



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM ARAZİ
DEĞERLEMESİNİN MEKÂNSAL KARAR
DESTEK SİSTEMLERİ İLE ANALİZİ:
KONYA KAPALI HAVZASI ÖRNEĞİ

Tansu ALKAN İLÇİN

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2026
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Tansu ALKAN İLÇİN tarafından hazırlanan “Sürdürülebilir Tarım Arazi Değerlemesinin Mekânsal Karar Destek Sistemleri ile Analizi: Konya Kapalı Havzası Örneği” adlı tez çalışması 12/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

.....

Danışman

Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN

.....

Üye

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

.....

Üye

Prof. Dr. Hüseyin Zahit SELVİ

.....

Üye

Doç. Dr. Aslı BOZDAĞ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 23DR19001 nolu proje ile desteklenmiştir.

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.

Tansu ALKAN İLÇİN

Tarih: 12.01.2026

ÖZET

DOKTORA TEZİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM ARAZİ DEĞERLEMESİNİN MEKÂNSAL KARAR DESTEK SİSTEMLERİ İLE ANALİZİ: KONYA KAPALI HAVZASI ÖRNEĞİ

Tansu ALKAN İLÇİN

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN

2026, 234 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN

Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

Prof. Dr. Hüseyin Zahit SELVİ

Doç. Dr. Aslı BOZDAĞ

Tarım arazilerinin değerlendirilmesi, sınırlı ve yenilenemeyen bir kaynak olan tarım arazilerinin sürdürülebilir yönetimi, etkin arazi kullanımı ve planlama kararları için kritik bir öneme sahiptir. Tarım arazilerinin değerini belirleyen fiziksel, konumsal, sosyal, iklimsel ve çevresel faktörlerin birlikte değerlendirilmesi, özellikle geniş ve heterojen alanlarda mekânsal bütünlüğü esas alan yaklaşımların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu gereksinim doğrultusunda, Konya Kapalı Havzası örneğinde alan bazlı, çok kriterli ve sürdürülebilirlik odaklı bir tarımsal değerlendirme çerçevesi geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış, bölgesel özellikler dikkate alınmış ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen faktörler, faktör analizine tabi tutulmuş ve bu analiz sonucunda anlamlı ve kavramsal açıdan tutarlı faktör yapıları elde edilmiştir. Belirlenen bu faktörlerin tarım arazilerinin değeri üzerindeki göreceli etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) uygulanmış ve faktör ağırlıkları hesaplanmıştır. Farklı kurumlardan temin edilen faktörlere ait veriler, tarımsal değere etkisine göre ortak bir ölçekte normalize edilerek kapsamlı bir veri seti oluşturulmuştur.

Alan bazlı tarımsal değerlendirme için çok kriterli karar verme yöntemleri, kümeleme analizi ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmıştır. Çok kriterli değerlendirme sürecinde, AHP ile elde edilen ağırlıklar kullanılarak ve İdeal Çözüme Yakınlığa Göre Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS) yöntemi uygulanmış ve tarım arazilerinin değer dağılımını temsil eden bir tarımsal değer indeksi üretilmiştir. Ayrıca raster tabanlı veriler üzerinden gerçekleştirilen K-means kümeleme analizi ile tarım arazileri, benzer değer özellikleri gösteren mekânsal kümeler hâlinde sınıflandırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda dört kümelili çözümün en uygun yapı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca makine öğrenmesi yöntemlerinden Rastgele Orman (RO), Yapay Sinir Ağları (YSA), Destek Vektör Regresyonu (DVR) ve Least-Squares Boosting (LSBoost) kullanılarak modeller geliştirilmiştir. Performans analizi sonucunda, Rastgele Orman $R^2=0,6371$ ile değeri ile en başarılı yöntem olmuştur. Bu modeller kullanılarak piksel bazlı değerlendirme haritaları üretilmiştir.

Elde edilen bulgular, çok kriterli karar verme, kümeleme ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının tarım arazilerinin değerini farklı boyutlarda tamamlayıcı şekilde ele aldığını göstermektedir. Geliştirilen bu bütüncül yaklaşım, Konya Kapalı Havzası ölçeğinde tarım arazilerinin mekânsal değerlendirme dağılımını ortaya koyarak arazi yönetimi, planlama ve karar alma süreçleri için analitik bir karar destek altyapısı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: AHP, Kümeleme analizi, Makine öğrenmesi, Tarım arazilerinin değerlendirilmesi, Tarımsal değer haritaları, TOPSIS.



ABSTRACT

Ph.D THESIS

ANALYSIS OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL LAND VALUATION USING SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEMS: THE KONYA CLOSED BASIN

Tansu ALKAN İLÇİN

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY**

**THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN GEOMATICS ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN

2026, 234 Pages

Jury

Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN

Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

Prof. Dr. Hüseyin Zahit SELVİ

Assoc. Prof. Dr. Aslı BOZDAĞ

Agricultural land valuation is of critical importance for the sustainable management of agricultural lands, which are limited and non-renewable resources, effective land use, and planning decisions. The integrated evaluation of physical, locational, social, climatic, and environmental factors that determine the value of agricultural lands necessitates the development of approaches based on spatial integrity, particularly in large and heterogeneous areas. In line with this requirement, an area-based, multi-criteria, and sustainability-oriented agricultural valuation framework has been developed for the case of the Konya Closed Basin.

In this study, a comprehensive literature review was conducted to identify the factors affecting agricultural land value; regional characteristics were considered, and expert opinions were utilized. The identified factors were subjected to factor analysis, and because of this analysis, meaningful and conceptually consistent factor structures were obtained. To determine the relative effects of these factors on agricultural land value, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was applied, and factor weights were calculated. Data related to the factors obtained from different institutions were normalized to a common scale according to their effects on agricultural value, and a comprehensive dataset was created.

Multi-criteria decision-making methods, clustering analysis, and machine learning methods were used for area-based agricultural valuation. In the multi-criteria evaluation process, the weights obtained from AHP were used and the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) was applied, resulting in the production of an agricultural value index representing the value distribution of agricultural lands. In addition, using raster-based data, K-means clustering analysis was performed, and agricultural lands were classified into spatial clusters with similar value characteristics. As a result of the evaluations, the four-cluster solution was determined to be the most appropriate structure. Furthermore, models were developed using machine learning methods, including Random Forest (RF), Artificial Neural Networks (ANN), Support Vector Regression (SVR), and Least-Squares Boosting (LSBoost). As a result of the performance analysis, Random Forest was identified as the most successful method with an R^2 value of 0,6371. Using these models, pixel-based value maps were produced.

The findings indicate that multi-criteria decision-making, clustering, and machine learning approaches address different dimensions of agricultural land value in a complementary manner. This holistic approach developed in the study reveals the spatial distribution of agricultural land values at the scale of the Konya Closed Basin and provides an analytical decision support infrastructure for land management, planning, and decision-making processes.

Keywords: AHP, Clustering analysis, Machine learning, Agricultural land valuation, Agricultural value maps, TOPSIS.



ÖNSÖZ

Bilimsel çalışmalarım boyunca bana rehberlik eden, bilgi birikimi ve akademik yaklaşımıyla yol gösteren, tez çalışmamın her aşamasında sunduğu değerlendirmeler ve yönlendirmelerle çalışmamın olgunlaşmasına önemli katkılar sağlayan değerli danışmanım Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesinde yer alan ve değerli görüşleriyle çalışmama yön veren, önerileriyle tezimin gelişmesine katkı sunan Prof. Dr. Hüseyin Zahit SELVİ’ye ve akademik hayatım boyunca her koşulda yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, zorlandığım her anda yönümü bulmamı sağlayan ve koşulsuz desteğiyle bana her zaman güç veren Doç. Dr. Aslı BOZDAĞ’a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince sağladıkları destek ve katkılar için Necmettin Erbakan Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümüne ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümüne teşekkür ederim. Ayrıca, tez kapsamında gerçekleştirilen anket çalışmasına katılan katılımcılara ve görüşleriyle çalışmaya değer katan uzmanlara teşekkür ederim.

Hayatım boyunca aldığım her kararda, duruşumda ve bugün geldiğim noktada en büyük paya sahip olan; sevgiyle, emekle ve sabırla kurduğu hayatla bana sağlam bir karakter ve güçlü bir duruş kazandıran anneme, sevgi dolu hatıralarıyla hayatımda her zaman özel bir yeri olan babama, her koşulda sorumluluğu ve sahiplenmeyi bana öğreten abime ve varlığıyla bana güç veren ablama teşekkür ederim.

Bu süreç boyunca desteğini her zaman yanımda hissettiğim, sabrı, anlayışı ve paylaşımlarıyla yükümü hafifleten, zor anlarda sakinliğiyle güç veren ve hayatın güzelliklerini hatırlatarak bu yolculuğu daha anlamlı kılan sevgili eşim Furkan İLÇİN’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tansu ALKAN İLÇİN
KONYA-2026



Anneme,

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Önemi	3
1.2. Tezin Organizasyonu ve Çalışma Diyagramı	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Tarımsal Değerleme ile İlgili Ulusal Çalışmalar	6
2.2. Tarımsal Değerleme ile İlgili Uluslararası Çalışmalar	14
2.3. Konya Kapalı Havzasında Tarımsal Değerleme ile İlgili Çalışmalar.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Çalışma Alanı	22
3.2. Tarım Arazisinin Değerini Etkileyen Faktörlerin Tespiti.....	26
3.3. Metodolojik Temelli Anket Uygulaması	34
3.3.1. Problemin tanımlanması	35
3.3.2. Örneklem sayısının belirlenmesi	36
3.3.3. Soru formunun hazırlanması ve geçerliliğinin değerlendirilmesi.....	37
3.3.4. Anketin uygulanması ve takip çalışmaları.....	39
3.4. Faktör Analizi	40
3.4.1. Veri setinin uygunluğunun test edilmesi	40
3.4.2. Faktör sayısının belirlenmesi	41
3.4.3. Faktörlerin rotasyonu	42
3.4.4. Faktörlerin yorumlanması ve isimlendirilmesi	42
3.5. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	43
3.5.1. Analitik hiyerarşi prosesi	45
3.5.2. İdeal çözüme yakınlığa göre tercih sıralama tekniği	48
3.6. Kümeleme Analizi	51
3.6.1. K-means kümeleme yöntemi	52
3.6.2. Küme sayısının belirlenmesi.....	53
3.6.3. Küme geçerliliğinin test edilmesi	54
3.7. Makine Öğrenmesi Yöntemleri	57
3.7.1. Rastgele orman	57
3.7.2. Yapay sinir ağları.....	59

3.7.3. Destek vektör regresyonu	61
3.7.4. Least-squares boosting.....	62
3.7.5. K katlı çapraz doğrulama	62
3.7.6. Bayes hiper optimizasyonu	63
3.7.7. Shapley katkı açıklamaları	64
3.8. Performans Analizi	65
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	68
4.1. Anket Uygulaması	68
4.1.1. Faktör analizi için anket uygulaması	68
4.1.2. AHP için anket uygulaması	74
4.2. Faktör Analizi Sonucu Elde Edilen Faktörler.....	77
4.3. AHP ile Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	82
4.4. Faktörlere Ait Haritaların Hazırlanması	87
4.4.1. Arazi özellikleri	89
4.4.2. Konumsal ulaşılabilirlik.....	115
4.4.3. Sosyal ve iklimsel özellikler	134
4.4.4. Çevresel riskler	143
4.5. AHP-TOPSIS Tabanlı Tarım Arazilerinin Değer Haritası	151
4.6. Kümeleme Analizi Tabanlı Tarım Arazilerinin Değer Haritası	157
4.7. Makine Öğrenmesi Tabanlı Piksel Bazlı Tarım Arazilerinin Değer Haritası....	168
4.8. Yöntemlerin Uyumluluk Analizi	180
4.9. Tartışma	184
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	186
5.1. Sonuçlar	186
5.2. Öneriler	190
6. KAYNAKLAR	191
EKLER	209

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Çalışma diyagramı.....	5
Şekil 3.1. Konya Kapalı Havzası'nın Türkiye'deki yeri ve havza sınırı	22
Şekil 3.2. Konya Kapalı Havzası alt havzaları	23
Şekil 3.3. Konya Kapalı Havzası illeri	24
Şekil 3.4. Tarımsal faktörlerin literatürde yer alma sıklığı.....	31
Şekil 3.5. Fiziksel faktörlerin literatürde yer alma sıklığı	31
Şekil 3.6. Konumsal faktörlerin literatürde yer alma sıklığı	32
Şekil 3.7. Çevresel ve sosyal faktörlerin literatürde yer alma sıklığı	33
Şekil 3.8. ÇKKV süreci	43
Şekil 3.9. Karar analizi tekniklerinin sınıflandırılması.....	44
Şekil 3.10. AHP hiyerarşik yapısı	45
Şekil 3.11. RO algoritmasının yapısı.....	58
Şekil 3.12. YSA mimarisi.....	59
Şekil 3.13. Yapay sinir ağı hücresi	60
Şekil 3.14. K-katlı çapraz doğrulama sürecinin şematik gösterimi	63
Şekil 4.1. Katılımcıların cinsiyet dağılımları (birinci anket).....	69
Şekil 4.2. Katılımcıların görev yaptıkları il dağılımları (birinci anket).....	69
Şekil 4.3. Katılımcıların meslek gruplarına göre dağılımları (birinci anket)	70
Şekil 4.4. Katılımcıların yaş dağılımları (birinci anket)	70
Şekil 4.5. Katılımcıların eğitim durumu dağılımları (birinci anket).....	71
Şekil 4.6. Katılımcıların mesleki deneyimlerine göre dağılımları (birinci anket).....	71
Şekil 4.7. Katılımcıların taşınmaz değerlendirme alanında deneyimlerine göre dağılımları (birinci anket).....	72
Şekil 4.8. Katılımcıların cinsiyet dağılımları (ikinci anket)	75
Şekil 4.9. Katılımcıların görev yaptıkları il dağılımları (ikinci anket)	75
Şekil 4.10. Katılımcıların yaş dağılımları (ikinci anket)	76
Şekil 4.11. Katılımcıların meslek gruplarına göre dağılımları (ikinci anket).....	76
Şekil 4.12. Katılımcıların eğitim durumu dağılımları (ikinci anket).....	77
Şekil 4.13. Katılımcıların mesleki deneyimlerine göre dağılımları (ikinci anket)	77
Şekil 4.14. Yamaç grafiği	80
Şekil 4.15. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlere ait hiyerarşik yapı	83
Şekil 4.16. Faktörlerin önem sırası	86
Şekil 4.17. Taşlılık durumu faktörü.....	90
Şekil 4.18. Toprak kalitesi faktörü	93
Şekil 4.19. Drenaj durumu faktörü	95
Şekil 4.20. Yer altı su seviyesi faktörü	97
Şekil 4.21. Arazi kullanım kabiliyeti faktörü	99
Şekil 4.22. Toprak yapısı faktörü	103
Şekil 4.23. Sulu ya da kuru olması faktörü.....	105
Şekil 4.24. Su kalitesi faktörü.....	108
Şekil 4.25. Eğim faktörü.....	110
Şekil 4.26. Bakı faktörü.....	112
Şekil 4.27. Tuzluluk durumu faktörü.....	114
Şekil 4.28. Sit alanlarına yakınlık faktörü	116
Şekil 4.29. Su kaynağına yakınlık faktörü.....	118
Şekil 4.30. Diğer sanayi bölgelerine yakınlık faktörü	120
Şekil 4.31. Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık faktörü.....	122
Şekil 4.32. Tren yoluna yakınlık faktörü	124
Şekil 4.33. Gıda sanayine yakınlık faktörü.....	126

Şekil 4.34. İl merkezine yakınlık faktörü	129
Şekil 4.35. İlçe merkezine yakınlık faktörü.....	130
Şekil 4.36. Köy merkezine yakınlık faktörü	131
Şekil 4.37. Anayola yakınlık faktörü.....	133
Şekil 4.38. Su kirliliği faktörü	136
Şekil 4.39. Yağış faktörü	138
Şekil 4.40. Kırsal nüfus faktörü.....	140
Şekil 4.41. Sıcaklık faktörü	142
Şekil 4.42. Afet bölgesine yakınlık (obruk) faktörü	144
Şekil 4.43. Maden yatağına yakınlık faktörü.....	146
Şekil 4.44. Kirlilik kaynağına yakınlık faktörü	148
Şekil 4.45. Fay hatlarına yakınlık faktörü	150
Şekil 4.46. Havza ve tarım arazisi bazlı AHP-TOPSIS tarımsal değer haritaları	155
Şekil 4.47. Elbow grafiğine göre küme sayısı	158
Şekil 4.48. Küme sayısı 4 için elde edilen mekânsal dağılım haritası.....	159
Şekil 4.49. Küme sayısı 5 için elde edilen mekânsal dağılım haritası.....	160
Şekil 4.50. Küme sayısı 6 için elde edilen mekânsal dağılım haritası.....	161
Şekil 4.51. Kümelere ait ortalama z-skorumları ısı haritası	164
Şekil 4.52. Bağımsız değişkenlere (faktörlere) ait korelasyon matrisi.....	169
Şekil 4.53. Modellere ait regresyon eğrileri	173
Şekil 4.54. Test verisi için modellere ait tahmin değerleri	174
Şekil 4.55. RO modeli için SHAP değerleri	176
Şekil 4.56. RO ve YSA ile tarımsal değer haritaları	177
Şekil 4.57. DVR ve LSBoost ile tarımsal değer haritaları.....	178
Şekil 4.58. Yöntemlerin mekânsal karşılaştırılması	181
Şekil 4.59. Küme bazlı birim değer, AHP-TOPSIS ve RO ortalamaları.....	182
Şekil 4.60. Küme bazlı birim değer, AHP-TOPSIS ve RO dağılımı.....	183

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1. Konya Kapalı Havzasında illerin alansal dağılımı	24
Çizelge 3.2. Konya Kapalı Havzasında yer alan ilçeler	25
Çizelge 3.3. Tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin literatürdeki yeri	26
Çizelge 3.4. Tarım arazisi değerini etkileyen faktörler	30
Çizelge 3.5. Örneklem büyüklüğü ile ilgili görüşler	37
Çizelge 3.6. Cronbach alfa (α) katsayısının yorumlanması.....	38
Çizelge 3.7. Güvenilirlik analizi sonuçları	38
Çizelge 3.8. KMO ölçütünün yorumlanması.....	41
Çizelge 3.9. AHP ikili karşılaştırma ölçeği	46
Çizelge 3.10. Rassallık indeksi değerleri.....	48
Çizelge 3.11. Aktivasyon fonksiyonları	60
Çizelge 4.1. KMO ve Bartlett testi sonuçları.....	78
Çizelge 4.2. Toplam açıklanan varyans.....	79
Çizelge 4.3. Rotasyonlu faktör matrisi	81
Çizelge 4.4. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin ağırlıkları	85
Çizelge 4.5. Katılımcılara ait tutarlılık oranları.....	87
Çizelge 4.6. Faktörlere ait veri setleri ve kaynakları	88
Çizelge 4.7. TKİ parametreleri ve ağırlıkları	91
Çizelge 4.8. TKİ sınıfları ve tanımları.....	92
Çizelge 4.9. Sulama suyu kalitesi kriterleri ve sınıfları.....	107
Çizelge 4.10. Eğim sınıfları	109
Çizelge 4.11. Tarım arazisi değerine etki eden faktörlerin sınıflandırılması ve puanlanması	151
Çizelge 4.12. Küme geçerliliği ölçütleri.....	162
Çizelge 4.13. Kümelere ait ortalama z-skorumları	163
Çizelge 4.14. VIF testi sonuçları	170
Çizelge 4.15. Bayes optimizasyonunda kullanılan hiper parametre arama ayarları.....	171
Çizelge 4.16. Bayes optimizasyonu ile elde edilen en iyi hiper parametre değerleri...	171
Çizelge 4.17. Modellerin performans karşılaştırması.....	172
Çizelge 4.18. Makine öğrenmesi tabanlı değerlendirme sürecine ilişkin sözde kod	175

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A	Alüvyal Topraklar
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Kahverengi Topraklar
Be	Berilyum
C	Kestanerengi Topraklar
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Ç	Tuzlu-Alkali Topraklar
ÇK	Çıplak Kayalar
D	Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar
E	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar
Fe	Demir
H	Hidromorfik Alüvyal Topraklar
HCO ₃	Bikarbonat
k	Küme Sayısı
K	Kolüvyal Topraklar
L	Regosoller
M	Kahverengi Orman Toprakları
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları
Ni	Nikel
NO ₃ -N	Nitrat-azot
O	Organik Topraklar
Pb	Kurşun
R	Rendzinalar
S	Alüvyal Sahil Bataklıkları
Se	Selenyum
T	Kırmızı Akdeniz Toprakları
U	Kireçsiz Kahverengi Topraklar
V	Vertisoller
Z	Sierozemler
Zn	Çinko
α	Cronbach Alfa
λ	Temel Değer
R^2	Belirlilik Katsayısı

Kısaltmalar

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analytic Network Process
B	Batı

BTG	Büyük Toprak Grubu
BWM	Best-Worst Method
CART	Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	Tutarlılık İndeksi
COD	Coefficient of Dispersion
CORINE	Coordination of Information on the Environment
CR	Tutarlılık Oranı
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
D	Doğu
DEMATEL	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
DSİ	Devlet Su İşleri
DVR	Destek Vektör Regresyonu
EC	Elektriksel İletkenlik
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Reality
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GIA	Gri İlişkisel Analiz
GZFT	Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler
HPI	Heavy Metal Pollution Index
IAAO	International Association of Assessing Officers
IWQI	Irrigation Water Quality Index
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
LOQ	Limit of Quantification
LSBoost	Least-Squares Boosting
MAE	Mean Absolute Error
MEDALUS	Mediterranean Desertification and Land Use
MTA	Maden Tetkik ve Arama
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PRD	Price-Related Differential
RI	Rassallık İndeksi
RMSE	Root Mean Square Error
RO	Rastgele Orman
SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
SHAP	SHapley Additive exPlanations
SKA	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TDS	Toplam Çözünmüş Katılar
TKİ	Toprak Kalite İndeksi
TOPSIS	İdeal Çözüme Yakınlığa Göre Tercih Sıralama Tekniği
TRGM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
USGS	United States Geological Survey
VIF	Variance Inflation Factor
VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

WCSS
YSA:

Within-Cluster Sum of Squares
Yapay Sinir Ağları



1. GİRİŞ

Arazi hem bir üretim faktörü hem de tarımsal üretim sürecinin temel bir bileşenidir (Raufu, 2010). Ekonomik bir değere sahip olmasının yanı sıra toplum faaliyetlerinin yürütüldüğü mekânı oluşturması, işletmeler için kuruluş yeri niteliğini taşıması ve bünyesinde yer alan doğal kaynaklar ile servet kaynağı niteliği taşıması açısından önemli bir kaynaktır (Tanrıvermiş, 2016).

Arazinin değeri, zaman içinde farklı dinamiklerin etkisiyle değişim göstermektedir. Teknolojik gelişmeler, nüfus artışı ve arazi verimliliğinde yaşanan artışlar, arazinin değerinin artmasına yol açmaktadır (Amirtaimoori, 2018). Özellikle tarım arazileri, sınırlı ve yenilenemeyen bir kaynak olmaları nedeniyle, yalnızca üretim potansiyelleri açısından değil, aynı zamanda ekonomik değerleri bakımından da dikkatle ele alınması gereken alanlar arasında yer almaktadır. Bu durum, tarım arazilerinin değerlemesini, farklı amaçlara hizmet eden ve çok sayıda paydaş açısından önem taşıyan dinamik bir alan hâline getirmektedir.

Arazinin ekonomik değerinin belirlenmesi arazi kullanım kararlarının yönlendirilmesi, tarımsal politikaların oluşturulması ve kamusal uygulamaların planlanması açısından önemlidir. Bu nedenle tarım arazilerinin değerlemesi, günümüzde yalnızca teknik bir hesaplama süreci değil; sürdürülebilir arazi yönetimi ve planlama yaklaşımlarıyla doğrudan ilişkili stratejik bir değerlendirme alanıdır.

Tarım arazilerinin yapısal ve mekânsal açıdan heterojen bir karaktere sahip olması değerlendirme sürecinin nesnel ve sistematik bir çerçevede ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Her bir tarım arazisi, bulunduğu çevre, kullanım şekli ve sahip olduğu nitelikler bakımından farklılık göstermekte; bu durum, değer üzerinde etkili olan faktörlerin de değişkenlik göstermesine yol açmaktadır. Bu faktörlerin matematiksel olarak ifade edilerek değerlendirme sürecine dâhil edilmesi, objektif bir tarımsal değerlendirme yaklaşımı açısından önem taşımaktadır (Bayramoğlu ve Özdemir, 2021). Öte yandan tarım arazilerinin değerini azaltan ya da artıran faktörlerin tespit edilmesi arazi talebinin yönü ve yatırım kararlarının şekillenmesi bakımından da belirleyici olabilmektedir (Çınar vd., 2018). Ancak bu faktörlerin etkileri, bölgesel koşullara ve yerel dinamiklere bağlı olarak farklılaşmakta; aynı faktör, farklı yörelerde ya da farklı kullanıcılar açısından değişen düzeylerde etki gösterebilmektedir. Bu nedenle değerlendirme sürecinde karşılaşılan en kritik aşamalardan biri, değer üzerinde etkili olan faktörlerin doğru şekilde tanımlanması ve bu faktörlerin değere olan katkılarının tutarlı bir şekilde ortaya konulmasıdır.

Değerleme süreçlerinde kullanılan birçok yöntem bulunmakta olup, bu yöntemler genel olarak geleneksel, istatistiksel ve modern yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır (Alkan ve Durduran, 2021). Tekil değerlemede geleneksel değerlendirme yöntemleri kullanılırken, toplu değerlendirme çalışmalarında istatistiksel ve modern yöntemler kullanılmaktadır (Kayalık ve Polat, 2023). Geleneksel yöntemlerin özellikle geniş alanları kapsayan toplu taşınmaz değerlendirme çalışmalarında yetersiz kalması modern değerlendirme yöntemlerinin kullanılmasına sebep olmaktadır.

Tarım arazilerinin değerlemesi uygulamalarında, değerlemenin çoğunlukla tekil birimler üzerinden ele alınması, geniş alanlarda ortaya çıkan mekânsal desenlerin ve alan genelindeki farklılıkların bütüncül şekilde değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Bu durum, tarım arazilerinin değerlendirme çalışmalarının mekânsal ölçekte ve çok boyutlu bir yaklaşımla ele alınmasını gerekli kılmaktadır. İstatistiksel temelli ve modern analiz yaklaşımları, çok sayıda faktörün birlikte değerlendirilmesine olanak tanıyarak, tarım arazilerinin toplu ve alansal olarak değerlemesini sağlamaktadır. Bu yaklaşımlar kapsamında, uzman görüşüne dayalı değerlendirmeler, benzer özellikler gösteren alanların gruplandırılması ve veri temelli tahmin modelleri aracılığıyla tarım arazilerinin değerinin farklı boyutlarının birlikte ele alınması mümkün olmaktadır.

Tarım arazilerinin değerlemesine ilişkin bu tür çok boyutlu analizlerin uygulanabilmesi, fiziksel, çevresel ve konumsal nitelikteki verilerin mekânsal bütünlük içerisinde birlikte ele alınabildiği bir analiz ortamını gerekli kılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), tarım arazilerine ilişkin farklı veri katmanlarının ortak bir mekânsal yapı içerisinde analiz edilmesine olanak sağlayarak, tarım arazilerinin değerlemesinde istatistiksel ve modern yaklaşımların alan genelinde uygulanmasını destekleyen temel bir altyapı sunmaktadır.

Tarım arazilerinin sürdürülebilir şekilde kullanımı, yalnızca üretim faaliyetlerinin devamlılığıyla değil, aynı zamanda işlevsel ve dengeli bir arazi piyasasının varlığıyla da yakından ilişkilidir. Arazi arzının doğal sınırları, tarım işletmelerinin sermaye yapısındaki kısıtlar ve arazi değerlerinde zaman içinde ortaya çıkan değişimler, tarım arazilerinin ekonomik değerinin doğru şekilde belirlenmesini giderek daha önemli hâle getirmektedir. Bu çerçevede tarım arazilerinin değerlendirilmesi, güncel tarım politikalarının şekillendirilmesi, yatırım kararlarının yönlendirilmesi ve arazi kullanımına ilişkin karar süreçlerinin desteklenmesi açısından kritik bir değerlendirme alanı olarak öne çıkmaktadır.

1.1. Tezin Amacı ve Önemi

Bu tez çalışmasının amacı, tarım arazilerinin sürdürülebilir değerlemesine yönelik olarak, arazi değerini etkileyen çok boyutlu faktörlerin mekânsal karar destek sistemleri ile analiz edilmesi ve havza ölçeğinde farklı yöntemler kullanılarak tarım arazilerinin değer haritalarının üretilmesidir. Bu doğrultuda hem Konya Kapalı Havzası özelinde hem de tarımsal değerlendirme literatürü genelinde alan bazlı, çok kriterli ve mekânsal bütünlüğü esas alan bir yaklaşımın geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Konya Kapalı Havzası, Türkiye'nin önemli tarımsal üretim alanlarından biridir. Bu alanda yapılan tarımsal değerlendirme çalışmaları parsel bazlı yaklaşımlarla ele alınarak genellikle belirli faktör gruplarına odaklanmakta olup, havza genelindeki geniş mekânsal çeşitliliğin bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesine yönelik alan bazlı yaklaşımlar sınırlı kalmıştır. Bu durum, havza ölçeğinde bütünlük bir değerlendirme perspektifine duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Bu tez çalışması, söz konusu boşluğu gidermek amacıyla geliştirilen kapsamlı faktör seti ve çok aşamalı analitik yapısı ile özgün bir katkı sunmaktadır. Çalışmada kullanılan faktörler, mevcut tarımsal değerlendirme çalışmalarından derlenmiş ve uzman görüşleri doğrultusunda güncellenerek genişletilmiştir. Böylece tarım arazilerinin değerini belirleyen tarımsal, konumsal, iklimsel, sosyal ve çevresel özelliklerin birlikte ele alındığı kapsamlı bir faktör yapısı oluşturulmuştur.

Havza bazında tarım arazilerinin değerlemesine yönelik modeller, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve İdeal Çözümeye Yakınlığa Göre Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS), çok boyutlu veri analizlerinde denetimsiz öğrenme yöntemi olan K-means kümeleme analizi ile yapay zekâ temelli makine öğrenmesi yöntemleri olan Rastgele Orman (RO), Yapar Sinir Ağları (YSA), Destek Vektör Makineleri (DVR) ve Least-Squares Boosting (LSBoost) yaklaşımlarının bütüncül bir şekilde kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Bu kapsamda, uzman görüşü alınarak AHP ile belirlenen önem ağırlıkları TOPSIS yönteminde kullanılarak tarımsal değer indeksi oluşturulmuştur. Bu yöntemsel bütünlük, çalışma alanının tamamında çok faktörlü yapıyı yansıtan bir değer haritasının üretilmesine imkân sağlamıştır.

Kümeleme analizlerinden biri olan ve büyük verilerde sağladığı işlem hızı nedeniyle en yaygın kullanılan K-means yöntemi ile aynı faktör seti üzerinden tarım arazilerinin benzer özelliklere sahip gruplar hâlinde sınıflandırılması sağlanmış ve havza genelindeki tarımsal değer örüntüleri mekânsal olarak sunulmuştur.

Makine öğrenmesi yaklaşımları ile satış değeri bilinen parsellerden elde edilen veriler doğrultusunda piksel düzeyinde tahmini değer haritaları üretilmiştir. Bu yöntem, tarım arazilerinin değerinin mekânsal açıdan süreklilik gösteren bir yapı içerisinde modellenmesini ve havza genelindeki değer dağılımının görselleştirilmesini sağlamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma; tarımsal değerlemede alan bazlı bir metodoloji geliştirmesi, kapsamlı bir faktör setiyle bütüncül bir değerlendirme çerçevesi sunması ve çok kriterli karar verme yöntemlerine, kümeleme analizine ve makine öğrenmesine dayalı değerlendirmeleri bir arada ele alarak güçlü bir karar destek yapısı oluşturması bakımından literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

1.2. Tezin Organizasyonu ve Çalışma Diyagramı

Bu tez çalışması, Konya Kapalı Havzası'nda tarımsal değerlemeye yönelik olarak kullanılan yöntemleri, veri setlerini ve elde edilen sonuçları sistematik bir yapıda sunacak şekilde beş ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölüm, tarımsal değerlemeye ilişkin genel çerçeve sunulmakta ve çalışmanın amacı ve önemi ortaya konulmaktadır.

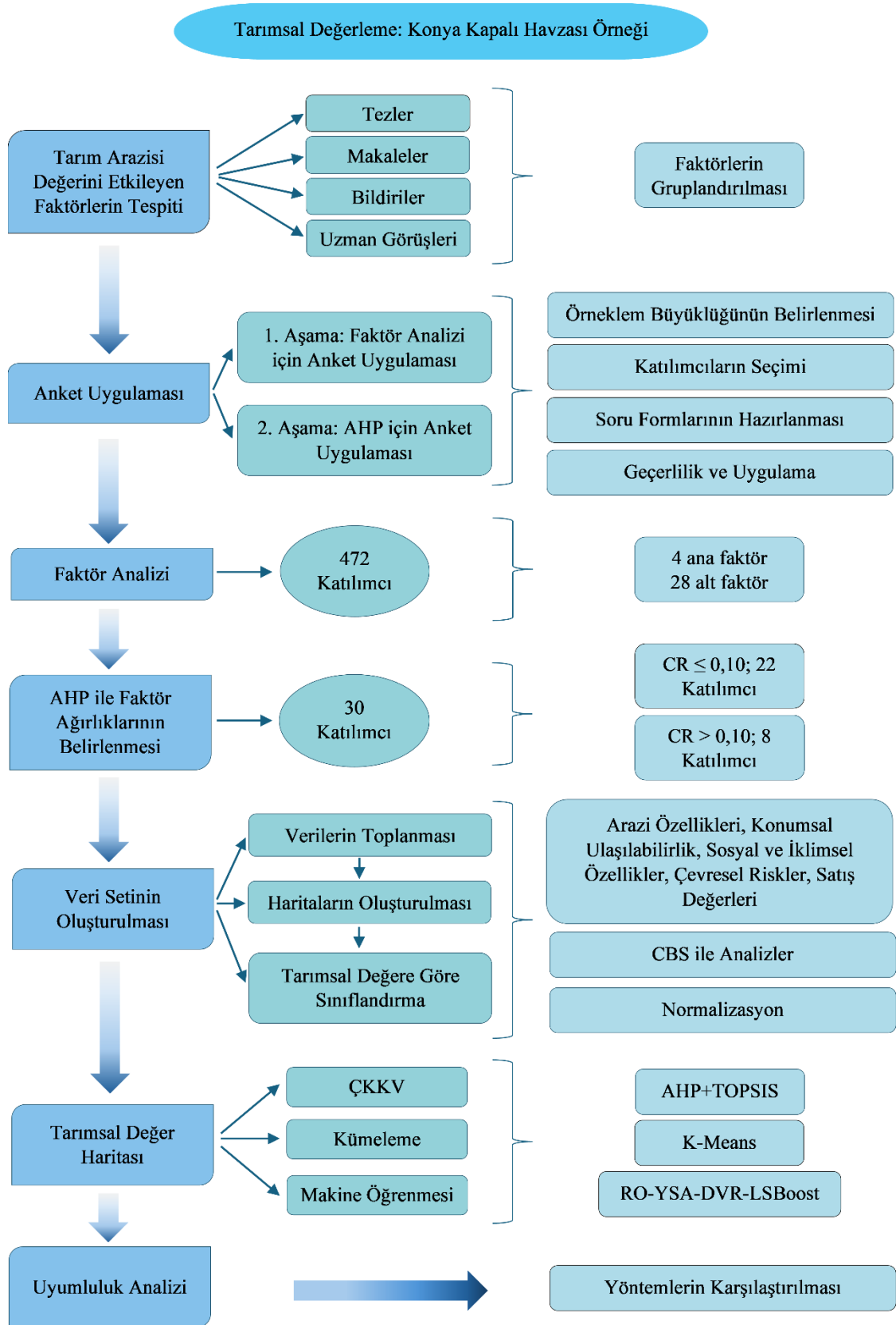
İkinci bölümde, tarımsal değerlemeye ilişkin literatür yer almaktadır. Ulusal ve uluslararası çalışmalar ile Konya Kapalı Havzası özelindeki araştırmalar ayrı başlıklar altında değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde, araştırmanın materyali ve yöntemleri açıklanmıştır. Çalışma alanı hakkında bilgi verdikten sonra tarım arazisine etki eden faktörlerin belirlenmesi, metodolojik temelli anket uygulaması, faktör analizi, çok kriterli karar verme yöntemleri (AHP, TOPSIS), kümeleme analizi (K-means) ve makine öğrenmesi yöntemleri (RO, YSA, DVR ve LSBoost) ve performans metrikleri açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, anket sonuçları, faktör analizi sonucu elde edilen faktörler, AHP ile belirlenen önem ağırlıkları, faktör haritaları ile TOPSIS, kümeleme analizi ve makine öğrenmesi tabanlı değer haritaları sunulmaktadır. Ayrıca yöntemler arası karşılaştırmalar ve havza genelindeki tarımsal değer örüntülerine ilişkin değerlendirmeler bu bölümde ele alınmaktadır.

Beşinci bölüm, çalışmanın sonuçlarını ve geleceğe yönelik önerilerini içermektedir. Tezin sonunda kaynakça ve uygulanan anketlerin sunulduğu ekler bölümleri yer almaktadır.

Tez çalışmasının, çalışma diyagramı Şekil 1.1'de sunulmuştur.



Şekil 1.1. Çalışma diyagramı

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, tarım arazilerinin değerlemesine yönelik literatür üç ana başlık altında incelenmiştir. İlk olarak Türkiye’de yürütülen ulusal çalışmalar ele alınmış; bu kapsamda tarımsal değerlendirme yöntemleri, tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi, kapitalizasyon oranının hesaplanması ve meyve bahçeleri ile belirli ürün gruplarına yönelik değerlendirme çalışmaları incelenmiştir. İkinci olarak, uluslararası ölçekte gerçekleştirilen araştırmalar incelenmiş; bu kapsamda farklı ülkelerde tarım arazilerinin değerlemesinde kullanılan yöntemsel yaklaşımlar, yararlanılan veri kaynakları ve değerlendirmeye esas alınan faktörler genel bir çerçevede ele alınmıştır. Son olarak, tezin çalışma alanını oluşturan Konya Kapalı Havzası’na ilişkin literatür, doğrudan bölgeye odaklanması nedeniyle kapsam ve içerik bakımından ayrı bir başlık altında incelenmiştir. Bu sınıflandırma ile hem ulusal ve uluslararası literatürdeki eğilimler belirlenmiş hem de Konya Kapalı Havzası özelinde yapılan çalışmaların kapsamı netleştirilmiştir.

2.1. Tarımsal Değerleme ile İlgili Ulusal Çalışmalar

Türkiye’de tarım arazilerinin değerlemesine yönelik çalışmalar incelendiğinde, farklı yaklaşımların benimsendiği görülmektedir. Literatürde büyük ölçüde kapitalizasyon oranının hesaplanmasına dayalı araştırmalar yer almakta olup bu çalışmalarda çoğunlukla anket verilerinden yararlanılarak kuru-sulu arazi ya da mülk-kiracı-ortakçı işletmeciliği ayrımları üzerinden oran farklılıkları ortaya konulmaktadır. Bunun yanı sıra, gelir, pazar ve maliyet esaslı klasik tarımsal değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Arazi değerini etkileyen fiziksel, konumsal ve sosyoekonomik faktörlerin ele alındığı çalışmalarda faktör analizi, hedonik modeller ve regresyon temelli yaklaşımlar kullanılmaktadır. Son yıllarda ise yapay sinir ağları, çoklu doğrusal regresyon, çok kriterli karar verme ve kümeleme yöntemlerine dayalı farklı değerlendirme yaklaşımlarının uygulandığı araştırmalar öne çıkmaktadır. Ayrıca meyve bahçeleri, seralar ve belirli ürün gruplarına yönelik değerlendirme çalışmaları da literatürde yer almaktadır.

Aktaş (2000), tarafından Tokat ili Niksar ovasında 86 tarım işletmesi ile anket yapılmış ve elde edilen veriler 1998-1999 üretim dönemini kapsamaktadır. Kapitalizasyon oranı mal sahibi tarafından işletilen sulu tarım arazilerinde %5,90, kiracılıkla işletilen sulu tarım arazilerinde ise %6,01 olarak tespit edilmiştir.

Hurma (2000), tarafından 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu kapsamında kullanılan gelir yönteminin sanayi ve kentsel gelişim sonrası tarım arazisi olma özelliğini kaybetmiş arazilerde kullanılmasındaki güçlükler araştırılmıştır. Tekirdağ ili bölgesel gelişmişlik, turizm ve tarım sistemi dikkate alınarak beş bölgeye ayrılmıştır. 135 üretici ile yapılan anketlerle veri elde edilmiştir. Kapitalizasyon oranı sulu ve kuru araziler için hesaplanmış, gelir ve pazar değeri yöntemine göre değer belirlenmiştir. Arazi değerine etki eden faktörler çoklu regresyon analizi ile incelenmiştir.

Engindeniz (2001), tarafından Beydağ Barajı'nın göl alanında yer alan tarım arazilerinin kamulaştırılması kapsamında kullanılabilecek kapitalizasyon oranının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Baraj yöresinde yakın zamanda satışı yapılan 10 arazi tespit edilmiş ve veriler 2000 yılında üreticilerden anket yolu ile elde edilmiştir. Araştırma sonucu kapitalizasyon oranı %4,48 olarak hesaplanmıştır.

Aslan (2002), tarafından Tokat ili Artova ilçesinde 98 tarım işletmesi ile yapılan anket çalışması sonucu 2000-2001 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre kapitalizasyon oranı mülk işletmeciliği yapılan kuru tarım arazilerinde %6,19, sulu tarım arazilerinde %7,38 ve ortalama %6,48 olarak hesaplanmıştır.

Engindeniz (2003), tarafından İzmir ili Tire ilçesinde incir bahçelerinin değerlendirilmesi amacıyla 52 işletme sahibi ile anket yapılarak veri elde edilmiştir. İncir bahçelerinin değerleri, gelir ve pazar değeri yöntemleri ile belirlenmiştir. Geçmiş ve gelecek değerler yöntemlerinden ise ağaçlı değer belirlenmesinde yararlanılmıştır. Kapitalizasyon oranı %5,56 olarak hesaplanmış ve %6, 7, 8 ve 9 oranları kullanılarak değerlendirme çalışması yapılmıştır.

Oğuz ve Ünal (2004), tarafından Konya ili Çumra ilçesinde 35 tarım işletmesi ile anket yolu ile veri elde edilmiştir ve kapitalizasyon oranı sulu tarım arazilerinde %5,2 olarak hesaplanmıştır.

Aydın (2007), tarafından Tokat ili Zile ilçesi ova arazilerinde mülk işletmeciliği yapılan kuru ve sulu tarım arazilerinde kullanılabilecek kapitalizasyon oranının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 87 tarım işletmesi ile anket yoluyla 2004-2005 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre kapitalizasyon oranı kuru tarım arazilerinde %3,06, sulu tarım arazilerinde %5,17 ve genel ortalama %4,13 olarak tespit edilmiştir.

Engindeniz (2007), tarafından Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde antepfıstığı arazilerinin değerinin belirlenmesi amacıyla farklı kurumlardan 2006 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Çıplak ve ağaçlı arazi değeri ile yaşlara göre ağaç değerlerinin

tespit edilmesinde gelir yönteminden yararlanılmıştır. Geçmiş değerler yöntemi ise ağaçlı değerlerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Kapitalizasyon oranı %5 olarak hesaplanmış ve ayrıca %3-4 oranları ile değerlendirilmiştir.

Hurma (2007), tarafından çevre kalitesinin tarım arazisi değerine etkisini incelemek amacıyla Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne illeri ile ilçelerine bağlı köylerde 312 üretici ile anket yapılarak veri elde edilmiştir. Tarım arazisi değeri üzerinde çevre kalitesinin etkileri hedonik yöntem ile tarım arazilerinin talebini belirleyen faktörler ise kümeleme analizi ve faktör analizi ile değerlendirilmiştir.

Vural ve Fidan (2009), tarafından arazi değerini etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla Bursa ili Karacabey ilçesinde anket yoluyla 54 işletmeden veri temin edilmiş ve değeri etkileyen faktörler hedonik yöntem kullanılarak analiz edilmiştir.

Avcı (2010), tarafından Tokat ili Pazar ilçesinde mülk işletmeciliği yapılan sulu tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 79 tarım işletmesi ile anket yapılarak 2008-2009 üretim dönemine ait veriler elde edilmiş ve kapitalizasyon oranı %4,38 olarak hesaplanmıştır.

Engindeniz vd. (2010), tarafından Manisa ili Gördes ilçesinde zeytin bahçelerinin değerlemesi amacıyla 55 işletme sahibi ile anket yapılarak 2008 üretim dönemini kapsayan veriler elde edilmiştir. Zeytin bahçelerinin değerinin tespit edilmesinde gelir yöntemi ve ağaçlı değerlerin belirlenmesinde geçmiş değerler yöntemi kullanılmıştır. Kapitalizasyon oranı %5,32 olarak hesaplanmıştır.

Ereeş (2010), tarafından İzmir ili Menderes ilçesinde seraların değerlendirilmesi amacıyla 61 işletme ile anket yapılmış ve 2008-2009 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Maliyet ve gelir yöntemleri sera değerinin tespit edilmesinde kullanılmıştır. Geçmiş ve gelecek değerler yöntemleri ise farklı yaşlardaki seraların değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Kapitalizasyon oranı %4,74 olarak tespit edilmiş ve yuvarlanarak %5 olarak kullanılmıştır. Ayrıca %6 kapitalizasyon oranı ile de değerlendirme çalışması yapılmıştır.

Baştürk (2011), tarafından Samsun ili Lâdik ilçesinde 86 tarım işletmesi ile yapılan anket sonucunda 2009-2010 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre kapitalizasyon oranı mülk işletmeciliği yapılan kuru tarım arazilerinde %4,38, sulu tarım arazilerinde %5,06 ve genel ortalama %4,55 olarak hesaplanmıştır.

Koç (2011), tarafından Kırıkkale ili Keskin ilçesinde tarım arazisinin değerinde etkili olan faktörleri ve bu faktörlerin etki derecelerini belirlemek için anket yoluyla 1148

arazi sahibinden veri elde edilmiştir. Bu verilerin yüzde değişim oranları baz alınarak iki aşamalı bir uygulama yapılmıştır. İki aşamalı tahmin yöntemi olan Engle-Granger ile genelden özele modelleme yöntemine benzer bir yöntem kullanılmıştır.

Okan (2013), tarafından İzmir ili Selçuk ilçesinde şeftali bahçelerinin değerlemesi amacıyla 86 işletme ile anket yapılmış ve 2011 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Pazar değeri ve gelir yöntemleri kullanılarak şeftali bahçelerinin değeri tespit edilmiştir. Geçmiş ve gelecek değerler yöntemleri ise ağaçlı değerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Kapitalizasyon oranı %5,75 olarak belirlenmiştir. Şeftali bahçelerinin değerlemesinde ise %6-7 oranları ile hesaplama yapılmıştır.

Öztürk Çoşar (2013), tarafından İzmir ili Menemen ilçesinde sulu tarım arazilerinin değerlemesi amacıyla 89 işletme sahibi ile anket yapılmıştır. Bu kapsamda kapitalizasyon oranı %5,63 olarak tespit edilmiştir. Gelir ve pazar değeri yöntemleri kullanılarak arazi değerleri tespit edilmiştir. Faktör analizi ve hedonik yöntem ise faktörlerin incelenmesinde kullanılmıştır.

Başer (2015), tarafından Samsun ili Lâdik ilçesinde arazi değerini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla anket çalışması ile 72 parselde ait veriler elde edilmiştir. Hedonik yöntem faktörlerin analizinde kullanılmış ve en önemli faktör arazinin sulanma durumu olarak tespit edilmiştir.

İncir (2015), tarafından Tokat ili Çevreli beldesinde 2011-2012 üretim dönemine ait veriler anket yoluyla 74 tarım işletmesinden elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre kapitalizasyon oranı mülk sahibi tarafından işletilen kuru tarım arazilerinde %4,30 ve sulu tarım arazilerinde %4,76 olarak tespit edilmiştir.

Karakayacı (2015), tarafından AHP yöntemi kullanılarak tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Çalışmada, arazinin genişliği, türü, geliri, verimi, şekli, yerleşim yerlerine ve yola olan uzaklığı dikkate alınmıştır ve tarım arazisinin değerini etkileyen en önemli faktör yerleşim yerine olan uzaklık olarak tespit edilmiştir.

Subaşı Kaplan (2015), tarafından Şanlıurfa ili Harran ovasında anket yoluyla 81 işletmeden veri elde edilmiştir. Kullanılabilir kapitalizasyon oranı %2 olarak tespit edilmiştir. Tarım arazilerinin opsiyon değerlerinin belirlenmesinde %5 kapitalizasyon oranı kullanılmıştır.

Gündoğmuş ve Uyar (2016), tarafından Aydın ili Nazilli ilçesinde kestane bahçelerinin değerlemesi amacıyla 30 işletme ile anket yapılmış ve 2012 üretim dönemine ait veriler derlenmiştir. Gelir ile geçmiş değerler yöntemleri kestane

bahçelerinin ve birim ağaç değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Kapitalizasyon oranı %6,42 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca %6-7 kapitalizasyon oranı kullanılarak değerlendirme çalışması yapılmıştır.

Aksu (2017), tarafından tarım arazisinin değerini etkileyen faktörleri araştırmak amacıyla Manisa ili Kırkağaç ilçesi 164 işletme ile anket yapılarak 2014 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Faktörlerin değerlendirilmesinde hedonik yöntem kullanılmış ve parsel genişliği, parsel endeksi, gayrisafi üretim değeri, nüfus ve parselin sulanma durumunun arazi değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Gündoğmuş ve Taşçı (2017), tarafından Denizli ili Çivril ilçesinde hünnap bahçelerinin değerlemesi amacıyla 35 işletme ile anket yapılmış ve elde edilen veriler 2015 üretim dönemini kapsamaktadır. Gelir yöntemi ile geçmiş değerler yöntemi hünnap bahçesi ve birim ağaç değerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bölgede hünnap bahçesi gibi meyve bahçesi satışı yapılmadığı için kapitalizasyon oranı sulu (%5,83) ve kuru (%5,03) tarım arazileri için tespit edilmiştir. Hünnap bahçelerinde %6, %6,5 ve %7 kapitalizasyon oranlarına göre değerlendirme çalışması yapılmıştır.

İnan (2017), tarafından İstanbul ili Silivri ilçesinde ceviz arazilerinin değerlemesi amacıyla 48 işletme ile anket yapılarak veri elde edilmiştir. Pazar değeri ve gelir yöntemleri ceviz arazilerinin değerini belirlemede kullanılmıştır. Geçmiş ve gelecek değerler yöntemlerinden ise ağaçlı değer belirlenmesinde yararlanılmıştır. Kapitalizasyon oranı %3,54 olarak hesaplanmış fakat %4-5 oranları esas alınarak değerlendirme çalışması yapılmıştır.

Öztürk vd. (2017), tarafından İzmir ili Ödemiş, Bergama, Bayındır, Tire ve Torbalı ilçelerinde sulu tarım arazilerinin değerlemesi için 90 işletme ile anket yapılmıştır. Pazar değeri ve gelir yöntemleri kullanılarak arazi değeri tespit edilmiştir. Kapitalizasyon oranı; Ödemiş ilçesinde %4,09, Bergama ilçesinde %5,78, Bayındır ilçesinde %4,01, Tire ilçesinde %6,65 ve Torbalı ilçesinde %5,79 olarak hesaplanmıştır. Faktörlerin değerlendirilmesinde hedonik yöntem kullanılmıştır.

Bayındır (2018), tarafından enerji nakil hattı kamulaştırmaları kapsamında kamulaştırma sürecinde karşılaşılan sorunları ve kamulaştırma değerinin tespitinde kullanılan yöntemleri incelemek amaçlanmaktadır. Erzincan ili Üzümlü ilçesinde inşa edilmiş olan, Solperen-Üzümlü hidroelektrik santrali arasındaki enerji nakil hattına ait tesislerin isabet ettiği arazilerin tamamına yakını tarım arazisidir ve değerlendirme çalışmalarında net gelir yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda arazilerin net gelirleri hesaplanmış, bölgedeki arazilere ilişkin yakın zamanda gerçekleşmiş satış ve ipotek

işlemleri tespit edilmiş, kapitalizasyon oranları hesaplanmış ve böylece arazilerin kamulaştırma değerleri tespit edilmiştir. Arsa vasıflı taşınmazların kamulaştırma bedelinin tespitine yönelik ise karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır.

Çınar vd. (2018), tarafından Aydın ili Nazilli, Koçarlı ve Söke ilçelerinde tarım arazilerinin değerini ve değere etki eden faktörleri tespit etmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda anket yoluyla 150 işletmeden veri elde edilmiştir. Arazilerin değeri pazar yöntemi ile belirlenmiş ve hedonik yöntem faktör analizinde kullanılmıştır.

Dağdemir vd. (2018), tarafından Ağrı ili Merkez ilçesinde kuru tarım, sulu tarım ve çayır arazilerinde kapitalizasyon oranının hesaplanması amacıyla 50 köy muhtarından anket yoluyla 2013 yılı verileri elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre kapitalizasyon oranı kuru tarım arazilerinde %5,70, sulu tarım arazilerinde %5,31 ve çayır arazilerinde %6,33 olarak hesaplanmıştır.

Kalyoncu (2018), tarafından Bayburt ili Merkez ilçesinde tarım arazileri için kapitalizasyon oranının belirlenmesi amaçlanmıştır. 80 tarım işletmesi ile anket yoluyla veri elde edilmiş ve elde edilen veriler 2016-2017 üretim dönemine aittir. Kapitalizasyon oranı mülk sahibi tarafından işletilen kuru tarım arazilerinde %5,04 ve sulu tarım arazilerinde %5,38, ortaklıkla işletilen kuru tarım arazilerinde %7,10 ve sulu tarım arazilerinde %6,18 ve kiracılıkla işletilen kuru tarım arazilerinde %4,18 ve sulu tarım arazilerinde %4,71 olarak hesaplanmıştır. Araştırma bölgesi için ortalama kapitalizasyon oranları ise kuru tarım arazilerinde %4,42, sulu tarım arazilerinde %4,67 ve genel ortalama %4,64 olarak tespit edilmiştir.

Yalçın vd. (2018), tarafından Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesinde kapitalizasyon oranının tespit edilmesi amacıyla arazi satışı gerçekleştiren 40 işletmeden anket yolu ile veri elde edilmiştir ve 2013 üretim dönemi esas alınmıştır. Kuru tarım arazilerinde %5,75 ve sulu tarım arazilerinde %4,85 olarak kapitalizasyon oranı hesaplanmıştır.

Başaran (2019), tarafından kentsel saçaklanmanın tarım arazilerindeki etkisi araştırılmıştır. Aydın ili Efeler ilçesinde 2016 üretim dönemine ait veriler 73 işletmeden elde edilmiştir. Kapitalizasyon oranı %5,23 olarak belirlenmiş ve pazar değeri ve gelir yöntemleri değerlendirme uygulamasında kullanılmıştır. Faktör analizi ve hedonik yöntemle değeri etkileyen faktörler analiz edilmiştir.

Başer vd. (2019), tarafından Samsun ili Lâdik ilçesinde arazi değerini etkileyen faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkilerini belirlemek amaçlanmaktadır. 56 işletme ile anket yapılarak veri elde edilmiştir. Arazi değerini etkileyen faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkilerini belirlemek için Path analizi kullanılmıştır.

Sert (2019), tarafından Çorum İli Mecitözü ilçesindeki 66 tarım işletmesi ile yapılan anket sonucu 2017-2018 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre kapitalizasyon oranı mülk işletmeciliği yapılan kuru tarım arazilerinde %5,37 ve sulu tarım arazilerinde %4,76 olarak tespit edilmiştir.

Susam (2019), tarafından İzmir ili Bergama ilçesinde Yortanlı barajının tarım arazilerine etkisi araştırılmıştır. Anket yolu ile 87 işletmeden veri elde edilmiştir. Kapitalizasyon oranı %4,13 olarak belirlenmiştir. Gelir ve pazar değeri yöntemleri değerlemede kullanılmıştır. Faktör analizi ve hedonik yöntemle değeri etkileyen faktörler analiz edilmiştir.

Yüksel (2019), tarafından Tokat ili Erbaa ilçesinde kuru tarım arazilerine ilişkin kapitalizasyon oranının hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 92 tarım işletmesi ile anket yapılarak 2018 üretim dönemine ait veriler elde edilmiş ve mülk işletmeciliği yapılan kuru tarım arazilerinde kapitalizasyon oranı %5,65 olarak hesaplanmıştır.

Akbay (2020), tarafından Kahramanmaraş ili Afşin-Elbistan ovasındaki arazilerin kapitalizasyon oranını, net gelirini ve maliyetlerini belirlemek amacıyla 118 işletme sahibi ile anket yapılmıştır. Arazi değeri net gelir yöntemine göre belirlenmiştir. Sulu tarlada %5,76; kuru tarlada ise %5,21 olarak kapitalizasyon oranı hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular net gelir ile elde edilen değerlerin işletmeler tarafından araziye biçilen değerden daha yüksek çıktığını göstermiştir.

Tezcan vd. (2020), tarafından arazi toplulaştırmada kullanılan mevcut değerlendirme yöntemlerinin yetersizliklerini gidermek amacıyla çok kriterli hesaplamalara dayalı yeni bir model geliştirilmiştir. Antalya ili Solak köyünde yapılan uygulamada, arazi değerini etkileyen faktörler belirlenmiş, uzmanlar ve arazi sahiplerinin görüşleriyle ağırlıklandırılmış ve Arazi Kalite İndeksi aracılığıyla parsel değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar, önerilen yöntemin mevcut resmi yöntemlere göre daha doğru, adil ve uygulanabilir bir arazi değerlemesi sunduğunu göstermiştir.

Aygün Filiz (2021), tarafından Antalya ili Muratpaşa, Aksu ve Serik ilçelerinde 134 arazi sahibi ile anket yapılarak veri elde edilmiştir. İmar alanlarına uzaklık, il merkezine uzaklık ve nüfus yoğunluğunun tarım arazisinin değerine etkisi hedonik yöntem ile analiz edilmiştir.

Ertunç vd. (2021), tarafından arazi toplulaştırma projelerinde geleneksel yöntemlerin yetersizliklerini gidermek amacıyla, farklı parametreleri dikkate alan ve kümeleme algoritmalarını kullanan yeni bir arazi değerlendirme modeli geliştirilmiştir. Sinop

ilinin Durağan ilçesine bağlı İncir köyünde uygulanan modelde, K-means, K-medoids, Bulanık C-means ve Ağırlıklı Diferansiyel Evrim algoritmaları karşılaştırılmıştır. Dokuz temel parametreye dayalı olarak gerçekleştirilen bu yaklaşım, parsel değerini daha hassas, adil ve şeffaf bir şekilde belirlemiş ve geleneksel yöntemlere kıyasla daha güvenilir ve uygulanabilir bir çözüm ortaya koymuştur.

Çınar ve Bünyan Ünel (2022), tarafından Mersin ili Erdemli ilçesinde çoklu lineer regresyon ve YSA yöntemleri 2/B arazilerden tarım arazisine dönüşen taşınmazların değerlemesinde kullanılmıştır. Bu kapsamda 414 parsel için resmi değerler ile oluşturulan modeller kullanılarak değer tahmini yapılmıştır. CBS ile değer haritaları üretilmiştir.

Er vd. (2022), tarafından Mersin ili Mezitli ilçesinde çoklu lineer regresyon ve YSA yöntemleri tarım arazilerinin değerinin belirlenmesinde kullanılmış ve değer haritaları CBS ile üretilmiştir.

Ertunç ve Uyan (2022), tarafından Kütahya ilinin Aslanapa ilçesine bağlı Ballıbaşa köyünde, arazi toplulaştırma projelerinde geleneksel ve subjektif yöntemlerin yerine, çok kriterli karar verme tekniklerinden olan BWM (Best-Worst Method) kullanılarak daha nesnel, şeffaf ve adil bir arazi değerlendirme modeli önerilmektedir. Çalışmada geliştirilen model, faktörlerin ağırlıklarını daha az veriyle ve yüksek tutarlılıkla belirlemekte; üç farklı senaryo üzerinden arazi değerine etki eden faktörlerin farklı koşullarda nasıl değiştiğini ortaya koymaktadır. Böylece hem literatüre yenilikçi bir yöntem katkısı sunulmakta hem de pratikte mağduriyetleri azaltarak kamu yararına uygun çözümler üretilmektedir.

Fıratlı (2022), tarafından Şanlıurfa ili Eyyübiye ve Haliliye ilçelerinde kentsel saçaklanmanın tarım arazilerinin değerine etkisini incelemek amacıyla 39 yerleşim birimi araştırma kapsamına alınmıştır. 2022 üretim dönemine ait veriler 100 işletmeden elde edilmiştir. Hedonik yöntemle pazar değerini etkileyen faktörler analiz edilmiştir.

Güney Timurlenk (2022), tarafından Erzurum ili Pasinler ilçesinde kapitalizasyon oranının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 80 tarım işletmesi ile anket çalışması yapılmış ve elde edilen veriler 2020-2021 üretim dönemini kapsamaktadır. Kapitalizasyon oranı mal sahibi tarafından işletilen kuru tarım arazilerinde %10,83 ve sulu tarım arazilerinde %7,08, kiracılıkla işletilen kuru tarım arazilerinde %7,89 ve sulu tarım arazilerinde %3,34 ve ortakçılıkla işletilen sulu tarım arazilerinde %7,20 olarak hesaplanmıştır. Araştırma bölgesi için ortalama kapitalizasyon oranları ise kuru tarım arazilerinde %9,56, sulu tarım arazilerinde %6,45 ve genel ortalama %6,54 olarak tespit edilmiştir.

Karadoğan (2022), tarafından Tokat ili Kazova bölgesinde mülk işletmeciliği yapılan sulu tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında 88 tarım işletmesi ile anket yapılarak 2020 üretim dönemine ait veriler elde edilmiş ve kapitalizasyon oranı %4,31 olarak hesaplanmıştır.

Gündoğmuş (2024), tarafından Mersin ili Anamur ilçesinde muz bahçelerinin değerlemesi ile ilgili aynı bölgede farklı zamanlarda yapılan değerlendirme çalışmaları incelenmiştir. Bu kapsamda kamulaştırma çalışmaları için 2009 ve 2022 yıllarında alım satımı yapılan ve kamulaştırılacak olan muz bahçeleri ile ilgili veriler derlenmiştir. Böylelikle muz bahçelerinde kapitalizasyon oranları, arazi rantı, yıllık ortalama net gelir, gerçek satış değerleri, ağaçlı arazi ve birim ağaç değerlerinin zaman içindeki değişimi ortaya konulmuştur.

Muti ve Birinci (2024), tarafından Erzurum ili Pasinler ilçesinde arazi değerinin etkileyen faktörlerin tespit edilmesi amacıyla 14 mahallede 60 anket uygulanarak veri elde edilmiştir. Faktörler doğrusal regresyon modeli ile analiz edilmiştir ve arazi değerini etkileyen en önemli faktörler arazinin kiralama durumu, geometrik şekli ve mülkiyeti olarak tespit edilmiştir.

Subay (2024), tarafından Kayseri ili Yahyalı ilçesinde pazar değeri, maliyet değeri ve gelir yöntemleri klasik, yarı bodur ve tam bodur olarak tesis edilen elma bahçelerinin değerlemesinde kullanılmıştır. Geçmiş değerler yöntemi ağaçlı değer belirlenmesinde kullanılmıştır. Veriler üreticilerden anket yoluyla elde edilmiş olup değer hesaplamalarında %4 ve %5 kapitalizasyon oranı esas alınmıştır.

2.2. Tarımsal Değerleme ile İlgili Uluslararası Çalışmalar

Uluslararası literatürde tarım arazilerinin değerlemesine yönelik çalışmalar incelendiğinde, farklı ülkelerde çeşitli veri kaynaklarına dayanarak arazi değerinin belirlenmesi veya değer üzerinde etkili olan faktörlerin analiz edilmesine yönelik uygulamaların yer aldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda ağırlıklı olarak ekonometrik ve istatistiksel modelleme yaklaşımlarına dayalı analizler yapılmakta olup, farklı veri türlerine ve değerlendirme amaçlarına göre çeşitlenen çalışmalar yer almaktadır.

Maddison (2000), tarafından 1994 yılında İngiltere ve Galler'deki 400'den fazla tarım arazisi işlemi incelenmiş ve hedonik yöntemle arazi değerini etkileyen unsurlar belirlenmiştir. Bulgular, iklim, toprak kalitesi ve yükseltinin fiyatlarda önemli rol

oynadığını göstermiştir. Ayrıca, düzenlenmiş kira sözleşmelerinin tarım arazisi değerlerini yarı yarıya azalttığı tespit edilmiştir.

Bastian vd. (2002), tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nin Wyoming eyaletinde tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörler hedonik fiyat modeli ile analiz edilmiştir. CBS verileri kullanılarak doğal güzellikler ve tarımsal üretim özelliklerinin fiyatlar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Doğal manzara, geyik habitatı, balıkçılık olanakları ve şehre uzaklık gibi çevresel faktörlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Patton ve McErlean (2003), tarafından Kuzey İrlanda'da 1996-1999 yılları arasında gerçekleşen tarım arazisi işlemlerine dayalı olarak hedonik fiyat analizi ile arazi değeri ve mekânsal etkilerin rolü incelenmiştir. Sonuç olarak, tarım arazisi fiyatlarının yalnızca arazi özelliklerine değil, aynı zamanda çevredeki ortalama fiyatlara da bağlı olduğu belirlenmiştir.

Huang vd. (2006), tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nin Illinois eyaletinde tarım arazisi değerleri hedonik modelle incelenmiştir. Sonuçlara göre, parsel büyüklüğü, kırsallık, büyük şehirlere uzaklık ve domuz çiftliği yoğunluğu arttıkça arazi değerinin düştüğü; toprak verimliliği, nüfus yoğunluğu ve kişisel gelir arttıkça ise arazi değerinin yükseldiği tespit edilmiştir.

García-Melón vd. (2008), tarafından tarım arazilerinin değerlemesinde klasik yöntemlerin (karşılaştırma ve kapitalizasyon) yetersizliklerini gidermek amacıyla ANP (Analytic Network Process) yöntemi uygulanmıştır. İspanya'nın Valensiya bölgesinde yapılan örnek uygulama, modele daha fazla bilgi eklendikçe değerlendirme doğruluğunun arttığını göstermiştir. Sonuç olarak, ANP'nin özellikle verilerin sınırlı olduğu ve niteliksel faktörlerin önem kazandığı durumlarda mevcut tarım arazisi değerlendirme yöntemlerine yararlı bir alternatif sunduğu belirlenmiştir.

Troncoso vd. (2010), tarafından fiziksel özelliklerin arazi fiyatına etkisi araştırılmıştır. Şili'nin Talca eyaletinde 2003 ve 2006 yılları arasında gerçekleşen tüm arazi satışları, doğrudan tapu kayıtları üzerinden incelenmiş ve toplam 92 satış verisi elde edilmiştir. Piyasa değerleri, hedonik fiyat analizi ile incelenmiş; sonuçlara göre arazi fiyatını en çok etkileyen faktörün konum olduğu belirlenmiştir.

Nilsson ve Johansson (2013), tarafından tarım arazisi fiyatını etkileyen faktörleri özellikle konumsal faktörlere odaklanarak analiz etmek amaçlanmıştır. İsveç'te tarım arazisi fiyatını belirleyen faktörler, varlık fiyatlama modeli kullanılarak incelenmiştir. Bulgulara göre hem tarımsal hem de tarım dışı faktörlerin fiyatlar üzerinde etkili olduğu;

özellikle yüksek fiyatlı bölgelerde tarım dışı faktörlerin, düşük fiyatlı bölgelerde ise tarımsal desteklerin daha belirleyici olduğu tespit edilmiştir.

Sklenicka vd. (2013), tarafından Çek Cumhuriyeti'nde 2008 yılında gerçekleşen 286 arazi satışı verisi kullanılarak tarım arazisi fiyatını etkileyen faktörler genel doğrusal modelleme yöntemi ile analiz edilmiştir. Sonuçlara göre fiyatı en güçlü etkileyen faktörün yerleşim yerine yakınlık olduğu, ayrıca belediye nüfusu, başkente ulaşım süresi, parselin ulaşılabilirliği ve toprak verimliliğinin de önemli rol oynadığı belirlenmiştir.

Uematsu vd. (2013), tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde doğal özelliklerin tarım arazisi değeri üzerindeki etkisi 2006'dan 2008'e kadar ülke çapında 15.108 veri kullanılarak kantil regresyon yöntemiyle incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre doğal özelliklerin, tarım arazisi değeriyle pozitif ilişkili olduğu ve etkisinin genellikle daha yüksek tarım arazisi değer aralığında daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Awasthi (2014), tarafından tarım arazi değerini etkileyen sosyoekonomik faktörleri belirlemek amacıyla Hindistan'ın UttarPradesh eyaletinde arazi satın alan toplam 156 üreticiden veri elde edilmiştir. Tarım arazisi değerini etkileyen faktörleri belirlemek için doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır.

Borchers vd. (2014), tarafından tarım arazisi değerini belirlemek amacıyla Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Ulusal Tarım İstatistikleri Servisi tarafından toplanan ulusal anket verileri kullanılmıştır. Hedonik fiyat modeli kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada tarım arazilerinin tarım dışı birçok özelliğinin piyasa değerine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Delbecq vd. (2014), tarafından tarımsal ve kentsel getirilerin tarım arazisi değeri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla Ocak 2001-Aralık 2009 döneminde Amerika Birleşik Devletleri'nin Illinois eyaletinde gerçekleşen 10317 parsel düzeyindeki arazi satışı üzerinden tahminler yapılmıştır. Hedonik fiyat analizinin kullanıldığı bu çalışmada, sonuçlar hem tarımsal hem de kentsel getirilerin marjinal etkilerinin kentsel alanlar ve kırsal alanlar arasında farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Choumert ve Phélinas (2015), tarafından Arjantin'in Pampas bölgesinde 338 parsel üzerinden yapılan hedonik analizle tarım arazisi değerlerini etkileyen faktörler incelenmiştir. Kiralanan arazilerin, mülk arazilere kıyasla daha düşük değere sahip olduğu; buna karşılık ürün deseninin çeşitlendirilmesinin, soya monokültürüne kıyasla arazi değeri üzerinde olumlu bir etki yarattığı tespit edilmiştir. Ayrıca toprak kalitesi, parselin konumu, pazara ve kente yakınlık da arazi değerlerini belirleyen önemli faktörler olarak öne çıkmıştır.

Demetriou (2016), tarafından Kıbrıs'ta arazi toplulaştırmalarında kullanılan piyasa değeri esaslı geleneksel arazi değeri leme süreci incelenmiştir. Bu yöntem; zaman, maliyet, şeffaflık ve doğruluk açısından sorunlar taşımakta, ayrıca kırsal bölgelerde yeterli satış verisinin olmaması süreci zorlaştırmaktadır. CBS ortamında çoklu regresyon ve coğrafi ağırlıklı regresyon analizleriyle yapılan değeri lendirmeler, konum, yasal durum, fiziksel özellikler ve ekonomik koşulların en etkili faktörler olduğunu göstermiştir.

Dirgasova vd. (2017), tarafından Slovakya'da tarım arazisinin değeri ni etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla faktörler ekonometrik modelle incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, parselin toplam alana oranı ve konumunun fiyat üzerinde artırıcı; parsel büyüklüğü ile ilçe merkezine uzaklığının ise azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Asiama vd. (2018), tarafından arazi toplulaştırmasını desteklemek amacıyla, yerel halkın arazi değeri ne ilişkin görüşlerini temel alan bir değeri leme çerçevesi geliştirilmiştir. Gana'nın Nanton bölgesinde yürütölen çalışmada, topluluk tarafından belirlenen ve ağırlıklandırılan arazi değeri faktörleri modele entegre edilerek her parsel için arazi değeri endeksi oluşturulmuştur. Bununla birlikte, yaklaşımın senaryo ve duyarlılık analizlerinde güçlü sonuçlar verdiği, ancak otomatik değeri leme modellerine kıyasla daha yüksek maliyet gerektirmesinin önemli bir sınırlılık oluşturduğu belirtilmiştir.

Demetriou (2018), tarafından Kıbrıs'ta arazi toplulaştırmalarında geleneksel ampirik değeri leme yöntemlerinin sorunlarına çözüm olarak otomatik değeri leme modelleri geliştirilmiş ve CBS tabanlı doğrusal ile doğrusal olmayan hedonik fiyat modelleri uygulanmıştır. Uluslararası standartlara göre yapılan değeri lendirmeler, modellerin yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağladığını göstermiştir. Sonuç olarak, otomatik değeri leme modellerinin arazi değeri leme sürecini hızlandırdığı, maliyeti azalttığı ve süreci şeffaf, sistematik ve standart hale getirdiğı ortaya konmuştur.

Zrobek vd. (2020), tarafından tarım arazilerinin piyasa değeri nin belirlenmesinde bulanık mantık yönteminin kullanılabileceğı önerilmiştir. Yöntemin, kesin matematiksel modeli bulunmayan çok kriterli durumlarda arazi değeri nin hesaplanmasına imkân tanıdığı belirtilmiştir. Özellikle tarımsal gayrimenkul piyasası gelişim aşamasında olan ölkelerde şeffaflığı artırarak kırsal alanların sürdürülebilir kalkınmasına katkı sağlayabilecek önemli bir araç olarak değeri lendirildiğı ifade edilmiştir.

Anyiam vd. (2021), tarafından Nijerya'nın Imo Eyaleti'nde tarım arazisi değeri ni etkileyen faktörler incelenmiştir. 180 çiftçiden anket yoluyla elde edilen veriler hedonik fiyat modeli ve regresyon analiziyle değeri lendirilmiştir. Sonuçlara göre, arazi değeri

üzerinde en etkili unsurlar konum, kullanım amacı, yola erişim, arazi getirisi, mesafe, topluluk vergisi ve kira süresidir.

Córdoba vd. (2021), tarafından Arjantin'in Cordoba bölgesinden elde edilen verilerle kırsal arazi fiyatlarını belirlemeye yönelik mekânsal kantil regresyon ormanı modeli geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, mekânsal rastgele orman, kriging regresyon ve lineer regresyon modelleri ile karşılaştırılmış ve bu modelin kırsal arazi değerlerini tahmin etmede iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Chen vd. (2023), Amerika Birleşik Devletleri Orta Batı bölgesinde toprağı işlememe uygulamasının tarım arazisi değerlerine etkisini incelemiştir. İlçe düzeyinde gerçekleştirilen analizlerde, toprağı işlememe uygulamasını benimseme oranlarının artmasının arazi değerlerini istatistiksel olarak anlamlı biçimde yükselttiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların, toprak koruma uygulamalarının ekonomik ve çevresel faydalarının arazi değerlerine yansıdığını ortaya koyduğu ifade edilmiştir.

Marques ve Telles (2023), tarafından Brezilya'da tarım arazisi fiyatlarının belirlenmesinde mekânsal etkilerin rolü incelenmiştir. 2020 yılı verileriyle yapılan analizlerde arazi fiyatlarında güçlü bir mekânsal bağımlılık olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bir belediyenin kentleşme düzeyi, belediye düzeyinde kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla, mülklerin ortalama büyüklüğü, tarımsal verimlilik ve kırsal bir mülkte soya ekimine ayrılan alan da fiyatları etkileyen önemli faktörler olarak belirlenmiştir.

2.3. Konya Kapalı Havzasında Tarımsal Değerleme ile İlgili Çalışmalar

Bu tezin çalışma alanını oluşturan Konya Kapalı Havzası'na yönelik literatür, bölgeye ilişkin çalışmalardaki yöntemsel ve içeriksel çeşitliliğin bütüncül şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla ayrı bir başlık altında sunulmuştur. Havza kapsamında yürütülen araştırmalarda tarım arazilerinin değerlemesine yönelik olarak kapitalizasyon oranına dayalı hesaplamalar ile gelir ve pazar esaslı klasik yaklaşımlar kullanılmaktadır. Arazi değerini etkileyen fiziksel, konumsal, sosyoekonomik ve çevresel faktörler, çoğunlukla ekonometrik ve istatistiksel yöntemler ile Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) temelli değerlendirme yaklaşımları üzerinden incelenmektedir. Ayrıca CBS destekli mekânsal veri altyapıları kullanılarak değer haritaları üretilmekte ve arazi özellikleri sayısal ortamda analiz edilmektedir. Ayrıca bölgedeki kentsel gelişim, çevresel değişimler, toplulaştırma uygulamaları ve sosyoekonomik farklılıkların arazi değerleriyle ilişkisini ele alan çalışmalar da mevcuttur.

Karakayacı (2005), tarafından Konya ili Ereğli ilçesinde kapitalizasyon oranı 46 tarım arazisinden elde edilen veriler ile kuru tarım arazilerinde %7 ve sulu tarım arazilerinde %6,02 olarak hesaplanmıştır. Gelir ve pazar değeri yöntemleri ile tarım arazilerinin değeri belirlenmiş ve bulgular değerler arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermiştir. Regresyon analizi ile arazi değerini etkileyen faktörler incelenmiştir.

Karakayacı (2011), tarafından Konya ili Çumra ilçesinde tarım arazilerinin değerlendirilmesinde CBS kullanılmıştır. Gelir yönteminin uygulanması için kapitalizasyon oranı %6,7 olarak hesaplanmıştır. Brüt gelir çarpanı yöntemine göre çalışma alanı için çarpan 3,70 olarak tespit edilmiştir. Değere etki eden faktörlerin ağırlıkları AHP kullanılarak belirlenmiştir. Gri İlişkisel Analiz (GIA) yöntemi ile kapitalizasyon oranı her parsel için %5,72 ile %6,16 arasında belirlenmiştir. CBS yardımıyla analizler gerçekleştirilmiş ve değer haritaları üretilmiştir.

Ertaş (2014), tarafından Konya ili Çeltik ilçesinde arazi değer puanları tarım arazilerinin konumsal ve verimsel özellikleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Kapitalizasyon oranı, araziler arazi değer puanlarından arındırılıp yalın hale getirildikten sonra hesaplanmıştır. Böylelikle bu yöntem yalın değerlendirme yöntemi olarak adlandırılmıştır.

Karakayacı (2018), tarafından Konya ili Selçuklu, Karatay ve Meram ilçelerinde regresyon modeli ile kentsel saçaklanma alanlarında yer alan arazilerin değerini etkileyen faktörler analiz edilmiştir.

Yiğit (2019), tarafından Konya ili Meram ilçesinde kentsel saçaklanmanın yoğun olduğu bölgelerde tarım arazilerinin değerini tespit etmek amacıyla anket ile 50 işletmeden veri elde edilmiştir. Pazar değeri ve gelir yöntemlerine göre kentsel saçaklanma alanında yer alan arazilerin değeri hesaplanmıştır. Kapitalizasyon oranı %3 olarak belirlenmiştir. Tarımsal amaç dışı ve tarımsal özellikler olarak ele alınan faktörler hedonik yöntem ile analiz edilmiştir. Tarım dışı özelliklerin kentsel saçaklanma alanlarında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yılan (2020), tarafından Konya ili Ereğli ilçesinde 64 tarım işletmesi ile yapılan anket çalışması sonucu 2018-2019 üretim dönemine ait veriler elde edilmiştir. Araştırma bölgesinde kapitalizasyon oranı kuru tarım arazilerinde %6,63, sulu tarım arazilerinde %5,62 ve kapama meyve bahçelerinde ise %7,38 olarak tespit edilmiştir.

Önügören ve Bünyan Ünel (2021), tarafından Konya ili Karapınar ilçesinde meydana gelen obrukların tarım arazisi değeri üzerinde etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada değeri etkileyen faktörler derlenmiştir.

Özdemir (2021), tarafından Ankara ili Evren ilçesinde arazi toplulaştırması kapsamındaki tarım işletmelerini incelemiş; işletmelerin üretim ve yapısal özellikleri ile toplulaştırma, arazi derecelendirme ve değerlendirme konularına ilişkin görüşlerini değerlendirmiştir. Çalışmada gelir yaklaşımı ile parsel bazlı değerlendirme yapılmış ve GIA yöntemi kullanılarak kapitalizasyon oranları hesaplanmıştır. Faktörlerin önem düzeyleri ise AHP yöntemi ile ortaya konulmuştur.

Ataman (2022), tarafından sosyo-ekonomik gelişmişliğin tarım arazileri değeri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Konya ilinin Akşehir, Cihanbeyli, Çumra, Derbent, Ereğli, Güneysınır, Hüyük, Ilgın, Karapınar ve Seydişehir ilçeleri çalışma alanı olarak belirlenmiş ve bu ilçelerde arazi değerleri gelir yöntemine göre belirlenmiştir. İlçelerin 2019 yılına ait verileri kullanılarak faktör analizi gerçekleştirilmiş ve faktörler sosyo-ekonomik gelişmişlik ve tarımsal gelişmişlik olmak üzere adlandırılmıştır. Sosyo-ekonomik gelişmişlik endeks değerine göre en gelişmiş ilçe Ereğli, tarımsal gelişmişlik endeks değerine göre en gelişmiş ilçe Karapınar olmuştur. Her iki endeks değerinde ise en az gelişmiş ilçe Derbent olmuştur. Ayrıca ilçelerin il merkezine uzaklıkları ve nüfus yoğunlukları kullanılarak gravity endeksi hesaplanmıştır. Gravity endeksi, arazi özellikleri, tarımsal gelişmişlik endeksi ve sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksinin arazi değerine etkisi çoklu regresyon analizi ile incelenmiştir.

Aydın (2023), tarafından tarım arazilerinde atık su kirliliğinin değerlendirilmesi amacıyla Konya ili Karatay ilçesinde beş mahallede atık su ile sulama yapılan ve kuyu suyu ile sulama yapılan arazilerin değerleri gelir yöntemine göre belirlenmiştir. Üretici odaklı çevre kirliliği değerlendirilmiş ve atık su ve kuyu suyu ile yapılan sulamanın üretim maliyetleri ve üretici rantları üzerindeki etkileri karşılaştırılmış; hangi sulama kaynağının daha yüksek rant sağladığı ve atık su ile sulamanın çevre kirliliğine yol açıp açmadığı analiz edilmiştir. Atık suyun üretici rantını artırması, çevre kirliliğinin olumsuz etkilerine karşı pozitif dışsallık oluşturmuştur.

