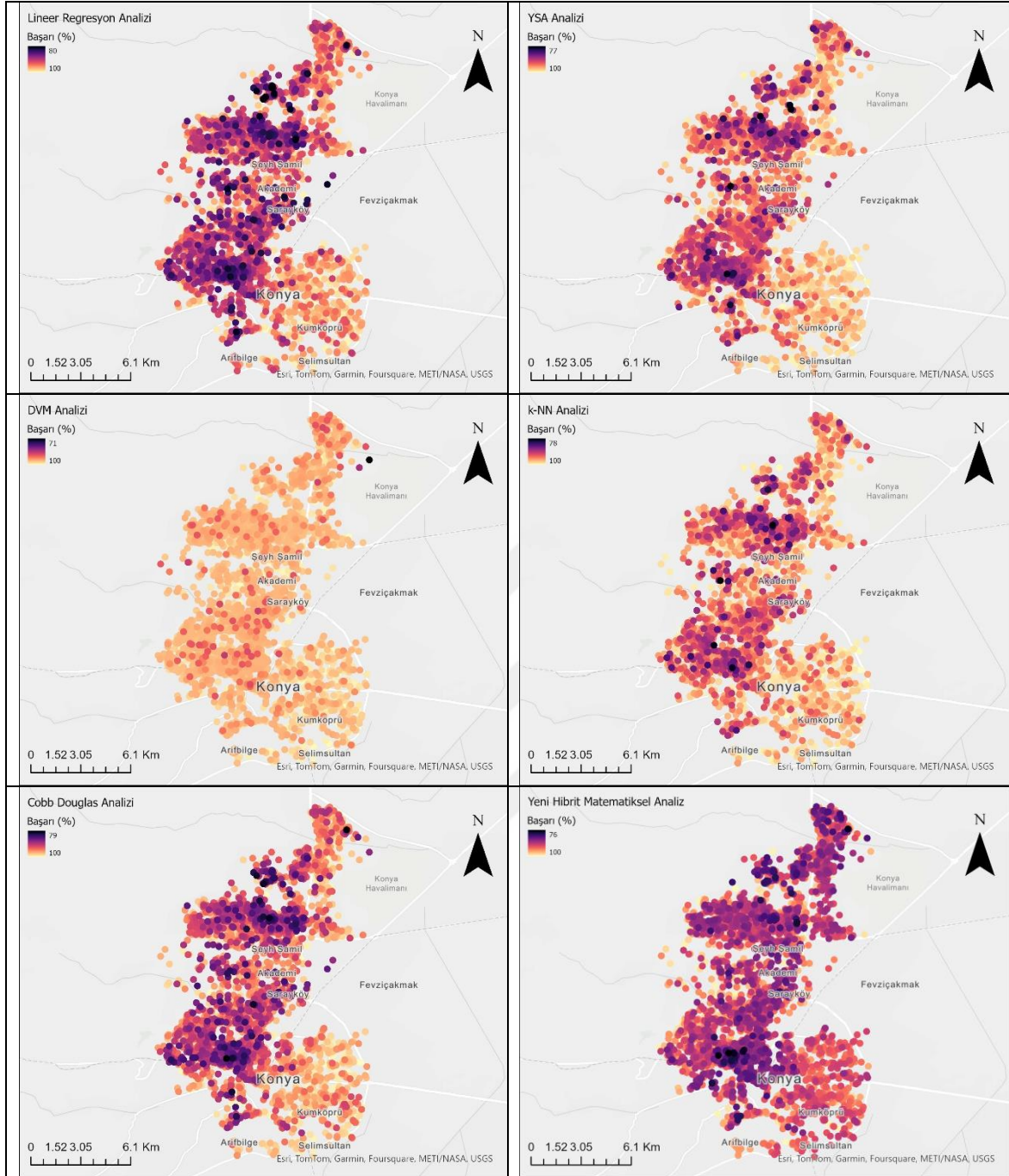
Şekil 5.15. Küme 3'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları



