T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BULANIK MANTIK METODOLOJİSİ İLE TAŞINMAZ DEĞERLENME MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI: KONYA ÖRNEĞİ

Şükran YALPIR

DOKTORA TEZİ

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ ANABİLİM DALI

Konya, 2007

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BULANIK MANTIK METODOLOJİSİ İLE TAŞINMAZ DEĞERLEME MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI: KONYA ÖRNEĞİ

Şükran YALPIR

DOKTORA TEZİ

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ ANABİLİM DALI

Bu tez 27.07.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir

Prof.Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU
(Üye)

Doç.Dr. Hülya DEMİR
(Üye)

Yrd.Doç.Dr.Gülgün ÖZKAN
(Danışman)

Yrd.Doç.Dr.Ali ERDİ
(Üye)

Yrd.Doç.Dr. Esra TARLAN
(Üye)

ÖZET

Doktora Tezi

BULANIK MANTIK METODOLOJİSİ İLE TAŞINMAZ DEĞERLEME MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI: KONYA ÖRNEĞİ

Şükran YALPIR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Gülgün ÖZKAN
2007, 245 sayfa

Jüri: Yrd.Doç.Dr. Gülgün ÖZKAN
Yrd.Doç.Dr. Ali ERDİ
Yrd.Doç.Dr. Esra TARLAN
Prof.Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU
Doç.Dr. Hülya DEMİR

Gelişmiş ülke ekonomileri irdelendiğinde, taşınmaz değerlerinin belirlenmesi ve belirlenen değerlerin taşınmazlarla ilgili tüm işlemlere konu olması gelişmişlik göstergelerinden biridir. Ülkemizde taşınmaz değerinin belirlenmesinde kesin modellerden söz etmek olası değildir. Değerin belirlenmesinde, kullanılan yöntemlerin uygulanabilirliklerinin sıkıntılarını ve eksikliklerini giderebilecek yeni bir yaklaşım arayışı geçmişten günümüze devam etmektedir. Bu çalışma, bilgisayar teknolojilerinden faydalanarak bulanık mantık metodolojisinin taşınmaz değer tespiti için kullanılabilirliğini irdelemek üzerine oluşturulmuştur.

Taşınmaz değerini belirleme problemini çözmek için değeri etkileyen sayısal ve sayısal olmayan kriterlerin bir arada işlenmesine olanak sağlayacak model geliştirme bu çalışmanın amacını oluşturmaktır. Oluşturulan modelin geniş alanlarda

kullanımının yanı sıra, alternatif kriterlerle de değerleme olanağı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında, değere etki eden faktörlerin tespiti için birinci etap anket çalışması yapılmıştır. İkinci etap anket çalışması ile Konya bölgesinde yapılaşmanın az olduğu ve yapılaşmanın çok olduğu iki farklı bölgede taşınmazlara ait veri setleri oluşturulmuştur. Çalışmada bulanık mantık metodolojisinde, Mamdani sistemine göre bulanık yapı oluşturularak yapılaşmamış ve yapılaşmış bölgelerde değişik kriterler ile alternatif senaryolar üretilmiştir. Üretilen senaryolar içerisinden en uygun yapı (model) seçilmiştir. Bu seçilen yapı, Sugeno sisteminde veri setleri kullanılarak oluşturulan yapı ile karşılaştırılmıştır. Her iki bölgede ve her iki yapıya göre elde edilen test sonuçları ile ortalama olarak yapılaşmamış alanda %83, yapılaşmış alanda ise %87 yaklaşma oranları elde edilmiştir.

Çalışma sonunda Bulanık mantık metodolojisinin taşınmaz değer tespitinde kullanılabilir bir yöntem olduğu ve Mamdani bulanık sistem yapısının model oluşturmak için en uygun araç olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşınmaz Değerlendirme, Bulanık mantık, Taşınmaz Kriterleri, Mamdani, Sugeno

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A REAL-ESTATE VALUATION MODEL WITH FUZZY LOGIC METHODOLOGY: KONYA CASE STUDY

Şükran YALPIR

Selcuk University Applied and Natural Sciences
Department of Geodesy and Photogrammetry

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Gülgün ÖZKAN
2007, 245 pages

Jury: Assist. Prof. Dr. Gülgün ÖZKAN
Assist. Prof. Dr. Ali ERDİ
Assist. Prof. Dr. Esra TARLAN
Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU
Assoc. Prof. Dr. Hülya DEMİR

The determination of the real-estate values and the utilization of these valuations in all real-estate processes stand out as the sign of being developed when the economies of the developed countries are examined. It is impossible for our country to mention about certain models for the valuation of the real-estates. The research of a new approach which can overcome the problems and the deficiencies during the application of the methods used for the valuation of the real-estates continues from past to present. This study was formed among this research to investigate the usability of fuzzy logic methodology aided with computer technology in determining the valuation of the real-estates.

The objective of this study is to develop a model that can make an all-together evaluation of the numerical and non-numerical criterions affecting the values of the real-estates. It is expected that the built model will have a comprehensive use and provide a real-estate valuation also by using alternative criterions.

In the study, a first stage poll was applied for the determination of the factors affecting the values of the real-estates. The data sets for the real-estates of two different regions in Konya City which have more and less buildings were formed by the second stage poll. Then, building a fuzzy structure according to the Mamdani system in the fuzzy logic methodology, there were produced alternative scenarios with different criterions in the non-constructed and constructed regions. The most appropriate structure (model) was selected among the produced scenarios. This selected structure was compared with the structure formed by using the data sets of the Sugeno system. The average approximation ratios of 83% in the non-constructed region and 87% in the constructed region were obtained with the test results determined in each region by using both of the structures.

At the end of the study, it was found that the fuzzy logic methodology is a practicable method for the valuation of the real-estates, and the Mamdani fuzzy system structure is the best tool for the formation of the model.

Key Words: Real-estate valuation, Fuzzy Logic, Real-estate Criteria, Mamdani, Sugeno

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana danışmanlık yapan sayın Yrd.Doç.Dr. Gülgün ÖZKAN'a , tez izleme komitelik görevinde bulunan Yrd.Doç.Dr. Ali ERDİ ve Yrd.Doç.Dr. Esra TARLAN'a beni sabırla dinleyerek gerekli yerlerde bana öncülük etmelerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Benden desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Gülay TEZEL, Vildan ÖNEN ve Aynur KESKİN'e çok teşekkür ederim. Ayrıca hem hocam hem oda arkadaşım olan Yrd.Doç.Dr. Şaban İNAM'a bana göstermiş olduğu sabırdan dolayı teşekkür ederim.

Çalışmam için gerekli olan haritaları bulmamda yardımlarını esirgemeyen Konya Büyükşehir Belediyesi'ne ve haritaları düzenlememde katkıları olan Yrd.Doç.Dr.İ.Öztuğ BİLİRİCİ ve Arş.Grv.Hüseyin Zahit SELVİ'ye teşekkür ederim.

Onları çok ihmal etmeme rağmen beni sevmekten ve desteklemekten vazgeçmeyen aileme en içten teşekkürlerimi sunarım. Doktora boyunca ihmal ettiğim canım kızım Şule YALPIR'a bana ihtiyaç duyduğunda yanında olamamama ragmen bana gösterdiği sabırdan dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca desteğini esirgemeyen eşim Erol YALPIR'a da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
TABLOLAR LİSTESİ xii
SİMGELER VE KISALTMALAR xiii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
3. MATERYAL VE METOD 13
3.1.Taşınmaz Değerlemesi 13
3.1.1. Taşınmaz değerini etkileyen kriterler 14
3.1.2. Taşınmaz değerleme yöntemleri 17
3.1.2.1. Geleneksel değerleme yöntemleri 18
3.1.2.2. İstatistiksel değerleme yöntemleri 20
3.1.2.3. Modern değerleme yöntemleri 21
3.2. Bulanık Mantık Metodolojisi 23
3.2.1. Bulanık mantık kavramı 24
3.2.2. Bulanık mantığın temel prensipleri 26
3.2.3. Klasik ve bulanık kümeler 27
3.2.3.1. Küme tanım ve türleri 28
3.2.3.1.1. Klasik kümeler 29
3.2.3.1.2. Bulanık kümeler 30
3.2.3.2. Kümenin geometrik gösterimi 31
3.2.3.3. Küme işlemleri 32
3.2.3.3.1. Birleşik kümeler 33
3.2.3.3.2. Kesişen kümeler 35
3.2.3.3.3. Bağdaşamayan kümeler 36
3.2.4. Bulanık kümeler ve üyelik dereceleri 37
3.2.5. Üyelik fonksiyonları 39

3.2.5.1. Üyelik fonksiyonunun kısımları 41
3.2.5.2. Bulanıklaştırma 43
3.2.5.3. Üyelik derecesinin belirlenmesi 44
3.2.6. Durulaştırma 45
3.2.6.1. Bulanık kümelerin lamda kesimleri 46
3.2.6.2. Durulaştırma yöntemleri 47
3.2.7. Bulanık sistemler 55
3.2.7.1. Mamdani tipi bulanık modellemenin esasları 57
3.2.7.2. Takagi- Sugeno bulanık modellemenin esasları 59
3.3. Veri Toplama 61
3.3.1. Anket çalışması 61
3.3.2. Ankete hazırlık çalışmaları 62
3.3.2.1. Soruların hazırlanması 64
3.3.2.2. Anketin test edilmesi 65
3.3.2.3. Anket sonuçların değerlendirilmesi ve sunumu 66
3.4. Normalizasyon 67
4. UYGULAMA 70
4.1. Çalışma Bölgesi Tespiti 70
4.2. Taşınmaz Değerleme için Veri Toplama 72
4.2.1 Birinci etap anket çalışması 73
4.2.1.1. Birinci etap anket değerlendirilmesi 74
4.2.1.2. Birinci etap anket analiz sonuçları 81
4.2.2. İkinci etap anket çalışması 83
4.3. Bulanık Mantık Metodolojisi İle Model Oluşturma 83
4.3.1. Mamdani yapısı ile model oluşturma 84
4.3.2. Sugeno yapısı ile model oluşturma 90
4.3.2.1. Hibrid öğrenme algoritması 94
4.3.2.2. Geri yayılım algoritması 95
4.4. Bulanık Mantık Metodolojisi ile Çalışma Bölgeleri İçin Model Seçimi 97
4.4.1. Yapılaşmamış alan 97
4.4.1.1. Mamdani yapısı ile yapılaşmamış alanda model oluşturma 102
4.4.1.1.1. Mamdani yapısında yapılaşmamış alanda senaryo sonuçları..... 117