Çökelik (2023), tarafından Konya'nın Meram ilçesinde belediye tarafından yapılan imar uygulamalarının tarım işletmeleri ve tarım arazileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, imar uygulamalarının arazi değerlerinde önemli artışlara yol açtığı görülmüş, ancak bölgede bulunan arazilerin verimli tarım arazileri olması nedeniyle korunmalarının gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca, yapılan GZFT

(Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler) analiziyle imar uygulamalarının güçlü yönleri arasında planlı yapılaşma, altyapı hizmetleri ve kamusal alanların sağlanması öne çıkarken; zayıf yönler olarak tarım işletmelerinin taleplerinin göz ardı edilmesi ve maliyet artışları belirlenmiştir. Bunun yanında yeni iş olanakları ve kaçak yapılaşmanın önlenmesi fırsat olarak değerlendirilmiş, tarımsal faaliyetlerin azalması, hayvancılığın sona ermesi ve soylulaşma gibi riskler tehditler arasında yer almıştır.

Karaduman (2023), tarafından Aksaray ili Merkez ilçesinde yalın değerlendirme, çoklu lineer regresyon ve YSA yöntemleri tarım arazilerinin değerlemesinde kullanılmış ve değer haritaları CBS ile elde üretilmiştir. Performans analizinde YSA ve yalın değerlendirme yöntemleri en başarılı yöntemler olmuştur. Sulama durumu ile ana yola, köy merkezine ve il merkezine olan uzaklıklarının tarım arazilerinin değerine en çok etki eden faktörler olduğu tespit edilmiştir.

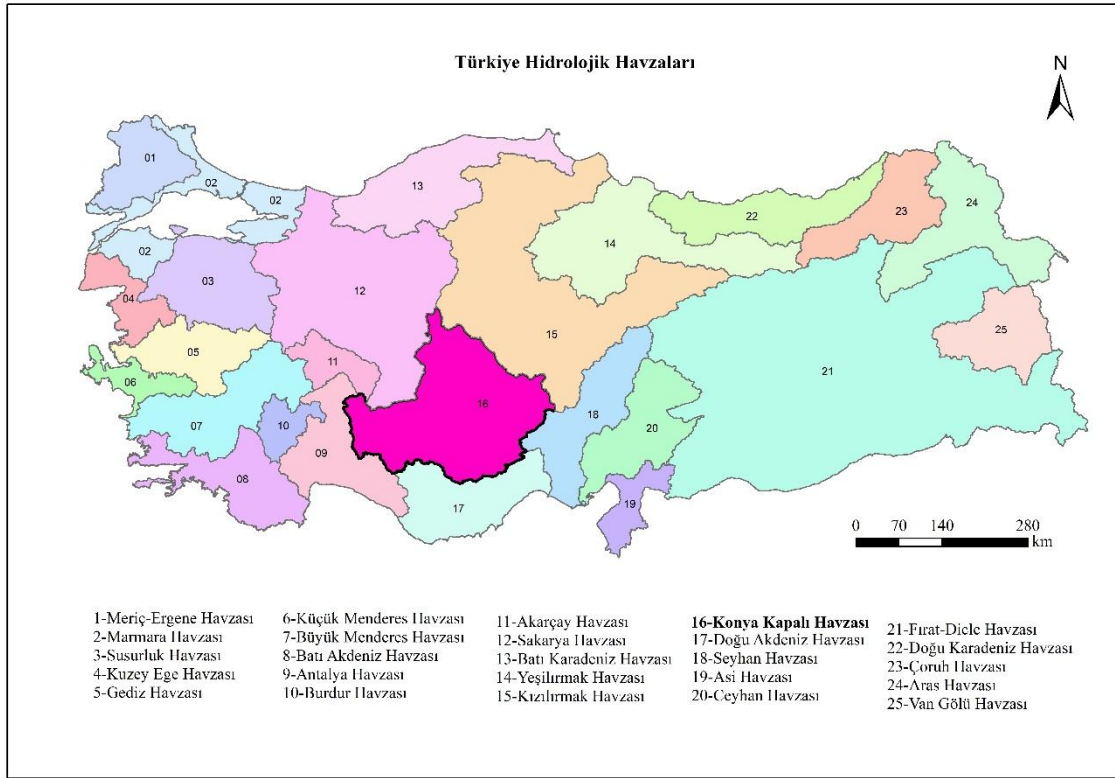
Karakayacı (2023), tarafından tKonya ili genelinde yürütülen çalışmada, satışı gerçekleşmiş 226 parselle ilişkin veriler kapitalizasyon oranlarının belirlenmesi için 900 parselde ait veriler ise gelir yöntemine dayalı arazi değerlemesi için anket yoluyla derlenmiştir. Çalışma kapsamında, sulu tarım arazileri için kapitalizasyon oranları %2,40–%6,80, kuru tarım arazileri için ise %3,25–%7,80 aralığında hesaplanmıştır. Pazar ve gelir yöntemleri arazi değerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Karakayacı (2024), tarafından Konya’da sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyinin tarım arazisi değerine etkisi araştırılmıştır. 31 ilçede toplam 900 parselden anket yoluyla veri toplanmış ve parsellerin değerleri gelirin kapitalizasyonu yöntemine göre belirlenmiştir. İlçelerin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyini ölçmek için faktör analizi ile sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksi oluşturulmuştur. Ayrıca tarımsal gelişmişlik endeksi ve gravity endeksi belirlenmiştir. Bu üç endeks, tarım arazisi değerini etkileyen faktörler arasında değerlendirilerek çoklu regresyon analizi uygulanmış ve sonuç olarak bu endekslerin tarım arazisi değeri üzerinde etkili olduğunu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Konya Kapalı Havzası, İç Anadolu Bölgesi'nin merkezinde yer almaktadır. Türkiye'nin 25 havzasından biri olan Konya Kapalı Havzası (Havza No: 16), ülke yüzölçümünün yaklaşık %7'sine karşılık gelen yaklaşık 50000 km² büyüklüğünde bir alanı kapsamaktadır. Konya Kapalı Havzası, 36° 53' ve 39° 30' kuzey enlemleri ile 31° 07' ve 35° 04' doğu boylamları arasında yer almakta olup, batıda Antalya ve Akarçay, doğuda Kızılırmak ve Seyhan, güneyde Doğu Akdeniz ve kuzeyde Sakarya ve Kızılırmak havzaları ile çevrilmiş kapalı bir havza niteliği taşımaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Konya Kapalı Havzası'nın Türkiye'deki yeri ve havza sınırı

Konya Kapalı Havzası, sahip olduğu doğal ve sosyoekonomik özellikleri ile dikkat çekmektedir. Türkiye'nin en az yağış alan bölümü olan havza, aynı zamanda kilometrekareye düşen insan sayısı bakımından en düşük nüfus yoğunluğuna sahiptir. Bununla birlikte, ülke genelinde en fazla tahıl üretiminin gerçekleştirildiği alan

konumundadır. Havza içerisinde geniş ve çok sayıda kapalı havza yer almakta olup, bölgenin ekonomisi ağırlıklı olarak tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır (DSİ, 2017).

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından Konya Kapalı Havzası yüzey yağış alanı, yeraltı suyu beslenme alanı, jeolojik, hidrojeolojik ve akifer yapıları gibi özellikler dikkate alınarak 9 alt havzaya ayrılmıştır (Şekil 3.2)



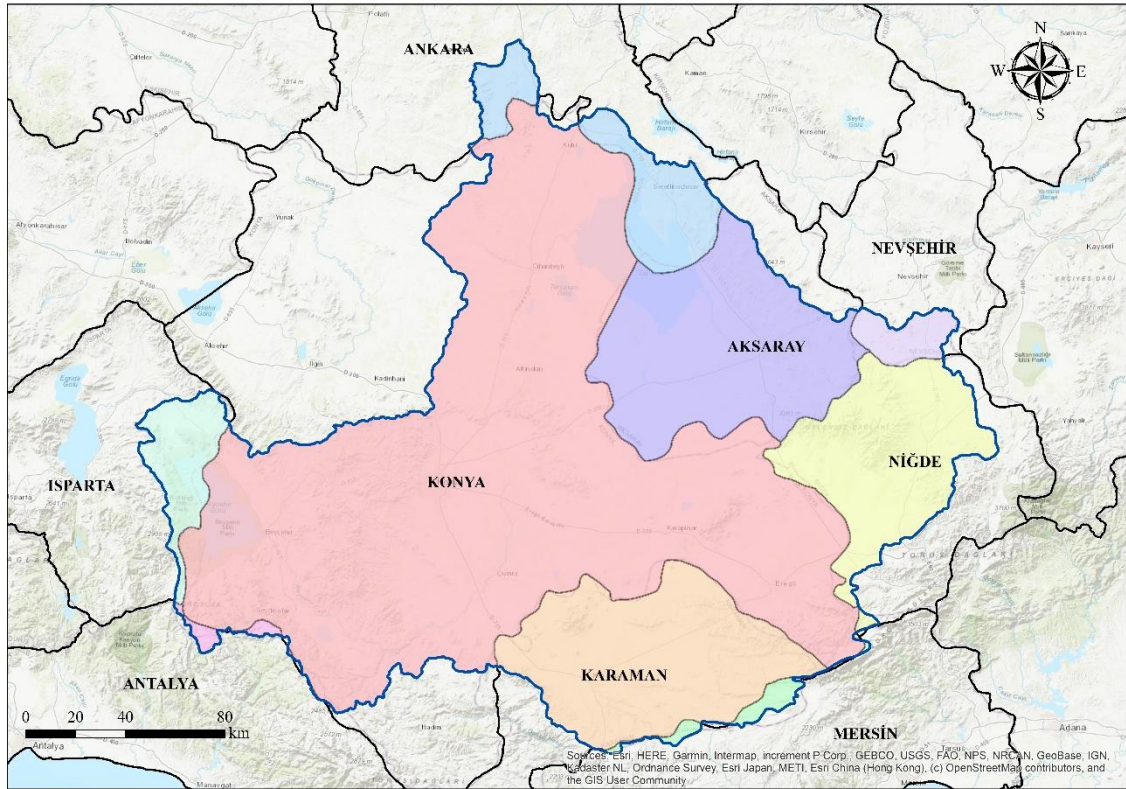
Şekil 3.2. Konya Kapalı Havzası alt havzaları

Konya Kapalı Havzası sınırları içinde Aksaray, Ankara, Antalya, Isparta, Karaman, Konya, Mersin, Nevşehir ve Niğde illeri yer almaktadır. Bu illerin alanları ve havzada kapladıkları alana göre yüzdesel dağılımları Çizelge 3.1’de verilmiştir. İllerin ve havzanın alanı, vektör veri kullanılarak CBS aracılığıyla elde edilmiştir. Konya Kapalı Havzası’nın illere göre dağılımı incelendiğinde, havzanın en geniş kısmının %57,46 ile Konya ili sınırlarında yer aldığı görülmektedir. Bunu sırasıyla %13,10 ile Aksaray, %11,87 ile Karaman ve %8,93 ile Niğde takip etmektedir. Ankara, Isparta, Antalya, Mersin ve Nevşehir illerinin havza içerisindeki payı ise oldukça sınırlı olup toplamda %8,63’lük bir oranı oluşturmaktadır.

Çizelge 3.1. Konya Kapalı Havzasında illerin alansal dağılımı

İller	Toplam Alan (km ²)	İlin Havza İçindeki Alanı (km ²)	İl Alanının Havzaya Giren Kısım (%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı (%)
Aksaray	7882,031	6548,058	83,08	13,10
Ankara	25573,489	2226,303	8,71	4,46
Antalya	20383,651	223,329	1,10	0,45
Isparta	8638,419	1091,754	12,64	2,18
Karaman	8960,001	5933,072	66,22	11,87
Konya	41087,744	28714,222	69,89	57,46
Mersin	15697,773	188,582	1,20	0,38
Nevşehir	5476,782	581,161	10,61	1,16
Niğde	7138,731	4463,106	62,52	8,93

Havzada yer alan illerin mekânsal dağılımları ise Şekil 3.3'te verilmiştir. Şekil 3.3'ten ve Çizelge 3.1'den anlaşıldığı üzere Antalya ve Mersin illerinin havzada kapladıkları alan oldukça sınırlıdır. Bu kapsamda havzada yer alan iller değerlendirilirken genellikle bu iki il kapsam dışında bırakılmaktadır.



Şekil 3.3. Konya Kapalı Havzası illeri

Konya Kapalı Havzası sınırları içinde yer alan illere ait ilçeler ise Çizelge 3.2'de verilmiştir. Antalya ve Mersin illeri bu çizelgede yer almamaktadır.

Çizelge 3.2. Konya Kapalı Havzasında yer alan ilçeler

İller	İlçeler
Aksaray	Ağaçören, Eskil, Gülağaç, Güzelyurt, Merkez, Ortaköy, Sarıyahşi, Sultanhanı
Ankara	Bala, Evren, Gölbaşı, Haymana, Şereflikoçhisar
Isparta	Aksu, Eğirdir, Gelendost, Şarkikaraağaç, Yalvaç, Yenişarbademli
Karaman	Ayrancı, Kazımkarabekir, Merkez
Konya	Ahırlı, Akören, Akşehir, Altınekin, Beyşehir, Bozkır, Cihanbeyli, Çumra, Derbent, Derebucak, Doğanhisar, Emirgazi, Ereğli, Güneysınır, Halkapınar, Hüyük, Ilgın, Karapınar, Karatay, Kulu, Meram, Sarayönü, Selçuklu, Seydişehir, Yalıhüyük
Nevşehir	Acıgöl, Derinkuyu, Merkez, Ürgüp
Niğde	Altınhisar, Bor, Çamardı, Çiftlik, Merkez, Ulukışla

Konya Kapalı Havzası, kuzeyde Obruk Platosu ve güneyde Toros Dağları'nın etekleriyle sınırlandırılmış olup, doğu-batı doğrultusunda uzanan geniş bir kapalı havzadır. Havza sınırları içerisinde platolardan sonra en geniş alanı ovalar oluşturmaktadır. Bölgenin önemli bir kısmı 900-1050 m arasında yüksekliğe sahip geniş ovalardan meydana gelmekte olup, söz konusu ovalar İç Anadolu Platosunun ana bölümünü oluşturmaktadır. Havzanın topografik yapısı, güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru gittikçe yükseltinin azaldığı bir eğilim sergilemektedir. Yüksek dağlarla çevrili kapalı bir havza olduğu için akarsular çoğunlukla göllerde sonlanmakta ya da ova tabanlarındaki bataklıklarda kaybolmaktadır.

Havza genelinde karasal iklimin özellikleri baskındır; ancak çok geniş bir alanı kapsamaması nedeniyle çeşitli iklim özellikleri de ortaya çıkmaktadır. Havzanın güneyinde yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklimi; orta ve kuzey kesimlerinde yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk geçen karasal iklim; Karapınar ve çevresinde ise çöl iklimi etkili olmaktadır.

Konya Kapalı Havzası'nın büyük bir kısmında tarım yapılmakta ve bu tarım genellikle tarla bitkileri yetiştiriciliğine dayanmaktadır. Havzada kullanılan su kaynaklarının tamamına yakını tarımda kullanılmakta olup, sulama suyu ihtiyacının büyük bir kısmı yeraltı su kaynakları tarafından karşılanmaktadır. Bölgede buğday, arpa, şekerpancarı, yulaf, çavdar, mısır, ayçiçeği, mercimek, fasulye, patates, bakla, keten ve kenevir gibi başlıca kültür bitkileri yetiştirilmektedir. Ayrıca domates, biber, lahana, patlıcan gibi sebze türleri ile üzüm, armut ve elma gibi meyveler de yaygın olarak üretilmektedir. Bu kapsamda Konya Kapalı Havzası, tarımsal anlamda Türkiye'nin önemli üretim bölgelerinden biri olup, özellikle tahıl, bakliyat ve şekerpancarı üretiminde önemli bir paya sahiptir.

3.2. Tarım Arazisinin Değerini Etkileyen Faktörlerin Tespiti

Tarım arazilerinin değerini belirlemeye yönelik literatürde çok sayıda faktörün dikkate alındığı görülmektedir. Bu faktörler genel olarak parselin büyüklüğü, şekli, eğimi ve toprak yapısı gibi fiziksel özellikler, üretim kapasitesini yansıtan verimlilik göstergeleri, arazi kullanımına ilişkin tarımsal potansiyel, yerleşim alanlarına, pazarlara ve ulaşım ağlarına olan konumsal yakınlık, su kaynaklarına erişim durumu ve sulanabilirlik gibi hidrolojik unsurlar, çevresel risk veya avantajları ifade eden ekosistem temelli değişkenler, gelir durumu, mülkiyet yapısı ya da kamu destekleri gibi sosyoekonomik göstergeler ve satış sıklığı ile arz-talep ilişkisini yansıtan piyasa dinamikleri altında toplanmaktadır. Bu çeşitlilik, arazi değerinin yalnızca fiziksel ya da üretim temelli bir değişkenle açıklanamayacağını; aksine çok boyutlu bir yapının değerlendirilmesine yansıdığını göstermektedir. Bu doğrultuda, Çizelge 3.3'te literatürde yer alan çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan faktörler listelenmiş olup, tarım arazisi değerini etkileyen faktörler kapsamlı bir şekilde sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin literatürdeki yeri

Referanslar	Faktörler
Karakayacı (2005)	Arazinin nevi, arazinin genişliği, arazinin verimi, arazinin kente uzaklığı, arazinin köy merkezine uzaklığı, arazinin sulama olanakları, arazinin ulaşım olanakları, arazinin eğimi, arazinin şekli
Hurma (2007)	Arazi büyüklüğü, arazide bulunan ürün, arazi kirası, parselin toprak tipi, eğimi, şekli, taşlılık durumu, sulu ya da kuru olması, arazinin verimi, anayola uzaklığı, köye uzaklığı, ilçeye uzaklık, şehre uzaklık, pazara uzaklık, hava kirliliği, gürültü kirliliği, toprak kirliliği, su kirliliği, denizden olan uzaklık, manzara (deniz), ormana olan uzaklık, manzara (orman), nehre olan uzaklık, ergene nehrine olan uzaklık, mesire yerine olan uzaklık, kirlilik kaynağına olan uzaklık
García-Melón vd. (2008)	Mahsul, alan, ağaçların yaşı, verimlilik, sulama türü, mikro iklim, çiftliğe erişim, su kalitesi, toprak kalitesi, gelecekteki beklentiler
Vural ve Fidan (2009)	Arazi değeri, arazi büyüklüğü, tuz, fosfat, pH, doymuş su, potasyum, organik madde, çiftliğe uzaklık
Troncoso vd. (2010)	Toplam alanı, çiftlik boyutu, toprak kalitesi, su mevcudiyeti, bağlantı, konum
Karakayacı (2011)	GIA Faktörleri: Yerleşim birimine uzaklık, yola uzaklık, nüfus, arazi verimi, arazi genişliği, arazi biçimi, arazi piyasası, sulama olanakları, ulaşım olanakları, sağlık koşulları, AHP Faktörleri: Bitki deseni, arazi kullanım kabiliyet sınıfı, jeolojik yapı, sulama kanalına uzaklık, ilçe merkezine uzaklık, kırsal merkeze uzaklık, yola uzaklık
Koç (2011)	Parsel büyüklüğü, arazi rantı, en yakın asfalta uzaklık, köye uzaklık, ilçeye uzaklık, ile uzaklık, en yakın pazara uzaklık, Kırşehir yoluna uzaklık, Çelebi yoluna uzaklık, Yozgat yoluna uzaklık, organize sanayi bölgesine uzaklık, maden yatağına uzaklık, tren yoluna uzaklık, en yakın su kaynağına uzaklık, eğitim durumu, kapitalizasyon oranı

Çizelge 3.3.(devam) Tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin literatürdeki yeri

Referanslar	Faktörler
Öztürk Çoşar (2013)	Parselin şekli, parselin büyüklüğü, müstemilat durumu, eğim durumu, taş durumu, anayola uzaklığı, il merkezine uzaklığı, ilçe merkezine uzaklığı, köy merkezine uzaklığı, toprak kalitesi, toprak verimliliği
Nilsson ve Johansson (2013)	Tarım arazisi fiyatı, toprak verimliliği, otlak, ortalama çiftlik büyüklüğü, faaliyet hacmi, tek çiftlik ödemeleri, tarımsal ödemeler, nüfusa erişilebilirlik, kırsal olanaklar
Sklenicka vd. (2013)	Parsel boyutu, doğal toprak verimliliği, parsel erişilebilirliği, yerleşime yakınlık, belediye nüfusu, başkente seyahat süresi, bölgesel sermayeye seyahat süresi, bir ilçe kasabasına seyahat süresi
Uematsu vd. (2013)	İlçe düzeyinde aylık yağış ortalaması, ilçe düzeyinde aylık yağış ortalamasının karesi, ilçe düzeyinde aylık yağışların standart sapması, ortalama toprak verimlilik indeksi, dönüm başına doğrudan ödemeler, dönüm başına dolaylı ödemeler, dönüm başına afet ödemeleri, dönüm başına arazi emeklilik ödemeleri, dönüm başına çalışma arazi koruma ödemeleri, işletilen dönüm başına üretim değeri, hayvancılık çiftlikleri, yüksek değerli mahsul çiftlikleri, tarımda nüfus etkileşim bölgesi, metro ilçesinde bulunan çiftlikler, kırsal ilçede bulunan çiftlikler, bölgesel kukla değişkenler
Awasthi (2014)	Arazi değeri/oran, ailede karar vericinin yaşı, ailede karar vericinin eğitimi, sosyal kategori, aile işgücünün büyüklüğü, aylık hane geliri, aile arazisi büyüklüğü, arazi verimliliği, tarımdan elde edilen gelire bağımlılık, yoldan veya köyden yakınlık, gelir kaynağının çeşitlendirilmesi
Borchers vd. (2014)	Anında gelişme potansiyeli, gelecekteki gelişme potansiyeli, nüfus yoğunluğu indeksi, kentsel alana seyahat süresi, küçük kasabaya seyahat süresi, dinlenme suyuna uzaklık, ağaç örtüsü, av ruhsatları, eğim, ortalama maksimum hava sıcaklığı, en yakın parka uzaklık, en yakın hastaneye uzaklık, en yakın golf sahasına uzaklık, en yakın koleje uzaklık, medyan hane geliri, petrol üretimi, doğal gaz üretimi
Delbecq vd. (2014)	Toplam dönüm, binalar ve yapılar, arazi kalitesi, ulaşım erişimi, doğal olanaklara erişim, yüzde değişim nüfus 200-2010, 25000 en yakın şehir merkezine uzaklık
Ertaş (2014)	Verimsel Ölçütler: Arazinin büyüklüğü ve yeni parsel üretebilme imkânı, arazinin biçimi, sulanabilirlik, arazi ekim planı ve bölgesel ürün çeşitliliği, arazi kullanma kabiliyeti, sahip olduğu yapı ve donatılar, orman sınırına yakınlığı ve yabani hayvan varlığı Konumsal Ölçütler: Kent veya kasaba nüfusunun fazlalığı, kente veya kasabaya yakınlığı, ulaşım kolaylığı, mera varlığı, nüfus yoğunluğu, alım-satım kolaylığı, tarım işçisi kaynağı,
Başer (2015)	Sulama durumu, verimli olması, taşlılık durumu, eğimli olması, ana yola uzaklık, köye uzaklık
Choumert ve Phelinas (2015)	Arazi sınıfı, yola yakınlık, yağmur (araziye erişimi etkilemesi), market (ürün satış yeri), ürün rotasyonu, mülkiyet, alan, soya fasulyesi, inşa (parsel üzerinde inşa olup olmaması)
Karakayacı (2015)	Arazi genişliği, arazi türü, arazi geliri, arazi verimliliği, arazi formu, yerleşim yerlerine uzaklık, yola mesafesi, ulaşım tesisleri, sulama tesisleri, arazi piyasası, nüfus
Subaşı Kaplan (2015)	Tek parça olması, ana yola yakın olması, ana sulama kanalına yakın olması, şehre yakın olması, komşunun iyi olması, sanayi bölgesine yakın olması, drenaj sorununun olmaması, tuzlanma sorununun olmaması, ürünü işleyen fabrikalara yakın olması, verimli olması
Demetriou (2016)	Boyut, şekil, eğim, yükseklik, görünüş, bir akımın varlığı, toprak tipi, sulama haklarının varlığı, kayıtlı bir yoldan erişim, kayıtlı bir yaya yolundan erişim, yerleşim bölgelerinden uzaklık, ana yoldan uzaklık, deniz manzarasının varlığı, arazi kullanımı/verimlilik

Çizelge 3.3.(devam) Tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin literatürdeki yeri

Referanslar	Faktörler
Aksu (2017)	Parsel endeksi, parsel genişliği, nüfus, gayrisafi üretim değeri, parsel sulanma olanağı
Öztürk vd. (2017)	Parselin büyüklüğü, parselin şekli, tasarruf şekli, konumu, eğim durumu, ikinci ürün durumu, toprak yapısı, taş durumu, toprak kalitesi, toprak verimliliği, tuzluluk durumu, ıslah durumu, sulama kaynağı, bina durumu, ağaç durumu, pazara uzaklığı, il merkezine uzaklığı, ilçe merkezine uzaklığı, köy merkezine uzaklığı, anayola uzaklığı, münavebe durumu
Dirgasova vd. (2017)	Tedarik fiyatı, teklif edilen arsa alanı, teklif edilen arsa alanının oranı, idari fiyat, bir şehirden uzaklık, bölgesel bir mevkiden uzaklık, toprak türü, parsel kayıt türü, turizm bölgesinin türü, bölge
Asiama vd. (2018)	Boyut, şekil, eğim, yükseklik, arazi kullanım koşulları, toprak tipi, toprak kalitesi, ana yola yakınlığı, şehir meydanına yakınlığı, ulusal/bölgesel karayoluna erişim, besleyici yollara erişim, diğer motorlu yollara erişim, arazi kullanım türü
Çınar vd. (2018)	Parselin kısa dönemde imara açılma durumu, parselin türü, arazinin toprak verimliliği, traktör veya büyük makineler araziye kolaylıkla girebilir, arazi içerisinde elektrik direği, doğalgaz hattı vb. olması, arazi sulanma durumu, ilçe merkezine uzaklık, anayola uzaklık
Demetriou (2018)	Parsel büyüklüğü, parsel şekil indeksi, eğim, yükseklik, bakı, yerleşim bölgelerine uzaklık, ana yollara uzaklık, akarsu varlığı, toprak tipi, sulama olanağı, erişilebilirlik, deniz manzarası, arazi kullanım tipi
Karakayacı (2018)	Arazi kullanım kabiliyeti sınıfı, şehir merkezine yakınlık, kentsel kira, altyapı, çevre kirliliği, bina sayısı, eğitim birimi, sağlık birimi, hanelerin geliri
Başaran (2019)	Büyüklik, şekil, taşlılık, eğim, bina durumu, anayola uzaklık, ile uzaklık, ilçeye uzaklık, mahalleye uzaklık, toprak kalitesi, toprak verimliliği
Başer vd. (2019)	Eğim, sulama, taşlılık, verim, köye uzaklık, ana yola uzaklık
Susam (2019)	Parsel alanı, parselin şekli, tasarruf şekli, taşlılık durumu, eğim düzeyi, yapı durumu, ile mesafe, ilçeye mesafe, mahalleye mesafe, baraja mesafe, anayola mesafe, toprağın kalitesi, toprağın verimliliği
Yiğit (2019)	Arazinin Tarımsal Amaç Dışı Kullanım Özelliklerini Açıklayan Faktörler: Arazinin şekli, yerleşim birimine uzaklık, yola uzaklık, satış sıklığı, sosyal donatı yoğunluğu Arazinin Tarımsal Özelliklerini Açıklayan Faktörler: Verim, tahıl arazileri, sebze arazileri, meyve arazileri, sulama olanakları
Tezcan vd. (2020)	Parsel alanı, parseldeki hisse durumu, tarım arazilerine komşu olan alanlar, mevcut arazi kullanımı, parsel üzerinde bulunan sabit tesisler (sera, bahçe vb.), tarım alanının imar durumu, ilçe merkezine uzaklık, karayoluna uzaklık, tarımsal drenaj sisteminin mevcudiyeti, nehir, göl vb. doğal kaynaklara uzaklık, elektrik enerjisi erişilebilirliği, orman ve cephesine olan yakınlık, tarihi kaynakların varlığı, parsel için devlet desteği durumu
Zrobek vd. (2020)	Zirai kimyasal değerlendirme, toprak erozyonu derecesi, yüzey eğimi, eğim gösterimi, arsa şekli, teknik ve teknolojik merkezlere uzaklık, satış pazarlarına uzaklık, pestisit fazlalığı ile kirlilik, radyoaktif kirliliğin yoğunluğu, iletim hatlarına uzaklık, arsanın mülkiyet şekli, mühendislik tesislerinin koşulları, uygulanan irtifak hakkı, arsa yeri faktörü, kullanım amacı, ürün rotasyonu faktörü, mevcut yollar
Anyiam vd. (2021)	Çiftlik boyutu, konum, tarım arazilerinden dönüşler, toprak tipi, mesafe, tarım arazilerinin verimliliği, kırpma sistemi çeşitleri, yola erişim, kullanım amacı, topluluk vergisi, kiracılık süresi
Córdoba vd. (2021)	Kadastro, mevzuat, toprak ve bitki örtüsü, topografya, hidroloji, iklim, konum, ekonomik
Ertunç vd. (2021)	Parsel büyüklüğü, toprak verimliliği, eğim, parselin alım-satım değeri, köy merkezine uzaklık, su kaynağına uzaklık, ana yola uzaklık, ana yola erişilebilirlik, nehir kenarına yakınlık

Çizelge 3.3.(devam) Tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin literatürdeki yeri

Referanslar	Faktörler
Özdemir (2021)	Arazi verimliliği, arazi genişliği, arazinin şekli, arazinin eğimi, arazinin yola uzaklığı, arazinin yerleşim yerine uzaklığı, arazinin sulama olanakları, arazi satışının hareketli olması, arazinin kadastro görmüş olması, arazinin yola cephe olması, arazinin toprak yapısı
Önügören ve Bünyan Ünel (2021)	Fiyat, hidroloji, nüfus, obruk, alan, şekil, tip, su kuyusu, baki, eğim
Çınar ve Bünyan Ünel (2022)	Fiziki Özellikler: Geometrik şekil, nitelik, alan, cephe sayısı Konumsal Özellikler: Benzin istasyonuna mesafe, ilçe merkezine mesafe, en yakın köye mesafe, pazara mesafe, en yakın yola mesafe, 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
Er vd. (2022)	Nitelik, arazi kullanım kabiliyeti, sulama durumu, baki, yerleşim merkezine uzaklık, yola uzaklık, eğim
Ertunç ve Uyan (2022)	Parselin alanı, parselin şekli, hisse durumu, toprak verimliliği, köy merkezine uzaklık, yola uzaklık, su kaynağına uzaklık, parselin gerçek değeri
Karaduman (2023)	Arazinin şekli, arazi ekim planı ve bölgesel ürün çeşitliliği, il merkezine uzaklık, meralara yakınlık, arazi kullanım kabiliyeti, yeni parsel üretebilme imkânı, arazinin tek parça olması, sulama imkânı, nüfus yoğunluğu, arazi üzerindeki irtifak hakkı, köy merkezine uzaklık, ana yola uzaklık
Karakayaci, 2024	Parsel genişliği, mülkiyet durumu, topografya, toprak yapısı, toprak verimliliği, arazi türü, yerleşim yerine uzaklık, yola uzaklık, ulaşım olanakları, sağlık olanakları, sulama olanakları, mülk güvenliği, kadastro varlığı, arazinin şekli, arazi piyasası varlığı, tarımsal gelişmişlik endeksi, sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksi, gravity endeksi
Muti ve Birinci (2024)	Arazinin eğimi, arazinin sulanabilirliği, arazinin sulama kaynağı, ilçe merkezine uzaklık, yerleşim yerine uzaklık, araziye ulaşan yolun varlığı, çiftçinin eğitim durumu, mülkiyet durumu, geometrik şekli, taşlık durumu, alım-satımı durumu, belediye hizmeti verilme durumu, tapu kaydında şerh olma durumu, kiralama durumu

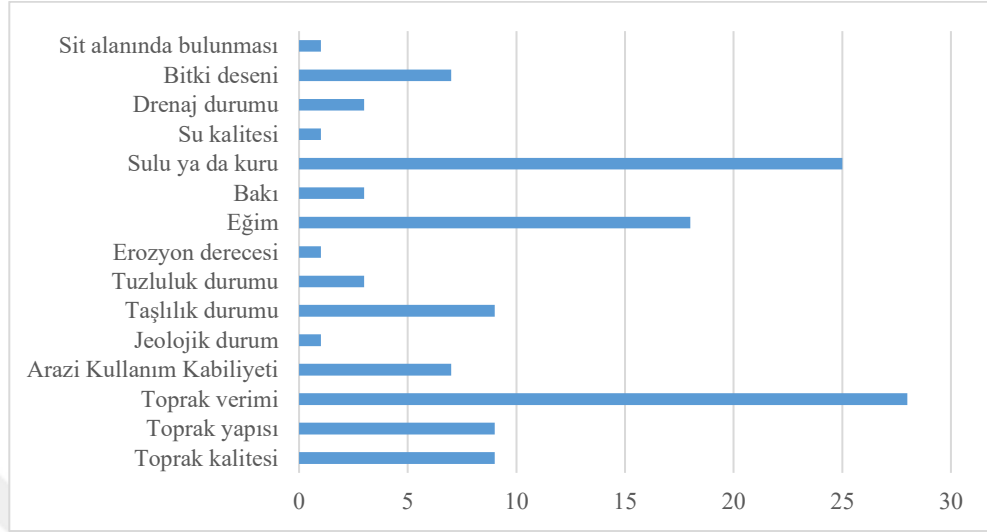
Çizelge 3.3'te sunulan literatür taraması kapsamında tarımsal değerlendirme çalışmalarında kullanılan tüm faktörler derlenmiş ve içerik benzerliklerine göre sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Faktörlerin büyük bölümünün farklı çalışmalarda birbirine yakın anlamlar taşıyan kavramlarla ifade edildiği tespit edilmiş, bu nedenle kavramsal tekrarların ortadan kaldırılması amacıyla birleştirme işlemi uygulanmıştır. Bu doğrultuda, sulu ya da kuru olması ile sulama olanakları ya da ana yola uzaklık ile karayoluna erişim gibi aynı içeriğe sahip göstergeler tekil faktörler olarak kabul edilmiştir. Söz konusu yaklaşım, yalnızca sınıflandırmanın sadeleştirilmesi amacıyla değil, aynı zamanda faktörlerin literatürde yer alma sıklıklarının kıyaslanmasına yönelik olarak oluşturulan grafiklerinin hesaplama mantığının tutarlı biçimde sürdürülebilmesi için de benimsenmiştir.

Bu sınıflandırma, literatürdeki eğilimlerin tanımlanmasının ötesinde, tez kapsamında faktör analizi uygulanacak değişkenlerin doğrudan belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Faktör seçiminde kuramsal geçerlilik temel ölçüt olmakla birlikte, çalışma alanına ilişkin güncel ve erişilebilir veri bulunabilirliği de karar sürecine dâhil edilmiştir. Çalışmalarda doğrudan faktör olarak kullanılmamakla birlikte tarımsal değeri etkileyen faktörler arasında yer alan sit alanında olup olmaması ile mülkiyetin tam hisseli veya hisseli olması Çınar ve Bünyan Ünel (2022) tarafından değerlendirilmiştir. Ayrıca, kentsel saçaklanma baskısı altındaki tarım arazilerinin değerlendirme süreci Karakayacı (2018), Başaran (2019) ve Yiğit (2019) tarafından ele alınmıştır. Literatürde yer almayan ancak çalışma alanının özgün koşulları bakımından değer taşıyan ‘çölleşme potansiyeli’, ‘yer altı su seviyesi’, ‘organik tarım varlığı’, ‘toplulaştırma görmüş olması’ ve ‘fay hatlarına yakınlık’ faktörleri uzman görüşleri doğrultusunda değerlendirmeye dahil edilerek Çizelge 3.4’e eklenmiştir. Böylece hem kuramsal temeli olan hem de saha gerçekliğini yansıtan kapsamlı bir faktör seti oluşturulmuştur.

Çizelge 3.4. Tarım arazisi değerini etkileyen faktörler

Tarımsal Faktörler	Konumsal Faktörler
Toprak kalitesi Toprak yapısı Toprak verimi Arazi kullanım kabiliyeti Jeolojik (Litoloji) durum Taşlılık durumu Tuzluluk durumu Çölleşme potansiyeli Erozyon derecesi Eğim Bakı Sulu ya da kuru olması Su kalitesi Yer altı su seviyesi Drenaj durumu Bitki deseni (Münavebe durumu) Organik tarım varlığı Toplulaştırma görmüş olması Sit alanında olup olmaması	Yerleşim merkezine yakınlık İşletme merkezine yakınlık Anayola yakınlık Tren yoluna yakınlık İletim hatlarına yakınlık Su kaynağına yakınlık Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık Gıda sanayine yakınlık Diğer sanayi bölgelerine yakınlık Sit alanlarına yakınlık Maden yatağına yakınlık Afet bölgesine yakınlık (obruk) Kirlilik kaynağına yakınlık Fay hatlarına yakınlık Mera ve çayır alanına yakınlık Orman alanına yakınlık
Fiziki Faktörler	Çevresel ve Sosyal Faktörler
Arazinin büyüklüğü Arazinin geometrik şekli Arazinin cephe sayısı Arazideki yapılaşma durumu Arazideki alt yapı durumu Arazinin tam hisseli olması Arazinin hisseli olması Arazide irtifak hakkı tesisi olması	Hava kirliliği Su kirliliği Yağış Sıcaklık Kırsal nüfus Gelir düzeyi Tarımsal desteklemeler Arazi kira bedeli Arazi satış sıklığı

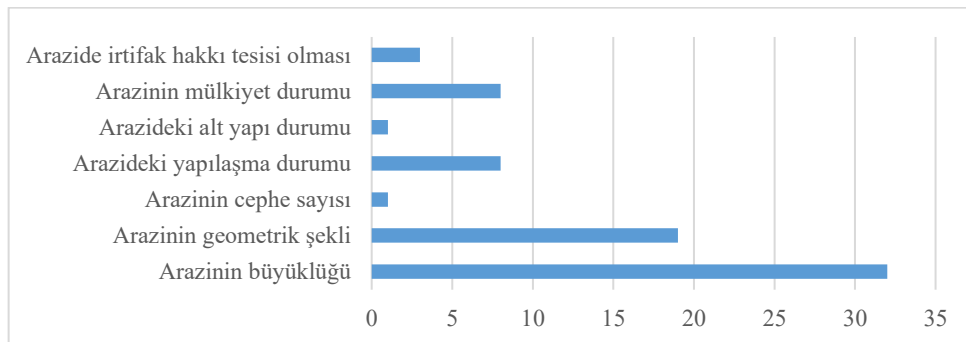
Tarımsal faktörlere ilişkin literatürde yer alma sıklıklarını gösteren grafik Şekil 3.4'te sunulmuştur.



Şekil 3.4. Tarımsal faktörlerin literatürde yer alma sıklığı

Grafik incelendiğinde, toprak veriminin literatürde en çok kullanılan faktör olduğu görülmektedir. Bunu arazinin sulu ya da kuru olması ve eğim faktörleri izlemektedir. Toprak yapısı, toprak kalitesi ve taşlılık durumu orta düzeyde tekrar eden faktörler arasında bulunmaktadır. Bitki deseni ile arazi kullanım kabiliyeti benzer sıklıkta ele alınmış olup bu grubu tuzluluk durumu, bakı ve drenaj durumu takip etmektedir. Jeolojik durum, erozyon derecesi, su kalitesi ve sit alanında bulunma durumu ise literatürde en düşük düzeyde karşılaşılan tarımsal faktörler olarak belirlenmiştir.

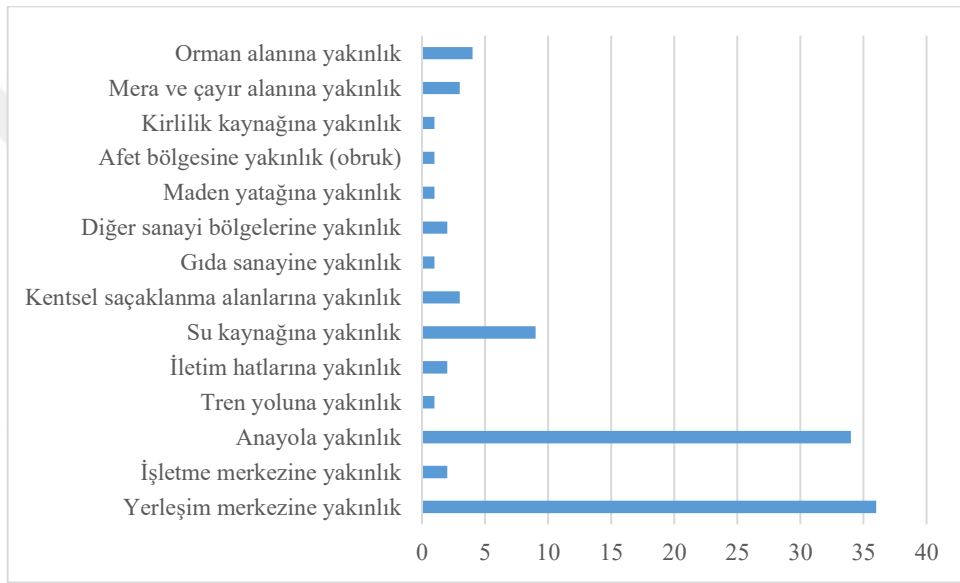
Fiziksel faktörlere ilişkin literatürde yer alma sıklıklarını gösteren grafik Şekil 3.5'te sunulmuştur.



Şekil 3.5. Fiziksel faktörlerin literatürde yer alma sıklığı

Grafik incelendiğinde, arazinin büyüklüğünün en sık kullanılan fiziki faktör olduğu görülmektedir. Bunu arazinin geometrik şekli izlemekte, her iki faktörün literatürde diğerlerine kıyasla belirgin şekilde daha fazla temsil edildiği anlaşılmaktadır. Arazideki yapılaşma durumu ile arazinin mülkiyet durumu orta düzeyde yinelenen faktörler arasında yer alırken, arazinin cephe sayısı, arazideki altyapı durumu ve irtifak hakkı tesisi gibi faktörlerin literatürde sınırlı sayıda çalışmada ele alındığı tespit edilmiştir.

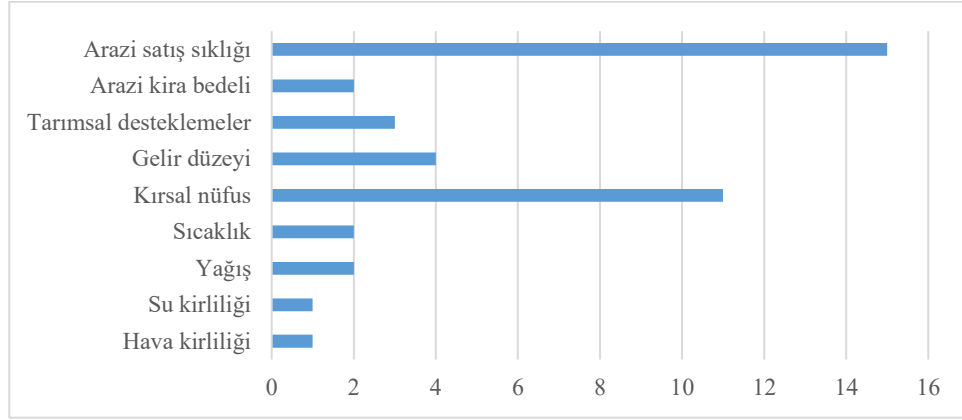
Konumsal faktörlere ilişkin literatürde yer alma sıklıklarını gösteren grafik Şekil 3.6’da sunulmuştur.



Şekil 3.6. Konumsal faktörlerin literatürde yer alma sıklığı

Grafik incelendiğinde, yerleşim merkezine ve anayollara yakınlığın, literatürde en sık kullanılan konumsal faktörler arasında öne çıktığı görülmektedir. Bu faktörleri, orta düzeyde temsil edilen su kaynaklarına yakınlık faktörü izlemektedir. Ardından, mera ve çayır alanlarına yakınlık ile orman alanına yakınlık faktörlerinin nispeten daha az sıklıkta ele alındığı belirlenmiştir. Buna karşılık, işletme merkezlerine, iletim hatlarına, kentsel saçaklanma alanlarına, demiryolu hatlarına ve gıda veya diğer sanayi bölgelerine yakınlık gibi erişilebilirlik temelli faktörler, literatürde görece sınırlı sayıda çalışmada değerlendirilmiştir. Afet riski (obruk oluşumu), kirlilik kaynakları ve maden yataklarına yakınlık gibi daha spesifik nitelikteki faktörlerin ise oldukça düşük bir temsil düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çevresel ve sosyal faktörlere ilişkin literatürde yer alma sıklıklarını gösteren grafik Şekil 3.7’de sunulmuştur.



Şekil 3.7. Çevresel ve sosyal faktörlerin literatürde yer alma sıklığı

Grafik incelendiğinde, arazi satış sıklığının en fazla kullanılan faktör olduğu görülmektedir. Bunu kırsal nüfus faktörünün izlediği ve bu iki faktörün diğer tüm faktörlerden belirgin şekilde ayrıştığı anlaşılmaktadır. Gelir düzeyi ile tarımsal desteklemeler orta düzeyde ele alınan sosyoekonomik faktörlerken, yağış, sıcaklık ve arazi kira bedeli gibi iklimsel veya ekonomik nitelikli faktörlerin daha sınırlı sayıda çalışmada yer aldığı anlaşılmaktadır. Hava ve su kirliliği ise çevresel boyutu yansıtan ancak literatürde en düşük düzeyde karşılaşılan faktörler arasında bulunmaktadır.

Literatür taraması sonucunda tarım arazisi değerini etkilediği belirlenen faktörler başlangıçta geniş kapsamlı bir faktör seti olarak yapılandırılmıştır. Bu faktörlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin dikkate alınarak daha az sayıda açıklayıcı bileşene indirgenmesi ve anlamlı faktör kümeleri altında yeniden yapılandırılması amacıyla faktör analizinin uygulanması hedeflenmiş ve bu doğrultuda anket formu hazırlanmıştır. Faktör analizi sonucunda ortaya çıkan faktör grupları yalnızca sınıflandırma işlevi görmekle kalmamış, aynı zamanda uzmanlar tarafından önem derecelerinin değerlendirilebileceği bir hiyerarşik yapıya dönüştürülmüştür. Bu faktör gruplarının tarım arazilerinin değerine göreceli etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla AHP yöntemine uygun olacak şekilde ikili karşılaştırmalara dayalı ayrı bir anket formu hazırlanmıştır. Sonuç olarak, tarım arazilerinin değerini belirleyen temel faktörler ve bu faktörlerin görece etki düzeyleri sistematik şekilde ortaya konulmuştur.

3.3. Metodolojik Temelli Anket Uygulaması

Anket, belirli bir araştırma konusu doğrultusunda cevaplayıcıların tutum, düşünce, duygu ve bilgi düzeylerine ilişkin verileri toplamak amacıyla düzenlenen sistematik bir form niteliğindedir. Toplumun düşüncelerine ve değer yargılarına yönelik özgün verilerin elde edilmesi çeşitli yöntemlerle mümkün olmakla birlikte, bu yöntemler arasında en yaygın kullanılanı anket uygulamalarıdır. Anketler aracılığıyla geniş kitlelerden kısa sürede veri toplanabilmesi, bu yöntemi diğer veri toplama tekniklerine kıyasla daha işlevsel hale getirmektedir.

Anketler dört farklı ana gruba ayrılmaktadır (Arıkan, 2013; Bünyan Ünel, 2017). Bunlar:

- Kullanılan yöntemlere göre anketler (yüz yüze, telefon, posta, çevrimiçi vb. anketler)
- Konularına, alanlarına, bilim dallarına göre anketler (eğitim, sosyoloji, psikoloji, pazarlama, ekonomi vb. anketler)
- Amaçlarına göre anketler (demografik, memnuniyet, pazar araştırması, sağlık, akademik vb. anketler)
- Sorulan sorulara göre anketler (açık uçlu, kapalı uçlu, karma sorular)

Anketler, uygulanma şekillerine göre farklı türlere ayrılmaktadır. Yüz yüze anketler, araştırmacı ile katılımcının doğrudan etkileşim kurduğu yöntemler olup ayrıntılı veri elde etme açısından avantaj sağlamakla birlikte zaman ve maliyet bakımından sınırlılıklar taşımaktadır. Telefon anketleri, geniş coğrafi alanlardaki katılımcılara ulaşma imkânı sunmakta, ancak yüz yüze anketlere kıyasla daha düşük yanıt oranlarına sahip olabilmektedir. Posta anketleri, formun katılımcılara posta yoluyla iletildiği ve geri dönüşün beklendiği yöntemlerdir; geniş kitlelere ulaşmada etkili olmakla birlikte geri dönüş süresi uzun olabilmektedir. Çevrimiçi anketler ise internet tabanlı platformlar üzerinden uygulanan ve hızlı, düşük maliyetli veri toplama olanağı sağlayan yöntemlerdir (Zamanov, 2024).

Anketler, ele aldıkları konu veya uygulandıkları disipline göre de sınıflandırılabilir. Eğitim, sosyoloji, psikoloji, pazarlama ya da ekonomi gibi farklı alanlarda kullanılan anketler, her disiplinin araştırma ihtiyacına uygun şekilde yapılandırılmakta ve ilgili alana özgü veri toplama amacı taşımaktadır. Bu nedenle soru

yapısı, dil kullanımı ve değerlendirme ölçütleri uygulanacağı bilim dalına göre farklılık gösterebilmektedir.

Anketler, kullanım amacına göre farklı türlerde uygulanmaktadır. Demografik anketler katılımcıların temel özelliklerini belirlemek için kullanılırken, müşteri veya çalışan memnuniyetine yönelik anketler geri bildirim ve değerlendirme amacı taşımaktadır. Pazar araştırması ve akademik araştırma anketleri karar alma ve bilimsel veri toplama süreçlerinde önemli bir araçtır. Sağlık anketleri ise hastaların deneyim ve değerlendirmelerini belirlemeye yöneliktir.

Açık uçlu sorular, katılımcıların cevaplarını herhangi bir seçenekle sınırlandırmadan serbestçe ifade etmelerine imkân tanıyan soru türleridir. Bu sorular yönlendirme içermez ve yorumlama, listeleme, boşluk ya da cümle tamamlama gibi alt türlere ayrılır; ancak metin temelli yanıtlar üretildiği için analiz süreçleri daha zorlu olabilmektedir. Kapalı uçlu sorular ise araştırmacının önceden belirlediği yanıt seçeneklerine dayalıdır ve özellikle nicel veri toplamak, sınıflandırma ya da raporlama yapmak istendiğinde tercih edilir. Bu sorular derecelendirme, sıralama, çoktan seçmeli veya evet-hayır formatlarında düzenlenebilir; derecelendirme sorularında ise en yaygın kullanılan ölçek likert ölçeğidir (Gürbüz vd., 2024).

Anket süreci; problemin tanımlanması, örneklem sayısının ve katılımcıların belirlenmesi, soru formunun hazırlanması ve geçerliliğinin değerlendirilmesi, anketin uygulanması ve takip çalışmaları olmak üzere çeşitli aşamalardan oluşmaktadır (Altunışık vd., 2010).

3.3.1. Problemin tanımlanması

Bu araştırmada problem, tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin hem kavramsal hem de nicel olarak ortaya konulması gerekliliği üzerine temellendirilmiştir. Bu doğrultuda iki aşamalı bir anket yaklaşımı benimsenmiştir. İlk aşamada faktör analizi uygulanarak literatürden derlenen faktörlerin yapısal geçerliliği incelenmiş; faktörlerin ilişkisel yapısına göre gruplandırılması sağlanmış ve optimum sayıda faktör elde edilmiştir. İkinci aşamada ise bu faktörlerin tarım arazilerinin değerine olan etkisinin derecesini belirlemek amacıyla AHP yöntemi kullanılmış ve her bir faktöre karşılık gelen ağırlık katsayıları hesaplanmıştır. Böylece araştırma problemi, ‘Tarım arazisi değerini belirleyen faktörler nelerdir?’ ve ‘Bu faktörler değeri ne ölçüde etkilemektedir?’ soruları çerçevesinde tanımlanmıştır.

3.3.2. Örneklem sayısının belirlenmesi

Örnekleme yöntemleri, olasılıklı ve olasılıklı olmayan örnekleme olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Olasılıklı örnekleme yöntemleri, evrendeki her birimin örnekleme belirli bir olasılıkla dahil edilmesini esas alan yaklaşımlardır (Abay, 2021). Olasılıklı olmayan örnekleme yöntemleri ise örnekleme çerçevesinin oluşturulmasını gerektirmeyen ve büyük ölçekli araştırmalarda kullanılabilen yöntemlerdir (Karagölge ve Peker, 2002). Basit rastgele örnekleme, sistematik örnekleme, tabakalı örnekleme, küme örnekleme gibi yöntemler olasılıklı örnekleme yöntemleridir (Yağar ve Dökme, 2018). Maksimum çeşitlilik örnekleme, kartopu örnekleme, benzeşik örnekleme, tipik durum örnekleme, kritik durum örnekleme, ölçüt örnekleme, teorik örnekleme, amaçlı örnekleme gibi yöntemler olasılıklı olmayan örnekleme yöntemleridir (Baltacı, 2018). Bunlardan amaçlı örnekleme yöntemi, araştırmanın amacına uygun olarak bilgi yönünden zengin durumların seçilmesine dayanan ve belirli ölçütleri karşılayan ya da belirli özelliklere sahip özel durumların incelenmesinde tercih edilen bir yöntemdir (Koç Başaran, 2017).

Bu kapsamda, tarım arazisi değerini belirleyen faktörlerin ve bu faktörlerin değeri ne ölçüde etkilediklerinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan anket çalışmasında olasılıklı olmayan örnekleme yöntemlerinden amaçlı örnekleme yaklaşımı kullanılmıştır. İlk aşama olan faktör analizi anketlerinde evren; Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde yer alan Ankara, Aksaray, Isparta, Karaman, Konya, Nevşehir ve Niğde illerinde tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörleri değerlendirebilecek bilgi ve deneyim düzeyine sahip uzmanlardan oluşmaktadır. Mersin ve Antalya illeri ise havzada oldukça sınırlı bir alana sahip olmaları nedeniyle kapsam dışı bırakılmıştır. Bu evrenden örneklem olarak harita mühendisi, ziraat mühendisi, orman mühendisi, inşaat mühendisi, şehir plancısı, mimar ve gayrimenkul değerlendirme uzmanı gibi meslek mensupları seçilmiştir. İkinci aşama olan AHP anketlerinde ise faktörlerin değer üzerindeki etkilerini analitik olarak değerlendirebileceği öngörülen meslek grupları tercih edilmiş ve anketler yalnızca harita mühendisleri, ziraat mühendisleri ve gayrimenkul değerlendirme uzmanlarına uygulanmıştır. Ayrıca bu aşamada, Konya Kapalı Havzası içerisinde temsil gücü daha yüksek olan Konya ve Aksaray illeri örnekleme alanı olarak seçilmiştir.

Faktör analizinde örneklem büyüklüğü ile ilgili farklı araştırmacıların farklı görüşleri yer almaktadır (Çolakoglu ve Büyükeksi, 2014). Bu görüşler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Örneklem büyüklüğü ile ilgili görüşler

Örneklem Büyüklüğü	Araştırmacı
En az 100 olmalı	(Gorsuch, 1974; Kline, 1979)
En az 150 olmalı (faktör yükleri 0,6'nın üzerinde ise)	(Guadagnoli ve Velicer, 1988)
En az 200 olmalı	(Guilford, 1954)
En az 250 olmalı	(Catell, 1978)
En az 300 olmalı	(Tabachnick ve Fidell, 2007)

Genel kabul gören bir yaklaşıma göre, örneklem büyüklüğünün en az gözlenen değişken sayısının beş katı olması gerektiği belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2002). Bu çerçevede, faktör analizine yönelik olarak hazırlanan ve tarım arazisi değerini etkileyen 52 faktörün yer aldığı anket formu (EK-1) esas alındığında, asgari örneklem büyüklüğünün 260 katılımcı ile sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Ancak literatürde daha yüksek örneklem büyüklüğünü öneren görüşlerin de bulunması nedeniyle bu sayı artırılmıştır. Araştırmacının iki aşamalı bir anket tasarımına sahip olması dikkate alınarak toplam 500 katılımcıya ulaşılması hedeflenmiş; bunların 470'inin faktör analizi, geri kalan 30'unun ise AHP için kullanılması planlanmıştır. Literatürde AHP için katılımcı sayısına ilişkin kesin bir sınır bulunmadığı ve farklı çalışmalarda değişen sayılarda karar vericinin sürece dâhil edildiği belirtilmektedir (Guillén-Mena vd., 2023). Bu doğrultuda, bu çalışmada tarım arazisi değerini etkileyen faktörleri değerlendirebilecek bilgi ve deneyime sahip 30 uzman tercih edilmiştir.

3.3.3. Soru formunun hazırlanması ve geçerliliğinin değerlendirilmesi

Faktör analizi için hazırlanan anket formunun (EK-1) giriş bölümünde, katılımcılara çalışmanın amacı, gönüllülük esasına dayandığı, verilen yanıtların anonim olarak değerlendirileceği ve hiçbir şekilde üçüncü kişilerle paylaşılmayacağı hususlarında bilgilendirme yapılmıştır. Ayrıca katılımcılardan, herhangi bir yükümlülük altına girmeden soruları objektif şekilde yanıtlamaları talep edilmiştir.

Anket formu toplam 60 sorudan oluşmakta olup bunların 52'si, tarım arazisi değerini etkileyen faktörlere yönelik kapalı uçlu ifadeler şeklinde hazırlanmıştır. Bu sorular 5'li likert tipi ölçek kullanılarak yapılandırılmıştır. Katılımcılardan her bir faktörün arazi değerine etkisini derecelendirmeleri istenmiş; bu kapsamda yanıt seçenekleri 'Hiç önemli değil (1)', 'Biraz önemli (2)', 'Orta düzeyde önemli (3)', 'Önemli (4)' ve 'Çok önemli (5)' şeklinde sunulmuştur.

Anketin 53. ve 54. soruları açık uçlu ifadelerden oluşmaktadır. 53. soru, katılımcıların taşınmaz değerlendirme alanında mesleki deneyime sahip olup olmadıklarını ve sahiplerse bu alanda kaç yıllık deneyime sahip olduklarını belirlemeye yöneliktir. 54. soru ise katılımcıların tarımsal faaliyet içinde yer alıp almadıklarını ve yer alıyorsa mevcut tarımsal desteklemelere ilişkin görüşlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anket formunun son kısmında katılımcıların sosyodemografik özelliklerini belirlemeye yönelik bir bölüm yer almaktadır. Bu bölüm, kısa yanıtlı ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan karma yapıda tasarlanmıştır. Bu kapsamda katılımcılardan görev yaptıkları il, yaş, cinsiyet, meslek grubu, eğitim düzeyi ve mesleki deneyim sürelerine ilişkin bilgiler toplanmıştır.

Anketin güvenilirliğini test etmek için 50 katılımcı ile ön test aşaması gerçekleştirilmiştir. Güvenirliğin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri, 0 ile 1 arasında değer alan Cronbach Alfa (α) katsayısıdır (Altunışık vd., 2010). Cronbach Alfa (α) katsayısının yorumlanmasına ilişkin değer aralıkları Çizelge 3.6'da sunulmuştur (Bünyan Ünel, 2017).

Çizelge 3.6. Cronbach alfa (α) katsayısının yorumlanması

Cronbach Alfa (α) Katsayısı	Yorum
$0,00 \leq \alpha < 0,40$	Güvenilir değil
$0,40 \leq \alpha < 0,60$	Güvenilirliği düşük
$0,60 \leq \alpha < 0,80$	Oldukça güvenilir
$0,80 \leq \alpha < 1,00$	Yüksek derecede güvenilir

Hesaplanan Cronbach Alfa katsayısı değerleri Çizelge 3.7'de sunulmuştur. Çizelgedeki değerlere göre Cronbach Alfa katsayısının 0,80-1,00 aralığında yer alması, anketin yüksek düzeyde güvenilirlik taşıdığını göstermektedir. Bu doğrultuda anket uygulamasına devam edilmiş ve çalışma toplam 472 katılımcı ile tamamlanmıştır.

Çizelge 3.7. Güvenilirlik analizi sonuçları

Boyutlar	Cronbach Alfa
Tüm Maddeler	0,955
Tarımsal Faktörler (1-19)	0,932
Konumsal Faktörler (20-35)	0,910
Çevresel ve Sosyal Faktörler (36-44)	0,906
Fiziki Faktörler (45-52)	0,855

Faktör analizi sonucunda elde edilen faktörlerin tarım arazisi değerine etkisine ilişkin ağırlıklarını belirlemek amacıyla AHP anketleri (EK-2) hazırlanmıştır. AHP anket

formunda da ilk aşama anketinde olduğu gibi katılımcılara bilgilendirme yapılmıştır. Formun giriş bölümünde çalışmanın, Konya Kapalı Havzası'nda tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin göreceli önem düzeylerini belirlemeye yönelik olduğu ifade edilmiş; katılımcıların ankete gönüllülük esasına göre katıldığı, yanıtların herhangi bir yükümlülük doğurmadığı ve tamamen anonim olarak değerlendirileceği belirtilmiştir.

AHP anket formu toplam 6 sorudan oluşmaktadır. İlk beş soru, tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin ikili karşılaştırmalarına dayalı olup 1-9 aralığında derecelendirilen likert tipi ölçek kullanılarak yapılandırılmıştır. Bu kapsamda faktörler dört ana başlık altında toplanmıştır: (1) Arazi Özellikleri, (2) Konumsal Ulaşılabilirlik, (3) Sosyal ve İklimsel Özellikler ve (4) Çevresel Riskler. Bu ana başlıklara bağlı olarak toplam 28 alt faktör yer almaktadır. Katılımcılardan her bir faktörü 1-9 ölçeğinde değerlendirmeleri istenmiş; bu ölçek kapsamında 1 değeri iki faktörün eşit öneme sahip olduğunu, 2 ve 3 değerleri bir faktörün diğerine göre kısmen daha önemli olduğunu, 4 ve 5 değerleri önemli olduğunu, 6 ve 7 değerleri çok önemli olduğunu ve 8 ile 9 değerleri mutlak düzeyde önemli olduğunu ifade etmektedir. Ölçeğin anlaşılabilirliğini artırmak amacıyla formun başlangıcında örnek bir karşılaştırmaya yer verilmiştir. Birinci soruda ana faktörler, ikinci soruda arazi özelliklerine ilişkin alt faktörler, üçüncü soruda konumsal ulaşılabilirlik faktörleri, dördüncü soruda sosyal ve iklimsel özellikler, beşinci soruda ise çevresel riskler değerlendirilmiştir. Altıncı soruda katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin olarak görev yaptıkları il, yaş, cinsiyet, meslek grubu, eğitim düzeyi ve mesleki deneyim sürelerine yönelik sorular yer almaktadır.

AHP anketleri toplam 30 uzman katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucunda yapılan değerlendirmelerde 8 anketin tutarsız olduğu belirlenmiş ve bu anketler analizlere dâhil edilmemiştir. Böylece, faktör ağırlıklarının hesaplanmasında 22 anket kullanılmıştır.

3.3.4. Anketin uygulanması ve takip çalışmaları

Anket uygulamaları, eğitimli anketörler aracılığıyla yüz yüze görüşmeler yoluyla yürütülmüştür. Anketörlere uygulama öncesinde soru formunun içeriği ve yönlendirme usulleri hakkında bilgilendirme yapılmış, böylece verilerin standart bir şekilde toplanması sağlanmıştır. Uygulama sürecinde katılımcı geri dönüşlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla gerekli takipler yapılmış ve veri toplama süreci sistematik şekilde tamamlanmıştır.

3.4. Faktör Analizi

Faktör analizi, çok sayıda ilişkili değişkeni daha az sayıdaki bağımsız ve anlamlı faktör altında toplayarak veri setini daha anlaşılır hale getiren bir istatistiksel tekniktir. Etkili bir analizde, mümkün olduğunca az faktörle veri setinin en iyi şekilde temsil edilmesi ve elde edilen çözümün hem basit hem de yorumlanabilir olması beklenir.

Faktör analizi açıklayıcı faktör analizi ve onaylayıcı faktör analizi olmak üzere ikiye ayrılır. Açıklayıcı faktör analizinde araştırmacı, çalışma konusuna ilişkin olarak değişkenler arasındaki ilişkiye dair herhangi bir ön yargı ya da öngörüye sahip olmadığından, değişkenler arasındaki muhtemel ilişkiyi ortaya çıkarmaya çalışır. Onaylayıcı faktör analizinde ise araştırmacı tarafından daha önce belirlenen bir ilişkinin doğruluğunu sınamak amaçlanır (Biçen, 2010).

Faktör analizinin adımları şöyledir:

- Veri setinin uygunluğunun test edilmesi
- Faktör sayısının belirlenmesi
- Faktörlerin rotasyonu
- Faktörlerin yorumlanması ve isimlendirilmesi

3.4.1. Veri setinin uygunluğunun test edilmesi

İlk olarak veri setinin faktör analizi için uygun olup olmadığı incelenir. Veri setinin faktör analizine uygunluğun değerlendirilmesinde korelasyon matrisi, Bartlett testi ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testleri kullanılır (Uzundumlu, 2011).

Korelasyon matrisi oluşturulduktan sonra değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı incelenir. Faktör analizinde değişkenler arasında yüksek korelasyon ilişkisi aranır. Değişkenler arasındaki korelasyonun yüksek olması, ortak faktörler oluşturma olasılığını artırırken korelasyonun düşük olması değişkenlerin ortak faktör altında toplanma ihtimali azalmaktadır (Yeşildağ, 2013). Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısının 0,30'un altında kalması durumunda uygun faktör yapılarının elde edilmesinin güç olduğu, bu nedenle korelasyon katsayısı 0,30'un üzerinde olan değişkenlere faktör analizinin uygulanabileceği kabul edilir (Bünyan Ünel, 2017).

Bartlett testi korelasyon matrisini genel olarak incelemekte ve bu korelasyon matrisinin istatistiki olarak anlamlılığına bakmaktadır (Yaşlıoğlu, 2017). Korelasyon matrisinin, köşegen elemanlarının 1 ve köşegen dışındaki elemanlarının 0 olduğu bir

birim matris yapısına sahip olup olmadığını test etmek amacıyla uygulanmaktadır. H_0 hipotezi olan ‘Korelasyon matrisi birim matristir’ hipotezi reddedilirse analize devam edilir (Yeşildağ, 2013). Test sonucunda p değeri anlamlı ($>0,05$) bulunmadıysa ‘Korelasyon matrisi birim matristir’ hipotezi, p değeri anlamlı ($<0,05$) bulunduysa ‘Korelasyon matrisi birim matris değildir’ hipotezi kabul edilmektedir (Çolakoğlu & Büyükekşi, 2014).

KMO, verilerin faktör analizine uygunluğunu değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir ölçüt olup, diğer bir ifadeyle örneklem büyüklüğünün yeterliğini test etmektedir (Karaman, 2023). KMO ölçütünün değer aralıkları ve yorumu Çizelge 3.8’de verilmiştir (Bünyan Ünel, 2017).

Çizelge 3.8. KMO ölçütünün yorumlanması

KMO Değeri	Yorumu
$0,90 \leq KMO \leq 1,00$	Mükemmel
$0,80 \leq KMO < 0,90$	Çok İyi
$0,70 \leq KMO < 0,80$	İyi
$0,60 \leq KMO < 0,70$	Orta
$0,50 \leq KMO < 0,60$	Zayıf
$0,00 \leq KMO < 0,50$	Kabul Edilmez

KMO değerinin 0,50’nin üzerinde olması, faktör analizinin uygulanabilirliği açısından yeterli örneklem büyüklüğüne işaret etmektedir. Buna karşılık, 0,50’nin altında kalan değişkenler analize dahil edilmemektedir.

3.4.2. Faktör sayısının belirlenmesi

Değişkenler arasındaki korelasyonu temsil eden matrisin analize uygunluğu belirlendikten sonra faktör çıkarım yöntemine karar verilir. Faktör çıkarım yöntemlerinde amaç korelasyon matrisini yeniden üreterek faktörleri hesaplamaktır (Karaman vd., 2017). Faktör çıkarım yöntemleri şunlardır: Temel bileşenler analizi, temel eksenler analizi, maksimum olabilirlik analizi, imaj-faktör analizi, ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yöntemi, genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ve alfa analizidir. En sık kullanılan faktör çıkarım yöntemi temel bileşenler analizidir (Büyüköztürk, 2002; Karaman vd., 2017). Temel bileşenler analizinin amacı her bir bileşen için maksimum varyansı çıkarmaktır. Analizde elde edilen ilk temel bileşen, en yüksek varyansı açıklamakta olup toplam varyansa yaptığı katkı diğer bileşenlere göre en fazladır ve bunu izleyen bileşenler ise giderek azalan varyans oranlarıyla sıralanmaktadır (Çöp, 2022).

Faktör sayısının belirlenmesine ilişkin farklı ölçütler bulunmaktadır (Karagöz ve Kösterelioğlu, 2008).

Özdeğer: Bir faktöre ait faktör yüklerinin kareleri toplamını ifade etmekte olup, söz konusu faktörün açıkladığı varyans oranının belirlenmesinde ve anlamlı faktör sayısının saptanmasında kullanılan bir ölçüttür.

Yamaç Grafiği (Scree Test): Eğrinin yatay bir görünüm kazandığı noktaya kadar olan faktörler, çıkarılabilecek en yüksek faktör sayısı olarak değerlendirilmektedir.

Açıklanan Varyans Oranı: Faktörlerin temsil gücü, açıkladıkları varyansın toplam varyans içerisindeki oranı ile belirlenmektedir. Analiz sonucunda elde edilen varyans oranlarının yüksek olması, faktör yapısının gücünü artırmakta olup, açıklanan varyansın toplam varyans içindeki payı faktörlerin temsil yeteneğini göstermektedir. Bununla birlikte, kabul edilebilir düzeyde bir modelde, ortak faktörler tarafından açıklanan toplam varyansın en az %50 olması beklenmektedir (Bünyan Ünel, 2017).

3.4.3. Faktörlerin rotasyonu

Faktör sayısı belirlendikten sonra faktör yükleri matrisinin yorumlanmasında güçlük yaşanması halinde, değişkenlerin faktörler altında daha net biçimde gruplanmasını sağlamak için rotasyon işlemi uygulanır. Eksenlerin döndürülmesine dayanan rotasyon süreci, dik (orthogonal) ve eğik (oblique) olmak üzere iki temel yaklaşıma ayrılmaktadır (Çöp, 2022). Bu döndürme stratejileri arasındaki temel istatistiksel ayrım, dik rotasyonda faktörlerin birbirinden bağımsız kabul edilmesine karşın, eğik rotasyonda faktörler arasında korelasyonun varlığının kabul edilmesidir (Biçen, 2010). Varimax, quartimax ve equamax yöntemleri dik rotasyon teknikleri arasında yer alırken; direct oblmin ve promax yöntemleri ise eğik rotasyon teknikleri olarak sınıflandırılmaktadır (Çolakoğlu ve Büyükekşi, 2014). Rotasyon sonrası 0,40'ın altındaki faktör yükleri genellikle düşük kabul edilmekte ve analiz sürecinde değerlendirme dışı bırakılmaktadır (Büyüköztürk, 2002).

3.4.4. Faktörlerin yorumlanması ve isimlendirilmesi

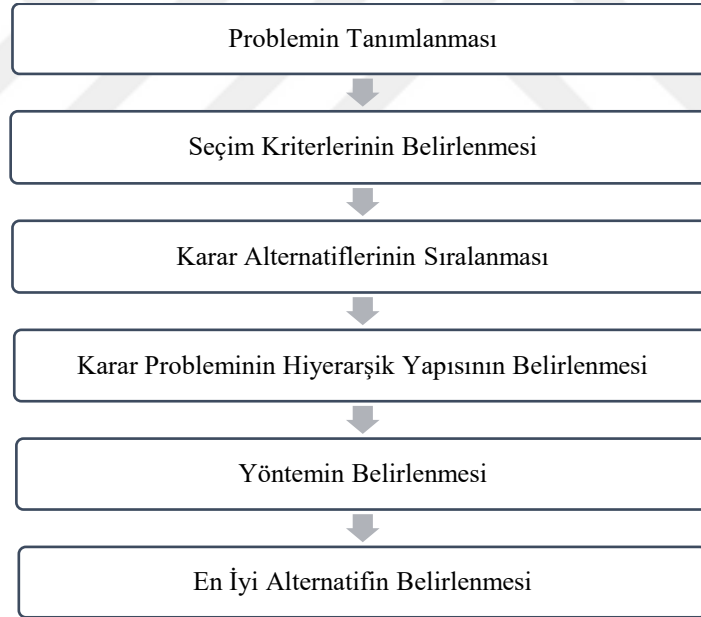
Faktör analizinde yorumlama aşaması, istatistiksel olarak elde edilen faktörlerin içeriksel anlamlarının belirlenmesini amaçlayan bir süreçtir. Bu aşamada, her faktör altında yüksek yük değerine sahip maddeler birlikte değerlendirilerek ortak temalar veya

kavramsal bütünlükler tespit edilir. Böylece faktörler, yalnızca sayısal çıktılar olmaktan çıkarak anlamlı ve yorumlanabilir kavramsal yapılara dönüştürülmüş olur.

3.5. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

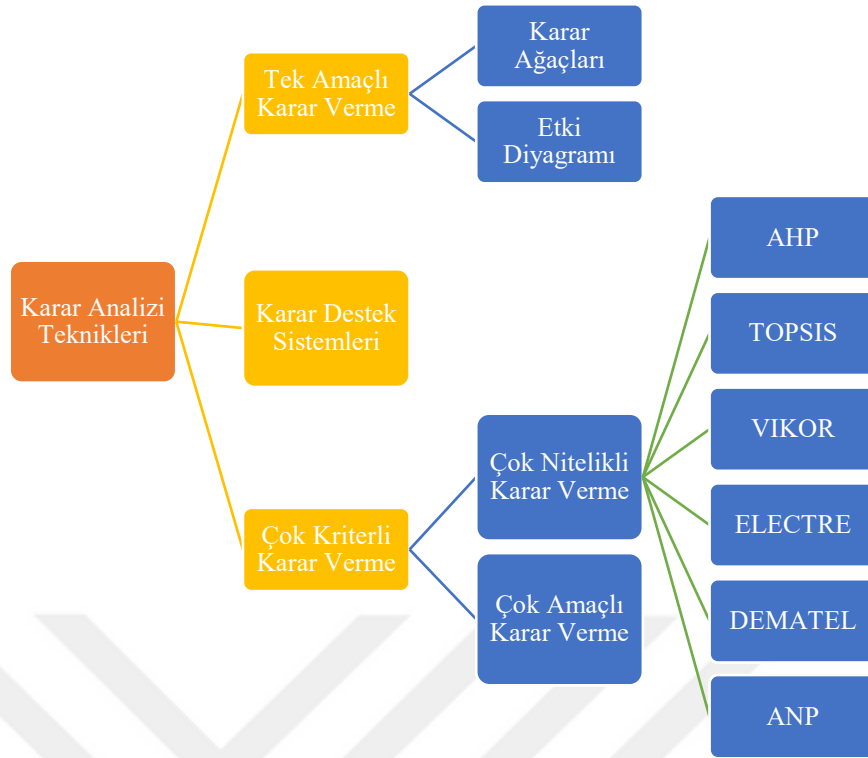
Günümüzde karar verme süreçleri, artan belirsizlik, rekabet ortamı ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle daha karmaşık bir yapıya dönüşmüştür. Karar vericiler için esas güçlük, yalnızca bir seçim yapmak değil; mevcut alternatifler arasından probleme en uygun olanını belirleyebilmektir (Arslankaya ve Göraltay, 2019). Bu durumda, ÇKKV yöntemleri karar vericilere alternatifleri değerlendirme, kıyaslama ve en uygun seçeneği belirleme konusunda güçlü bir analitik altyapı sunmaktadır.

ÇKKV, birçok kriteri bir arada değerlendirerek alternatiflere değer atama sürecidir (Karaatlı vd., 2015). ÇKKV sürecinin adımları Şekil 3.8’de sunulmuştur (Karabıçak vd., 2016).



Şekil 3.8. ÇKKV süreci

ÇKKV yöntemleri hem teorik altyapısının güçlü olması hem de geniş uygulama alanı sayesinde karar analizi disiplini içinde önemli bir konuma sahiptir. Bu yöntemler, karar vericilere karmaşık ve çok boyutlu problemlerin çözümünde sistematik, karşılaştırılabilir ve nesnel bir değerlendirme olanağı sunmaktadır. Şekil 3.9’da karar analizi tekniklerinin sınıflandırılması verilmiştir (Atıcı ve Ulucan, 2009; Mutlu ve Sarı, 2017; Zhou vd., 2006).



Şekil 3.9. Karar analizi tekniklerinin sınıflandırılması

ÇKKV yöntemleri çok amaçlı karar verme ve çok nitelikli karar verme olarak ikiye ayrılır. Alternatiflerin belirli özellikler doğrultusunda puanlanarak değerlendirilmesi ve bu değerlendirme sonucunda en uygun seçeneğin belirlenmesini amaçlayan problemler, çok nitelikli karar verme kapsamına girmektedir. Buna karşılık, birbiriyle çelişen hedefler arasında en uygun dengenin sağlanarak tercih yapılmasını gerektiren durumlar ise çok amaçlı karar verme problemleri olarak tanımlanmaktadır (Dalbudak ve Rençber, 2022).

Literatürde farklı alanlarda kullanılan ÇKKV yöntemleri bulunmakta olup, en sık kullanılan yöntemler arasında; AHP, TOPSIS, VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality), DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve ANP yer almaktadır (Erkılıç, 2021; Miç ve Antmen, 2019).

Bu tez çalışmasında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesinde; TOPSIS ise elde edilen ağırlıklar doğrultusunda tarım arazilerinin değer haritasının oluşturulmasında kullanılmıştır.

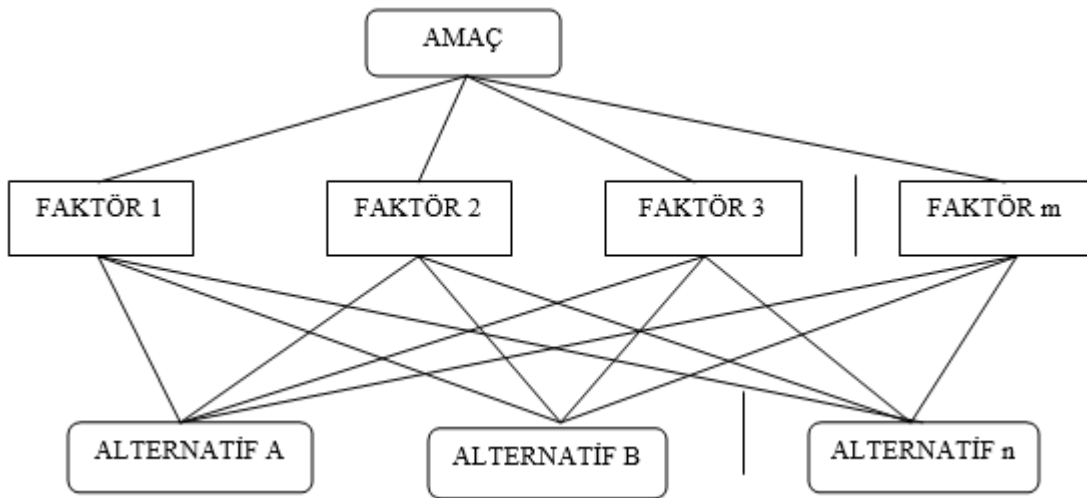
3.5.1. Analitik hiyerarşi prosesi

AHP, çok kriterli karar verme problemlerini sistematik şekilde analiz etmek için geliştirilen bir yöntemdir. Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir ve ilk olarak 1977 yılında literatürde yer almıştır. Yöntem, karmaşık bir karar problemini hiyerarşik bir yapıya dönüştürerek ana hedef, alt hedefler, kriterler ve alternatifler şeklinde analiz eder. Karar vericilerden alınan ikili karşılaştırmalarla kriterlerin göreceli önemleri belirlenir ve nicel ya da nitel veriler tutarlılık analiziyle birlikte ağırlıklandırılır.

AHP yönteminin uygulama adımları şöyledir (Saaty, 2002):

Problemin Tanımlanması: Öncelikle incelenecek karar konusu açık ve sınırları belirli bir şekilde tanımlanmalı, ardından elde edilmek istenen amaç ortaya konulmalıdır. Bu aşamayı, probleme etki eden faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörler doğrultusunda değerlendirilecek alternatiflerin oluşturulması izler.

Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Problem tanımlandıktan sonra amaç, faktörler ve alternatifleri içeren bir hiyerarşik yapı oluşturulur. Bu yapıda en üstte amaç, bir alt seviyede alt faktörler ve en altta ise alternatifler yer alır. İfade edilen hiyerarşik yapı Şekil 3.10'da sunulmuştur.



Şekil 3.10. AHP hiyerarşik yapısı

İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması: Hiyerarşik yapı tamamlandıktan sonra faktörlerin karşılıklı olarak değerlendirilmesi aşamasına geçilmektedir. Bu kapsamda, her bir faktör için ikili karşılaştırma esasına dayalı $n \times n$

boyutunda kare matrisler (A matrisi) oluşturulur. İkili karşılaştırmalar aracılığıyla faktörlerin birbirlerine göre göreceli önem düzeyleri belirlenir. Karşılaştırmalarda kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 2002) Çizelge 3.9’da sunulmuş olup, bu çizelgede önem derecelerine ilişkin sayısal değerler, tanımları ve açıklamaları yer almaktadır. İkili karşılaştırma matrisleri düzenlenirken söz konusu çizelgede belirtilen 1-9 aralığındaki ölçek esas alınmaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (\text{İkili karşılaştırma matrisi})$$

İkili karşılaştırma matrisinde a_{ij} değeri i . faktörün j . faktörden ne kadar fazla önemli olduğunu gösterir. Karşılaştırma matrislerinin köşegen üzerindeki $i=j$ bileşenleri 1 değerini alır, yani ilgili faktör kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırmalar, ikili karşılaştırma matrisinde tüm değerleri 1 olan köşegenin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altındaki değerler için $a_{ij} = 1/a_{ji}$ eşitliği kullanılır.

Çizelge 3.9. AHP ikili karşılaştırma ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet hedefe eşit düzeyde katkı sağlar.
3	Orta düzeyde önem	Deneyim ve yargı, bir faaliyeti diğerine göre hafifçe tercih eder.
5	Güçlü önem	Deneyim ve yargı, bir faaliyeti diğeri karşısında güçlü şekilde tercih eder.
7	Çok güçlü önem	Bir faaliyet diğerine karşı çok güçlü biçimde tercih edilir; üstünlüğü uygulamada gösterilmiştir.
9	Kesin önem	Bir faaliyeti destekleyen kanıtlar, mümkün olan en yüksek doğrulama düzeyindedir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir

Faktör Ağırlıkların Hesaplanması: İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, her bir faktörün tüm faktörler içindeki göreceli ağırlığını belirlemek amacıyla sentezleme aşamasına geçilir. Bu süreçte ilk olarak karşılaştırma matrisinin her bir sütunundaki değerlerin toplamı hesaplanır. Ardından, Eşitlik (3.1) esas alınarak matristeki her bir değer, bulunduğu sütunun toplamına bölünür. Bu işlem sonucunda her sütunun toplamı 1 olacak şekilde matris normalize edilir ve böylece normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi elde edilir.