Şekil 5.16. Küme 4'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları



Şekil 5.17. Küme 5'e ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları



Şekil 5.18. Çalışma alanının tamamına ait analiz sonuçlarına göre başarı haritaları

5.2 Öneriler

Ülkemizde taşınmaz değerlendirme konusunda bir standart bulunmadığından düzenleme yapılarak objektif, tarafsız, hassas bir şekilde tüm alanlarda kullanılabilirlik sağlanabilir. Sürdürülebilir taşınmaz değerlendirme ile çalışma bölgelerine göre sağlıklı sonuçların elde edilebilmesi için doğru kriterler belirlenmesi gerekmektedir. Yanlış verilerin analizleri yanıltıcı etkisinden kurtulabilmek için resmî kurumlardan temin edilebilecek bir altyapının oluşturulabilmesi kolaylık sağlayabilir. Aynı zamanda konutların kıyaslanarak değer tahmininin gerçekleştirilmesinde büyük çalışma bölgeleri

yerine daha küçük bölgelere ayrıştırılarak tahmin değerlerinin belirlenmesi önerilebilmektedir.

Değer haritaları ile güncel şekilde vatandaşların kolaylıkla ulaşabileceği bir sistemin üretilebileceği söylenebilir. Taşınmaz değerine etki eden kriterler, bölgeler ve analizlere göre farklı farklı sonuçlara ulaştığımızı söyleyebiliriz. Analizlerin karşılaştırılması ile de daha objektif sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle birkaç analizin karşılaştırılması ile karar vermek daha doğru olabilir. Bu sürdürülebilirliğin devam edebilmesi için CBS tabanlı veri setinin depolanması ile kısa bir sürede güncel tahmin değerlerinin oluşturulmasına kolaylık sağlayabilmektedir.

Toplu taşınmaz değerlendirme çalışması bir ülkenin ekonomik anlamda da büyük kazanç sağlayacağı konulardan biridir. Bu toplu taşınmaz değerlemede de sürdürülebilir olması önemlidir. Geliştirilmiş olan yeni hibrit matematiksel analiz ile amaca ulaşılacağı düşünülmektedir. Yeni hibrit matematiksel analizde ağırlıkların BWM ile belirlenmesinin ardından Cobb-Douglas hibrit modele entegre edilmesi ile taşınmaz değer tahmini gerçekleştirilmektedir. Bu analizde diğer analizlerden farklı olarak taşınmaz değer tahmin edilmesinde güncel piyasa fiyatı kullanılmadan matematiksel model geliştirilmiştir. Diğer analizlere yer alan piyasa fiyatlarının geçerlilik süresi bulunmaktadır. Bu da gerçekleştirilen analizlerin belirli dönemler için kullanılabileceğini göstermekte, zamana bağımlı olduğunu ifade etmektedir. Aynı zamanda sonuç haritalarının başarı yüzdeleri incelendiğinde yüksek değerlere sahip olduğunu söylemek mümkündür. Model başarılarında %100'e çok yakın olmasının da mümkün olamayacağını söyleyebiliriz. Çünkü piyasa fiyatları arz-talep dengesine göre belirlenmektedir. Bu değere de birçok değişken sebep olmaktadır.

Toplu değerlendirme için yeni hibrit matematiksel analizin uygun bir yöntem olduğunu ve kullanılabileceğini söyleyebiliriz. Piyasa fiyatının analize dahil edilmesi ile değer tahminin gerçekleştirilmesinde bağımlılığın olacağı ve sürdürülebilir değer tahminin gerçekleştirilemeyeceğini göstermektedir. Aynı zamanda bu modelde kriterlerden birinin kullanılmaması veya eklenmesi durumunda alt başlıklar üzerinden ağırlıklandırma işleminin güncellenmesi yeterli olabilecektir (Sisman vd., 2023).