4.4.1.1.2. Senaryo P5, P6, P7 ve P9'a göre 100 taşınmaza ait veri setinin test edilmesi 119
4.4.1.1.3. Durulaştırmalar 124
4.4.1.2. Sugeno yapısı ile yapılaşmamış alanda model oluşumu 126
4.4.1.2.1. Yapılaşmamış alanda sugeno sonuçları 128
4.4.2.Yapılaşmış alanda oluşturulan modeller 128
4.4.2.1. Mamdani yapısı ile yapılaşmış alanda model oluşumu 132
4.4.2.1.1. Yapılaşmış alan senaryo sonuçları 139
4.4.2.2. Sugeno yapısı ile yapılaşmış alanda model oluşumu 142
4.4.2.2.1. Yapılaşmış alanda sugeno sonuçları 143
4.5.Oluşturulan Modelin Tanımı ve Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması…144
4.5.1. Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda mamdani ve sugeno yapısının karşılaştırması 151
5. SONUÇ 153
5.1. Sonuç ve Tartışma 153
5.2. Öneriler 158
6. KAYNAKLAR 160
EKLER 169
EK-A 170
EK-B 195
EK-C 208
EK-D 223
ÖZGEÇMİŞ 233

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Taşınmaz değerleme yöntemleri 18
Şekil 3.2. (a)Klasik Temel ve Alt Kümeler ve (b)Bulanık Alt Kümeler 32
Şekil 3.3. (a)Klasik Alt Küme Bileşenleri (b)A ve B Bulanık Küme Bileşenler... 33
Şekil 3.4. (a) Klasik Alt Kümelerin Kesişimi (b)Bulanık alt kümelerin kesişimi . 35
Şekil 3.5. (a)Bağdaşamayan Klasik Kümeler (b)Bağdaşamayan Bulanık Kümeler..... 37
Şekil 3.6 (a)Klasik (b)Bulanık küme 38
Şekil 3.7. Bitişik üçgen gösterimi 39
Şekil 3.8. Örtüşmeli üçgen gösterimi..... 40
Şekil 3.9. Üyelik fonksiyonunun kısımları 41
Şekil 3.10. Normal ve normal olmayan kümeler……. 42
Şekil 3.11. Dışbükey ve Dışbükey olmayan kümeler 43
Şekil 3.12. Sıcaklık bulanık alt kümeleri 45
Şekil 3.13. A Bulanık kümesi…….. 47
Şekil 3.14. İki bulanık kümenin (a) birleşimi, (b) kesişimi 48
Şekil 3.15. Tipik bulanık küme çıktısı 48
Şekil 3.16. En büyük üyelik derecesi durulaştırması 49
Şekil 3.17. Sentroid yöntemi ile durulaştırma..... 50
Şekil 3.18. Ağırlıklı ortalama yöntemi durulaştırması..... 51
Şekil 3.19. Ortalama en büyük üyelik durulaştırılması..... 52
Şekil 3.20. Toplamların merkezi durulaştırması 52
Şekil 3.21. En büyük alan merkezi ile durulaştırma 53
Şekil 3.22. İlk ve son en büyük üyelik dereceleri ile durulaştırma 54
Şekil 3.23. En küçük üyelik derecesi durulaştırması 54
Şekil 3.24. Klasik Sistem 56
Şekil 3.25. Bulanıklaştırma-Durulaştırma Birimli Bulanık Sistem 56
Şekil 3.26. Bulanık VE ve VEYA işlemleri için sırasıyla minimizasyon ve maksimizasyon operatörlerini kullanan Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi ... 58
Şekil 3.27. Sugeno Bulanık sistemi..... 59

Şekil 3.28. Sugeno Bulanık sistemin çıkarımı 60
Şekil 3.29. Anket hazırlık çalışması için iş akış şeması..... 63
Şekil 4.1. Yapılaşmamış alanın haritası 71
Şekil 4.2. Yapılaşmış alan haritası 72
Şekil 4.3. Grafik kullanıcı ara-yüzünde FIS yapısı 84
Şekil 4.4. FIS editörü 86
Şekil 4.5. FIS yapısında mamdani yöntemine göre oluşturulan üyelikler 88
Şekil 4.6. Mamdani yapısında oluşturulan kural tabanı..... 89
Şekil 4.7. Mamdani yapısında oluşturulan kural tabanına göre değerlerin tespit edildiği kısım..... 90
Şekil 4.8. ANFIS editörü..... 91
Şekil 4.9. ANFIS Editöründe Sugeno yapısında verilerin eğitilmesi ve eğitme hatası 92
Şekil 4.10. Sugeno yapısında test verilerinin dağılımı..... 92
Şekil 4.11. Test verilerinin Sugeno'da karşılık gelen değerlerinin dağılımı ve test hatası 93
Şekil 4.12. Sugeno 'da oluşan yapı 93
Şekil 4.13. Yapılaşmamış alan konumsal puan tematik haritası..... 101
Şekil 4.14. Yapılaşmamış alanda Senaryo P1 değer dağılımı ve R^2 104
Şekil 4.15. Yapılaşmamış alanda Senaryo P2 değer dağılımı ve R^2 105
Şekil 4.16. Yapılaşmamış alanda Senaryo P3 değer dağılımı ve R^2 106
Şekil 4.17. Yapılaşmamış alanda Senaryo P4 değer dağılımı ve R^2 108
Şekil 4.18. Yapılaşmamış alanda Senaryo P5 değer dağılımı ve R^2 109
Şekil 4.19. Yapılaşmamış alanda Senaryo P6 değer dağılımı ve R^2 110
Şekil 4.20. Yapılaşmamış alanda Senaryo P7 değer dağılımı ve R^2 111
Şekil 4.21. Yapılaşmamış alanda Senaryo P8 değer dağılımı ve R^2 113
Şekil 4.22. Yapılaşmamış alanda Senaryo P9 değer dağılımı ve R^2 114
Şekil 4.23. Yapılaşmamış alanda Senaryo P10 değer dağılımı ve R^2 115
Şekil 4.24. Yapılaşmamış alanda Senaryo P11 değer dağılımı ve R^2 116
Şekil 4.25. 100 veri ile Senaryo P5 'in dağılımı ve R^2 değeri 120
Şekil 4.26. 100 veri ile Senaryo P6 'nın dağılımı ve R^2 değeri 121
Şekil 4.27. 100 veri ile Senaryo P7' nin dağılımı ve R^2 değeri 122

Şekil 4.28. 100 veri ile Senaryo P9‘ un dağılımı ve R^2 değeri 123
Şekil 4.29. Durulaştırmalar yöntemlerine göre dağılımları ve R^2 125
Şekil 4.30. Sugeno yöntemine göre test sonuçları (a)1-30 ve (b)1-10,51-60,
91-100 test verileri dağılımı ve R^2 ……..... 127
Şekil 4.31. Sugeno yöntemine göre test sonuçları (a) 71-100 ve (b) 21-50 test
verileri dağılımı ve R^2 127
Şekil 4.32. Sugeno yöntemine göre test sonuçları (a)11-20, 61-80 ve (b)1-10,
39-48, 91-100 test verileri dağılımı ve R^2 127
Şekil 4.33. Yapılaşmış alan konumsal puanlamasını gösteren harita 131
Şekil 4.34. Yapılaşmış alan Senaryo E1 değer dağılımı ve R^2 değeri 133
Şekil 4.35. Yapılaşmış alan Senaryo E2 değer dağılımı ve R^2 değeri 134
Şekil 4.36. Yapılaşmış alan Senaryo E3 değer dağılımı ve R^2 değeri 135
Şekil 4.37. Yapılaşmış alan Senaryo E4 değer dağılımı ve R^2 değeri 137
Şekil 4.38. Yapılaşmış alan Senaryo E5 değer dağılımı ve R^2 değeri 138
Şekil 4.39. Yapılaşmış alan Senaryo E6 değer dağılımı ve R^2 değeri 139
Şekil 4.40. Yapılaşmış alanda Senaryo E3 yapısında 120 veri ile değerlerinin
dağılımı ……..141
Şekil 4.41. Sugeno yöntemine göre yapılaşmış alan test sonuçları (a) 81-120
(b) 1-40 test verileri dağılımı ve R^2 143
Şekil 4.42. Sugeno yöntemine göre yapılaşmış alan test sonuçları (a) 1-20,51-70
(b) 41-80 test verileri dağılımı ve R^2 143
Şekil 4.43. Anket çalışması için iş akış şeması..... 145
Şekil 4.44. Bulanık mantık metodolojisi ile yapılan çalışmanın iş akış şeması..... 148
Şekil 4.45. Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda Mamdani ve Sugeno
Karşılaştırması 152