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.1)$$

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix} \quad (\text{Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi})$$

Faktör ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla, normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisinin her bir satırındaki değerlerin aritmetik ortalaması Eşitlik (3.2) kullanılarak hesaplanır ve bu işlem sonucunda W sütun vektörü (öncelik vektörü) elde edilir.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{n} \quad (3.2)$$

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} \quad (\text{Öncelik vektörü})$$

Tutarlılık Oranının Hesaplanması: Her bir ikili karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı hesaplanmakta olup, Saaty tarafından bu oran için önerilen eşik değer 0,10'dur. Tutarlılık oranının 0,10'un altında olması durumunda yargıların tutarlı olduğu kabul edilir ve değerlendirme sürecine devam edilir. Ancak oran 0,10'un üzerine çıktığında, yargıların tutarsız olduğu anlaşılır ve karar vericilerin değerlendirmelerini gözden geçirerek tutarlılığı artırması gerekir.

Tutarlılık oranının hesaplaması, faktör sayısının Temel Değer (λ) olarak adlandırılan katsayı ile karşılaştırılmasına dayanmaktadır. λ değerinin hesaplanabilmesi için ilk adımda A ikili karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörü çarpılır (Eşitlik (3.3)).

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

Elde edilen D sütun vektörü ile W sütun vektörünün elemanları karşılıklı olarak bölünür (Eşitlik (3.4)) ve aritmetik ortalaması alınır (Eşitlik (3.5)). Böylece Temel Değer (λ) katsayısı hesaplanmış olur.

$$E_i = \frac{D_i}{W_i} \quad (3.4)$$

$$\lambda = \sum_{i=1}^n E_i / n \quad (3.5)$$

Temel Değer (λ) katsayısı hesaplandıktan sonra Eşitlik (3.6) kullanılarak Tutarlılık İndeksi (CI) hesaplanır. Tutarlılık Oranı (CR) ise, CI değerinin Çizelge 3.10'da verilen Rassallık İndeksi (RI) değerine bölünmesi ile bulunur (Eşitlik (3.7)).

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.6)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.7)$$

Çizelge 3.10. Rassallık indeksi değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57

Eğer $CR \leq 0,10$ ise yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğu söylenir. CR sıfıra ne kadar yakınsa karşılaştırma sonuçları daha tutarlı olacaktır. $CR > 0,10$ ise elde edilen sonuçlar tutarsızdır.

3.5.2. İdeal çözüme yakınlığa göre tercih sıralama tekniği

TOPSIS, Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilen ve alternatifler arasından en uygun seçeneğin belirlenmesini sağlayan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir (Hwang ve Yoon, 1981). TOPSIS yönteminde karar verme süreci, her bir alternatifin pozitif ideal çözüme mümkün olduğunca yaklaşması ve aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak konumda yer alması prensibine dayanmaktadır (Lai vd., 1994; Özdemir, 2015). Bu yaklaşım, seçeneklerin göreceli üstünlüklerinin belirlenebilmesi için hem ideal duruma yakınlığın hem de ideal olmayan durumdan uzaklığın birlikte değerlendirilmesini esas alır.

TOPSIS yönteminin uygulama adımları şu şekildedir (Arıbaş ve Özcan, 2016; Monjezi vd., 2012; Uslu vd., 2017):

Karar Matrisinin Oluşturulması: TOPSIS yönteminin ilk adımı, m adet alternatifin n sayıda faktöre ilişkin performans değerlerini içeren karar matrisinin (X matrisi) oluşturulmasıdır. Bu matriste alternatifler satırlarda, faktörler ise sütunlarda yer alır.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (\text{Karar matrisi})$$

Standart Karar Matrisinin Oluşturulması: Karar matrisinde yer alan faktörlere ait veriler farklı ölçek ve birimlere sahip olduğundan, bu değerlerin karşılaştırmaya elverişli hale getirilebilmesi için normalizasyon işleminin uygulanması gerekmektedir. Böylelikle tüm faktörler ortak bir ölçekte ifade edilerek hem ölçeklenebilirlik hem de karşılaştırılabilirlik sağlanmaktadır.

Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir x_{ij} değerinin kareleri alınarak bu değerlerin toplamından oluşan sütun toplamı elde edilir. Eşitlik (3.8)'de verildiği gibi her bir x_{ij} değeri ait olduğu sütun toplamının kareköküne bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Böylelikle standart karar matrisi (R) oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3.8)$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (\text{Standart karar matrisi})$$

TOPSIS yönteminde normalizasyon işlemi doğrusal ölçek dönüşümü (maksimum-minimum) yöntemi ile de yapılabilir. Bu yöntem ile özelliklerin hem maksimum hem de minimum performans değerleri dikkate alınır (Chakraborty ve Yeh, 2009).

Pozitif faktörlere ilişkin normalizasyon Eşitlik (3.9)'da negatif faktörlere ilişkin normalizasyon Eşitlik (3.10)'da verilmiştir (Cao vd., 2021).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_{ij}\}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (3.9)$$

$$r_{ij} = \frac{\max\{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (3.10)$$

Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması: Standart karar matrisi oluşturulduktan sonra faktör ağırlıkları (w_i) kullanılarak ağırlıklı standart karar matrisi (V) oluşturulur.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (\text{Ağırlıklı standart karar matrisi})$$

İdeal Pozitif ve İdeal Negatif Çözümlerin Belirlenmesi: V matrisi oluşturulduktan sonra, her bir faktör sütununda yer alan en yüksek performans değerleri pozitif ideal çözüm kümesini (Eşitlik (3.11)) (A^+) meydana getirirken, aynı sütunlarda bulunan en düşük performans değerleri negatif ideal çözüm kümesini (Eşitlik (3.12)) (A^-) oluşturmaktadır. Böylece alternatiflerin değerlendirilmesinde referans alınacak iki uç nokta tanımlanmış olur.

$$A^+ = \{(\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J')\} \quad (3.11)$$

$$A^- = \{(\min V_{ij} | j \in J), (\max V_{ij} | j \in J')\} \quad (3.12)$$

J, fayda (maksimizasyon), J' ise maliyet (minimizasyon) değerini göstermektedir.

İdeal Çözüme Uzaklıkların Hesaplanması: Her bir alternatifin pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözüm setinden uzaklıkları belirlenir. Pozitif ideal çözüme uzaklık (S_i^+) Eşitlik (3.13), negatif ideal çözüme uzaklık (S_i^-) Eşitlik (3.14) kullanılarak hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - A_j^+)^2} \quad (3.13)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - A_j^-)^2} \quad (3.14)$$

İdeal Çözümeye Yakınlık Endeksinin Hesaplanması: Pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklar belirlendikten sonra, her bir alternatifin ideal çözüme göreceli yakınlığı Eşitlik (3.15) kullanılarak hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (3.15)$$

C_i^* , 0 ile 1 arasında değer alır. C_i^* , değerinin 1 olması alternatifin pozitif ideal çözüm noktasında olduğunu, 0 olması ise negatif ideal çözüm noktasında olduğunu ifade etmektedir.

Alternatiflerin Sıralanması: Alternatifler C_i^* değerlerine göre sıralanır ve en yüksek C_i^* değerine sahip alternatif en iyi olarak seçilir.

3.6. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, benzer özellikler gösteren birimleri aynı grup altında toplamak ve birbirinden farklı özelliklere sahip birimleri ayırt etmek amacıyla kullanılan çok değişkenli bir istatistiksel yöntemler bütünüdür. Bu yöntem, gözlemler arasındaki benzerlik veya uzaklık ölçütlerini temel alır. Veri setini kendi içinde yüksek düzeyde küme içi benzerlik ve kümeler arasında belirgin düzeyde farklılık gösterecek alt gruplara ayırmayı amaçlar. Kümeleme analizi sayesinde veri yapısı daha anlaşılır hale getirilmekte, karmaşık ilişkiler ortaya çıkarılmakta ve veri setindeki örüntüler yorumlanabilir bir şekilde sınıflandırılmaktadır. Ayrıca bu yaklaşım, değişkenler arasındaki kesin ilişkileri test etmek yerine çok değişkenli veri yapısını açıklayıcı biçimde değerlendirmeyi hedeflemekte; veri setinin benzerlik temelli yapısal özelliklerinin ortaya konulmasına imkân sağlamaktadır.

Kümeleme analizinde kümeleme yöntemleri genel olarak hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Hiyerarşik kümeleme yöntemleri, birimleri kümelere ayırma sürecinde n birim sayısı ile n-1 kümeleme kararını içeren bir hiyerarşik yapı ya da ağaç formu oluşturur

(Pelit, 2023). Birimler, aralarındaki benzerlik ya da uzaklık ölçüleri temel alınarak, kendi içinde homojen ancak birbirinden farklı özelliklere sahip kümeler oluşturacak şekilde gruplandırılır. Bu yöntemler özellikle küçük örneklemeler için uygundur (Yalçın, 2013).

Hiyerarşik kümeleme yöntemleri temelde iki ana türe ayrılmaktadır. Bunlar birleştirici ve ayırıcı hiyerarşik kümeleme yöntemleridir. Birleştirici hiyerarşik kümeleme yöntemi, başlangıçta her bir birimin ayrı bir küme olarak kabul edildiği ve benzerlik düzeyine göre en benzer birimlerin aşamalı olarak birleştirildiği bir yöntemdir. Bu süreç, her adımda küme sayısının azalmasıyla devam eder ve en sonunda tüm birimler tek bir kümede toplanır. Tek bağlantı, tam bağlantı, ortalama bağlantı, Ward's, medyan, centroid yöntemleri birleştirici yöntemlerdendir. Ayırıcı hiyerarşik kümeleme yönteminde süreç, birleştirici yaklaşımın tersine işler; başlangıçta tüm birimlerin yer aldığı tek bir küme oluşturulur ve bu küme, uzaklık ya da benzerlik ölçütleri esas alınarak her birim tek başına bir kümeyi temsil edene kadar aşamalı olarak bölünür (Aydın ve Seven, 2015). Ayırıcı yöntemler arasında bölünmüş ortalamalar ve otomatik etkileşim belirleme yöntemleri bulunmaktadır.

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinde, hiyerarşik kümeleme yöntemlerinin aksine küme sayısının önceden tanımlanması gerekir. Ancak hiyerarşik olmayan yöntemlerde, uzaklık ya da benzerlik matrislerinin hesaplanmasına gerek duyulmadığı için büyük veri setlerine uygulanabilmesi ile aykırı değerlere karşı daha az duyarlı olmaları önemli bir avantaj sağlamaktadır (Aydın ve Seven, 2015).

Küme sayısının analiz öncesinde belirlendiği, birimlerin değişkenler temelinde k adet kümeye ayrıldığı ve bu sayede araştırma değişkenlerine göre kendi içinde homojen, birbirleri arasında ise heterojen yapıda gruplar oluşturulmasını sağlayan yöntemler bütünüdür (Alkaya ve Alkaş, 2021). En yaygın olarak kullanılan hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri ise k-ortalama (k-means), yığma, metoid parçalama ve bulanık kümeleme yöntemleridir.

3.6.1. K-means kümeleme yöntemi

K-means en yaygın kullanılan denetimsiz öğrenme yöntemlerinden biridir (Sarıman, 2014). K-means algoritmasının temel amacı, n adet veri nesnesinden oluşan bir veri setini, önceden belirlenen k sayıda kümeye ayırmaktır. Bu yöntemde hedef, kümeleme sonucunda elde edilen kümelerin kendi içindeki benzerliğin en yüksek,

kümeler arasındaki benzerliğin ise en düşük düzeyde olmasını sağlamaktır (Çolak vd., 2016).

K-means algoritmasında her bir veri, yalnızca tek bir kümeye ait olabilir ve her küme, o kümeyi temsil eden bir merkez noktası ile ifade edilir. Başlangıçta rastgele seçilen k merkez noktasına göre kümeler oluşturulur. Her veri noktası kendisine en yakın merkeze atanır ve küme içi farklılıklar karesel ortalama hata ile değerlendirilir. Veri setindeki tüm değerler, kendilerine en yakın kümelere atanana kadar işlem sürdürülür ve bu süreçte k adet küme merkezi hesaplanır. Küme merkezlerinde herhangi bir değişiklik kalmadığında işlem sonlanır ve analiz tamamlanır. Bu işleme ilişkin matematiksel formüller Eşitlik (3.16) ve Eşitlik (3.17)'de verilmiştir (Şafak Yaşar, 2024). K-means yönteminde, veri noktalarının kümelere atanması sürecinde nesneler ile küme merkezleri arasındaki yakınlık Öklid uzaklığı (d) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$d = (x_i, c_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - c_{jk})^2} \quad (3.16)$$

$$S_j = \{x_i : d(x_i, c_m) \leq d(x_i, c_n), \forall n \neq m\} \quad (3.17)$$

Eşitliklerde verilen d ; x_i veri noktası ile c_j küme merkezi arasındaki uzaklığı, x_i ; her veri noktasını, n ; veri sayısını, c_m ve c_n ; küme merkezlerini ve S_j ; c_m 'ye ait veri noktalarının kümesini ifade etmektedir.

K-means yönteminin uygulama adımları şöyledir:

- Küme merkezleri belirlenir.
- Her nesnenin seçilen merkez noktalarına olan uzaklığı hesaplanır ve k adet kümeden kendilerine en yakın olan kümeye yerleşir.
- Oluşan kümelerin yeni merkez noktaları, o kümeye ait tüm nesnelerin ortalama değerleri alınarak güncellenir.
- Merkez noktaları sabitlenene kadar ikinci ve üçüncü adımlar yinelenir.

3.6.2. Küme sayısının belirlenmesi

Kümeleme analizinde, uygun küme sayısının belirlenmesi analiz sürecinin en kritik adımlarından biridir. K-means gibi hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinde algoritma, küme sayısını otomatik olarak belirlemediği için bu değer analiz

başlamadan önce kullanıcı tarafından tanımlanması gerekmektedir. Genellikle küme sayısının belirlenmesi süreci, verinin yapısı ve analizin amacı dikkate alınarak yürütülen bir deneme-yanılma yaklaşımına dayanır. Bununla birlikte, veri setinin özelliklerini değerlendirerek en uygun küme sayısını tahmin etmeye yardımcı olan çeşitli istatistiksel yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılanlar Elbow (Dirsek) yöntemi ve Silhouette katsayısıdır (Alzaghouel vd., 2021).

Elbow Yöntemi: Dirsek yöntemi olarak da bilinen bu yöntem bir veri kümesinde uygun küme sayısını belirlemek amacıyla kümeleme analizinde kullanılan bir yaklaşımdır. Her bir noktanın ait olduğu küme merkezine olan uzaklıklarının kareleri toplamı (WCSS-Within-Cluster Sum of Squares) hesaplanmaktadır (Eşitlik (3.18)) (Şafak Yaşar, 2024).

$$WCSS = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \|x_{ij} - c_i\|^2 \quad (3.18)$$

Eşitlikte verilen k ; küme sayısını, n_i ; i . kümedeki veri noktalarının sayısını, x_{ij} ; i . kümenin içindeki j . veri noktasını, c_i ; i . kümenin merkezi ifade etmektedir ve $\|x_{ij} - c_i\|$; her bir veri noktasının merkeze olan uzaklığının hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Bu yöntemin çıktısı, eğri üzerinde yer alan ve optimal küme sayısını gösteren kırılma noktasını (dirsek) ortaya koyan bir grafikdir. Her veri noktasının küme merkezine olan uzaklıklarının karelerindeki azalma miktarının yavaşladığı nokta dirsek noktasıdır ve bu dirsek noktası en iyi k küme sayısını ifade etmektedir.

3.6.3. Küme geçerliliğinin test edilmesi

Kümeleme kalitesinin değerlendirilmesi, kümeleme algoritmalarının etkinliğini ve güvenilirliğini belirlemek için önemlidir. Bu amaçla, elde edilen kümelerin içsel tutarlılığı ile kümeler arası ayrışma düzeyini ölçen Silhouette skoru, Davies-Bouldin indeksi ve Calinski-Harabasz indeksi gibi çeşitli geçerlilik ölçütleri kullanılmaktadır. Bu ölçütler, farklı küme sayıları için elde edilen sonuçları karşılaştırarak en uygun küme yapısının belirlenmesine katkı sağlamaktadır.

Silhouette Skoru: Silhouette skoru, kümeleme performansının değerlendirilmesine yardımcı olan bir ölçüttür (Topaloğlu, 2024). Bu skor, hangi veri

noktalarının küme içinde iyi bir şekilde yer aldığını ve hangilerinin kümeler arasında belirsiz bir konumda bulunduğunu nicel olarak ifade eder (Alzaghoul vd., 2021).

Silhouette skoru Eşitlik (3.19)'da verilen formül ile hesaplanır (Topaloğlu, 2024).

$$S_i = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (3.19)$$

Eşitlikte verilen $a(i)$; veri noktası i 'nin kendi kümesindeki diğer veri noktalarına olan ortalama uzaklığını, $b(i)$; ise veri noktası i 'nin diğer kümelerle olan ortalama en yakın uzaklığını ifade etmektedir.

$a(i)$ ve $b(i)$ formülleri Eşitlik (3.20) ve Eşitlik (3.21)'de verilmiştir.

$$a(i) = \frac{1}{|c_i| - 1} \sum_{j \in c_i, i \neq j} d(i, j) \quad (3.20)$$

$$b(i) = \min_{k \neq i} \frac{1}{|c_k|} \sum_{j \in c_k} d(i, j) \quad (3.21)$$

Eşitlikte verilen c_i ; i . veri noktasının ait olduğu kümeyi, $|c_i|$; bu kümenin eleman sayısını, $|c_k|$; i . veri noktasının ait olmadığı kümelerin eleman sayılarını ve $d(i, j)$; veri noktaları olan i ve j arasındaki uzaklığı ifade etmektedir.

Silhouette skoru, -1 ile $+1$ aralığında değişen değerler almaktadır (Alzaghoul vd., 2021).

- Silhouette skoru 1 'e yakınsa, bu durum verilerin iyi kümelendiği ve her veri noktasının uygun kümeye atandığı anlamına gelir.
- Silhouette skoru sıfıra yakınsa, bu durum örnek verinin başka bir kümeye de atanabileceğini ve bu verinin her iki kümeye de yaklaşık olarak eşit uzaklıkta bulunduğunu göstermektedir.
- Silhouette skoru -1 'e yakınsa, bu durum veri noktalarının kendi kümeleri içinde ayırık, diğer kümelerdeki noktalara ise daha benzer olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu noktaların yanlış sınıflandırıldığı ve kümeler arasında belirsiz bir konumda yer aldığı anlaşılmaktadır.

Davies-Bouldin İndeksi: Küme içindeki verilerin merkeze olan uzaklığını minimum, kümeler arasındaki uzaklığı ise maksimum düzeyde tutmayı amaçlayan bir

ölçüttür (Aslanyürek ve Altan, 2021). Davies-Bouldin indeksi Eşitlik (3.22)'de verilen formül ile hesaplanır (Altay Açar, 2021).

$$DB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max_{j \neq i} \left(\frac{S_i + S_j}{M_{i,j}} \right) \quad (3.22)$$

Eşitlikte verilen n ; küme sayısını, S ; küme elemanların kümenin merkezine olan ortalama uzaklığını, M ; kümelerin merkezlerinin arasındaki uzaklığı ifade etmektedir.

Davies-Bouldin indeks değerinin düşük olması, kümelerin kendi içlerinde homojen olduğunu ve kümeler arasındaki uzaklığın yüksek olduğunu ifade eder; dolayısıyla indeks değerinin küçülmesi, elde edilen kümeleme sonuçlarının daha iyi olduğunu göstermektedir.

Calinski-Harabasz İndeksi: Varyans oranı olarak da bilinen bu ölçüt, kümeler arası varyansın kümeler içi varyansa oranlanması esasına dayanır (Ertunç vd., 2021). Bu indeksin yüksek olması, daha iyi bir kümeleme yapısını gösterir. Calinski-Harabasz indeksi Eşitlik (3.23)'te verilen formül ile hesaplanır (Şafak Yaşar, 2024).

$$CH = \frac{B(K)}{W(K)} \times \frac{N - K}{K - 1} \quad (3.23)$$

Eşitlikte verilen K ; küme sayısını, N ; veri noktalarının toplam sayısını, $B(K)$; kümeler arası kareler toplamını ve $W(K)$; kümeler içi kareler toplamını ifade etmektedir.

Kümeleme işlemi sonucunda oluşturulan kümelerin yorumlanabilmesi amacıyla, her bir kümenin her öz nitelik verisi için ortalama z skoru hesaplanır (Çağlar, 2018). Z skoru için kullanılan formüller Eşitlik (3.24), Eşitlik (3.25) ve Eşitlik (3.26)'da verilmiştir.

$$\mu = \frac{\sum x}{n} \quad (3.24)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{n}} \quad (3.25)$$

$$z \text{ skoru} = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (3.26)$$

Eşitlikte verilen x ; oluşturulan her kümenin her bir öznitelik için aritmetik ortalamasını, μ ; kullanılan veri setindeki her bir öznitelik için aritmetik ortalamayı ve σ ; kullanılan veri setindeki her öznitelik için standart sapmayı ifade etmektedir.

3.7. Makine Öğrenmesi Yöntemleri

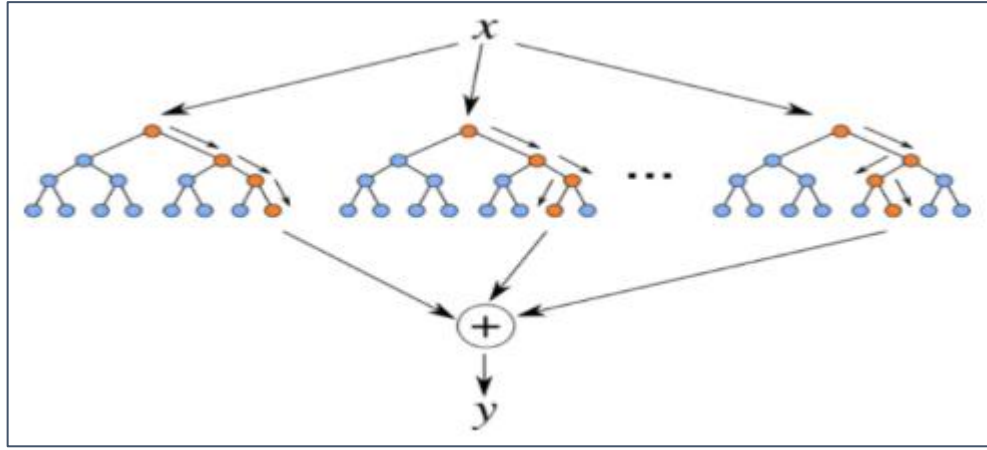
Makine öğrenmesi, bilgisayar sistemlerinin verilerdeki örüntüleri, ilişkileri ve eğilimleri tanıyarak bu bilgiler üzerinden tahminlerde veya sınıflandırmalarda bulunmasını sağlayan bir yapay zekâ alanıdır. Bu algoritmalar, bir performans ölçütünü en iyi duruma getirmek amacıyla model parametrelerini optimize eder ve böylece veri setinde mevcut olan karmaşık yapıları, doğrusal olmayan ilişkileri ve yüksek boyutluluğu etkin şekilde işleyebilir. Bu çerçevede, makine öğrenmesi yöntemleri genellikle belirli bir görevi yerine getirmek, örüntüleri tanımlamak, tahmin üretmek veya veri analizi gerçekleştirmek amacıyla kullanılmaktadır.

3.7.1. Rastgele orman

Rastgele orman, karar ağaçlarına dayalı yaygın olarak kullanılan topluluk öğrenme yöntemlerinden biri olup hem regresyon hem de sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılır. RO, 2001 yılında Leo Breiman tarafından geliştirilen ve rastgele seçilmiş veri alt uzaylarında oluşturulan karar ağaçlarının bir araya getirildiği bir yöntemdir (Parlak ve Kayri, 2022).

RO yönteminde süreç, eğitim verisinden rastgele seçilmiş örneklerden oluşan bir alt kümenin oluşturulmasıyla başlar. Aynı şekilde, modelde kullanılacak bağımsız değişkenlerden de rastgele bir özellik alt kümesi belirlenir ve bu veriler kullanılarak bir karar ağacı oluşturulur. Bu işlem, tekrar tekrar yapılır ve çok sayıda karar ağacı oluşturulur (Özkaya, 2025). RO algoritmasının yapısı şematik olarak Şekil 3.11’de sunulmuştur (Zilyas ve Yılmaz, 2023).

RO regresyon problemlerinde her bir karar ağacının ürettiği tahminlerin ortalamasını alarak sonuç üretirken; sınıflandırma problemlerinde ise tüm ağaçların verdiği sınıflar arasından çoğunluk oyu ile nihai karar belirlenir. Böylelikle modelin genel tahmin gücü artar ve aşırı öğrenme azalır (Sağlam, 2024). RO, genellikle yüksek doğruluk sağlaması ve büyük, çok özellikli veri setleriyle etkili çalışabilmesi nedeniyle tercih edilen bir yöntemdir.



Şekil 3.11. RO algoritmasının yapısı

RO algoritmasının matematiksel ifadesi Eşitlik (3.27)'de verilmiştir (Erciyes vd., 2025).

$$\hat{y} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M h_j(x) \quad (3.27)$$

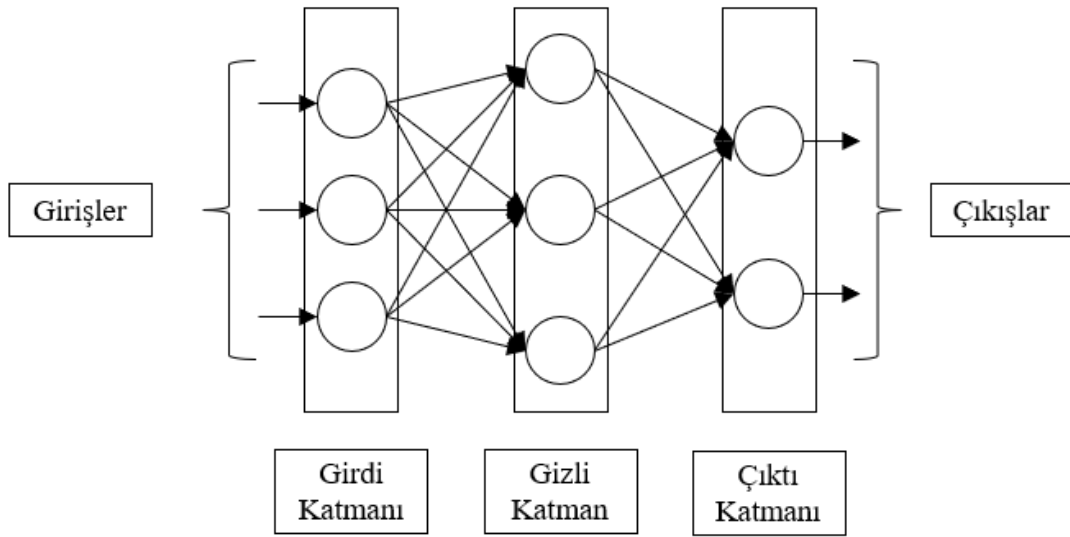
Eşitlikte verilen $\hat{y}$; modelin nihai tahmin değerini, M ; karar ağacı sayısını ve $h_j(x)$; x girdisi için j 'inci karar ağacının ürettiği tahmin değerini ifade etmektedir.

RO algoritmasının temel bileşenleri arasında torbalama (Bagging) ve Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART) önemli bir yere sahiptir. Torbalama, veri setinden önyüklemeye örnekleri oluşturup her bir örnek için bir tahmin edici eğiten ve bu tahminlerin ortalamasını alan bir toplama yöntemi iken, CART ise sınıflandırmada Gini katsayısı ve regresyonda hata kareleri temelli ölçütler kullanarak en uygun bölme noktalarını belirleyen ağaç oluşturma sürecini ifade etmektedir (Özkan vd., 2023).

RO algoritması, topluluk yapısı sayesinde çoğu tekil modele göre daha yüksek doğruluk sağlar ve aşırı uyuma daha az eğilim gösterir. Gürültüye karşı dayanıklı olup doğrusal olmayan verileri işleyebilir ve öznitelik seçimi gerektirmeden yüksek boyutlu, kategorik ve sürekli değişken içeren veri setleriyle çalışabilir. Eğitim hızı yüksektir, büyük ölçekli veri kümelerine uygulanabilir ve ağaçların bağımsız şekilde üretilmesi paralel çalışmayı kolaylaştırır. Bu özellikleri nedeniyle doğrusal olmayan veri yapılarında kıyaslama modeli olarak kullanılabilir.

3.7.2. Yapay sinir ağıları

Yapay sinir ağıları, insan beynindeki biyolojik sinir sisteminden ve nöron yapılarından ilham alınarak geliştirilen, örnek verilerden öğrenme yoluyla çeşitli görevleri ve hesaplamaları yerine getirebilen yapay zekâ modelleridir. YSA mimari yapı, öğrenme algoritması ve aktivasyon fonksiyonu olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır (Tabar vd., 2021). Sinir ağı mimarisi; katmanları, nöronları ve bu nöronlar arasındaki bağlantıları kapsamakta olup, yaygın olarak kullanılan çok katmanlı yapılarda giriş katmanı, çıkış katmanı ve bir ya da birden fazla gizli katman yer almaktadır (Altun, 2022). YSA mimarisi Şekil 3.12’de verilmiştir.



Şekil 3.12. YSA mimarisi

Girdi katmanı, modele alınan bağımsız değişkenleri işleyerek bir sonraki katmana aktarırken; gizli katman, önceki katmandan gelen bilgileri işleyip sonraki katmana iletir ve çıktı katmanı ise gizli katmanın ürettiği değerleri işleyerek bağımlı değişkenin tahminini oluşturur.

Öğrenme süreci, gizli katmanlardaki düğümlere ait ağırlıkların rastgele belirlenmesiyle başlar; girdi değişkenleri ağ tarafından işlenerek bir tahmin üretir ve model, tahmin edilen değer ile gerçek değer arasındaki farkı hesaplayıp bu hatayı azaltmak için gizli katmandaki ağırlıkları geriye doğru günceller (Altun, 2022).

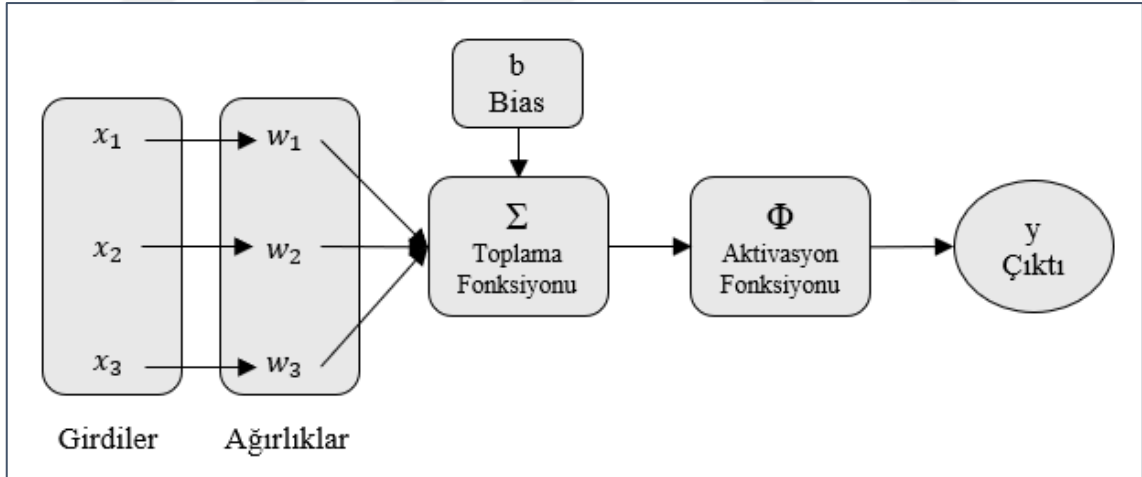
Aktivasyon fonksiyonları, yapay sinir hücrelerinin girdileri işleyerek çıktı değerine dönüştürmesini sağlayan matematiksel fonksiyonlardır. Yaygın olarak

kullanılan aktivasyon fonksiyonları Çizelge 3.11’de verilmiştir (Çınar ve Bünyan Ünel, 2022; Dogan vd., 2022).

Çizelge 3.11. Aktivasyon fonksiyonları

Fonksiyonlar	Eşitlikler
Sigmoid Fonksiyonu	$f(net) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$
Lineer Fonksiyon	$f(x) = x$
Step Fonksiyon	$f(x) = \begin{cases} 1 & x > \text{eşik değeri} \\ 0 & x \leq \text{eşik değeri} \end{cases}$
Eşit Mantıksal Fonksiyon	$f(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ x & 0 < x < 1 \\ 1 & x \geq 1 \end{cases}$
Hiperbolik Tanjant Fonksiyon	$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$
Sinüs Fonksiyon	$f(x) = \sin x$
ReLu Fonksiyonu	$f(x) = \max(0, x)$

Yapay sinir hücresini oluşturan temel bileşenler; girdiler, bu girdilere ait ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktı birimi olup, Şekil 3.13’te gösterilmektedir (İlhan ve Öz, 2020).



Şekil 3.13. Yapay sinir ağı hücresi

Bir yapay sinir hücresinde girdiler, ilgili ağırlıklarla çarpılarak toplama fonksiyonuna aktarılır. Toplama fonksiyonu ağırlıklı girdileri toplar ve elde edilen değer bir eşikle karşılaştırılır. Bu değerın eşik değerini aşması durumunda nöron aktivasyon gösterir ve üretilen çıktı bir sonraki katmana iletilir (Doğan vd., 2024).

Bir nöronun temel matematiksel fonksiyonu Eşitlik 3.28’de verilmiştir (Genc vd., 2025).

$$y = f\left(b + \sum_{i=1}^n x_i w_i\right) \quad (3.28)$$

Eşitlikte verilen y ; nöronun ürettiği çıktı değerini, f ; aktivasyon fonksiyonunu, b ; bias terimini, n ; girdi sayısını, x_i ; girdi değerlerini ve w_i ; bu girdilere karşılık gelen ağırlıkları ifade etmektedir.

YSA, çok sayıda hücrenin eş zamanlı çalışabilmesi, doğrusal olmayan problemlerin çözümünde etkili olması, örneklerden genelleme yapabilmesi, hatalara karşı belirli bir tolerans sağlaması ve hızlı tahmin üretebilmesi gibi özellikleriyle avantaj sunmaktadır.

3.7.3. Destek vektör regresyonu

Destek vektör makineleri, Vapnik (1995) tarafından geliştirilen ve Vapnik-Chervonenkis teorisine dayanan bir denetimli makine öğrenmesi yaklaşımı olup temeli istatistiksel öğrenme teorisine dayanmaktadır. Başlangıçta sınıflandırma ve regresyon amacıyla tasarlanan bu yöntem, daha sonra model tahminlerinde kullanılmak üzere destek vektör regresyonu olarak geliştirilmiştir (Kardeş ve Öngen Bilir, 2024).

DVR, temel mimarisinde bir hiper düzlem oluşturur ve veri noktalarını bu hiper düzlem ile tahmin edilen değerler ve gerçek değerler arasındaki farkı ifade eden marj içerisinde tutmayı amaçlar (Hazer vd., 2024). Marjda yer alan veri noktaları modelin oluşturulmasında dikkate alınmakta olup, epsilon hata toleransı parametresi (ϵ) marj içinde ne kadar sapmanın tolere edilebileceğini ifade etmektedir. Bu yöntem, tahmin hatalarını azaltmaya yönelmekte ve eğitim verisine uyumlu bir fonksiyon elde etmeye çalışmaktadır.

DVR’nin öğrenim sürecinde N adet $\{(x_1 y_1), (x_2 y_2), \dots, (x_i y_i)\}$ veri çiftinden oluşan girdi verisi kullanılarak, alttan ve üstten ϵ ile sınırlandırılmış tolerans bandının merkezinden geçen bir regresyon fonksiyonu olan $f(x)$ belirlenmeye çalışılmaktadır (Çalık, 2024). Bu fonksiyon Eşitlik 3.29’da ifade edilmektedir.

$$f(x) = \langle w, x \rangle + b \quad (3.29)$$

Eşitlikte verilen $f(x)$; tahmin edilen değeri, x ; giriş vektörünü, w ; hiper düzlemin ağırlık vektörünü, b ; modelin sabit (bias) terimini ifade etmektedir.

3.7.4. Least-squares boosting

Least-squares boosting yöntemi, zayıf öğrenicilerin art arda eğitilerek bir araya getirilmesiyle regresyon problemleri için daha güçlü tahminler üreten bir topluluk tekniğidir (Aslantaş, 2025). LSBoost, ortalama karesel hatayı en aza indirmeyi amaçlayan regresyon topluluklarından biridir (Zhang ve Xu, 2021). Bu yöntem, her adımda gözlenen yanıt ile o ana kadar oluşturulan tüm öğrenicilerin toplu tahmini arasındaki farkı dikkate alarak yeni bir temel öğreniciyi bu farkı açıklayacak şekilde eğitir. Süreç, ortalama karesel hatayı azaltmaya yönelik olarak aşamalı biçimde uygulanmakta ve her yeni temel öğrenici, önceki öğrenicilerin tahminlerini değiştirmeden modele katkı sağlamaktadır (Kökden, 2025).

LSBoost, regresyon topluluklarını eğitmek ve ortalama karesel hatayı en aza indirmek için Eşitlik (3.30)'da verilen en küçük kareler kayıp fonksiyonundan yararlanmaktadır (Genc vd., 2025).

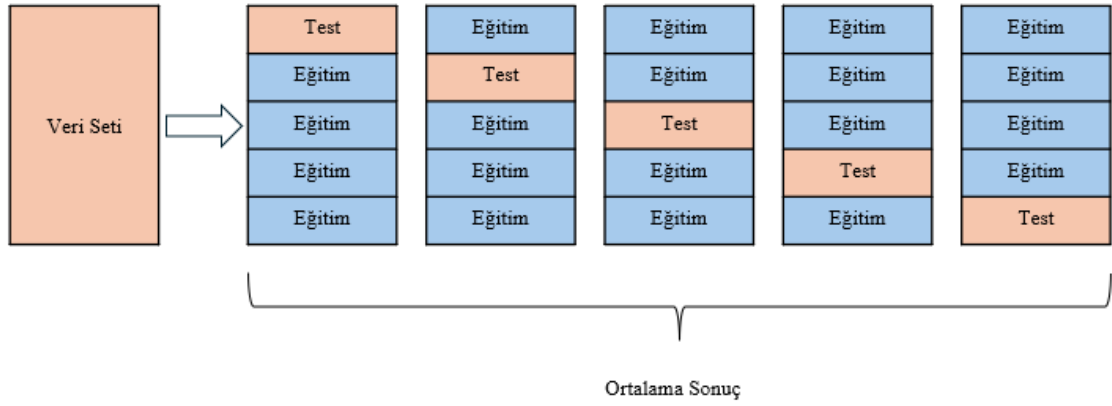
$$L = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.30)$$

Eşitlikte verilen L ; kayıp fonksiyonunu, N ; veri setindeki örnek sayısını, y ; gerçek değerleri, $\hat{y}$; model tarafından tahmin edilen değerleri ifade etmektedir.

3.7.5. K katlı çapraz doğrulama

K katlı çapraz doğrulama, bir modelin genelleme performansını değerlendirmek amacıyla veri setinin rastgele olarak eşit büyüklükte k alt kümeye ayrıldığı bir doğrulama yöntemidir. Bu yöntemde, her bir alt küme bir kez test verisi olarak kullanılırken, kalan $k-1$ alt küme eğitim verisi olarak kullanılır. Böylece eğitim ve test işlemi toplamda k kez tekrarlanır ve her yinelemede model yeni bir eğitim-test kombinasyonu ile değerlendirilmiş olur. Her döngüde elde edilen performans değerleri kaydedilir ve bu

değerlerin ortalaması modelin genel performansını temsil eder. Bu yöntemin çalışma prensibi Şekil 3.14'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.14. K-katlı çapraz doğrulama sürecinin şematik gösterimi

Bu yöntem, veri setinin tamamının hem eğitim hem de test aşamalarında kullanılmasını sağladığı için mevcut verinin daha verimli değerlendirilmesine olanak tanır. Ayrıca her bir veri noktası bir kez test verisi olarak kullanıldığı için performans tahminlerinin daha güvenilir ve istatistiksel olarak daha kararlı olmasını sağlar.

3.7.6. Bayes hiper optimizasyonu

Makine öğrenmesi alanında, algoritmaların verilerden düzenli örüntüler çıkarması, bu örüntülere dayanarak tahminler üretmesi ve karmaşık ilişkileri modelleyebilmesi için çeşitli parametre yapılandırmalarına ihtiyaç duyulur. Bu noktada hiper parametre ayarlaması, model performansını doğrudan etkileyen kritik bir süreç olarak öne çıkar. Hiper parametre kombinasyonlarının seçilmesi hem modelin genelleme kapasitesini artırmak hem de aşırı öğrenme veya yetersiz öğrenme gibi sorunları en aza indirmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Hiper parametre optimizasyonunda ızgara arama, rastgele arama ve Bayes optimizasyonu gibi çeşitli arama teknikleri kullanılmakta olup, bu yöntemler arama uzayını farklı stratejilerle tarayarak en uygun hiper parametre bileşiminin belirlenmesine olanak tanır. Izgara arama ve rastgele arama gibi bazı hiper parametre ayarlama yöntemleri yalnızca parametre değerlerine odaklanıp geçmiş sonuçları dikkate almamakta ve özellikle geniş bir parametre uzayıyla çalışıldığında, ayarlanması gereken parametre

sayısının artmasına bağlı olarak arama uzayının aynı ölçüde genişlemesi nedeniyle zaman alıcı olabilmektedir (Genc vd., 2025). Bayes optimizasyonu ise yüksek boyutlu verilerde görece daha etkin çalışabilme, daha az deneme ile daha iyi sonuçlar elde edebilme, kaynakları verimli kullanma ve daha iyi genelleme yeteneği sağlama gibi avantajlara sahiptir (Hazer vd., 2024).

Bayes optimizasyonu, hiper parametre arama sürecini olasılıksal bir yaklaşımla yönlendirmekte ve bu süreç Bayes teoremine dayanmaktadır. Bu teorem Eşitlik 3.31’de verilmiştir (Nadiroğlu, 2022).

$$P(A|B) = P(B|A) P(A)/P(B) \quad (3.31)$$

Eşitlikte verilen $P(A)$; A için önsel veya marjinal olasılığı ifade eder. $P(A|B)$; B ’nin gerçekleşmesi koşulu altında A ’nın koşullu olasılığını, $P(B|A)$; A ’nın gerçekleşmesi koşulu altında B ’nin koşullu olasılığını ve $P(B)$; normalleştirme sabitini ifade etmektedir.

Bayes optimizasyonu, birkaç temel adımı içeren sistematik bir yaklaşımla çalışmakta olup öncelikle girdi uzayında rastgele veya belirli bir stratejiyle seçilen başlangıç noktalarının amaç fonksiyonu aracılığıyla değerlendirilmesiyle başlar. Amaç fonksiyonunun davranışını tahmin etmek ve belirsizliği ölçmek amacıyla çoğunlukla olasılık modeli olarak Gauss Süreci tercih edilmektedir (Altun ve Talu, 2021). Bu modelden elde edilen tahminler doğrultusunda edinim fonksiyonu değerlendirilmek üzere bir sonraki noktayı seçer. Süreç her yinelemede modelin güncellenmesiyle devam eder ve durdurma kriteri sağlandığında en uygun hiper parametre değerleri belirlenmiş olur.

3.7.7. Shapley katkı açıklamaları

Shapley katkı açıklamaları (SHAP-SHapley Additive exPlanations), temelini Lloyd Shapley’nin oyun teorisinde oyuncuların oyunun toplam skoruna bireysel katkılarını belirlemek için hesapladığı Shapley değerlerinden alan bir yöntemdir (Aydın, 2025). SHAP yaklaşımı, 2017 yılında Lundberg ve Lee tarafından geliştirilmiştir (Lundberg ve Lee, 2017).

SHAP, makine öğrenmesi modellerinin karar süreçlerini açıklamak amacıyla kullanılan ve her bir özelliğin belirli bir tahmine yaptığı bireysel katkıyı niceliksel olarak ortaya koyan bir yöntemdir. Bir özelliğin tahmin üzerindeki etkisinin yönünü (pozitif

veya negatif), etkisinin büyüklüğünü (katkı düzeyini) ve etkisinin türünü (destekleyici veya azaltıcı etki) değerlendirmeyi mümkün kılar. Pozitif SHAP değerleri, bir özelliğin model tahminini artırdığını, negatif SHAP değerleri ise tahmini azalttığını göstermektedir. Böylece SHAP, karmaşık makine öğrenmesi modellerinin iç işleyişini görünür kılarak model davranışının yorumlanabilirliğini ve anlaşılabilirliğini önemli ölçüde artırır.

Bir özelliğin modele yaptığı ortalama marjinal katkısı niceliksel olarak ifade eden Shapley değeri, Eşitlik (3.32)'de verilen formül ile hesaplanmaktadır (Trindade Neves vd., 2024).

$$\phi_i(v) = \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|S|! (|N| - |S| - 1)!}{|N|!} [v(S \cup \{i\}) - v(S)] \quad (3.32)$$

Eşitlikte verilen $\phi_i(v)$; özelliğin i için Shapley değerini, N ; tüm özellikler kümesini, S ; bu kümeden i hariç tutularak oluşturulan alt kümeleri, $|S|$; S alt kümesindeki özellik sayısını, $|N|$; toplam özellik sayısını, $v(S)$; modelin yalnızca S kümesindeki özelliklerle yaptığı tahmini ve $v(S \cup \{i\})$ ise bu tahmine özellik i eklendiğinde elde edilen sonucu ifade etmektedir.

Eşitlik, i özelliğinin tüm olası özellik kombinasyonları arasındaki ortalama marjinal katkısını hesaplar. Bunu, i özelliğini içermeyen tüm S alt kümeleri üzerinde toplayarak ve her alt kümede i özelliğiyle ve i özelliği olmadan modelin öngörüsündeki farkı hesaplayarak yapar. Faktöriyel terimleri ise bu farkların uygun biçimde ağırlıklandırılmasını sağlayarak özellikler arasındaki katkıların adil bir şekilde dağıtılmasına imkân tanır.

3.8. Performans Analizi

Performans analizleri, geliştirilen modellerin istatistiksel geçerliliğini ve tahmin gücünü ortaya koymak açısından temel bir değerlendirme sürecidir. Bu analizler, modelin tahmin kapasitesini, doğruluk düzeyini ve hata davranışını çok yönlü biçimde incelemeye olanak tanır. Modellerin performans ölçütleri birlikte ele alındığında, yalnızca tahmin başarısı değil, aynı zamanda modelin güvenilirliği de değerlendirilebilir. Böylece

modelin açıklayıcılığı, hata dağılımı ve tahmin tutarlılığı bütüncül bir çerçevede analiz edilir.

Belirlilik katsayısı (R^2), modelin verilere ne ölçüde uyum sağladığını gösteren bir ölçüttür (Eşitlik (3.33)). Bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını ifade eder (Yavuz, 2009). R^2 değeri 0 ile 1 aralığında değişir. Değerin 1'e yaklaşması, modelin veriye iyi uyum sağladığını ve başarılı sonuçlar ürettiğini, 0'a yaklaşması modelin açıklama gücünün zayıf olduğunu gösterir.

Ortalama mutlak hata (MAE-Mean Absolute Error), gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki mutlak farkların ortalamasını hesaplayan bir ölçüttür (Eşitlik (3.34)). Her bir gözleme eşit ağırlık vererek modelin genel hata düzeyini ortaya koyar (Çelik ve Özdemir, 2023).

Kök ortalama kare hata (RMSE-Root Mean Square Error), gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki farkların karelerinin ortalamasının karekökünü gösteren bir ölçüttür (Eşitlik (3.35)). RMSE, modelin doğruluğunu değerlendirirken hata büyüklüklerini dikkate alır ve büyük farkların model performansı üzerindeki etkisini daha güçlü şekilde yansıtır (Güler vd., 2025).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.33)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (3.34)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (3.35)$$

Eşitliklerde verilen y_i ; gözlenen, $\hat{y}_i$; tahmin edilen ve $\bar{y}$; ortalama değerdir.

Ayrıca International Association of Assessing Officers (IAAO) tarafından yayınlanan oran çalışmaları standardına göre dağılım katsayısı (COD-Coefficient of Dispersion) ve fiyatla ilgili farklılık değeri (PRD-Price-Related Differential) performans analizinde kullanılan ölçütlerdir (IAAO, 2013). COD, tahmin edilen değerlerin standart sapmasının gerçek değere oranını, PRD ise tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki farkın yüzdesel olarak ifadesini temsil eder (Türkan vd., 2023). COD Eşitlik (3.36)'da ve PRD Eşitlik (3.37)'de verilmiştir (Hazer vd., 2024).

$$COD = \frac{100}{m} \times \left(\frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i}{\hat{y}_i} - m \right|}{n - 1} \right) \quad (3.36)$$

$$m = median(y_i/\hat{y}_i)$$

$$PRD = \frac{mean(y_i/\hat{y}_i)}{\sum_{i=1}^n y_i / \sum_{i=1}^n \hat{y}_i} \quad (3.37)$$

COD değerleri konut türü taşınmazlarda %15 veya daha düşük, ticari taşınmazlarda %20 veya daha düşük ve tarım arazilerinde ise %25 veya daha düşük olmalıdır (Karataş ve Karaduman, 2023). PRD değerleri ise tüm taşınmaz türleri için 0.98 ile 1.03 aralığında olduğunda uygun kabul edilmektedir (IAAO, 2013).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Anket Uygulaması

Bu tez çalışmasında tarım arazisi değerini etkileyen faktörleri incelemek amacıyla anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Literatürde kullanılan faktörler derlenmiş ve bu faktörlerin çalışmada kullanılmak üzere indirgenmesi ve önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla iki aşamalı bir anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar:

- Faktör analizi ile faktörlerin indirgenmesi için anket uygulaması (EK-1)
- AHP ile faktör ağırlıklarının belirlenmesi için anket uygulaması (EK-2)

Toplamda 500 anketin uygulanması planlanmıştır. Faktör analizi için örneklem sayısı faktör sayısının en az beş katı olacak şekilde belirlenmiştir. 50 anket ile anketlerin geçerliliği ve güvenilirliğini test edilmiştir. Faktör analizi için 470 anketin, AHP için 30 anketin uygulanması planmış ve 472 anket faktör analizi için 30 anket ise AHP için uygulanmıştır.

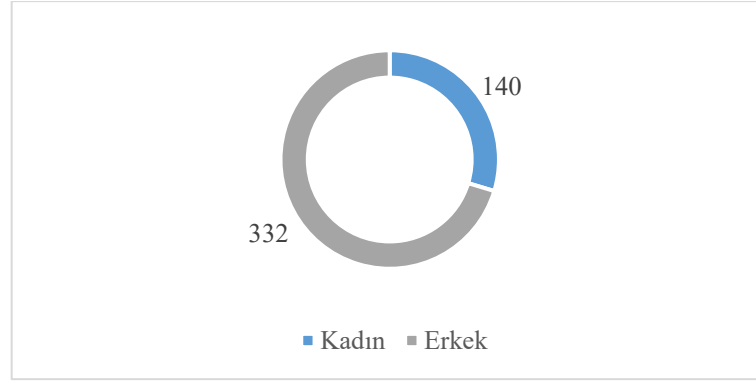
4.1.1. Faktör analizi için anket uygulaması

Faktör analizi için hazırlanmış olan anket formunda (EK-1) tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler tarımsal, konumsal, çevresel ve sosyal ve fiziki faktörler olmak üzere 52 faktörden oluşmaktadır. Katılımcılardan bu 52 faktörün tarım arazisi değerine ne derece etki ettiğini ‘Hiç Önemli Değil’, ‘Biraz Önemli’, ‘Orta Önemli’, ‘Önemli’ ve ‘Çok Önemli’ şeklinde sırasıyla 1’den 5’e kadar puanlamaları istenmiştir.

Faktörlerin değerlendirilmesi dışında katılımcılara taşınmaz değerlendirme alanında deneyimleri olup olmadığı ve eğer varsa kaç yıllık bir deneyime sahip oldukları sorulmuştur. Ayrıca, tarımsal faaliyet ya da üretim içinde yer alıp almadıkları ve eğer yer alıyorsa tarımsal desteklemeler ile ilgili görüşleri sorulmuştur.

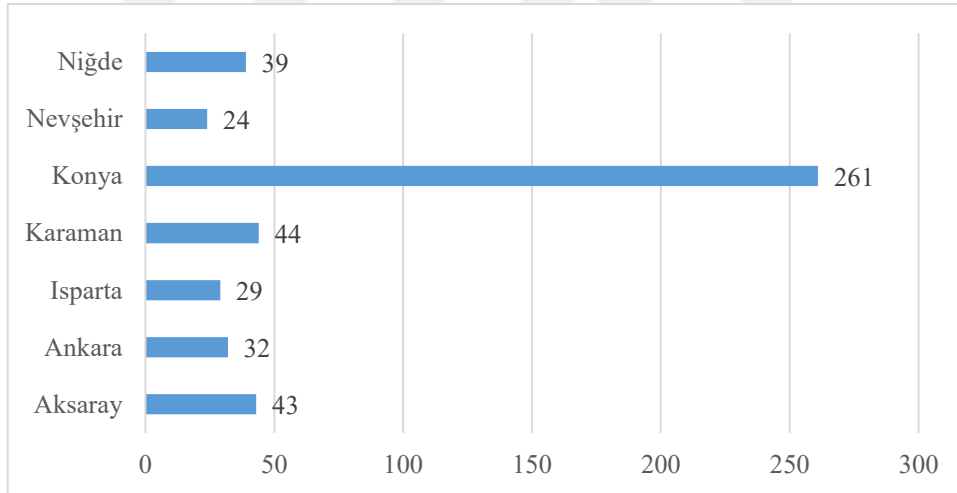
Son olarak cinsiyet, görev yapılan il, meslek, yaş, eğitim durumu ve meslekteki çalışma yılı ile ilgili sorular yöneltilerek katılımcıların demografik özelliklerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Faktör analizi için gerçekleştirilen anket uygulamasına katılan 472 katılımcının demografik özellikleri incelendiğinde, katılımcılardan 140’ı kadın, 332’si ise erkektir. Cinsiyet dağılımları Şekil 4.1’de verilmiştir.



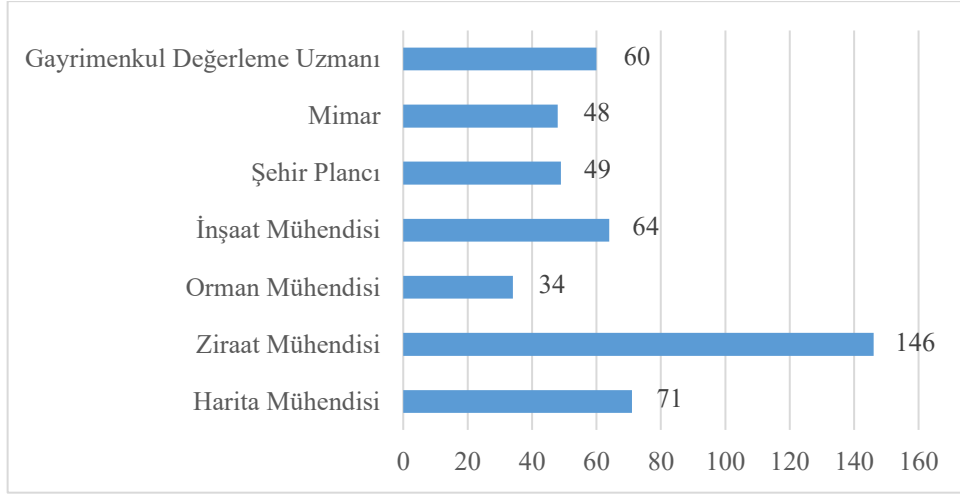
Şekil 4.1. Katılımcıların cinsiyet dağılımları (birinci anket)

Katılımcıların görev yaptıkları illere ait grafik Şekil 4.2’de verilmiştir. Grafik incelendiğinde, katılımcıların görev yaptıkları iller arasında Konya’nın 261 kişi ile en yüksek sayıda katılımcıya sahip olduğu görülmektedir. Konya’yı sırasıyla Karaman (44), Aksaray (43) ve Niğde (39) illeri izlemektedir. Daha düşük düzeyde katılım ise Ankara (32), Isparta (29) ve Nevşehir (24) illerinden olmuştur.



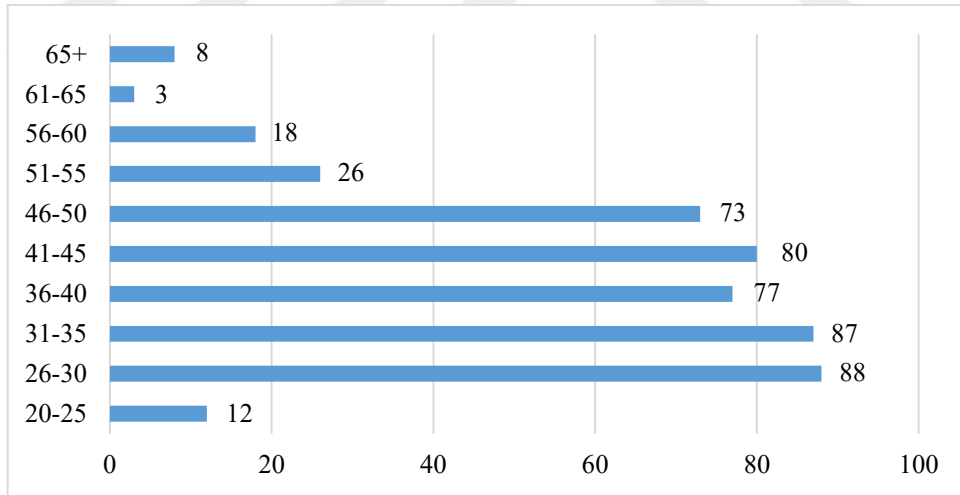
Şekil 4.2. Katılımcıların görev yaptıkları il dağılımları (birinci anket)

Katılımcıların meslek gruplarına göre dağılımları Şekil 4.3’te verilmiştir. Grafik incelendiğinde, meslek grupları arasında en yüksek katılımın ziraat mühendisliği alanında (146 kişi) olduğu görülmektedir. Bunu harita mühendisleri (71), inşaat mühendisleri (64) ve gayrimenkul değerlendirme uzmanları (60) izlemektedir. Şehir plancıları (49) ve mimarlar (48) orta düzeyde temsil edilirken, en düşük katılım orman mühendisliği alanında (34) olmuştur.



Şekil 4.3. Katılımcıların meslek gruplarına göre dağılımları (birinci anket)

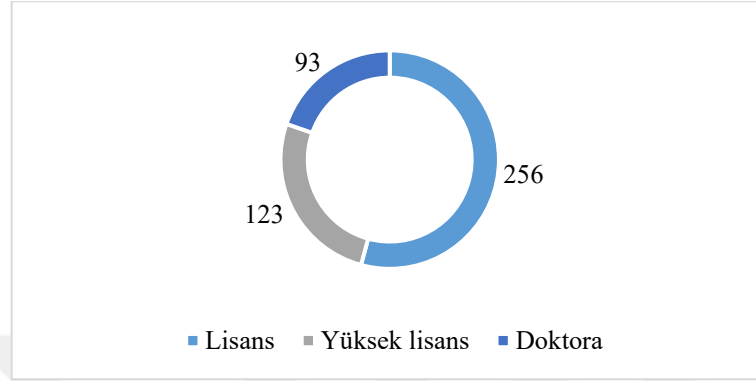
Katılımcıların yaşları verdikleri cevaplar doğrultusunda 20-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50, 51-55, 56-60, 61-65 ve 65+ olarak gruplandırılmıştır. Bu gruplarda yer alan katılımcı sayısı belirlenmiştir. Katılımcıların yaş dağılımlarına ait grafik Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Katılımcıların yaş dağılımları (birinci anket)

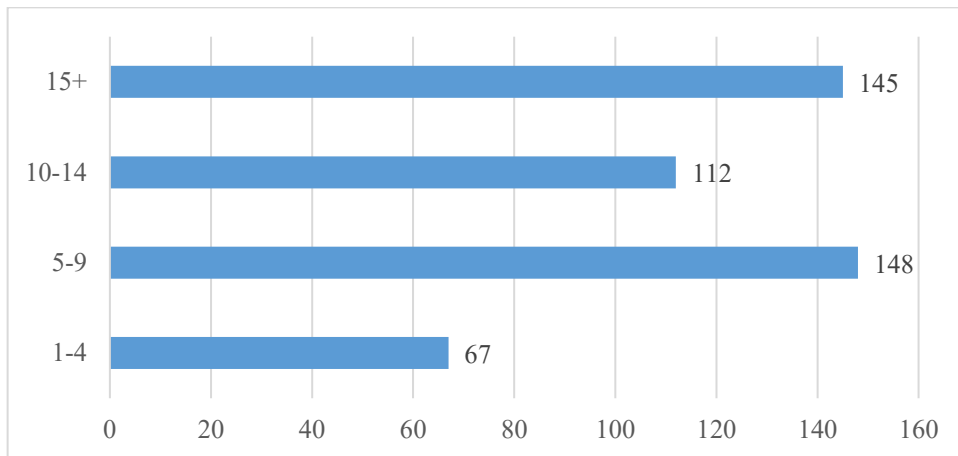
Grafik incelendiğinde, katılımcıların yaş dağılımında en yüksek sayının 26-30 yaş grubunda (88 kişi) olduğu görülmektedir. Bunu 31-35 yaş (87 kişi), 41-45 yaş (80 kişi), 36-40 yaş (77 kişi), ve 46-50 yaş (73 kişi) grupları takip etmektedir. Daha düşük düzeyde katılım ise 51-55 yaş (26 kişi), 56-60 yaş (18 kişi), 20-25 yaş (12 kişi), 65 yaş ve üzeri (8 kişi) ve 61-65 yaş (3 kişi) gruplarında olmuştur.

Katılımcıların eğitim durumunu gösteren grafik Şekil 4.5'te verilmiştir. Grafik incelendiğinde, katılımcıların eğitim durumlarının ağırlıklı olarak lisans düzeyinde (256 kişi) yoğunlaştığı görülmektedir. Lisans düzeyini 123 kişi ile yüksek lisans ve 93 kişi ile doktora derecesine sahip katılımcılar takip etmektedir.



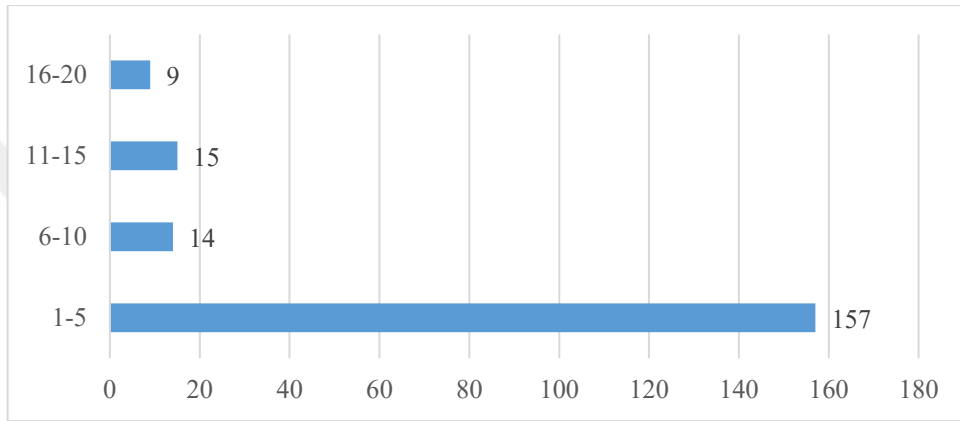
Şekil 4.5. Katılımcıların eğitim durumu dağılımları (birinci anket)

Katılımcıların meslekteki çalışma yıllarına göre dağılımları Şekil 4.6'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde, katılımcıların mesleki deneyim sürelerine göre dağılımlarında en yüksek katılımın 5-9 yıl (148 kişi) ve 15 yıl ve üzeri (145 kişi) gruplarında gerçekleştiği görülmektedir. Bunu 10-14 yıl deneyime sahip katılımcılar (112 kişi) izlemektedir. En düşük katılım ise 1-4 yıl deneyime sahip grupta (67 kişi) gözlenmiştir.



Şekil 4.6. Katılımcıların mesleki deneyimlerine göre dağılımları (birinci anket)

Katılımcıların taşınmaz değerlendirme alanında deneyimlerinin olup olmadığına ilişkin sorulan soruya 195 katılımcı ‘Evet’, 277 katılımcı ise ‘Hayır’ şeklinde cevap vermiştir. Evet cevabı veren katılımcıların deneyim yılları baz alınarak 1-5, 6-10, 11-15 ve 16-20 yıl şeklinde gruplandırma yapılmıştır. Katılımcıların taşınmaz değerlendirme alanındaki yetkinliğini ifade eden grafik Şekil 4.7’de sunulmuştur. Grafik incelendiğinde, deneyimli katılımcılar içerisinde en yüksek grubu 157 kişi ile 1-5 yıl deneyime sahip olanlar oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla 11-15 yıl deneyime sahip 15 kişi, 6-10 yıl deneyime sahip 14 kişi ve 16-20 yıl deneyime sahip 9 kişi izlemektedir.



Şekil 4.7. Katılımcıların taşınmaz değerlendirme alanında deneyimlerine göre dağılımları (birinci anket)

Katılımcıların tarımsal faaliyet ya da üretim içinde yer alıp almadıklarına dair soruya 356 katılımcı ‘Hayır’ yanıtı verirken 116 katılımcı ‘Evet’ yanıtı vermiştir. 116 katılımcı ayrıca tarımsal desteklemeler ile ilgili düşüncelerini beyan etmiştir. Bu 116 katılımcının demografik özellikleri ise şu şekildedir;

- Tarımsal faaliyet içinde yer alan katılımcılardan 40’ı kadın, 76’sı erkektir. Bu katılımcıların görev yaptıkları iller incelendiğinde en fazla katılımcıya sahip il Konya (67) olmuştur. Karaman’dan 15, Nevşehir’den ise 10 katılımcı yer almıştır. Aksaray, Isparta ve Niğde illerinin her birinde 7 katılımcı bulunurken, en düşük katılım Ankara (3) ilinde gerçekleşmiştir.
- Yaş dağılımı incelendiğinde, en yüksek katılımın 36-40 ve 41-45 yaş gruplarında (her birinde 26 katılımcı) olduğu görülmektedir. Bunu 46-50 yaş grubundaki 18 katılımcı ve 26-30 yaş grubundaki 17 katılımcı takip etmektedir. 31-35 yaş grubunda 15 katılımcı, 51-55 yaş grubunda 3 katılımcı yer almaktadır. Daha ileri yaş gruplarında katılımın azaldığı, 56-

60 yaş grubunda 7 katılımcı, 61-65 ve 65 yaş üstü gruplarda ise yalnızca 1'er katılımcının bulunduğu görülmektedir. Benzer şekilde, 20-25 yaş grubundaki katılım da düşük olup yalnızca 2 katılımcı yer almıştır.

- Meslek grupları incelendiğinde, en yüksek katılımın 65 kişi ile ziraat mühendisleri tarafından sağlandığı görülmektedir. Bunu 13 harita mühendisi ve 11 gayrimenkul değerlendirme uzmanı izlemektedir. Diğer meslek gruplarında katılım daha düşük düzeyde olup, inşaat mühendisliği ve şehir planlama alanlarından 8'er, mimarlık alanından 6 ve orman mühendisliği alanından 5 katılımcı yer almıştır.
- Eğitim durumları incelendiğinde, 50 katılımcı lisans, 39 katılımcı yüksek lisans ve 27 katılımcı doktora eğitimini tamamlamıştır.
- Mesleki deneyimleri incelendiğinde, 1-4 yıllık deneyime sahip katılımcı sayısı 14, 5-10 yıllık deneyime sahip katılımcı sayısı 25, 10-14 yıllık deneyime sahip katılımcı sayısı 30 ve 15 yıl ve üzeri deneyime sahip katılımcı sayısı ise 47'dir.
- Ayrıca, taşınmaz değerlendirme alanında deneyimleri incelendiğinde, 57 katılımcının bu alanda çalıştığı, 59 katılımcının ise herhangi bir deneyime sahip olmadığı görülmektedir. Taşınmaz değerlendirme alanında çalışan 57 katılımcının deneyim süreleri incelendiğinde, 38 katılımcı 1-5 yıl, 4 katılımcı 6-10 yıl, 11 katılımcı 11-15 yıl ve 4 katılımcı 16-20 yıl deneyime sahiptir.

Tarımsal faaliyetlerde bulunan 116 katılımcının tarımsal desteklemelere ilişkin görüşleri incelenmiş, benzer nitelikteki ifadeler bir araya getirilerek maddeler halinde sınıflandırılmıştır.

- Teşvikler gerçek üreticiye ulaşmalı
- Makine ve hibe desteği verilmeli
- Organik tarıma yönelik eğitim verilmeli
- Verim arttırıcı gübreleme ve ilaçlama desteği olmalı
- Toprak yapısına uygun tarım ürünleri olmalı
- Çevre kirliliğini önleyici tarım üretimi yapılmalı
- Tarımsal üretimle ilgili eğitim verilmeli
- Erozyon ve çölleşmeyi önlemek için doğru tarım ürünleri ekilmeli
- Tarımsal destek paketlerinde bürokratik engeller kaldırılmalı

- Tarım arazileri yerleşime açılmamalı
- Organik tarıma destek verilmeli
- Destekler yetersiz, düzensiz ve amaca uygun değil
- Yenilikçi tarım makine desteği olmalı
- Ürün ve havza bazlı destekleme yapılmalı
- Sulama hizmeti olmalı
- Üretime yönelik uzun süreli destek paketleri artmalı
- Desteklemeler kaldırılıp ürün değeri artırılmalı
- Desteklerin fiilen kullanana verilmesini sağlayacak sistem oluşturulmalı
- Tarımsal üretim çeşitliliği artmalı
- Gübrelemede toprak analizi desteği verilmeli
- Mühendis öngörüsünde ilaçlama desteği verilmeli
- Yerel tohumlara destek verilmeli ve kooperatifleşme yaygınlaşmalı
- Girdi maliyetleri azaltılmalı
- Üretim faaliyetlerini arttıracak çiftçi paketleri oluşturulmalı
- Tarımsal üretim politikaları oluşturulmalı

Bu görüşlerden anlaşıldığı üzere, katılımcılar tarımsal desteklemelerin üreticiyi doğrudan hedef alması, bürokratik engellerin azaltılması ve desteklerin süreklilik arz etmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, makine ve hibe desteği, sulama hizmetleri, gübreleme ve ilaçlama desteği, toprak analizi, yerel tohum kullanımı ve kooperatifleşme gibi uygulamaların güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Katılımcılar aynı zamanda organik tarım, çevre dostu üretim, erozyon ve çölleşmenin önlenmesi gibi sürdürülebilirlik odaklı politikaların geliştirilmesini önermektedir. Genel olarak, tarımsal desteklemelerin üretim çeşitliliğini artıracak, maliyetleri azaltacak ve çiftçiyi güçlendirecek şekilde yeniden yapılandırılması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

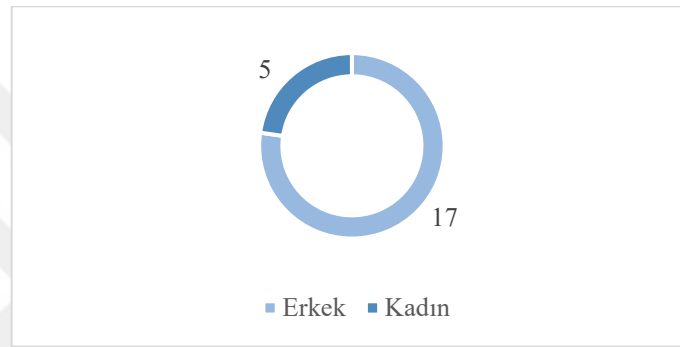
4.1.2. AHP için anket uygulaması

472 katılımcı ile ilk aşama anket uygulaması tamamlandıktan sonra faktörlerin indirgenmesi için faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Faktör analizi sonucu elde edilen faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla AHP yönteminin uygulanmasına yönelik ikinci aşama anket formu (EK-2) hazırlanmıştır.

AHP yönteminin temelini ikili karşılaştırma oluşturmaktadır ve tüm faktörler birbirileri ile karşılaştırılır. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri sayesinde faktör

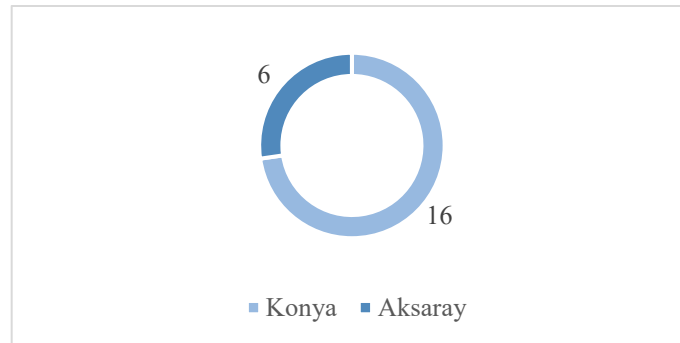
ağırlıkları hesaplanır. Ayrıca, karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını test etmek amacıyla tutarlılık oranı hesaplanır ve bu oran 0,10'dan küçük olmalıdır. Tutarsız olan değerlendirmeler dikkate alınmaz.

AHP anketleri 30 katılımcı ile tamamlanmıştır. Fakat 8 anket tutarsız olduğu için çalışmaya dahil edilmemiştir. Geriye kalan 22 anket faktör ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Bu 22 katılımcının demografik özellikleri cinsiyet, yaş, görev yaptıkları il, meslek grubu, eğitim durumu ve mesleki deneyim ile ilgili sorular ile incelenmiştir. Ankete katılan katılımcıların cinsiyet dağılımı ile grafik Şekil 4.8'de verilmiştir. Katılımcıların 17'si erkek 5'i kadındır.



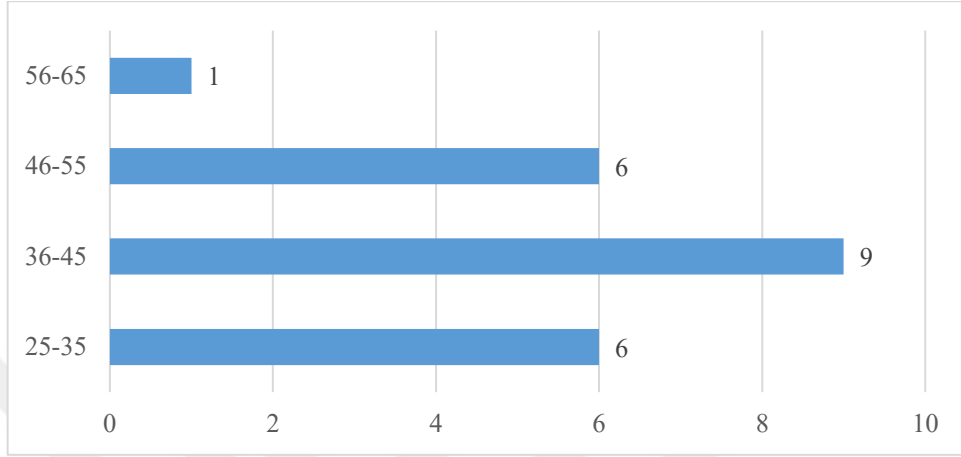
Şekil 4.8. Katılımcıların cinsiyet dağılımları (ikinci anket)

Katılımcıların görev yaptıkları illere ait grafik Şekil 4.9'da verilmiştir. AHP için anket uygulaması Konya ve Aksaray illerinde gerçekleştirilmiştir. Grafik incelendiğinde, 16 katılımcının Konya'dan, 6 katılımcının ise Aksaray'dan katılım sağladığı görülmektedir.



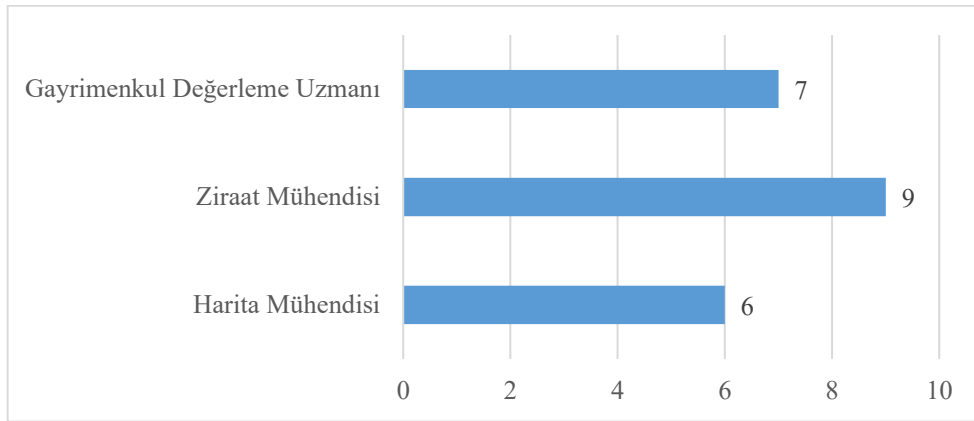
Şekil 4.9. Katılımcıların görev yaptıkları il dağılımları (ikinci anket)

Katılımcıların yaşları 25-35, 36-45, 46-55 ve 56-65 olarak gruplandırılmıştır ve yaş dağılım grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. Grafik incelendiğinde, katılımcılardan 25-35 yaş aralığında 9 kişi, 36-45 yaş aralığında 6 kişi, 46-55 yaş aralığında 6 kişi ve 56-65 yaş aralığında 1 kişi olduğu görülmektedir.



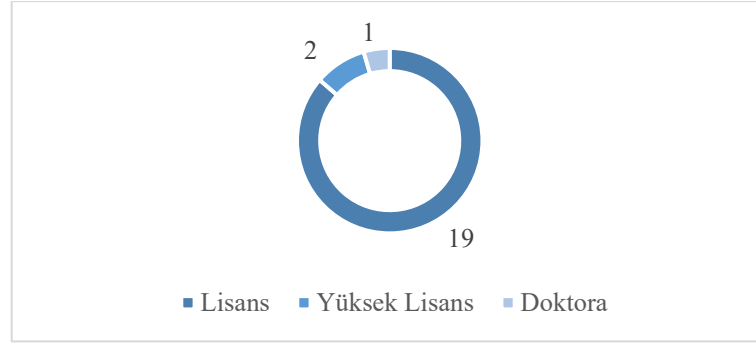
Şekil 4.10. Katılımcıların yaş dağılımları (ikinci anket)

Katılımcıların meslek gruplarına ait dağılım Şekil 4.11'de verilmiştir. Katılımcıların 9'u ziraat mühendisi, 7'si gayrimenkul değerleme uzmanı ve 6'sı harita mühendisidir.



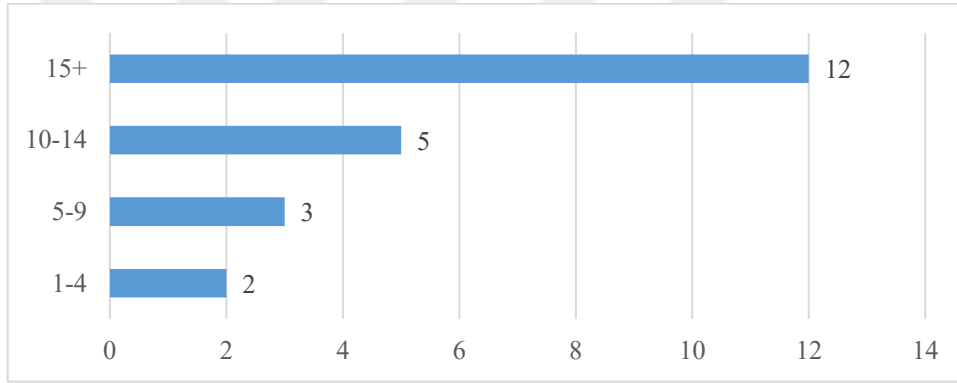
Şekil 4.11. Katılımcıların meslek gruplarına göre dağılımları (ikinci anket)

Katılımcıların eğitim durumuna ilişkin grafik Şekil 4.12'de verilmiştir. Katılımcılardan 19'u lisans mezunu, 2'si yüksek lisans mezunu ve 1'i doktora mezunudur.



Şekil 4.12. Katılımcıların eğitim durumu dağılımları (ikinci anket)

Katılımcıların mesleki deneyimlerine göre dağılımları Şekil 4.13'te verilmiştir. Katılımcılardan 2'si 1-4 yıl, 3'ü 5-9 yıl, 5'i 10-14 yıl ve 12'si 15 yıl ve üzeri mesleki deneyime sahiptir.



Şekil 4.13. Katılımcıların mesleki deneyimlerine göre dağılımları (ikinci anket)

Bu tez çalışmasında iki aşamalı bir anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada faktörlerin belirlenmesi amacıyla faktör analizi, ikinci aşamada ise faktör ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemi uygulanmıştır. Bu bölümde her iki anket uygulamasında yer alan katılımcıların demografik özellikleri analiz edilmiştir.

4.2. Faktör Analizi Sonucu Elde Edilen Faktörler

Verilerin Uygunluğu:

Öncelikle verilerin faktör analizine uygun olup olmadığının test edilmesi gerekir. Verilerin analize uygunluğu korelasyon matrisi, KMO ve Bartlett testleri kullanılarak incelenir. Korelasyon matrisinde, faktörler arasındaki ilişki en az birkaç faktör için belli

büyüklikte olmalıdır. Faktörler arasındaki korelasyonun 0,30'dan fazla olması beklenir. KMO testinin 0,50'den büyük olması ve Bartlett testinin anlamlı olması için ($p<0,05$) olmalıdır.

Bu tez çalışmasında parsel bazlı değil, alan bazlı bir değerlendirme yaklaşımı benimsendiğinden, EK-1'de sunulan faktör analizi anket formunda yer alan konumsal faktörlerden işletme merkezine yakınlık (S.21), çevresel ve sosyal faktörlerden gelir düzeyi, tarımsal desteklemeler ve arazi kira bedeli (S.41–43) ile fiziki faktörler (S.45–52) analize dâhil edilmemiş; analiz, geriye kalan 40 faktör ile gerçekleştirilmiştir.

Faktör analizi SPSS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Korelasyonu 0,30'un altında kalan sit alanında olup olmaması (S.19) faktörü çıkarılarak veriler analize uygun hale getirilmiştir.

Daha sonra KMO ve Bartlett testleri uygulanmıştır. Bu testlere ait sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. KMO ve Bartlett testi sonuçları

KMO-Örneklem Yeterliliği		,910
Bartlett's Testi	Yaklaşık Ki-Kare	9751,180
	Serbestlik Derecesi	741
	Anlamlılık	<,001

KMO testinin $0,90 \leq KMO \leq 1,00$ aralığında 'mükemmel' olması örneklem sayısının çok iyi olduğu anlamına gelmektedir. Bartlett testine göre anlamlılık değerinin 0,001 ($p<0,05$) olması değişkenler arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermektedir. Korelasyon matrisi, KMO ve Bartlett testlerine göre veri faktör analizi için uygundur.