KAYNAKLAR

- Açlar, A. ve Çağdaş, V. (2002). Taşınmaz (Taşınmaz) Değerlemesi. Birinci Baskı, TMMOB Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara.
- Alkan, T., ve Durduran, S. S. (2021). Turizm Kentlerinde Taşınmaz Değerlemenin CBS ve AHP Yöntemi Yardımıyla İncelenmesi: Alanya Kenti Örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(1), 178-187.
- Arcuri, N., De Ruggiero, M., Salvo, F., & Zinno, R. (2020). Automated valuation methods through the cost approach in a BIM and GIS integration framework for smart city appraisals. *Sustainability*, 12(18), 7546.
- Aydınoglu, A. Ç., Bovkır, R., ve Çölkesen, İ. Toplu Taşınmaz Değerlemede Makine Öğrenme Algoritmalarının Kullanımı ve Konumsal/Konumsal Olmayan Özniteliklerin Tahmin Doğruluğuna Etkilerinin Karşılaştırılması. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 10(1), 63-83.
- Bande, N. (2022). Yapay Zeka Yaklaşımı İle Ankara'daki İki Farklı Lokasyonda Taşınmaz Değerleme Üzerine Uygulamalar, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale.
- Barańska, A., 2013. Real estate mass appraisal in selected countries – functioning systems and proposed solutions. *Real estate management and valuation*, 21 (3), 35–42.
- Bayrak, E., 2019, Kentsel Dönüşüm Çalışmalarında Taşınmaz Değeri ile Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya, 78.
- Bayraktar, A. (2019). Türkiye'de Taşınmaz Değerlemesinde Bankaların Gözettiği Değerleme Faktörlerinin Karşılaştırılması ve Ortak Bir Rapor Formatı Önerisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Bilal, E. R., Kurugöllü, S., ve Ünel, F. B. Tarım Arazilerinin Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile Toplu Taşınmaz Değerlemesi: Mersin, Mezitli-Bozön Mahallesi Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 5-14.
- Bin, O. (2004). A prediction comparison of housing sales prices by parametric versus semi-parametric regressions. *Journal of Housing Economics*, 13(1), 68-84.

- Bishop, C. M., ve Nasrabadi, N. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning, New York: springer, 4(4), 738.
- Bunruamkaew, K., 2012, "How to do AHP analysis in Excel", GIS Seminar, division of spatial information science graduate school of life and environmental sciences, university of Tsukuba.
- Candaş, E., 2012, Taşınmaz değerlemesi için mevzuat altyapısının modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cengiz, D. (2012). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Karşılaştırmalı Analiz.
- Čeh, M., Kilibarda, M., Lisec, A., ve Bajat, B. (2018). Estimating the performance of random forest versus multiple regression for predicting prices of the apartments. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(5), 168.
- Çağlar, B. (2018). *Mekansal verilerin kümeleme analizi ile değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University (Turkey)).
- Çınar, S., ve Ünel, F. B. (2022). 2/B orman vasfını yitirmiş araziden tarım arazisine dönüşen taşınmazların toplu değerlemesi. Geomatik, 7(2), 112-127.
- Çolak, E., Memişoğlu, T., ve Nihal, G. (2022). Hazine taşınmaz satışlarının emsal satışlarla karşılaştırılması: Trabzon İli örneği. Geomatik, 7(2), 163-173.
- Demirci, D. A. (2007) Destek Vektör Makineleri ile Karakter Tanıma. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 43. Sayfa
- Demirel, B., Yelek, A., Alağaç, H. M., ve Tamer, E. (2018). Taşınmaz Değerleme Kriterlerinin Belirlenmesi ve Kriterlerin Önem Derecelerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi ile Hesaplanması. Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8(2), 665-682.
- Derinpınar, M. A., ve Aydınoglu, A. Ç. (2015). Bulanık Mantık ile Coğrafi Bilgi Teknolojilerini kullanarak taşınmaz değerlendirme. 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25, 28.
- Doldur, M., ve Alkan, R. M. (2021). Nominal Değerleme Yöntemi ile CBS Destekli Taşınmaz Değer Haritalarının Oluşturulması: Avanos/Nevşehir Örneği. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21(4), 846-863.
- ERDEDE, S. B., & Bektaş, S. (2014). Ekolojik açıdan sürdürülebilir taşınmaz geliştirme ve yeşil bina sertifika sistemleri. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 1-12.