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Taşınmazın mahalli özellikleri..... 15
Tablo 3.2. Taşınmazı konum özellikleri 16
Tablo 3.3. Mevzii özellikleri..... 17
Tablo 4.1. Senaryo sonuçlarına göre yaklaşıklık oranı R^2 ve hata oranları 117
Tablo 4.2. Senaryo P5,P6, P7 ve P9'un Ort.Yak. ve R^2 değerleri 124
Tablo 4.3. Sugeno yapısındaki test verilerinin Ort. Yak. ve R^2 değerleri..... 128
Tablo 4.4. Daireye ait iç ve dış aksesuarlar, binanın ısınma şekli, asansör durumu, otopark durumu, oda sayısı ve dairenin cephesine ait puantaj tablosu 130
Tablo 4.5. Dairelerin kat dağılımı puantajı 130
Tablo 4.6. Konumsal puanlamada dikkate alınan kriterler ve puanları 132
Tablo 4.7. Yapılaşmış alana ait senaryoların ortalama yaklaşıklıklar, Standart Sapma, R^2'leri ve Regresyon doğru denklemi 140
Tablo 4.8. Sugeno yapısındaki test verilerinin Ortalama yaklaşıklıkları ve R^2 değerleri 144
Tablo 4.9. Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda Mamdani ve Sugeno yapısından elde edilen ortalama yak. oranı ve R^2 değerleri 151

SİMGELER VE KISALTMALAR

CBS :	Coğrafi Bilgi Sistemi
KBS :	Kent Bilgi Sistemidir
TCBS :	Taşınmaz Coğrafi Bilgi Sisteminde
YSA :	Yapay Sinir Ağları
ÇRA :	Çoklu Regresyon Analizinin
ANFIS :	Adaptive neuro-fuzzy inference system (Adaptif Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi)
GUI :	Graphical User Interface (Grafik kullanıcı arayüzü)
FIS :	Fuzzy Inference System (Bulanık Çıkarım Sistemi)
TAKS :	Parsele oturacak bina alanı
KAKS :	Kaç kata imarlı olduğu
LSE :	En küçük kareler tahmini
R^2 :	Korelasyon katsayısı
η :	Öğrenme oranını,
E :	Ağın çıkışındaki hata
Yak% :	Yaklaşıklık oranı
SS :	Standart sapma
P1,..P11:	Parsele ait Senaryolar
E1,..E6 :	Konuta ait Senaryolar
S1,..S :	Anket Soruları

1. GİRİŞ

Taşınmaz değerlemesi sahip olma ve sahip olduğuna paha biçmenin söz konusu olduğunun anlaşılmasından beri uğraşıla gelen bir alandır. Bu alanda bu güne kadar farklı yöntemler uygulanılmaktadır. Her ülke kendi yöresel özellikleri ve piyasa koşullarına uygun yöntem seçerek değer tespiti yapmaktadır.

Ülkemizde taşınmaz değerlemesi konusunda yasal boşlukların olması ve bu konunun belli bir sisteme oturtulamaması değerlemeyi daha da zorlaştırmaktadır. Kamulaştırma, emlak vergisi, alım-satım değerinin tespiti, bankalarda ipotek veya kredilendirme, arsa ve arazi düzenlemesi, arazi toplulaştırması ve özelleştirme gibi farklı uygulamalar için değer tespiti gerekmektedir. Uygulamalarda belirlenen taşınmaz değerleri, piyasa koşullarında oluşan değerlerle uyuşmamakta, hatta farklı uygulamalar adına değeri belirlenen aynı taşınmaz için farklı değerlerle karşılaşılmaktadır. (Arıcı vd. 2002)

Günümüzde değer tespiti için yeni yaklaşım arayışları devam eden çalışma alanları içinde önemli yer almaktadır. Bilgisayar teknolojilerinin, mesleki uygulamalardan başlayıp alış-verişe kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanımına her gün yeni bir halka ilave olmaktadır. Bu geniş yelpazede bilgisayar teknolojilerinin son çalışma ürünü yapay zekâ teknikleri, sonuca gitmekte bir araç olarak kullanılmaktadır. Yapay zekâ teknikleri insan düşüncesini taklit etmeye yönelik oluşturulan yöntemler grubudur. Bu yöntemlerin her birinin çalışma şeklinin farklı olmasına rağmen her birindeki amaç mantık kavramını bilgisayara tanıtabilmektir.

Yapay zeka teknikleri olarak adlandırılan Bulanık mantık metodolojisinin makine sistemleri, tıp, ekonomi, vb. alanlar başta olmak üzere birçok alanda uygulama örneklerine sıkça rastlanmaktadır. Sağladığı en büyük fayda insana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilmesine olanak sağlamasıdır (Şen, 2004).

Taşınmaz değerlemede en çok kullanılan yöntemlerden karşılaştırma, gelir, maliyet yöntemlerinin özellikleri irdelendiğinde kısıtlı sayıda kriterle (örneğin TAKS, cephe, alan) işlem yapabilme, ülke ekonomik verilerinin stabil olmaması,

yapı vb. maliyetlerin değişik alanlar için sonuca gitmede yetersiz kalması, benzer özellikli taşınmaz bulma zorluğu gibi zorluklar sıkça karşılaşılan sorunlar olarak ifade edilmektedir.

Taşınmaz değerlemesinde subjektif yaklaşımların etkisinin yanı sıra değeri etkileyen kriterlerin linguistik ifadesi zorunluluğu yapay zekâ yöntemlerinden bulanık mantığın özelliklerinden yararlanarak kullanılabileceği ve değerlemede yöresel tercihlerin dikkate alınarak oluşturulacak modelin hızlı, doğru sonuca gitmede katkısı olacağı düşüncesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Yapay zeka tekniklerinden bulanık mantık metodolojisinin taşınmaz değer tespitinde kullanılabilirliğinin tartışıldığı bu çalışmanın, 1. Bölümü giriş, 2. Bölümü taşınmaz değerlemesi ve bulanık mantık metodolojinde yapılan literatür araştırma çalışmaları, 3. Bölümü taşınmaz değerlemesi ve bulanık mantık hakkında teorik bilgiler, 4. Bölümü ise taşınmaz değerlemesinin bulanık mantık metodolojisindeki uygulaması ve bu uygulama öncesi ön hazırlıkları anket çalışması ve analiz sonuçlarının yer aldığı bölümleridir. Çalışmanın sonu olan 5. bölümde ise yapılan çalışmanın irdelemesi bulunmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Genel anlamda taşınmaz değerlemesi; bir taşınmazın, taşınmaz projesinin ya da taşınmaza bağlı hak ve faydaların değerleme günündeki olası değerinin, bağımsız, tarafsız ve objektif ölçütlere dayanarak kestirimi olarak tanımlanılabilir (Açlar ve Çağdaş 2002).

Taşınmaz değerlemesi için farklı tanımlamalar da vardır. Brown (1967) Değeri, yatırım veya uzun süreli kullanım için satıcının, taşınmaz özelliklerine göre karşılık belirlenmesi işlemi olarak tanımlarken, Ring (1972)'de taşınmaz değerlemesine, alım satım veya kurumsal işlemler için ihtiyaca, isteklere ve finansal kapasiteye göre değişkenlik gösteren karşılıktır tanımlamasını yapmaktadır.

Taşınmazın değerinin belirlenebilmesi için değeri etkileyen kriterler bilinmelidir. Taşınmazın değerini etkileyen kriterleri Yomralıoğlu (1997) aşağıdaki gibi gruplandırmıştır:

1) Taşınmazın Kullanım Amacı: Arsa, arazi, konut, ticari, endüstriyel, tarım gibi
2) Taşınmaz Mahallinin Özellikleri:
   - ✓ Yasal Özellikler:
   - ✓ Taşınmaz Sahiplerinin Kişisel Özellikleri:

3) Taşınmazın Konumu: Özellikle ekonomik tesis ve sosyal donatılara göre konumu ve ulaşım durumu dikkate alınır.

4) Mevzi Özellikleri: Taşınmazın bulunduğu yer itibari ile sahip olduğu geometrik ve fiziksel yapı ve bunlara bağlı olarak da kullanım büyüklüğündeki değişkenlikler ekonomik açıdan taşınmaz değerini etkileyebilecek niteliktedirler (Yomralıoğlu 1997).

Taşınmaz değerinin belirlenmesi için etkin kriterlerin belirlenmesinin ardından değerleme yöntemi seçilir. Taşınmaz değerlemede yöntemlerle ilgili literatürde en çok kullanılan yaklaşımlar:

- Emsale göre değerleme yöntemi
- Gelire göre değerleme yöntemi
- Maliyete göre değerleme yöntemidir (Yomralıoğlu 1997, Ertaş 2000, Açlar ve Çağdaş 2002).

Fakat gelişen teknoloji ile bu yöntemlerin uygulamadaki zorlukları yeni arayışları zorunlu kılmıştır. Pagourtzi ve Assimakopoulos (2003) tarafından yapılan çalışmada taşınmaz değerleme yöntemleri geleneksel ve ileri değerleme yöntemleri olmak üzere aşağıdaki şekilde bir gruplanmıştır.

Geleneksel değerleme yöntemleri:

- Karşılaştırma yöntemi (emsale göre değerleme yöntemi);
- Gelir yöntemi;
- Maliyet yöntemi;
- Çoklu regresyon yöntemi;
- Hedonik fiyat yöntemi;
- Fayda yöntemi.

İleri değerleme yöntemleri:

- Yapay Sinirsel Ağlar (Artificial Neurula Network-ANNs);
- Bulanık Mantık (Fuzzy Logic);
- Konumsal Analiz (Spatial Analysis);
- Kendinden Azalan Tümleşik Ortalama Hareket Yöntemi (ARIMA) (Pagourtzi vd. 2003).

Yapay sinir ağları ve bulanık mantık, yapay zeka yöntemleri olup geniş uygulama alanları olan yöntemlerdir.