Faktör Sayısının Belirlenmesi:

Faktör analizi kapsamında elde edilen özdeğerler incelenmiş ve faktör sayısının belirlenmesinde hem özdeğerlerin büyüklüğü hem de grafiksel kırılma noktası dikkate alınmıştır. Özdeğeri 1'in üzerinde olan bileşenler değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda belirlenen faktörlere ilişkin özdeğerler ve toplam varyansı açıklama oranları Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

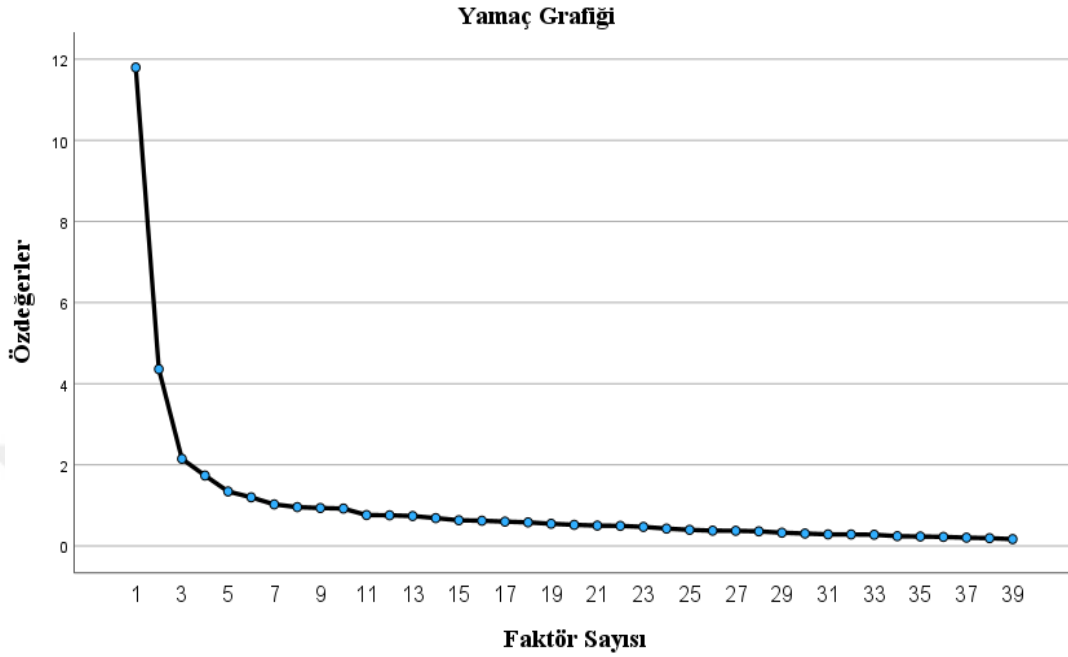
Çizelge 4.2 incelendiğinde, birinci faktöre ait özdeğer 11,795 ve açıklanan varyans oranı %30,243 olarak belirlenmiştir. İkinci faktöre ait özdeğer 4,358 ve toplam açıklanan varyans oranı %41,418'dir. Üçüncü faktöre ait özdeğer 2,148 ve toplam açıklanan varyans oranı %46,926'dır. Dördüncü faktöre ait özdeğer 1,735 ve toplam

açıklanan varyans oranı %51,375'tir. Beşinci faktöre ait özdeğer 1,343 ve toplam açıklanan varyans oranı %54,820'dir. Altıncı faktöre ait özdeğer 1,199 ve toplam açıklanan varyans oranı %57,894'tür. Yedinci faktöre ait özdeğer 1,025 ve toplam açıklanan varyans oranı %60,522'dir. Özdeğeri 1'den büyük olan faktörler anlamlı olarak kabul edilir. Toplam açıklanan varyans oranına (%60,522) göre faktör sayısı 7'dir. Toplam açıklanan varyansın %50 olması beklenir. Bu orana göre faktör sayısı 4 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Toplam açıklanan varyans

Faktör	İlk Özdeğerler			Karesel Yüklerin Çıkarma Sonuçları		
	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)
1	11,795	30,243	30,243	11,795	30,243	30,243
2	4,358	11,174	41,418	4,358	11,174	41,418
3	2,148	5,508	46,926	2,148	5,508	46,926
4	1,735	4,450	51,375	1,735	4,450	51,375
5	1,343	3,444	54,820	1,343	3,444	54,820
6	1,199	3,074	57,894	1,199	3,074	57,894
7	1,025	2,628	60,522	1,025	2,628	60,522
8	,957	2,454	62,976			
9	,935	2,398	65,374			
10	,922	2,364	67,737			
11	,762	1,953	69,691			
12	,756	1,937	71,628			
13	,737	1,891	73,519			
14	,686	1,760	75,279			
15	,633	1,624	76,902			
16	,621	1,593	78,496			
17	,600	1,538	80,034			
18	,581	1,490	81,523			
19	,547	1,402	82,925			
20	,520	1,334	84,259			
21	,502	1,287	85,546			
22	,495	1,268	86,814			
23	,469	1,204	88,018			
24	,428	1,097	89,115			
25	,397	1,018	90,133			
26	,377	,966	91,099			
27	,373	,958	92,056			
28	,360	,923	92,980			
29	,327	,838	93,817			
30	,306	,785	94,602			
31	,285	,731	95,333			
32	,284	,727	96,060			
33	,276	,709	96,769			
34	,241	,617	97,386			
35	,233	,597	97,983			
36	,223	,571	98,554			
37	,204	,524	99,077			
38	,192	,491	99,568			
39	,168	,432	100,000			

Ayrıca yamaç grafiği oluşturularak da faktör sayısı tespit edilebilir. Şekil 4.14'te yamaç grafiği verilmiştir.



Şekil 4.14. Yamaç grafiği

Şekil 4.13'te bulunan eğrinin yüksek özdeğer sayısı ile başlayıp gittikçe azaldığı ve belli bir süreden sonra durağanlaşıp düz bir çizgi halini aldığı görülmektedir. Bu grafiğe göre 4'üncü faktörden sonra eğri yatay eksene paralel olmaya başlayıp düz bir çizgi halini almıştır. Yamaç grafiğine göre faktör sayısı 4 olarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışması için faktör sayısı 4 olarak belirlenmiş ve analiz 4 faktör sayısına göre tekrarlanmıştır.

Faktörlerin Rotasyonu:

Faktörlerin daha kolay yorumlanabilmesi için direct oblmin yöntemi ile rotasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Rotasyon sonrası birden fazla faktörde benzer düzeyde yük alan ve hangi faktöre ait olduğu kesin olarak belirlenemeyen faktörler binişik madde olarak adlandırılır. Bu tür faktörlerde faktör yükleri arasındaki farkın en az 0,10 olması beklenir; farkın 0,10'un altında kaldığı maddeler ölçekten çıkarılır ve analiz, binişik madde kalmayıncaya kadar yinelenir (Öztürk ve Çerçi, 2019). Faktör yükleri arasındaki fark 0,10'dan daha fazlaysa büyük olan faktör yükü kabul edilir. Faktör yüklerinin 0,40'tan az olmaması beklenir. Analiz sonucunda binişik faktörler ve faktör yükleri

0,40'tan az olan faktörler aynı anda değil, tek tek çıkarılarak tekrar analize tabii tutulmuştur. Faktör yükleri 0,40'ın üzerinde kalıncaya kadar işleme devam edilmiştir. Analiz sonucunda toprak verimi (S.3), jeolojik (litoloji) durum (S.5), çölleşme potansiyeli (S.8), erozyon derecesi (S.9), bitki deseni (münavebe durumu) (S.16), organik tarım varlığı (S.17), toplulaştırma görmüş olması (S.18), iletim hatlarına yakınlık (S.24), mera ve çayır alanına yakınlık (S.34), orman alanına yakınlık (S.35) ve arazi satış sıklığı (S.44) olmak üzere toplam 11 faktörün çıkarılmıştır.

Faktörlerin faktör yükleri 0,40'tan büyük olan değerler dikkate alınarak büyüktен küçüğe sıralı bir şekilde Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Rotasyonlu faktör matrisi

Faktörler	1	2	3	4
(S.6) Taşlılık durumu	,721			
(S.1) Toprak kalitesi	,693			
(S.15) Drenaj durumu	,692			
(S.14) Yer altı su seviyesi	,679			
(S.4) Arazi kullanım kabiliyeti	,652			
(S.2) Toprak yapısı	,622			
(S.12) Sulu ya da kuru olması	,608			
(S.13) Su kalitesi	,603			
(S.10) Eğim	,599			
(S.11) Bakı	,544			
(S.7) Tuzluluk durumu	,520			
(S.29) Sıt alanlarına yakınlık		,778		
(S.25) Su kaynağına yakınlık		,759		
(S.28) Diğer sanayi bölgelerine yakınlık		,707		
(S.26) Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık		,698		
(S.23) Tren yoluna yakınlık		,637		
(S.27) Gıda sanayine yakınlık		,578		
(S.20) Yerleşim merkezine yakınlık		,518		
(S.22) Anayola yakınlık		,506		
(S.36) Hava kirliliği			,751	
(S.37) Su kirliliği			,733	
(S.38) Yağış			,694	
(S.40) Kırsal nüfus			,639	
(S.39) Sıcaklık			,631	
(S.31) Afet bölgesine yakınlık (obruk)				,708
(S.30) Maden yatağına yakınlık				,657
(S.32) Kirlilik kaynağına yakınlık				,520
(S.33) Fay hatlarına yakınlık				,509
N	11	8	5	4
Özdeğer	8,205	3,374	1,747	1,573
Varyans (%)	29,302	12,050	6,238	5,617
Güvenilirlik	,887	,841	,831	,635

Faktör analizinde, korelasyon matrisi oluşturulduktan sonra 1 faktör ve rotasyon işleminden sonra 11 faktör olmak üzere toplamda 12 faktör çıkarılmıştır. Geriye kalan 28 faktörden 4 ana faktör elde edilmiştir.

Faktörlerin Yorumlanması:

1. Faktör: En büyük özdeğere (8,205) sahip olan bu faktör; taşlılık durumu, toprak kalitesi, drenaj durumu, yer altı su seviyesi, arazi kullanım kabiliyeti, toprak yapısı, sulu ya da kuru olma durumu, su kalitesi, eğim, bakı ve tuzluluk durumu olmak üzere toplam 11 faktörden oluşmaktadır. Bu faktör toprak özellikleri ve arazi yapısı ile ilgili faktörleri içerdiği için ‘Arazi Özellikleri’ olarak adlandırılmıştır.

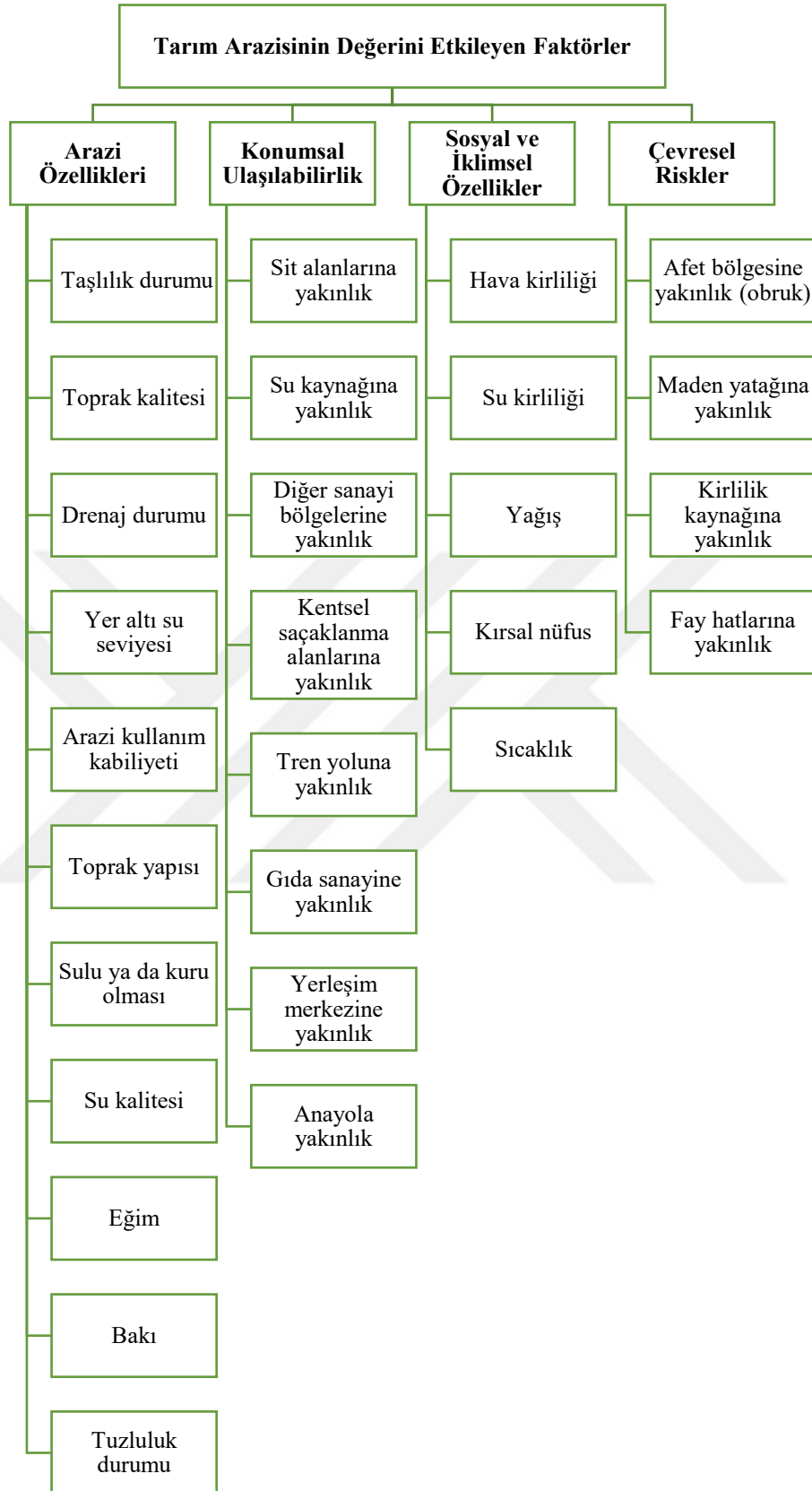
2. Faktör: Özdeğeri 3,374 olan bu faktör; sit alanlarına yakınlık, su kaynağına yakınlık, diğer sanayi bölgelerine yakınlık, kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık, tren yoluna yakınlık, gıda sanayine yakınlık, yerleşim merkezine yakınlık ve anayola yakınlık olmak üzere 8 faktörden oluşmaktadır. Bu faktörler anayol gibi ulaşım ve yerleşim merkezine yakınlık gibi konumsal faktörleri içerdiği için ‘Konumsal Ulaşılabilirlik’ olarak adlandırılmıştır.

3. Faktör: Özdeğeri 1,747 olan bu faktör; hava kirliliği, su kirliliği, yağış, kırsal nüfus ve sıcaklık olmak üzere 5 faktörden oluşmaktadır. Kırsal nüfus ve kirlilik gibi çevresel değişkenler ile meteorolojik parametreleri içerdiği için ‘Sosyal ve İklimsel Özellikler’ olarak adlandırılmıştır.

4. Faktör: Özdeğeri 1,573 olan bu faktör; afet bölgesine yakınlık (obruk), maden yatağına yakınlık, kirlilik kaynağına yakınlık ve fay hatlarına yakınlık olmak üzere 4 faktörden oluşmaktadır. Bu faktörler risk ile ilgili olduğu için ‘Çevresel Riskler’ olarak adlandırılmıştır.

4.3. AHP ile Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi

Faktör analizi sonucu 4 adet ana faktör elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Bu faktörler, alt faktörler dikkate alınarak arazi özellikleri, konumsal ulaşılabilirlik, sosyal ve iklimsel özellikler ve çevresel riskler olarak adlandırılmıştır. AHP yönteminde ilk adım faktörlere ilişkin hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. Tarım arazisi değerini etkileyen ana ve alt faktörlere ilişkin hiyerarşik yapı Şekil 4.15’te verilmiştir.



Şekil 4.15. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlere ait hiyerarşik yapı

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler arazi özellikleri, konumsal ulaşılabilirlik, sosyal ve iklimsel özellikler ve çevresel riskler olmak üzere 4 ana faktörden oluşmaktadır. Arazi özellikleri ana faktörünün taşlılık durumu, toprak kalitesi, drenaj durumu, yer altı su seviyesi, arazi kullanım kabiliyeti, toprak yapısı, sulu ya da kuru olması, su kalitesi, eğim, bakı ve tuzluluk durumu olmak üzere 11 tane alt faktörü vardır. Konumsal ulaşılabilirlik ana faktörünün sit alanlarına yakınlık, su kaynağına yakınlık, diğer sanayi bölgelerine yakınlık, kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık, tren yoluna yakınlık, gıda sanayine yakınlık, yerleşim merkezine yakınlık ve anayola yakınlık olmak üzere 8 tane alt faktörü vardır. Sosyal ve iklimsel özellikler ana faktörünün hava kirliliği, su kirliliği, yağış, kırsal nüfus ve sıcaklık olmak üzere 5 tane alt faktörü vardır. Çevresel riskler ana faktörünün afet bölgesine yakınlık, maden yatağına yakınlık, kirlilik kaynağına yakınlık ve fay hatlarına yakınlık olmak üzere 4 tane alt faktörü vardır. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler 4 ana faktör ve 28 alt faktörden oluşmaktadır.

AHP yönteminde faktör ağırlıklarının belirlenebilmesi için uzman görüşleri alınmıştır. Bu kapsamda, her bir faktörün diğer faktörlerle 1-9 likert ölçeğine göre değerlendirilmesi istenmiş ve bu değerlendirmeler doğrultusunda ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Çalışmada, tarımsal değerleme sürecine farklı disiplinlerden katkı sunulabilmesi amacıyla harita mühendisleri, ziraat mühendisleri ve gayrimenkul değerleme uzmanlarından oluşan 30 kişilik bir uzman grubuna anket uygulanmıştır. Böylelikle arazi değerini etkileyen unsurların multidisipliner bir bakış açısıyla değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Uzmanlara sunulan anket formu, 28 faktörden oluşmuş olup her faktör diğer faktörlerle ikili olarak değerlendirilmiştir. Anketlerden elde edilen veriler Expert Choice programında analiz edilmiştir. Bu aşamada, her bir anket için hesaplanan tutarlılık oranı 0,10 eşik değerine göre değerlendirilmiş ve bu değerin üzerinde kalan 8 anket tutarsız kabul edilerek çalışmaya dâhil edilmemiştir. Geçerli bulunan 22 anketten elde edilen karşılaştırmalar geometrik ortalama yöntemiyle birleştirilmiş ve nihai ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Bu matris üzerinden faktör ağırlıkları hesaplanmış ve tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Faktör ağırlıkları Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Çizelgede yer alan yerel ağırlıklar, alt faktörlerin kendi ana faktörleri içerisindeki önem düzeylerini ifade etmektedir. Global ağırlıklar ise ana faktör ağırlıkları ile alt faktörlerin yerel ağırlıklarının çarpılması sonucunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin ağırlıkları

Ana Faktörler	Alt Faktörler	Yerel Ağırlıklar	Global Ağırlıklar
Arazi Özellikleri (0,303)	Taşlılık durumu	0,027	0,008
	Toprak kalitesi	0,101	0,031
	Drenaj durumu	0,030	0,009
	Yer altı su seviyesi	0,032	0,010
	Arazi kullanım kabiliyeti	0,150	0,045
	Toprak yapısı	0,117	0,036
	Sulu ya da kuru olması	0,331	0,100
	Su kalitesi	0,068	0,021
	Eğim	0,081	0,025
	Bakı	0,030	0,009
Konumsal Ulaşılabilirlik (0,429)	Tuzluluk durumu	0,032	0,010
	Sit alanlarına yakınlık	0,021	0,009
	Su kaynağına yakınlık	0,302	0,130
	Diğer sanayi bölgelerine yakınlık	0,057	0,025
	Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık	0,064	0,028
	Tren yoluna yakınlık	0,032	0,014
	Gıda sanayine yakınlık	0,103	0,044
	Yerleşim merkezine yakınlık	0,183	0,078
Sosyal ve İklimsel Özellikler (0,199)	Anayola yakınlık	0,237	0,102
	Hava kirliliği	0,094	0,019
	Su kirliliği	0,166	0,033
	Yağış	0,345	0,069
	Kırsal nüfus	0,092	0,018
Çevresel Riskler (0,068)	Sıcaklık	0,304	0,060
	Afet bölgesine yakınlık (obruk)	0,242	0,016
	Maden yatağına yakınlık	0,234	0,016
	Kirlilik kaynağına yakınlık	0,371	0,025
	Fay hatlarına yakınlık	0,153	0,010

Ana faktörlerin ağırlıkları incelendiğinde, en önemli faktör %42,9 ile konumsal ulaşılabilirliktir. Bu faktörü sırasıyla %30,3 ile arazi özellikleri, %19,9 ile sosyal ve iklimsel özellikler ve %6,8 ile çevresel riskler takip etmektedir.

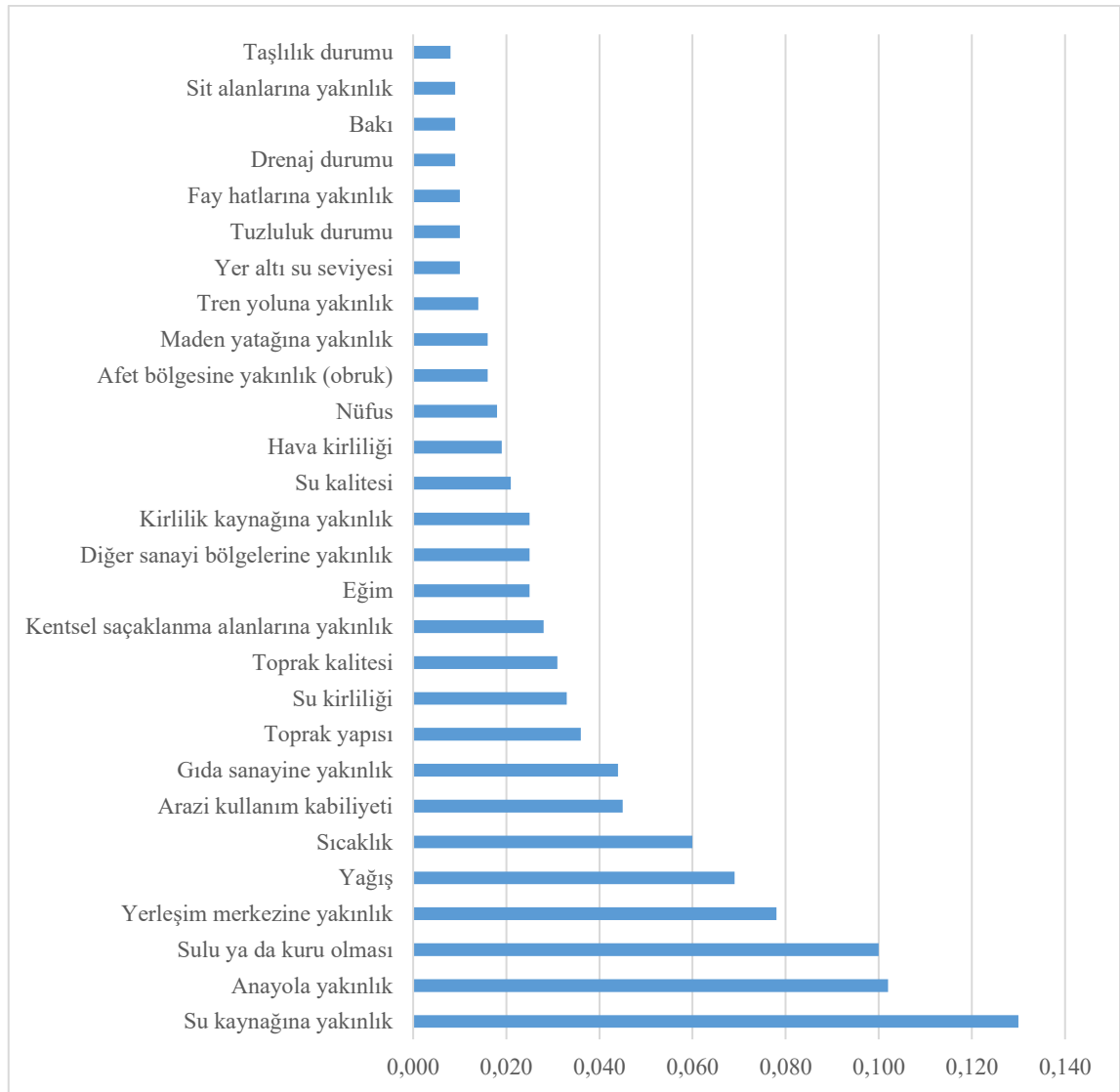
Arazi özellikleri faktörüne ait alt faktörler önem sırasına göre sulu ya da kuru olması (%33,1), arazi kullanım kabiliyeti (%15), toprak yapısı (%11,7), toprak kalitesi (%10,1), eğim (%8,1), su kalitesi (%6,8), yer altı su seviyesi ve tuzluluk durumu (%3,2), drenaj durumu ve bakı (%3) ve taşlılık durumu (%2,7) olarak sıralanmıştır.

Konumsal ulaşılabilirlik faktörüne ait alt faktörler önem sırasına göre su kaynağına yakınlık (%30,2), anayola yakınlık (%23,7), yerleşim merkezine yakınlık (%18,3), gıda sanayine yakınlık (%10,3), kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık (%6,4), diğer sanayi bölgelerine yakınlık (%5,7), tren yoluna yakınlık (%3,2) ve sit alanlarına yakınlık (%2,1) olarak sıralanmıştır.

Sosyal ve iklimsel özellikler faktörüne ait alt faktörler önem sırasına göre yağış (%34,5), sıcaklık (%30,4), su kirliliği (%16,6), hava kirliliği (%9,4) ve kırsal nüfus (%9,2) olarak sıralanmıştır.

Çevresel riskler faktörüne ait alt faktörler önem sırasına göre kirlilik kaynağına yakınlık (%37,1), afet bölgesine yakınlık (%24,2), maden yatağına yakınlık (%23,4) ve fay hatlarına yakınlık (%15,3) olarak sıralanmıştır.

Ana faktör ağırlıklarının alt faktör ağırlıkları ile çarpılması sonucu elde edilen global ağırlıkları incelendiğinde ise en önemli faktör su kaynağına yakınlık, en az önemli faktör ise taşlılık durumudur. Global ağırlıklara göre faktörlerin önem sırası Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Faktörlerin önem sırası

Her bir uzman katılımcının görüşleri doğrultusunda oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerine ve geometrik ortalama alınarak oluşturulan nihai ikili karşılaştırma matrislerine ait tutarlılık oranları Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Katılımcılara ait tutarlılık oranları

Katılımcılar	Ana Faktörler	Arazi Özellikleri	Konumsal Ulaşılabilirlik	Sosyal ve İklimsel Özellikler	Çevresel Riskler	Nihai
1	0,01	0,08	0,06	0,02	0,06	0,05
2	0,04	0,07	0,06	0,06	0,08	0,05
3	0,08	0,08	0,07	0,01	0,00	0,07
4	0,02	0,08	0,07	0,01	0,01	0,05
5	0,01	0,05	0,06	0,04	0,00	0,04
6	0,05	0,08	0,07	0,04	0,07	0,06
7	0,07	0,08	0,05	0,04	0,07	0,06
8	0,07	0,08	0,08	0,03	0,07	0,07
9	0,07	0,05	0,08	0,06	0,08	0,07
10	0,07	0,06	0,07	0,03	0,05	0,06
11	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06
12	0,06	0,08	0,08	0,04	0,08	0,06
13	0,08	0,06	0,08	0,02	0,02	0,07
14	0,04	0,08	0,06	0,02	0,03	0,06
15	0,06	0,07	0,08	0,05	0,04	0,07
16	0,05	0,08	0,07	0,04	0,07	0,06
17	0,04	0,06	0,07	0,03	0,07	0,06
18	0,04	0,06	0,08	0,04	0,05	0,06
19	0,05	0,08	0,07	0,04	0,07	0,06
20	0,04	0,08	0,07	0,06	0,04	0,06
21	0,04	0,08	0,08	0,04	0,06	0,06
22	0,04	0,08	0,05	0,06	0,05	0,06
Nihai	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01

AHP yönteminde her bir ikili karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı hesaplanır ve bu oran için üst limit 0,10'dur. Çizelge 4.5 incelendiğinde her bir katılımcı için oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinde tutarlılık oranı 0,10'dan küçüktür ve tüm yargılar tutarlıdır.

4.4. Faktörlere Ait Haritaların Hazırlanması

Bu bölümde, tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlere ait verilerin mekânsal ortama aktarılması ve analizlerde kullanılabilir hale getirilmesi süreci ayrıntılı olarak sunulmuştur. Her bir faktöre ilişkin veri setleri temin edilmiş, uygun ölçek ve çözünürlükte standardize edilmiştir. Elde edilen raster tabanlı veri katmanları; sırasıyla mekânsal karar destek sistemleri temelli sıralama analizlerinde, kümeleme tabanlı sınıflandırma uygulamalarında ve yapay zekâ destekli tahmin modellerinde kullanılmak üzere analize hazır hale getirilmiştir.

Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlere ilişkin veri setlerinin kaynakları, formatları ve ölçek bilgileri Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Faktörlere ait veri setleri ve kaynakları

Faktörler	Veri Kaynağı	Format	Ölçek/Detay
Taşlılık durumu	Arazi Varlığı Haritaları	Vektör	1/100.000
Toprak kalitesi	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, Arazi Varlığı Haritaları, USGS SRTM	Vektör, Vektör, Raster	Toprak kalite indeksi (Litoloji, Derinlik, Eğim)
Drenaj durumu	Arazi Varlığı Haritaları	Vektör	1/100.000
Yer altı su seviyesi	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör, Kuyu ölçüm verileri (.xlsx)	Kuyu konumları, Yıllık bazlı derinlik verisi
Arazi kullanım kabiliyeti	Arazi Varlığı Haritaları	Vektör	1/100.000
Toprak yapısı	Arazi Varlığı Haritaları	Vektör	1/100.000
Sulu ya da kuru olması	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü	Vektör	Tarım arazileri sınıfları
Su kalitesi	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör, Kimyasal Analiz Raporları	Kuyu konumları, sulama suyu kalite indeksi
Eğim	USGS SRTM	Raster	Eğim analizi
Bakı	USGS SRTM	Raster	Bakı analizi
Tuzluluk durumu	Arazi Varlığı Haritaları	Vektör	1/100.000
Sit alanlarına yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, Çevre Düzeni Planları	Vektör	Doğal sit alanları
Su kaynağına yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör	Dere ve baraj verileri
Diğer sanayi bölgelerine yakınlık	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Vektör	TUCBS açık veri
Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör	İl ve ilçe merkezleri verileri
Tren yoluna yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör	Mesafe analizi
Gıda sanayine yakınlık	Google Maps	Vektör	Fabrikalar
Yerleşim merkezine yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör	İl, ilçe ve köy merkezleri verileri
Anayola yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör	Mesafe analizi
Hava kirliliği	-	-	-
Su kirliliği	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör, Kimyasal Analiz Raporları	Kuyu konumları, ağır metal kirlilik indeksi
Yağış	Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü	İstasyon ölçümleri (.xlsx)	30 yıllık veri
Kırsal nüfus	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Açık Veri	Vektör	Kırsal mahalle verisi, nüfus bilgisi
Sıcaklık	Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü	İstasyon ölçümleri (.xlsx)	30 yıllık veri
Afet bölgesine yakınlık (obruk)	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Vektör	Mesafe analizi
Maden yatağına yakınlık	CORINE 2018	Vektör	Mesafe analizi
Kirlilik kaynağına yakınlık	Google Maps	Vektör	Katı atık depolama sahaları
Fay hatlarına yakınlık	Maden Tetkik ve Arama	Vektör	Mesafe analizi

Bölgesel ve ulusal ölçekte geniş alanlara yönelik CBS tabanlı taşınmaz değer haritalarının üretiminde, 50 metre çözünürlüğe kadar olan veriler kullanılarak analizlerin daha kısa sürede gerçekleştirilmesi ve değer haritalarının kolaylıkla oluşturulması mümkün olmaktadır (Mete ve Yomralıoğlu, 2019). Eğim ve bakı faktörleri için United

States Geological Survey (USGS) tarafından yayınlanan Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 30 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli kullanıldığından, diğer tüm faktör haritaları da aynı çözünürlükte üretilmiştir. Haritalar hem havza bazlı hem de tarım arazileri ile sınırlandırılıp tarımsal bazlı olarak elde edilmiştir. Tüm faktörlerin tarım arazisi değerine etki yönü (pozitif/negatif) ve etki düzeyi dikkate alınarak yeniden sınıflandırılmış ve Eşitlik (4.1) (Karaduman, 2023) kullanılarak 0,1-0,9 aralığında normalize edilmiştir.

$$D \text{ min} - \text{maks normalizasyonu} = 0,8 * \frac{X_i - X_{min}}{X_{maks} - X_{min}} + 0,1 \quad (4.1)$$

Bu yaklaşım ile veriler arasında mekânsal bütünlük oluşturularak faktörlerin eşit ölçekte değerlendirilmesi sağlanmış ve 0 değerinin analizlerde etkisiz kabul edilmesinin önüne geçilmiştir. Ayrıca, elde edilen normalize veri katmanları, sonraki aşamalarda gerçekleştirilecek analiz ve modelleme süreçlerinin tutarlı ve bütünlüklü bir veri altyapısı üzerinde yürütülmesine olanak tanımıştır.

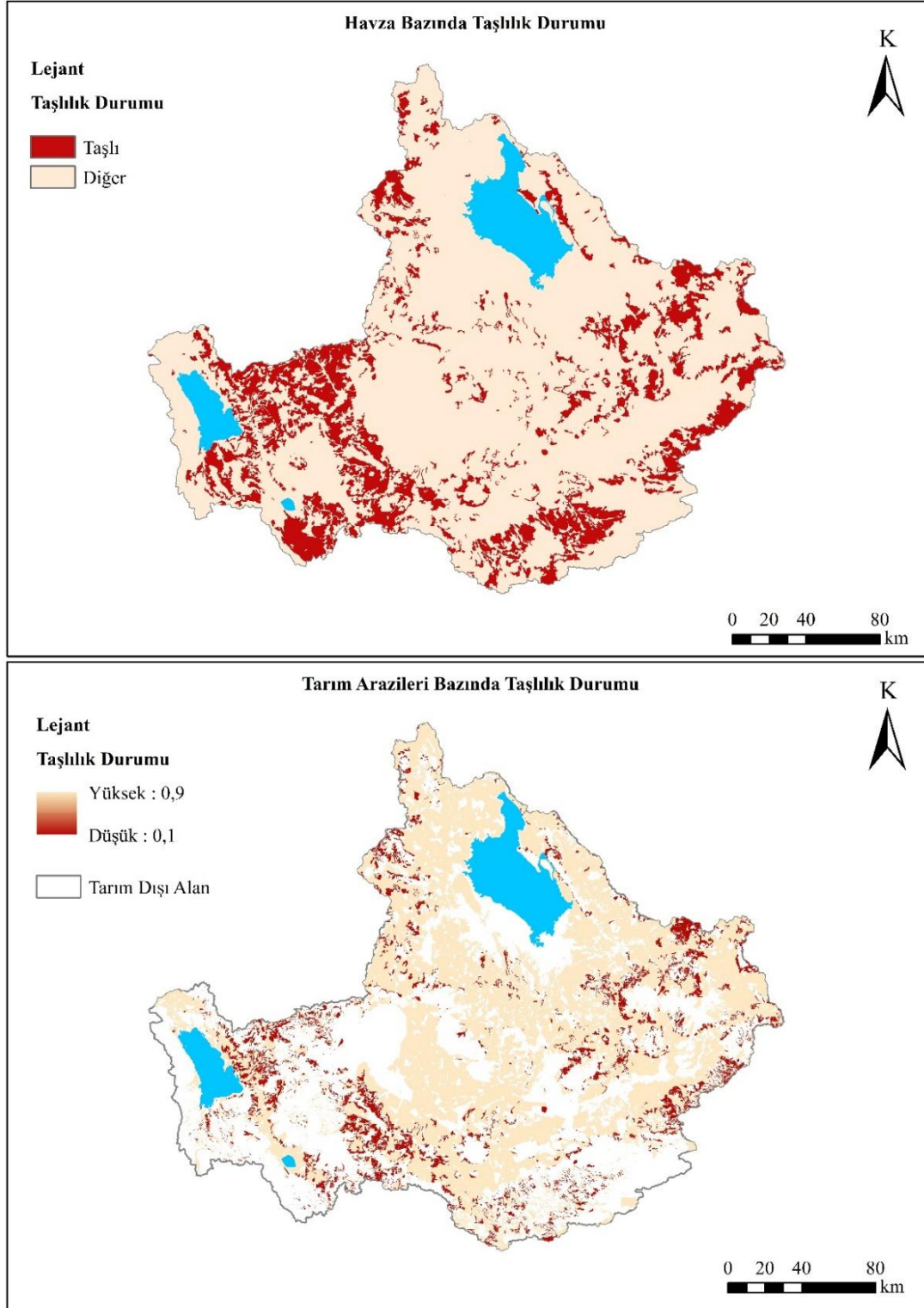
4.4.1. Arazi özellikleri

Taşlılık Durumu:

Arazideki taşlılık durumu, toprağın işlenebilirliği, bitki kök gelişimi ve su tutma kapasitesi üzerinde etkili olması nedeniyle tarımsal değeri önemli ölçüde belirleyen bir faktördür. Yüksek taşlılık oranına sahip arazilerde sürüm, ekim ve hasat işlemleri zorlaşmakta; tarımsal makinelerin verimli kullanımı güçleşmekte ve üretim maliyetleri artmaktadır. Bu nedenlerle taşlılık oranı yüksek olan araziler, tarımsal üretim potansiyeli açısından elverişsiz kabul edilmekte ve buna bağlı olarak ekonomik değerleri de düşmektedir.

Taşlılık durumu faktörü 1/100.000 ölçekli Arazi Varlığı haritaları kullanılarak elde edilmiştir. Bu faktör literatürde mevcudiyet esaslı (var/yok) olarak değerlendirilmiştir (Öztürk vd., 2017). Bu çalışmada da taşlılık durumu faktörü, mevcudiyet esasına göre değerlendirilmiştir. Havza taşlı ve diğer alanlar olarak sınıflandırılmış ve taşlı alanlar, tarımsal değeri en düşük alanları temsil edecek şekilde normalize edilmiştir.

Taşlılık durumunu gösteren haritalar Şekil 4.17’de sunulmuştur. İlk harita, havza genelindeki taşlılık durumunu, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.17. Taşlılık durumu faktörü

Toprak Kalitesi:

Toprak kalitesi, tarımsal üretim potansiyelini ve dolayısıyla arazinin ekonomik değerini belirleyen unsurlardan biridir. Yüksek kaliteli topraklar; bitkilerin su, hava ve besin maddelerine erişimini kolaylaştırarak verimliliği artırır. Buna karşılık, düşük organik madde içeriğine, zayıf yapıya veya dengesiz besin bileşimine sahip topraklarda bitki gelişimi sınırlanır ve üretim miktarı azalır. Bu nedenle toprak kalitesi yüksek olan araziler daha yüksek tarımsal değer taşırken, düşük kaliteli topraklar ekonomik açıdan daha az değerli kabul edilir.

Literatürde, toprak kalitesi faktörü “az / orta / fazla / çok fazla” şeklinde sınıflandırılarak tarımsal değerlendirme çalışmalarında kullanılmıştır (Öztürk Çoşar, 2013). Bu çalışmada ise Toprak Kalite İndeksi (TKİ) kullanılarak havza ölçeğinde toprak kalitesi haritası üretilmiştir. Bu amaçla, Avrupa Birliği tarafından geliştirilen MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use - Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı) yaklaşımı esas alınmıştır (Everest vd., 2020). TKİ’nin belirlenmesinde ana materyal (litoloji), eğim ve derinlik verileri kullanılmış olup, hesaplamalar Eşitlik (4.2)’ye göre gerçekleştirilmiştir.

$$TKİ = (Ana\ materyal * Derinlik * Eğim)^{1/3} \quad (4.2)$$

TKİ için kullanılan parametreler ve ağırlık değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir (Demirağ Turan, 2021).

Çizelge 4.7. TKİ parametreleri ve ağırlıkları

Parametreler	Sınıf	Değerlendirme	Tanım	Ağırlık
Ana Materyal	1	İyi	Şeyl, şist, bazik, ultra bazik, konglomera, konsolide olmamış materyaller	1,0
	2	Orta	Kireçtaşı, mermer, granit, riyoilit, ignibrit, gnays, silttaşı, kumtaşı	1,7
	3	Zayıf	Marn, piroklastikler	2,0
Derinlik	1	Derin	>90	1,0
	2	Orta Derin	90-50	1,33
	3	Sığ	50-20	1,66
	4	Çok Sığ	<20	2,0
Eğim	1	Düz ve hafif eğimli	<6	1,0
	2	Hafif eğimli	6-18	1,2
	3	Dik eğimli	18-35	1,5
	4	Çok dik eğimli	>35	2,0

TKİ'nin oluşturulmasında kullanılan veriler aşağıda özetlenmiştir:

- Ana materyal (litoloji): DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden (Konya) temin edilmiştir. Verinin sınıflandırılması sürecinde, jeoloji mühendisliği alanındaki uzman değerlendirmeleri esas alınmıştır.
- Eğim: USGS tarafından yayımlanan SRTM verisi kullanılarak üretilmiştir. Eğim değerleri, ilgili çizelgede belirtilen aralıklar esas alınarak sınıflandırılmıştır.
- Derinlik: 1/100.000 ölçekli Arazi Varlığı haritaları kullanılarak elde edilmiştir. Bu haritalarda derinlik sınıfları >90 cm (derin), 50–90 cm (orta derin), 50–20 cm (sığ) ve <20 cm (çok sığ) olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle, sınıflandırma Çizelge 4.7'deki aralıklara göre değil, Arazi Varlığı haritalarındaki sınıflandırma esas alınarak yapılmıştır.

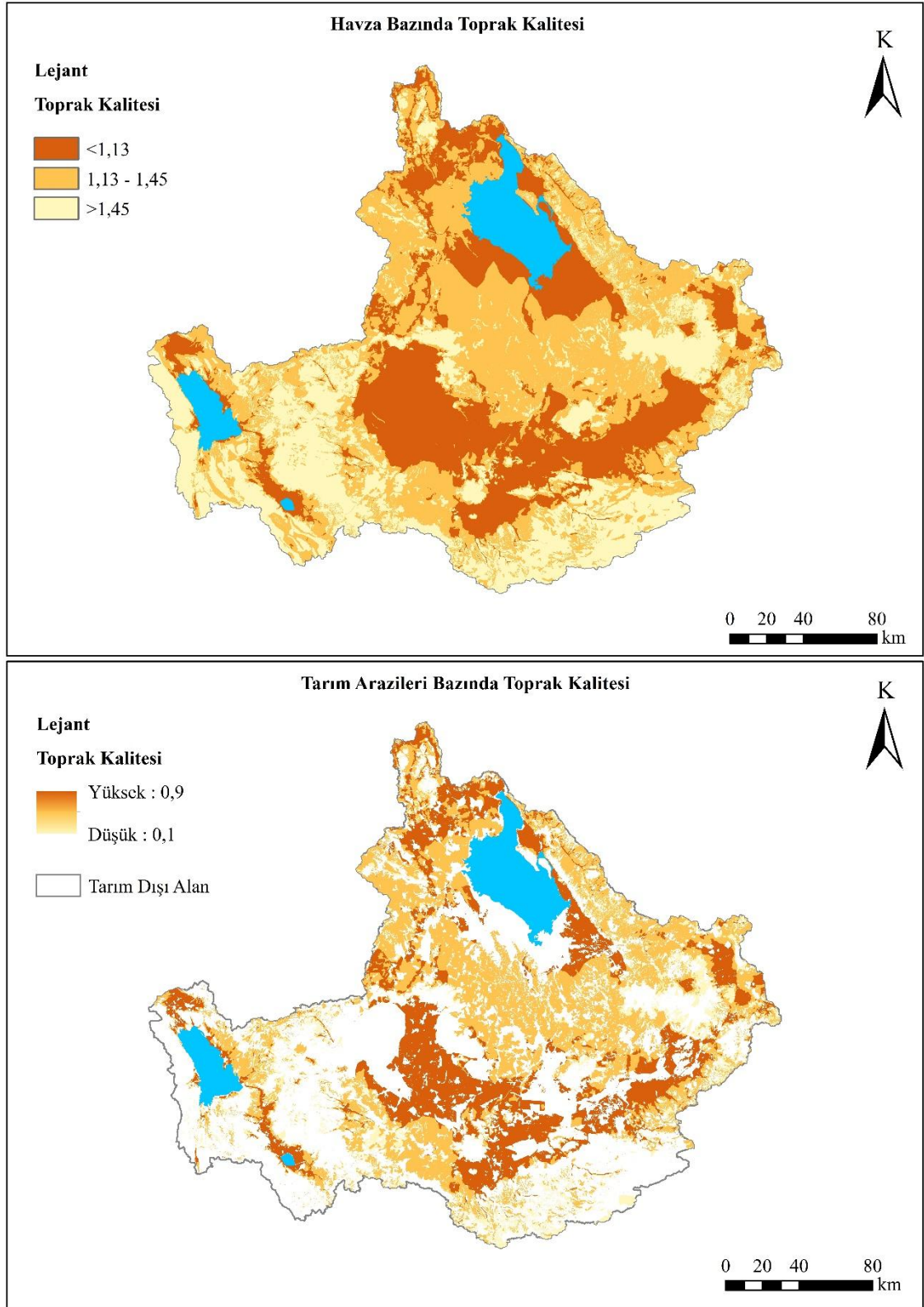
TKİ sınıflarının aralıkları ve tanımları Çizelge 4.8'de verilmiştir (Everest vd., 2020).

Çizelge 4.8. TKİ sınıfları ve tanımları

Sınıf	Aralık	Tanım
1	<1,13	Yüksek Kaliteli
2	1,13 – 1,45	Orta Kaliteli
3	>1,45	Düşük Kaliteli

Çizelge 4.8'e göre toprak kalitesi yüksek kaliteli, orta kaliteli ve düşük kaliteli olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, tarımsal değere etkisi esas alınarak yüksek kaliteli topraklara en yüksek, düşük kaliteli topraklara ise en düşük puan verilmiş; veriler bu sınıflandırmaya göre normalize edilmiştir.

Toprak kalitesi faktörüne ilişkin haritalar Şekil 4.18'de sunulmuştur. İlk harita, havza genelindeki toprak kalitesi indeksini, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.18. Toprak kalitesi faktörü

Drenaj Durumu:

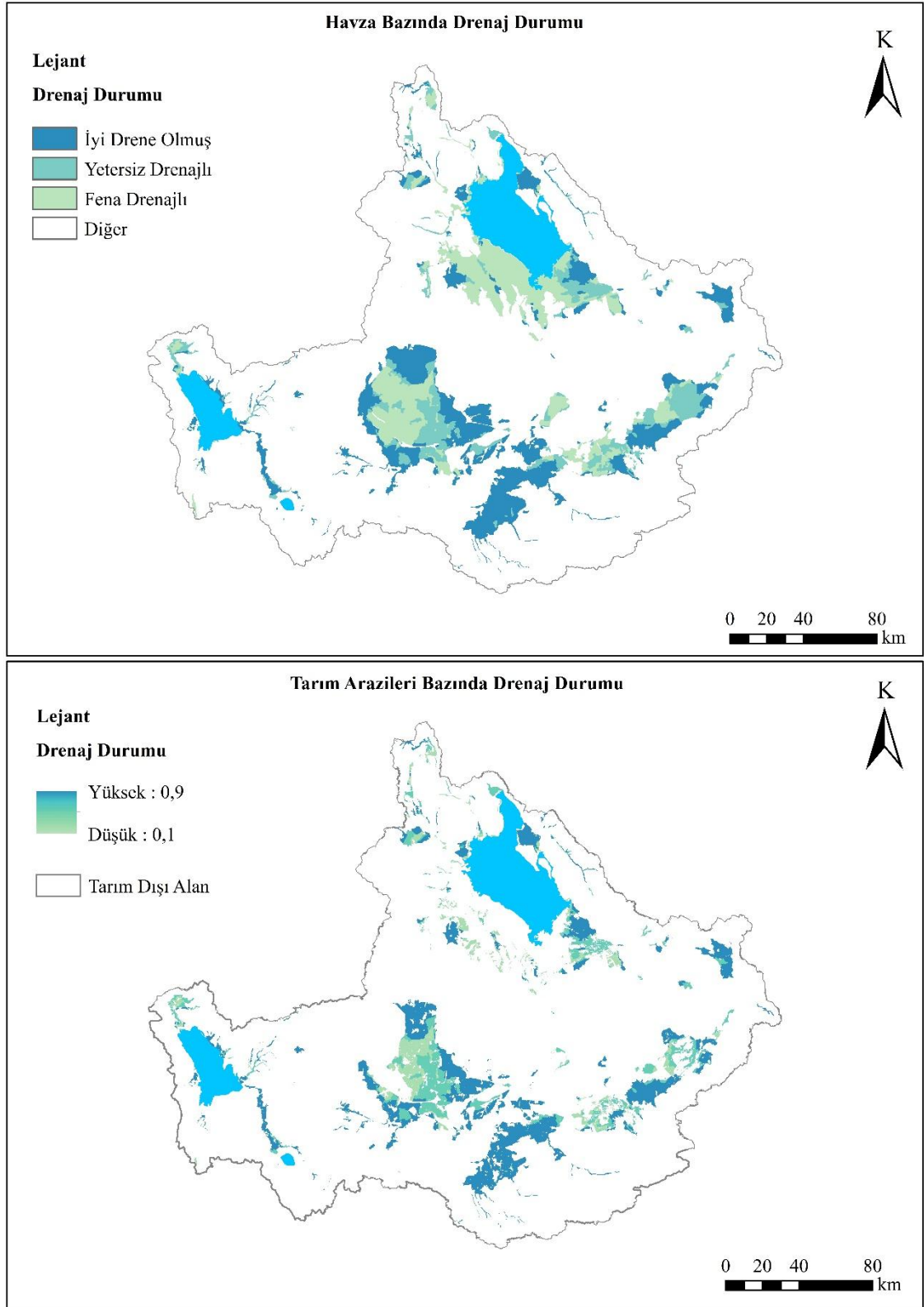
Drenaj durumu, tarımsal verimliliği etkileyen önemli bir faktördür. Genel olarak drenaj, toprak yüzeyinde veya profili içerisinde biriken ve bitki gelişimini olumsuz etkileyen serbest suların, belirli bir derinliğe kadar toprak yüzeyinden uzaklaştırılması olarak tanımlanır (Çiftçi, 1991). İyi drenaj koşullarına sahip arazilerde, kök bölgesinde su birikimi engellenerek bitki gelişimi için elverişli bir ortam sağlanır. Buna karşılık, yetersiz drenaj koşullarında suyun toprakta uzun süre kalması, kök çürümesine ve tuzluluk birikimine neden olarak bitki gelişimini olumsuz etkiler. Bu durum, tarımsal üretim miktarını ve ürün kalitesini düşürmektedir. Dolayısıyla drenajı iyi olan araziler yüksek tarımsal ve ekonomik değere sahipken, drenaj sorunu bulunan araziler daha düşük tarımsal değere sahiptir.

Drenaj, Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı (1. Teknik Talimat) kapsamında beş sınıfa ayrılmıştır. Aşırı drenajlı arazilerde, toprak bünyesi çok kaba olduğu için su toprağı çabuk terk ederken, iyi drenajlı arazilerde su toprak profilini hızlı terk etmez. Orta drenajlı arazilerde su toprağı iyi drenajlıya göre daha yavaş terk eder. Yetersiz drenajlı arazilerde su toprağı yavaş terk eder. Toprak bir süre yaş kalır ve ekim-dikimde gecikme olur. Fena drenajlı arazilerde su toprağı çok yavaş terk eder ve toprak uzun süre yaş kalır.

Drenaj durumu faktörü 1/100.000 ölçekli Arazi Varlığı haritaları kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında drenaj durumu iyi drene olmuş, yetersiz drenajlı ve fena drenajlı olmak üzere üç sınıfta elde edilmiştir. Literatürde ise drenaj durumu kötü / orta / iyi şeklinde değerlendirilmiştir (Çınar ve Bünyan Ünel, 2022).

1. Teknik Talimat çerçevesinde yapılan drenaj tanımlarına göre, drenaj durumu tarımsal değere etkisi açısından iyi drene olmuş, yetersiz drenajlı ve fena drenajlı şeklinde sıralanmaktadır. Bu kapsamda, iyi drene olmuş alanlar en yüksek, fena drenajlı alanlar ise en düşük puanla temsil edilmektedir.

Drenaj durumunu gösteren haritalar Şekil 4.19'da verilmiştir. İlk harita, havza genelinde drenaj koşullarını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.19. Drenaj durumu faktörü

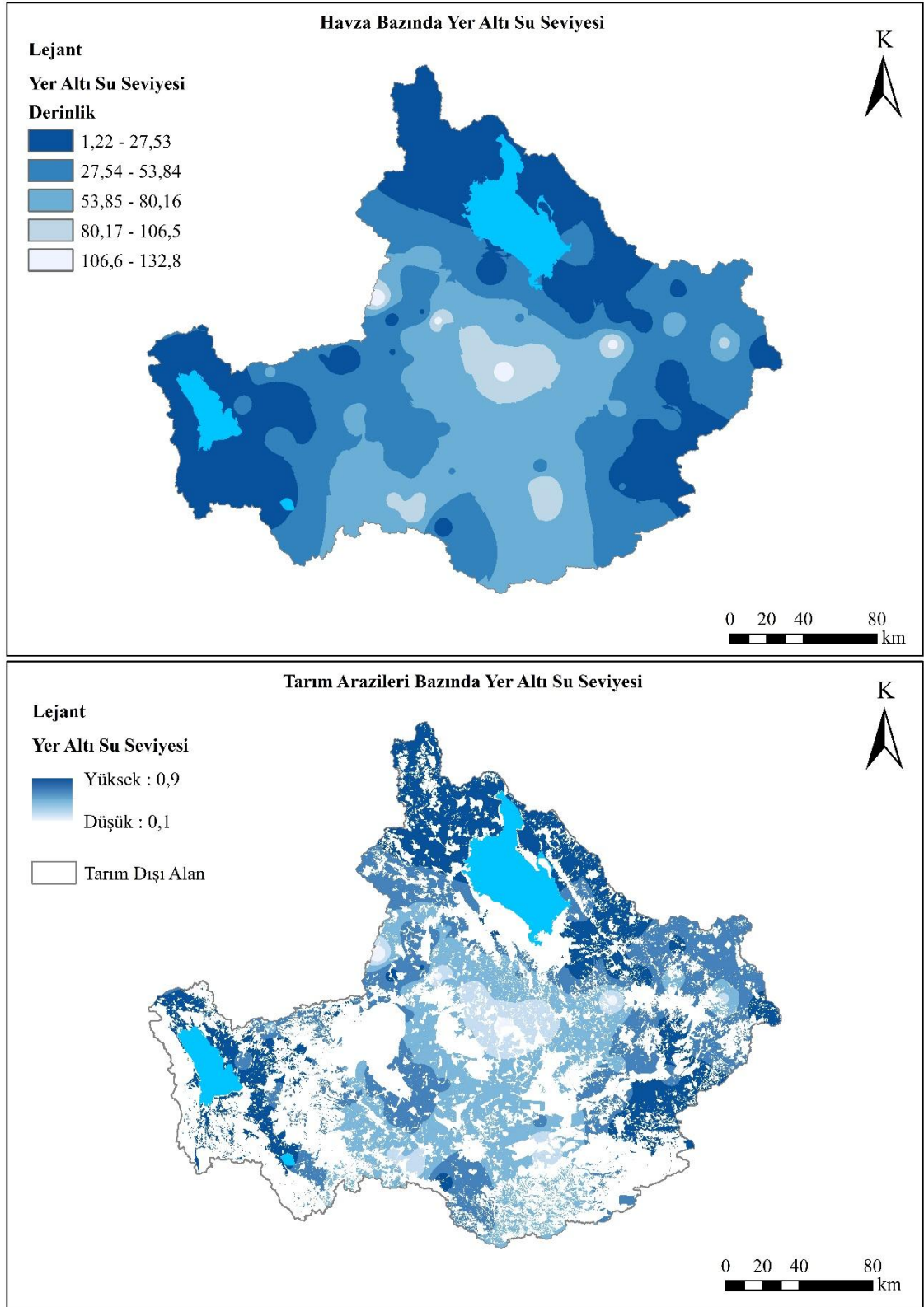
Yer Altı Su Seviyesi:

Yer altı su seviyesi verisi, DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından 2024 yılında gerçekleştirilen kuyu ölçümlerinden elde edilmiştir. Ölçüm sonuçları kullanılarak her kuyu için yıllık ortalama yer altı suyu derinliği hesaplanmıştır. Yer altı suyu derinliğinin değerlendirilmesinin temel nedeni, su tablasına olan uzaklığın hem tarımsal üretim potansiyeli hem de ekonomik maliyetler üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olmasıdır. Yüze daha yakın yer altı suyu, sulama suyu teminini kolaylaştırarak kuyu açma ve pompalama maliyetlerini düşürürken, derin yer altı suyu seviyesi bu maliyetleri artırmakta ve tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, yer altı suyu derinliği hem hidrojeolojik hem de ekonomik açıdan tarım arazilerinin değerini belirleyen önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Yer altı su seviyesi faktörü, uzman görüşleri doğrultusunda çalışmaya dahil edilmiştir. Bu nedenle, literatürde söz konusu faktörün tarımsal değerlendirme kapsamında sınıflandırılmasına ilişkin doğrudan bir veriye ulaşılamamıştır. Ancak Bozdağ vd. (2016) tarafından Cihanbeyli ilçesi için gerçekleştirilen arazi uygunluk çalışmasında, yer altı suyu derinliğini kriter olarak değerlendirmiştir. Yer altı su seviyesi derinliğinin arazi uygunluğuna etkisi 30 m'den az olan alanlar yüksek düzeyde uygun, 30-40 m arası olanlar orta düzeyde uygun, 40-50 m arası olanlar sınırlı düzeyde uygun ve 50 metreden derin olan alanlar ise uygun değil olarak sınıflandırılmıştır. İlçe ölçeğinde yapılan bu çalışma, bölgesel koşullar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Havza genelinde ise yer altı su derinliği 1,22 ile 132,78 m aralığında değişmektedir.

Bu kapsamda, yer altı su seviyesi derinlik haritası eşit aralıklı beş sınıfa ayrılmıştır. Tarımsal değerlendirme kapsamında, yer altı suyu derinliği düşük olan alanlar yüksek düzeyde uygun, derinliğin arttığı alanlar ise uygun olmayan olarak değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırma esas alınarak, yüksek düzeyde uygun alanlardan uygun olmayan alanlara doğru azalan bir puanlama yapılmış ve elde edilen sınıflandırılmış harita normalize edilmiştir.

Yer altı suyu derinlik haritaları, enterpolasyon analizi yöntemiyle üretilmiştir ve Şekil 4.20'de sunulmuştur. İlk harita, havza genelinde yer altı su seviyesi derinliğinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.20. Yer altı su seviyesi faktörü

Arazi Kullanım Kabiliyeti:

Araziler, kullanım kabiliyetine göre sınıflandırıldığında, erozyona neden olmadan en verimli, en kolay ve en ekonomik şekilde tarım yapılabilen birinci sınıf arazilerden, hiçbir tarımsal faaliyete elverişli olmayan, hatta çayır veya orman olarak dahi kullanılamayıp yalnızca doğal yaşam alanı veya rekreasyon-milli park amacıyla değerlendirilebilen sekizinci sınıf arazilere kadar bir dağılım göstermektedir.

Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı (1. Teknik Talimat) kapsamında arazi sınıfları şöyledir:

I. Sınıf: Geleneksel tarım yöntemlerinin uygulanabildiği, düz ya da düze yakın topografyaya sahip, derin, verimli ve kolay işlenebilir topraklardan oluşan arazidir.

II. Sınıf: Belirli özel önlemler alındığında kolaylıkla işlenebilen, nitelik bakımından iyi özellikler gösteren arazidir.

III. Sınıf: Uygun tarım yöntemlerinin uygulanması ve dengeli bir bitki münavebesinin kullanılması koşuluyla, yüksek gelir sağlayan çapa bitkileri için orta düzeyde verimli arazidir.

IV. Sınıf: Özellikle sürekli olarak çayır alanı olarak kullanılmaya elverişli olup, zaman zaman tarla bitkilerinin yetiştirilebildiği arazidir.

V. Sınıf: Kültür bitkilerinin yetiştirilmesine elverişli olmayıp çayır ve orman gibi uzun ömürlü bitkilerin yetiştirilmesine ayrılan arazidir.

VI. Sınıf: Çayır ya da orman olarak kullanılabilmesi için dahi belirli ölçüde önlemler alınmasını gerektiren arazidir.

VII. Sınıf: Çok eğimli, erozyona uğramış, taşlı ve engebeli yapıya sahip olup, yüzlek, kuru, bataklık ya da diğer elverişsiz toprak türlerini içeren arazidir.

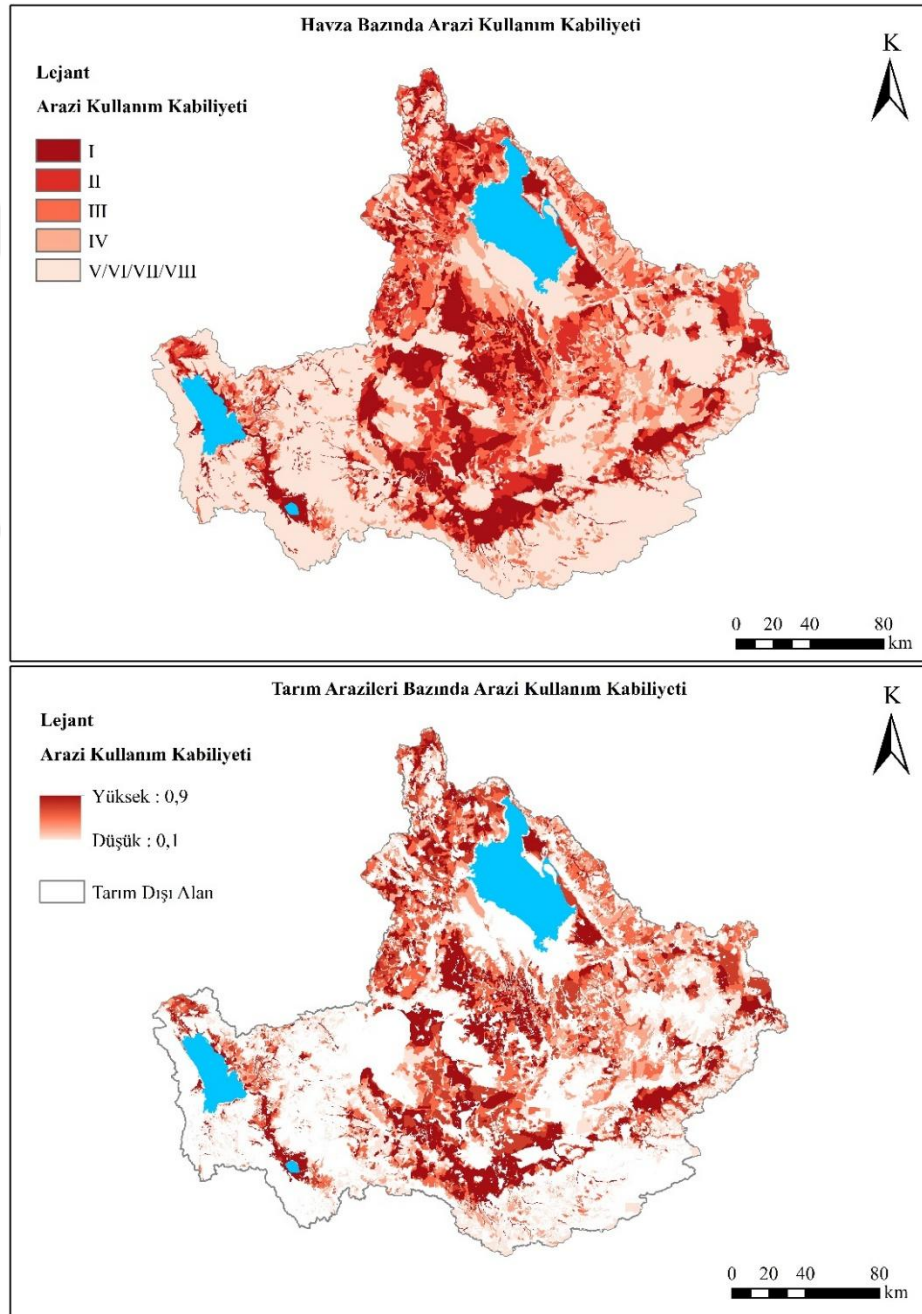
VIII. Sınıf: Tarımsal üretim, çayır ya da ormanlık alan olarak değerlendirilmeye elverişsiz olan arazidir.

1. Teknik Talimat kapsamında tanımlanan arazi sınıfları değerlendirildiğinde, I., II., III. ve IV. sınıf arazilerin fiziksel özellikleri itibarıyla tarımsal faaliyetlere elverişli olduğu ve bu nedenle yüksek tarımsal değer taşıdığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, V., VI., VII. ve VIII. sınıf araziler, topografik sınırlamaları nedeniyle tarımsal üretime uygun olmayan ve düşük tarımsal değer gösteren alanlar olarak tanımlanmaktadır.

Bu kapsamda, I. sınıf araziler en yüksek tarımsal değere sahip alanlar olarak değerlendirilmiş ve en yüksek puanla temsil edilmiştir. II., III. ve IV. sınıf araziler, I. sınıf arazilerin ardından gelen sınıflar olarak azalan puanlarla derecelendirilmiştir. V. sınıf ve daha düşük nitelikteki arazilere ise tarımsal değer açısından en düşük uygunluğu temsil

edecek şekilde en düşük puan atanmıştır. Bu puanlama Karakayacı (2011) tarafından Çumra ilçesinde gerçekleştirilen çalışma ile de uyumluluk göstermektedir.

Arazi kullanım kabiliyeti faktörü 1/100.000 ölçekli Arazi Varlığı haritaları kullanılarak elde edilmiştir ve bu faktöre ilişkin haritalar Şekil 4.21’de verilmiştir. İlk harita, havza genelindeki arazi kullanım kabiliyetini, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.21. Arazi kullanım kabiliyeti faktörü

Toprak Yapısı:

Toprak yapısı faktörü, 1/100.000 ölçekli Arazi Varlığı Haritaları kullanılarak elde edilmiştir. Literatürde, toprak yapısı genellikle tınlı-kum, kumlu-tın, milli-tın, killi-tın, kumlu-kil ve milli-kil şeklinde sınıflandırılmaktadır (Öztürk vd., 2017). Ancak Konya Kapalı Havzası özelinde bu verilere ulaşılamadığından, toprak yapısı faktörünün belirlenmesinde Büyük Toprak Grubu (BTG) verisi esas alınmıştır. Arazilerin tarıma uygunluğunun belirlenmesinde BTG kriter olarak değerlendirilmiştir (Gümüş ve Durduran, 2020; Mentese ve Koca, 2022; Şahin ve Toroğlu, 2020; Topuz ve Deniz, 2023).

Konya Kapalı Havzası'nda yer alan toprak grupları Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı (1. Teknik Talimat) esas alınarak aşağıda açıklanmıştır.

Sierozemler (Z): Çöl topraklarından sonra en kurak iklim koşullarında oluşan bu topraklarda bitki örtüsü seyrek ve zayıf yapılı otlar ile çalılardan oluşur. Yağışın azlığı nedeniyle kireç birikim katı yüzeye oldukça yakındır; toprağa sızan yağmur suları, erimiş kireci derin tabakalara taşıyabilecek düzeyde değildir.

Kahverengi Topraklar (B): Bu topraklar genellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde görülür. Doğal bitki örtüsü kısa boylu otlar ve çalılardan oluşur. Profilde yüksek oranda kalsiyum bulunur ve bitki besin maddelerince zengindirler. Doğal drenaj koşulları iyi, organik madde içerikleri ise orta düzeydedir. Alt toprak katmanının altında çoğunlukla sertleşmiş bir kireç birikim katı yer alır. Bu topraklar yaz aylarında uzun süre kuru kalır; yağışın büyük kısmının düştüğü kış ve ilkbahar dönemlerinde ise sıcaklıklar düşüktür. Bu nedenle, ilkbahar ve sonbahardaki kısa periyotlar hariç, toprakta kimyasal ve biyolojik faaliyetler yavaştır.

Kırmızımsı Kahverengi Topraklar (F): Bu topraklar, renk dışında hemen hemen tüm özellikleri bakımından kahverengi topraklarla benzerlik gösterir. Aynı şekilde kurak ve yarı kurak iklim koşullarında oluşurlar. Doğal bitki örtüleri otlar ve çalılardan oluşur. Doğal drenaj özellikleri iyidir. Bu topraklarda biyolojik etkinlik düşüktür, ancak doğal verimlilik düzeyi yüksektir.

Kestanerengi Topraklar (C): Bu topraklar kireç bakımından zengindir. Kahverengi topraklardan farklı olarak, üst horizonlarında kireç bulunmaz ve renkleri daha koyudur. Bu topraklarda kireç birikim katı kahverengi topraklara göre daha derinde yer alır ve kil içeriği daha yüksektir. Drenajları iyidir.

Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar (D): Bu topraklarda doğal bitki örtüsü, karışık otlar, çalılar ve yer yer küçük ağaçlardan oluşur. Drenajları iyidir ve doğal verimlilik

düzeyleri orta seviyededir. Alt horizon, üst toprağa göre daha killi ve sıkı bir yapıya sahiptir; ayrıca kireç içeriği de daha yüksektir.

Kireçsiz Kahverengi Topraklar (U): Bu topraklarda üst horizon yumuşak ya da hafif sıkı bir yapıya sahiptir. Alt horizon ise daha ağır bünyeli ve daha serttir. Kireç yıkanmasına rağmen toprak reaksiyonu nötr ya da hafif alkaline özellik gösterir. Doğal drenaj koşulları iyidir. Doğal bitki örtüsü, çalılar ve otlarla karışık orman veya fundalık formundadır.

Hidromorfik Alüvyal Topraklar (H): Bu topraklar mevcut özellikleri itibarıyla tarımsal üretim için uygun değildir. Topoğrafya genellikle düz ya da içbükey formdadır. Drenajı kötüdür. Taban suyunun mevsimsel değişimleri sonucunda profil boyunca gri indirgenme ve kırmızımsı oksitlenme lekeleri görülür. Derin olmalarına rağmen, indirgenmiş katmanlar kök gelişimini sınırlandırmaktadır.

Kahverengi Orman Toprakları (M): Bu topraklar, kireçli ana materyal üzerinde oluşmuş, zayıf gelişmiş katmanlara sahip, nötr veya alkaline reaksiyonlu ve iyi drenajlı topraklardır.

Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N): Bu topraklar, üstte koyu renkli bir katman ve altta farklı özellikte bir katman içerir. Kireçsizdir, reaksiyonları asit, nötr veya alkalidir. Doğal verimlilikleri düşüktür.

Kırmızı Akdeniz Toprakları (T): Bu topraklar, kiremit kırmızısı renkleri ve organik maddece fakir üst katmanlarıyla tanınır. Karbonatları yıkanmış killi yapıya sahiptirler. Kurak dönemde bitkiler için kullanılabilir su bulunmaz, fosfat yararlanımı düşüktür. Genellikle sıg, taşlı ve kayalıdır. Drenajları iyi olup tuzluluk sorunu yoktur.

Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E): Bu topraklar kireçsizdir, reaksiyonları nötr veya hafif alkalidir. Alt toprak üst katmana göre daha killi yapıdadır ve özellikleri Kırmızı Akdeniz toprakları ile benzerlik gösterir.

Rendzinalar (R): Bu topraklar bol kireçli anakaya üzerinde oluşmuştur. Üst katman koyu renkli olup kireçtaşı, marn ve tebeşir parçaları içerir. Altında açık renkli, kireçli bir geçiş katmanı ve onun altında kireçli anakaya bulunur. Doğal bitki örtüsü orman, çalı veya ot-karışımıdır. Drenajı iyidir.

Vertisoller (V): Bu topraklar, kurak dönemde büzülen ve yağışlı dönemde genişleyen koyu renkli, çok killi topraklardır. Genellikle 300 m'nin altındaki çöküntü alanlarda görülür. Geçirgenlikleri düşük, işlenme süresi kısadır. Sulama koşullarında bile ürün çeşitliliği sınırlıdır. Eğimli alanlarda erozyon riski yüksektir ve drenajı çok zayıftır.

Regosoller (L): Bu topraklar gevşek, bağlantısız ve kumlu depozitler üzerinde oluşmuştur. Su tutma kapasiteleri düşük, geçirgenlikleri yüksek ve profilleri zayıf gelişmiştir. Bazı alanlarında tarım yapılmaktadır.

Alüvyal Topraklar (A): Bu genç topraklar genellikle taze tortul depozitler üzerinde oluşmuştur. Katmanlaşma yoktur ya da çok zayıf gelişmiştir, ancak farklı özellikte mineral katmanlar bulunur. Çoğunlukla taban suyunun etkisi altındadır. Tarımsal açıdan önemli olup, uygun iklim koşullarında çeşitli kültür bitkilerinin yetişmesine elverişlidir.

Kolüvyal Topraklar (K): Bu topraklar, dik yamaç eteklerinde yerçekimi, yüzey akışı ve kısa mesafeli taşınım sonucu biriken kolüvyal materyal üzerinde oluşmuş genç topraklardır. Katmanları düzenli değildir ve farklı büyüklükte parçalar içerir. Eğimli alanlarda taş ve moloz oranı yüksektir. Drenajları iyidir, zaman zaman taşkınlarla maruz kalırlar. Doğal bitki örtüsü iklime bağlıdır ve tarım altında olanlar sulandıklarında verimleri yüksektir.

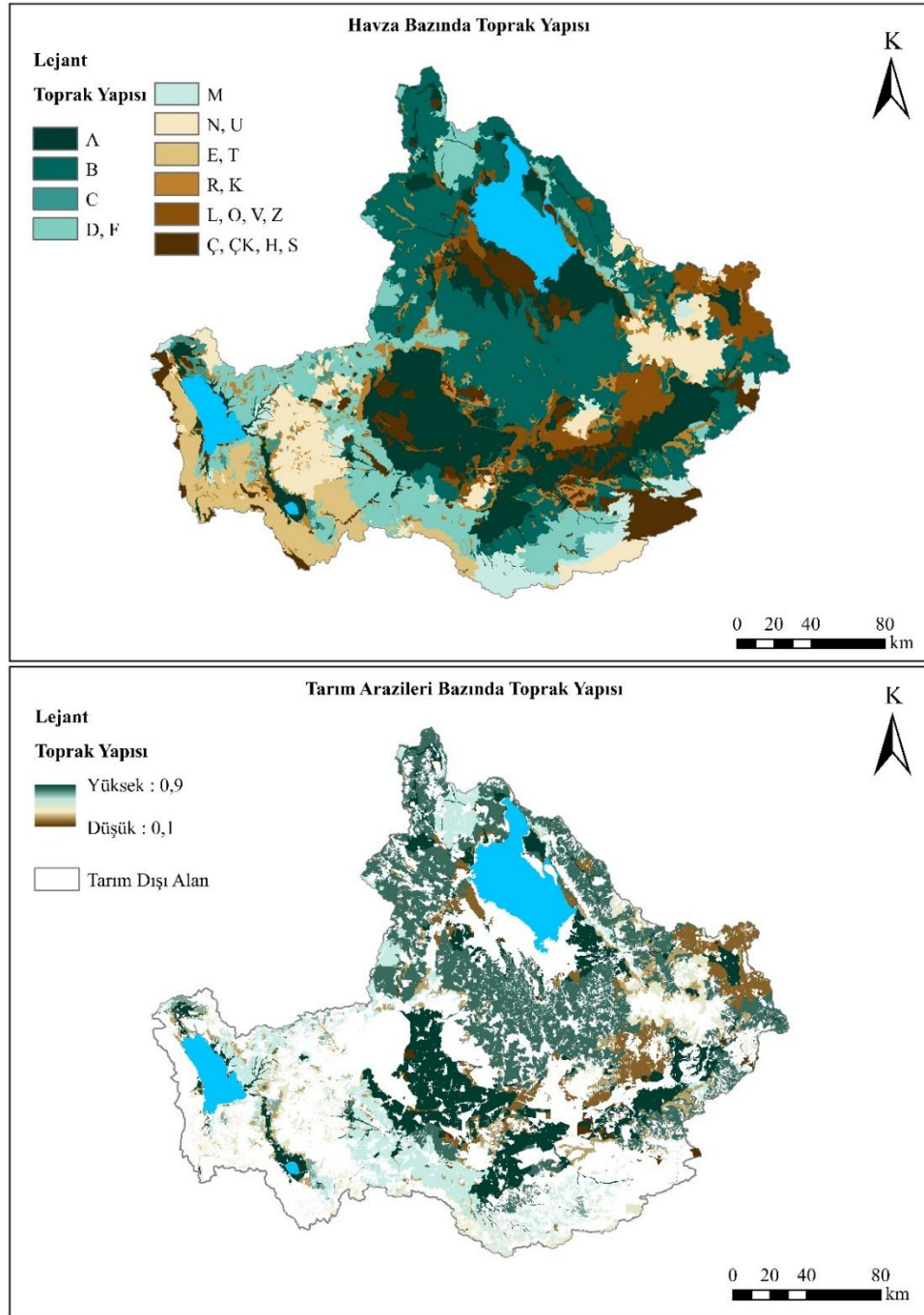
Organik Topraklar (O): Bu topraklar taban suyu yüksek ve akıntısı olmayan içbükey alanlarda veya eski sığ göllerde oluşmuştur. Saz, kamış ve kova gibi suyu seven bitkilerin kök, sap ve yapraklarının, yüksek taban suyu altında havasız koşullarda yavaş parçalanıp birikmesiyle ortaya çıkmıştır. Renkleri koyu gri ya da siyahtır, içinde ince mineral katlar bulunur. Bazı bölümlerde yüzeyde tuz kristalleri görülebilir. Genellikle çayır örtüsüyle kaplıdır ve bir kısmı otlatmada kullanılır.

Ayrıca çalışmada Tuzlu-Alkali Topraklar (Ç), Alüvyal Sahil Bataklıkları (S) ve Çıplak Kayalar (ÇK) yer almaktadır. Tuzlu-Alkali Topraklar, tuzluluk ve alkalilik sorunlarının bir arada bulunduğu topraklardır. Alüvyal Sahil Bataklıkları, göl kıyılarında göl suları ve yüzey akışlarının etkisiyle oluşan, sürekli ya da yılın büyük bir kısmında yaş veya bataklık durumda bulunan topraklardır. Çıplak Kayalar ise tarım dışı alanlardır.

Her bir toprak grubu incelenmiş ve ayrıca uzman görüşü alınarak tarıma elverişlilik durumuna göre sırasıyla şu şekilde gruplandırılmıştır: Alüvyal Topraklar, Kahverengi Topraklar, Kestanerengi Topraklar, Kırmızımsı Kahverengi Topraklar / Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar, Kahverengi Orman Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları / Kireçsiz Kahverengi Topraklar, Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları / Kırmızı Akdeniz Toprakları, Rendzinalar / Kolüvyal Topraklar, Sierozemler / Regosoller / Vertisoller / Organik Topraklar, Tuzlu-Alkali Topraklar / Alüvyal Sahil Bataklıkları / Hidromorfik Alüvyal Topraklar / Çıplak Kayalar.

Tarıma en elverişli toprak gruplarına en yüksek puan verilmiş, diğer toprak gruplarına elverişlilik düzeyine bağlı olarak azalan şekilde puanlama yapılmış ve en elverişsiz toprak grupları en düşük puanla sınıflandırılmıştır.

Toprak yapısı ile ilgili haritalar Şekil 4.22’de sunulmuştur. İlk harita, havza genelindeki toprak yapısını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.22. Toprak yapısı faktörü

Sulu ya da Kuru Olması:

Tarım arazilerinin sulanma durumlarına ilişkin veri Tarım Reformu Genel Müdürlüğünden (TRGM) temin edilmiştir. Bu veri kapsamında tarım arazileri sulu / kuru ve mutlak / özel ürün / marjinal tarım arazisi olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca veri setinde sulanma durumu belirtilmeksizin dikili tarım arazileri de yer almaktadır.

5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu kapsamında tarım arazilerinin sınıflandırılması şöyledir:

Mutlak tarım arazisi: Bitkisel üretimde, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri birlikte değerlendirildiğinde ürün alınmasını sınırlamayan; topografik kısıtları bulunmayan veya çok az olan; ülkesel, bölgesel ya da yerel ölçekte öneme sahip, hâlihazırda tarımsal üretimde kullanılan veya bu amaçla kullanıma uygun arazileri ifade eder.

Özel ürün arazisi: Mutlak tarım arazileri dışında kalan, toprak ve topografik sınırlamaları nedeniyle yöreye uyum sağlamış tüm bitki türlerinin tarımına elverişli olmayan, ancak özel bitkisel ürünlerin yetiştiriciliği ile su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığın yapılabildiği; ülkesel, bölgesel veya yerel ölçekte öneme sahip arazileri ifade eder.

Dikili tarım arazisi: Mutlak ve özel ürün arazileri dışında kalan, üzerinde yöre ekolojisine uygun çok yıllık ağaç, ağaççık veya çalı formundaki bitkilerin tarımının yapıldığı; ülkesel, bölgesel ya da yerel ölçekte öneme sahip arazileri ifade eder.

Marjinal tarım arazileri: Özel ürün arazileri ve dikili tarım arazileri dışında kalan, toprak ve topografik sınırlamaları nedeniyle yalnızca geleneksel toprak işlemeli tarımın yapılabildiği arazileri ifade eder.