- Erdem, N. (2016), Türkiye için bir taşınmaz değerlendirme sistemi yaklaşımı. (Doktora tezi), Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 416906).
- Er, F. (2020). Taşınmaz Değerlemesinde Makine Öğrenmesi Tekniklerinin Kıyaslanması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Framework for Effective Land Administration (FELA). Teknik Rapor, United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM).
- French, K. R. (2008). Presidential address: The cost of active investing. *The Journal of Finance*, 63(4), 1537-1573.
- Frew J. ve Jud, G. D. (2003). Estimating The Value of Apartment Buildings, *The J. Real Estate Res.* , 25: 77 - 86, 2003.
- Girgenç, M. (2022). Bulanık Mantık Yöntemi İle Taşınmaz Değerleme Haritaları Üretimi: Ankara- Mamak Örneği, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Girgenç, M. (2022). Bulanık mantık yöntemi ile taşınmaz değerlendirme haritaları üretimi: Ankara-Mamak örneği (Master's thesis, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü).
- Guo, J., Xu, S., ve Bi, Z. (2014). An integrated cost-based approach for real estate appraisals. *Information Technology and Management*, 15(2), 131-139.
- Güngör, R., İnam, Ş., ve Yılmaz, O. S. (2021). Taşınmaz Değerlerinin Mekânsal Dağılımının CBS Tabanlı İncelenmesi, 5. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi
- Hacıbeyoglu, M., Çelik, M., & Çiçek, Ö. E. K En Yakın Komşu Algoritması ile Binalarda Enerji Verimliliği Tahmini. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 28-37.
- Hong, J., Choi, H., ve Kim, W. S. (2020). A house price valuation based on the random forest approach: the mass appraisal of residential property in South Korea. *International Journal of Strategic Property Management*, 24(3), 140-152.
- IAAO. (2013). Standard on ratio studies. Kansas City: IAAO.
- IAAO. (2017). International Academy for Advanced Oncology: Proceedings of IAAO.. 2017. Kansas City: IAAO.

- İlhan, A. T., & Semih, Ö. Z. (2020). Yapay sinir ağlarının taşınmazların toplu değerlemesinde uygulanabilirliği: Gölbaşı ilçesi örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 160-188.
- İslamoğlu, E., ve Bulut, H., (2018). Nevşehir İli Konut Fiyatlarını Etkileyen Faktörlerin Hedonik Fiyat Modeli İle İncelenmesi, *Uluslararası Medeniyet Çalışmaları Dergisi*, 3 (1), 80-90.
- Kara, A. (2021). Taşınmaz Değerlemesine Yönelik Uluslararası Bir Veri Modeli Geliştirilmesi Ve Modelin Türkiye Örneğinde Uygulanması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Karaca, H. (2008). *Taşınmaz mal değerlemesi yöntemleri ve karşılaştırılması* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- KAUFMAN, L., ROUSSEEUW, P.J. (1990). Finding groups in data: An introduction to cluster analysis, New York: John Wiley and Sons.
- Kayalık, M., ve Polat, Z. A. (2023). CBS Tabanlı Nominal Değerleme Yönteminin Değer Haritalarının Oluşturulmasında Kullanımı: Foça/İzmir Örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 183-192.
- Kim, K. ve Park, J. (2005). Segmentation of The Housing Market And Its Determinants: Seoul And Its Neighbouring New Towns in Korea. *Australian Geographer*, 36(2), 221–232.
- Kördiş, G., Işık, S. ve Mert, M., 2014, Antalya’da Konut Fiyatlarını Etkileyen Faktörlerin Hedonik Fiyat Modeli İle Tahmin Edilmesi, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 14 (28), 103- 132.
- Liu, X. S., Zhe, D., ve Wang, T. L. (2011). Real Estate Appraisal System Based on GIS and BP Neural Network. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 21, s626-s630.
- Mete, M. O. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İstanbul İli Nominal Taşınmaz Değer Haritasının Oluşturulması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Mete, M. O., ve Yomralıoğlu, T. (2021). Açık Kaynaklı Bulut CBS Yardımıyla Kitleli Taşınmaz Değerleme Uygulaması. *Harita Dergisi*, 165, 28-42.
- Narin, S., Doğan, O., Bande, N., & Genç, Y. (2023). Keçiören/Ankara özelinde konut rayiç değerlerinin tahmininde çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları yöntemlerinin karşılaştırılması. *International Journal of Engineering Research and Development*, 15(2), 828-839.