Günümüzde sıkça adına rastlanılan yapay zeka yöntemlerini etkin olarak kullanan çok fazla meslek grubu mevcuttur. Yeni arayışlarda bulunan haritacılar ve şehir bölge planlamacılar da bu grubun içinde kendilerine yer bulmaya başlamıştır.

Yapay zeka çözümlerine uygun bir çok haritacılık problemi mevcuttur. Bunların dışında yapay zeka haritacılara yeni araştırma alanları sunmaktadır (Heine 2001, Ölgen 2003).

Yapay zeka; bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikleri olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkarma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanabilir (URL1).

Uygulama alanlarına göre Yapay Zeka yöntemleri aşağıdaki gibi gruplanmıştır:

- Konuşma dili işleme (Natural Language Processing)
- Buluşsal arama (Heuristic search)
- Bilgi tabanlı sistemler (Knowledge based systems)
- Uzman sistemler (Expert systems)
- Bulanık mantık (Fuzzy logic)
- Doku tanıma (Pattern recognition)
- Robotik ve yapay yaşam (Robotics and artificial life)
- Bilgisayarla görme (Computer vision)
- Makine öğrenmesi (Machine learning)
- Yapay sinir ağları (Neurocomputing)
- Evrimsel programlama (Evolutionary programming)

Sözü edilen yöntemler uygulama yapılan alana göre farklılıklar göstermektedir. Başta uydu görüntülerinin sınıflanmasında alternatif bir yöntem olarak kullanılan yapay sinir ağları olmak üzere yapay zekanın diğer konuları da haritacılık içinde kendine uygulama alanı bulmuştur. Bu konuda Ölgen (2003) çözüm yollarını her bir tekniğe göre açıklamaktadır.

Bulanık mantık ve yapay sinir ağları haritacılıkta en çok tercih edilen yöntemler olarak literatürde yer almaktadır (Worzala 1995, Heine 2001, Hansen 2003).

Bulanık mantık bir tür makine zekasıdır. Bilgisayar bu zeka sayesinde tam olarak tanımlanmamış sistemleri sağduyulu bir yaklaşımla ayıklayıp kontrol eder.

Bulanık mantık düşünce, kavram, terim, önerme ve çıkarıma dayanır. Bulanık mantığın diğer mantık türlerinden ayrılan noktaları;

a) sözel belirsizliklerin olması,
b) çoklu bir mantık olması,
c) incelenen olayların denklemlerinin olmaması,
d) bulanık mantıkta tüm modellerin bir önermeler demeti şeklinde olmasıdır.

Bir olayın bulanık mantıkta incelenerek modellenmesi için

1) Olayı temsil eden değişkenlere sözel olarak karar verilir. Bu sözel kriterlere bulanık mantık değişkenleri denir.
2) Sonrasında bu kelimelerin hangilerinin öncül hangilerinin soncul olduğuna karar verilir. Bu matematikteki bağımlı ve bağımsız değişkenler ayrımına benzer.
3) Bulanık mantıkta modelleme yapmanın 3. aşaması bu öncüllerden kaç tane önerme ortaya çıkacağı sorusudur. Bir bakıma önerme sayısı, öncüllerin değişik şekillerde bir araya getirilme seçeneği sayısıdır (Şen 2002).

Bulanık mantığın jeodezide yersel alanlardaki uygulamalarıyla ilgili çalışmalar yapan Heine (2001), Akyılmaz ve Ayan (2003), Yılmaz ve Arslan (2005)'ın çalışmalarında bulanık mantığın uygulama alanlarından bahsedilmektedir.

Ayrıca bulanık modelleme, yersel alanlarda çoğu modelleme problemleri için uygun bir çözüm yolu olabilmektedir. Klasik modellerin yapabildiğinden daha çok veya daha doğru kesin olmayan değerlerin elde edilmesinde faydalanılabilmektedir (Heine 2001).

Robinson (2002)'de yapmış olduğu çalışmada Coğrafik veri tabanının hazırlanılmasının klasik mantığa dayandırıldığını, bu mantığın yetersizliği, doğru olmayan verilerin kullanılması ve işlenmesi problemleri ile karşılaşıldığını ifade etmektedir. Bulanık mantık, coğrafik veri tabanı ilişkilerinde hem dayanak hem de doğru kullanılabilecek bir yöntem olduğuna yapmış olduğu çalışması ile doğrulamaktadır. Schneider (1999) de bu konudaki çalışmasında coğrafik

uygulamalarda, veri tabanlarındaki konumsal veriler için bulanık küme ve bulanık topolojiye ile çözüm üretilmeye çalışmıştır.

Zhu vd. (1999) yapmış olduğu çalışmada toprağın konumsal dağılımını anlamak ve göstermek için bulanık mantık yöntemi kullanmıştır. Çalışmada çevre şartları dikkate alınarak toprak sınıflarının belirlenmesi amacı ile Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yeteneklerinden yararlanarak, bulanık mantık ve uzman sistemleri birleştirerek sonuca varılmıştır.

Arazi analizleri ve arazi yönetimi amacı ile çevre şartlarında toprak sınıflarının belirlenmesinde CBS - bulanık mantık entegrasyonu kullanılmıştır (Zhu vd. 2001). Bu çalışmada toprakların benzerliklerini gösteren bir model oluşturulmuştur. Toprağın kalitesinin ölçümleri yapılarak sınıflandırma yapılmıştır. Bu işlem yapılırken çevre durumuna bakılmıştır. Bir alan üzerindeki toprağın çevre şartları CBS veya Uzaktan Algılama teknikleri ile karakterize edilerek Uzman Sistemler ve Bulanık Mantık kullanılmıştır.

Assmakopoulos vd. (2003)'nin yaptıkları çalışmada da tarım topraklarının verimlerini artırmak için hangi ve nasıl gübreleme gerektiği problemini çözüm üretmek için CBS 'den yararlanarak bulanık sınıflandırma yapmışlardır.

Yunanistan'da yapılan bir çalışmada, CBS ortamında bulanık kümeler yardımı ile son on yılın alüvyonlu toprak kaynaklarının haritalanılması örneği verilmiştir. Çalışmada uygulama alanında belirli bazı noktaların sondaj ve toprak profillerinden veriler toplanılarak, haritalar oluşturulmuştur. Tematik bulanık haritalardan ara değerlerin bulunması için bulanık küme teorisi uygulanılmıştır (Kollias vd. 1999).

Bulanık mantığın uygulanıldığı alanlardan biri de arsa kullanım haritalarının oluşturulmasına yönelik çalışmalardır. Genellikle arsa örtüsü ve arsa kullanım haritalaması kesin bir sınıflamaya dayandırılmamaktadır. Hansen (2003)' de yapılan çalışmada şehir alanlarının kullanımını haritalamasında bulanık sınıflandırma yardımı ile daha iyi sonuçlara ulaşıldığı ifade edilmiştir. Çünkü bulanık sınıflandırma aynı zamanlı 1., 2. vs. sınıf arsa kullanımlarını gösterebilir. Bu gösterim plancıların arsa kullanım modellerini daha detaylı bir şekilde anlamalarını sağlayacaktır.

Tematik haritalarda alan hesabının doğruluk değerlendirmesi bulanık küme teorisine dayandırılmıştır. Bu uygulama, Plumas National ormanlarında kullanılarak denenmiştir (Woodcock ve Gopal 2000).

Yapılan literatür taramasında, kentsel karar destek sistemlerinde özellikle taşınmaz değerlemesi üzerine bulanık mantığın uygulanıldığı görülmüştür (Bonisssone ve Cheetham 1997, Bagnoli ve Smith 1998, Samadzadegan vd. 2002).

Samadzadegan vd. (2002) çalışmasında kent yönetiminde ve konumsal karar vermede son zamanlardaki sorunlara bulanık küme teorisi ile değinmiştir. Kent yönetiminde ve konumsal karar vermede yaygın olarak kullanılan araçlardan birisi Kent Bilgi Sistemidir (KBS). Bu sistemdeki önemli problemlerden birisi kullanıcıların, vatandaşların ve diğer ilgili kişilerin sözel değişkenleri nasıl ifade edeceğidir. Sözel ifadeli kriter ve ihtiyaçların tanımında bulunan belirsizlikler yüzünden bulanık mantık uygun bir yöntemdir. Belirsizliklerle başa çıkmak için en iyi çözüm; yeterli bir donanım ve bulanık küme teorisidir. Bulanık küme teorisi kullanılarak İran-Rasht bölgesinin 1/2000'lik haritası yardımı ile türetilen birkaç veri tabakası ile kullanıcının kriterini kullanarak, uygun bir konut bulmak amacı ile bir durum çalışması yapılmıştır. Geleneksel sistemlerin üstünde bulanık küme teorisine dayanarak önerilen metodun üstünlüğü ifade edilmektedir.

Bagnoli ve Smith (1998)'in çalışmalarında taşınmaz değerlemede, bulanık mantığı kullanmışlardır. Bulanık mantığın taşınmaz yönetimi için sağladığı avantajları aşağıdaki gibi sıralamaktadırlar.

- ✓ Taşınmaz karar destek sistemlerinin gelişimini sağlar.
- ✓ Taşınmaz performans değeri bulunmasına yardımcı olur.
- ✓ Taşınmaz değeri ve sürekli izlemeli portföy yapısı oluşmasına yardımcı olur.

Çalışmada CBS sistemlerinde daha anlamlı analitik sonuçlar sağlamak için veriler bulanıklaştırılarak kullanılmıştır. Bulanıklaştırılan sistemde mevcut olan verilerden veri tabanında bulunmayan verilerin üretilmesi yapılmıştır. Yani bir belirsizliğin karşılığını bu metodoloji ile çözülebilmektedir (Bagnoli ve Smith 1998).