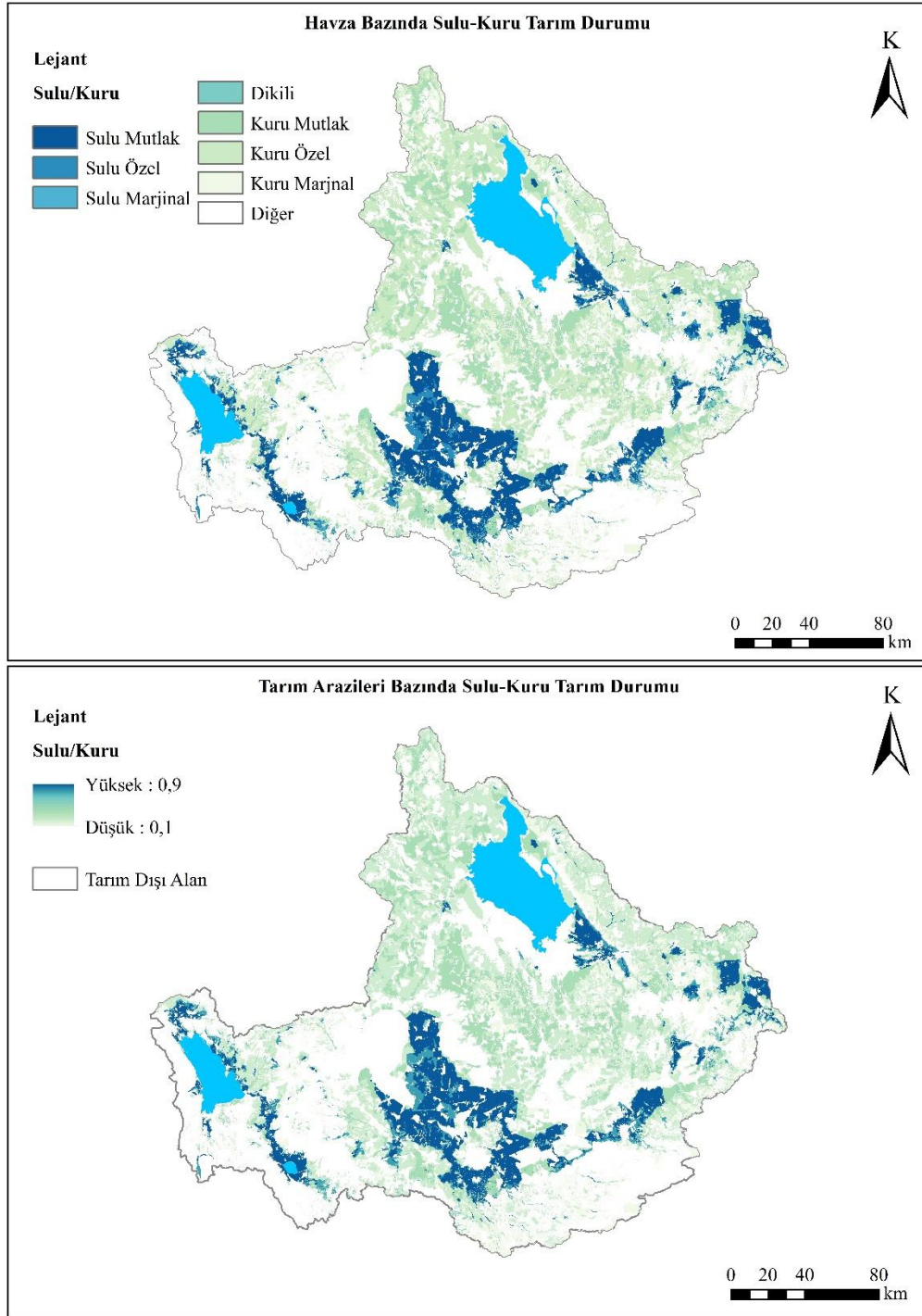
Tarım arazilerinin sınıflandırılması dikkate alındığında, sulu ve kuru tarım arazileri içerisinde mutlak tarım arazilerinin en yüksek tarımsal değere sahip olduğu görülmektedir. Bu sınıfı, sırasıyla özel ürün arazileri ve marjinal tarım arazileri izlemektedir. Genel olarak, sulu tarım arazileri su kaynaklarına erişimin sağlandığı üretim avantajları nedeniyle kuru tarım arazilerine kıyasla daha yüksek tarımsal değere sahiptir.

Bu doğrultuda, hem arazinin sulu ya da kuru olma durumu hem de tarım arazi sınıfı birlikte değerlendirilerek, tarımsal değer sıralaması sulu mutlak tarım arazisi, sulu özel ürün arazisi, sulu marjinal tarım arazisi, kuru mutlak tarım arazisi, kuru özel ürün arazisi ve kuru marjinal tarım arazisi şeklinde oluşturulmuştur.

Ayrıca, çalışma alanında dikili tarım arazilerinin de bulunması ve bu arazilerin tarım arazi sınıflarıyla birlikte bütüncül olarak değerlendirilmesi nedeniyle, dikili tarım

arazileri de bu faktöre dahil edilmiştir. Bu kapsamda, dikili tarım arazileri sulu ve kuru tarım arazileri arasında yer alacak şekilde puanlandırılmıştır.

Tarım arazilerinin hem sulanma durumlarının hem de sınıflarının birlikte değerlendirilerek elde edilen havza bazlı ve tarım arazisi değerine etkisine göre normalize edilmiş tarım arazisi bazlı haritalar Şekil 4.23'te sunulmuştur.



Şekil 4.23. Sulu ya da kuru olması faktörü

Su Kalitesi:

Su kalitesi, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ve verimliliği üzerinde etkili olan çevresel faktörlerden biridir. Sulama amacıyla kullanılan suyun kimyasal bileşimi; toprak yapısı, bitki gelişimi ve ürün kalitesi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Ayrıca, tarımsal sulamada kullanılan suyun kalitesinin belirlenmesi, etkin su yönetimi ve tarımsal planlama süreçleri açısından büyük önem taşımaktadır. Sulama suyu kalitesinin doğru şekilde değerlendirilmesi hem toprak verimliliğinin korunmasını hem de sürdürülebilir tarımsal üretimin sağlanmasını mümkün kılmaktadır.

Su kalitesi faktörü için DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından 2024 yılında gerçekleştirilen kuyu ölçümlerine ait kimyasal analiz raporlarından yararlanılmıştır. Literatürde su kalitesi faktörü ‘normal / iyi / çok iyi’ şeklinde tanımlanmıştır (García-Melón vd., 2008). Bu tez çalışmasında ise Sulama Suyu Kalite İndeksi (IWQI-Irrigation Water Quality Index) kullanılmıştır. Sulama suyu kalitesinin sayısal olarak değerlendirilmesi amacıyla IWQI indeksi belirlenmiş ve elde edilen değerlere göre su kalitesi haritası oluşturulmuştur.

Su kalitesi indeksinin temel amacı, kapsamlı ve karmaşık su kalitesi verilerini, yorumlanabilir ve nesnel su kalitesi göstergelerine dönüştürmektir. IWQI, toprak kaynaklarının değerlendirilmesi ve tarımsal üretimin etkin biçimde yönetilmesi süreçlerinde kullanılan bu göstergelere ilişkin önemli bir indekstir (Batarseh vd., 2021).

IWQI belirlenmesinde kullanılan formül Eşitlik (4.3)’te verilmiştir (E. Şener vd., 2022).

$$\begin{aligned}
 IWQI = & [(SW_w) \times (SH_1c_{wi} \times SH_1sc_{wi}) + (SH_2c_{wi} \times SH_2sc_{wi})] + \\
 & [(IPH_w) \times ((IPH_1c_{wi} \times IPH_1sc_{wi}) + (IPH_2c_{wi} \times IPH_2sc_{wi}) + (IPH_3c_{wi} \times \\
 & IPH_3sc_{wi}))] + [(SIT_w) \times ((SIT_1c_{wi} \times SIT_1sc_{wi}) + (SIT_2c_{wi} \times SIT_2sc_{wi}) + \\
 & (SIT_3c_{wi} \times SIT_3sc_{wi}))] + [(ME_w) \times ((ME_1c_{wi} \times ME_1sc_{wi}) + (ME_2c_{wi} \times \\
 & ME_2sc_{wi}) + (ME_3c_{wi} \times ME_3sc_{wi}))]
 \end{aligned} \quad (4.3)$$

SW_w ; Tuzluluk tehlikesi ağırlık indeksini, IPH_w ; Sızma ve geçirgenlik tehlikesi ağırlık indeksini, SIT_w ; Spesifik iyon toksisitesi ağırlık indeksini, ME_w ; Çeşitli etkiler ağırlık indeksini, c_{wi} ; Kriterlerin ağırlık indeksini ve sc_{wi} ; Alt kriterlerin ağırlık indeksini ifade etmektedir.

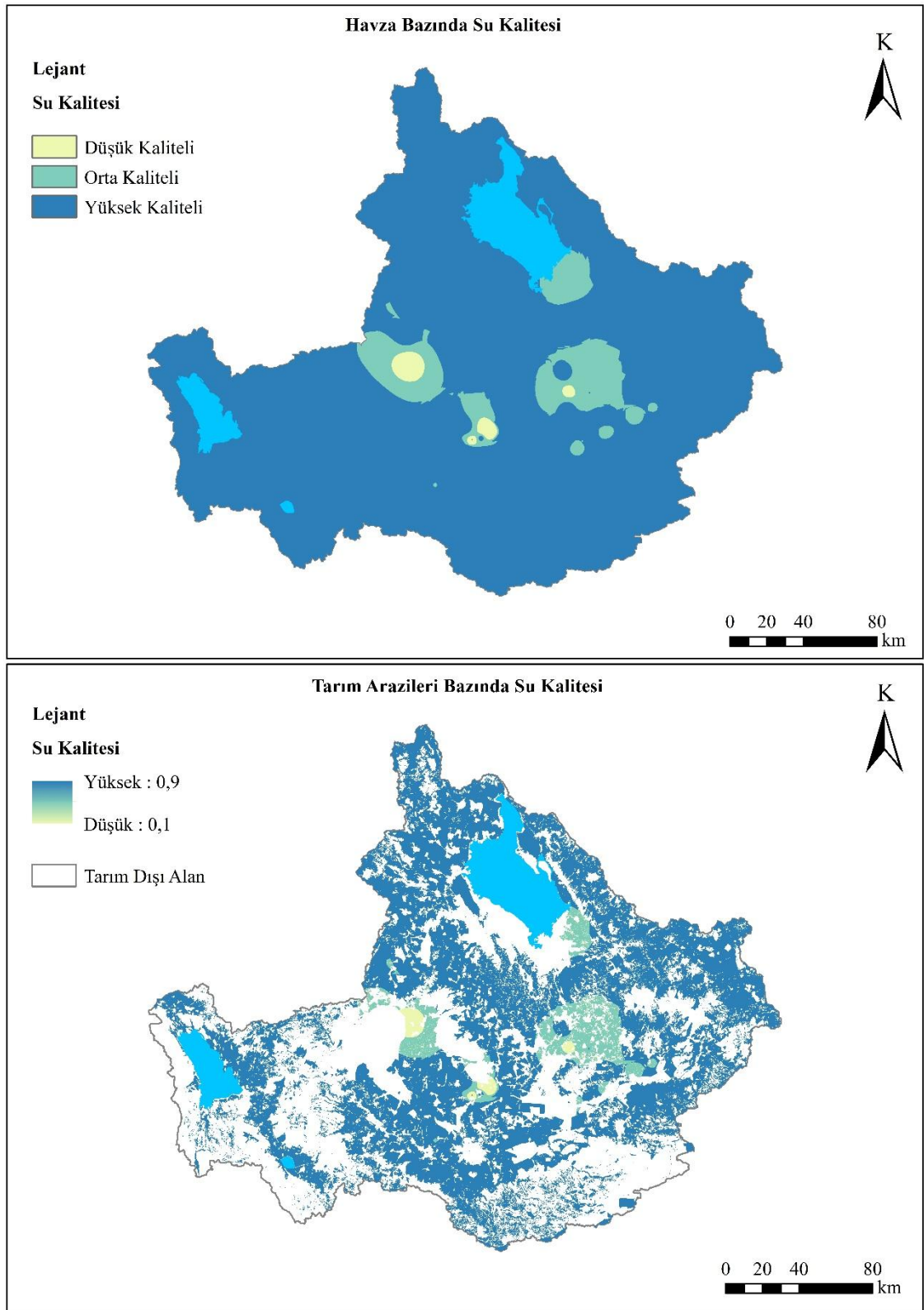
Sulama suyu kalitesi indeksine ait kriterlerinin sınıflandırılması ve tüm kriterlerin atanmış ağırlıkları Çizelge 4.9’da verilmiştir (Ayers ve Westcot, 1985; Simsek ve Gunduz, 2007; Şener vd., 2021).

Çizelge 4.9. Sulama suyu kalitesi kriterleri ve sınıfları

Tehlike	Ağırlık	Kriter	Ağırlık	Kriter	Alt Kriter	Ağırlık
Tuzluluk Tehlikesi	4	Elektriksel İletkenlik (EC)	3		<700	3
					700-3000	2
					>3000	1
		Toplam Çözünmüş Katılar (TDS)	3		<450	3
					450-2000	2
>2000	1					
Sızma ve Geçirgenlik Tehlikesi	3	Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR): 0-3	3	EC	>700	3
					700-200	2
					<200	1
		SAR: 3-6	2	EC	>1200	3
					1200-300	2
					<300	1
		SAR: 6-12	1	EC	>1900	3
					1900-500	2
					<500	1
Spesifik İyon Toksisitesi	2	SAR (-)	3		<3	3
					3-9	2
					>9	1
		Klorür	2		<140	3
					140-350	2
					>350	1
		Bor	1		<0.7	3
					0.7-3.0	2
					>3.0	1
Çeşitli Etkiler	1	Nitrat-azot (NO ₃ -N)	3		<5	3
					5-30	2
					>30	1
		Bikarbonat (HCO ₃)	2		<90	3
					90-500	2
					>500	1
		pH	1		7-8	3
					6,5-7 & 8-8,5	2
					<6,5 & >8,5	1

Sulama suyu kalitesini etkileyen her bir kriter CBS ile analiz edilmiştir ve elde edilen IWQI haritası yüksek kaliteli, orta kaliteli ve düşük kaliteli şeklinde eşit aralıklı (Bozdağ, 2015) olarak sınıflandırılmıştır.

Su kalitesi faktörüne ait haritalar Şekil 4.24’te sunulmuştur. İlk harita, havza genelindeki su kalitesinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.24. Su kalitesi faktörü

Eğim:

Eğim, toprak koruma, sürüm kolaylığı ve bitki adaptasyonu gibi birçok tarımsal süreç açısından önemli bir faktördür. Eğim değerinin artması, erozyon riskinin yükselmesine, toprak oluşum süreçlerinin yavaşlamasına, geçirgenliğin azalmasına ve dolayısıyla bitki türü seçimi ile sulama yöntemlerinin belirlenmesinde kısıtlayıcı koşulların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Şahin ve Toroğlu, 2020). Ayrıca yüksek eğimli araziler, toprak koruma önlemleri ile sürüm ve bakım faaliyetleri açısından daha fazla iş gücü ve mekanizasyon gerektirmektedir. Buna karşılık, eğim derecesinin çok az ya da hiç olmaması, drenajın yetersiz olmasına ve suyun yüzeyde birikmesine yol açabilir.

Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı (1. Teknik Talimat) kapsamında eğim sınıfları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Eğim sınıfları

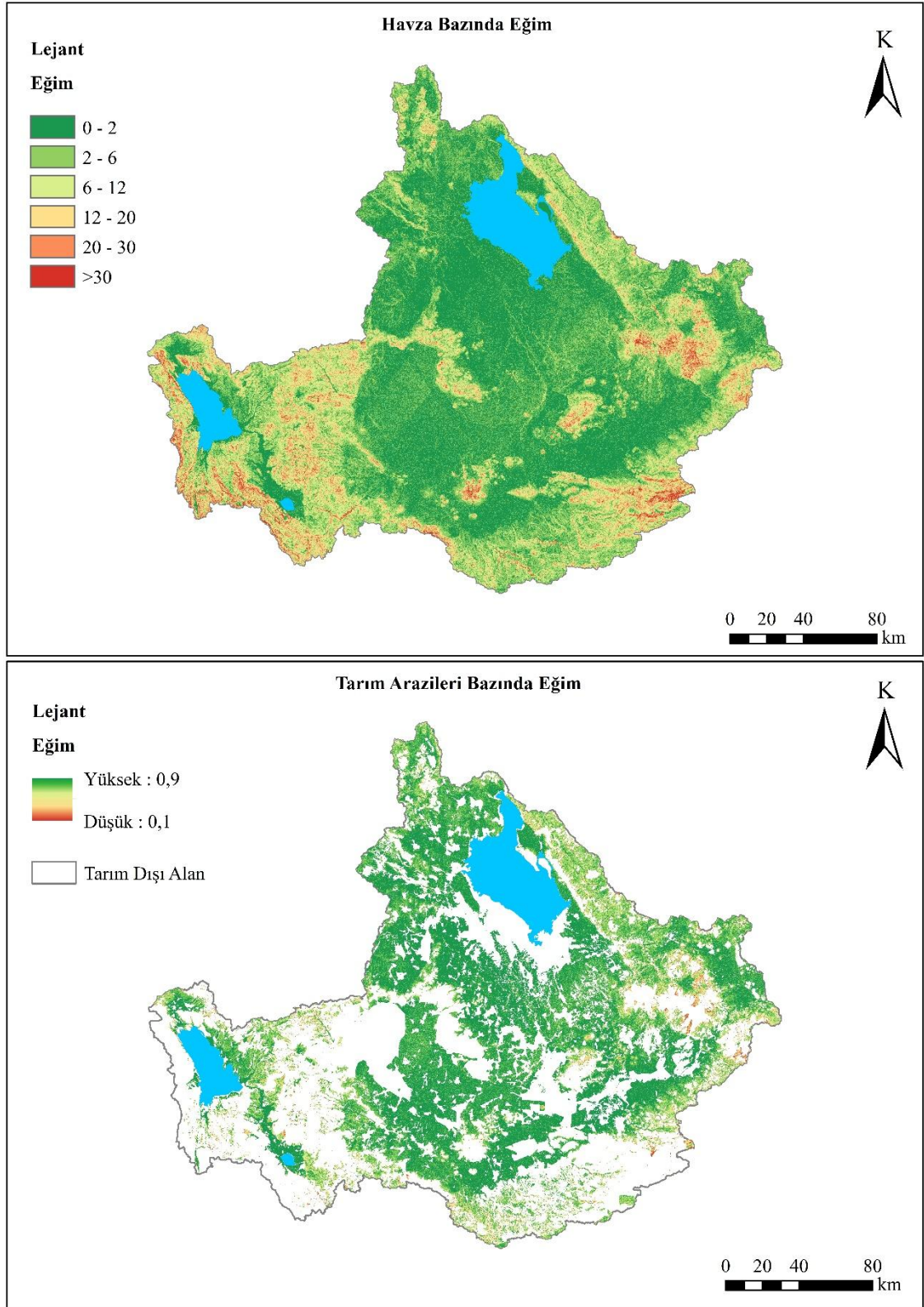
Eğim Yüzdesi (%)	Açıklama
0-2	Düz veya düze yakın
2-6	Hafif eğimli
6-12	Orta eğimli
12-20	Dik eğimli
20-30	Çok dik eğimli
30-45	Sarp
45 +	Çok sarp

Tarımsal değerlendirme çalışmalarında eğim faktörü var / yok (Başaran, 2019; Öztürk Çoşar, 2013; Öztürk vd., 2017; Susam, 2019) ya da az / orta / çok (Çınar ve Bünyan Ünel, 2022) şeklinde sınıflandırılmıştır.

Uygun tarım arazilerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalarda ise eğim faktörü Çizelge 4.10'da verilen sınıflandırmalara göre değerlendirilmiştir (Demir vd., 2011; Erdogan vd., 2015; Gümüş ve Durduran, 2020; Topuz ve Deniz, 2023).

Tarımsal değerlendirme kapsamında, eğim değerinin azalması ekonomik değer artmasına, eğimin artması ise değer düşmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada, eğim değerleri 0-2, 2-6, 6-12, 12-20, 20-30 ve >30 şeklinde sınıflandırılmıştır. Eğim değeri düşük olan alanlara en yüksek puan verilmiş, eğimin artmasıyla birlikte azalan değerlere göre puanlama yapılmış ve eğimi en fazla olan alanlara en düşük puan atanmıştır.

Eğim faktörüne ait haritalar Şekil 4.25'te sunulmuştur. İlk harita, havza genelindeki eğim dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.25. Eğim faktörü

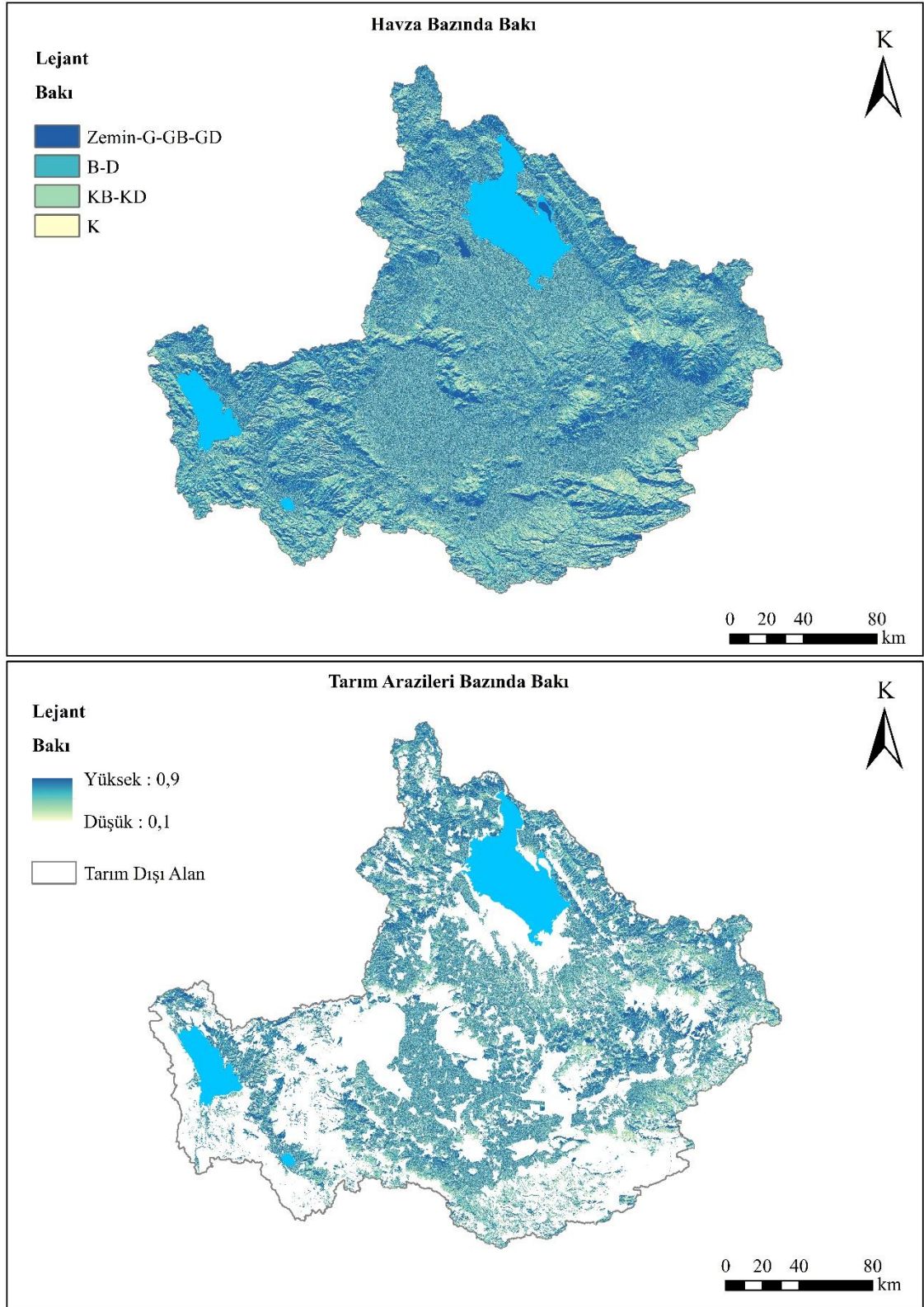
Bakı:

Tarım alanlarında güneşe dönük cephelerde yer alan tarım toprakları genellikle en avantajlı olanlardır. Bitki türlerine göre değişmekle birlikte, bitkilerin fizyolojik faaliyetlerini sürdürebilmeleri için belirli oranlarda güneşe maruz kalmaları gerekmektedir. Güneşe dönük cephelerde ısınma ve aydınlanma süresi artmakta ve don olayları azalmaktadır. Arazinin sahip olduğu bakı değeri, toprak sıcaklığını, buharlaşma miktarını ve alınan rüzgârların karakteristik özelliklerini etkilediği için tarımsal üretim yapılacak alanın seçiminde önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Koca ve Mentese, 2021).

Bakı faktörü, uygun tarım arazilerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar incelenerek sınıflandırılmıştır. Gümüş ve Durduran (2020), tarafından Konya Kapalı Havzası'nın alt havzalarından biri olan Beyşehir-Kaşaklı alt havzasında optimal tarım arazilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada bakı faktörü tarımsal uygunluğa göre dört sınıfa ayrılmıştır. Bunlar zemin / güney / güneybatı / güneydoğu, batı / doğu, kuzeybatı / kuzeydoğu ve kuzeydir. Bozdağ vd. (2016), tarafından Konya Kapalı Havzası sınırları içinde yer alan Konya ili Cihanbeyli ilçesinde tarımsal arazi uygunluk çalışmasında bakı faktörü aynı şekilde dört sınıfta değerlendirilmiştir.

Havza sınırları içinde gerçekleştirilen bu çalışmalar baz alınarak bakı faktörü zemin / güney (G) / güneybatı (GB), güneydoğu (GD), batı (B) / doğu (D), kuzeybatı (KB) / kuzeydoğu (KD) ve kuzey (K) olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. Kültür bitkilerinin büyük bir kısmı, günün önemli bir bölümünde güneş ışığı alan güney ve batı bakılarında en uygun gelişimini göstermektedir (Akıncı vd., 2015). Sınıflandırma kapsamında, güneşlenme süresi en fazla olan güney bakılarına en yüksek, en az güneş alan kuzey bakılarına ise en düşük puan atanmıştır.

Bakı faktörüne ait haritalar Şekil 4.26'da sunulmuştur. İlk harita, havza genelindeki bakı dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.26. Bakı faktörü

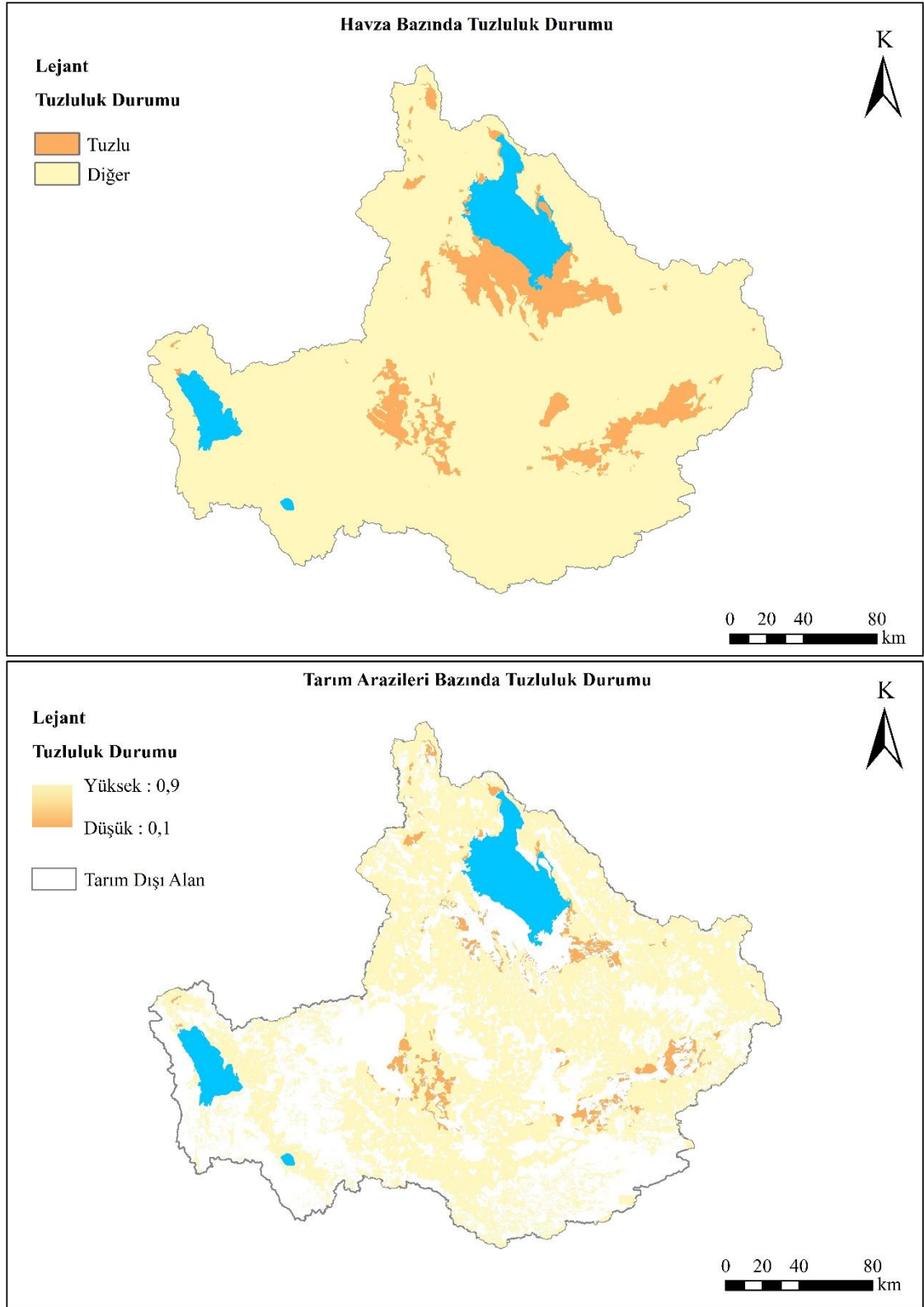
Tuzluluk Durumu:

Tuzluluk, tarım arazilerinde bitki gelişimini olumsuz etkileyen önemli bir toprak sorunudur. Toprakta çözülmüş tuzların birikmesi, bitkilerin su ve besin alımını zorlaştırarak büyümeyi sınırlar. Yüksek tuz konsantrasyonu; ozmotik stres (su eksikliği), spesifik iyon toksisitesi ve genel toksik etkilere neden olarak bitkilerin fizyolojik dengelerini bozar (Karaoğlu ve Yalçın, 2018). Bu durum, su ve besin alımının kısıtlanmasına, hücresel faaliyetlerin aksamasına ve dolayısıyla büyüme ile verimde azalmaya yol açar. Ayrıca tuzluluk, toprağın yapısını bozarak geçirgenliği ve topraktaki biyolojik faaliyetleri azaltır. Bu nedenlerle tuzluluk, tarımsal üretim potansiyelini azaltan bir faktördür.

Tuzluluk durumu faktörü 1/100.000 ölçekli Arazi Varlığı haritaları kullanılarak elde edilmiştir. Bu faktör literatürde mevcudiyet esaslı (var/yok) olarak değerlendirilmiştir (Başaran, 2019; Öztürk Çoşar, 2013).

Bu çalışmada da tuzluluk durumu faktörü, mevcudiyet esasına göre değerlendirilmiştir. Havza tuzlu alanlar ve diğer alanlar olarak sınıflandırılmış, tuzlu alanlar tarımsal değeri en düşük alanları temsil edecek şekilde normalize edilmiştir.

Tuzluluk durumunu gösteren haritalar Şekil 4.27’de sunulmuştur. İlk harita, havza genelindeki tuzluluk durumunu, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.27. Tuzluluk durumu faktörü

4.4.2. Konumsal ulaşılabilirlik

Sit Alanlarına Yakınlık:

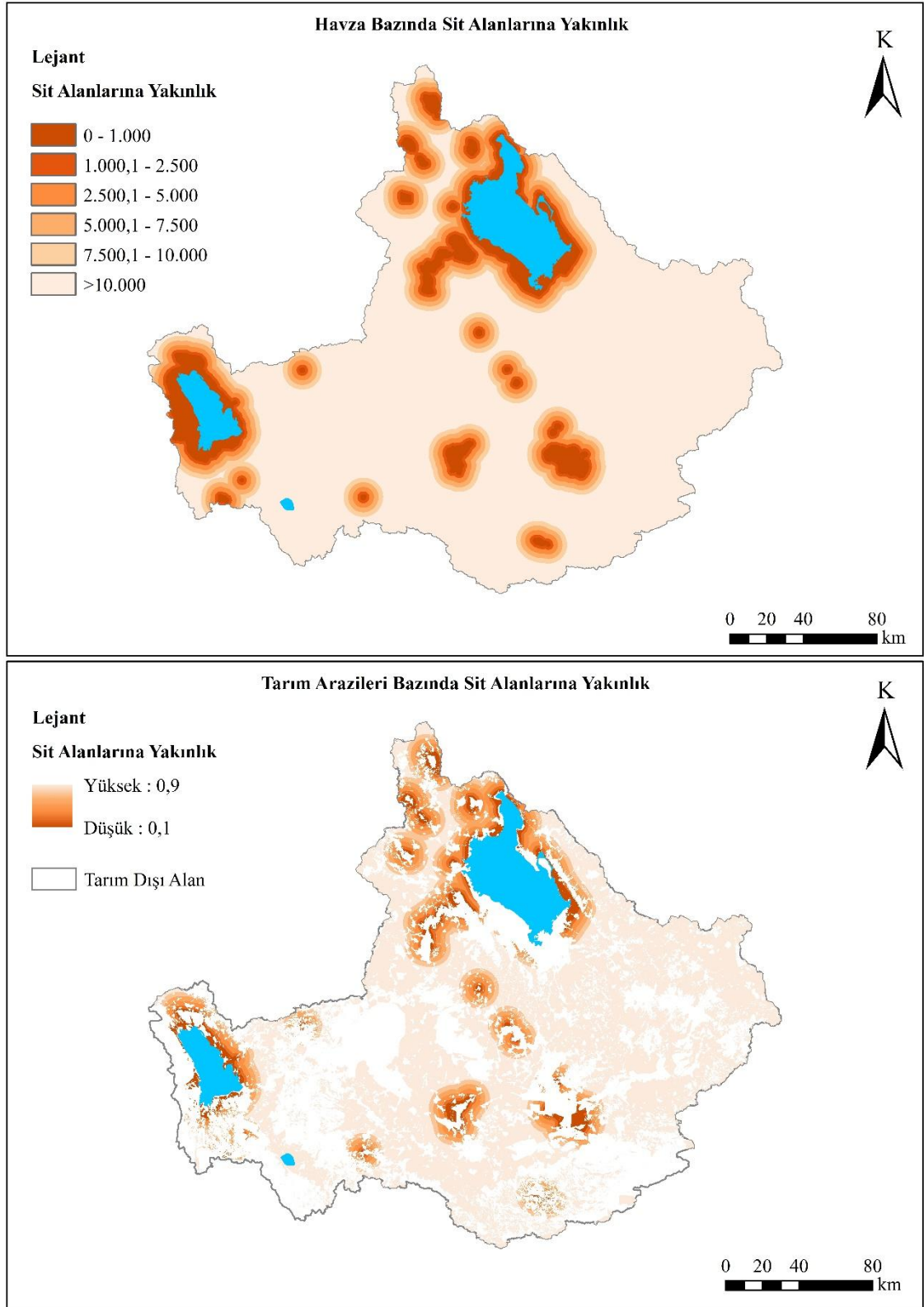
Sit alanlarına yakınlık, tarım arazilerinin kullanım biçimini ve değerini dolaylı olarak etkileyebilen bir faktördür. Bu alanlarda koruma statüsüne bağlı olarak çeşitli yasal ve fiziki sınırlamalar bulunmakta olup, bu durum tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini, altyapı yatırımlarını ve arazi üzerinde gerçekleştirilebilecek düzenlemeleri sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle sit alanlarına yakınlık, tarım arazilerinin değerini olumsuz yönde etkileyen bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Sit alanlarına yakınlık faktörü kapsamında, Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde yer alan doğal sit alanları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda iki farklı veri kaynağından yararlanılmıştır. Bunlardan ilki, DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilen havzaya ait Master Plan verileri içerisinde yer alan korunan alanlar katmanıdır. İkincisi ise, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayımlanan sit alanları listesi incelenerek, aynı bakanlık tarafından hazırlanmış 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planları üzerinden sayısallaştırma yoluyla elde edilen veridir.

Çalışma bölgesinde yer alan ve verisine erişilebilen sit alanları ve korunan alanlar şunlardır: Beyşehir Gölü, Tuz Gölü, Bolluk Gölü, Akgöl (Ereğli Sazlığı), Çöl Gölü, Hotamış Gölü, Acıgöl, Meke Gölü, Gökgöl, Köpek Gölü, Düden Gölü, Obruk Gölü, Samsam Gölü, Tersakan Gölü, Kömüşini Gölü, Boynuzcu Mağarası, Körükini ve Suluin Mağaraları, Manazan Mağaraları, İncesu Mağarası, Peynirini Mağarası, Celil Boğazı Peri Bacaları, Çıralı Obruk, Kızören Obruk, Meyil Obruk, Kızıldağ Milli Parkı.

Sit alanlarına yakınlığı değerlendirmek için mesafe analizi gerçekleştirilmiştir. Tarım arazilerinin sit alanlarından uzaklaştıkça değerinin artacağı göz önünde bulundurularak, sit alanlarına olan yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m olacak şekilde sınıflandırılmıştır. En kısa mesafe aralığına en düşük puan verilmiş, mesafe aralıkları artış yönünde puanlandırılarak değerler normalize edilmiştir. Böylece sit alanlarından uzaklaştıkça tarımsal değer artış eğilimi modele yansıtılmıştır.

Sit alanlarına yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.28'de sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.28. Siti alanlarına yakınlık faktörü

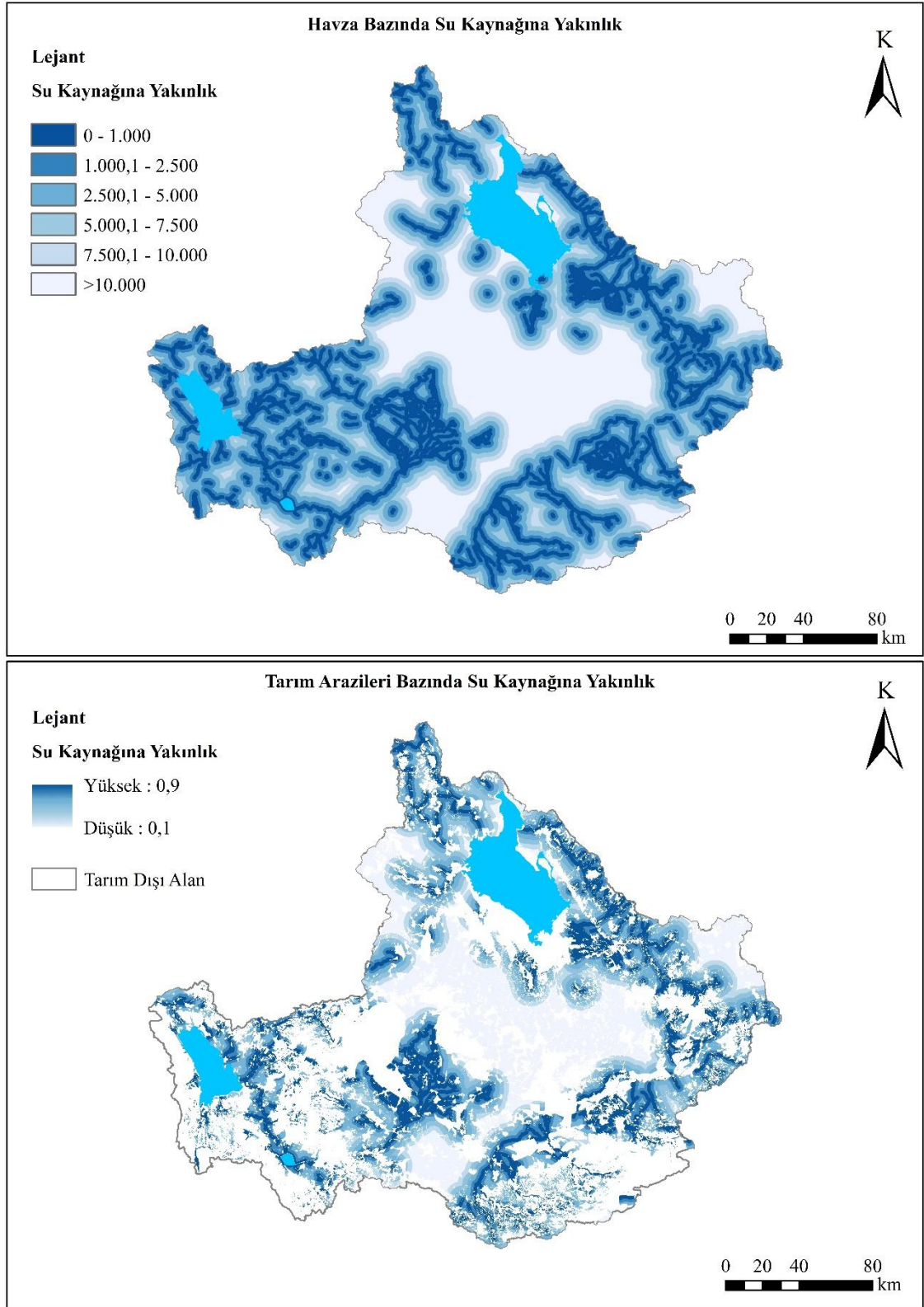
Su Kaynağına Yakınlık:

Su kaynakları, tarımsal üretimin planlanması, sürdürülebilirliği ve ekonomik değeri açısından temel belirleyicilerden biridir. Tarım arazilerinin su kaynaklarına olan yakınlığı, sulama imkânlarını doğrudan etkileyerek verimlilik, ürün deseninin çeşitliliği ve üretim sürekliliği üzerinde belirleyici rol oynar. Özellikle yarı kurak iklim koşullarının hâkim olduğu bölgelerde, suya erişim imkânı yüksek olan araziler hem daha düşük sulama maliyetleri hem de daha geniş ürün yelpazesine olanak sağlamaları nedeniyle ekonomik açıdan daha yüksek değere sahiptir. Buna karşın, su kaynaklarından uzak alanlarda sulama altyapısının yetersizliği veya su temini maliyetlerinin yüksekliği, üretim miktarını ve çeşitliliğini sınırlandırmakta, bu durum arazilerin piyasa değerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Suya yakın arazilerde üreticiler, su ihtiyacı yüksek ürünleri tercih edebilmekte; buna bağlı olarak ekim planı, hasat süresi ve yıllık üretim döngüsü daha esnek şekilde düzenlenebilmektedir. Örneğin, aynı sınıfa ait bir arazide kuru tarım koşullarında buğday-arpa-nadas şeklinde üç yıllık bir üretim planı uygulanırken, sulu tarım koşullarında şeker pancarı-ayçiçeği (veya mısır)-buğday-arpa biçiminde dört yıllık bir üretim planı yürütülmektedir (Ertaş, 2014). Bu durum, su kaynaklarına yakın alanlarda üretim yoğunluğu ve ekonomik getiri düzeyinin belirgin şekilde artmasına, dolayısıyla bu arazilerin piyasa değerlerinin daha yüksek olmasına neden olmaktadır.

Su kaynağına yakınlık faktörü DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilen dere ve baraj verisi kullanılarak değerlendirilmiştir. Su kaynaklarına yakınlığı değerlendirmek için mesafe analizi gerçekleştirilmiştir. Tarım arazilerinin su kaynaklarına yaklaştıkça değerinin artacağı dikkate alınarak, su kaynağına yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m olacak şekilde sınıflandırılmıştır. En kısa mesafe aralığına en yüksek puan verilmiş, mesafe aralıkları artış yönünde azalan şekilde puanlandırılarak değerler normalize edilmiştir. Böylece su kaynaklarına yakın alanların tarımsal değer üzerindeki olumlu etkisi modele yansıtılmıştır.

Su kaynaklarına yakınlık faktörüne ilişkin haritalar Şekil 4.29'da sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.29. Su kaynağına yakınlık faktörü

Diğer Sanayi Bölgelerine Yakınlık:

Sanayi bölgeleri, gıda sanayi ve diğer sanayi olmak üzere iki ayrı faktör olarak değerlendirilmiştir. Gıda sanayi tesisleri, tarımsal ürünlerin işlenmesi ve pazara sunulması açısından alım merkezi niteliği taşıdığı için bu tesislere yakın konumda bulunan tarım arazileri pazara erişim ve taşıma maliyetleri açısından avantajlıdır. Diğer sanayi bölgeleri ise, arazilerin gelecekte sanayi alanına dönüşme ihtimalinin değer üzerinde olumlu etkisi olması sebebiyle tarım arazilerinin değerini etkileyen bir faktör olarak değerlendirilmiştir.

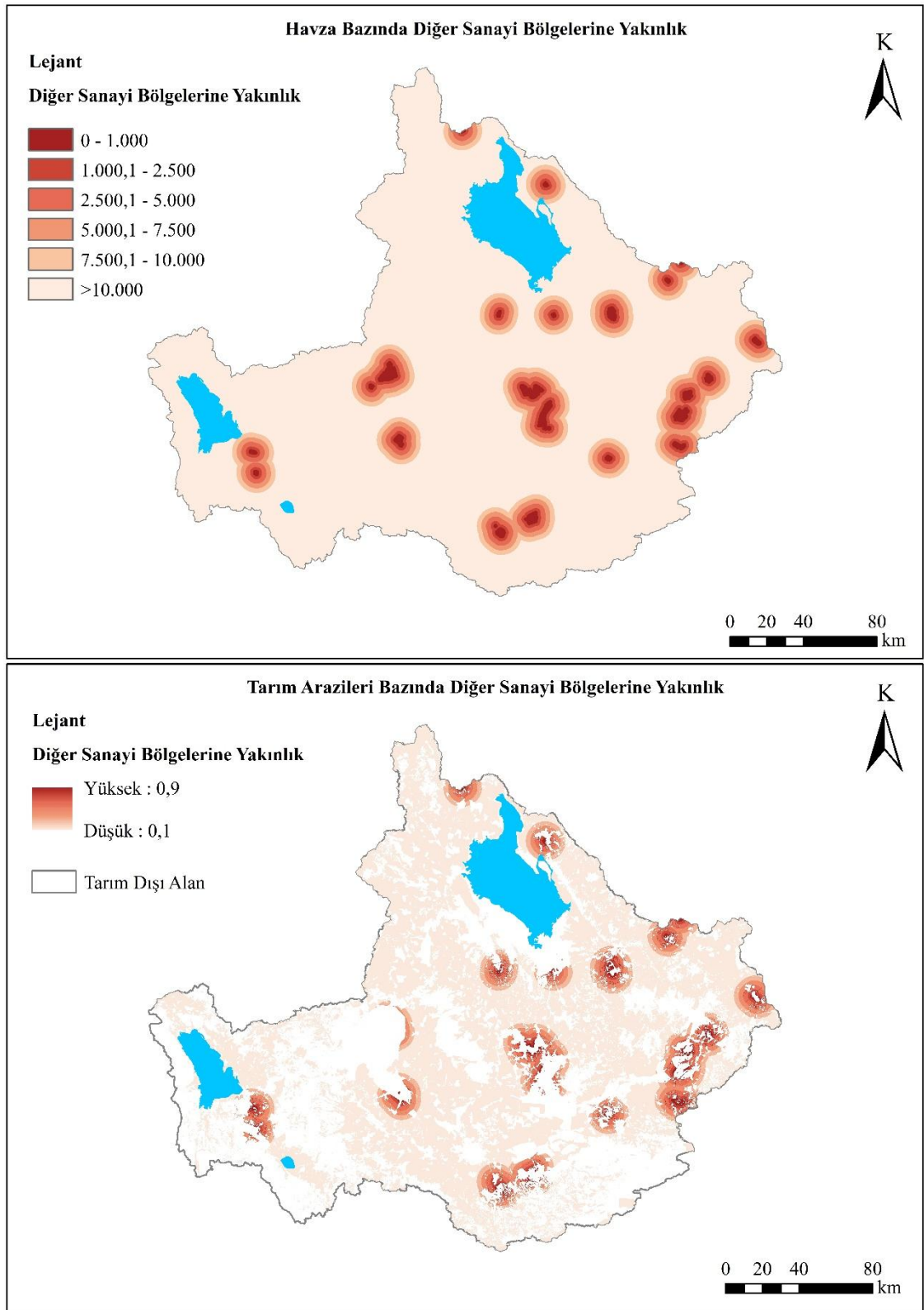
Diğer sanayi bölgeleri, sadece potansiyel arazi kullanım dönüşümü açısından değil, aynı zamanda istihdam olanaklarının artması, ulaşım altyapısının gelişmesi ve kırsal yerleşim alanlarının ekonomik yapısındaki değişimlerle de tarım arazilerinin piyasa değerini dolaylı biçimde etkilemektedir. Bu süreç, sanayi bölgeleri çevresinde yer alan tarım arazilerinde değer artışına ve mekânsal dönüşüm eğiliminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Konya Kapalı Havzası sınırları içinde yer alan sanayi bölgelerine ilişkin veriler, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) açık veri platformu üzerinden, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından paylaşılan endüstri bölgesi ve Organize Sanayi Bölgesi (OSB) veri setlerinden elde edilmiştir (URL-1).

Çalışma alanında yer alan OSB ve endüstri bölgeleri şunlardır: Aksaray OSB, Aksaray Eskil Tuzgözü OSB, Aksaray Gülağaç Gülpınar OSB, Aksaray Sultanhanı OSB, Beyşehir OSB, Çumra OSB, Ereğli OSB, Seydişehir OSB, Karapınar OSB, Kulu OSB, Konya OSB, Karaman OSB, Niğde Bor Karma ve Deri İhtisas OBS, Niğde OSB, Nevşehir Acıgöl OSB, Şerelikoçhisar OSB, Konya Endüstri Bölgesi, Konya Teknoloji Endüstri Bölgesi, Karaman Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi, Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi, Bor Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi, Anadolu Uluslararası Özel Endüstri Bölgesi (Ulukışla/Niğde).

Bu kapsamda, diğer sanayi bölgelerine olan yakınlık mesafe analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m aralıklarında sınıflandırılmıştır. En yakın mesafeler yüksek puanla, uzak mesafeler ise düşük puanla değerlendirilmiştir.

Diğer sanayi bölgelerine yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.30'da sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.30. Diğer sanayi bölgelerine yakınlık faktörü

Kentsel Saçaklanma Alanlarına Yakınlık:

Kent kavramı, toplumsal değişimlere paralel olarak sürekli dönüşen dinamik bir yapıya sahiptir. Başlangıçta kır ve kent alanlarının işlevsel ayrımı üzerinden tanımlanırken, nüfus artışı ve kentleşme süreçleriyle bu ayrım giderek belirsizleşmiş; kentsel gelişme, kır ve kent alanlarının iç içe geçtiği bir örgütlenme biçimi haline gelmiştir.

Kentlerin gelişimi zamanla ve nüfus yoğunluğundaki değişimlere bağlı olarak şekillenmektedir. Arazi kullanım türlerinin farklılaşması, kentin örgütlenme biçimini ve sosyal yapısını da dönüştürmüştür. Arazideki boşluklu alanlar kent formunu etkilemiş; kentsel kullanım alanlarının örgütlenmesinde ortaya çıkan bu boşluklar, birbirinden ayrılmış yerleşim alanlarının oluşmasına neden olmuş ve bu durum kentsel saçaklanma olarak kavramsallaştırılmıştır (Güneş, 2021).

Başka bir ifadeyle, kentsel saçaklanma alanları, kent ile kır arasında sıkışmış ve kendine has özellikler barındıran geçiş bölgeleridir. Bu alanlarda meydana gelen hızlı ve denetimsiz dönüşüm süreçleri, plansız ve sağlıklı yerleşim alanlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Yiğit, 2019).

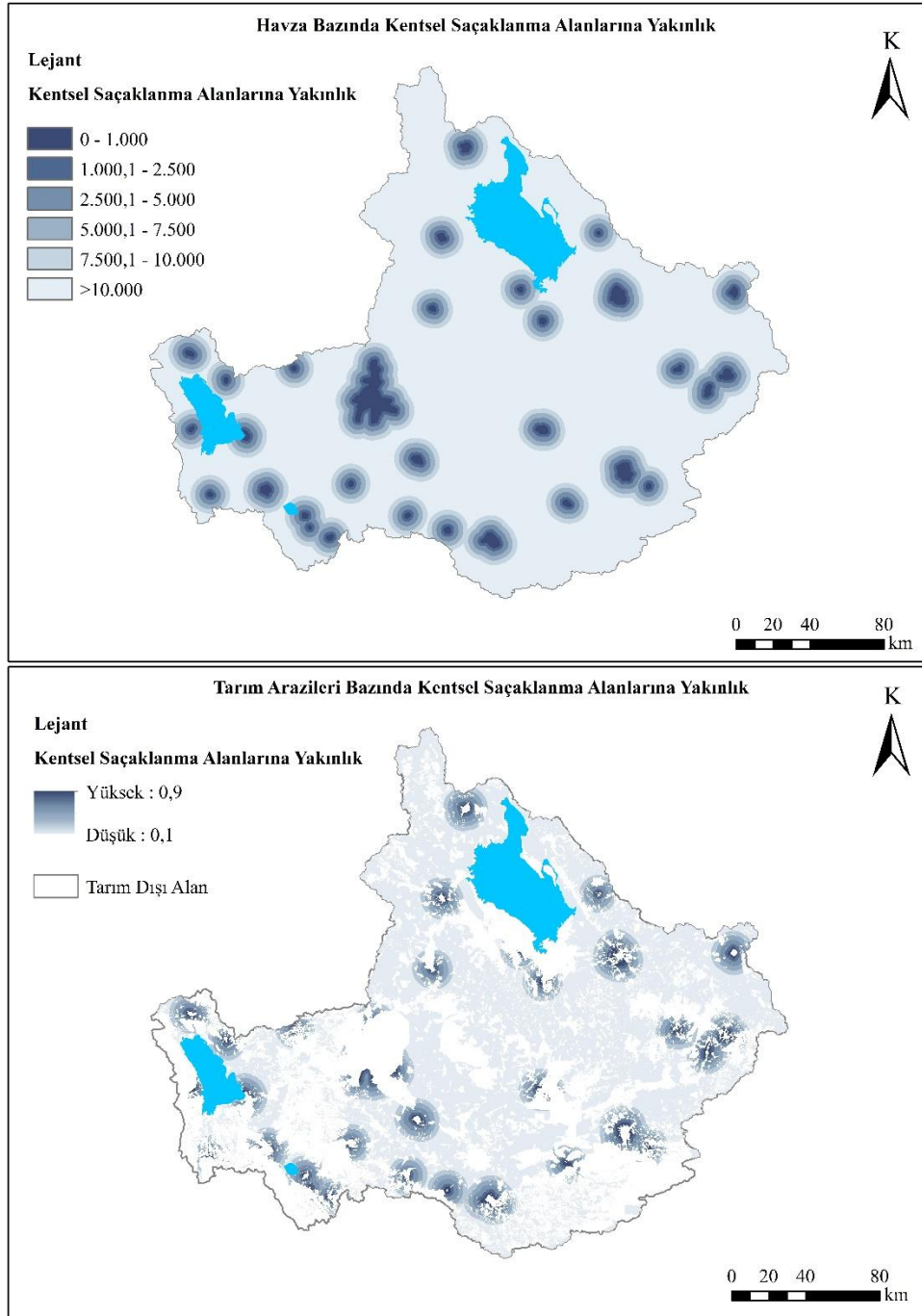
Kentsel alanların genişlemesi, özellikle büyükşehir çevrelerinde yer alan tarım arazilerinin azalmasına neden olmaktadır. Bu süreçte, hızlı kentleşmenin yaşandığı alanlarda tarım arazilerinin değerinde artış görülmektedir. Tarımsal açıdan değerlendirildiğinde, kent merkezine yakın konumda bulunan tarım arazilerinin pazara erişim avantajı nedeniyle daha yüksek değerlere ulaşması mümkündür. Ancak, kentleşme planları doğrultusunda tarım arazilerinin arsaya dönüştürülmesiyle ortaya çıkan değer artışı, kamu tarafından gerçekleştirilen altyapı ve üstyapı yatırımlarının bir sonucu olarak kabul edilmektedir (Karakayacı ve Karakayacı, 2012).

Literatürde, Başaran (2019) Aydın ili Efeler ilçesinde kentsel saçaklanmanın tarım arazisi piyasasına etkisini araştırmak için kent merkezinin 10 km etrafındaki yerleşim birimlerini incelemiştir. Yiğit (2019) Konya ili Meram ilçesinde kentsel saçaklanmanın yoğun olduğu bölgelerde tarım arazilerinin değerini tespit etmiştir.

Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlığı değerlendirmek için DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilen il ve ilçe merkezleri baz alınarak mesafe analizi gerçekleştirilmiştir. Kentsel saçaklanma alanları için kent merkezlerinin 10 km çevresi kabul edilmiştir. Bu kapsamda kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m olacak şekilde

sınıflandırılmıştır. En kısa mesafe aralığına en yüksek puan verilmiş, mesafe aralıkları artış yönünde azalan şekilde puanlandırılarak değerler normalize edilmiştir.

Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.31’de sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.31. Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık faktörü

Tren Yoluna Yakınlık:

Demiryolları, kara taşımacılığının en güvenli ve ekonomik biçimlerinden biri olarak, ülkelerin sosyoekonomik gelişiminde stratejik bir rol oynamaktadır. Yüksek taşıma kapasitesi, düşük enerji tüketimi ve çevre dostu özellikleri sayesinde hem yolcu hem de yük taşımacılığında sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır.

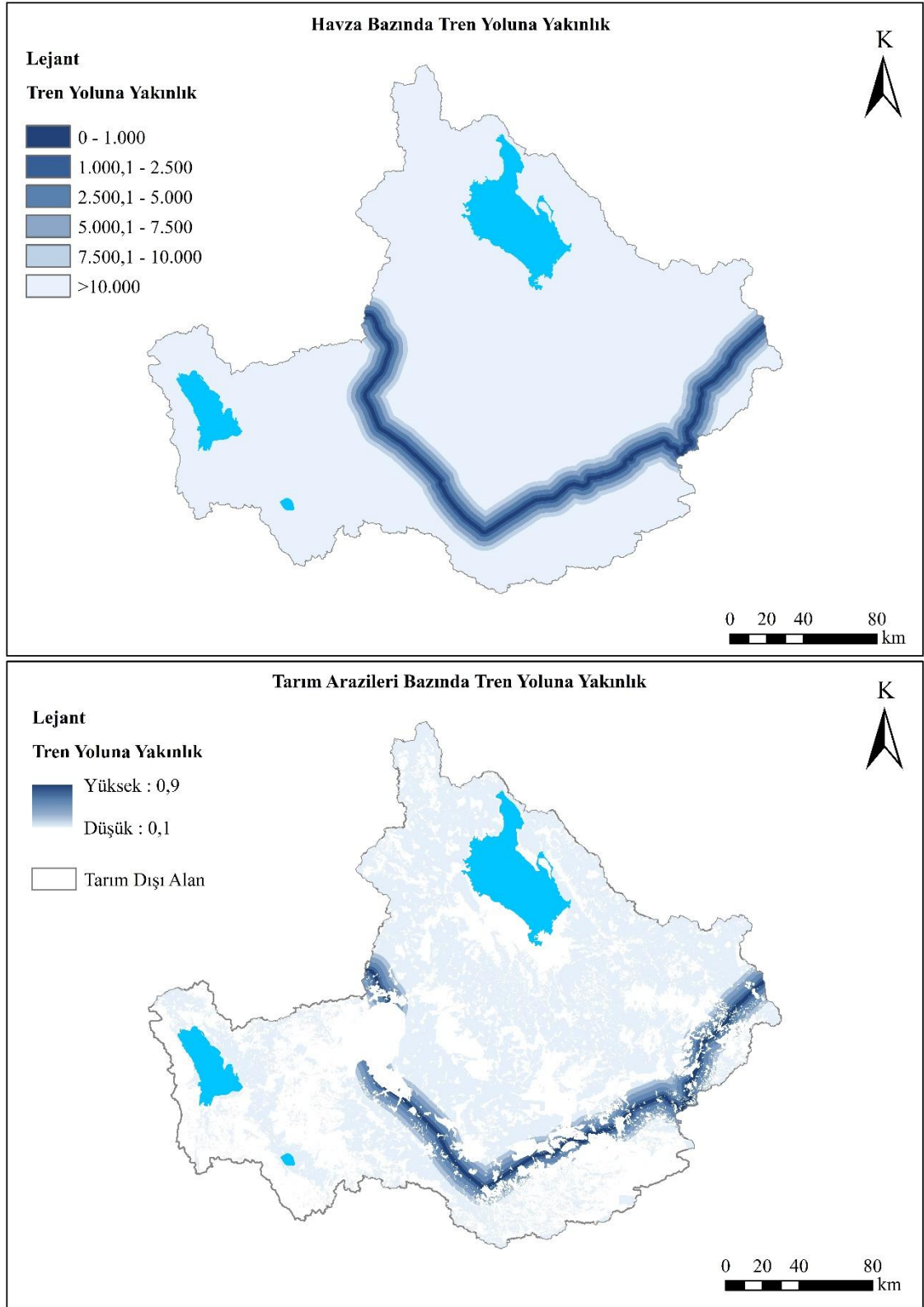
Türkiye’de ilk demiryolları ağı, başta İngiltere olmak üzere Fransa ve Almanya’nın desteğiyle, hinterlandı geniş limanları merkeze alarak iç kesimlerdeki tarımsal ürünler ile madenlerin kıyı bölgelerine taşınmasını sağlamak amacıyla inşa edilmiştir (Çağlıyan ve Bozkurt Yıldız, 2013).

Demiryolu altyapısı ile demografik yapı arasındaki karşılıklı etkileşim, kırsal ve kentsel alanlar arasındaki ekonomik ilişkilerin yönünü belirlemektedir. Artan nüfusun yürüttüğü ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından ulaşım altyapıları temel bir gereksinimdir (Beyzatlar, 2021). Bu bağlamda, demiryolları tarımsal üretim bölgelerinin pazarlara erişimini kolaylaştırarak ürün dolaşımını hızlandırmakta, taşıma maliyetlerini azaltmakta ve üretim süreçlerinin sürekliliğine katkı sağlamaktadır. Böylece tren yoluna yakın alanlarda yer alan tarım arazileri hem lojistik avantaj hem de potansiyel yatırım değeri bakımından daha yüksek ekonomik değere sahip olabilmektedir.

Koç (2011), tarafından Kırıkkale ili Keskin ilçesinde tarım arazisi değerini etkileyen faktörlerin analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda tren yoluna uzaklık arttığında sulu arazilerin değerinin %0,39, düz arazilerin değerinin %12,28, engebeli arazilerin değerinin %0,27 ve tüm tarım arazilerinin değerinin %0,88 azalacağı belirlenmiştir. Araştırmada, bu durumun pazarlama imkânlarının kısıtlanmasına bağlı olarak arazi fiyatlarında düşüş ve rant kaybı şeklinde ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tren yoluna ait veri DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Tren yoluna yakınlık faktörünü değerlendirmek amacıyla mesafe analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda tren yollarına olan yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m olacak şekilde sınıflandırılmıştır. En kısa mesafe aralığına en yüksek puan verilmiş, mesafe aralıkları arttıkça puanlar azalan şekilde düzenlenerek değerler normalize edilmiştir. Böylece tren yoluna yakın alanların tarımsal değer üzerindeki olumlu etkisi modele yansıtılmıştır.

Tren yoluna yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.32’de sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.32. Tren yoluna yakınlık faktörü

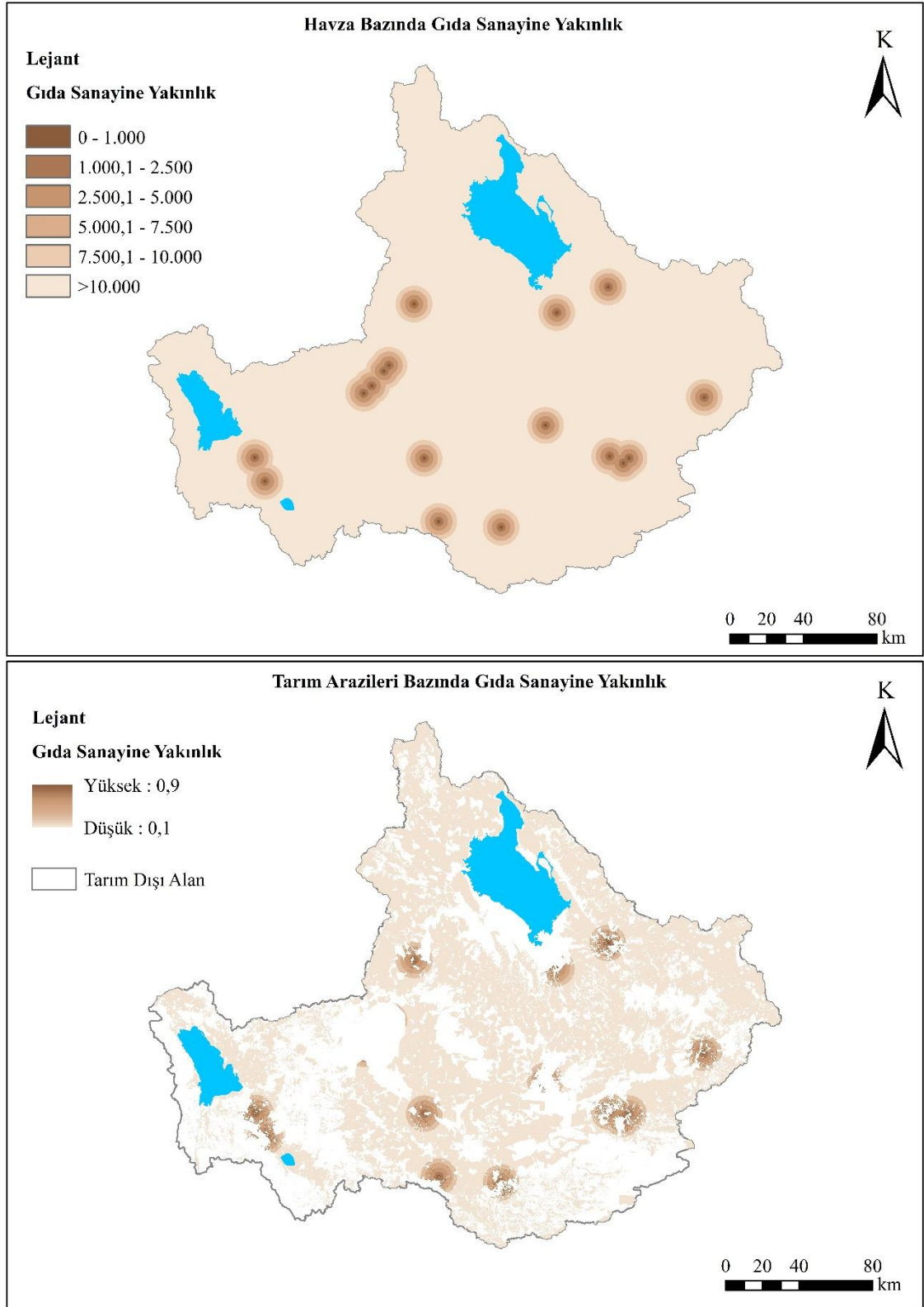
Gıda Sanayine Yakınlık:

Gıda sanayi tesisleri, tarımsal ürünlerin işlenmesi, paketlenmesi ve pazara sunulması süreçlerinde temel alım ve dağıtım merkezleri konumundadır. Bu nedenle, söz konusu tesislere yakın konumda bulunan tarım arazileri, ürünlerin taşınması sırasında zaman ve maliyet avantajı sağlamaktadır. Ulaşım giderlerinin azalması ve pazarlama sürecinin hızlanması, bu alanlardaki üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini artırmakta ve arazilerin ekonomik değerine olumlu yönde yansımaktadır. Dolayısıyla, gıda sanayine yakınlık faktörü, tarım arazilerinin lojistik açıdan avantajlı konumda bulunmasını sağlayarak pazara erişim, gelir düzeyi ve yatırım potansiyeli açısından değer artışına katkıda bulunmaktadır.

Havza sınırları içerisinde yer alan şeker fabrikaları, yağ fabrikaları, un fabrikaları, bisküvi fabrikaları ve meyve suyu fabrikaları gibi gıda sanayine ait tesislerin konumları, Google Maps verileri kullanılarak tespit edilmiştir. Bu veriler, gıda sanayine yakınlık faktörünün mekânsal analizinde temel referans olarak kullanılmıştır. Değerlendirmeye dâhil edilen ve konum bilgilerine erişilebilen fabrikalar şunlardır: Konya Şeker Fabrikası, Çumra Şeker Fabrikası, Ereğli Şeker Fabrikası, Bor Şeker Fabrikası, Altınekin Yağ Fabrikası, Ova Un Fabrikası, Hekimoğlu Un Fabrikası, Seydibey Tarım İşletmesi, Karapınar Bulgur Fabrikası, Zade Yağ Fabrikası, Ereğli Ersu Meyve Suyu Fabrikası, Ereğli Erkan Meyve Suyu Fabrikası, Seydişehir Seyka Un Fabrikası, Karaman Golda Gıda Fabrikası, Karaman Bisküvi Fabrikaları, Aksaray Akuntaş Un Fabrikası, Aksaray Balküpe Şeker Fabrikası.

Gıda sanayine (şeker fabrikaları, salça fabrikaları gibi) yakınlık için belirleyici mesafe 10 km'dir (Ertaş, 2014). Bu kapsamda, gıda sanayi tesislerine olan yakınlık mesafe analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m aralıklarında sınıflandırılmıştır. En yakın mesafeler en yüksek puanla, uzak mesafeler ise azalan puanlarla değerlendirilmiş ve değerler normalize edilmiştir. Böylece gıda sanayi tesislerine yakın alanların, ürünlerin işlenmesi ve pazara sunulmasında sağladığı lojistik avantaj modele yansıtılmıştır.

Gıda sanayine yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.33'te sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.33. Gıda sanayine yakınlık faktörü

Yerleşim Merkezine Yakınlık:

Yerleşim merkezlerine olan yakınlık, tarım arazilerinin ekonomik, sosyal ve işlevsel değerini belirleyen en önemli konumsal faktörlerden biridir. Tarımsal üretim sistemleri yalnızca doğal kaynak koşullarına değil, aynı zamanda üretim girdilerine, pazarlama ağlarına ve insan gücüne erişim düzeyine de bağlıdır. Bu nedenle, bir tarım arazisinin yerleşim merkezlerine olan konumu hem üretim sürecinin sürekliliği hem de ekonomik verimlilik açısından belirleyici bir rol oynar. Yerleşim merkezlerine yakın alanlarda, tarım makineleri ve iş gücünün araziye ulaşımı daha kolay ve düşük maliyetli gerçekleşmekte, ayrıca girdi tedariki, ürün taşımacılığı ve bakım faaliyetleri açısından zamandan ve yakıt maliyetinden tasarruf sağlanmaktadır. Bu durum, üretim planlamasının daha düzenli yürütülmesine ve tarımsal faaliyetlerin yıl boyunca sürdürülebilmesine olanak tanır.

Buna karşılık, yerleşim merkezlerinden uzak alanlarda hem ulaşım maliyetleri artmakta hem de üretim faaliyetlerinin denetimi, girdi temini ve ürün pazarlama süreçleri daha zor hale gelmektedir. Bu durum, arazinin ekonomik cazibesini ve piyasa değerini düşürmekte; özellikle kırsal ulaşım altyapısının zayıf olduğu bölgelerde tarımsal üretim etkinliğini sınırlamaktadır. Dolayısıyla, yerleşim merkezlerine yakınlık faktörü, tarım arazilerinin erişilebilirlik, maliyet etkinliği ve sürdürülebilir kullanım potansiyelini yansıtan mekânsal bir gösterge olarak değerlendirilmiştir.

Yerleşim merkezlerine yakınlık faktörü; köy, ilçe ve il merkezine olan yakınlık düzeyleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilen yerleşim merkezleri verisi köy, ilçe ve il ölçeğinde ayrıştırılarak mekânsal analizlere uygun şekilde düzenlenmiş ve her bir yerleşim türü için ayrı mesafe analizi gerçekleştirilmiştir.

Köy merkezine yakınlık için 10 km sınır değeri esas alınmıştır (Ertaş, 2014). Bu sınır, tarım araçlarının hareket hızları ve kırsal ulaşım koşulları dikkate alınarak belirlenmiştir. İlçe merkezine yakınlık için, Karakayacı (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmadaki sınıflandırma esas alınmış ve bu kapsamda 15 km sınır değeri referans olarak kabul edilmiştir. İl merkezine yakınlık için ise, bölgesel ulaşım koşulları ve kentsel etki alanı dikkate alınarak 50 km mesafe değeri referans olarak alınmıştır (Ertaş, 2014).

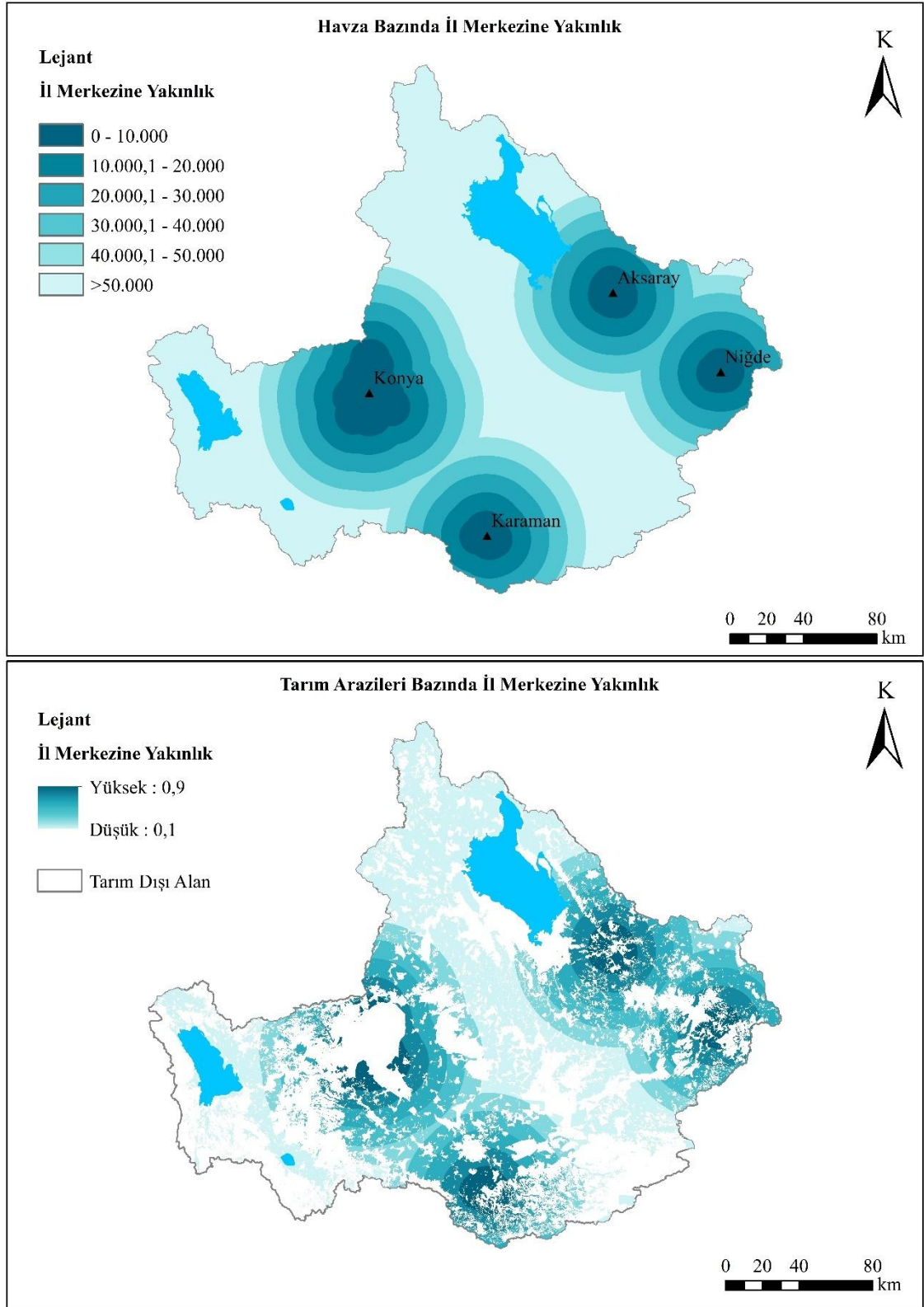
Bu kapsamda, köy, ilçe ve il merkezlerine yakınlık için mesafe analizleri gerçekleştirilmiştir. Köy merkezlerine olan yakınlık 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m olacak şekilde sınıflandırılmıştır. İlçe merkezlerine olan yakınlık 0-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m,

10000-15000 m ve >15000 m olacak şekilde sınıflandırılmıştır. İl merkezlerine olan yakınlık 0-10000 m, 10000-20000 m, 20000-30000 m, 30000-40000 m, 40000-50000 m ve >50000 m olacak şekilde sınıflandırılmıştır.

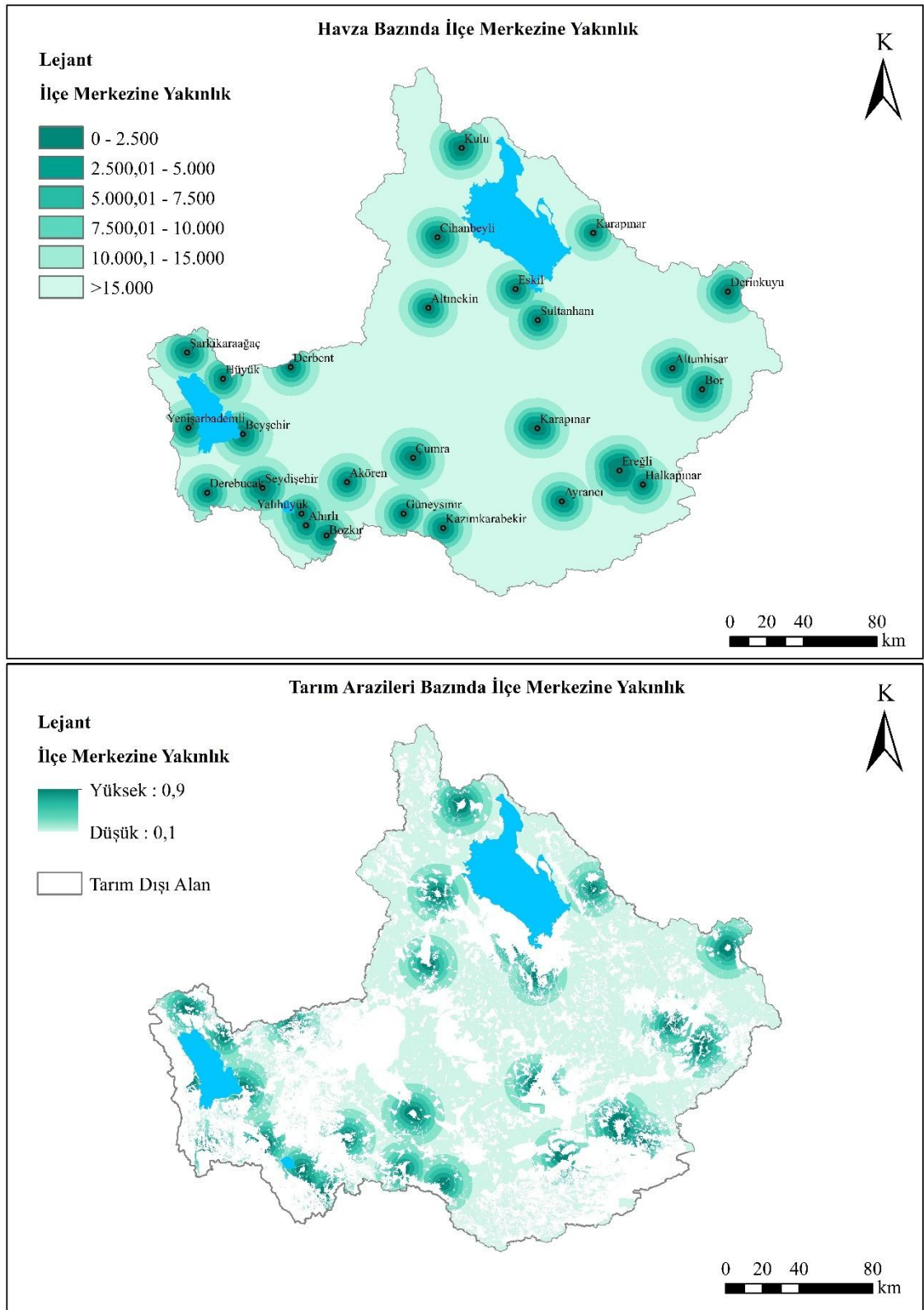
Bu sınıflandırmalar doğrultusunda, yerleşim merkezlerine en yakın alanlar yüksek, uzak alanlar ise düşük erişilebilirlik düzeyine sahip olacak şekilde değerlendirilmiştir. Böylece, tarımsal üretim açısından ulaşım kolaylığı, pazar erişimi ve hizmetlere yakınlık gibi unsurların arazi değerine etkisi mekânsal olarak ortaya konulmuştur. Köy, ilçe ve il merkezlerine ilişkin analiz sonuçları, farklı yerleşim kademelerini temsil eden üç ayrı yakınlık haritası olarak elde edilmiştir. Bu haritalar, Sıra toplamı (Rank Sum) yöntemi ile belirlenen ağırlık değerleri kullanılarak çalışmaya dahil edilmiştir.

Sıra toplamı yöntemi, kriterlerin önem sırasına göre ağırlıklandırılmasına dayanır. Örneğin, A, B, C, D, E olmak üzere beş kriter önem sırasına göre 1'den 5'e kadar sıralandığında sıra toplamı $1+2+3+4+5=15$ olur. Her bir kriterin ağırlığı, sıra tamamlayıcısının bu toplam içindeki oranı ile hesaplanır. Buna göre A'nın ağırlığı $5/15=0,333$, B'nin $4/15=0,267$, C'nin $3/15=0,200$, D'nin $2/15=0,133$ ve E'nin $1/15=0,067$ olur. Kriterler arasındaki fark sabit olduğu için bu yöntem eşit aralıklı ağırlıklandırma olarak da adlandırılır (Kher ve Yerpude, 2024).