- Odabaşı, G. (2020). *Türkiye’de Taşınmaz Değerleme Yöntemleri ve Uygulama Alanlarının İrdelenmesi* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze).
- Özcan, K. Y. (2019). Ankara’nın Batı Koridorundaki Gelişme Bağlamında Törekent Mahallesi’ndeki Konut Özelliklerinin Konut Fiyatlarına Etkisi. *Megaron*, 14(2), 279-295.
- Özcan, T. (2019). Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Destekli Taşınmaz Değer Haritası Üretimi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Özden, T. (2022). Mobil CBS Tabanlı Taşınmaz Değerleme Karar Destek Uygulaması Geliştirilmesi, Hacettepe Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Özen, A., ve Şişman, A. (2019). Taşınmaz Değer Haritası Üretiminde Konumsal Analiz-Bolu Örneği. 4. In International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences 4(6), 142-147.
- Özfidan, F., (2008). Taşınmaz Değerlemesi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması: Yenişehir Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 101.
- Özgüven, M., & ERENOĞLU, R. C. (2020). Taşınmaz değer haritalarının coğrafi bilgi sistemleri ile üretilmesi: Çanakkale örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 7(1), 29-46.
- (Özkan, Y., (2008). Veri Madenciliği Yöntemleri , Papatya Yayıncılık İstanbul.
- Pagourtzi, E., Assimakopoulos, V., Hatzichristos, T., & French, N. (2003). Real estate appraisal: a review of valuation methods. *Journal of property investment & finance*, 21(4), 383-401.
- Peterson, S., ve Flanagan, A. (2009). Neural Network Hedonic Pricing Models in Mass Real Estate Appraisal. *Journal of Real Estate Research*, 31(2), 147-164.
- Pişkin, T. (2021). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Taşınmaz Değerlemesi: Kınalı-Tekirdağ Çanakkale-Savaştepe Otoyolu Malkara-Çanakkale Kesimi (Çanakkale 1915 Köprüsü Dahil) Örneği, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Saraç, E. (2012). *Yapay sinir ağları metodu ile taşınmaz değerlendirme* (Doctoral dissertation, İstanbul Kültür Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı).

- Satıcı, M. R. (2021). Taşınmaz Değerleme Yöntemleri ve Kapitalizasyon Oranı İle Şanlıurfa Karaköprü İlçesinde Taşınmaz Değerleme, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Satılmışoğlu, Ö., Yılmaz, B., ve Mustafa, K. (2022). Kentsel alanda değerleme haritalarına yönelik model geliştirme. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 37-42.
- Savaş, B. (2019). *Makine Öğrenme Algoritmalarının Konut Değer Tahmininde Kullanımı: Ankara Gölbaşı Uygulaması* (Yüksek Lisans Tezi), Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya, Türkiye).
- Sisman, 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.
- Sunguroğlu, E. (2021). Taşınmaz Değerleme İçin Veritabanı Tasarımı Ve Uygulama Olanaklarının Analizi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Şişman, S. (2021). *CBS Tabanlı Makine Öğrenme Teknikleri ile Toplu Taşınmaz Değerlemesi* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi), Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye).
- Şişman, S., Akar, AÜ ve Yalpir, S. (2023). Sürdürülebilir arazi yönetiminde gayrimenkullerin toplu değerlemesi için yenilikçi hibrit model geliştirme önerisi. *Anket İncelemesi* , 55 (388), 1-20.
- Tabar, M. E., Başara, A. C., ve Şişman, Y. (2021). Çoklu Regresyon ve Yapay Sinir Ağları ile Tokat İlinde Konut Değerleme Çalışması. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 3(1), 1-7.
- Tabar, M. E., Şişman, Y., 2020, Bulanık Mantık ile Arsa Değerleme Modelinin Oluşturulması, *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 2(1), 18-24.
- TDUB (2011) 2011 YILI FAALİYET RAPORU Çankaya/ANKARA
- Torun, M.K., 2019. Taşınmaz değer haritalarının coğrafi bilgi sistemleri ile üretilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Trawiński, B., Telec, Z., Krasnoborski, J., Piwowarczyk, M., Talaga, M., Lasota, T., ve Sawiłow, E. (2017, July). Comparison of expert algorithms with machine learning models for real estate appraisal. In 2017 IEEE International Conference