Lee ve Yeh (2003)'in çalışmaları taşınmaz değerlemesinde linguistik değişkenler, dikkate alınarak ve bulanık model değerlemenin subjektif olarak ifade edildiği çalışma örneğidir. Modelleme sonuçları örneklerle doğrulanarak bu örneklerde bulanık değerleme modeli kullanıldığında değerlendiricilerin belirlediği

değeri gösterilmektedir. Taivan şehri için bu modelin uygulanabilirliği test edilmiştir. Metropolitan alanlarda bu çalışma uygulanılırsa modellenen parametrelerin daha gerçekçi olabileceği belirtilmiştir (Lee ve Yeh 2003).

Taşınmazın kesin değerinin bulunmasında CBS en iyi araçlardan biridir. Literatürde rastlanan araştırmalarda taşınmazın değerinin bulunması için CBS destekli çalışmalar Zeng ve Zhou (2001), Pagourtzi ve Assimakopoulos, (2003)'a aittir. Ülkemizde, CBS'den faydalanılarak taşınmaz değer haritası üretmek amacı ile yapılan başka bir çalışmada Uzaktan Algılama yönteminden faydalanılmıştır (Nişancı 2005).

Zeng ve Zhou (2001) çalışmasında taşınmaz ticaretinde bir taşınmazın değerine ve potansiyeline (kapasitesi) temelde onun bölgesi tarafından karar verilir, anlayışı vurgulanmaktadır. Taşınmaz için karar vermede konumsal faktörlerin önemini bu anlayış ifade etmektedir. Taşınmaz Coğrafi Bilgi Sisteminde (TCBS) bir model geliştirilmek için bulanık küme teorisinin (bulanık mantık) CBS'ye entegresi çalışılmıştır. Taşınmaz ticaretinde alıcı ve satıcı için karar veren kimselere yardımcı olmak amacı ile modelin geliştirildiği ifade edilmektedir.

Bir başka çalışmada, taşınmaz modeli farklı zamanlarda satılmış içinde sahibinin oturduğu ya da oturmadığı taşınmazlardan oluşturulmuştur. Model oluşturulurken CBS ortamında kullanılan taşınmaz değişkenleri aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

- ✓ Çevre değişkenleri: komşuluk, uzaklık veya yakınlık ve sosyo-ekonomik değişkenler,
- ✓ Finansal değişkenler,
- ✓ Taşınmaz değişkenleri: sözel ve taşınmaza ait sayısal değişkenlerdir

Değişkenlerin bazıları ölçülebilirken bazıları da ölçülememiştir. Ölçülebilen değişkenler CBS araçlarıyla daha kolay bulunmuştur. Sistemin uygulanabilirliği, konut satış fiyatlarının hesaplanmasında bir uygulama ile test edilmiştir. Bu çalışma Yunanistan'da Attica şehrinin bir belediyesindeki taşınmazların değerlerinin tespit edilmesinde (değerlemesinde) kullanılmıştır (Pagourtzi ve Assimakopoulos 2003).

Yukarıdaki çalışmada kullanılan kriterler bölgesel olduğu için farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda değişkenlik gösterecektir. Aşağıdaki çalışmadan da görülebileceği gibi bir konut almak için; Alışveriş merkezlerine olan mesafe, okullara olan mesafe, ana yollara olan mesafe, askeri kamplara olan mesafe, çevre görünümü ve ulaşılabilir fiyat nedir? gibi sorgulamalar yapılır. Bu sorulardan kesin olmayanları kesinlik seviyesine getirmek ve bunları bilinen bir kent bilgi sisteminde birleştirmek mümkün değildir.

Sarpoulaki vd. (2002)'nin çalışmasında önerilen yöntem daha öncede bahsedilen bulanık mantıktır. Bu modellemede ilk aşamada bir evin satışına karar vermek için sözel değişkenler tanımlanmıştır. Sonraki aşamada ideal bir evi tanımlamak için sözel kurallara uyarak fonksiyonların üyeliği tanımlanmaktadır. Daha sonra bulanık mantık yapısı içine gömülmüştür. Bu çalışmada bulanık mantık sistemi olarak; pozisyonu, boyutları, maliyeti (fiyatı) ve bir evin diğer özelliklerinin tanımlanabildiği Mamdani yapısı kullanılmıştır. Bu yapıda belirtilen özellikler giriş ve çıkış işlemlerinde kullanıcı tarafından tanımlanılmaktadır. Gerekli bilgi katmanları 1/2000 ölçekli İran'ın Tahran şehrinin haritasından elde edilmiştir.

Taşınmazın değerinin bulunmasında Yapay Sinir Ağlarından (YSA) da faydalanıldığı çalışma örnekleri mevcuttur.

Yapay Sinir Ağı (YSA), genel anlamda beynin bir işlevini yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekilde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. Donanım olarak elektronik devrelerle ya da bilgisayarlarda yazılım olarak oluşturulabilir (URL2).

YSA ile Porto Alegre şehrinde taşınmaz değerlemesi yapılmıştır. Porto Alegre şehrindeki taşınmazların kira ve satış değerlerini hesaplamak için YSA'yı kullanmaktadır. Kira verilerinde YSA modellemesi başarılı bir şekilde uygulanabilmiştir. Kira verileriyle elde edilen sonuçlardaki doğruluk kadar, satış verilerinden oluşturulmuş modelde elde edilememiştir. Satış veri kümesine daha farklı analizler yapmak gerekmektedir sonucu çıkarılmıştır (Cechin vd. 2000).

Literatür taramasında YSA'nın taşınmaz değerlemesi üzerine uygulamalarında genellikle Çoklu Regresyon yöntemi ile karşılaştırılmalar yapıldığı görülmektedir (Worzala vd. 1995, Brondino ve Silva 1999).

Worzala vd. (1995) çalışmasında Kolarado'nun Kolin şehrinde konut satışlarında değerleme analizi için YSA ile iki model oluşturmuştur. Modeller arasında çelişkili sonuçlar bulunduğunu vurgulayarak, YSA teknolojisini kullanmayı planlayan değerlendiriciler uyarılmaktadır.

Brondino ve Silva (1999)'nın çalışmasında şehirlerin arsa değerlemesinde Regresyon modeli ve YSA ile hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucu elde edilen hatalar karşılaştırılmıştır. Sonuçların karşılaştırmasında YSA metoduyla bulunan mutlak hata Regresyon tekniğiyle bulunan hatadan daha küçük olduğu gözlenmektedir.

Bir başka çalışmada taşınmaz değerlemede YSA ve Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve kullanımdaki performanslarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu çalışmaya göre YSA performansı ÇRA den daha iyidir. Pratik amaçlar için yeterli örnek veri grubu olduğunda ve/veya veri model fonksiyonu şeklindeyse YSA tavsiye edilmektedir (Nguyen ve Cripps 2001).

ÇRA, YSA ve bulanık mantık metotlarının taşınmazın değerlemesinde karşılaştırılmasını yapan Lokshina vd. (2003) bu üç model için aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

1) Konut değerlemesinde ÇRA (örneğin lineer, non lineer, semi-log, log-log) semi-log ve log-log formları veri testlerinde en iyi tahmin sonucunu göstermektedir.

2) ÇRA, YSA ve ANFIS modellerine dayanan konut değerlemesinde az veri ile karşılaştırma sonucu, ÇRA en iyi sonuçları göstermiştir. ANFIS'te ise gerekli veri sayısı sağlanıldığında iyi sonuçlar elde edilmiştir.

3) Yapay zeka metotları uygulamalarında, taşınmaz değerlemesinde oluşturulan sağlıklı bir yapı ile beklenen sonuçların elde edilmesi mümkün olmaktadır.

Bonisssone ve Cheetham (1997) çalışmalarında taşınmaz değerlemesi için yöntem karşılaştırması yapmışlardır. 1000 taşınmaz bu yöntemlerle test edilerek elde edilen sonuçlar veri ihtiyacı, kullanılan metot ve hata oranı şeklinde aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

Veri ihtiyacı	Kullanılan metot	Hata(ortalama)
2 özellikli	Alanda $/ ft.^{2}	%10
10 özellikli	İstatistik formül	%8
10 özellikli	Bulanık-sinir ağı	%7
(11-30) özellikli	Bulanık CBR	%5
Bölge denetiminde	Kişisel değerlendirici	%3

Çalışma bulanık tekniklerin güncel bir değer üretmekte her zaman kullanılabileceği belirtilmektedir (Bonisssone ve Cheetham 1997).

İncelenen literatür çalışmalarında bulanık mantık metodolojisinin geniş uygulama alanı olduğu ve taşınmaz değerlemesinde de uygulanabildiği ve doğruya yakın sonuçları elde etmede başarılı olduğu gözlenmiştir. Değişik Literatürde bulanık mantığın sözel değişkenler üzerinde rahatlıkla kullanılabileceğini ve klasik mantıktan farklı olarak ara bilinmeyen değerlerin ya da değişkenlerin üretilmesinde insan zekasını taklit ettiğini belirlenmiştir.

Taşınmaz değerlemede bulanık mantık örneklerinden hareketle bulanık mantık metodolojisi yardımı ile Türkiye koşullarına uygun model oluşturma çalışmaları için irdelenmesi gerekliliği sonucuna varılmış ve bu amaçla çalışma başlatılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, öncelikle taşınmaz değerini etkileyen kriterler ve yöntemler ortaya konulacaktır. Taşınmaz değerlerinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım ortaya koymak amacı ile bulanık mantık metodolojisi irdelenecektir. Taşınmaz değerini etkileyen kriterlerin seçimi ve veri toplamada kullanılan anket çalışması ve verilerin standartlaştırılması üzerinde durulacaktır.