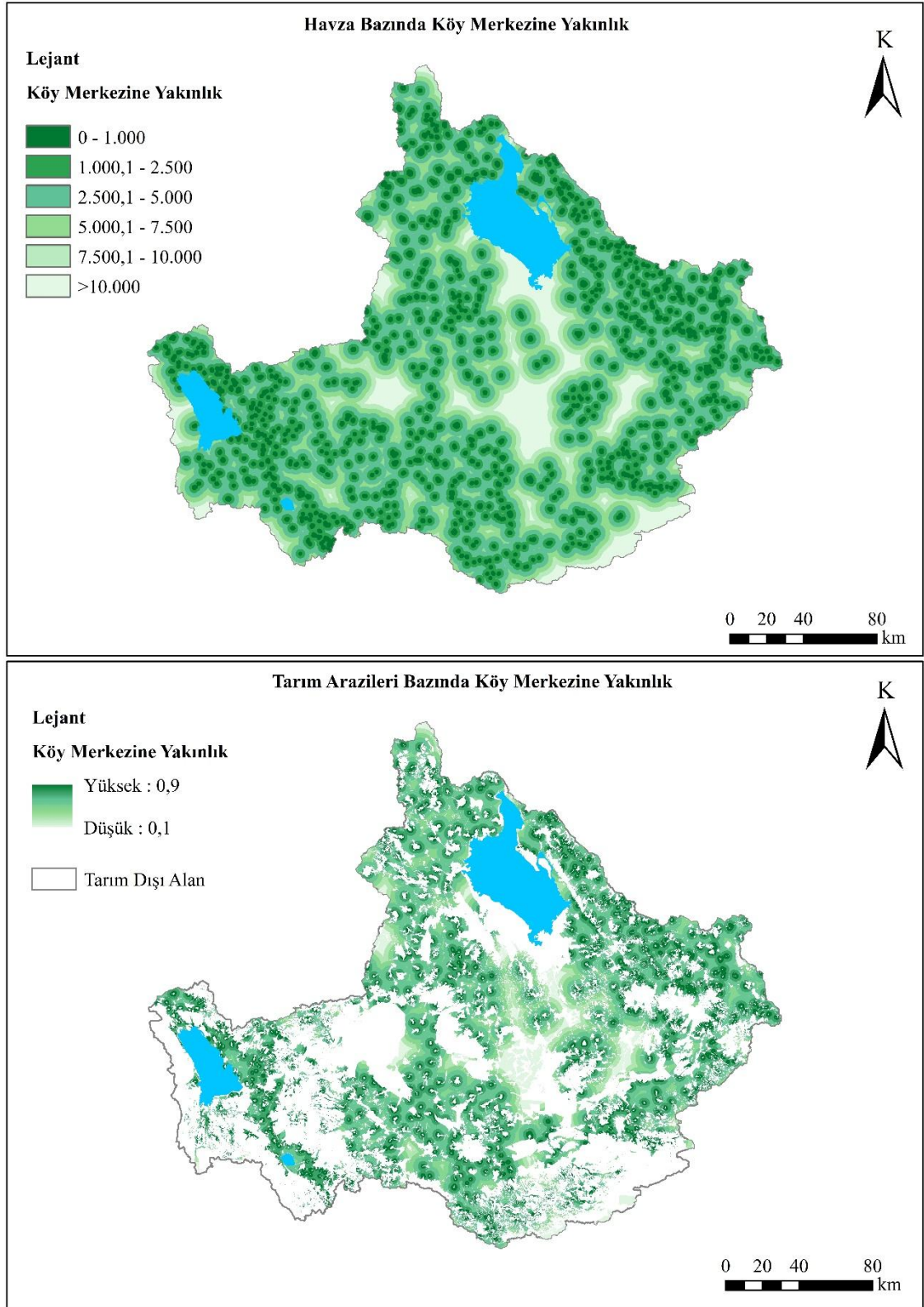
Bu yöntem kapsamında yerleşim merkezleri önem sırasına göre il, ilçe ve köy olarak 1'den 3'e kadar sıralanmıştır. Sıra toplamı $1+2+3=6$ şeklinde belirlenmiştir. Buna göre il merkezine yakınlık faktörünün ağırlığı $3/6=0,50$, ilçe merkezine yakınlık faktörünün ağırlığı $2/6=0,333$ ve köy merkezine yakınlık faktörünün ağırlığı $1/6=0,167$ olarak hesaplanmıştır. İl, ilçe ve köy merkezleri için elde edilen bu ağırlıklar yerleşim merkezine yakınlık faktörünün ağırlığı baz alınarak global ağırlıklara dönüştürülmüş ve ayrı ayrı çalışmaya dahil edilmiştir. İl merkezine yakınlık haritası Şekil 4.34'te, ilçe merkezine yakınlık haritası Şekil 4.35'te ve köy merkezine yakınlık haritası Şekil 4.36'da sunulmuştur. Buna göre, ilk haritalar, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci haritalar ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.34. İl merkezine yakınlık faktörü



Şekil 4.35. İlçe merkezine yakınlık faktörü



Şekil 4.36. Köy merkezine yakınlık faktörü

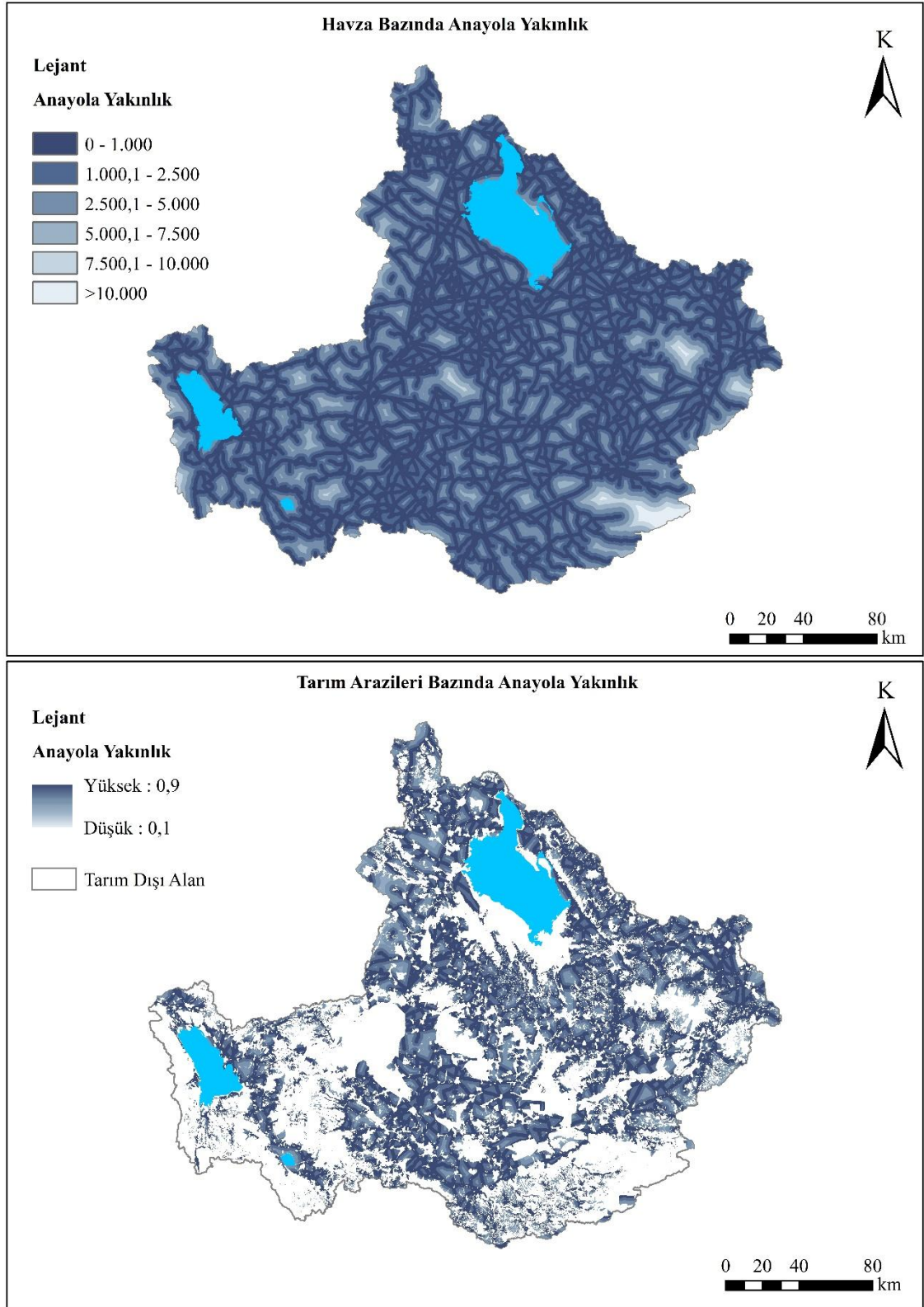
Anayola Yakınlık:

Anayola yakınlık, tarım arazilerinin erişilebilirlik, ulaşım maliyeti ve pazara entegrasyon düzeyini doğrudan etkileyen önemli bir konumsal faktördür. Tarım arazilerinin ana ulaşım arterlerine yakın konumlanması, üretim sürecinde kullanılan girdi ve ekipmanların araziye taşınmasını kolaylaştırmakta; ürünlerin işleme tesislerine, depolama alanlarına ve pazarlara ulaştırılmasını hızlandırmaktadır. Bu durum, hem taşıma ve yakıt maliyetlerinin azalmasına hem de zaman tasarrufuna katkı sağlayarak arazinin ekonomik değerinin artmasına neden olmaktadır.

Anayola uzak bölgelerde ise tarımsal faaliyetlerin lojistik açıdan daha maliyetli ve zorlayıcı olduğu görülmektedir. Özellikle bozuk veya yetersiz ulaşım altyapısına sahip alanlarda, tarımsal ürünlerin taşınması sürecinde iş gücü, zaman ve yakıt giderleri artmakta, bu da üretim maliyetlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, anayollara yakın tarım arazileri yüksek erişilebilirlik ve düşük nakliye maliyeti avantajı nedeniyle daha yüksek piyasa değerine sahiptir.

Anayola yakınlık için belirleyici mesafe 10 km olarak kabul edilmiştir (Ertaş, 2014). Bu kapsamda, DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilen veri kullanılarak anayollara olan yakınlık mesafe analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m aralıklarında sınıflandırılmıştır. En yakın mesafeler en yüksek puanla, uzak mesafeler ise azalan puanlarla değerlendirilmiş ve değerler normalize edilmiştir. Böylece, anayollara yakın konumlanan tarım arazilerinin ulaşım kolaylığı, pazar erişimi ve nakliye maliyetlerindeki azalma açısından sağladığı avantaj modele yansıtılmıştır.

Anayola yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.37’de sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.37. Anayola yakınlık faktörü

4.4.3. Sosyal ve iklimsel özellikler

Hava Kirliliği:

Hava kirliliği, çevresel sürdürülebilirliği, insan sağlığını ve ekosistem bütünlüğünü doğrudan etkileyen temel bir çevresel sorundur. Atmosferdeki kirletici gazlar, partikül maddeler ve ağır metal bileşenleri; hava kalitesi, iklim dengesi ve yaşam alanlarının ekolojik özellikleri üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ancak, bu çalışmada tarım arazisi değerine etkisi kapsamında hava kirliliğine ilişkin verilerin mekânsal temsili, mevcut ölçüm altyapısının sınırlı olması nedeniyle kısıtlı kalmıştır.

Güney İç Anadolu Temiz Hava Merkezi Müdürlüğünden alınan bilgilere göre, mevcut hava kalitesi izleme istasyonları şehir merkezlerinde konumlanmıştır ve bu istasyonlar yaklaşık 2 km yarıçapında ölçüm kapasitesine sahiptir. Bu durum, ölçümlerin yalnızca kentsel alanlardaki hava kalitesini yansıtmasına, dolayısıyla tarımsal alanlardaki hava kirliliği düzeylerini temsil edememesine neden olmaktadır. Ayrıca, havza sınırları içerisinde doğrudan tarımsal alanlarda konumlandırılmış bir hava kalitesi izleme istasyonu bulunmamaktadır.

Konya ili özelinde kırsal nitelikte sadece Sarayönü hava kalitesi izleme istasyonu olup, bu istasyon da havza sınırının dışında yer almaktadır. Bu nedenle, mevcut veriler tarım arazilerine yönelik hava kirliliği düzeylerinin doğru ve sürekli biçimde değerlendirilmesi için yeterli mekânsal temsil gücüne sahip değildir. Dolayısıyla, bu faktörün analizinde doğrudan ölçüm verilerine dayalı bir değerlendirme yapılamamış; mevcut koşullar doğrultusunda hava kirliliğinin tarım arazilerinin değeri üzerinde belirleyici bir etkisinin bulunmadığı kabul edilmiştir.

Su Kirliliği:

Su kirliliği faktörünü değerlendirmek için Ağır Metal Kirlilik İndeksi (HPI-Heavy Metal Pollution Index) kullanılmıştır. Yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesinde kirlenme kaynaklarını ve ilgili parametreleri belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında, HPI metal konsantrasyonlarına göre yüzey ve yeraltı suyu kalitesini değerlendirmek için kullanılan önemli bir yöntemdir (Hassan vd., 2021).

HPI, farklı çözünmüş ağır metallerin bileşik etkisini yansıtan bir nicelik olarak tanımlanır ve ağır metal konsantrasyonu açısından suyun toplam kalitesini temsil eder (Rezaei vd., 2019).

HPI, Eşitlik (4.4) ve Eşitlik (4.5)'te verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Arslan vd., 2022).

$$HPI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i Q_i}{W_i} \quad (4.4)$$

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{|M_i - I_i|}{S_i - I_i} \quad (4.5)$$

Eşitlikte verilen W_i ; S_i üzerinden hesaplanan birim ağırlık değerini, Q_i ; alt indeks değerini, M_i ; analiz edilen ağır metal değerini, S_i ; yönetmeliklerde izin verilen en yüksek değeri ve I_i ; yönetmeliklerde belirtilen ideal ağır metal değerini ifade etmektedir.

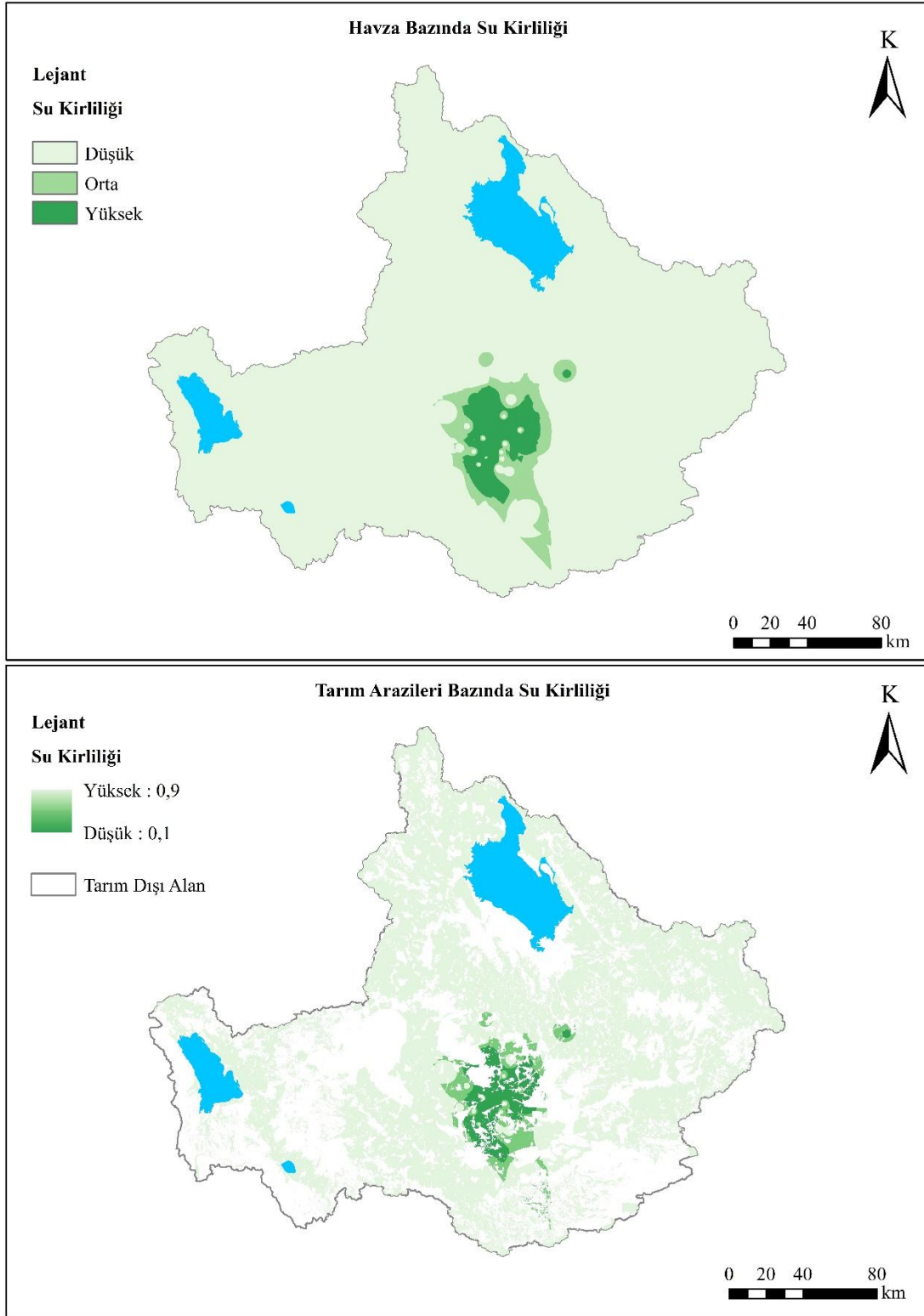
Su kirliliği faktörü için DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından 2024 yılında gerçekleştirilen kuyu ölçümlerine ait kimyasal analiz raporlarından yararlanılmıştır. Bu kapsamda değerlendirilen ağır metaller şunlardır: Alüminyum (Al), Arsenik (As), Berilyum (Be), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir (Fe), Mangan (Mn), Molibden (Mo), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Selenyum (Se) ve Çinko (Zn) elementleridir. Analizler $\mu\text{g/L}$ biriminde yapılmış olup, bazı sonuçlar ölçüm alt sınırı olan LOQ (Limit of Quantification) değerinin altında kalmıştır. Bu tür değerler laboratuvar raporlarında <LOQ şeklinde belirtilmiştir. Bu değerler LOQ/2 şeklinde analize dahil edilmiştir (Becker vd., 2003).

S_i değeri için FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) tarafından sulama suyunda önerilen maksimum değerler kullanılmıştır (Ayers ve Westcot, 1985). Bu değerler Al, Fe ve Pb için 5,0 mg/L, As, Be ve Cr için 0,10 mg/L, Cd ve Mo için 0,01 mg/L, Co için 0,05 mg/L, Cu, Mn, Ni ve Se için 0,20 mg/L ve Zn için 2,0 mg/L'dır.

Her bir kuyuya ait HPI değeri hesaplanmış, ardından CBS ortamında gerçekleştirilen enterpolasyon analizi ile su kirliliği haritası üretilmiştir. Elde edilen harita, HPI değerlerine göre düşük (<60), orta (60–120) ve yüksek (>120) olmak üzere üç kirlilik sınıfına ayrılmıştır (Bhuiyan vd., 2010). Düşük kirlilik sınıfına en yüksek, yüksek kirlilik sınıfına ise en düşük puan verilerek sınıflandırma yapılmıştır. Böylece, su kalitesinin artış yönündeki etkisi modele yansıtılmış ve su kirliliğinin tarım arazilerinin değerine olan olumsuz etkisi değerlendirmelere dâhil edilmiştir.

Su kirliliği faktörüne ait haritalar Şekil 4.38'de sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanı genelinde HPI değerlerinin mekânsal dağılımını; ikinci harita ise tarım arazileri ile

sınırlandırılmış ve tarımsal değer kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.38. Su kirliliği faktörü

Yağış:

Yağış, bitkilerin gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yağış, toprağı yıkama etkisiyle toprak özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Yağışın yüksek olduğu bölgelerde, tuz, kireç, jips, kil, alüminyum oksit, demir ve organik madde gibi çözünebilen bileşenler daha derin katmanlara taşınmaktadır (Koca ve Mentese, 2021). Ancak aşırı yıkanma durumunda, tuz ve kireç gibi maddeler topraktan tamamen uzaklaşabilmektedir. Buna karşılık, düşük yağış alan bölgelerde bu bileşenler toprak bünyesinde birikmeye devam etmektedir. Bu duruma bağlı olarak, farklı yağış koşullarına sahip bölgelerde farklı toprak profilleri oluşmaktadır (Şahin ve Toroğlu, 2020).

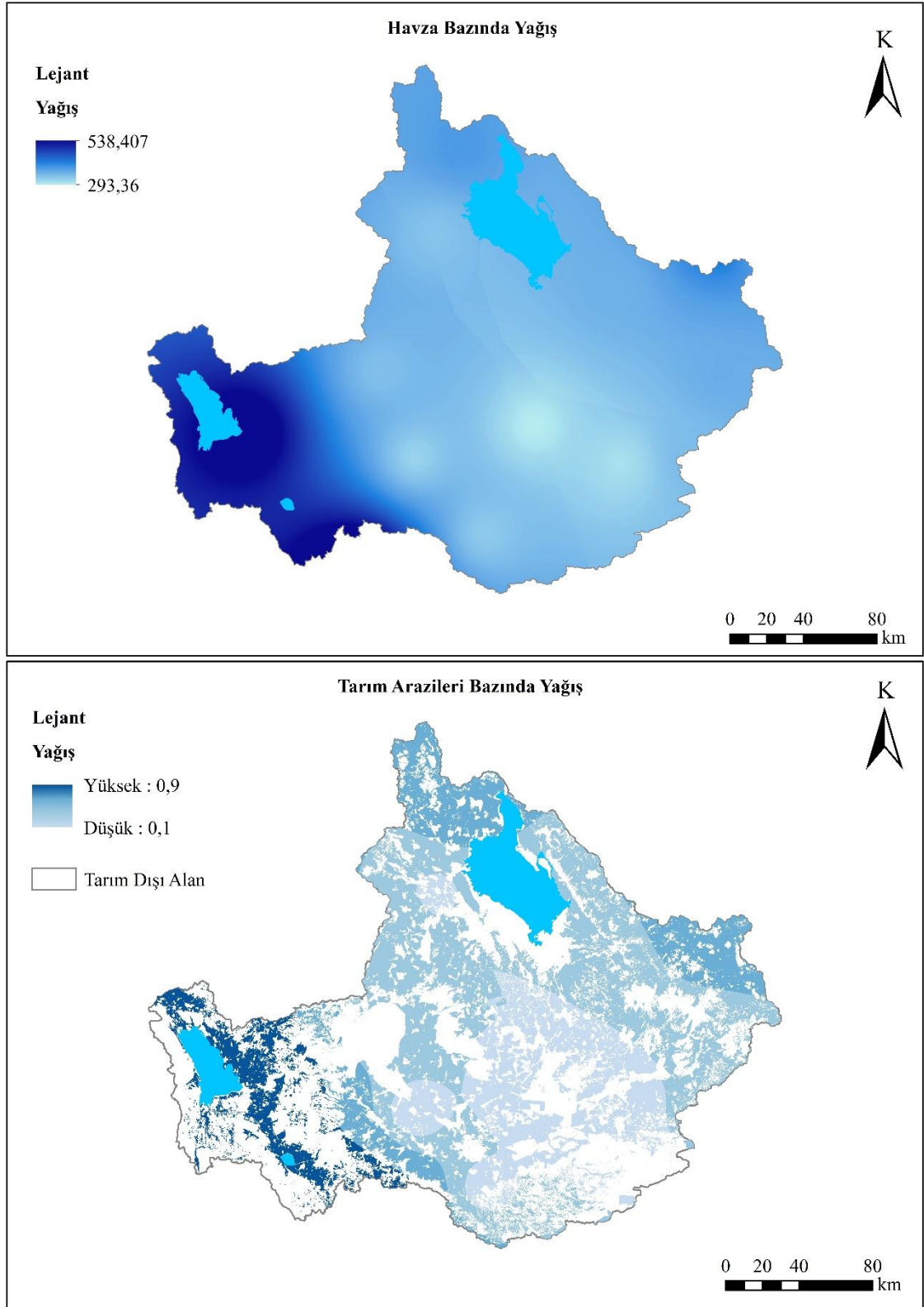
Yeterli ve düzenli yağış alan bölgelerde, doğal nem koşulları bitki gelişimi için elverişli olduğundan, sulama ihtiyacı azalır ve üretim maliyetleri düşer. Buna karşılık, yağışın yetersiz veya düzensiz olduğu alanlarda sulama altyapısına olan bağımlılık ve işletme giderleri artar.

Bozdağ vd. (2016), Konya ili Cihanbeyli ilçesinde gerçekleştirdikleri arazi uygunluk çalışmasında yağış faktörünü değerlendirmiştir. Bu kapsamda 30 yıllık yağış verisi kullanılmış olup, yıllık toplam yağış miktarının 400 mm ve üzerinde olduğu alanlar, bitki gelişimi açısından uygun yağış koşullarına sahip bölgeler olarak kabul edilmiştir.

Yağış faktörüne ilişkin veriler, Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğünden (Konya) temin edilmiştir. Analizde, 1994-2023 yılları arasını kapsayan 30 yıllık ortalama yağış verileri kullanılmıştır. Bu kapsamda, çalışma alanı içerisinde yer alan ve 30 yıllık sürekli ölçüm kaydına sahip istasyonlar değerlendirmeye dâhil edilmiştir. Analizde kullanılan meteoroloji istasyonları şunlardır: Niğde, Ulukışla, Nevşehir, Ürgüp, Karaman, Aksaray, Ereğli, Konya Havalimanı, Kulu, Beyşehir, Karapınar, Cihanbeyli, Çumra ve Hadim.

Yağış haritası enterpolasyon analizi ile üretilmiştir. Yağış faktörüne ilişkin sınıflandırma, havza sınırları içerisinde yer alan Cihanbeyli (Bozdağ vd., 2016) ve Beyşehir-Kaşaklı alt havzasında (Gümüş ve Durduran, 2020) gerçekleştirilen tarımsal arazi uygunluk çalışmalarından yararlanılarak yapılmıştır. Bu kapsamda yağış miktarı >400 mm, 350-400 mm, 330-350 mm ve <330 mm olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. 400 mm'nin üzerinde yağış alan bölgeler, bitki gelişimi için en uygun koşulları temsil ettiğinden en yüksek puan, düşük yağış alan bölgelere ise azalan puanlar verilmiştir.

Yağış faktörüne ait haritalar Şekil 4.39'da sunulmuştur. Buna göre, ilk harita çalışma alanı genelinde ortalama yağış değerlerinin mekânsal dağılımını; ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değer kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.39. Yağış faktörü

Kırsal Nüfus:

Kırsal nüfus, tarımsal üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği ve arazi kullanım yoğunluğu açısından önemli bir sosyoekonomik göstergedir. Tarım arazilerinin bulunduğu köyde yaşayan nüfus sayısı arttıkça, tarımda ihtiyaç duyulan işgücüne erişim kolaylaşmakta ve üretim süreçlerinin sürekliliği güvence altına alınmaktadır. Yeterli kırsal nüfusa sahip yerleşimlerde, tarımsal üretim faaliyetleri daha düzenli yürütülebilmekte, arazi işleme, ekim, hasat gibi dönemsel işlemler zamanında gerçekleştirilebilmektedir. Buna karşılık, nüfusun az olduğu veya göç veren kırsal alanlarda işgücü temini zorlaşmakta, tarımsal faaliyetlerin sürekliliği azalmaktadır.

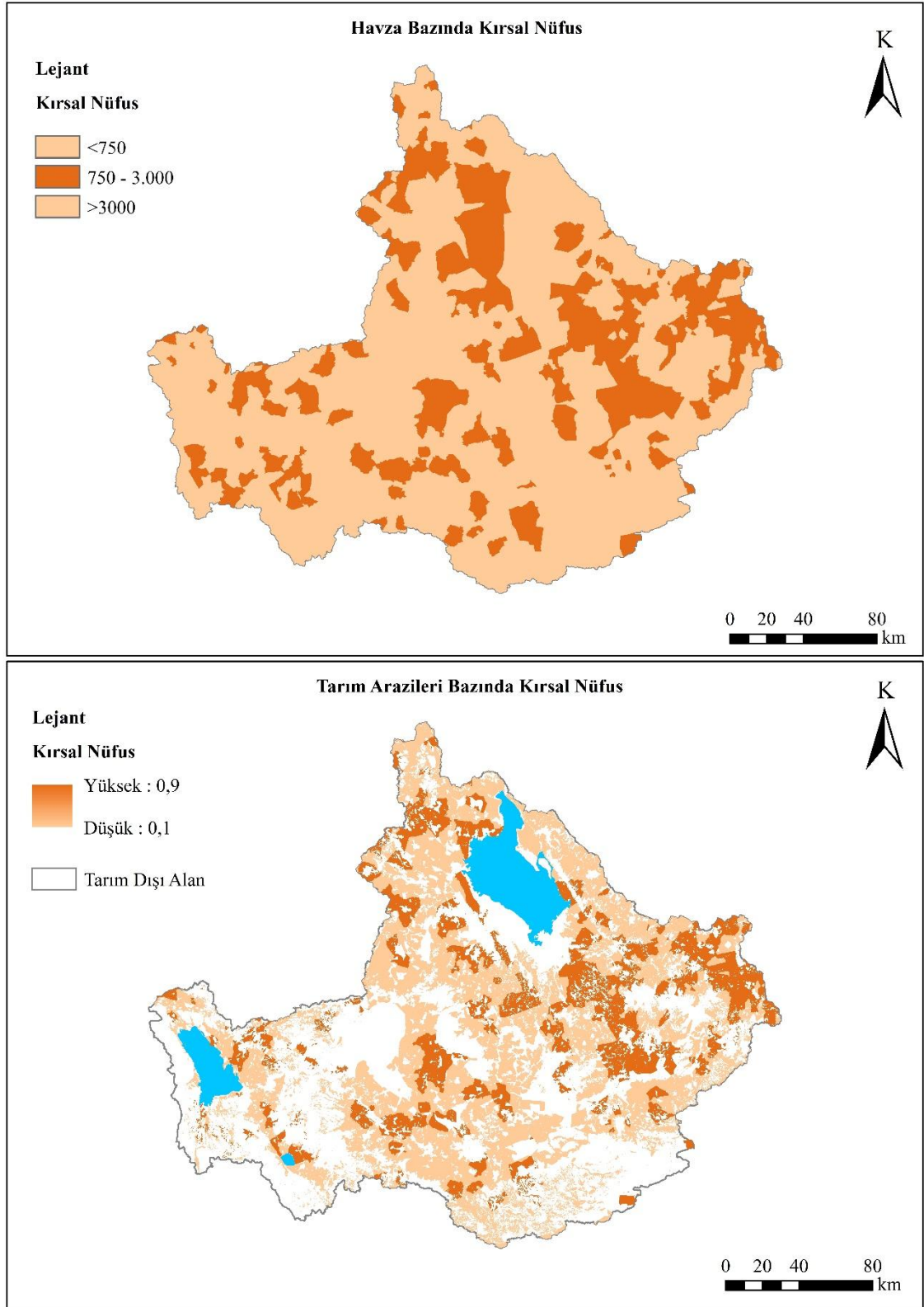
Diğer yandan, köy veya yerleşim yeri nüfusu, tarım arazilerine yönelik satın alma talebini etkileyen bir unsur olarak değerlendirilebilir (Aksu, 2017). Yerleşim yerinde yaşayan nüfusun artması, hem tarımsal üretim faaliyetlerine duyulan ilgiyi hem de arazi edinme eğilimini artırabilmektedir. Bu kapsamda, yerleşim yerinin nüfus büyüklüğüne göre tarım arazilerinin satış fiyatlarında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir.

Aksu (2017), tarafından Manisa ili Kırkağaç ilçesinde tarım arazilerinin satış fiyatını etkileyen faktörler analiz edilmiştir ve yerleşim yerindeki nüfus %1 arttığında parsel fiyatının %0,46 arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

5393 sayılı Belediye Kanunu kapsamında nüfusu 5000 ve üzeri olan yerleşim birimlerinde belediye kurulabilir. Bu durum, nüfus artışına bağlı olarak bazı köylerin belediye statüsü kazanma potansiyelini ortaya çıkarmakta; buna bağlı olarak yerleşimlerin kentsel niteliklerinde artış yaşanması ve tarımsal faaliyetlerin giderek azalması beklenmektedir (Karaduman, 2023). İdeal bir köy nüfusu 750 ile 3000 kişi arasındadır (Ertaş, 2014).

Nüfusun mahalle ölçeğinde analiz edilebilmesi için, TRGM'den temin edilen kırsal mahalle sınırlarına ait veri seti referans olarak kullanılmıştır. Her mahalleye ait 2024 yılı nüfus bilgileri, il, ilçe ve mahalle düzeyinde nüfus verilerini paylaşan güncel ve erişilebilir bir çevrimiçi kaynaktan derlenmiştir (URL-2). Elde edilen veriler, mahalle sınırlarıyla ilişkilendirilerek mekânsal ortama aktarılmış ve analizlerde kullanılmak üzere düzenlenmiştir. Bu kapsamda, kırsal nüfus faktörü 750-3000 kişi aralığı esas alınarak puanlanmıştır.

Kırsal nüfus faktörüne ait haritalar Şekil 4.40'ta sunulmuştur. Buna göre, ilk harita çalışma alanı genelinde mahalle bazında nüfus dağılımını; ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değer kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.40. Kırsal nüfus faktörü

Sıcaklık:

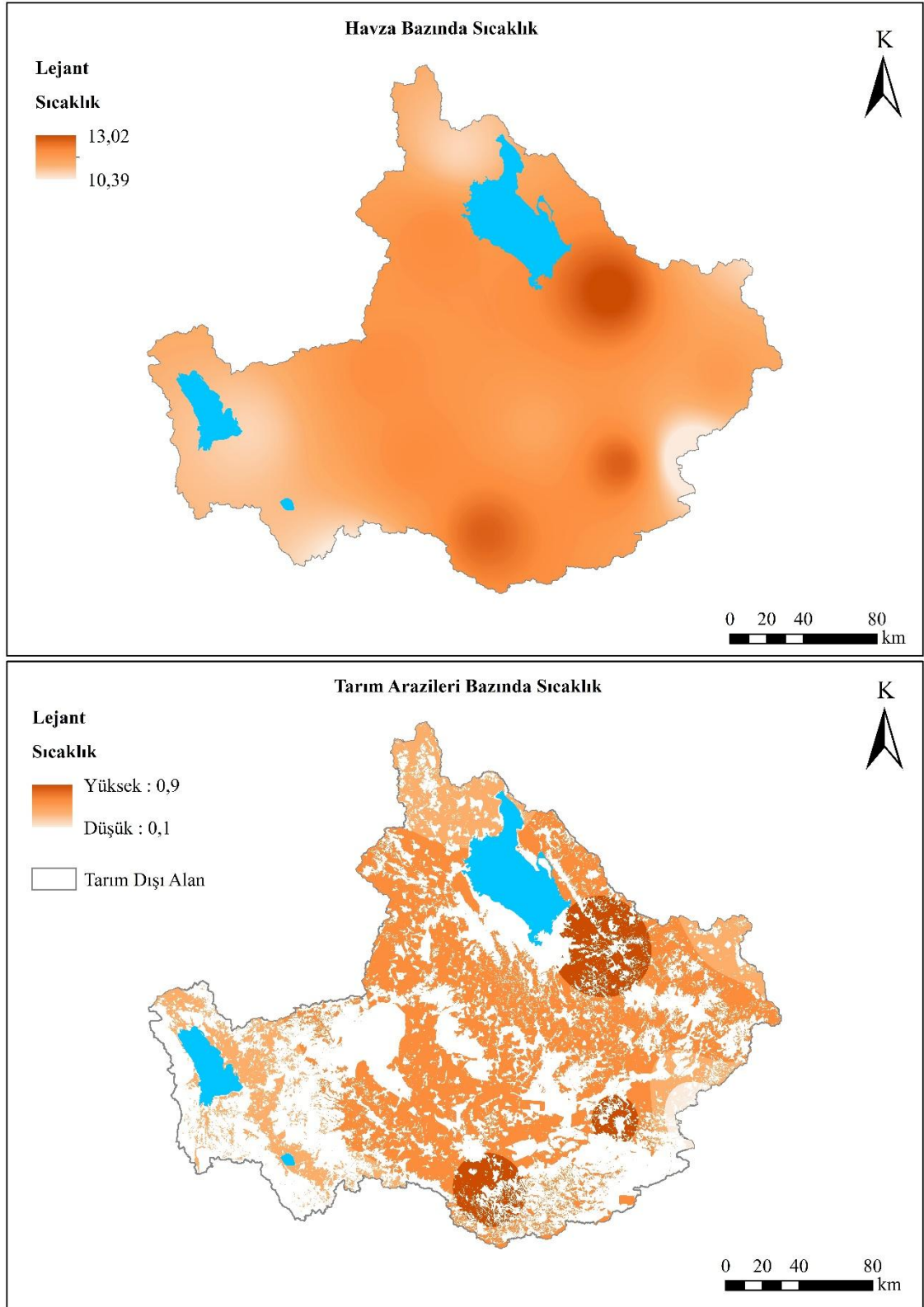
Sıcaklık, bitkilerin yetişme koşulları ve vejetasyon dönemi üzerinde etkilidir. Sıcaklık, yağış koşullarıyla birlikte değerlendirildiğinde, hem kayaçların ve organik maddelerin ayrışmasında hem de toprak profilinde katmanlaşmanın oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır (Şahin ve Toroğlu, 2020). Sıcaklığın artmasıyla birlikte yağışın da etkisiyle ayrışma süreci hızlanmaktadır. Soğuk bölgelerde düşük sıcaklık nedeniyle organik madde birikimi artarken, sıcak bölgelerde yüksek sıcaklık ve artan evapotranspirasyon sonucunda yıkanma süreçleri daha baskın hâle gelmektedir (Mentese ve Koca, 2022).

Uygun sıcaklık koşullarında bitki gelişimi düzenli seyreder, verim artar ve üretim riski azalır. Buna karşılık, aşırı sıcaklıklar su ihtiyacını artırırken, düşük sıcaklıklar bitki gelişimini yavaşlatmakta ve her iki durumda da ürün kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Yaz aylarında yüksek sıcaklıkların uzun süre devam ettiği kurak alanlarda sulama gereksinimi artarken, ılıman sıcaklık koşullarına sahip bölgelerde üretim daha dengeli ve verimli gerçekleşir.

Sıcaklık faktörüne ilişkin veriler, Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Analizde, 1994-2023 yılları arasındaki 30 yıllık ortalama sıcaklık verileri, yağış faktöründe kullanılan istasyonlarla aynı ölçüm ağından elde edilmiştir. Bu kapsamda, çalışma alanı içinde yer alan uzun dönemli ölçüm kayıtlarına sahip istasyonlar değerlendirmeye dâhil edilmiştir.

Sıcaklık haritası enterpolasyon analizi ile üretilmiştir. Sıcaklığın 8°C'nin üzerinde olduğu dönemler, vejetasyon dönemi olarak kabul edilir (Şahin ve Toroğlu, 2020). Bu kapsamda, havzada 30 yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin 8°C'nin üzerinde olması nedeniyle sıcaklık faktörü, yağış faktöründe olduğu gibi dört sınıfta değerlendirilmiş ve sınıflar eşit aralıklarla oluşturulmuştur. Yüksek sıcaklık değerine sahip alanlara en yüksek puan, diğer sınıflara ise azalan puanlar verilmiş; elde edilen değerler normalize edilerek modele dâhil edilmiştir.

Sıcaklık faktörüne ait haritalar Şekil 4.41'de sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanı genelinde ortalama sıcaklık değerlerinin mekânsal dağılımını; ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değer kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.41. Sıcaklık faktörü

4.4.4. Çevresel riskler

Afet Bölgesine Yakınlık (Obruk):

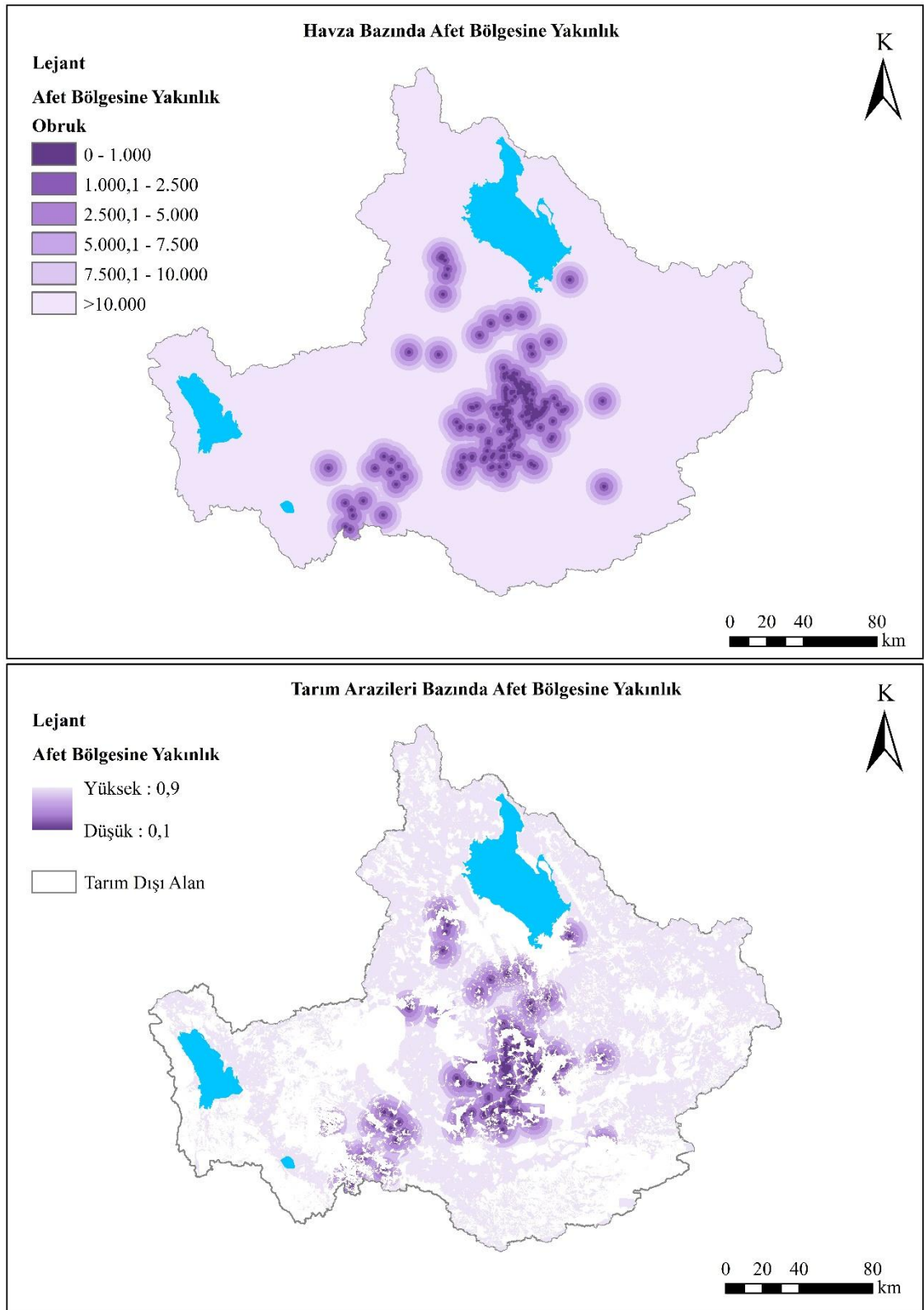
Yeraltı suyunun karbondioksit ile tepkimeye girerek oluşturduğu karbonik asit, kireçtaşı, dolomit ve marn gibi suda çözünebilen kayalar zamanla aşındırarak yeraltında boşluklar ve mağaralar oluşturur. Bu boşlukların tavanında yer alan zayıf dayanımlı tabakaların çökmesi sonucunda ise obruklar meydana gelir (Orhan vd., 2020).

Konya Kapalı Havzası'nda özellikle Karapınar bölgesinde obruk oluşumları oldukça yaygındır. Bölgenin kapalı havza niteliği ve yüzeysel akışa geçen geniş bir akarsu ağının bulunmaması, tarımsal sulama ile içme suyu ihtiyacının büyük ölçüde yeraltı sularından karşılanmasına yol açmaktadır (Yılmaz, 2010). İklim özellikleriyle uyumsuz şekilde yüksek miktarda su tüketimi gerektiren yoğun tarımsal faaliyetlerin yürütülmesi, iklim değişikliğinin etkileriyle birleşerek yeraltı su kaynaklarının giderek azalmasına yol açmaktadır. Yeraltından çekilen suyun yağışlarla yeterince beslenememesi hem doğal ekosistemleri hem de tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini tehdit altına almaktadır. Bu kapsamda, özellikle jeolojik yapısı obruklaşmaya eğilimli olan alanlar başta olmak üzere, yüksek duyarlılığa sahip bölgelerde yürütülen tarımsal faaliyetlerin kontrol altına alınması gerekmektedir (Bilgilioğlu ve Bilgilioğlu, 2023). Bu alanlarda ürün deseninin belirlenmesinde, sulu tarım ürünleri yerine kuru tarıma uygun ürünlerin tercih edilmesi önem taşımaktadır.

Oluşan obrukların tarım alanlarında, yerleşim birimlerine yakın konumlarda veya ulaşım güzergâhlarında ortaya çıkması; canlı yaşamını, tarımsal üretimi ve çiftçilerin ekonomik güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Özellikle gelirinin önemli bir kısmını tarımsal üretimden sağlayan yerel halk açısından obruk oluşumları hem ekonomik hem de sosyal yönden büyük risk oluşturmaktadır.

Obruk verisi, DSİ 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Obruklara olan yakınlık mesafe analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m aralıklarında sınıflandırılmıştır. En yakın mesafeler en düşük puanla, uzak mesafeler ise artan puanlarla değerlendirilmiş ve değerler normalize edilmiştir.

Afet bölgesine yakınlık (obruk) faktörüne ait haritalar Şekil 4.42'de sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.42. Afet bölgesine yakınlık (obruk) faktörü

Maden Yatağına Yakınlık:

Madencilik faaliyetleri, tarım arazilerinin değerini etkileyen çok yönlü çevresel etkiler oluşturmaktadır. Bu kapsamda toprak ve su kirliliği, toprağın doğal yapısının bozulması, verimli üst toprağın kaybı, bitki örtüsünün yok edilmesi ve hayvan türlerinin kitlesel göçü, madencilik faaliyetlerinin başlıca olumsuz etkileri arasında yer almaktadır (Oladipo vd., 2014). Ayrıca, madencilik süreçlerinde kontrolsüz şekilde ortaya çıkan ağır metal yüklü atıklar, toprağın yapısını bozarak tarımsal üretim için elverişsiz hale getirmektedir (Menteşe ve Böbrek, 2020).

Madencilik faaliyetleri kapsamında plansız atık depolamaları, atık havuzlarının çökmesi, kontrolsüz su tahliyeleri ve asidik maden suyu drenajı gibi süreçler hem yüzey hem de yeraltı su kaynaklarını ciddi şekilde tehdit etmektedir (Canbaz vd., 2025). Su kalitesinde meydana gelen bu bozulma, tarımsal sulamada kullanılan suyun niteliğini düşürerek bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir.

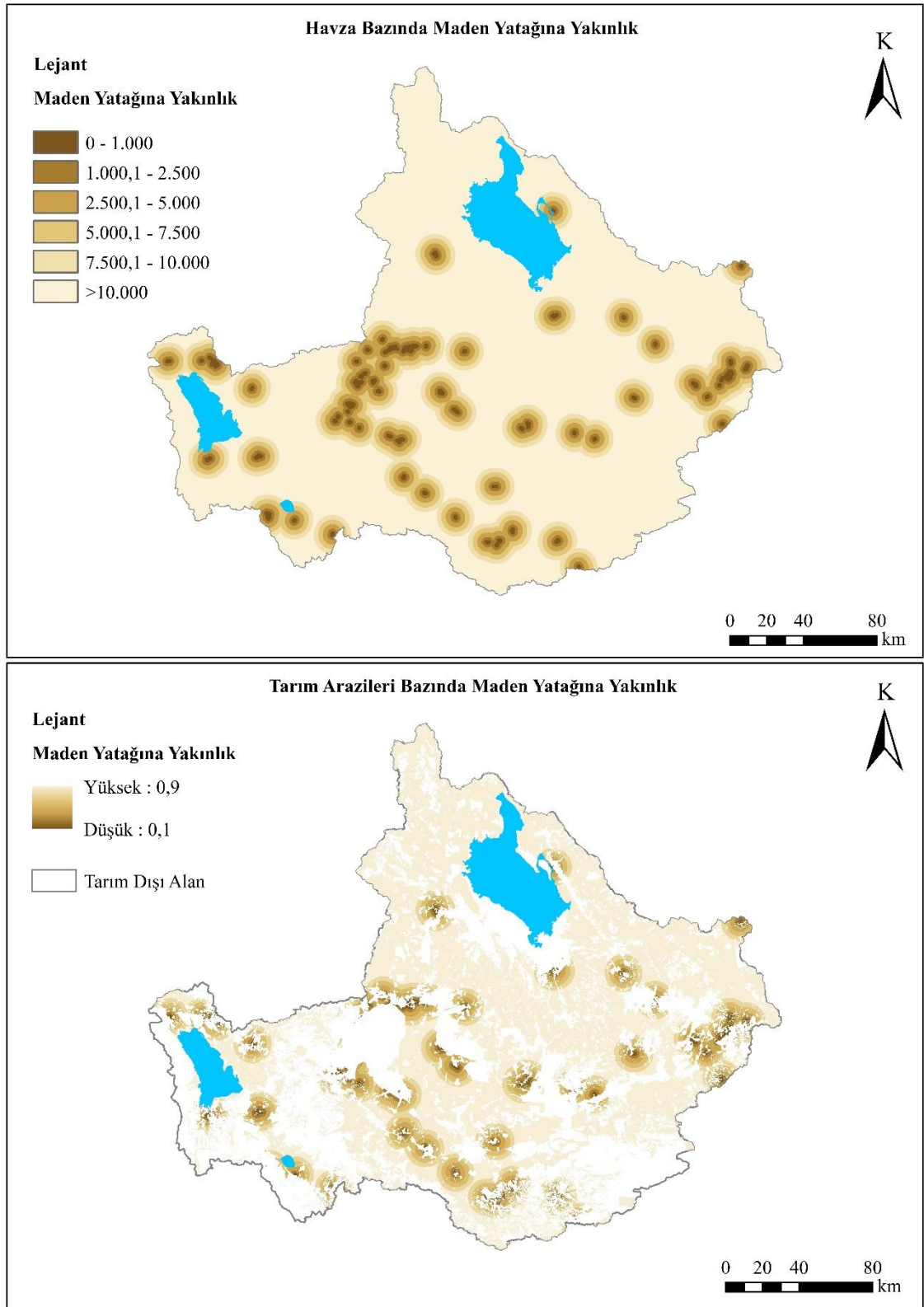
Su ve toprak üzerinde yarattığı bu olumsuzlukların yanı sıra, madencilik faaliyetleri arazi ve bitki örtüsünün bozulmasına da neden olmaktadır. Arazi bozulması; toprak, su kaynakları ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi veya kirlenmesi sonucunda arazi kalitesinin düşmesine, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve ekosistem işleyişinin bozulmasına yol açmaktadır. Bu durum, habitat kaybı, erozyon, kirlilik, tarım potansiyelinde azalma ve ekosistem hizmetlerinde gerileme gibi geniş kapsamlı çevresel ve sosyoekonomik etkiler doğurmaktadır (Akıncı ve Yıldırım, 2024).

Koç (2011), tarafından Kırıkkale ili Keskin ilçesinde yürütülen çalışmada maden kaynağına uzaklık arttığında sulu arazilerin değerinin %0,20 ve düz arazilerin değerinin %6,28 artacağı belirlenmiştir. Araştırmada, bu durumun maden alanlarında yaşanılması muhtemel verim düşüklüğü ile açıklanmıştır.

Maden yatağına yakınlık faktörüne ilişkin veriler, CORINE (Coordination of Information on the Environment) 2018 arazi örtüsü/arazi kullanımı verisinden elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak maden yatağına olan yakınlık mesafe analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m aralıklarında sınıflandırılmıştır. Maden alanlarına en yakın mesafeler en düşük puanla, uzak alanlar ise artan puanlarla değerlendirilmiş ve değerler normalize edilmiştir.

Maden yatağına yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.43'te sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci

harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.43. Maden yatağına yakınlık faktörü

Kirlilik Kaynağına Yakınlık:

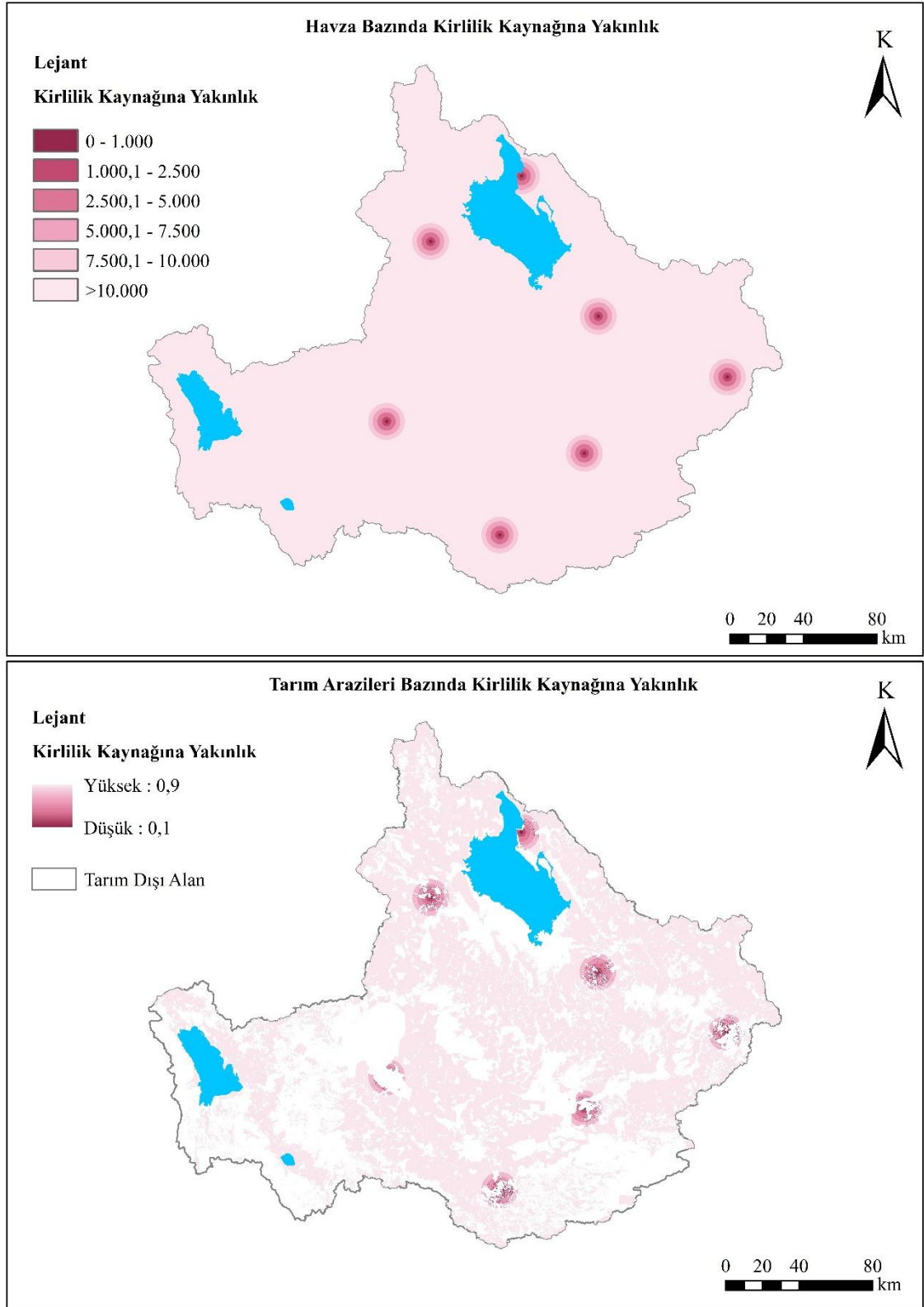
Kirlilik kaynağına yakınlık olarak katı atık düzenli depolama sahaları incelenmiştir. Bu kapsamda Konya Kapalı Havzası sınırlarında yer alan Cihanbeyli, Ereğli, Konya Aksaray, Niğde, Şereflikoçhisar ve Karaman katı atık depolama alanları değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Katı atık, kullanım ömrünü tamamlamış veya artık ekonomik ya da işlevsel değeri kalmamış, üreticisi tarafından yaşam alanından uzaklaştırılması gereken; çevrenin korunması ve toplumsal yaşamın sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla düzenli şekilde bertaraf edilmesi zorunlu olan katı maddeler olarak tanımlanmaktadır (Altınar, 2024). Katı atıklar, yalnızca kentlerde değil, kırsal alanlarda da karşılaşılan en önemli çevresel sorunlardan birini oluşturmaktadır (Menteşe ve Koca, 2021). Kırsal bölgelerdeki yerleşim alanları, tarım arazileri, doğal ekosistemler ve sulak alanlar bu etkilerden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir.

Düzenli depolama, katı atıkların sızdırmazlığı sağlanmış geniş alanlara dökülmesi, sıkıştırılması ve üzerlerinin örtülerek doğal bir biyolojik reaktör haline getirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Erdoğan Bayram, 2017). Düzenli depolama, katı atıkların bertarafında en yaygın kullanılan ve maliyeti diğer yöntemlere göre daha düşük olan bir yöntemdir. Her ne kadar düzenli depolama atık yönetiminde yaygın olarak kullanılan ekonomik bir yöntem olsa da çevresel açıdan çeşitli olumsuzluklar barındırmaktadır. Bu sistemlerde oluşan sızıntı suyu ve gaz emisyonları toprak, su ve hava kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmekte; ayrıca büyük alan gereksinimi arazi kullanımında kısıtlamalara neden olabilmektedir (Demir, 2023). Bu çevresel etkiler, tarım arazilerinin değerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Kirlilik kaynağına yakınlık faktörüne ilişkin veriler, Google Maps üzerinden tespit edilen düzenli katı atık depolama sahalarının konumları kullanılarak oluşturulmuştur. Bu konumlar esas alınarak mesafe analizi yapılmış ve katı atık depolama sahalarına olan yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m aralıklarında sınıflandırılmıştır. Katı atık depolama sahalarına en yakın mesafelerde yer alan alanlar en düşük puanla, uzak alanlar ise artarak yüksek puanlarla değerlendirilmiş ve elde edilen değerler normalize edilmiştir.

Kirlilik kaynağına yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.44'te sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.44. Kirlilik kaynağına yakınlık faktörü

Fay Hatlarına Yakınlık:

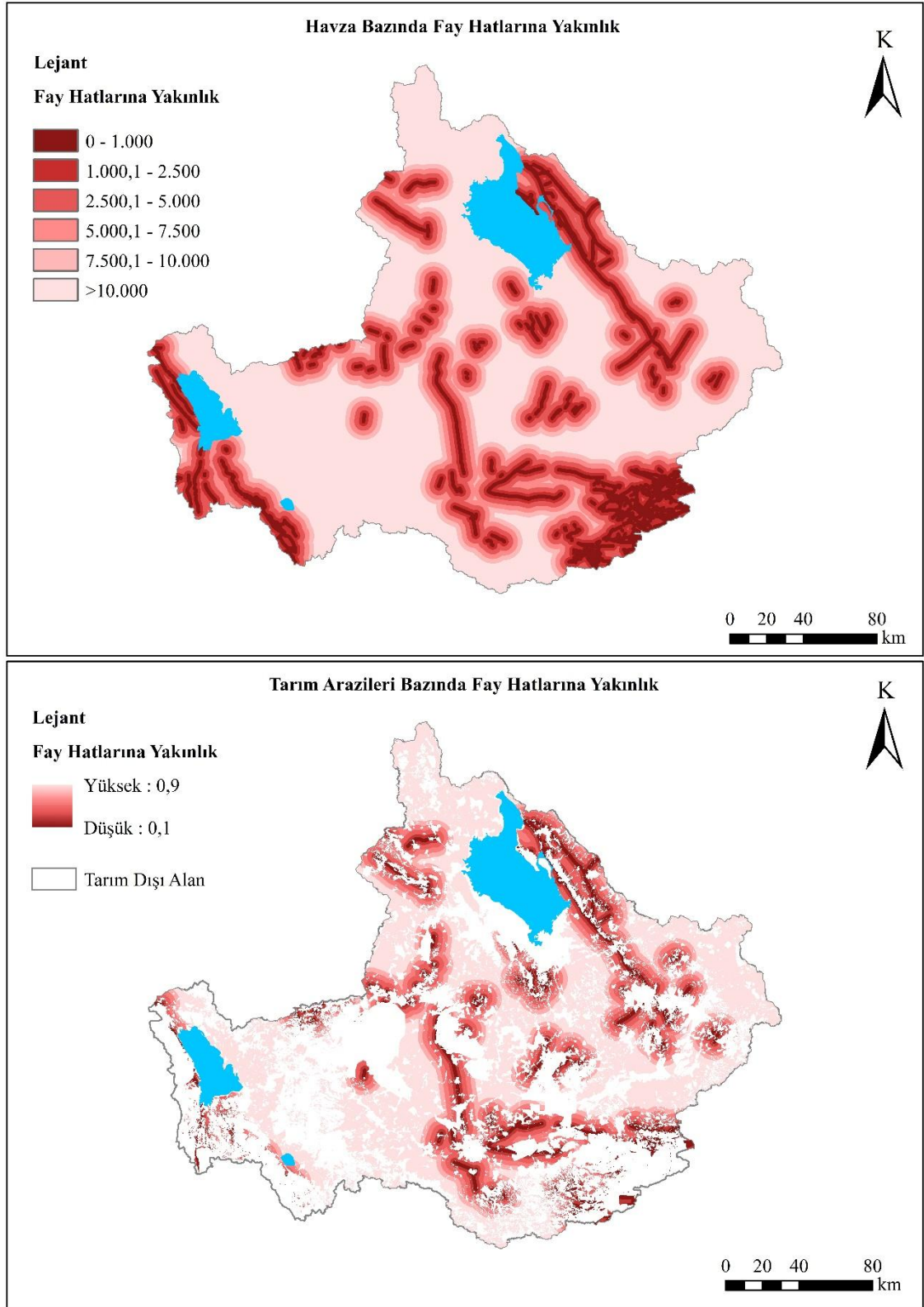
Doğal afetler, yaşamın ve üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu afetler arasında depremler, yaygın olarak meydana gelmeleri ve etkilerinin geniş alanlarda hissedilmesi nedeniyle diğer afet türlerine göre daha büyük öneme sahiptir (Ağızın vd., 2023). Depremler, konut ve diğer yapıların zarar görmesine, çevresel ve kentsel dokunun bozulmasına, tarım alanlarının tahrip olarak ekonomik bütünlüğün zedelenmesine yol açmakta; bu durum bitkisel ve hayvansal üretim süreçlerini olumsuz etkilemektedir.

Depremler sonucunda arazilerin fiziki özelliklerinde değişimlerin yaşanması olasıdır. Depremlerle birlikte meydana gelen yer kaymaları, heyelanlar, çatlaklar, yarıklar ve kırılmalar tarımsal üretimi zorlaştırabilir veya engelleyebilir (Bayramoğlu vd., 2023). Bu nedenle, tarım arazilerinde oluşan hasarların hızla belirlenmesi ve yeni üretim dönemi için planlamaların yapılması gerekmektedir.

Depremin tarım arazilerine fiziksel etkisinin yanı sıra, sulama kanalları, boru hatları ve altyapı sistemlerinde meydana gelen hasarlar su miktarı ve kalitesinde azalmaya yol açmaktadır. Ayrıca tarıma dayalı sanayi tesisleri ile endüstriyel imalathanelerin zarar görmesi ve enerji, altyapı ile lojistik sistemlerindeki hasarlar, tarımsal faaliyetler açısından önemli bir risk unsuru oluşturmaktadır (Çığ ve Toprak, 2023). Afet sonrası yaşanan göçler, kırsal alanlarda üretim faaliyetlerinin azalmasına ve işgücü kayıplarına yol açmaktadır. Bu durum, tarımsal üretimin düşmesine, gıda arzında dengesizliklerin ortaya çıkmasına ve tarımsal ürün fiyatlarında dalgalanmalara neden olabilmektedir.

Fay hatlarına yakınlık faktörüne ilişkin veriler, Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan diri fay verisinden temin edilmiştir. Bu veriler kullanılarak çalışma alanı genelinde fay hatlarına olan yakınlık mesafe analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen yakınlık değerleri 0-1000 m, 1000-2500 m, 2500-5000 m, 5000-7500 m, 7500-10000 m ve >10000 m aralıklarında sınıflandırılmıştır. Fay hatlarına en yakın konumda yer alan alanlar, afet riski yüksek olduğu için en düşük puanla, uzak alanlar ise artan puanlarla değerlendirilmiş ve elde edilen değerler normalize edilmiştir.

Afet bölgesine yakınlık faktörüne ait haritalar Şekil 4.45'te sunulmuştur. İlk harita, çalışma alanında gerçekleştirilen mesafe analizinin mekânsal dağılımını, ikinci harita ise tarım arazileri ile sınırlandırılmış ve tarımsal değerlendirme kapsamında normalize edilmiş değerleri göstermektedir.



Şekil 4.45. Fay hatlarına yakınlık faktörü

4.5. AHP-TOPSIS Tabanlı Tarım Arazilerinin Değer Haritası

Bu bölümde, Konya Kapalı Havzası'nda tarımsal değer haritasının oluşturulmasında AHP temelli TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. AHP yöntemi ile her bir faktörün göreceli önem ağırlığı belirlenmiş; ardından bu ağırlıklar, TOPSIS yöntemi kapsamında faktörlerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu yaklaşım, hem uzman görüşlerini yansıtarak öznel değerlendirmeyi sistematikleştirmekte hem de çok sayıda faktörü birlikte ele alarak nesnel bir karar destek yapısı oluşturmaktadır.

TOPSIS yönteminin ilk adımı olan normalizasyon işlemi, faktörlerin farklı ölçekteki değerlerini karşılaştırılabilir hale getirmek amacıyla doğrusal ölçek dönüşümü (maksimum-minimum normalizasyon) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (Eşitlik (3.9) ve Eşitlik (3.10)). Ancak, 0 değerinin analizlerde etkisiz kabul edilmesinin önüne geçilmesi amacıyla D min-maks normalizasyonu (Eşitlik (4.1)) uygulanmıştır. Böylelikle her bir faktör, TOPSIS yöntemine uygun şekilde 0,1-0,9 aralığında normalize edilmiş ve analizlerde kullanılmak üzere standartlaştırılmış raster veri katmanları elde edilmiştir.

Konya Kapalı Havzası'nda tarım arazisi değerine etki eden ana ve alt faktörler, veri kaynakları, sınıflandırma aralıkları ve bu sınıflara atanan puan değerleri Çizelge 4.11'de sunulmuştur. Her faktör, tarımsal değeri artırıcı veya azaltıcı etkisine göre pozitif ya da negatif yönlü olarak değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırma, TOPSIS analizinin ilk adımı olan normalizasyon sürecinde her faktörün 0,1-0,9 aralığında yeniden ölçeklendirilmesi için temel alınmıştır.

Çizelge 4.11. Tarım arazisi değerine etki eden faktörlerin sınıflandırılması ve puanlanması

Ana Faktör	Alt Faktörler	Veri Kaynağı	Sınıflar	Puan
Arazi Özellikleri	Taşlılık Durumu	1/100.000 Arazi Varlığı Haritaları	Taşsız	2
			Taşlı	1
	Toprak kalitesi	Toprak Kalite İndeksi (DSİ, USGS, 1/100.000 Arazi Varlığı Haritaları)	Yüksek kaliteli	3
			Orta kaliteli	2
			Düşük kaliteli	1
	Drenaj durumu	1/100.000 Arazi Varlığı Haritaları	İyi drene olmuş	3
			Yetersiz drenajlı	2
			Fena drenajlı	1
	Yer altı su seviyesi	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	1,22-27,53	5
			27,53-53,84	4
			53,84-80,15	3
			80,15-106,46	2
			106,46-132,77	1
			I	5
	Arazi kullanım kabiliyeti	1/100.000 Arazi Varlığı Haritaları	II	4
			III	3
			IV	2
			V, VI, VII, VIII	1

Çizelge 4.11.(devam) Tarım arazisi değerine etki eden faktörlerin sınıflandırılması ve puanlanması

Ana Faktör	Alt Faktörler	Veri Kaynağı	Sınıflar	Puan
Arazi Özellikleri	Toprak yapısı	1/100.000 Arazi Varlığı Haritaları	A	10
			B	9
			C	8
			D, F	7
			M	6
			N, U	5
			E, T	4
			K, R	3
			L, O, V, Z	2
			Ç, ÇK, H, S	1
	Sulu ya da kuru olması	TRGM	Sulu mutlak	7
			Sulu özel	6
			Sulu marjinal	5
			Dikili	4
			Kuru mutlak	3
			Kuru özel	2
			Kuru marjinal	1
	Su kalitesi	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Yüksek kaliteli	3
			Orta kaliteli	2
			Düşük kaliteli	1
	Eğim	USGS SRTM	0-2	6
			2-6	5
			6-12	4
			12-20	3
			20-30	2
			>30	1
	Bakı	USGS SRTM	Zemin, G, GB, GD	4
			B, D	3
			KB, KD	2
			K	1
Konumsal Ulaşılabilirlik	Tuzluluk Durumu	1/100.000 Arazi Varlığı Haritaları	Tuzsuz	2
			Tuzlu	1
	Sit alanlarına yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, Çevre Düzeni Planları	0-1000 m	1
			1000-2500 m	2
			2500-5000 m	3
			5000-7500 m	4
			7500-10000m	5
			>10000m	6
	Su kaynağına yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-1000 m	6
			1000-2500 m	5
			2500-5000 m	4
			5000-7500 m	3
			7500-10000m	2
			>10000m	1
	Diğer sanayi bölgelerine yakınlık	TUCBS, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	0-1000 m	6
			1000-2500 m	5
			2500-5000 m	4
			5000-7500 m	3
			7500-10000m	2
			>10000m	1
	Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-1000 m	6
			1000-2500 m	5
			2500-5000 m	4
			5000-7500 m	3
			7500-10000m	2
			>10000m	1

Çizelge 4.11.(devam) Tarım arazisi değerine etki eden faktörlerin sınıflandırılması ve puanlanması

Ana Faktör	Alt Faktörler	Veri Kaynağı	Sınıflar	Puan
Konumsal Ulaşılabilirlik	Tren yoluna yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-1000 m	6
			1000-2500 m	5
			2500-5000 m	4
			5000-7500 m	3
			7500-10000m	2
			>10000m	1
	Gıda sanayine yakınlık	Google Maps	0-1000 m	6
			1000-2500 m	5
			2500-5000 m	4
			5000-7500 m	3
			7500-10000m	2
			>10000m	1
	İl Merkezine Yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-10000 m	6
			10000-20000 m	5
			20000-30000 m	4
			30000-40000 m	3
			40000-50000m	2
			>50000m	1
	İlçe Merkezine Yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-2500 m	6
			2500-5000 m	5
			5000-7500 m	4
			7500-10000 m	3
			10000-15000m	2
			>15000m	1
	Köy Merkezine Yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-1000 m	6
			1000-2500 m	5
			2500-5000 m	4
			5000-7500 m	3
			7500-10000m	2
			>10000m	1
	Anayola yakınlık	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-1000 m	6
			1000-2500 m	5
			2500-5000 m	4
			5000-7500 m	3
			7500-10000m	2
			>10000m	1
Sosyal ve İklimsel Özellikler	Hava kirliliği	-	-	-
	Su kirliliği	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	Yüksek	1
			Orta	2
			Düşük	3
	Yağış	Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü	<330	1
			330-350	2
			350-400	3
			>400	4
	Kırsal nüfus	TRGM, Açık Veri	<750	1
			750-3000	2
			>3000	1
	Sıcaklık	Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü	10,38-11,04	1
			11,04-11,70	2
			11,70-12,36	3
			12,36-13,02	4
Çevresel Riskler	Afet Bölgesine Yakınlık (Obruk)	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü	0-1000 m	1
			1000-2500 m	2
			2500-5000 m	3
			5000-7500 m	4
			7500-10000m	5
			>10000m	6

Çizelge 4.11.(devam) Tarım arazisi değerine etki eden faktörlerin sınıflandırılması ve puanlanması

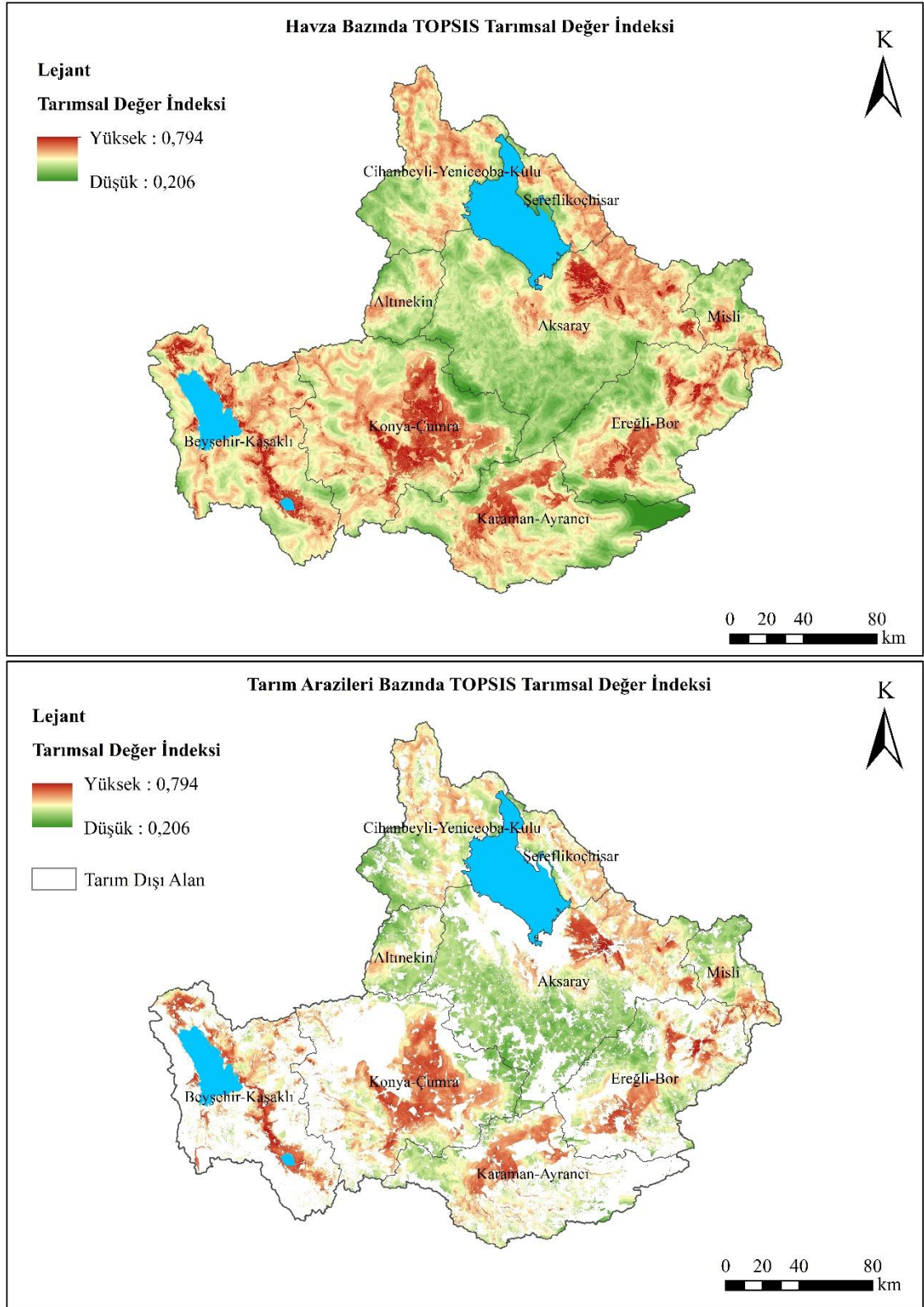
Ana Faktör	Alt Faktörler	Veri Kaynağı	Sınıflar	Puan
Çevresel Riskler	Maden yatağına yakınlık	CORINE 2018	0-1000 m	1
			1000-2500 m	2
			2500-5000 m	3
			5000-7500 m	4
			7500-10000m	5
			>10000m	6
	Kirlilik kaynağına yakınlık	Google Maps	0-1000 m	1
			1000-2500 m	2
			2500-5000 m	3
			5000-7500 m	4
			7500-10000m	5
			>10000m	6
	Fay hatlarına yakınlık	MTA	0-1000 m	1
			1000-2500 m	2
			2500-5000 m	3
			5000-7500 m	4
			7500-10000m	5
			>10000m	6

Normalizasyon işleminin ardından, her bir faktöre ait raster veri, AHP yöntemi ile belirlenen önem ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize matris oluşturulmuştur. Elde edilen ağırlıklı raster veri katmanları, sonraki aşamada ideal çözüm uzaklıklarının (S^+ ve S^-) hesaplanmasında kullanılmıştır. Her bir faktör için pozitif ideal çözüm (A^+) ve negatif ideal çözüm (A^-) değerleri belirlenmiştir. Pozitif ideal çözüm, her faktör açısından en yüksek tarımsal değeri temsil eden maksimum raster değerlerini; negatif ideal çözüm ise en düşük tarımsal değeri temsil eden minimum raster değerlerini göstermektedir. Elde edilen bu iki değer ile her bir hücrenin pozitif ideal çözüme uzaklığı (S^+) ve negatif ideal çözüme uzaklığı (S^-) hesaplanmıştır. Sonuç olarak, düşük S^+ ve yüksek S^- değerine sahip hücreler tarımsal açıdan daha yüksek uygunluğa, yüksek S^+ ve düşük S^- değerine sahip hücreler ise daha düşük uygunluğa işaret etmektedir.

TOPSIS yönteminin son aşamasında, her bir hücreye ait göreceli yakınlık (C_i^*) değerleri hesaplanmıştır. Bu değer, her hücrenin pozitif ideal çözüme olan uzaklığı (S^+) ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı (S^-) dikkate alınarak belirlenmiştir. C_i^* değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, 1'e yaklaştıkça tarımsal değerin arttığını, 0'a yaklaştıkça ise azaldığını göstermektedir.

AHP temelli TOPSIS yöntemi ile elde edilen tarımsal değer sonuçları hem havza geneli hem de yalnızca tarım arazileri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.46'da ilk haritada tüm çalışma alanını kapsayan havza bazlı TOPSIS haritası sunulmuş ve tarımsal değerlerin bölgesel ölçekteki dağılımı gösterilmiştir. İkinci haritada ise tarım arazisi bazlı TOPSIS haritası elde edilmiştir. Bu iki haritanın birlikte incelenmesi, hem havza

ölçeğindeki genel değer eğilimlerinin hem de tarım arazilerinin kendi içindeki değer farklılıklarının daha net bir şekilde görülmesini sağlamaktadır.



Şekil 4.46. Havza ve tarım arazisi bazlı AHP-TOPSIS tarımsal değer haritaları

TOPSIS yöntemi ile üretilen tarımsal değer haritası incelendiğinde, kırmızı tonlarla ifade edilen yüksek tarımsal değere sahip alanların Konya-Çumra alt havzasında yoğunlukta olduğu anlaşılmaktadır. Karaman-Ayrancı alt havzasının kuzey ve kuzeydoğusunda, Aksaray alt havzasının kuzeybatısında, Misli alt havzasının orta kısmı ve güneydoğusunda, Ereğli-Bor alt havzası ile Beyşehir-Kaşaklı alt havzasının güneyinden kuzeyine uzanan kuşakta yüksek tarımsal değere sahip alanlar yer almaktadır.

Yüksek tarımsal değere sahip alanlar, genellikle I. sınıf arazi kullanım kabiliyetine sahip, eğim değerlerinin düşük olduğu, yerleşim merkezlerine yakın konumlanan ve su kalitesi ile su kaynağına erişimin iyi olduğu bölgelerden oluşmaktadır. Bu alanlarda sulu tarım arazilerinin yaygın olması, toprak kalitesinin yüksek ve toprak yapısının tarımsal üretime elverişli olması yüksek tarımsal değer sınıfını belirleyen başlıca faktörlerdir.

Orta tarımsal değere sahip alanlar, Konya-Çumra havzasının genellikle kuzeyinde ve batısında, Aksaray alt havzasının kuzeybatısında, Şereflikoçhisar ile Cihanbeyli-Kulu-Yeniceoba alt havzasının büyük bir çoğunluğunda, Ereğli-Bor alt havzasında yüksek değerli alanların çevresinde, Karaman-Ayrancı alt havzasının genellikle güneyinde, Beyşehir-Kaşaklı alt havzasının kuzeydoğusu ve güneybatısında yer almaktadır. Bu dağılım, orta değerli alanların yüksek ve düşük değer sınıfları arasında yer alan, tarımsal potansiyel bakımından geçiş niteliği taşıyan alanlardan oluştuğunu göstermektedir.

Orta tarımsal değere sahip alanlar, çoğunlukla II., III. ve IV. arazi kullanım kabiliyeti sınıflarında yer almakta olup bu bölgelerde eğim dereceleri nispeten yükselmiş, toprak kalitesi ve toprak yapısı ise orta düzeydedir. Su kaynaklarına erişimin belirli ölçüde devam ettiği ve yeraltı su seviyesi derinliğinin düşük olduğu bu alanlarda, tarımsal faaliyetler çoğunlukla kuru tarım koşullarında yürütülmektedir.

Düşük tarımsal değere sahip alanlar, Cihanbeyli-Yeniceoba-Kulu alt havzasının batısında, Misli alt havzasının kuzey ve kuzeydoğusunda, Altınekin alt havzasının iç kesimlerinde, Karaman-Ayrancı alt havzasının batısında, Ereğli-Bor ve Konya-Çumra alt havzaları ile Aksaray alt havzası arasında yoğunlaşmaktadır.

Düşük tarımsal değere sahip alanlar, genel olarak il ve ilçe merkezlerine ile su kaynaklarından uzak ve kuru tarımın yaygın olduğu bölgelerden oluşmaktadır. Bu alanlarda yeraltı su seviyesi derinliği fazla, toprak kalitesi ve toprak yapısı orta düzeydedir. Ayrıca obruk oluşumlarının bulunması, bu sınıfın ayırt edici özellikleri arasında yer almaktadır.

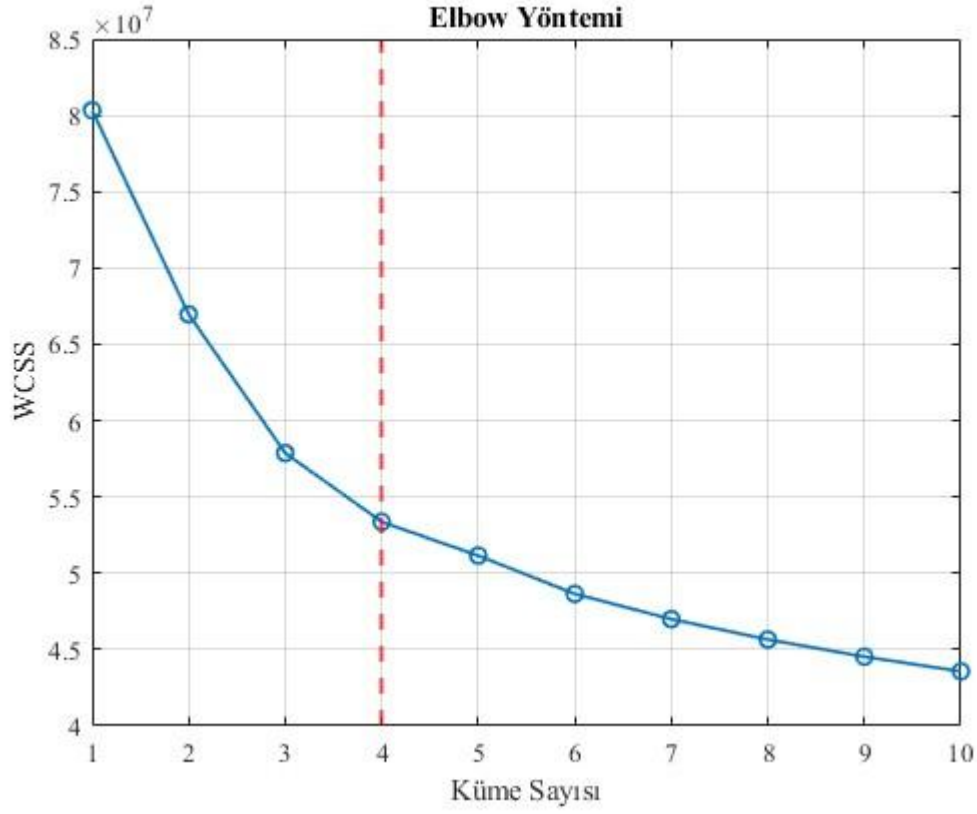
4.6. Kümeleme Analizi Tabanlı Tarım Arazilerinin Değer Haritası

Tarım arazilerinin değerinin mekânsal açıdan benzer özellikler taşıyan alanlar temelinde gruplandırılması, arazi değerindeki farklılaşmaların denetimsiz öğrenme yöntemleriyle ortaya konulmasını mümkün kılmaktadır. Bu kapsamda kümeleme analizi, verinin kendi yapısına dayanarak benzer özelliklere sahip grupların belirlenmesine imkân tanıyan bir yöntemdir. Kümeleme analizlerinden biri olan K-means, büyük veri ortamlarında sağladığı işlem hızı nedeniyle en yaygın kullanılan algoritmalarından biri olarak kabul edilmektedir (Takaoğlu ve Takaoğlu, 2019). Çalışma alanının geniş yüzölçümü ve yüksek piksel yoğunluğu dikkate alındığında, büyük veri setlerinde sunduğu hesaplama verimliliği sebebiyle bu çalışmada K-means algoritması tercih edilmiştir.