- on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA) (pp. 51-54). IEEE.
- Tursun, A. İmar Parseli Değerinin Regresyon Modeli İle Tahmini: Kocaeli İli Gölcük İlçesi Örneği.
- Ulvi, C., ve Özkan, G. (2019). Taşınmaz Değerlemede Yapay Zekâ Tekniklerinin Kullanılabilirliği ve Yöntemlerin Karşılaştırılması. Geomatik.
- Umur, R. E. (2022). The Use Of Urban Qualities In Real Estate Assessment: A Model Based On Gıs, Dokuz Eylül University Graduate School Of Natural And Applied Sciences (Rıza Ender UMUR), İzmir.
- Ünel, F. B. (2017). Taşınmaz değerleme kriterlerine yönelik coğrafi veri modelinin geliştirilmesi. *Institute of Science, Selcuk University, PhD.*
- Yağmahan, G. (2019). Puanlama yöntemiyle taşınmaz değerlerinin belirlenmesi ve yaşam kalitesiyle ilişkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yağmahan, G., ve Gülgen, F. (2018). Taşınmaz Değerlemede Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması: Mardin Midyat Örneği, VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018), 18-21 Eylül 2018, Eskişehir
- Yalpir, S., & Bayrak, E. (2017). Real estate valuation in urban regeneration application; Case study of konya. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 96-103.
- Yalpir, Ş., 2007, Bulanık Mantık Metodolojisi İle Taşınmaz Değerlenme Modelinin Geliştirilmesi Ve Uygulaması: Konya Örneği, Doktor Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 233.
- Yalpir, S. (2014, October). Forecasting residential real estate values with AHP method and integrated GIS. In International Scientific Conference of People, Buildings and Environment (pp. 694-706).
- Yeh, I. C., ve Hsu, T. K. (2018). Building real estate valuation models with comparative approach through case-based reasoning. *Applied Soft Computing*, 65, 260-271.
- Yeşim, E., ve Tokgöz, H. Bulanık Mantık Modellemesi İle Taşınmaz Değerlemeye Farklı Bir Bakış. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1155-1165.
- Yıldızlı, Ö. A. (2021). Dünyada ve Türkiye’de Taşınmaz Değerlemesi Ve Harita Mühendisliği İle Olan İlişkisi, İstanbul Okan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Yomralioğlu, B., Koçali, D., Şişman, S., ve Aydınöğlu, A. Ç. (2022). Toplu Taşınmaz Değerlemesi Otomasyonu İçin Coğrafi Analitik Araçlarının Geliştirilmesi: Pendik Örneği, IV. Uluslararası Türk Dünyası Fen Bilimleri ve Mühendislik Kongresi 23-24 Haziran 2022, Niğde.
- Yomralioğlu, T., Nişancı, R., Çete, M., ve Candaş, E. (2012). Dünya’da ve Türkiye’de Taşınmaz Değerlemesi, Türkiye’de Taşınmaz Değerlemesi: II. Arazi Yönetimi Çalıştayı, 21-22 Mayıs 2012, İTÜ, İstanbul. .
- Zhang, Y., ve Dong, R. (2018). Impacts of street-visible greenery on housing prices: Evidence from a hedonic price model and a massive street view image dataset in Beijing. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(3), 104.
- <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.1/tool-reference/spatial-statistics/how-spatially-constrained-multivariate-clustering-works.htm>