3.1. Taşınmaz Değerlemesi

Taşınmaz değerinin saptanması özel mülkiyet hakkının var olduğu ülkelerde bilim adamlarının yaklaşık bir asırdan beri üzerine önemle eğildikleri, çözüm için kendi ülke koşullarına göre büyük çaba harcadıkları ve sürekli geliştirdikleri bir uğraş alanı olmuştur (Açlar ve Çağdaş 2002).

Değerleme, taşınmazların sahip olduğu özelliklerin ekonomik gelişmeler karşısında topyekün analiz edilerek, piyasa koşullarındaki değişim değerinin bulunması işlemidir (Açlar 1977). Taşınmaz değerlerinin belirlenmesi işlemi ülkelerin yaşam standartlarına ve alışkanlıklarına göre değişkenlik arz etmektedir. Ayrıca serbest piyasa ekonomilerinde sorunlu olmaktadır. Değerleme yapılırken, çeşitli faktörleri ve bu faktörler arasındaki farklı ilişkileri göz önüne almak gereklidir (Bagnoli ve Smith 1998).

Değer tespiti işleminde; değeri bilinmeyen taşınmaza benzer özellikli taşınmaz bulma zorluğu, değere etki eden faktörlerin çokluğu, yöresel bölgelere ve tercihlere göre değişkenlik göstermesi, bilinen matematik denklemlerle ifade edilme zorluğu karşılaşılabilecek sorunlardır. Taşınmaz değerlerinin tespiti için sözü edilen gerekçelerle yeni arayışlar tüm ülkelerde devam etmektedir.

3.1.1. Taşınmaz değerini etkileyen kriterler

Taşınmaz kapsamındaki arsa, arazi ve binalarda hangi kriterlerle değer belirleneceği önemlidir. Bu kriterler yöresel özelliklere, kişisel taleplere, teknik ve hukuki özelliklere göre değişkenlik göstermektedir. Genel anlamda değeri etkileyen kriterler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir (Yomralıoğlu 1997):

- Taşınmazın kullanım amacı
- Taşınmazın mahalli özellikleri
    - Çevresel özellikler
    - Yasal özellikler
    - Taşınmaz sahiplerinin kişisel özellikleri
- Konumsal özellikler
    - Kamu hizmeti veren alanlara ulaşım ve yakınlık
    - Alış-veriş merkezlerine olan uzaklık
    - Eğitim ve ibadet alanlarına olan uzaklık
    - Rekrasyon alanlarına olan uzaklık
    - Sağlıksız ve zararlı bölgelere olan uzaklık
    - Gürültü bölgelere olan uzaklık
    - Tarihi alanlara olan uzaklık
- Mevzii özellikleri
    - Topoğrafik yapı
    - Zemin yapısı
    - Parselin şekli ve boyutu
    - Cephe kullanımı
    - Manzara

Taşınmazın kullanım amacı: Kullanım amacı, taşınmaza ekonomik bakımdan etki eden önemli bir kriter olarak ifade edilebilir. Taşınmazın, hangi amaçla kullanılacağı, örneğin arsa veya arazi olduğu tespit edilir. Daha sonra, konut, ticari, endüstriyel veya tarım amaçlı olarak kullanılabilirliği taşınmazın ekonomik bir

göstergesi olduğundan, taşınmaz üzerinde gerçekleştirilmesi amaçlanan faaliyetin ne ölçüde yerine getirilebileceği irdelenir.

Taşınmaz mahallinin özellikleri: Taşınmazın mahalli özellikleri, bölgeye ait çevresel özellikler, taşınmazın yasal kullanım hakları ve çevredeki taşınmaz sahiplerinin kişisel özelliklerini kapsamaktadır. Taşınmaza ait mahalli özellikler Tablo 3.1.'de özetlenmektedir.

Tablo 3.1. Taşınmazın mahalli özellikleri

<table>
<tr><th colspan="2">Çevresel Özellikler</th><th>Yasal Özellikler</th></tr>
<tr><td>Doğal Faaliyet</td><td>Yapay</td><td rowspan="2">Kanun ve yönetmelikler taşınmazlara ilişkin mülkiyet haklarını kısıtlama veya genişletme tasarrufuna sahip olup, ekonomik açıdan etkiler.

Özellikle imarla ilgili mevzuat incelenmelidir.

İrtifak hakları mülkiyetin değerini negatif etkiler.</td></tr>
<tr><td>*Topografya
*Kentsel veya kırsalda olduğu
*Bitki örtüsü
*Ekolojik yapısı
*Kimyasal yapısı</td><td>*Yapılan veya yapılacak yatırım ve hizmetler
*Gelişme potansiyeli
*Alt ve üstyapı hizmetleri
*Sosyal, eğitim ve kültürel amaçlı donatıların yoğunluğu
*Yaşam koşulları
*Ticari ve endüstriyel faaliyetler ve bu türden tesislerin varlığı
*Nüfus yoğunluğu
*Sosyal tabakalaşma</td></tr>
<tr><th colspan="3">Taşınmaz Sahiplerinin Kişisel Özellikleri</th></tr>
<tr><td colspan="2">Kişilerin Davranış Biçimler</td><td>Toplum İçinde Popülariteleri</td></tr>
<tr><td colspan="2">*Komşuluk ilişkileri
*Maddi ve manevi güçleri</td><td>*Yasalara karşı davranış biçimleri
*Sosyal ve ekonomik gelişmeye katkılar</td></tr>
</table>

Taşınmazın konumu: Taşınmaz ticaretinde bir taşınmazın değeri ve potansiyeline (kapasitesi) onun konumu ile karar verilir, anlayışı yaygındır. Karar vermede konumsal faktörlerin önemini bu anlayış vurgulamaktadır (Zeng ve Zhou 2001).

Taşınmazın konumu, bölgedeki ekonomik tesis ve sosyal donatılara ya da ulaşım durumuna göre pozisyonudur. Bu tür donatı veya tesislere yakın veya uzak olması taşınmaz değerini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Uzaklık veya yakınlık durumunun değerlendirilmesinde ulaşım ağında, en uygun yol hattı dikkate alınmalıdır. Konum bakımından taşınmaz değerini etkileyebilecek unsurlar Tablo 3.2.'de verilmektedir (Yomralıoğlu 1997).

Mevzii özellikleri: Taşınmazın bulunduğu yer itibari ile sahip olduğu geometrik ve fiziksel yapı ve bunlara bağlı olarak da kullanım büyüklüğündeki değişkenlikler ekonomik açıdan taşınmaz değerini etkileyebilecek niteliktedirler. Mevzi özellikleri Tablo 3.3.'de özetlenmiştir (Yomralıoğlu 1997).

Tablo 3.2. Taşınmazın konum özellikleri

<table>
<tr><th>Kamu hizmeti veren alanlara ulaşım ve yakınlık</th><th>Sağlıksız ve zararlı alanlara olan uzaklık</th></tr>
<tr><td>-Toplu-taşıma durakları
-Terminal
-Otopark
-Sinema
-Tiyatro
-Spor alanları
-Çocuk bahçesi
-Eğlence yerleri
-Kültür merkezleri
-Hastane
-Sağlık ocağı
-Sağlık merkezleri
-Valilik-belediye temel hizmet binaları</td><td>-Altyapısı olmayan
-Az gelişmiş bölgeler
-Islah edilmemiş akarsu alanları
-Çevre sağlığı açısından zararlı olabilecek çöp boşaltım alanları
-Benzin istasyonları
-Sanayi artıklarının toplandığı alanlar
-Endüstriyel faaliyet gösteren birimler
-Jeolojik sakıncalı alanlar
-Trafo ve enerji nakil hatları
-Emniyet açısından sakıncalı ve suç işleme oranı yüksek olan bölgeler</td></tr>
<tr><th>Eğitim ve ibadet alanlarına olan uzaklık</th><th>Rekrasyon alanlarına olan mesafe</th></tr>
<tr><td rowspan="3">-Anaokulu
-Kreş
-İlk ve orta dereceli okullar
-Üniversite
-Vakıf
-Kütüphane
-Okuma salonları
-Cami
-Kilise vb.</td><td>-Gezinti yolları
-Piknik alanları
-Sahiller
-Yeşili yoğun alanlar
-Park ve bahçelere olan uzaklık</td></tr>
<tr><th>Tarihi alanlara olan mesafe</th></tr>
<tr><td>- Tarihi alanlara yakın taşınmaza ek kullanım hakkı verebilir.
- Tarihi bölgenin bakım özelliğine göre taşınmazı negatif etkileyebilir.</td></tr>
<tr><th>Alış-veriş merkezlerine olan mesafe</th><th>Gürültü</th></tr>
<tr><td>-Bölgedeki açık veya kapalı pazar yeri
-Market
-Bakkal
-Büfe
-Eczane
-Ticari birimlere olan uzaklık</td><td>-Yoğun trafiğe sahip havaalanı
-Karayolları
-Kavşaklar
-Demir yolları
-Eğlence merkezleri
-Kirli havanın yoğun olduğu bölgelere olan uzaklık</td></tr>
</table>