Kümeleme analizinde kullanılacak veri matrisi, çalışma kapsamında tarım arazilerinin değerine etki eden faktörlerden üretilen raster verilerden oluşturulmuştur. Çizelge 4.11’de yer alan 30 faktörden ‘hava kirliliği’ faktörü analiz kapsamı dışında bırakılmış ve süreçte toplam 29 faktör kullanılmıştır. Her bir faktör için Çizelge 4.11’de verilen sınıf puanları esas alınmış ve tüm faktör katmanları ortak bir piksel yapısında birleştirilmiştir. Bu işlemler sonucunda elde edilen veri matrisi çok boyutlu bir yapı kazanmıştır.

Kümeleme analizinde doğru küme sayısının belirlenmesi, oluşturulan kümelerin anlamlı, tutarlı ve yorumlanabilir bir yapı sunabilmesi için gereklidir. Bu amaçla küme sayısının belirlenmesinde Elbow (Dirsek) yöntemi uygulanmıştır. Elbow yöntemi, farklı küme sayıları için hesaplanan kümeler içi kareler toplamı (WCSS) değerlerinin grafiksel olarak incelenmesine dayanmaktadır. Küme sayısı arttıkça WCSS değerinin azalması beklenmekte olup, grafikte düşüş hızının belirgin şekilde yavaşladığı nokta dirsek noktası olarak kabul edilmektedir.

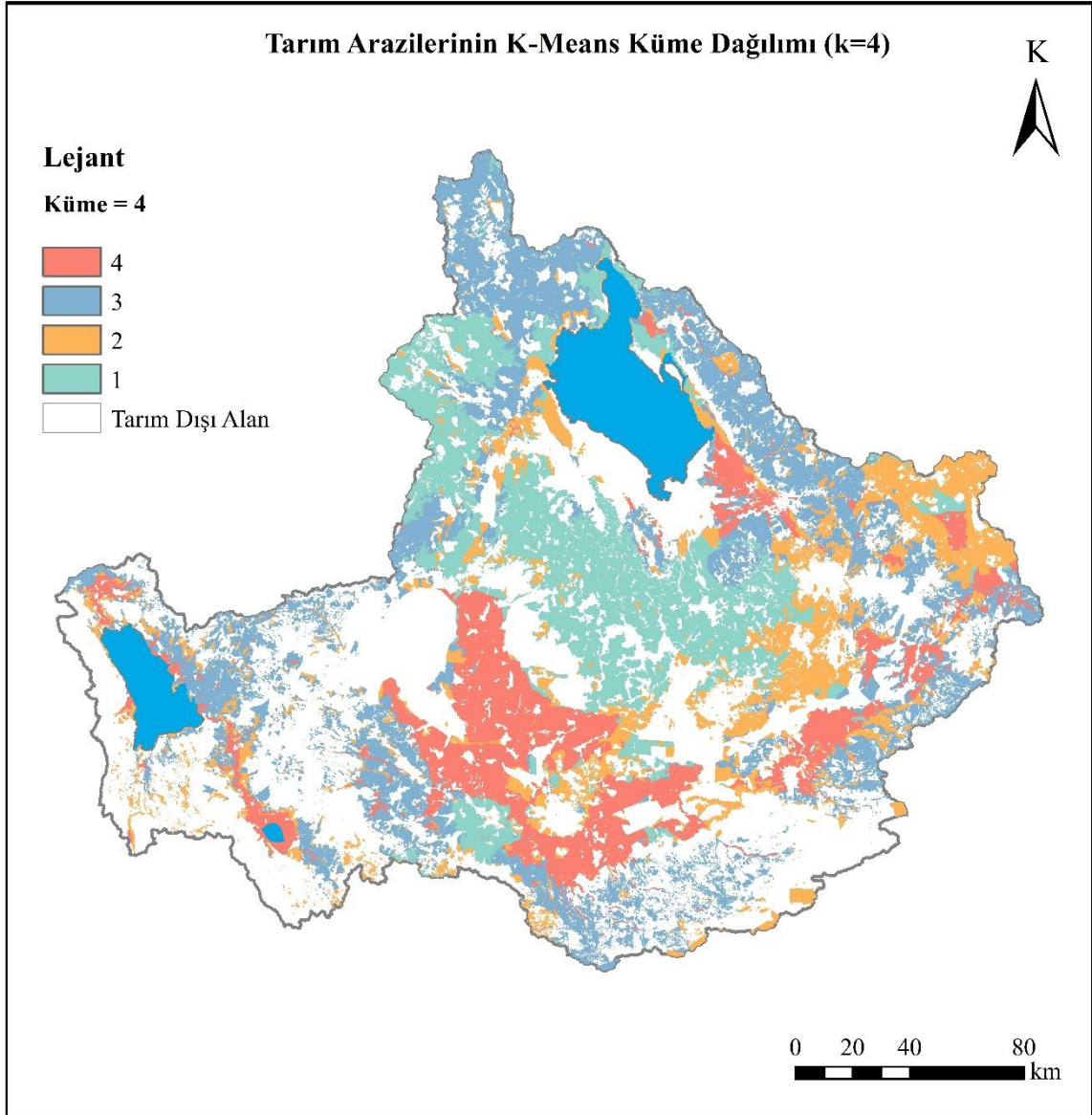
Elbow yöntemine göre oluşturulan grafik Şekil 4.47’de verilmiştir. Elbow grafiği incelendiğinde, WCSS değerinin küme sayısı arttıkça azaldığı, ancak bu azalmanın belirli noktalarda hız kaybettiği açıkça görülmektedir. WCSS değerindeki keskin düşüş özellikle 1’den 4’e kadar belirgindir; bu noktadan sonra eğrinin eğimi belirgin şekilde yavaşlamakta ve azalma daha sınırlı bir şekilde devam etmektedir. Grafikteki bu kırılma noktası, yani Elbow yönteminde dirsek noktası olarak tanımlanan keskin değişim bölgesi, küme sayısını (k) 4 olarak işaret etmektedir.



Şekil 4.47. Elbow grafiğine göre küme sayısı

Bu çalışmada küme sayısı 4 olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, farklı küme sayılarına dayalı mekânsal desenlerin karşılaştırılabilmesi amacıyla $k = 5$ ve $k = 6$ için de ayrı kümeleme haritaları oluşturulmuştur.

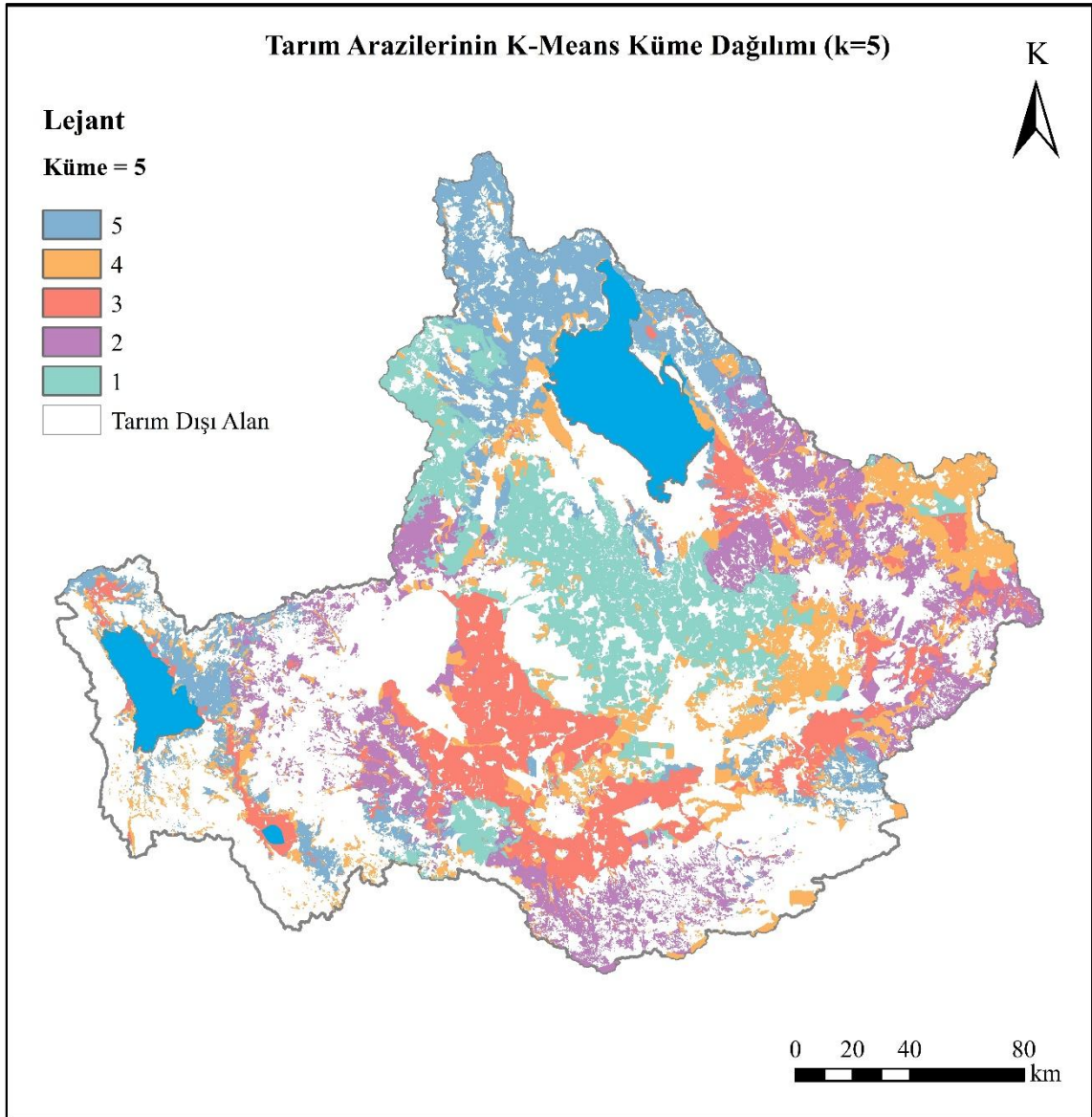
Küme sayısının 4 olarak belirlenmesiyle birlikte, tarım arazilerinin değerine ilişkin benzer özelliklere sahip alanların alansal dağılımı harita üzerinde gösterilmiştir. Bu harita, faktörlerden türetilen değerlerin hangi bölgelerde ortak kümeler oluşturduğunu ortaya koyarak tarımsal değer farklı seviyelerde nasıl gruplaştığını görsel olarak incelemeye imkân tanımaktadır. Şekil 4.48'de $k = 4$ çözümüne karşılık gelen mekânsal dağılım sunulmuştur.



Şekil 4.48. Küme sayısı 4 için elde edilen mekânsal dağılım haritası

Küme sayısı $k = 4$ 'e göre elde edilen harita ile TOPSIS yöntemiyle elde edilen tarımsal değer haritası karşılaştırıldığında, Küme 3 ve Küme 4'ün TOPSIS haritasında orta ve yüksek değer düzeylerinin yoğunlaştığı alanlarla örtüştüğü görülmektedir. Küme 1 ve Küme 2'nin ise TOPSIS tarımsal değer haritasındaki düşük değer seviyelerinin yer aldığı bölgelerle benzer bir mekânsal dağılım sergilediği anlaşılmaktadır.

Şekil 4.49'da $k = 5$ çözümüne karşılık gelen mekânsal dağılım sunulmuştur.

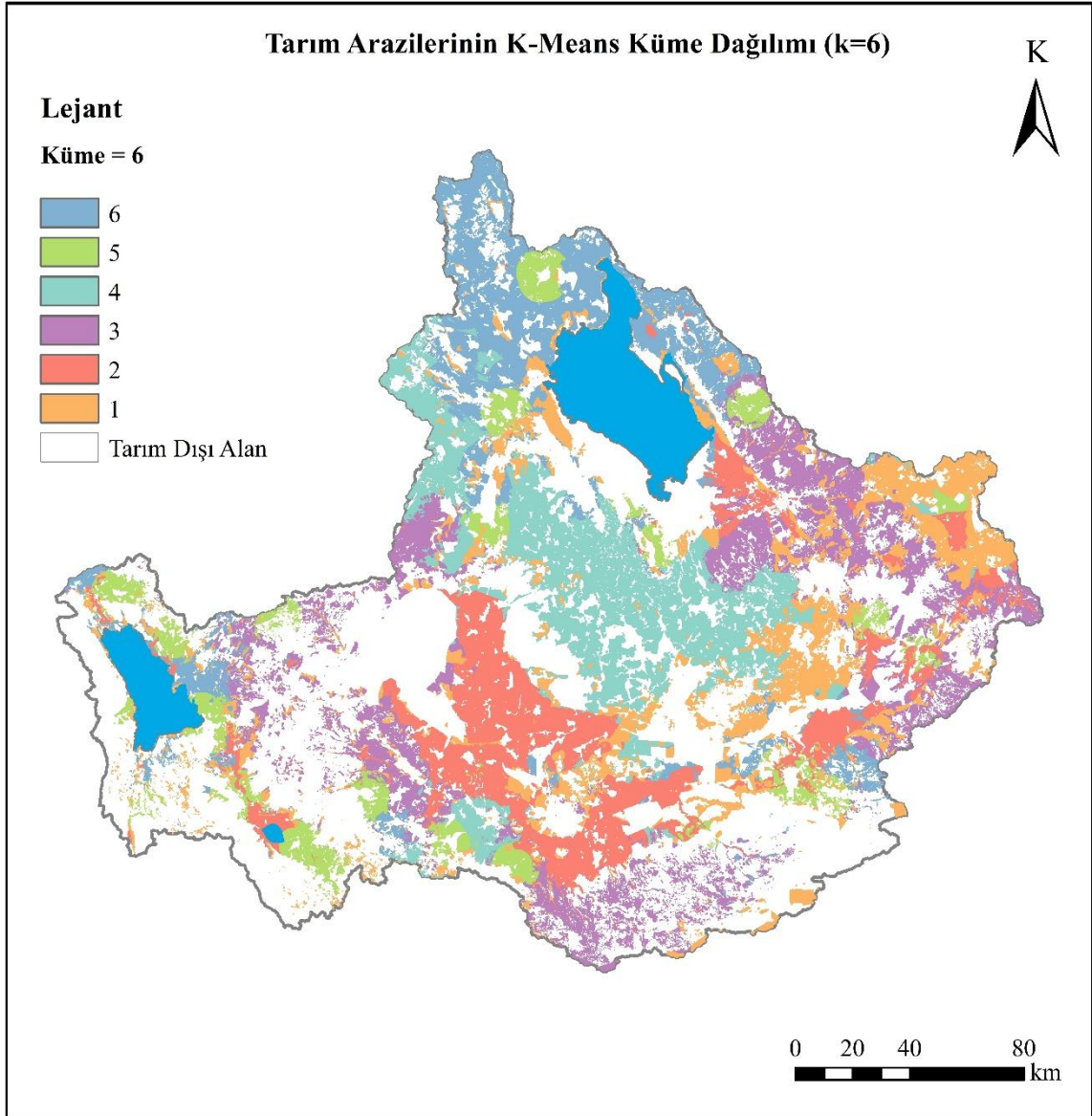


Şekil 4.49. Küme sayısı 5 için elde edilen mekânsal dağılım haritası

Kümeleme çözümleri $k = 4$ ve $k = 5$ karşılaştırıldığında, her iki modelde benzer mekânsal örüntülerin korunduğu görülmektedir. $k = 4$ çözümündeki Küme 4'ün, $k = 5$ çözümünde karşılık gelen alanlarda Küme 3 ile örtüştüğü belirlenmiştir. Ayrıca, $k = 4$ 'te yer alan Küme 3'ün $k = 5$ çözümünde iki ayrı kümeye ayrıldığı ve bu alanların $k = 5$ modelinde Küme 5 ve Küme 2 tarafından temsil edildiği anlaşılmaktadır. $k = 4$ 'teki Küme 2'nin mekânsal dağılımının ise $k = 5$ modelinde Küme 4 ile uyumlu olduğu; her iki modelde de Küme 1'in benzer bölgelerde yer aldığı görülmektedir. Bu ilişkiler, küme sayısının artmasıyla birlikte mevcut desenlerin korunduğunu, ancak belirli bölgelerde daha ayrıntılı alt sınıfların ortaya çıktığını göstermektedir.

$k = 5$ küme sayısına göre elde edilen harita ile TOPSIS yöntemiyle oluşturulan tarımsal değer haritası karşılaştırıldığında, Küme 3, Küme 5 ve Küme 2'nin TOPSIS haritasında orta ve yüksek değer düzeylerinin yoğunlaştığı alanlarla örtüştüğü görülmektedir. Buna karşılık, Küme 4 ve Küme 1'in ise düşük değer seviyelerinin bulunduğu bölgelerle benzer bir mekânsal dağılım sergilediği anlaşılmaktadır.

Şekil 4.50'de $k = 6$ çözümüne karşılık gelen mekânsal dağılım sunulmuştur.



Şekil 4.50. Küme sayısı 6 için elde edilen mekânsal dağılım haritası

$k = 6$ kümeleme sonucunda elde edilen kümeler genel olarak $k = 5$ çözümüyle uyumludur. Küme 5'in, $k = 5$ modelindeki tüm sınıflardan alanlar içermesi nedeniyle mekânsal açıdan daha dağınık ve heterojen bir örüntü sunduğu görülmektedir.

Küme geçerliliğini değerlendirmek amacıyla Silhouette skoru, Davies-Bouldin indeksi ve Calinski-Harabasz indeksi hesaplanmış (Çizelge 4.12) ve farklı küme sayıları için elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.12. Küme geçerliliği ölçütleri

Küme Sayısı	Silhouette Skoru	Davies-Bouldin İndeksi	Calinski-Harabasz İndeksi
k = 4	0,2571	2,0470	335740,6344
k = 5	0,2433	2,0096	292829,0279
k = 6	0,2223	1,9184	259606,0009

Silhouette skorunun ve Calinski–Harabasz indeksinin yüksek, Davies–Bouldin indeksinin ise düşük olması kümeleme yapısının daha uygun olduğunu göstermektedir. Bu durumda, Çizelge 4.12’de sunulan değerler birlikte değerlendirildiğinde, k = 4 küme sayısının diğer çözümlere kıyasla daha tutarlı ve dengeli bir kümelenme yapısı sunduğu anlaşılmaktadır.

Kümelerin belirgin özelliklerini istatistiksel açıdan incelemek amacıyla ortalama z-skorları hesaplanmıştır. Her bir faktörün küme içi ortalamasının genel ortalamadan kaç standart sapma saptığını gösteren bu değerler, kümelerin karşılaştırılabilir şekilde tanımlanmasına olanak sağlamaktadır (Erdurak, 2025). Çizelge 4.12’de k = 4 çözümünde her bir küme için hesaplanan ortalama z-skorları sunulmaktadır.

Z-skorunun pozitif olması, ilgili faktörün söz konusu kümede genel ortalamanın üzerinde bir düzeyde yer aldığını; negatif değer alması ise faktörün küme içinde ortalamanın altında temsil edildiğini ifade etmektedir.

Çizelge 4.13’te sunulan ortalama z-skorlarına ek olarak oluşturulan ısı haritası (Şekil 4.51), kümelerin tarım arazilerinin değerine etki eden faktörler bakımından gösterdiği farklılaşmayı görsel olarak ortaya koymaktadır. Isı haritası, her bir faktörün ilgili kümede genel ortalama göre ne ölçüde yüksek veya düşük temsil edildiğini renk skalası aracılığıyla göstermekte; böylece kümelerin hangi faktörler temelinde ayrıştığının bütüncül şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu temsil sayesinde, her bir kümenin karakteristik özellikleri daha net bir şekilde izlenebilmekte ve kümeler arası yapısal benzerlikler ile farklılıklar kolaylıkla karşılaştırılabilmektedir.

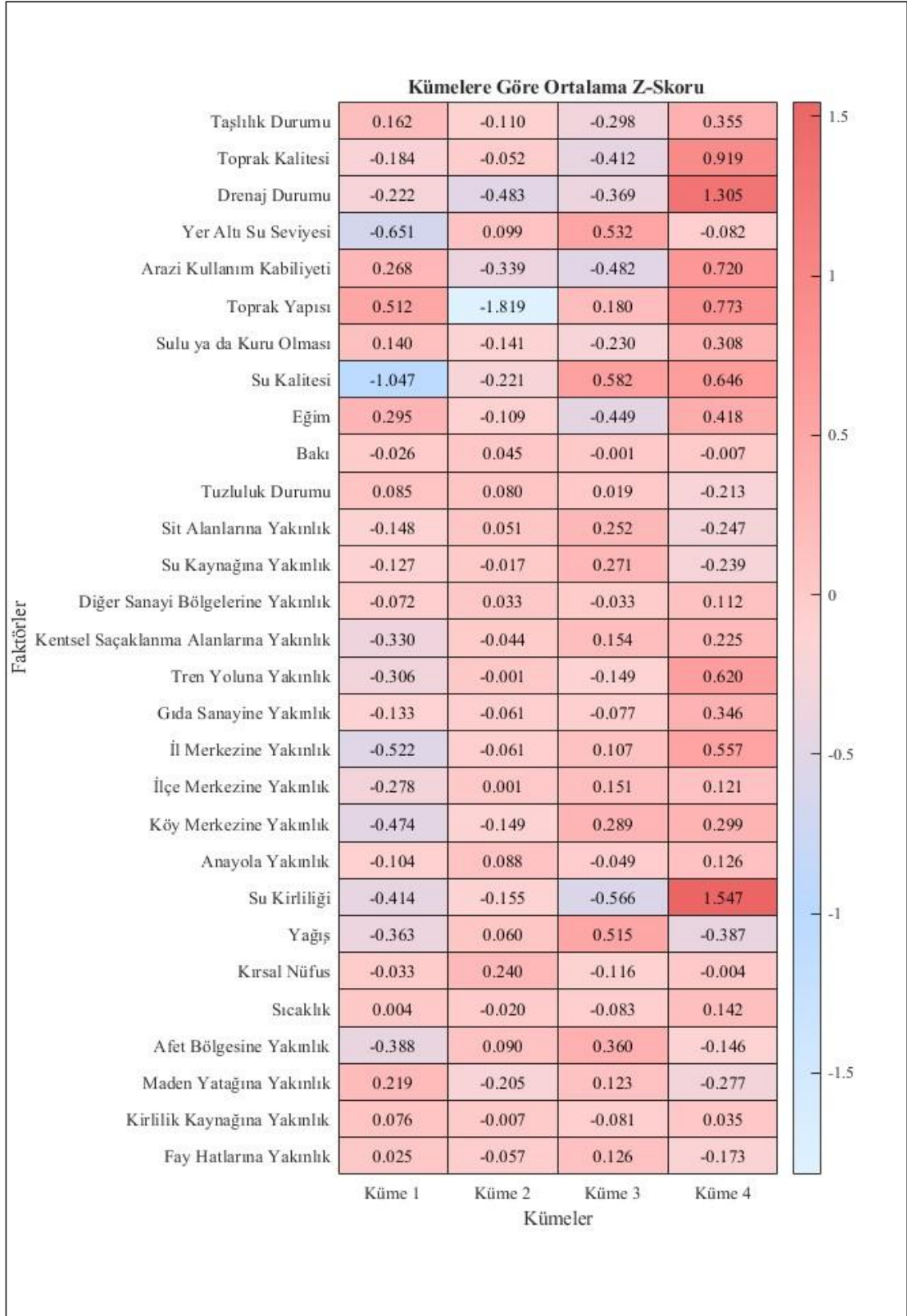
Çizelge 4.13. Kümelere ait ortalama z-skorları

Ana Faktörler	Alt Faktörler	Kümelere			
		Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4
Arazi Özellikleri	Taşıllık Durumu	0,162	-0,110	-0,298	0,355
	Toprak Kalitesi	-0,184	-0,052	-0,412	0,919
	Drenaj Durumu	-0,222	-0,483	-0,369	1,305
	Yer Altı Su Seviyesi	-0,651	0,099	0,532	-0,082
	Arazi Kullanım Kabiliyeti	0,268	-0,339	-0,482	0,720
	Toprak Yapısı	0,512	-1,819	0,180	0,773
	Sulu ya da Kuru Olması	0,140	-0,141	-0,230	0,308
	Su Kalitesi	-1,047	-0,221	0,582	0,646
	Eğim	0,295	-0,109	-0,449	0,418
	Bakı	-0,026	0,045	-0,001	-0,007
	Tuzluluk Durumu	0,085	0,080	0,019	-0,213
Konumsal Ulaşılabilirlik	Sit Alanlarına Yakınlık	-0,148	0,051	0,252	-0,247
	Su Kaynağına Yakınlık	-0,127	-0,017	0,271	-0,239
	Diğer Sanayi Bölgelerine Yakınlık	-0,072	0,033	-0,033	0,112
	Kentsel Saçaklanma Alanlarına Yakınlık	-0,330	-0,044	0,154	0,225
	Tren Yoluna Yakınlık	-0,306	-0,001	-0,149	0,620
	Gıda Sanayine Yakınlık	-0,133	-0,061	-0,077	0,346
	İl Merkezine Yakınlık	-0,522	-0,061	0,107	0,557
	İlçe Merkezine Yakınlık	-0,278	0,001	0,151	0,121
	Köy Merkezine Yakınlık	-0,474	-0,149	0,289	0,299
Sosyal ve İklimsel Özellikler	Anayola Yakınlık	-0,104	0,088	-0,049	0,126
	Su Kirliliği	-0,414	-0,155	-0,566	1,547
	Yağış	-0,363	0,060	0,515	-0,387
	Kırsal Nüfus	-0,033	0,240	-0,116	-0,004
Çevresel Riskler	Sıcaklık	0,004	-0,020	-0,083	0,142
	Afet Bölgesine Yakınlık	-0,388	0,090	0,360	-0,146
	Maden Yatağına Yakınlık	0,219	-0,205	0,123	-0,277
	Kirlilik Kaynağına Yakınlık	0,076	-0,007	-0,081	0,035
	Fay Hatlarına Yakınlık	0,025	-0,057	0,126	-0,173

Küme 1

Arazi özelliklerine ilişkin faktör yapısı incelendiğinde, taşıllık durumu, arazi kullanım kabiliyeti, toprak yapısı, sulu ya da kuru olması, eğim ve tuzluluk durumu faktörlerinin pozitif ortalama z-skorlarına sahip olması, bu özelliklerin genel örneklem ortalamasına kıyasla daha yüksek düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir. Buna karşılık toprak kalitesi, drenaj durumu, yer altı su seviyesi, su kalitesi ve bakı faktörlerinin negatif z-skorlarıyla temsil edilmesi, bu özelliklerin kümede genel ortalamanın altında yer aldığını ortaya koymaktadır.

Konumsal ulaşılabilirlik faktörleri incelendiğinde, sit alanlarına, su kaynağına, diğer sanayi bölgelerine, kentsel saçaklanma alanlarına, tren yoluna, gıda sanayine, il, ilçe ve köy merkezlerine ve anayola yakınlık faktörlerinin tamamının negatif ortalama z-skorlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Bu durum, söz konusu ulaşılabilirlik faktörlerinin kümede genel ortalamanın altında bulunduğunu göstermektedir.



Şekil 4.51. Kümelere ait ortalama z-skorları ısı haritası

Sosyal ve iklimsel özellikler faktörleri değerlendirildiğinde, su kirliliği, yağış ve kırsal nüfus faktörlerinin negatif ortalama z-skorumlarıyla temsil edildiği, buna karşılık sıcaklık faktörünün pozitif bir z-skoru sergilediği görülmektedir. Bu durum, söz konusu üç faktörün kümede genel ortalamanın altında düzeylerde yer aldığını, sıcaklık faktörünün ise genel örneklem ortalamasına kıyasla daha yüksek bir temsil düzeyi gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Çevresel riskler faktörleri değerlendirildiğinde, afet bölgesine yakınlık faktörünün negatif ortalama z-skoruyla temsil edildiği, buna karşılık maden yatağına yakınlık, kirlilik kaynağına yakınlık ve fay hatlarına yakınlık faktörlerinin pozitif z-skorumları sergilediği görülmektedir.

Küme 2

Arazi özellikleri faktörleri incelendiğinde, taşlılık durumu, toprak kalitesi, drenaj durumu, arazi kullanım kabiliyeti, toprak yapısı, sulu ya da kuru olması, su kalitesi ve eğim faktörlerinin negatif ortalama z-skorumlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık, yer altı su seviyesi, bakı ve tuzluluk durumu faktörlerinin pozitif ortalama z-skorumları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya göre daha yüksek düzeylerde temsil edildiğine işaret etmektedir.

Konumsal ulaşılabilirlik faktörleri incelendiğinde, sit alanlarına yakınlık, diğer sanayi bölgelerine yakınlık, ilçe merkezine yakınlık ve anayola yakınlık faktörlerinin pozitif ortalama z-skorumlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık su kaynağına yakınlık, kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık, tren yoluna yakınlık, gıda sanayine yakınlık, il merkezine yakınlık ve köy merkezine yakınlık faktörlerinin negatif z-skorumları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya kıyasla daha düşük düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Sosyal ve iklimsel özellikler faktörleri değerlendirildiğinde, su kirliliği ve sıcaklık faktörlerinin negatif ortalama z-skorumlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık yağış ve kırsal nüfus faktörlerinin pozitif z-skorumları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya göre daha yüksek düzeylerde temsil edildiğine işaret etmektedir.

Çevresel riskler faktörleri incelendiğinde, afet bölgesine yakınlık faktörünün pozitif ortalama z-skoruyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık maden yatağına yakınlık, kirlilik kaynağına yakınlık ve fay hatlarına yakınlık faktörlerinin negatif ortalama z-skorumları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya kıyasla daha düşük düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Küme 3

Arazi özellikleri faktörleri yapısı incelendiğinde, taşlılık durumu, toprak kalitesi, drenaj durumu, arazi kullanım kabiliyeti, sulu ya da kuru olması, eğim ve bakı faktörlerinin negatif ortalama z-skorlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık yer altı su seviyesi, toprak yapısı, su kalitesi ve tuzluluk durumu faktörlerinin pozitif z-skorları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya kıyasla daha yüksek düzeylerde temsil edildiğine işaret etmektedir.

Konumsal ulaşılabilirlik faktörleri incelendiğinde, sit alanlarına yakınlık, su kaynağına yakınlık, kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık, il merkezine yakınlık, ilçe merkezine yakınlık ve köy merkezine yakınlık faktörlerinin pozitif ortalama z-skorlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık diğer sanayi bölgelerine yakınlık, tren yoluna yakınlık, gıda sanayine yakınlık ve anayola yakınlık faktörlerinin negatif z-skorları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya kıyasla daha düşük düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Sosyal ve iklimsel özellikler faktörleri değerlendirildiğinde, yağış faktörünün pozitif ortalama z-skoruyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık su kirliliği, kırsal nüfus ve sıcaklık faktörlerinin negatif z-skorları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya kıyasla daha düşük düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Çevresel riskler faktörleri incelendiğinde, afet bölgesine yakınlık, maden yatağına yakınlık ve fay hatlarına yakınlık faktörlerinin pozitif ortalama z-skorlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık kirlilik kaynağına yakınlık faktörünün negatif z-skoru sergilemesi, bu faktörün kümede genel ortalamaya kıyasla daha düşük düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Küme 4

Arazi özelliklerine ilişkin faktör yapısı incelendiğinde, yer altı su seviyesi, bakı ve tuzluluk durumu faktörlerinin negatif ortalama z-skorlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık taşlılık durumu, toprak kalitesi, drenaj durumu, arazi kullanım kabiliyeti, toprak yapısı, sulu ya da kuru olması, su kalitesi ve eğim faktörlerinin pozitif z-skorları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel örneklem ortalamasına kıyasla daha yüksek düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Konumsal ulaşılabilirlik faktörleri incelendiğinde, sit alanlarına yakınlık ve su kaynağına yakınlık faktörlerinin negatif ortalama z-skorlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık diğer sanayi bölgelerine yakınlık, kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık, tren yoluna yakınlık, gıda sanayine yakınlık, il, ilçe ve köy

merkezlerine yakınlık ile anayola yakınlık faktörlerinin pozitif z-skorumları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel ortalamaya kıyasla daha yüksek düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Sosyal ve iklimsel özellikler faktörleri değerlendirildiğinde, su kirliliği ve sıcaklık faktörlerinin pozitif ortalama z-skorumlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık yağış ve kırsal nüfus faktörlerinin negatif z-skorumları sergilemesi, bu faktörlerin kümede genel örneklem ortalamasına kıyasla daha düşük düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Çevresel riskler faktörleri incelendiğinde, afet bölgesine yakınlık, maden yatağına yakınlık ve fay hatlarına yakınlık faktörlerinin negatif ortalama z-skorumlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Buna karşılık kirlilik kaynağına yakınlık faktörünün pozitif bir z-skorumu sergilemesi, bu faktörün kümede genel örneklem ortalamasına kıyasla daha yüksek düzeylerde temsil edildiğini göstermektedir.

Bu çalışmada K-means kümeleme yaklaşımıyla elde edilen $k = 4$, $k = 5$ ve $k = 6$ çözümleri, öncelikle küme geçerliliği indeksleri kullanılarak değerlendirilmiş; Silhouette skorumun ve Calinski-Harabasz indeksinin yüksek, Davies-Bouldin indeksinin ise düşük olması, $k = 4$ çözümünün bu üç alternatif arasında en dengeli küme yapısını sunduğunu göstermiştir.

Küme geçerliliğinin değerlendirilmesinin ardından, kümelerin yapısal özelliklerini ortaya koymak amacıyla ortalama z-skorumları hesaplanmış ve bu değerler hem Çizelge 4.13'te sunulmuş hem de Şekil 4.51'deki ısı haritası aracılığıyla görselleştirilmiştir. Her bir kümede elde edilen z-skorumları, ilgili faktörlerin genel örneklem ortalamasına kıyasla hangi düzeyde temsil edildiğini nicel olarak ortaya koymakta ve kümelerin karakteristik örüntülerinin tanımlanmasına imkân vermektedir. Isı haritası ise bu örüntüyü görsel düzeyde güçlendirerek kümelerin hangi değişkenler temelinde farklılaştığını bütüncül şekilde izlenebilir hale getirmiştir.

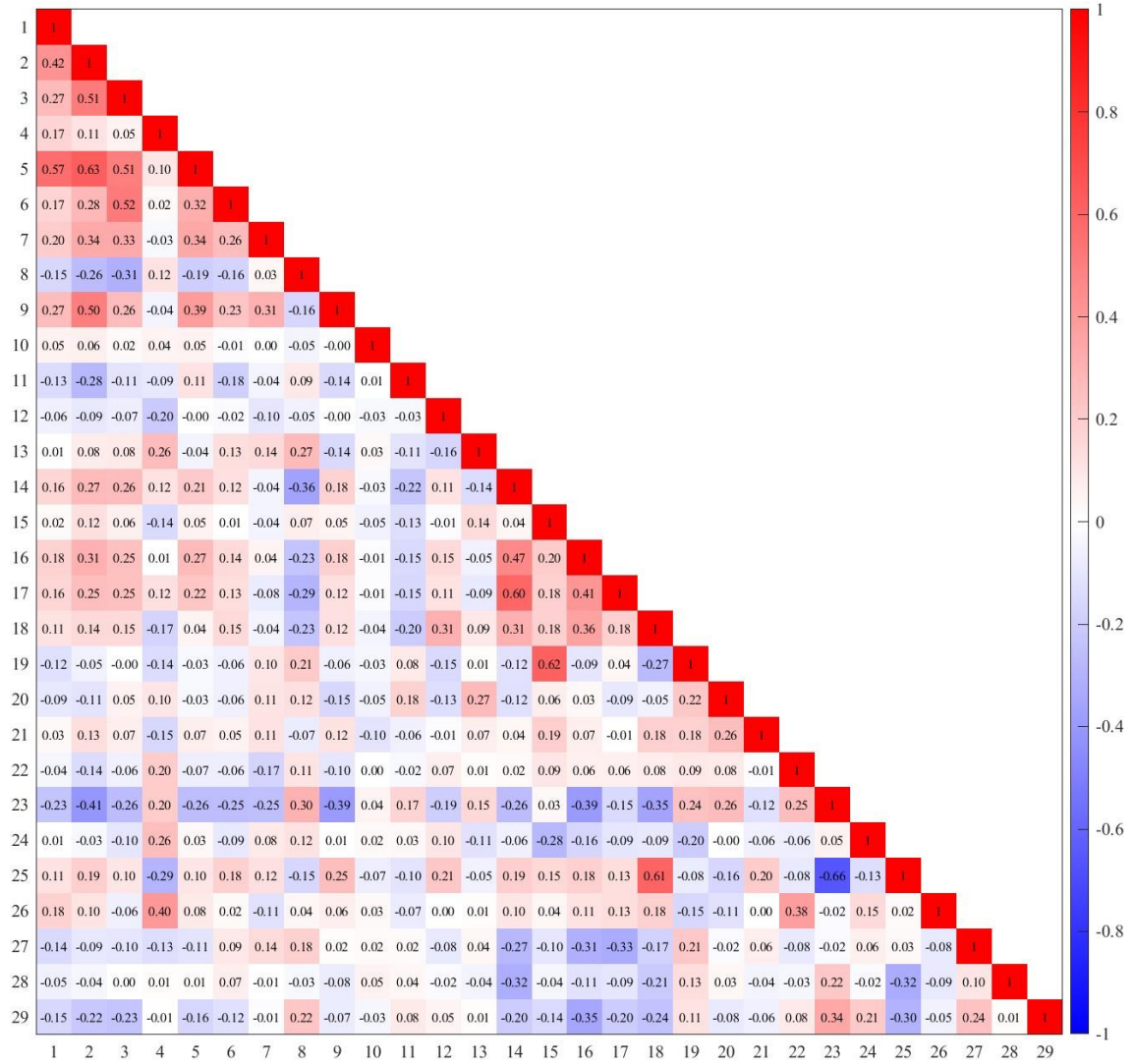
Bu değerlendirmeler sonucunda K-means kümeleme analizi, çalışma alanındaki çok boyutlu veri yapısını anlamlı sınıflara ayırmış ve hem mekânsal hem de istatistiksel ölçütler açısından tutarlı sonuçlar üretmiştir. Küme geçerliliği indeksleri $k = 4$ çözümünün en dengeli yapı olduğunu göstermiş, z-skor analizi ve ısı haritası ise kümelerin faktör bazlı ayrışma özelliklerini ortaya koymuştur. Bu kapsamda kümeleme analizi, tarım arazilerinin değerinin mekânsal olarak değişen niteliğini açıklayıcı bir çerçeve sağlamıştır.

4.7. Makine Öğrenmesi Tabanlı Piksel Bazlı Tarım Arazilerinin Değer Haritası

Bu çalışmada alan bazlı tarım arazilerinin değerini belirleyebilmek için piksel tabanlı bir çalışma yürütülmüştür. Bu kapsamda Çizelge 4.11’de verilen tarım arazilerinin değerini etkileyen 29 faktöre ait 0,1-0,9 aralığında normalize edilmiş raster veriler model girdisi olarak kullanılmıştır. Buna ek olarak, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünden temin edilen 2024 yılına ait 1525 adet tarım arazisinin m² birim değeri de girdi veri setine dahil edilmiştir.

Veri seti oluşturulduktan sonra, modelde kullanılacak değişkenlerin çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearty) açısından uygunluğunu değerlendirmek amacıyla öncelikle bir korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Çok değişkenli veri yapılarında, bağımsız değişkenler arasındaki güçlü doğrusal ilişkiler model performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Bağımsız değişkenler arasındaki yüksek korelasyon modelde R² değerinin büyümesine neden olmaktadır (Diler ve Demir, 2024). Korelasyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü değerlendirmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değişmektedir. Bu katsayısının 1'e yakın olması güçlü bir pozitif korelasyona işaret ederken, -1'e yakın olması güçlü bir negatif korelasyona işaret eder. Pozitif korelasyonda bir değişkenin artışı diğesinde de artışa, negatif korelasyonda bir değişkenin artışı diğesinde azalmaya neden olur. Korelasyon katsayısının 0'a yakın değerler alması ise korelasyon olmadığını gösterir (Gür ve Eşidir, 2024). Çalışmada kullanılan 29 faktörün korelasyon katsayıları hesaplanmış ve faktörler arasındaki ilişkilerin gücünü ve yönünü gösteren korelasyon matrisi Şekil 4.52’de verilmiştir. Korelasyon katsayısı 0,70 veya üzeri olan değişkenler çoklu doğrusal bağlantının varlığını gösterir (Genc vd., 2025).

Korelasyon matrisi incelendiğinde, çalışmada kullanılan faktörler arasındaki korelasyon katsayılarının 0,70’in altında olduğu görülmüştür. Bu sonuç, faktörler arasında güçlü bir doğrusal ilişki bulunmadığını ve dolayısıyla çoklu doğrusal bağlantının mevcut olmadığını göstermektedir. Böylece, modelleme aşamasına geçilmeden önce bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin uygun düzeyde olduğu doğrulanmış ve modelde gereksiz bilgi tekrarına neden olabilecek değişken ilişkilerinin önüne geçilmiştir.



Şekil 4.52. Bağımsız değişkenlere (faktörlere) ait korelasyon matrisi

Korelasyon analizinden elde edilen bulgular, çoklu doğrusal bağlantıya ilişkin değerlendirmeyi güçlendirmek amacıyla gerçekleştirilen Varyans Artış Faktörü (VIF-Variance Inflation Factor) testi ile desteklenmiştir. VIF testi, regresyon analizinde bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantıyı tespit etmek için kullanılır. Literatürde kesin bir eşik değeri bulunmamakla birlikte, bazı araştırmacılar 5 gibi daha yumuşak bir sınır önermekte; buna karşılık 10'dan büyük VIF değerleri genellikle önemli düzeyde çoklu doğrusal bağlantının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Gür ve Eşidir, 2024). VIF testi sonuçları Çizelge 4.14'te sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde faktörlere ait VIF değerlerinin belirtilen eşiklerin altında kalması, korelasyon matrisi sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde modelde çoklu doğrusal bağlantı sorununun bulunmadığını ortaya koymuştur.

Çizelge 4.14. VIF testi sonuçları

Faktör	VIF Değeri	Faktör	VIF Değeri
Taşıllık Durumu	1,7071	Tren Yoluna Yakınlık	2,0599
Toprak Kalitesi	2,8397	Gıda Sanayine Yakınlık	1,8909
Drenaj Durumu	2,1498	İl Merkezine Yakınlık	2,9731
Yer Altı Su Seviyesi	1,9264	İlçe Merkezine Yakınlık	3,3978
Arazi Kullanım Kabiliyeti	3,0878	Köy Merkezine Yakınlık	1,5729
Toprak Yapısı	1,6268	Anayola Yakınlık	1,2743
Sulu ya da Kuru Olması	1,5619	Su Kirliliği	1,4541
Su Kalitesi	1,6017	Yağış	3,4153
Eğim	1,5759	Kırsal Nüfus	1,3946
Bakı	1,0425	Sıcaklık	3,6389
Tuzluluk Durumu	1,5917	Afet Bölgesine Yakınlık	1,6871
Sit Alanlarına Yakınlık	1,3555	Maden Yatağına Yakınlık	1,4898
Su Kaynaklarına Yakınlık	1,7204	Kirlilik Kaynağına Yakınlık	1,4408
Diğer Sanayi Bölgelerine Yakınlık	2,3116	Fay Hatlarına Yakınlık	1,5522
Kentsel Saçaklanma Alanlarına Yakınlık	2,9184		

Çoklu doğrusal bağlantı analizlerinin tamamlanmasının ardından, makine öğrenmesi modellerinin eğitimi ve doğrulanması için veri seti rastlantısal olarak iki alt kümeye ayrılmıştır. Bu kapsamda, veri setinin %70'i eğitim veri seti, %30'u ise bağımsız test veri seti olarak kullanılmıştır. Eğitim verisi, model parametrelerinin optimize edilmesi ve model yapısının öğrenilmesi için kullanılırken; test verisi, modelin daha önce hiç karşılaşmadığı gözlemler üzerindeki gerçek performansının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Böylece, modellerin genellenebilirlik düzeyi nesnel bir şekilde test edilmiştir.

Eğitim verisi kullanılarak en uygun hiper parametrelerin belirlenebilmesi için 5 katlı çapraz doğrulama uygulanmıştır. Bu yaklaşımda, eğitim kümesi beş eşit parçaya bölünmüş; her yinelemede dört parça modelin eğitimi için, kalan bir parça ise doğrulama için ayrılmıştır. Bu süreç tüm katmanlar için tekrarlanarak modelin doğrulama performansı güvenilir bir şekilde hesaplanmıştır.

Hiper parametre optimizasyonu, Bayes optimizasyonu tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşımda, her bir makine öğrenmesi yöntemi için modele doğrudan etki eden ve model performansını belirleyici nitelikteki hiper parametreler optimizasyon sürecine dâhil edilmiştir. Her bir model için hiper parametrelerin arama aralıkları ve optimizasyon ayarları Çizelge 4.15'te sunulmuştur.

Çizelge 4.15. Bayes optimizasyonunda kullanılan hiper parametre arama ayarları

Makine Öğrenmesi Yöntemleri	Hiper Parametreler	Arama Aralığı
Rastgele Orman	Yaprak düğümündeki minimum gözlem sayısı Her bölünmede rastgele seçilecek değişken sayısı Topluluktaki ağaç sayısı	2-20 3-29 50-500
Yapay Sinir Ağları	Gizli katmandaki nöron sayısı Aktivasyon fonksiyonu Düzenleştirme katsayısı Yineleme döngüsü sayısı Girdi değişkenlerinin standartlaştırılması	10-80 ReLU-Sigmoid-Tanh-None 1e-4-1 200-1500 Pasif-Aktif
Destek Vektör Regresyonu	Çekirdek fonksiyonu Polinom derecesi Çekirdek ölçeği Kutu kısıtlama parametresi Epsilon toleransı Girdi değişkenlerinin standartlaştırılması	Gaussian-Linear-Polynomial 2-5 1e-3-1e3 1e-3-1e3 1e-3-1 Pasif-Aktif
Least-Squares Boosting	Yaprak düğümündeki minimum örnek sayısı Her bölünmede rastgele seçilecek değişken sayısı Öğrenme döngü sayısı Öğrenme oranı	2-30 1-29 50-350 0,01-0,3

200 iterasyon sonucunda elde edilen en uygun hiper parametre değerleri ise Çizelge 4.16’da sunulmuştur.

Çizelge 4.16. Bayes optimizasyonu ile elde edilen en iyi hiper parametre değerleri

Makine Öğrenmesi Yöntemleri	Hiper Parametreler	En İyi Hiper Parametre Değerleri
Rastgele Orman	Yaprak düğümündeki minimum gözlem sayısı Her bölünmede rastgele seçilecek değişken sayısı Topluluktaki ağaç sayısı	2 10 365
Yapay Sinir Ağları	Gizli katmandaki nöron sayısı Aktivasyon fonksiyonu Düzenleştirme katsayısı Yineleme döngüsü sayısı Girdi değişkenlerinin standartlaştırılması	80 ReLU 0,011343 826 Aktif
Destek Vektör Regresyonu	Çekirdek fonksiyonu Polinom derecesi Çekirdek ölçeği Kutu kısıtlama parametresi Epsilon toleransı Girdi değişkenlerinin standartlaştırılması	Linear - 0,68184 0,0011377 0,055046 Aktif
Least-Squares Boosting	Yaprak düğümündeki minimum örnek sayısı Her bölünmede rastgele seçilecek değişken sayısı Öğrenme döngü sayısı Öğrenme oranı	14 12 242 0,02621

Bayes optimizasyonu ile en uygun hiper parametrelerin belirlenmesi ve modellerin eğitim aşamalarının tamamlanmasının ardından, tüm yöntemler %30'luk test verisi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu aşama, modellerin öğrenme sürecinde görmediği yeni veriler üzerindeki tahmin gücünü ölçmeyi amaçlamaktadır. Test verileri ile üretilen tahminler Çizelge 4.17'de verilen R^2 , MAE, RMSE, COD ve PRD performans ölçütleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.17. Modellerin performans karşılaştırması

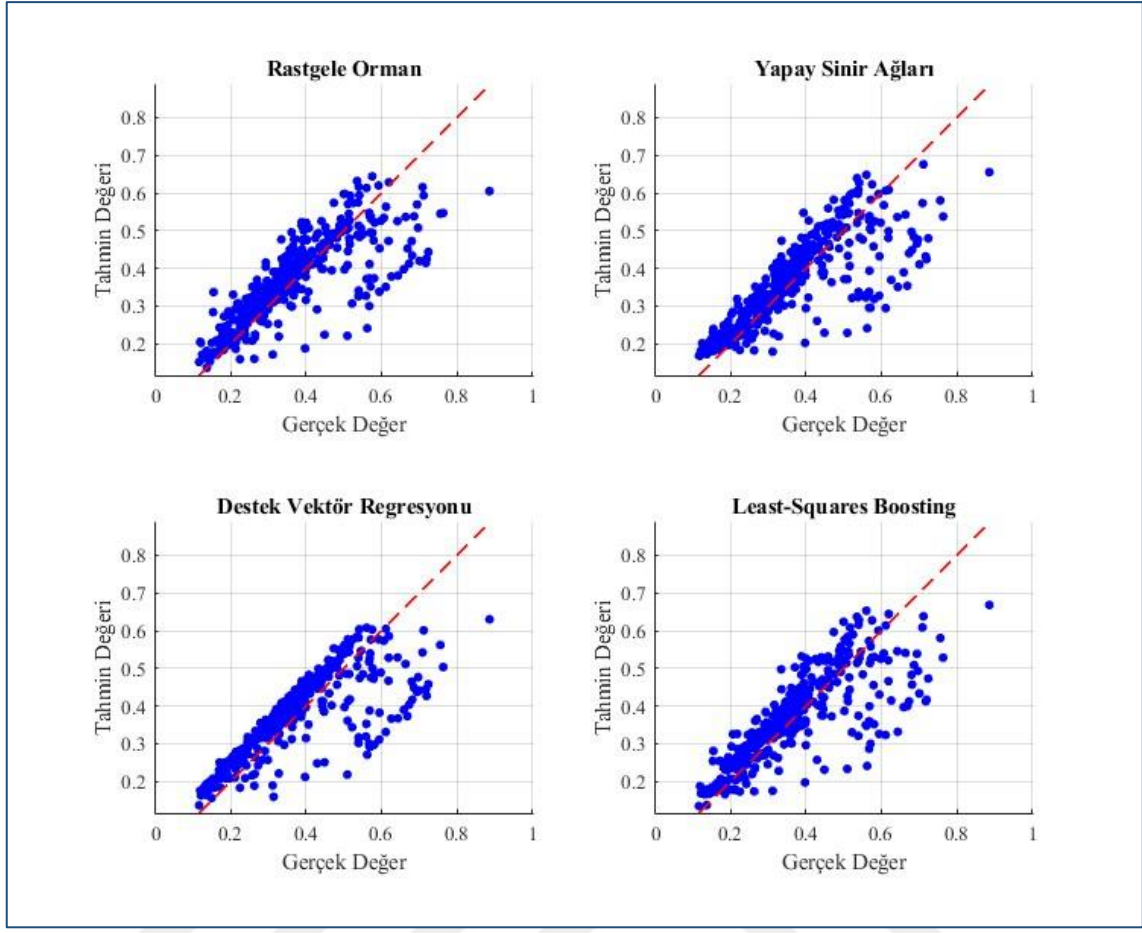
Model	R^2	MAE	RMSE	COD	PRD
RO	0,6371	0,0535	0,0810	14,7503	0,9996
YSA	0,6279	0,0539	0,0820	15,1509	0,9994
DVR	0,6036	0,0606	0,0846	15,2548	0,9953
LSBoost	0,6355	0,0544	0,0812	15,0592	1,0027

Çizelge 4.17'de sunulan performans ölçütleri birlikte değerlendirildiğinde, tüm makine öğrenmesi modellerinin test verisi üzerinde kabul edilebilir doğruluk düzeylerinde sonuçlar ürettiği görülmektedir. R^2 değerleri incelendiğinde, 0,6371 değeri ile RO modeli en yüksek açıklama gücüne sahip olup, bu modeli 0,6355 ile LSBoost modeli takip etmektedir. LSBoost modelini sırasıyla 0,6279 ile YSA ve 0,6036 ile DVR modeli izlemektedir.

Hata ölçütleri açısından değerlendirildiğinde, MAE değerlerinin RO ve YSA modellerinde daha düşük olduğu, RMSE değerlerinin ise RO ve LSBoost modellerinde görece daha iyi performans sergilediği görülmektedir.

COD ve PRD ölçütleri de bu bulguları destekler nitelikte olup, tüm modellerin COD değerlerinin tarım arazileri için kabul edilen %25 veya daha düşük eşik değerler içerisinde kaldığı belirlenmiştir. PRD değerleri ise tüm modellerde kabul edilen 0,98-1,03 aralığında yer almaktadır.

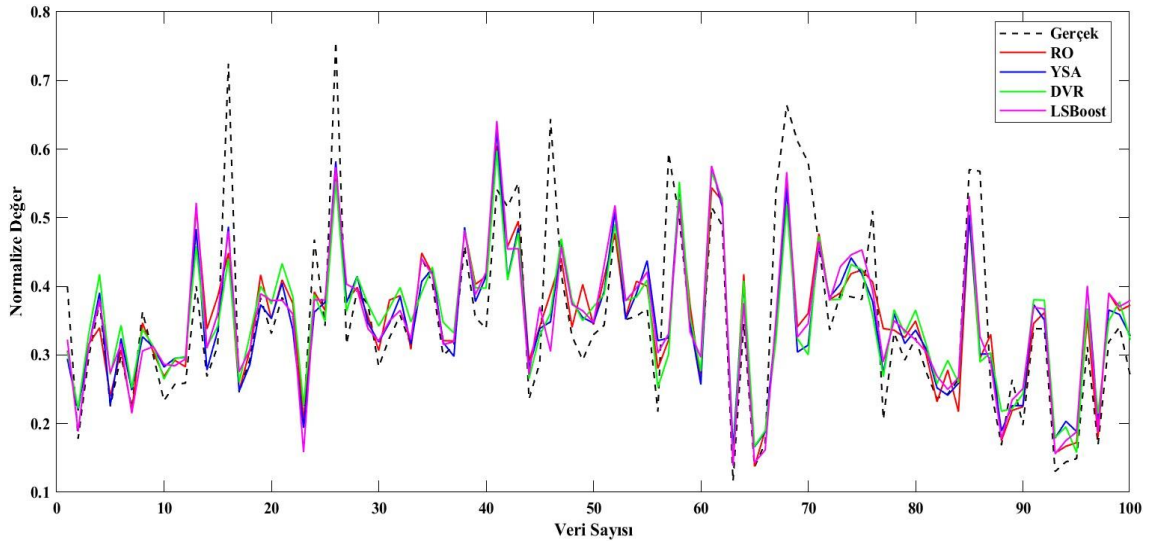
Modellerin test verisi üzerindeki tahmin performanslarının gerçek değerlerle olan ilişkisi, Şekil 4.53'te sunulan dağılım grafikleri aracılığıyla görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.53. Modellerle ait regresyon eğrileri

Şekil 4.54’te ise test veri setinden rastgele seçilen 100 gözlem için model tahminleri ve normalize edilmiş gerçek değerler birlikte gösterilerek, modellerin performanslarının hem gerçek değerlerle hem de birbirleriyle karşılaştırılabilmesi sağlanmıştır.

Model değerlendirmelerinin tamamlanmasının ardından 29 faktöre ait raster veriler Matlab ortamına aktarılmış ve her bir raster katmanı, piksel düzeyinde ortak bir veri yapısında bütünleştirilmiştir. Raster katmanları önce üç boyutlu bir yapı hâlinde düzenlenmiş, ardından bu yapı her pikseli bir satır ve her faktörü bir sütun olacak şekilde iki boyutlu bir veri setine dönüştürülmüştür. Böylelikle çalışma alanındaki tüm pikseller faktörlerle birlikte tek bir bütünleşik veri setinde toplanmış ve piksel bazlı değer tahmini için modele hazır hâle getirilmiştir.



Şekil 4.54. Test verisi için modellere ait tahmin değerleri

Hazırlanan veri seti, hiper parametreleri optimize edilerek eğitilmiş makine öğrenmesi modellerine giriş olarak verilmiştir. Her bir model, çalışma alanındaki tüm pikseller için tahmin değerleri üretmiş ve böylece yalnızca test verisiyle sınırlı olmayan, mekânsal olarak süreklilik gösteren bir tahmin yüzeyi elde edilmiştir.

Üretilen tahmin değerleri daha sonra piksel matrisindeki konumlarına göre yeniden düzenlenmiş ve raster formatına dönüştürülmüştür. Bu işlem sonucunda her model için çözünürlüğü ve projeksiyonu orijinal veri setiyle tam uyumlu olan ayrı birer tahmini değer rasterları oluşturulmuştur. Raster formatındaki bu çıktılar .tif olarak kaydedilmiş ve CBS ortamında haritalanabilir hâle getirilmiştir.

Sonuç olarak, makine öğrenmesi tabanlı piksel bazlı tarım arazilerinin değer tahminlerinin mekânsal dağılımı görselleştirilmiş ve böylece farklı makine öğrenmesi yöntemlerinin tarımsal değer tahminindeki performansı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan makine öğrenmesi temelli tarımsal değerleme yaklaşımının yöntemsel akışı; normalize edilmiş veri setinin modele hazırlanması, hiper parametre optimizasyonu ve k-katlı çapraz doğrulama süreçleri üzerinden yapılandırılmıştır. Ayrıca seçilen en iyi modellerin çalışma alanındaki tüm piksellere uygulanarak değer tahmin haritalarının üretilmesine yönelik adımlar da metodolojik bütünlüğün bir parçası olarak ele alınmıştır. İzlenen bu süreç, Çizelge 4.18’de sözde kod formatında özetlenmiştir.

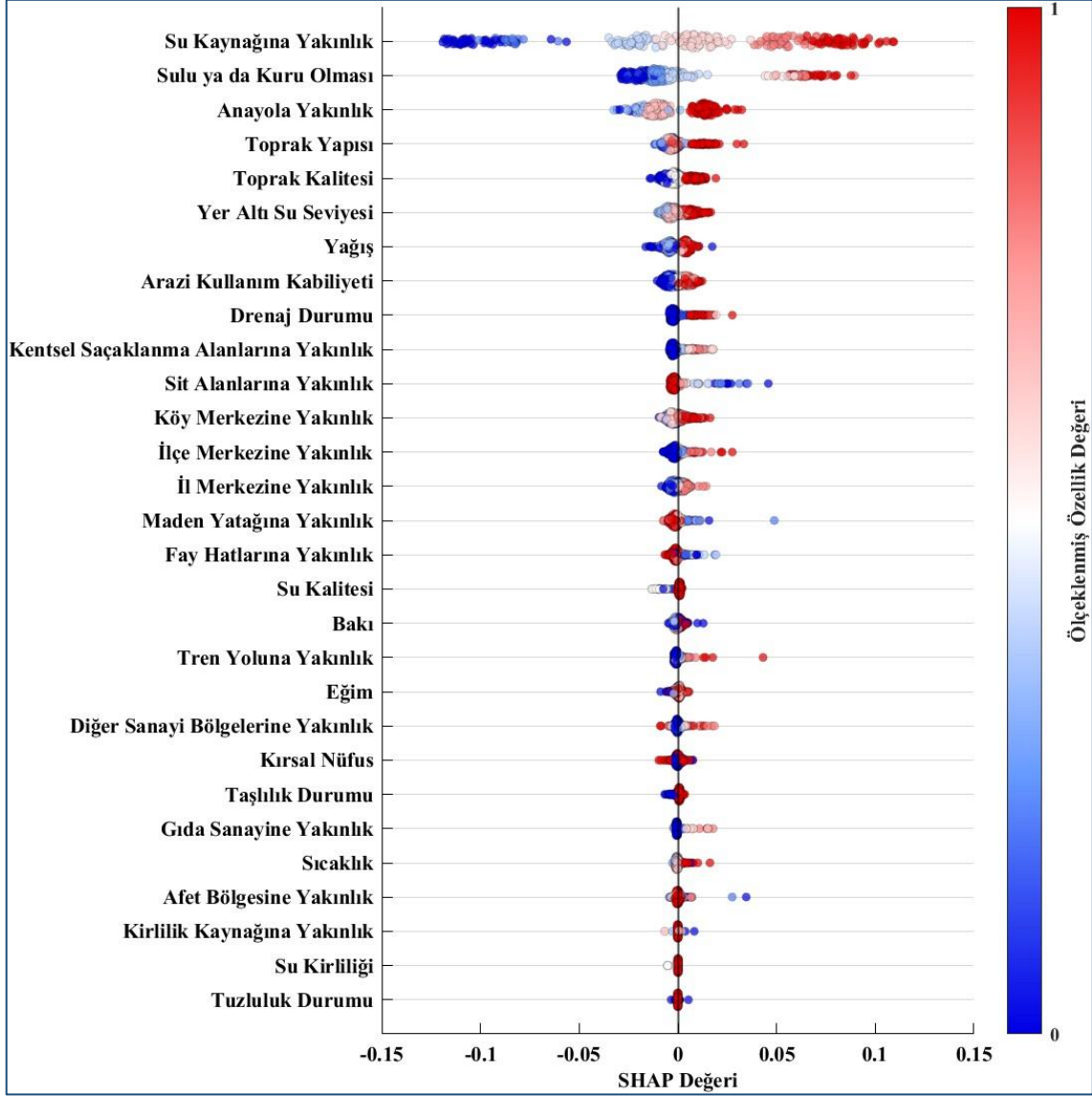
Çizelge 4.18. Makine öğrenmesi tabanlı değerlendirme sürecine ilişkin sözde kod

Algoritma
1. Veri setini oku 2. Korelasyon matrisi ve VIF analizi ile çoklu doğrusal bağlantıyı kontrol et 3. Veriyi rastlantısal olarak karıştır 4. Veri setini %70 eğitim, %30 test verisi olacak şekilde ayır 5. Eğitim verisi için k-katlı çapraz doğrulama yapısını oluştur 6. Her model için Bayes optimizasyonu kapsamında hiper parametre arama uzayını tanımla 7. (Dış döngü) Bayes optimizasyonunda her bir hiper parametre kombinasyonu için: 7.1. (İç döngü) k grup içerisindeki her bir k_i alt grubu için: 7.1.1. k_i grubunu doğrulama verisi olarak ayarla 7.1.2. k-1 grup ile modeli eğit 7.1.3. Model performansını k_i grubuna göre değerlendir 7.2. Hiper parametre kombinasyonu için k gruba göre ortalama performansı hesapla 8. Bayes optimizasyonu ile en iyi ortalama performansı veren hiper parametre kombinasyonu belirle 9. Eğitim verisini kullanarak en iyi hiper parametreler ile modeli eğit 10. Test verisi kullanarak eğitilen modelin performans analizini yap 11. Faktörlere ait raster verileri oku ve üç boyutlu bir yapı oluştur 12. Bu yapıyı her satırın bir pikseli, her sütunun bir faktörü temsil ettiği iki boyutlu veri setine dönüştür 13. Eğitilmiş model ile her pikselin tarımsal değerini tahmin et 14. Tahmin değerlerini raster formata dönüştür ve .tif olarak kaydet

Bu çalışmada değerlendirilen makine öğrenmesi yöntemleri arasında en yüksek tahmin performansı RO modelinde elde edilmiştir. RO modelinde faktörlerin tahmin performansı üzerindeki etkisini ve katkısını görmek amacıyla test verileri için SHAP değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.55'te verilen SHAP grafiğinde her bir nokta veri setindeki bir gözleme karşılık gelmekte olup, yatay eksen ilgili faktörün SHAP değerini, dikey eksen ise modelde kullanılan faktörleri göstermektedir. Noktaların renkleri, verilerin sayısal değeri hakkında bilgi vermektedir. Mavi renk düşük sayısal değeri, kırmızı renk ise yüksek sayısal değeri temsil etmektedir. Pozitif SHAP değerleri faktörün tahmin edilen arazi değerini artırıcı, negatif SHAP değerleri ise azaltıcı yönde etkiye bulunduğunu göstermektedir. Bu grafik, her bir faktörün modele etkisinin yönünü ve şiddetini bütüncül bir şekilde değerlendirme imkânı sağlamaktadır.

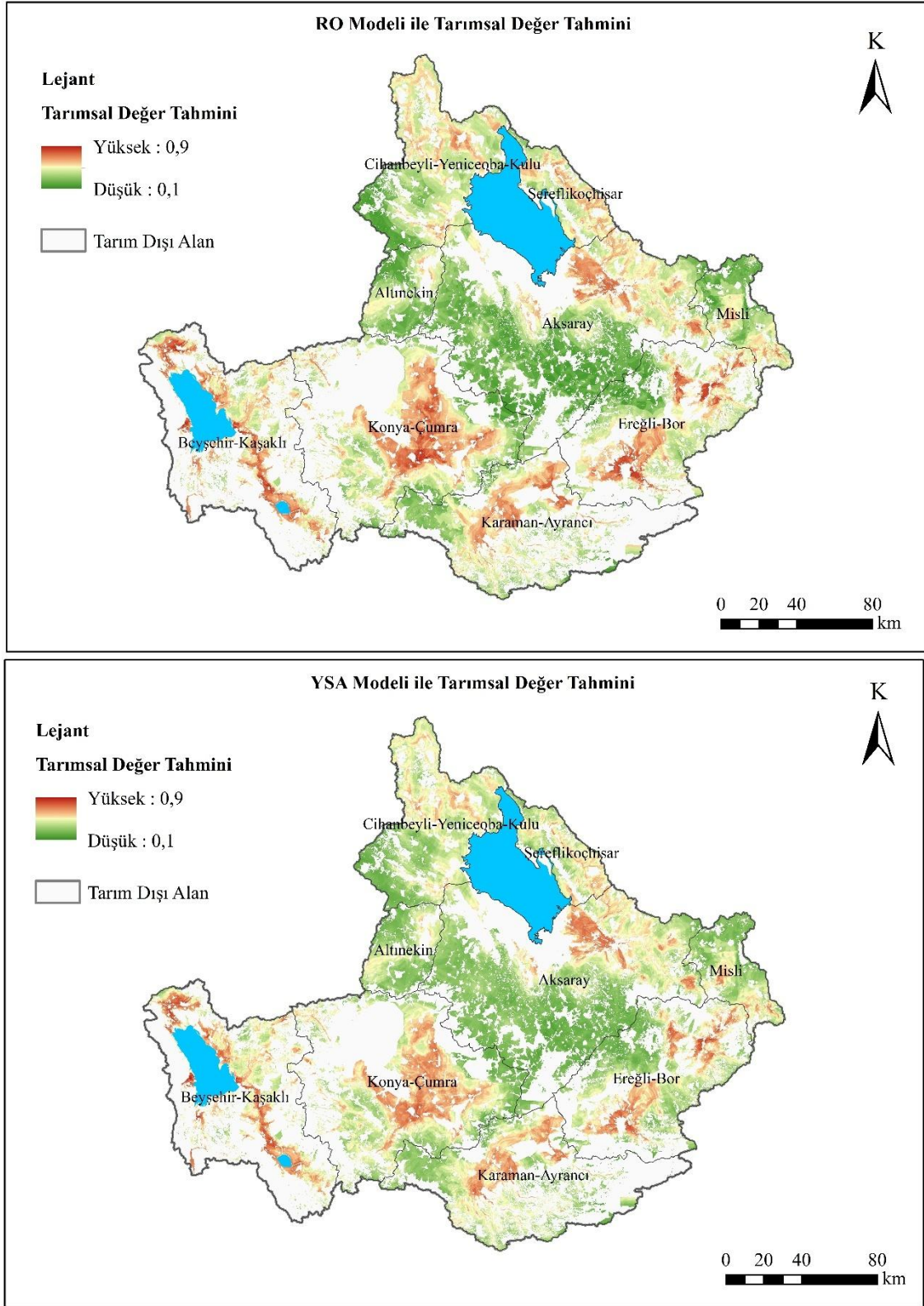
SHAP sonuçları, tarım arazilerinin değerini en fazla etkileyen faktörün su kaynağına yakınlık olduğunu göstermektedir. Bu faktörde gözlenen yüksek değerler (kırmızı noktalar) model tahminini artırırken, düşük değerler (mavi noktalar) tahmin edilen değeri azaltmaktadır. Benzer şekilde ikinci en önemli değişken olan sulu ya da kuru olması da aynı yönlü bir dağılım sergilemektedir. Bunun yanı sıra anayola yakınlık, toprak yapısı, toprak kalitesi, yer altı su seviyesi ve yağış gibi faktörlerin de yüksek değer seviyelerinde pozitif SHAP değerleri üreterek modele katkı sağladığı görülmektedir. Buna karşılık sit alanlarına, maden sahalarına, fay hatlarına ve afet riskli bölgelere yakınlık değişkenleri çoğunlukla negatif SHAP değerleri üretmiş ve modelde tahmin

katkısının azaltıcı yönde gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca tuzluluk durumu ve su kirliliği faktörlerinin SHAP değerlerinin sıfıra daha yakın bir dağılım sergilediği, dolayısıyla modelde en düşük etkiye sahip oldukları görülmektedir.

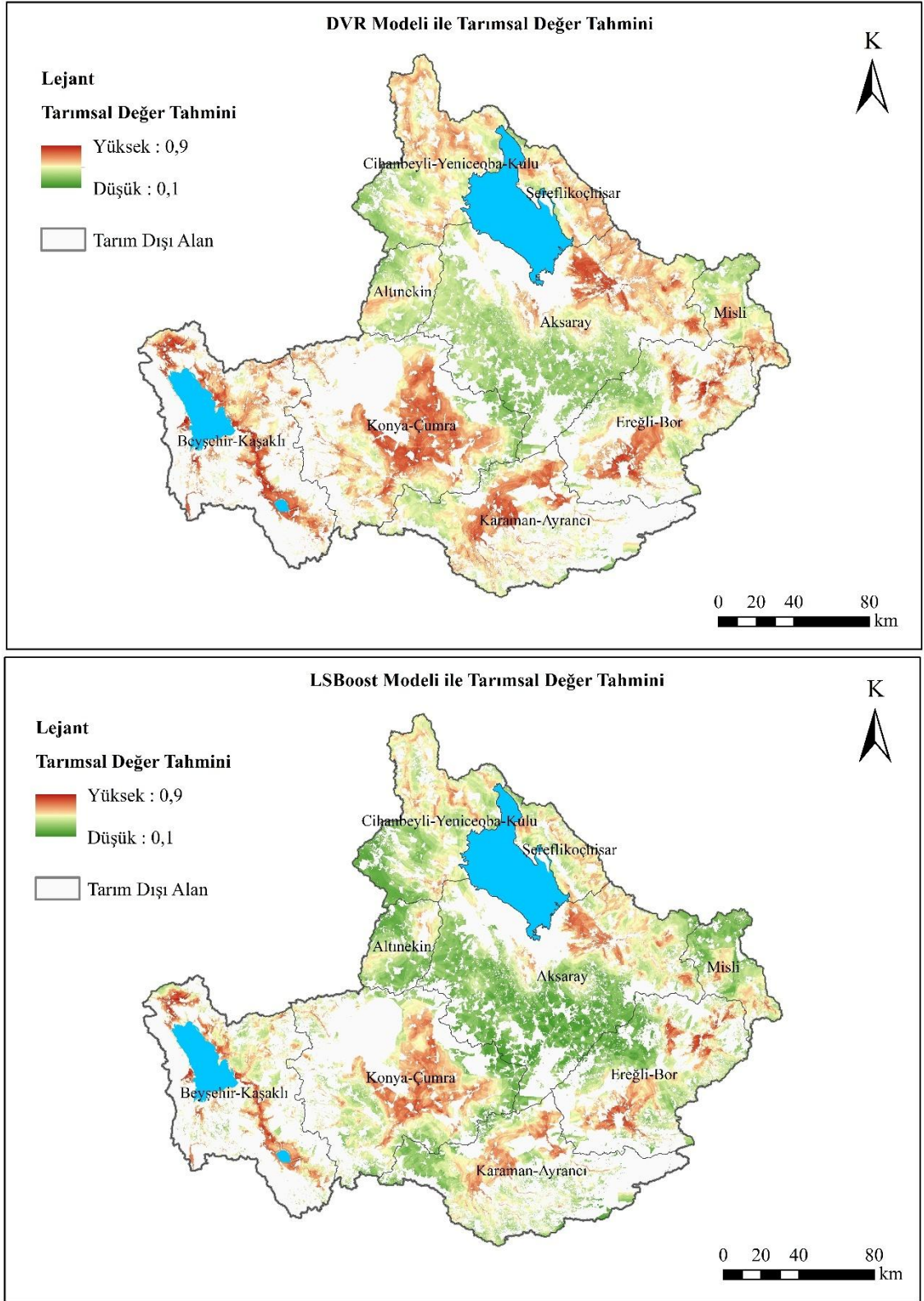


Şekil 4.55. RO modeli için SHAP değerleri

Modelin eğitilmesi sonrasında çalışma alanındaki tüm pikseller için tahmin değerleri üretilerek raster formatına dönüştürülmüştür. Makine öğrenmesi modellerinden elde edilen tahmin rasterları, modeller arası görsel karşılaştırılabilirliği artırmak amacıyla 0,1-0,9 aralığında normalize edilerek haritalandırılmıştır. Şekil 4.56'da RO ve YSA modelleri ile oluşturulan piksel bazlı tahmin haritaları, Şekil 4.57'de ise DVR ve LSBoost modellerine ait tahmin haritaları sunulmaktadır.



Şekil 4.56. RO ve YSA ile tarımsal değer haritaları



Şekil 4.57. DVR ve LSBoost ile tarımsal değer haritaları

Makine öğrenmesi modellerinin çalışma alanına uygulanmasıyla elde edilen piksel tabanlı tahmin haritaları, modellerin değer değişimlerini mekânsal olarak nasıl yansıttığını ortaya koymaktadır. RO, YSA, DVR ve LSBoost modellerine ait tahmin yüzeyleri birlikte değerlendirildiğinde, genel olarak benzer mekânsal örüntülerin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durum, modellerin eğitim verisi üzerinden öğrendikleri tahmin ilişkilerinin geniş piksel veri setine uygulandığında da tutarlı mekânsal desenler oluşturduğunu göstermektedir. Tahmin haritalarında yüksek ve düşük değerli alanların benzer konumlarda ortaya çıkması, modellerin mekânsal açıdan yüksek bir uyum sergilediğini göstermektedir. Bu durum modellerin yakın R^2 değerleriyle de tutarlılık göstermektedir.

RO ve LSBoost modelleri, çalışma alanındaki değer değişimlerini dengeli bir dağılım yapısıyla temsil etmektedir. DVR modeli ise bazı bölgelerde yüksek tahmin değerlerini daha belirgin yansıtarak diğer modellerden ayrılmaktadır. YSA modeli, tahmin değerlerinin mekânsal dağılımı açısından RO ve LSBoost modellerine yüksek düzeyde benzerlik göstermektedir. RO ve LSBoost modellerinin tahmin değerlerindeki mekânsal dağılımları birbirine en fazla yaklaşan iki yöntem olduğunu göstermektedir. Her iki modelde de yüksek tahmin değerleri benzer konumsal alanlarda yoğunlaşırken, düşük tahmin değerleri de büyük ölçüde örtüşen bölgelerde tanımlanmaktadır. Yüksek ve düşük değer kümelerinin konumsal sınırlarının RO ve LSBoost sonuçlarında yakın bir uyum sergilemesi, bu modellerin aynı mekânsal varyasyonları benzer şekilde yakaladığını göstermektedir. RO ve LSBoost modellerindeki mekânsal tahmin yüzeyleri arasındaki bu güçlü paralellik, performans analizlerinde elde edilen yakın R^2 değerleriyle de tutarlı olup, her iki modeli hem performans hem de mekânsal çıktı bakımından en uyumlu sonuçları üreten yöntemler olarak öne çıkarmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, dört modelin de çalışma alanındaki mekânsal değer dağılımını benzer alanlarda yükselen ve benzer alanlarda düşen tahmin değerleri üreterek yansıttığı, yüksek ve düşük değerli bölgelerin modeller arasında büyük ölçüde aynı konumlarda tekrarlandığı görülmektedir. Bu durum, modellerin aynı veri seti üzerinde benzer mekânsal tahmin yapıları üretme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, modellere ait piksel tabanlı tahmin haritaları, yöntemler arasındaki mekânsal benzerliği görsel olarak ortaya koymakta ve tahmin davranışlarının bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

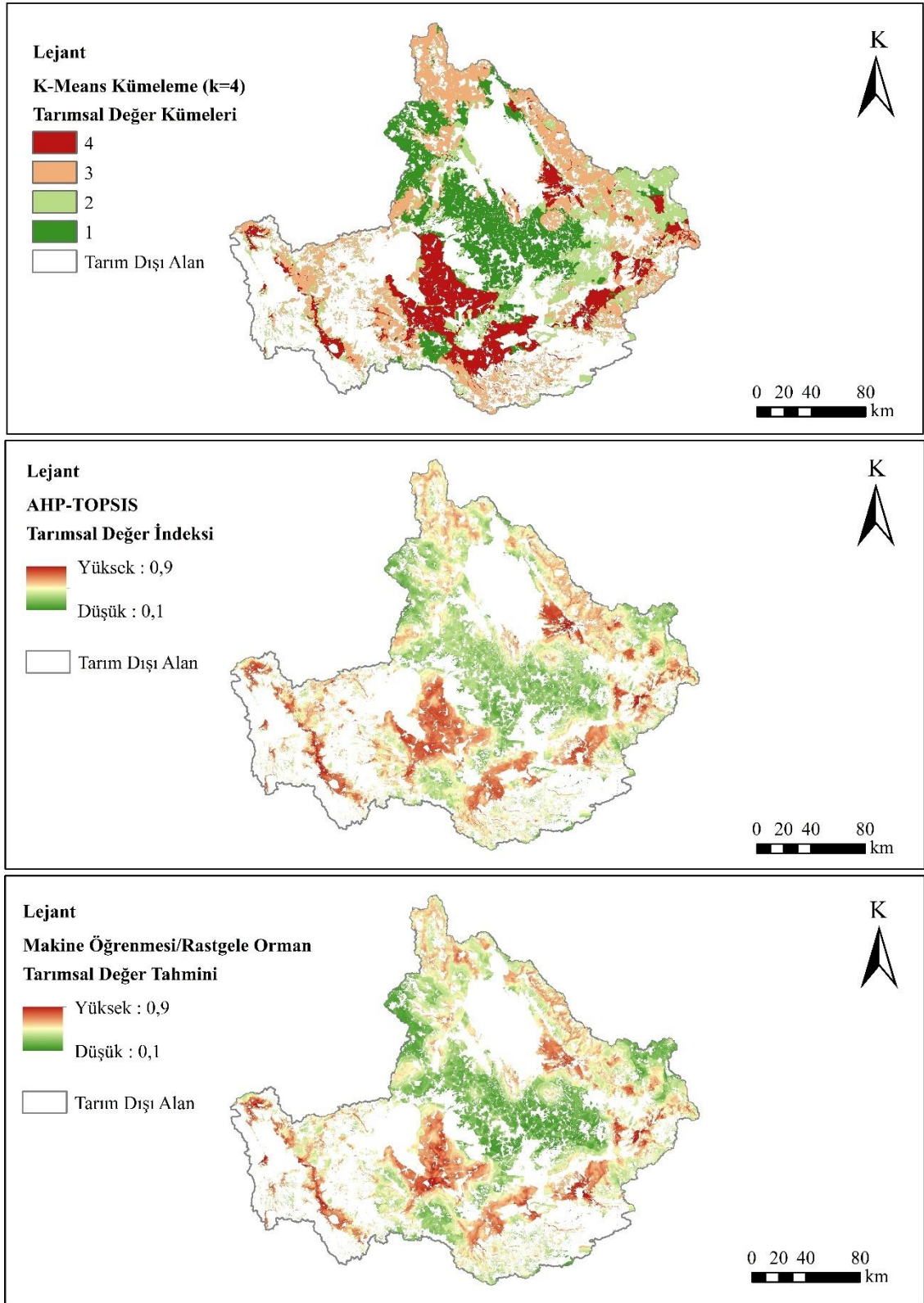
4.8. Yöntemlerin Uyumluluk Analizi

Uzman görüşüne dayalı bir karar verme yöntemi olan AHP-TOPSIS, denetimsiz öğrenme yöntemlerinden K-means kümeleme ve denetimli öğrenme yöntemlerinden RO kullanılarak üretilen tarımsal değer haritaları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.58’de sunulan değer haritaları, her yöntemin oluşturduğu değer dağılımının görsel olarak incelenmesine olanak tanımış ve yöntemler arasındaki benzerlikler ile ayrışan mekânsal desenlerin belirlenmesini sağlamıştır.

K-means kümeleme yöntemiyle elde edilen tarımsal değer kümelerinin mekânsal dağılımı, çalışma alanındaki değer desenlerinin genel yapısını ortaya koymaktadır. Dört kümeli bu yapı, tarımsal değerlerin alansal olarak nasıl farklılaştığını ve bu farklılaşmanın mekânsal örüntülerini göstermesi bakımından, AHP-TOPSIS ve RO yöntemleri ile üretilen sonuçların karşılaştırılması için bir referans çerçevesi sunmaktadır. Bu kapsamda, yöntemler arası karşılaştırmada kümeler dikkate alınmış ve her bir kümeden rastlantısal olarak seçilen 100 örnek veri üzerinden AHP-TOPSIS ve RO sonuçlarının gerçek değerlerle olan uyumu değerlendirilmiştir.

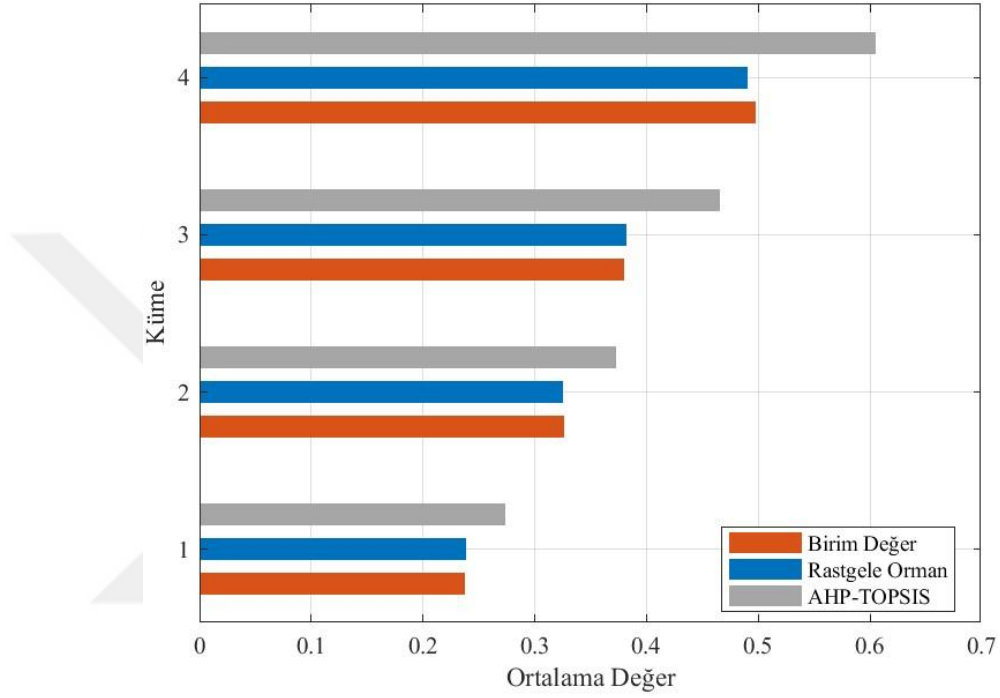
AHP-TOPSIS yönteminde, faktörlerin göreceli önemleri AHP yöntemi ile uzman görüşlerine dayalı olarak belirlenirken, TOPSIS yöntemi bu ağırlıkları kullanarak her bir birimin ideal pozitif ve ideal negatif çözümlere olan göreceli yakınlığını esas alan bir indeks değeri üretmektedir. Bu nedenle AHP-TOPSIS sonuçları, özellikle tarımsal açıdan avantajlı faktörlerin birlikte sağlandığı alanlarda ideal çözüme daha yakın değerler üretme eğilimi göstermektedir. Dolayısıyla elde edilen harita, tarım arazilerinin piyasa değerini doğrudan temsil etmekten ziyade, tanımlanan faktörler çerçevesinde ideal koşullara olan yakınlığı yansıtan göreceli bir uygunluk indeksi niteliği taşımaktadır.

RO modeli, veri seti ve birim değerler kullanılarak eğitilmiş denetimli bir öğrenme yaklaşımı olup, tarımsal değer tahminlerini bu bilgiler üzerinden üretmektedir. Model performansına ilişkin elde edilen $R^2=0,6371$ değeri, RO modelinin çalışma alanındaki tarımsal değer değişiminin açıklayabildiğini göstermektedir. Bu sonuç, birim değer verilerinin heterojen ve değişken yapısı dikkate alındığında, modelin genel değer desenlerini yakalayabildiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda RO yöntemi, tarımsal değerlerin mekânsal dağılımını veri temelli bir yaklaşımla temsil eden tamamlayıcı bir tahmin çerçevesi sunmaktadır.



Şekil 4.58. Yöntemlerin mekânsal karşılaştırılması

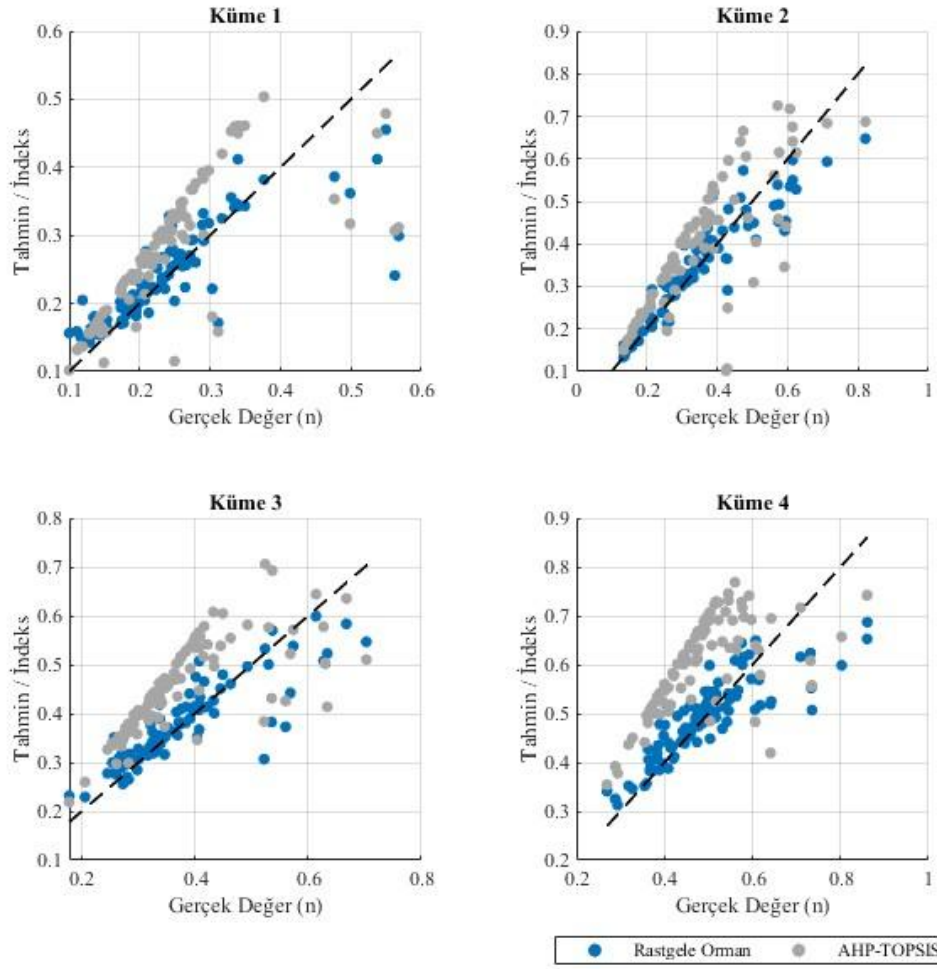
Küme bazlı eğilimi incelemek amacıyla, birim değerler ile AHP-TOPSIS ve RO yöntemleriyle üretilen sonuç haritalarından elde edilen piksel değerleri, K-means kümeleri temelinde karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada, her bir kümeden rastlantısal olarak seçilen 100 örnek veri kullanılmış; söz konusu örnekler üzerinden birim değerler ile AHP-TOPSIS ve RO sonuçlarının ortalama değerleri hesaplanarak Şekil 4.59’da verilen grafik ile sunulmuştur.



Şekil 4.59. Küme bazlı birim değer, AHP-TOPSIS ve RO ortalamaları

Grafik, tüm kümelerde RO ortalamasının birim değer ortalamasına en yakın değerleri ürettiğini, buna karşın AHP-TOPSIS ortalamalarının her bir kümede birim değer üzerinde seyrettiğini göstermektedir. Ayrıca, Küme 1’den Küme 4’e doğru hem birim değer hem de yöntemlere ait ortalama değerlerin kademeli olarak artması, K-means kümelerinin tarımsal değer düzeyleri açısından tutarlı ve anlamlı bir sıralama sunduğunu ortaya koymaktadır. Kümeler arasındaki göreceli farkların tüm yöntemlerde korunması, küme yapısının yöntemlerden bağımsız olarak değer düzeylerini ayırt edici bir çerçeve sunduğunu göstermektedir.

Ayrıca, her bir küme için rastlantısal olarak seçilen 100 örnek veri üzerinden elde edilen AHP-TOPSIS ve RO tahminlerinin birim değerlerle olan dağılımsal ilişkisi Şekil 4.60’da sunulmuştur.



Şekil 4.60. Küme bazlı birim değer, AHP-TOPSIS ve RO dağılımı

Küme bazlı dağılım grafiklerinde, AHP-TOPSIS ve RO yöntemlerine ait tahmin değerlerinin gerçek birim değerlerle olan ilişkisi eşitlik doğrusu referans alınarak incelenmiştir. Tüm kümelerde RO tahminlerinin gerçek değerlere daha yakın ve daha dengeli bir saçılım sergilediği; buna karşılık AHP-TOPSIS sonuçlarının özellikle yüksek değer aralıklarında eşitlik doğrusunun üzerinde yoğunlaşarak yukarı yönlü bir sapma eğilimi gösterdiği görülmektedir. Bu durum, küme bazlı ortalamalar üzerinden elde edilen bulguların dağılım grafikleri tarafından da desteklendiğini göstermektedir.

Sonuç olarak hem küme ortalamaları hem de dağılım grafikleri birlikte değerlendirildiğinde, RO yönteminin tarım arazilerinin değerini birim değerlere daha yakın ve daha dengeli biçimde temsil ettiği, AHP-TOPSIS yaklaşımının ise ideal çözüme yakınlık esasına dayalı yapısı nedeniyle görece olarak daha yüksek indeks değerleri üretme eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

4.9. Tartışma

Çalışmada izlenen çok aşamalı değerlendirme yaklaşımı sonucunda elde edilen bulgular, tarım arazilerinin değerlemesine ilişkin mevcut literatür ışığında değerlendirilmiş ve farklı yöntemlerle elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu çalışmada, tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla faktör analizine başlangıçta 40 faktör dâhil edilmiş ve 12 faktör çıkarılarak analiz sonucunda 28 faktör elde edilmiştir. Elde edilen bu faktörler, arazi özellikleri, konumsal ulaşılabilirlik, sosyal ve iklimsel özellikler ile çevresel riskler olmak üzere dört ana faktör grubu altında toplanmıştır. Literatürde, Hurma (2007) tarafından arazi talebini etkileyen unsurları değerlendirmek amacıyla 16 faktör ile gerçekleştirilen analizde, faktörler arazinin yapısal özellikleri, erişilebilirlik özellikleri, rekreasyonel özellikleri, turizme yönelik özellikleri ve olumsuz çevre özellikleri olmak üzere beş grup altında toplanmıştır. Öztürk Çoşar (2013) ise 11 faktör kullanarak gerçekleştirdiği analiz sonucunda faktörleri verimlilik, pazar, konum, fiziksel, büyüklük ve şekil faktörleri şeklinde altı grup altında sınıflandırmıştır. Benzer şekilde, Başaran (2019) çalışmasında faktör analizine 11 faktör ile başlamış; analiz sonucunda faktörler konum, verimlilik, büyüklük ve fiziksel faktör olmak üzere dört grup altında toplanmış ve nihai olarak 7 faktör elde edilmiştir. Susam (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise analiz 13 faktör ile başlatılmış; faktörler parselin konumu, parselin verimliliği, parselin ulaşım, parselin fiziksel özellikleri ve parselin büyüklüğü olmak üzere beş grup altında toplanmış ve 11 faktör elde edilmiştir. Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, literatürde faktör analizinin çoğunlukla sınırlı sayıda faktör üzerinden yürütüldüğü görülmektedir. Bu çalışmada ise, daha geniş bir faktör setinin analize dâhil edilmesiyle faktör sayısı istatistiksel ölçütler doğrultusunda indirgenmiş ve tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörler bütüncül bir çerçevede ele alınmıştır.

Bu çalışmada, AHP yöntemi kullanılarak 28 faktörün göreceli ağırlıkları belirlenmiş; ağırlık değerleri dikkate alındığında su kaynağına yakınlık, anayola yakınlık ve arazinin sulu ya da kuru olması faktörlerinin tarım arazilerinin değerini etkileyen en yüksek ağırlığa sahip faktörler olduğu belirlenmiştir. Literatürde Karakayacı (2011) tarafından, 7 faktör üzerinden gerçekleştirilen AHP analizinde arazi kullanım kabiliyeti sınıfları en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, Karakayacı (2015) tarafından yürütülen çalışmada yine 7 faktör AHP yöntemiyle değerlendirilmiş ve

yerleşim yerlerinden uzaklık en yüksek ağırlığa sahip faktör olarak öne çıkmıştır. Özdemir (2021) tarafından, 11 faktör kullanılarak gerçekleştirilen analizde arazinin sulama olanaklarının tarım arazilerinin değerini etkileyen en önemli faktör olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, AHP yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda da daha sınırlı sayıda faktörün değerlendirildiği ve en yüksek ağırlığa sahip faktörlerin çalışmadan çalışmaya farklılık gösterdiği görülmektedir. AHP sonuçlarının çalışma alanına özgü koşullara, uzman görüşlerine ve değerlendirilen faktör setinin kapsamına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada kümeleme analizi, tarım arazilerinin değerini etkileyen çok sayıda faktör dikkate alınarak, benzer tarımsal değer düzeyine ve benzer özelliklere sahip arazilerin gruplandırılması amacıyla kullanılmıştır. Literatürde, Hurma (2017) tarafından tarımsal üreticilerin arazi satın alırken dikkate aldıkları faktörler kümeleme analizi ile değerlendirilmiş ve bu faktörlerin iki ana küme altında toplandığı belirlenmiştir. Ertunç vd. (2021) tarafından arazi toplulaştırma projeleri kapsamında geliştirilen çalışmada, farklı kümeleme algoritmaları kullanılarak parsellerin değer düzeylerine göre gruplanabileceği ve kümeleme temelli yaklaşımların arazi değerlendirme sürecinde uygulanabilir bir çerçeve sunduğu ifade edilmiştir.

Ayrıca bu çalışmada, tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörler ile birim değerlerden oluşan veri seti kullanılarak makine öğrenmesi yöntemleri ile piksel bazlı ve mekânsal olarak süreklilik gösteren tarım arazilerinin değer haritaları elde edilmiştir. Literatürde Çınar ve Bünyan Ünel (2022) tarafından Mersin ili Erdemli ilçesinde ve Er vd. (2022) tarafından Mersin ili Mezitli ilçesinde gerçekleştirilen çalışmalarda, tarım arazilerinin değerlemesinde çoklu lineer regresyon ve YSA yöntemleri kullanılmış ve değer haritaları üretilmiştir. Karaduman (2023) tarafından Aksaray ilinde gerçekleştirilen çalışmada da tarım arazilerinin değerlemesinde YSA, yalın değerlendirme ve çoklu lineer regresyon yöntemleri kullanılmıştır.

Bu çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, bu çalışmada makine öğrenmesi yöntemlerinin alan bazlı değerlendirme yaklaşımı ile uygulanması, literatürde yaygın olarak kullanılan parsel temelli yöntemlerden ayrılmaktadır. Bu yönüyle çalışma, tarım arazilerinin değerinin mekânsal süreklilik içinde tahmin edilmesine olanak tanıyan ve alan genelindeki değer değişimlerini daha ayrıntılı şekilde ortaya koyabilen farklı bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, tarım arazilerinin değerini etkileyen araziye özgü özellikler, mekânsal konum ve erişilebilirlik koşulları, iklimsel bileşenler ve çevresel risk unsurlarını bütünleşik bir değerlendirme yapısı içerisinde ele alan, mekânsal temelli ve sürdürülebilirlik odaklı alan bazlı bir tarımsal değerlendirme çerçevesinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çerçevede Konya Kapalı Havzası örneğinde tarım arazilerinin değer farklılıklarını ortaya koyan, havza ölçeğinde karşılaştırılabilir ve haritalanabilir çıktılar üreten bir mekânsal karar destek sistemi oluşturulmuştur.

Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi sürecinde öncelikle kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş, çalışma alanının bölgesel özellikleri dikkate alınmış ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda, arazi değerini etkileyen faktörler gruplandırılarak değerlendirmeye alınmıştır. Belirlenen faktörler, anket yoluyla uzmanlar tarafından değerlendirilmiş ve elde edilen anket verileri kullanılarak faktör analizi uygulanmıştır. Faktör analizi sonucunda, değişkenler arasındaki ilişkiler dikkate alınarak daha az sayıda ve anlamlı faktör yapısı elde edilmiş; bu yapılar altında toplanan faktörlerin kavramsal olarak isimlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen faktörlerin göreceli önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla ikinci bir anket çalışması yürütülmüş ve AHP yöntemi kullanılarak faktörlerin tarım arazilerinin değeri üzerindeki göreceli etkileri belirlenmiştir.

Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlere ait mekânsal veriler çeşitli kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir. Bu veriler, tarım arazisi üzerindeki etkileri dikkate alınarak sınıflandırılmış ve farklı ölçekte üretilmiş veri setlerinin karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla aynı ölçek aralığında normalize edilmiştir. Böylece, tarım arazilerinin değerlemesine yönelik çok faktörlü ve mekânsal bütünlüğü esas alan bütüncül bir veri seti oluşturulmuştur.

Tarım arazilerinin değerinin belirlenmesine yönelik çok kriterli değerlendirme sürecinde, TOPSIS yönteminde yer alan normalizasyon aşaması için doğrusal ölçek dönüşümü yaklaşımı kullanılmıştır. Normalizasyon işleminin ardından, AHP ile belirlenen faktör ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi uygulanmış ve böylece tarım arazilerinin değer dağılımını yansıtan AHP temelli bir tarımsal değer indeksi oluşturulmuştur.

Tarım arazilerinin değerine etkilerine göre sınıflandırılmış faktörlere ait raster veriler kullanılarak K-means kümeleme analizi uygulanmıştır. Bu analiz aracılığıyla, çalışma alanındaki tarım arazileri, tarımsal değer düzeyleri bakımından benzerlik gösteren mekânsal kümeler hâlinde ayrılmıştır. Elde edilen kümeler, havza genelinde tarım arazilerinin değer açısından sergilediği mekânsal farklılaşmayı görünür kılmakta ve tarımsal değer yapısının alansal dağılımına ilişkin bütüncül bir bakış sunmaktadır. Farklı küme sayıları için gerçekleştirilen denemeler sonucunda, tarım arazilerinin değer düzeylerine ilişkin bu mekânsal ayrımı en uygun şekilde temsil eden yapının dört kümeli çözüm olduğu belirlenmiştir.

Tarım arazilerinin değerinin tahminine yönelik makine öğrenmesi uygulamalarında, raster veriler ve birim değerlerden oluşan veri seti kullanılarak modelleme süreci yürütülmüştür. Modelleme sürecinde veri seti eğitim ve test olarak ayrıştırılmış, hiper parametreler optimizasyon ile belirlenmiş ve modellerin başarısı test verileri üzerinden değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, RO yöntemi $R^2 = 0,6371$ değeri ile en başarılı model olmuştur. Elde edilen modeller aracılığıyla, çalışma alanı genelinde tarım arazilerinin değerine ilişkin piksel tabanlı tahminler üretilmiş ve bu tahminler mekânsal süreklilik gösteren değer haritaları hâline dönüştürülmüştür.

Yöntemler birlikte değerlendirildiğinde, AHP-TOPSIS yöntemi, faktör ağırlıklarına dayalı olarak tarım arazilerinin değer düzeylerini ifade eden bir indeks üretirken; kümeleme analizi, tarım arazilerinin değer düzeylerine göre mekânsal olarak nasıl gruplandığını ortaya koymaktadır. Makine öğrenmesi yöntemi ise birim değerlere dayalı tahminler ile tarım arazilerinin değerinin modellenmesine olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle yöntemler, tarım arazilerinin değerinin farklı boyutlarını ele alan ve birlikte değerlendirildiğinde daha bütüncül bir çerçeve sunan tamamlayıcı yaklaşımlar niteliği taşımaktadır.

Bu çerçeve kapsamında gerçekleştirilen uyumluluk analizinde, küme bazlı örnek veri üzerinden elde edilen ortalama değerler ve dağılım grafikleri birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, RO yönteminin tarım arazilerinin değerini birim değerlere daha yakın ve daha dengeli bir dağılım ile temsil ettiğini göstermektedir. Buna karşılık, AHP-TOPSIS yönteminin ideal çözüme yakınlık esasına dayalı yapısı nedeniyle, küme bazında göreceli olarak daha yüksek indeks değerleri üretme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, RO yönteminin birim değerlerle olan uyumluluğunun daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışma ile Konya Kapalı Havzası ölçeğinde tarım arazilerinin alan bazında değer dağılımı mekânsal olarak ortaya konulmuş ve tarım arazilerinin yalnızca ekonomik bir varlık olarak değil, gıda üretimi, arazi yönetimi ve kamusal yarar açısından kritik öneme sahip bir kaynak olarak ele alınmasına imkân tanıyan bütüncül bir değerlendirme altyapısı oluşturulmuştur. Tarım arazileri, kaybedildiğinde kısa ve orta vadede geri kazanılması mümkün olmayan alanlar olup, gıda üretiminin temelini oluşturdukları için gıda güvenliği ile doğrudan ilişkilidir. Bu alanlara yönelik alınan kullanım ve planlama kararları uzun vadeli ve telafisi güç sonuçlar doğurmakta; etkileri yalnızca arazi sahipleriyle sınırlı kalmayarak çevresel dengeyi, kırsal ekonomiyi ve toplumsal refahı da etkilemektedir. Bu nedenle tarım arazileri, bireysel mülkiyet değerinin ötesinde, kamusal önemi bulunan ve stratejik nitelik taşıyan bir doğal kaynak olarak değerlendirilmelidir.

Tarımsal değer haritaları, arazi kullanım kararlarının yalnızca mevcut durum üzerinden değil, alanların sahip olduğu potansiyel değer farklılıkları dikkate alınarak şekillendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu haritalar, tarım arazilerinin korunması gereken alanlar ile kontrollü kullanım ve planlama kararlarının önceliklendirilmesi gereken alanların mekânsal olarak ayırt edilmesini sağlayarak, arazi kullanım planlamalarında daha nesnel ve şeffaf karar süreçlerine katkı sunmaktadır. Özellikle tarım dışı kullanım baskısı altında bulunan alanlarda, tarımsal değer mekânsal olarak ortaya konulması, kalıcı etkiler doğurabilecek arazi kullanım kararlarının önüne geçilmesi açısından önemli bir araç niteliği taşımaktadır.

Ayrıca, tarımsal değer haritaları, tarımsal üretim politikalarının geliştirilmesi, destekleme ve teşvik mekanizmalarının mekânsal olarak hedeflenmesi ve tarımsal yatırımların yönlendirilmesi süreçlerinde de kullanılabilecek nitelikte bilgi üretmektedir. Tarım arazilerinin değer düzeylerine göre sınıflandırılması, sulama, altyapı, toplulaştırma ve arazi iyileştirme gibi uygulamaların hangi alanlarda öncelikli olarak ele alınması gerektiğine ilişkin kararların bilimsel temellere dayandırılmasına imkân tanımaktadır. Bu yönüyle çalışma, tarımsal değer bilgisinin yalnızca bir analiz çıktısı olmaktan çıkarılarak, uygulamaya ve yönetime entegre edilebilir bir karar destek aracına dönüştürülmesini sağlamaktadır. Havza ölçeğinde elde edilen alan bazlı değer dağılımları, merkezi ve yerel yönetimler tarafından yürütülen arazi kullanım planları, tarımsal koruma politikaları ve kırsal kalkınma stratejileri için referans niteliğinde bir bilgi altyapısı oluşturmaktadır.

Bununla birlikte, çalışmada geliştirilen metodolojik çerçevenin farklı havzalarda uygulanabilirliği, havzalar arası fiziksel, çevresel ve sosyoekonomik koşullardaki farklılıklara bağlı olarak değerlendirilmelidir. İklimsel özellikler, hidrolojik yapı,

topoğrafya, toprak özellikleri ve tarımsal üretim desenleri gibi bileşenler, tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin etki düzeylerini ve göreceli önemlerini havzaya özgü biçimde değiştirebilmektedir. Bu nedenle, yöntemin farklı havzalara uyarlanması durumunda faktör setinin ilgili havzanın özellikleri doğrultusunda yeniden ele alınması, faktör ağırlıklarının güncellenmesi ve makine öğrenmesi modellerinin havzaya özgü verilerle yeniden eğitilmesi gerekmektedir. Bu yönüyle çalışma, farklı havzalar için doğrudan genellenebilir sonuçlar sunmaktan ziyade, uyarlanabilir ve geliştirilebilir bir metodolojik çerçeve ortaya koymaktadır.

Çalışma kapsamında geliştirilen alan bazlı tarımsal değerlendirme yaklaşımı, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) içerisinde yer alan SKA 2-Açlığa Son amacında yer alan sürdürülebilir gıda üretimi ve dayanıklı tarım uygulamaları ile SKA 12-Sorumlu Üretim ve Tüketim amacında yer alan doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve etkin kullanımı hedefleriyle doğrudan ilişkilidir. Tarım arazilerinin değer düzeylerinin mekânsal olarak ortaya konulması, sürdürülebilir gıda üretim sistemlerinin güvence altına alınmasına ve üretim potansiyelinin uzun vadede korunmasına yönelik planlama ve karar süreçlerini desteklemektedir. Alan bazlı değer dağılımlarının belirlenmesi, tarımsal üretimin iklim değişikliği, kuraklık ve çevresel baskılar karşısında dayanıklılığının artırılmasına yönelik uygulamaların hangi alanlarda öncelikli olarak ele alınması gerektiğine ilişkin bir temel sunmaktadır. Ayrıca, SKA 15-Karasal Yaşam amacı kapsamında tanımlanan ekosistem ve biyoçeşitlilik değerlerinin idari planlama süreçlerine entegre edilmesi hedefi ile de ilişkilidir. Tarımsal değer haritaları, arazi kullanım ve kalkınma kararlarının çevresel duyarlılık ve ekosistem bütünlüğü gözetilerek ele alınmasına katkı sunan mekânsal bir karar destek aracı niteliği taşımaktadır.

Sonuç olarak bu tez, tarım arazilerinin değerlemesine ilişkin çalışmaları, alan bazlı ve mekânsal bütünlüğü esas alan çok boyutlu bir değerlendirme çerçevesi içerisinde ele alarak literatüre metodolojik bir katkı sunmaktadır. Tarım arazilerinin değerinin havza ölçeğinde mekânsal dağılımının ortaya konulması; çok kriterli karar verme, kümeleme ve makine öğrenmesi yöntemlerinin birlikte değerlendirilmesine imkân tanıyan bütüncül bir yapı ortaya koymuştur. Geliştirilen yaklaşım, tarım arazilerinin değerlemesinde mekânsal karar destek sistemlerinin kullanımına yönelik kuramsal ve uygulamalı çalışmalara referans teşkil edebilecek nitelikte olup, farklı çalışma alanları ve ölçeklerde uygulanabilir ve geliştirilebilir bir metodolojik çerçeve sunmaktadır.

5.2. Öneriler

Bu çalışma kapsamında geliştirilen alan bazlı ve mekânsal temelli tarımsal değerlendirme yaklaşımının, tarım arazilerinin korunması ve planlı kullanımına yönelik karar süreçlerinde destekleyici bir araç olarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Üretilen tarımsal değer haritaları, özellikle arazi kullanım planlaması, tarım dışı kullanım baskılarının yönetilmesi ve tarımsal üretim alanlarının önceliklendirilmesi süreçlerinde kamu kurumları ve yerel yönetimler tarafından kullanılabilecek nitelikte bir bilgi altyapısı sunmaktadır.

Gelecek çalışmalarda, tarım arazilerinin değerlemesine yönelik bu yaklaşımın farklı havza ve bölge ölçeklerinde uyarlanarak alan bazlı tarımsal değer haritalarının üretilmesi ve elde edilen sonuçların karşılaştırılması, yöntemin genellenebilirliğinin ve farklı mekânsal bağlamlarda uygulanabilirliğinin değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu tür karşılaştırmalı uygulamalar, farklı bölgelerde tarım arazilerinin değerini belirleyen faktörlerin benzerlik ve farklılıklarının ortaya konulmasına olanak tanıyarak, değer-mekân ilişkilerinin daha açık şekilde anlaşılmasına katkı sunabilir.

Ayrıca farklı dönemlere ait verilerin analize dâhil edilmesi yoluyla tarım arazilerinin değerindeki zamansal değişimin incelenmesi, değerlerin yalnızca mekânsal dağılımını değil, aynı zamanda zaman içerisindeki dönüşümünü de ortaya koymaya imkân sağlayacaktır. Bu tür bir yaklaşım, tarım arazilerinin değerinin kısa vadeli dalgalanmalardan ziyade uzun vadeli eğilimler çerçevesinde değerlendirilmesini mümkün kılarak, değer dinamiklerinin daha bütüncül şekilde anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen alan bazlı tarımsal değerlendirme yaklaşımının, farklı planlama senaryolarının değerlendirilmesi ve alternatif arazi kullanım kararlarının karşılaştırılması süreçlerinde analitik bir çerçeve olarak kullanılması önerilmektedir.

Bununla birlikte, bu çalışmada ortaya konulan bütüncül metodolojik yaklaşımın, karar vericiler ve uygulayıcı kurumlar için coğrafi bilgi sistemi tabanlı karar destek araçları hâline dönüştürülmesi, yöntemin uygulama alanını genişletecektir. Tarımsal değer bilgisinin sayısal haritalar ve senaryo temelli değerlendirmeler aracılığıyla sunulması, arazi yönetimi ve planlama süreçlerinde şeffaflığı ve izlenebilirliği artırırken, sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilmesi ve doğal kaynakların etkin yönetimine yönelik karar süreçlerinde tamamlayıcı bir araç olarak kullanılmasına imkân tanıyacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abay, E. (2021). Covid-19 uygulamaları örneği ile büyük nüfuslarda örnek hacmi ve küçük olasılıklar. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(COVID-19 ÖZEL SAYISI), 16-25.
- Ağızcan, K., Bayramoğlu, Z., ve Amrı, H. I. B. F. (2023, Mart 13-15). *Deprem felaketinin tarımsal üretim ve pazarlaması üzerine etkilerinin tartışılması* [Konferans Sunumu Tam Metin]. 2. International Conference on Sustainable Ecological Agriculture, Konya. <http://second.icseac.com/pbook2023.pdf>
- Akbay, C. (2020). Afşin-Elbistan Ovası'nda sulu ve kuru tarla arazilerde kapitalizasyon oranı ve arazi değerlerinin tespiti. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(2), 147-156. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.614757>
- Akıncı, H., Yavuz Özalp, A., Özalp, M., ve Turgut, B. (2015, Mart 25-28). *Büyük barajların tarım arazileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve Artvin'de CBS ve AHP yöntemi kullanılarak alternatif tarım arazilerinin belirlenmesi* [Konferans Sunumu Tam Metin].15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Akıncı, M., ve Yıldırım, F. (2024). Madencilik kaynaklı çevresel bozulmayı ekososyal çalışma bağlamında değerlendirmek. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 177-188. <https://doi.org/10.55109/tushad.1597814>
- Aksu, B. (2017). *Tarımsal arazi satış fiyatını etkileyen faktörlerin analizi: Manisa ili Kırkağaç ilçesi örneği*, [Yüksek Lisans]. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aktaş, A. R. (2000). *Tokat ili Niksar ovası tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Alkan, T., ve Durduran, S. S. (2021). Turizm kentlerinde taşınmaz değerlemenin CBS ve AHP yöntemi yardımıyla incelenmesi: Alanya kenti örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 178-187. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.760816>
- Alkaya, A., ve Alkaş, C. (2021). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre kümeleme analizi sınıflaması. *Sosyal Güvence*, 19, 427-474. <https://doi.org/10.21441/sosyalguvence.1050881>
- Altay Açar, Ş. (2021). Görüntüdeki farklı nesneyi renk ve şekil özelliklerini kullanarak tespit etme. *Teknik Bilimler Dergisi*, 11(2), 1-7. <https://doi.org/10.35354/tbed.815317>
- Altınar, F. (2024). Balıkesir katı atık düzenli depolama tesisinin irdelenmesi. *Kent Akademisi*, 17(1), 72-87. <https://doi.org/10.35674/kent.1262413>
- Altun, Ö. (2022). Yapay zekâ yöntemleriyle hazine taşınmazlarının değerlemesi: yapay sinir ağları ile kamu konutları üzerine bir uygulama. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 4(2), 62-73. <https://doi.org/10.51765/tayod.1133588>

- Altun, S., ve Talu, M. F. (2021). Derin sinir ağıları için hiperparametre metodlarının ve kitlerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 12(2), 187-199. <https://doi.org/10.24012/dumf.767700>
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., ve Yıldırım, E. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri SPSS uygulamalı*. Sakarya Yayıncılık.
- Alzaghouli, E., Al-Zoubi, M. B., Obiedat, R., ve Alzaghouli, F. (2021). Applying machine learning to DEM raster images. *Technologies*, 9(4), 87. <https://doi.org/10.3390/technologies9040087>
- Amirtaimoori, S. (2018). Estimation of agricultural lands value using the hedonic method: A case study in Orzou'ie County (Persian). *Journal of Rural Research*, 8(4), 663-678. <https://doi.org/10.22059/jrur.2017.223937.1040>
- Anyiam, K. H., Nwaiwu, I. U. O., Obi-Nwandikom, C. O., ve Ibeagwa, O. B. (2021). Determinants of farmland value in Imo State, Nigeria. *International Journal of Life Sciences*, 10(1), 21-27.
- Arıbaş, M., ve Özcan, U. (2016). Akademik araştırma projelerinin AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 19(2), 163-173.
- Arıkan, R. (2013). *Anketler ve anket soruları*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Arslan, H., Ayyıldız Turan, N., Ersin Temizel, K., Kuleyin, A., Sait Kiremit, M., Güngör, A., ve Yıldız Özgül, H. (2022). Evaluation of heavy metal contamination and pollution indices through geostatistical methods in groundwater in Bafra Plain, Turkey. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19, 8385-8396. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03713-4>
- Arslankaya, S., ve Göraltay, K. (2019). *Çok kriterli karar verme yöntemlerinde güncel yaklaşımlar*. Iksad Publications.
- Asiama, K. O., Bennett, R., Zevenbergen, J., ve Asiama, S. O. (2018). Land valuation in support of responsible land consolidation on Ghana's rural customary lands. *Survey Review*, 50(361), 288-300. <https://doi.org/10.1080/00396265.2018.1467672>
- Aslan, İ. (2002). *Tokat ili Artova ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının tespiti üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aslantaş, M. K. (2025). *Tabakalı zeminlere oturan ring (halka) temellerde taşıma gücünün laboratuvar deneyleri ve makine öğrenme yöntemleriyle analizi*, [Doktora]. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aslanyürek, M., ve Altan, M. (2021). Kümeleme performansını ölçmek için yeni bir yöntem ve metin kümeleme için değerlendirmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 53-65. <https://doi.org/10.31590/ejosat.932938>
- Ataman, S. (2022). *Tarım arazilerinin değerinde sosyo-ekonomik gelişmişliğin etkisi üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Atıcı, K. B., ve Ulucan, A. (2009). Enerji projelerinin değerlendirilmesi sürecinde çok kriterli karar verme yaklaşımları ve Türkiye uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 161-186.
- Avcı, İ. (2010). *Tokat ili Pazar ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon oranı tespiti üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Awasthi, M. K. (2014). Socioeconomic determinants of farmland value in India. *Land Use Policy*, 39, 78-83. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.04.002>
- Aydın, E. E. (2023). *Konya ili Karatay ilçesi tarım arazilerinde atık su kirliliğinin değerlendirilmesi*, [Yüksek Lisans]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aydın, H. (2007). *Zile Ovası tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının tesbiti üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aydın, M. A. (2025). Telekomünikasyon sektöründe müşteri kaybı tahmini için açıklanabilir makine öğrenmesi. *EMO Bilimsel Dergi*, 15(2), 71-79.
- Aydın, N., ve Seven, A. N. (2015). İl nüfus ve vatandaşlık müdürlüklerinin iş yoğunluğuna göre hibrid kümeleme ile sınıflandırılması. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(2), 181-201.
- Ayers, R. S., ve Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture (C. 29)*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Aygün Filiz, H. G. (2021). *Şehirleşmenin tarım arazilerinin değerine etkisi: Antalya ili örneği*, [Yüksek Lisans]. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 231-274.
- Bastian, C. T., McLeod, D. M., Germino, M. J., Reiners, W. A., ve Blasko, B. J. (2002). Environmental amenities and agricultural land values: a hedonic model using geographic information systems data. *Ecological Economics*, 40(3), 337-349.
- Başaran, C. (2019). *Kentsel saçaklanmanın tarım arazisi piyasasına etkilerinin analizi: Aydın ili Efeler ilçesi örneği*, [Yüksek Lisans]. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başer, U. (2015). *Samsun ili Ladik ilçesinde arazi fiyatını etkileyen faktörlerin belirlenmesi*, [Yüksek Lisans]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başer, U., Kılıç, O., ve Abacı, H. S. (2019). Arazi fiyatını etkileyen faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkilerinin Path Analizi ile belirlenmesi: Samsun ili Ladik ilçesi örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 50-56. <https://doi.org/10.19159/tutad.450622>

- Baştürk, A. (2011). *Samsun ili Lâdik ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının saptanması üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Batarseh, M., Imreizeeq, E., Tilev, S., Al Alaween, M., Suleiman, W., Al Remeithi, A. M., Al Tamimi, M. K., ve Al Alawneh, M. (2021). Assessment of groundwater quality for irrigation in the arid regions using irrigation water quality index (IWQI) and GIS-Zoning maps: Case study from Abu. *Groundwater for Sustainable Development*, 14, 100611. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100611>
- Bayındır, B. (2018). *Enerji nakil hattı kamulaştırmalarında; değer tespiti ve karşılaşılan sorunlar*, [Yüksek Lisans]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bayramoğlu, Z., ve Özdemir, S. (2021). Analysis of factors affecting the value of agricultural lands: the case of Evren district of Ankara province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(5), 848-854. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i5.848-854.4266>
- Bayramoğlu, Z., Bozdemir Akçıl, M., ve Hilal, W. (2023, Mart 13-15). *Doğal afetlerin demografik yapı ve tarımsal işgücü üzerine etkileri* [Konferans Sunumu Tam Metin]. 2. International Conference on Sustainable Ecological Agriculture, Konya. <http://second.icseac.com/pbook2023.pdf>
- Becker, K., Schulz, C., Kaus, S., Seiwert, M., ve Seifert, B. (2003). *German Environmental Survey 1998 (GerES III): environmental pollutants in the urine of the German population*. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 206(1), 15-24. <https://doi.org/10.1078/1438-4639-00188>
- Beyzatlar, M. A. (2021). *Türkiye’de demiryolu taşımacılığı ve altyapısının demografik etkileri*. *Kent Akademisi*, 14(4), 1203-1218. <https://doi.org/10.35674/kent.974815>
- Bhuiyan, M. A. H., Islam, M. A., Dampare, S. B., Parvez, L., ve Suzuki, S. (2010). Evaluation of hazardous metal pollution in irrigation and drinking water systems in the vicinity of a coal mine area of northwestern Bangladesh. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1-3), 1065-1077. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.03.114>
- Bişen, S. (2010). *Uluslararası sermaye yatırımlarının gelişmekte olan ülkelerin bankacılık sektörüne etkisi, Türkiye örneği*, [Doktora]. Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bilgilioglu, S. S., ve Bilgilioglu, H. (2023). Aksaray ili obruk duyarlılık haritasının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemleri ile oluşturulması. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 612-625. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.1222497>
- Borchers, A., Ifft, J., ve Kuethe, T. (2014). Linking the price of agricultural land to use values and amenities. *American Journal of Agricultural Economics*, 96(5), 1307-1320. <https://doi.org/10.1093/ajae/aau041>
- Bozdağ, A. (2015). Combining AHP with GIS for assessment of irrigation water quality in Çumra irrigation district (Konya), Central Anatolia, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 73, 8217-8236. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3972-4>

- Bozdağ, A., Yavuz, F., ve Günay, A. S. (2016). AHP and GIS based land suitability analysis for Cihanbeyli (Turkey) County. *Environmental Earth Sciences*, 75, 813. <https://doi.org/10.1007/S12665-016-5558-9>
- Bünyan Ünel, F. (2017). *Taşınmaz değerlendirme kriterlerine yönelik coğrafi veri modelinin geliştirilmesi*, [Doktora]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 32(32), 470-483.
- Canbaz, O., Duran, Z., ve Efe, A. (2025). Sürdürülebilir su kaynaklarının korunmasına yönelik madencilik faaliyetlerinde alınacak önlemler: Sivas kuzeyi örnek bir çalışma. *Teknik Meslek Yüksekokulları Akademik Araştırma Dergisi*, 4(1), 21-30.
- Cao, X., Wei, C., ve Xie, D. (2021). Evaluation of scale management suitability based on the entropy-TOPSIS method. *Land*, 10(4), 416. <https://doi.org/10.3390/land10040416>
- Catell, R. B. (1978). *The scientific use of factor analysis*. New york: Plenum.
- Chakraborty, S., ve Yeh, C. H. (2009). A simulation comparison of normalization procedures for TOPSIS. *International Conference on Computers & Industrial Engineering*, 1815-1820. <https://doi.org/10.1109/iccie.2009.5223811>
- Chen, L., Rejesus, R. M., Aglasan, S., Hagen, S., ve Salas, W. (2023). The impact of no-till on agricultural land values in the United States Midwest. *American Journal of Agricultural Economics*, 105(3), 760-783. <https://doi.org/10.1111/ajae.12338>
- Choumert, J., ve Phélinas, P. (2015). Determinants of agricultural land values in Argentina. *Ecological Economics*, 110, 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.12.024>
- Córdoba, M., Carranza, J. P., Piumetto, M., Monzani, F., ve Balzarini, M. (2021). A spatially based quantile regression forest model for mapping rural land values. *Journal of Environmental Management*, 289, 112509. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112509>
- Çağlar, B. (2018). *Mekansal verilerin kümeleme analizi ile değerlendirilmesi*, [Yüksek Lisans]. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çağlıyan, A., ve Bozkurt Yıldız, A. (2013). Türkiye’de demiryolu güzergâhları jeomorfoloji ilişkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 28, 466-486.
- Çalık, Ü. (2024). Destek vektör regresyonu yaklaşımı ile istinat duvarı tasarım parametrelerinin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 39(3), 1759-1770. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.994823>
- Çelik, S., ve Özdemir, D. (2023). Rastgele orman regresyon algoritması ile bitcoin fiyat tahmini. *Journal of Scientific Reports-B*, 008, 55-64.

- Çıg, F., ve Toprak, Ç. C. (2023, Şubat 27-28). *Buğday üretimi üzerinde depremlerin etkileri* [Konferans Sunumu Tam Metin]. 4. International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress, Adana.
- Çınar, G., Altınok, A. C., Özcan, H., ve Aslan, F. (2018, Ağustos 25-26). *Aydın ilinde tarımsal arazi değerini etkileyen faktörlerin hedonik fiyatlandırma modeli ile tahmin edilmesi* [Konferans Sunumu Tam Metin]. Ahtamara I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, Van.
- Çınar, S., ve Bünyan Ünel, F. (2022). 2/B orman vasfını yitirmiş araziden tarım arazisine dönüşen taşınmazların toplu değerlemesi. *Geomatik*, 7(2), 112-127. <https://doi.org/10.29128/geomatik.900457>
- Çiftçi, N. (1991). Konya-Çumra Ovası'nda sulamaya açılmakta olan bazı arazilerin drenaj sorunları ile dren kriterlerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2), 17-30.
- Çolak, B., Durdağ, Z., ve Erdoğan, P. (2016). K-means algoritması ile otomatik kümeleme. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 3(2), 315-323. <https://doi.org/10.31202/ecjse.264195>
- Çolakoglu, Ö. M., ve Büyükekşi, C. (2014). Açımlayıcı faktör analiz sürecini etkileyen unsurların değerlendirilmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 58-64.
- Çökeliç, S. (2023). *Konya ili Meram ilçesindeki tarım arazileri üzerinde imar uygulamalarının etkileri*, [Yüksek Lisans]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çöp, E. (2022). *Faktör analizi ve kümeleme analizinin karşılaştırılması: Teori ve uygulama*, [Yüksek Lisans]. İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dağdemir, V., Aşkan, E., Demir, O., ve Tercan, S. (2018). Ağrı ili Merkez ilçe tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 33(2), 133-139. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.384530>
- Dalbudak, E., ve Rençber, Ö. F. (2022). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine literatür incelemesi. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-17. <https://doi.org/10.55769/gauniibf.1068692>
- Delbecq, B. A., Kuethe, T. H., ve Borchers, A. M. (2014). Identifying the extent of the urban fringe and its impact on agricultural land values. *Land Economics*, 90(4), 587-600. <https://doi.org/10.3368/le.90.4.587>
- Demetriou, D. (2016). The assessment of land valuation in land consolidation schemes: The need for a new land valuation framework. *Land Use Policy*, 54, 487-498. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.008>
- Demetriou, D. (2018). Automating the land valuation process carried out in land consolidation schemes. *Land Use Policy*, 75, 21-32. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.049>

- Demir, E. C. (2023). *Türkiye'deki katı atık depolama alanlarının durumu ve depolimerizasyon sistemlerinin uygulanabilirliği*, [Yüksek Lisans]. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demir, M., Yıldız, N. D., Bulut, Y., Yılmaz, S., ve Özer, S. (2011). Alan kullanım planlamasında potansiyel tarım alanlarının ölçütlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemi ile belirlenmesi (Ispir Örneği). *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(3), 77-86.
- Demirağ Turan, İ. (2021). Spatio analysis of soil quality assessment in semi-arid ecosystem using a minimum data set. *Eurasian Journal of Soil Science*, 10(3), 222-235. <https://doi.org/10.18393/ejss.912986>
- Diler, S., ve Demir, Y. (2024). Çoklu doğrusal bağlantı olması durumunda veri madenciliği algoritmaları performanslarının karşılaştırılması. *Nicel Bilimler Dergisi*, 6(1), 40-67. <https://doi.org/10.51541/nicel.1371834>
- Dirgasova, K., Bandlerova, A., ve Lazikova, J. (2017). Factors affecting the price of agricultural land in Slovakia. *Journal of Central European Agriculture*, 18(2), 291-304. <https://doi.org/10.5513/jcea01/18.2.1901>
- Dogan, O., Bande, N., Genç, Y., ve Akyon, F. C. (2022). Keçiören/Ankara özelinde konut rayiç değerlerinin yapay sinir ağları metodu kullanılarak tahmini. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 35, 113-128. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.941952>
- Doğan, O., Narin, S., Genç, Y., Bande, N., ve Odacıoğlu, O. G. (2024). Konut değerlendirme tahmininde yapay sinir ağları ve çoklu regresyon analizi yöntemlerinin kıyaslanması: Yenimahalle/Ankara örneği. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 6(1), 21-31. <https://doi.org/10.51765/tayod.1384421>
- DSİ. (2017). Konya Kapalı Havzası Master Planı.
- Engindeniz, S. (2001). Beydağ Barajı göl alanında kalan tarım arazilerinin kamulaştırılmasında kullanılabilecek kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 38(2-3), 95-102.
- Engindeniz, S. (2003). The valuation of orchards: A case study for fig orchards in Turkey. *International Journal of Strategic Property Management*, 7(4), 155-161.
- Engindeniz, S. (2007). Meyve arazilerinde gelir yöntemine göre değer takdiri: Antepfıstığı örneği. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 44(3), 75-87.
- Engindeniz, S., Yercan, M., ve Adanacioglu, H. (2010). The valuation of olive orchards: A case study for Turkey. *Journal of Applied Horticulture*, 12(1), 81-84.
- Er, B., Kurugöllü, S., ve Bünyan Ünel, F. (2022). 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. <https://doi.org/10.56130/tucbis.898579>

- Erciyes, A. H., Atasoy, T., Tursun, A., ve Canaz Sevgen, S. (2025). Learning the value of place: Machine learning models for real estate appraisal in İstanbul's diverse urban landscape. *Buildings*, 15(15), 2773. <https://doi.org/10.3390/buildings15152773>
- Erdogan, Ö., Çabuk, A., Memlük, Y., ve Perçin, H. (2015). Ekolojik alan kullanım kararlarına uygun tarım alanlarının AHP yöntemi kullanılarak Kütahya kenti örneğinde irdelenmesi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2), 1-16. <https://doi.org/10.15659/hartek.15.06.63>
- Erdoğan Bayram, S. (2017). Katı atıkların geriye kazanımı ve tarımsal kullanım olanakları. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 10(2), 62-65.
- Erdurak, Y. (2025). Sosyal hizmetlerde veri temelli müdahale olanakları: evde bakım hizmeti alan bireylerin k-means algoritması ile kümelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 34(Uygarlığın Dönüşümü: Yapay Zekâ), 417-437. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.1696675>
- Ereeş, E. (2010). *İzmir'in Menderes ilçesindeki seraların değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erkılıç, C. E. (2021). Hastane hizmetleri sektörünün CRITIC temelli TOPSIS yöntemi ile finansal performansının değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 46, 63-84. <https://doi.org/10.30794/pausbed.865686>
- Ertaş, M. (2014, Haziran 16-21). *Using bare valuation method in valuation of rural area*. [Konferans Sunumu Tam Metin]. FIG Congress, Kuala Lumpur, Malezya.
- Ertunç, E., Karkınlı, A. E., ve Bozdağ, A. (2021). A clustering-based approach to land valuation in land consolidation projects. *Land Use Policy*, 111, 105739. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105739>
- Ertunç, E., ve Uyan, M. (2022). Land valuation with Best Worst Method in land consolidation projects. *Land Use Policy*, 122, 106360. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106360>
- Everest, T., Sungur, A., ve Özcan, H. (2020). MEDALUS yöntemi kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi toprak kalite indeksinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(1), 120-131. <https://doi.org/10.30910/turkjans.680030>
- Fıratlı, İ. (2022). *Kentsel saçaklanmanın tarım arazilerinin amaç dışı kullanımına etkileri: Şanlıurfa ili örneği*, [Yüksek Lisans]. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- García-Melón, M., Ferrís-Oñate, J., Aznar-Bellver, J., Aragonés-Beltrán, P., ve Poveda-Bautista, R. (2008). Farmland appraisal based on the analytic network process. *Journal of Global Optimization*, 42, 143-155. <https://doi.org/10.1007/s10898-007-9235-0>

- Genc, N., Colak, H. E., ve Ozbilgin, F. (2025). Spatial performance approach to machine learning algorithms: a GIS-based comparison analysis for real estate valuation. *Transactions in GIS*, 29, e13303. <https://doi.org/10.1111/tgis.13303>
- Gorsuch, R. L. (1974). *Factor analysis*. Philadelphia: Saunders.
- Guadagnoli, E., ve Velicer, W. F. (1988). Relation of sample size to the stability of component patterns. *Psychological Bulletin*, 103(2), 265-275. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.2.265>
- Guilford, J. P. (1954). *Psychometric methods (2nd ed.)*. McGraw-Hill.
- Guillén-Mena, V., Quesada-Molina, F., Astudillo-Cordero, S., Lema, M., ve Ortiz-Fernández, J. (2023). Lessons learned from a study based on the AHP method for the assessment of sustainability in neighborhoods. *MethodsX*, 11, 102440. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102440>
- Güler, H., Ulaş, M., ve Açıkgenç Ulaş, M. (2025). Efektif kendiliğinden yerleşen hafif beton dayanımı tahmini için farklı makine öğrenmesi algoritmalarının karşılıklı değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 37(1), 251-261. <https://doi.org/10.35234/fumbd.1552422>
- Gümüş, M. G., ve Durduran, S. S. (2020). Sürdürülebilir arazi yönetiminde optimal tarım arazilerinin belirlenebilmesi için çok kriterli karar destek sistemlerinin kullanımı: Beyşehir-Kaşaklı alt havzası örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(2), 883-897. <https://doi.org/10.28948/ngmuh.719391>
- Gündoğmuş, M. E. (2024). Mersin ili Anamur ilçesi muz bahçelerinde kapitalizasyon oranı, birim satış fiyatları ve değer takdirlerinin zaman içindeki değişimi. *AgriTR Science*, 6(2), 94-104.
- Gündoğmuş, M. E., ve Taşçı, M. (2017). Hünnap (*Zizyphus jujube* mill.) bahçelerinde gelir yöntemine göre değerlendirme: Denizli ili Çivril ilçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 42-53.
- Gündoğmuş, M. E., ve Uyar, T. (2016). Kestane bahçelerinde gelir yöntemine göre değerlendirme: Aydın ili Nazilli ilçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 107-117.
- Güneş, P. (2021). *Kentsel büyüme, yayılma ve kentsel saçaklanma ile gayrimenkul piyasası ilişkilerinin değerlendirilmesi: Ankara ili Alacaatlı, Bağlıca ve Dodurga mahalle örnekleri*, [Yüksek Lisans]. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güney Timurlenk, V. (2022). *Tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti üzerine bir araştırma: Erzurum ili Pasinler ilçesi örneği*, [Yüksek Lisans]. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gür, Y. E., ve Eşidir, K. A. (2024). Türkiye hurda demir çelik ithalatının gelecek değerlerinin derin öğrenme, makine öğrenmesi ve topluluk öğrenme yöntemleri ile öngörülmesi. *Alanya Academic Review*, 8(3), 885-908. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1497646>

- Gürbüz, S., Aydın, B. O., ve Karakoç, E. (2024). Etkili anket hazırlama. M. İnce ve M. C. Koçak (Ed.), *Örneklerle Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri* (s. 65-86). Akademisyen Kitabevi.
- Hassan, A. M., Ersoy, A. F., ve Turan, N. A. (2021). Assessment of heavy metal (loid) s in groundwater by multivariate statistical analysis and metals pollution indices: a case study of Çarşamba coastal aquifer, *North. Arabian Journal of Geosciences*, 14, 2658. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-09007-w>
- Hazer, A., Bozdağ, A., ve Atasever, Ü. H. (2024). Hiper-optimize edilmiş makine öğrenim teknikleri ile taşınmaz değerlendirilmesi, Yozgat Kenti örneği. *Geomatik*, 9(3), 299-312. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1454915>
- Huang, H., Miller, G. Y., Sherrick, B. J., ve Gómez, M. I. (2006). Factors influencing Illinois farmland values. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(2), 458-470. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00871.x>
- Hurma, H. (2000). *Tekirdağ ilinde bulunan tarımsal arazilerde karşılaşılan değer biçme sorunları üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hurma, H. (2007). *Çevre kalitesinin tarımsal arazi değeri üzerine etkilerinin analizi: Trakya örneği*, [Doktora]. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hwang, C. L., ve Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. İçinde *Multiple Attribute Decision Making. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, (C. 186). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
- IAAO. (2013). Standard on Ratio Studies.
- İlhan, A. T., ve Öz, S. (2020). Yapay sinir ağlarının gayrimenkullerin toplu değerlendirmede uygulanabilirliği: Gölbaşı ilçesi örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 160-188.
- İnan, O. (2017). *Ceviz bahçelerine gelir yöntemine göre değer biçilmesi: İstanbul ili Silivri ilçesi örneği*, [Yüksek Lisans]. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İncir, S. (2015). *Tokat ili Çevreli beldesi tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kalyoncu, Ö. (2018). *Tarla arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti üzerine bir araştırma: Bayburt ili merkez ilçe örneği*, [Yüksek Lisans]. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Budak, İ., ve Dağ, O. (2015). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile yaşanabilir illerin sıralanması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 33, 215-228. <https://doi.org/10.30797/madencilik.391953>

- Karabıçak, Ç., Boyacı, A. İ., Kocabaş Akay, M., ve Özcan, B. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve karayolu şantiye yeri seçimine ilişkin bir uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 106-121.
- Karadoğan, N. (2022). *Sulu tarım arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının saptanması: Tokat ili Kazova bölgesi örneği*, [Yüksek Lisans]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaduman, H. (2023). *Coğrafi bilgi sistemleri ile tarım arazilerinin değerlendirilmesi: Aksaray örneği*, [Yüksek Lisans]. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karagölge, C., ve Peker, K. (2002). Tarım ekonomisi araştırmalarında tabakalı örnekleme yönteminin kullanılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(3), 313-316.
- Karagöz, Y., ve Kösterelioğlu, İ. (2008). İletişim becerileri değerlendirme ölçeğinin faktör analizi metodu ile geliştirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21.
- Karakayacı, Ö., ve Karakayacı, Z. (2012). Kentsel saçaklanma alanlarında arsa/arazi değerini belirlemeye yönelik yöntem önerisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(4), 107-120.
- Karakayacı, Z. (2005). *Konya ili Ereğli ilçesi tarım arazilerine değer taktirinde uygulanan gelir yöntemi ve pazar değeri yöntemi arasındaki farkın incelenmesi*, [Yüksek Lisans]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karakayacı, Z. (2011). *Tarım arazilerinin değerlemesinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması: Konya ili Çumra ilçesi örneği*, [Doktora]. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karakayacı, Z. (2015). Using of analytic hierarchy process on evaluating the affecting factors in the value of farmlands. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(4), 719-724.
- Karakayacı, Z. (2018). Regression analysis for the factor affecting on farm land/urban land value in urban sprawl. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(10), 1357-1361. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i10.1357-1361.1886>
- Karakayacı, Z. (2023). Konya ili tarım arazileri için kapitalizasyon oranı ve değer tespiti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(3), 664-672. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1166338>
- Karakayacı, Z. (2024). Study of socio-economic development effects on agricultural lands' value. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 61(3), 743-755. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/24.148>
- Karaman, H., Atar, B., ve Çobanoğlu Aktan, D. (2017). Açımlayıcı faktör analizinde kullanılan faktör çıkartma yöntemlerinin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(3), 1173-1193. <https://doi.org/10.17152/gefad.309356>

- Karaman, M. (2023). Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizi: kavramsal bir çalışma. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(1), 47-63. <https://doi.org/10.29131/uiibd.1279602>
- Karaoğlu, M., ve Yalçın, M. A. (2018). Toprak tuzluluğu ve Iğdır Ovası örneği. *Journal of Agriculture*, 1(1), 27-41. 1
- Karataş, K., ve Karaduman, H. (2023). Real estate assessment of agricultural lands outside the zoning plan with artificial neural networks and multiple regression analysis methods: The case of Aksaray, Bahçesaray and Kırımlı rural districts. *Turkish Journal of Geosciences*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.48053/turkgeo.1213142>
- Kardeş, S., ve Öngen Bilir, K. B. (2024). Destek vektör regresyonu, ridge regresyon ve çoklu doğrusal regresyon yöntemleriyle turizm talep tahmini. *Journal of Research in Business*, 9(1), 194-218. <https://doi.org/10.54452/jrb.1395182>
- Kayalık, M., ve Polat, Z. A. (2023). CBS destekli nominal taşınmaz değer haritasının 3 boyutlu sunumu: Berlin Eyaleti örneği. *Geomatik*, 8(2), 180-191. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1178599>
- Kher, A. A., ve Yerpude, R. R. (2024). Application of ranking methods for evaluation of critical factors involved in roof fall fatal accidents in indian underground coal mines. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series Dger*, 105, 759-767. <https://doi.org/10.1007/s40033-023-00635-y>
- Kline, P. (1979). *Psychometrics and psychology*. London. Academic Press.
- Koca, S., ve Mentese, S. (2021). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile tarıma uygun alanların belirlenmesi: Eskişehir örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 30(2), 321-335. <https://doi.org/10.51800/ecd.1001333>
- Koç Başaran, Y. (2017). Sosyal bilimlerde örnekleme kuramı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(47), 480-495.
- Koç, M. (2011). *Tarım arazisi fiyatları üzerine etkili olan faktörlerin ekonometrik analizi: Kırıkkale ili Keskin ilçesi örneği*, [Doktora]. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kökden, D. (2025). *Taşıtlarda titreşim ve gürültü problemlerinin tespiti için kullanılan teknikler ve taşıt yakıt tankı tasarım doğrulaması*, [Doktora]. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lai, Y. J., Liu, T. Y., ve Hwang, C. L. (1994). TOPSIS for MODM. *European Journal of Operational Research*, 76(3), 486-500. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90282-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90282-8)
- Lundberg, S. M., ve Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
- Maddison, D. (2000). A hedonic analysis of agricultural land prices in England and Wales. *European Review of Agricultural Economics*, 27(4), 519-532.

- Marques, F. C., ve Telles, T. S. (2023). Spatial effects are determinants of agricultural land prices in Brazil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e262420. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.262420>
- Mentese, S., ve Koca, S. (2022). Tarıma uygun alanların belirlenmesi: Bilecik İli örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 20(2), 383-406. <https://doi.org/10.33688/aucbd.1081180>
- Menteşe, S., ve Böbrek, O. (2020). Madencilik faaliyetlerinin topraktaki ağır metaller (As, Cd, Co, Fe ve Ni) üzerine etkisi: Orhaneli ve Büyükorhan (Bursa) örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), 45-56.
- Menteşe, S., ve Koca, S. (2021). Marmara Bölgesi'nde katı atık durumunun değerlendirilmesi. *Turkish Studies-Social Sciences*, 16(4), 1533-1552. <https://doi.org/10.47356/TurkishStudies.47955>
- Mete, M. O., ve Yomralıoğlu, T. (2019). CBS ile nominal taşınmaz değer haritası üretiminde çözünürlük araştırması. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 1(1), 16-23.
- Miç, P., ve Antmen, Z. F. (2019). A healthcare facility location selection problem with fuzzy TOPSIS method for a regional hospital. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, 750-757. <https://doi.org/10.31590/ejosat.584217>
- Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T. N., Sayadi, A. R., ve Gholinejad, A. (2012). Application of TOPSIS method for selecting the most appropriate blast design. *Arabian Journal of Geosciences*, 5, 95-101. <https://doi.org/10.1007/s12517-010-0133-2>
- Muti, A., ve Birinci, A. (2024). Erzurum ili Pasinler ilçesi tarım arazilerinin değerine etki eden faktörlerin analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(5), 1129-1136. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.1388886>
- Mutlu, M., ve Sarı, M. (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve madencilik sektöründe kullanımı. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 56(4), 181-196.
- Nadiroğlu, Z. (2022). *Bayes optimizasyon yöntemi kullanılarak evrimsel sinir ağlarında hiper parametre optimizasyonu*, [Yüksek Lisans]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nilsson, P., ve Johansson, S. (2013). Location determinants of agricultural land prices. *Jahrbuch für Regionalwissenschaft*, 33, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10037-012-0071-4>
- Oğuz, C., ve Ünal, Z. (2004). Konya ili Çumra ilçesi sulu tarım arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının tespiti. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 18(33), 8-16.
- Okan, N. (2013). *Şeftali bahçelerinde ağaç ve arazi değerlerinin saptanması: İzmir'in Selçuk ilçesi örneği*, [Yüksek Lisans]. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Oladipo, O. G., Olayinka, A., ve Awotoye, O. O. (2014). Ecological impact of mining on soils of Southwestern Nigeria. *Environmental and Experimental Biology*, 12, 179-186.

- Orhan, O., Kırtıloğlu, O. S., ve Yakar, M. (2020). Konya Kapalı Havzası obruk envanter bilgi sisteminin oluşturulması. *Geomatik*, 5(2), 81-90. <https://doi.org/10.29128/geomatik.577167>
- Önügören, B., ve Bünyan Ünel, F. (2021, Haziran 28-29). *Afet alanlarının tarım arazi değerleri üzerindeki etkileri*. [Konferans Sunum Tam Metin]. International Geoinformatics Student Symposium (IGSS), Mersin.
- Özdemir, M. (2015). *TOPSIS, İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Basım-Yayın.
- Özdemir, Ş. (2021). *Arazi toplulaştırma sürecinde derecelendirmenin değerlendirme standartları açısından incelenmesi: Ankara ili Evren ilçesi örneği*, [Doktora]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkan, B., Parim, C., ve Çene, E. (2023). Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin karar ağacı ve rastgele orman yöntemleriyle tahmin edilmesi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 38, 87-104. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.38.1172190>
- Özkaya, O. C. (2025). *Bireysel seviyede işten ayrılma davranışının öngörülmesi- bilgi çalışanları üzerine bir çalışma*, [Doktora]. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Öztürk, A. T., ve Çerçi, A. (2019). Türkçe öğretmenlerinin ders kitaplarına bağlılıkları ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 7(4), 876-897.
- Öztürk Çoşar, G. (2013). *Menemen ilçesinde sulu tarla arazilerinin değerlerini etkileyen faktörlerin saptanması üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztürk, G., Engindeniz, S., ve Bayraktar, Ö. V. (2017). İzmir'deki sulanabilir tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin analizi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(3), 75-87.
- Parlak, M. S., ve Kayri, M. (2022). Öğretmenlerin e-öğrenme hazırbulunuşluk düzeylerini etkileyen faktörlerin rastgele orman algoritması yöntemi ile incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 670-696. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1117068>
- Patton, M., ve McErlean, S. (2003). Spatial effects within the agricultural land market in Northern Ireland. *Journal of Agricultural Economics*, 54(1), 35-54. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2003.tb00047.x>
- Pelit, İ. (2023). Türkiye'nin ülke gruplarına göre ithalat ve ihracatının kümeleme analizi ile incelenmesi: 2013-2022 dönemi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 11(2), 103-113.
- Raufu, M. O. (2010). Pattern of land use among selected crop farmers in Osun State. *Research Journal of Soil and Water Management*, 1(1), 1-4.

- Rezaei, A., Hassani, H., Hassani, S., Jabbari, N., Fard Mousavi, S. B., ve Rezaei, S. (2019). Evaluation of groundwater quality and heavy metal pollution indices in Bazman basin, southeastern Iran. *Groundwater for Sustainable Development*, 9, 100245. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100245>
- Saaty, T. L. (2002). Decision making with the analytic hierarchy process. *Scientia Iranica*, 9(3), 215-229.
- Sağlam, G. (2024). *Kentsel gelişimin izlenmesi amacıyla optik insansız hava aracı görüntülerinin makine öğrenme algoritmalarıyla sınıflandırılması üzerine araştırma*, [Doktora]. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sarıman, G. (2014). Veri madenciliğinde kümeleme teknikleri üzerine bir çalışma: k-means ve k-medoids kümeleme algoritmalarının karşılaştırılması. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 15(3), 192-202. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.41288>
- Sert, H. (2019). *Çorum ili Mecitözü ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının belirlenmesi*, [Yüksek Lisans]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Simsek, C., ve Gunduz, O. (2007). IWQ index: a GIS-integrated technique to assess irrigation water quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 128, 277-300. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9312-8>
- Sklenicka, P., Molnarova, K., Pixova, K. C., ve Salek, M. E. (2013). Factors affecting farmland prices in the Czech Republic. *Land Use Policy*, 30(1), 130-136. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.03.005>
- Subaşı Kaplan, H. (2015). *Şanlıurfa ili sulu tarım arazilerinde değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması: Harran Ovası örneği*, [Yüksek Lisans]. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Subay, K. (2024). *Elma bahçelerinde ağaç ve arazi değerlerinin saptanması: Kayseri'nin Yahyalı ilçesi örneği*, [Yüksek Lisans]. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Susam, B. (2019). *Yortanlı barajının işletmeye açılmasının yöredeki tarım arazisi piyasasına etkilerinin analizi üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şafak Yaşar, Ş. (2024). *Kümeleme analizi ile Batı Anadolu tektonik blok modelinin belirlenmesi*, [Doktora]. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, M., ve Toroğlu, E. (2020). Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak Pınarbaşı ilçesi (Kayseri) arazilerinin tarımsal uygunluk derecelerinin belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 75, 119-130. <https://doi.org/10.17211/tcd.798755>
- Şener, E., Şener, Ş., ve Varol, S. (2022). Evaluation of irrigation water quality using GIS-based analytic hierarchy process (AHP) in Kızılırmak Delta (Turkey). *Arabian Journal of Geosciences*, 15, 678. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10003-x>

- Şener, Ş., Varol, S., ve Şener, E. (2021). Evaluation of sustainable groundwater utilization using index methods (WQI and IWQI), multivariate analysis, and GIS: the case of Akşehir District (Konya/Turkey). *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 47991-48010. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14106-y>
- Tabachnick, B. G., ve Fidell, L. S. (2007). *Experimental designs using ANOVA* (Belmont, CA: Duxbury).
- Tabar, M. E., Başara, A. C., ve Şişman, Y. (2021). Çoklu regresyon ve yapay sinir ağları ile Tokat ilinde konut değerlendirme çalışması. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.51765/tayod.832227>
- Takaoğlu, M., ve Takaoğlu, F. (2019). K-means ve hiyerarşik kümeleme algoritmanın Weka ve Matlab platformlarında karşılaştırılması. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 11(3), 303-317.
- Tanrıvermiş, H. (2016). *Gayrimenkul değerlendirme esasları*. Lisanslama sınavları çalışma kitapları.
- Tezcan, A., Büyüktaş, K., ve Aslan, Ş. T. A. (2020). A multi-criteria model for land valuation in the land consolidation. *Land Use Policy*, 95, 104572. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104572>
- Topaloğlu, F. (2024). Saldırı tespit sistemlerinde k-means algoritması ve silhouette metriği ile optimum küme sayısının belirlenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 17(2), 71-79. <https://doi.org/10.17671/GAZIBTD.1412641>
- Topuz, M., ve Deniz, M. (2023). Application of GIS and AHP for land use suitability analysis: case of Demirci district (Turkey). *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 115. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01609-x>
- Trindade Neves, F., Aparicio, M., ve de Castro Neto, M. (2024). The impacts of open data and eXplainable AI on real estate price predictions in smart cities. *Applied Sciences*, 14(5), 2209. <https://doi.org/10.3390/app14052209>
- Troncoso, J. L., Aguirre, M., Manriquez, P., Labarra, V., ve Ormazábal, Y. (2010). Influence of physical attributes on the price of land: the case of the province of Talca, Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 37(3), 105-112.
- Türkan, M., Bozdağ, A., Karkınlı, A. E., ve Ulucan, A. G. (2023). Kent ölçeğinde konutlara ilişkin toplu değer değişiminin makine öğrenim algoritmaları ile analizi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 5(2), 66-77. <https://doi.org/10.51765/tayod.1275671>
- Uematsu, H., Khanal, A. R., ve Mishra, A. K. (2013). The impact of natural amenity on farmland values: A quantile regression approach. *Land Use Policy*, 33, 151-160. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.12.007>
- URL-1: (2024): <https://ucbp.tucbs.gov.tr> [Erişim Tarihi: 10.12.2024]
- URL-2: (2024): <https://www.nufusune.com> [Erişim Tarihi: 01.12.2024]

- Uslu, A., Kızıloğlu, K., İşleyen, S. K., ve Kahya, E. (2017). Okul yeri seçiminde coğrafi bilgi sistemine dayalı AHP-TOPSIS yaklaşımı: Ankara ili örneği. *Politeknik Dergisi*, 20(4), 933-943. <https://doi.org/10.2339/politeknik.369099>
- Uzundumlu, A. S. (2011). *Erzurum ilinde işlenmiş ve işlenmemiş içme sütü tüketim davranışlarının incelenmesi*, [Doktora]. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Vapnik, V. (1995). *The nature of statistical learning theory*. Springer, New York.
- Vural, H., ve Fidan, H. (2009). Land marketing and hedonic price model in Turkish markets: Case study of Karacabey district of Bursa province. *African Journal of Agricultural Research*, 4(2), 75.
- Yağar, F., ve Dökme, S. (2018). Niteliksel araştırmaların planlanması: Araştırma soruları, örneklem seçimi, geçerlik ve güvenilirlik. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-9.
- Yalçın, G., Selçuk, O., ve Şentürk, E. (2018). Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesi tarım arazilerinde kapitalizasyon oranının tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 548-560. <https://doi.org/10.5578/fmbd.67386>
- Yalçın, N. (2013). *Kümeleme analizi ve uygulaması*, [Yüksek Lisans]. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaşlıoğlu, M. M. (2017). Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46, 74-85.
- Yavuz, S. (2009). Regresyon analizinde doğrusala dönüştürme yöntemleri ve bir uygulama. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), 165-179.
- Yeşildağ, E. (2013). *Türkiye’de aracı kuruluşların gelişimi ve yatırımcıların aracı kuruluş seçimine etki eden unsurlar: Bir faktör analizi uygulaması*, [Doktora]. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılan, A. (2020). *Konya ili Ereğli ilçesi tarım arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının belirlenmesi*, [Yüksek Lisans]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, M. (2010). Karapınar çevresinde yeraltı suyu seviye değişimlerinin yaratmış olduğu çevre sorunları. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 145-163.
- Yiğit, F. (2019). *Kentsel saçaklanma alanlarındaki tarım arazilerinin hedonik fiyat modeli yardımıyla değerlendirilmesi*, [Yüksek Lisans]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yüksel, M. (2019). *Tokat ili Erbaa ilçesi tarla arazilerinde kapitalizasyon faiz oranının saptanması üzerine bir araştırma*, [Yüksek Lisans]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Zamanov, R. (2024). *İnsan faktörleri değerlendirmesi için uçak bakım teknisyenlerine yönelik anket geliştirilmesi*, [Yüksek Lisans]. Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Zhang, Y., ve Xu, X. (2021). Solid particle erosion rate predictions through LSBoost. *Powder Technology*, 388, 517-525. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.04.072>
- Zhou, P., Ang, B. W., ve Poh, K. L. (2006). Decision analysis in energy and environmental modeling: An update. *Energy*, 31(14), 2604-2622. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.10.023>
- Zilyas, D., ve Yılmaz, A. (2023). Makine öğrenmesi yöntemleri ile eğitim başarısının tahmini modeli. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 14(3), 437-447. <https://doi.org/10.24012/dumf.1322273>
- Zrobek, S., Kovalyshyn, O., Renigier-Biłozor, M., Kovalyshyn, S., ve Kovalyshyn, O. (2020). Fuzzy logic method of valuation supporting sustainable development of the agricultural land market. *Sustainable Development*, 28(5), 1094-1105. <https://doi.org/10.1002/sd.2061>

EKLER

EK-1 Faktör Analizi için Anket Formu

TARIM ARAZİSİ DEĞERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ İÇİN ANKET FORMU

Bu anket, doktora tez kapsamında Konya Kapalı Havzasında tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu ankete katılmanız ve objektif yanıtlar vermeniz bu bilimsel çalışmaya ışık tutacaktır. Vereceğiniz cevaplar size herhangi bir yükümlülük getirmeyecek, bilgiler gizli tutularak ve anonim olarak değerlendirilerek sadece bilimsel amaçlı kullanılacaktır. Kesinlikle üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Birkaç dakikanızı alacak bu ankete katkılarınızdan ötürü şimdiden çok teşekkür ederiz.

A) Tarımsal Faktörler ile İlgili Sorular

Aşağıda verilen tarımsal faktörlerin taşınmazın değerine ne derece etki ettiğini işaretleyiniz.

No	Faktörler	Hiç Önemli Değil	Biraz Önemli	Orta Önemli	Önemli	Çok Önemli
1	Toprak kalitesi	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
2	Toprak yapısı	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
3	Toprak verimi	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
4	Arazi kullanım kabiliyeti	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
5	Jeolojik (Litoloji) durum	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
6	Taşlılık durumu	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
7	Tuzluluk durumu	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
8	Çölleşme potansiyeli	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
9	Erozyon derecesi	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
10	Eğim	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
11	Bakı	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
12	Sulu ya da kuru olması	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
13	Su kalitesi	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
14	Yer altı su seviyesi	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
15	Drenaj durumu	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
16	Bitki deseni (Münavebe durumu)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
17	Organik tarım varlığı	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
18	Toplulaştırma görmüş olması	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
19	Sit alanında olup olmaması	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

B) Konumsal Faktörler ile İlgili Sorular

Aşağıda verilen konumsal faktörlerin taşınmazın değerine ne derece etki ettiğini işaretleyiniz.

No	Faktörler	Hiç Önemli Değil	Biraz Önemli	Orta Önemli	Önemli	Çok Önemli
20	Yerleşim merkezine yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
21	İşletme merkezine yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
22	Anayola yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
23	Tren yoluna yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

24	İletim hatlarına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
25	Su kaynağına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
26	Kentsel saçaklanma alanlarına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
27	Gıda sanayine yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
28	Diğer sanayi bölgelerine yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
29	Sit alanlarına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
30	Maden yatağına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
31	Afet bölgesine yakınlık (obruk)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
32	Kirlilik kaynağına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
33	Fay hatlarına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
34	Mera ve çayır alanına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
35	Orman alanına yakınlık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

C) Çevresel ve Sosyal Faktörler ile İlgili Sorular

Aşağıda verilen çevresel ve sosyal faktörlerin taşınmazın değerine ne derece etki ettiğini işaretleyiniz.

No	Faktörler	Hiç Önemli Değil	Biraz Önemli	Orta Önemli	Önemli	Çok Önemli
36	Hava kirliliği	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
37	Su kirliliği	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
38	Yağış	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
39	Sıcaklık	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
40	Kırsal nüfus	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
41	Gelir düzeyi	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
42	Tarımsal desteklemeler	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
43	Arazi kira bedeli	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
44	Arazi satış sıklığı	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

D) Fiziki Faktörler ile İlgili Sorular

Aşağıda verilen fiziki faktörlerin taşınmazın değerine ne derece etki ettiğini işaretleyiniz.

No	Faktörler	Hiç Önemli Değil	Biraz Önemli	Orta Önemli	Önemli	Çok Önemli
45	Arazinin büyüklüğü	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
46	Arazinin geometrik şekli	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
47	Arazinin cephe sayısı	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
48	Arazideki yapılaşma durumu	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
49	Arazideki alt yapı durumu	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
50	Arazinin tam hisseli olması	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
51	Arazinin hisseli olması	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
52	Arazide irtifak hakkı tesisi olması	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

53. Taşınmaz değerlendirme alanında çalıştınız mı? Eğer çalıştıysanız kaç yıldır çalıştığınızı belirtiniz.

.....

54. Tarımsal faaliyet ya da üretim içerisinde yer alıyor musunuz? Eğer alıyorsanız tarımsal üretimdeki desteklemelerle ilgili görüşleriniz nelerdir?

.....

E) Demografik Sorular

55. Görev yaptığınız il:

56. Yaşınız:

57. Cinsiyetiniz:

1) Kadın 2) Erkek

58. Mesleğiniz?

1) Harita Mühendisi	2) Ziraat Mühendisi	3) Orman Mühendisi	4) İnşaat Mühendisi
5) Şehir Plancı	6) Mimar	7) Gayrimenkul Değerleme Uzmanı	8) Diğer

59. Eğitim Durumunuz:

1) Ön Lisans 2) Lisans 3) Yüksek Lisans 4) Doktora

60. Meslekteki çalışma yılınız:

1) 1-4 2) 5-9 3) 10-14 4) 15+

EK-2 AHP için Anket Formu

**TARIM ARAZİSİ DEĞERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ETKİ
DERECELERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN ANKET FORMU**

Bu anket, doktora tez kapsamında Konya Kapalı Havzasında tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin etki derecelerini belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu ankete katılmanız ve objektif yanıtlar vermeniz bu bilimsel çalışmaya ışık tutacaktır. Vereceğiniz cevaplar size herhangi bir yükümlülük getirmeyecek, bilgiler gizli tutularak ve anonim olarak değerlendirilerek sadece bilimsel amaçlı kullanılacaktır. Kesinlikle üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Birkaç dakikanızı alacak bu ankete katkılarınızdan ötürü şimdiden çok teşekkür ederiz.

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler Arazi Özellikleri, Konumsal Ulaşılabilirlik, Sosyal ve İklimsel Özellikler ve Çevresel Riskler olmak üzere 4 ana faktör ve 28 alt faktörden oluşmaktadır. Bu faktörler 1-9 arasında puanlandırılması istenmektedir. Anket çalışmasının anlaşılması ve rahatlıkla uygulanması için aşağıda verilen örneğin kolaylaştırıcı olması düşünülmektedir.

Örneğin; Arazi Özellikleri (A) faktörü Konumsal Ulaşılabilirlik (B) faktörüne göre çok önemli ise aşağıdaki gibi sol taraftan işaretleme yapılır.

A	Mutlak Önemli		Çok Önemli		Önemli		Kısmen Önemli		Eşit	Kısmen Önemli		Önemli		Çok Önemli		Mutlak Önemli		B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Arazi Özellikleri			X															Konumsal Ulaşılabilirlik

Örneğin; Konumsal Ulaşılabilirlik (B) faktörü Arazi Özellikleri (A) faktörüne göre çok önemli ise aşağıdaki gibi sağ taraftan işaretleme yapılır.

A	Mutlak Önemli		Çok Önemli		Önemli		Kısmen Önemli		Eşit	Kısmen Önemli		Önemli		Çok Önemli		Mutlak Önemli		B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Arazi Özellikleri											X							Konumsal Ulaşılabilirlik

Soru 1. Aşağıda verilen ana faktörlerden A sütununda olan faktörü B sütununda olan her bir faktör ile kıyaslayarak 1-9 arasında puanlayınız.

alanlarına yakınlık																		Gıda sanayine yakınlık
																		Yerleşim merkezine yakınlık
																		Anayola yakınlık
Tren yoluna yakınlık																		Gıda sanayine yakınlık
																		Yerleşim merkezine yakınlık
																		Anayola yakınlık
Gıda sanayine yakınlık																		Yerleşim merkezine yakınlık
																		Anayola yakınlık
Yerleşim merkezine yakınlık																		Anayola yakınlık

Soru 4. Aşağıda verilen Sosyal ve İklimsel Özellikler alt faktörlerinden A sütununda olan faktörü B sütununda olan her bir faktör ile kıyaslayarak 1-9 arasında puanlayınız.

A	Mutlak Önemli		Çok Önemli		Önemli		Kısmen Önemli		Eşit	Kısmen Önemli		Önemli		Çok Önemli		Mutlak Önemli		B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Hava kirliliği																		Su kirliliği
																		Yağış
																		Kırsal nüfus
																		Sıcaklık
Su kirliliği																		Yağış
																		Kırsal nüfus
																		Sıcaklık
Yağış																		Kırsal nüfus
																		Sıcaklık
Kırsal nüfus																		Sıcaklık

Soru 5. Aşağıda verilen Çevresel Riskler alt faktörlerinden A sütununda olan faktörü B sütununda olan her bir faktör ile kıyaslayarak 1-9 arasında puanlayınız.

A	Mutlak Önemli		Çok Önemli		Önemli		Kısmen Önemli		Eşit	Kısmen Önemli		Önemli		Çok Önemli		Mutlak Önemli		B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Afet bölgesine yakınlık (obruk)																		Maden yatağına yakınlık
																		Kirlilik kaynağına yakınlık

																		Fay hatlarına yakınlık
Maden yatağına yakınlık																		Kirlilik kaynağına yakınlık
																		Fay hatlarına yakınlık
Kirlilik kaynağına yakınlık																		Fay hatlarına yakınlık

Soru 6. Demografik Sorular

Cinsiyetiniz:

1) Kadın 2) Erkek

Yaşınız:

Görev yaptığınız il:

Mesleğiniz:

1) Harita Mühendisi 2) Ziraat Mühendisi 3) Gayrimenkul Değerleme Uzmanı

Eğitim durumunuz:

1) Lisans 2) Yüksek Lisans 3) Doktora

Meslekteki çalışma yılınız:

1) 1-4 2) 5-9 3) 10-14 4) 15+