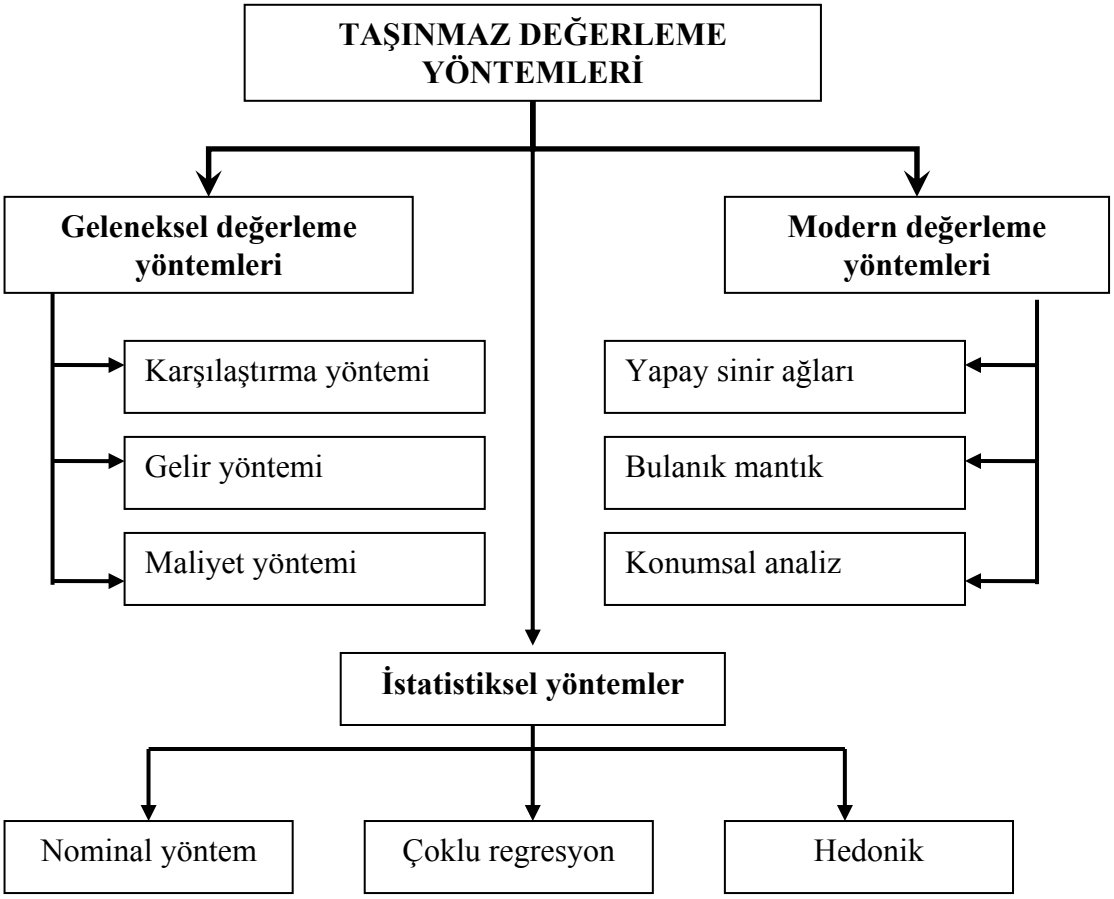
Tablo 3.3. Mevzii özellikleri

Topografik yapı	**Zemin yapısı**
-Eğim :Tarım arazilerinde verimi, arsalarda inşaat alanı hacmini etkiler *Eğim az ..... değerli *Eğim çok.....değeri az Eğim ile değer arasında ters orantı var.	İnşaata elverişlilik açısından zemin yapısı ve mukavemet . Eğer zemin yapısı kayalık veya bataklık ise inşaat maliyeti yüksektir.
Parsel şekli ve boyutu	**Cephe kullanımı**
-Geometrik yapı -Kırık köşe sayısı -Kenarların girinti ve çıkıntı kısa veya uzun olması durumu -Dar ve uzun bir yapıda olması -Komşusu ile hukuksal ilişkisi	-Ticari amaçlı taşınmazlarda önemlidir. -Ulaşım -Vitrin büyüklüğü -Yükleme ve boşaltma faaliyetlerinin rahatlığı -Cephe hattının genişliği değer ile doğru orantılıdır.
Manzara	
-Görüş mesafesi -Kat farkları dikkate alınarak bulunabilir.	

3.1.2. Taşınmaz değerleme yöntemleri

Taşınmaz değerinin belirlenmesinde kesin modellerden söz etmek zordur. Her ülkenin taşınmaz değer tespitinde kendine has kültürleri, konumsal ya da bölgesel özelliklerine göre kullandıkları yöntemler de farklılıklar görülebilir. Yöntemlerin çoğu alım-satım değerini tespit etmek için karşılaştırma temeline dayanmaktadır. Model ya da yöntemler ise doğrudan kullanıcıların düşüncesini taklit ederek, piyasayı analiz etmeye çalışır (Pagourtzi vd. 2003).

Taşınmaz değerleme yöntemleri; Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi gruplandırılabilir.



Şekil 3.1. Taşınmaz değerleme yöntemleri

3.1.2.1. Geleneksel değerleme yöntemleri

Geleneksel değerleme yöntemlerinde, değerlendiricinin değerlemeyi yapmadan önce bir dizi gözlem yapması ve gözlem sonuçlarına göre yöntem belirlemesini gerektirir (Pagourtzi vd. 2003). Geleneksek değerleme yöntemlerinde en çok kullanılan yöntemler emsale, gelire ve maliyete göre değerleme yöntemleridir.

Emsale Göre Değerleme Yöntemi (Karşılaştırma), benzer özellikli taşınmazların karşılaştırılması esasına dayanır. Genellikle arsa ve arazi değerlendirilmesinde tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntemin özellikleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Yomralıoğlu 1997):

- Çevresindeki diğer taşınmazlar ile karşılaştırma yapmayı esas alan yöntemdir.
- Anlaşılma kolaylığı açısından tercih edilir.
- Emsal olarak gösterilen parsel sayısı artırıldıkça karşılaştırma ile bulunacak parselin değeri gerçeğe yaklaşmaktadır.
- Karşılaştırılacak nitelikte, benzer özellikleri gösteren taşınmaz bulma zorluğu uygulamayı güçleştirmektedir.

Gelire Göre Değerleme Yöntemi, taşınmazların değeri yalnızca getirecekleri gelire göre saptanabiliyorsa kullanılabilen bir yöntemdir (Açlar ve Çağdaş 2002). Gelir yöntemi, genellikle ticari ve endüstriyel amaçlı kullanılan arsa ve arazilerin değer tespit işlemlerinde tercih edilmektedir. Yöntemin özellikleri aşağıda özetlenmektedir (Yomralıoğlu 1997, Ertaş 2000):

- Taşınmazın gelecekteki kazancı, enflasyon etkisi dikkate alınarak hesaplanan yöntemdir.
- Yatırımlar için tercih edilir.
- Ekonomileri belli bir sisteme oturmamış ülkelerde, faiz oranının ve enflasyon rakamlarının seçilmesi güçtür.
- Belirli zamanlarda gelirlerin hassas olarak belirlenmesi mümkün olmayabilir.

Maliyete Göre Değerleme Yöntemi, taşınmazın değer saptama tarihindeki maliyet bedeline yaklaşma yöntemin esasını oluşturur. Maliyet yöntemi genel olarak otel, fabrika, sanayi sitesi, iş hanı vb. üzerinde yapı bulunan ve kira gelirleri bilinmeyen yapılı taşınmazların değerlemesinde kullanılmaktadır (Açlar ve Çağdaş 2002). Yöntemin özellikleri aşağıda özetlenmektedir (Yomralıoğlu 1997, Ertaş 2000):

- Taşınmaz üzerindeki yapıların birim m^2 fiyatları yardımıyla maliyet hesaplaması ilkesine dayanan yöntemdir.
- Olumsuz değerler, yıpranma payı vb. gibi faktörler maliyet değerinden çıkarılarak veya olumlu faktörler eklenerek maliyet hesabı kesinleştirilebilmektedir.
- Piyasa koşullarındaki hızlı değişim takip edilemeyebilir.

3.1.2.2. İstatistiksel değerleme yöntemleri

İstatistiki (stokastik) değerlemenin esası, taşınmaz değeri ve taşınmaz kriterleri arasındaki sayısal ya da oransal bağıntılar ile matematiksel model oluşturmaktır. Matematiksek bağıntılar oluşturulurken farklı yaklaşımlar kullanılabilir (Açlar 1977). İstatistiki yöntemlere göre taşınmaz değerlemesinde en çok kullanılan yöntemler çoklu regresyon, hedonik yaklaşım ve nominal yöntem olarak sıralanabilir.

İstatistiki değerleme yöntemleri, hem geleneksel hem de ileri değerleme yöntemlerinin içinde ifade edilebilen yöntemlerdir. Bunun sebebi geleneksel yöntemin karşılaştırma yönünü esas alırken, ileri değerleme yönteminin de çok veri ile daha geniş bölgede taşınmazların değer tespitini yapılabilmesidir.

İstatistiki yöntemlerdeki çoklu regresyon, hedonik ve nominal değerleme yöntemlerinin temel yapıları genel anlamda aynıdır. Nominal değerlemenin, çoklu regresyon ve hedonik değerlemeden farkı taşınmazlara ilişkin özelliklerin puanlanarak yapılması esasına dayanmasıdır. Nominal yöntemde oluşturulan matematiksel modeldeki taşınmaz kriterlerine ait *ağırlıklar* uzman görüşü ya da anket yolu ile tespit edilebilirken (Yomralıoğlu 1993), çoklu regresyon ve hedonik değerlemede oluşturulan veri seti kullanılarak hesaplanılmaktadır.

İstatistiki değerleme yöntemlerinin genel yapısında bulunan özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Bir küme oluşturan taşınmaz değerleri arasındaki ilişkiler ilkesinden hareketle sayısal ve oransal bağıntılar elde edilme esasına dayanan yöntemlerdir.
- İstatistiki yöntemlerde kullanılan rayiç bedeller ülkenin ekonomik yapısına bağlı olarak değişebilmesinden dolayı sürekli takip gerekmektedir.
- İstatistiki değerleme yapılacak alanların büyük olması ve taşınmaz sayılarının fazla olması yapılacak değerlemede bilgisayar teknolojisi kullanmaya olanak vermektedir.

- İstatistiki hesaplamalarla taşınmaz değer tespiti için matematiksel modeller oluşturulması gerektiğinden, piyasa değerleri doğrulanmış taşınmazlar gerekmektedir.

3.1.2.3. Modern değerleme yöntemleri

Günümüzde bilgisayar teknolojileri, mesleki uygulamalardan alış-verişe kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojileri yardımıyla daha çok veri ile daha ayrıntılı analizler yapılarak daha hızlı ve doğru sonuçlara ulaşabilmek mümkündür.

İnsana has özelliklerden biri olan mantık kavramının bilgisayar teknolojisine uygulaması yapay zeka teknikleri ile sağlanmaktadır. Yapay zeka yöntemleri ve uygulama alanları birbirinden farklı bir çok alt konulara ayrılmıştır. Taşınmaz değerlemesinde Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları (YSA) tercih edilen yöntemler olarak gözlenmektedir (Heine 2001, Worzala vd. 1995, Hansen 2003). Ayrıca konumsal analiz yönteminin taşınmaz değerlemesinde örneklerine rastlanmaktadır (Zhu vd. 1999, Samadzadegan vd. 2002, Zeng ve Zhou 2001, Pagourtzi ve Assimakopoulos 2003).

Yapay sinir ağı ile değerleme yöntemi: Yapay sinir ağı (YSA) genel anlamda, beynin bir işlevini yerine getirmek için modelleme yapan bir sistem olarak tanımlanabilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekilde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. Donanım olarak elektronik devrelerle ya da bilgisayarlarda yazılım olarak bulunabilmektedir (URL2). Taşınmaz değerlemede YSA'nın kullanımı ve farklı yöntem karşılaştırmaları yapan çalışmalar mevcuttur (Cechin vd. 2000, Worzala vd. 1995, Brondino ve Silva 1999, Nguyen ve Cripps 2001, Yalpır vd. 2006, Özkan vd. 2007, Lokshina vd. 2003). YSA' nın özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Biyolojik sinir ağlarından esinlenerek geliştirilmiştir. Yani kısaca insan beynini taklit eder.

- Lineer olmayan özelliğe sahiptir.
- Paket programlarından yararlanılabilmektedir.
- Öğrenme, adaptasyon ve genelleme yapılabilecek bir yöntemdir.
- Sağlıklı veri ile çalışılması gerekir.

Bulanık mantık ile değerleme yöntemi: Bulanık mantık klasik, iki değerli mantığı genelleştiren yani günlük konuşma dilinde geçen sözel belirsizlikleri modelleme ve hesap yapılırken işin içine katma imkanı sunan bir yaklaşımdır (Baykal ve Beyan 2004). Bulanık mantık ile modelleme, yersel alanlarda yani jeodezik problemlerin çözümünde uygun bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Heine 2001, Akyılmaz ve Ayan 2003, Yılmaz ve Arslan 2005). Klasik modelleme ile çözülemeyen mühendislik problemleri için bulanık mantık yardımı ile daha çok veya daha doğru sonuçlara ulaşabilmek mümkündür (Heine 2001). Aşağıda bulanık mantığın özellikleri belirtilmektedir.

- İnsanın düşünce tarzına yakındır.
- Uygulanışında herhangi bir matematiksel bir model yoktur.
- Yazılımı kolaydır.
- Kurallar dizisi oluşturulması gerektiği için uzmana ihtiyaç vardır.
- Üyelik fonksiyonunun bulunması zordur. Bunun için ya uzmana sorularak ya da deneme yanılma yoluyla bulunur.
- Sistemin kararlılık analizi yapılaması zordur.

Konumsal analiz ile değerleme yöntemi: Konumsal analiz, verilerin görsel bir biçimde coğrafi olarak sunulmasına olanak sağlayan bilgi sistemi ve ilgili yazılımların yardımı ile noktasal ve sözel verilerin anlamlı ve bilgilendirici haritalar üzerinde sunulmasıdır (URL3). Konumsal analiz ile coğrafi bilgi sistemini kullanarak taşınmaz değer tespitleri yapılmış ve bazı yöntemler ile karşılaştırılmıştır (Zhu vd. 1999, Zeng ve Zhou 2001, Samadzadegan vd. 2002, Pagourtzi ve Assimakopoulos 2003). Konumsal analiz yönteminin özellikleri aşağıda özetlenmektedir (Yomralıoğlu 2000):

- CBS esasınsa dayanılarak grafik ve sözel bilgiyi birleştirerek çalışılmalıdır.
- Güncel harita altlığı ve ilişkilendirilmiş veri tabanının bulunması gerekir.
- Bazı verilerin harita altlığından elde edilmesinden dolayı süre ve maliyet açısından avantajlı bir yöntemdir.
- Verilerin güncel olarak tutulmasını gerektirir.

3.2. Bulanık Mantık Metodolojisi

Mantık çoktan bildiğimiz bir şeyden yola çıkarak bilmediğimiz bilgileri üretmek olarak tanımlanabilir. İnsanoğlunun mantığı, diğer bütün varlıktan farklı olarak; düşünme, eleştirme, mukayese etme yeteneğiyle birlikte yapıcı, yaratıcı ve üreticidir (Baykal ve Beyan 2004).

Günümüz bilgisayar teknolojileri üzerinde insan düşüncesini taklit etmek amacı ile çalışmalar yapılmaktadır. Klasik mantık teorisinin bilgisayarda problem çözümlemesindeki yetersizliği bulanık mantık fikrini ortaya çıkarmıştır. Bulanık mantık kuralları ile, sadece somut değil, soyut düşüncelere dayalı önermeler de yapılarak genel çıkarımların elde edilmesi mümkündür. Kavram ve terimlerdeki belirsizliklerin ve bulanıklıkların başlangıçta durulaştırılarak kesinlik kazandırılması gerekir (Şen 2004).

Bulanık mantık ile ilk bilgiler Zadeh (1965) tarafından literatüre mal edilmiştir. Bilgisayar kullanımı gereken ve linguistik (sözel) değişkenlerin bulunduğu karmaşık pek çok alanda, geçmişten günümüze kullanılagelmiştir.

Jeodezide bulanık mantık metodolojisi ile uygulamalar mevcuttur. Bunlar arazi kullanım haritaları üretiminde, uzaktan algılamada, coğrafi bilgi sisteminde veri analizinde, kestirim modellerinde, deformasyon analizi vb. şeklinde özetlenebilir (Heine 2001, Sarpoulaki vd. 2002, Hansen 2003, Akyılmaz ve Kutterre 2004).

Bulanık mantık metodolojisi ile taşınmaz değer tespitinde yapılan çalışmalar devam etmekle birlikte literatürde örnekleri az sayıda rastlanmaktadır (Bonissone ve Cheetham 1997, Bagnoli ve Smith 1998, Yung ve Kuang 2003). Dilmore, bulanık mantığın taşınmaza potansiyel uygulanmasını kabul eden ilk değerleme

uzmanlarındandır. Bulanık mantıkla ilgili birçok önemli noktayı ortaya koymuştur. Bunlardan en önemlileri;

- ✓ Bulanık mantık belirsiz düşünme değildir. Dahası, günlük kararlarımızda ve değerlendirmelerimizdeki (örn.; bir şeyin iyi, hoş olması veya iyi bir mekanda bulunması) kesinlik konusundaki eksikliğini ele almanın bir yoludur.
- ✓ Gerçeklik kesin değildir. Einstein "Matematik kanunları gerçekliği yansıttıkları sürece kesin değildirler ve kesin oldukları sürece gerçekliği yansıtmazlar" demiştir (Dilmore 1993).

3.2.1. Bulanık mantık kavramı

Bulanık mantık bir tür makine zekasıdır. Bilgisayar bu zeka sayesinde tam olarak tanımlanmamış sistemleri sağduyulu bir yaklaşımla ayıklayıp kontrol eder. Bulanık mantık düşünce, kavram, terim, önerme ve çıkarıma dayanır. Bulanık mantığın diğer mantık türlerinden ayrılan noktaları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Şen 2002):

a) Sözel belirsizliklerin olması
   klasik mantıkta: güzel, çirkin olarak ifade edilen şeyler,
   bulanık mantıkta: güzel, daha güzel, oldukça güzel, orta güzel, çirkin, az çirkin, çok çirkin, aşırı çirkin....gibi ifade edilebilmektedir.
b) Bulanık mantık çoklu bir mantıktır.
   Beyaz siyah yerine bunların arasında gri renklerin varlığını da kabul eder.
c) Bulanık mantıkta incelenen olayların denklemleri yoktur.
d) Tüm modeller bir önermeler demeti şeklindedir.

Bulanık mantığın en geçerli olduğu iki durum aşağıda belirtildiği şekilde özetlenebilir (Şen 2002, Baykal ve Beyan 2004):

- ✓ İncelenen olayın çok karmaşık olması ve ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda, kişilerin görüş ve değer yargılarına yer verilmesi gerektiğinde kullanılır.
- ✓ İnsan kavrayış ve yargısına gerek duyulduğunda; insan düşüncesinde sayısal olmasa bile belisizlik, yararlı bir bilgi kaynağıdır. İşte bu tür bilgi kaynaklarının, olayların incelenmesinde özgün bir biçimde kullanılmasına bulanık mantık ilkeleri yardımcı olacaktır.

Olayın bulanık mantıkla incelenmesinde öncelikle, yapılacak çıkarımların belirli tolerans sınırları içinde kalmasına önceden karar vermek gerekir. Bu tolerans sınırları yapılan işe göre birim ve tür olarak değişkenlik gösterir. Örneğin: çıkarım sıcaklıkla ilgili ise $\pm 5^0$C gibi bir sınır konulabilir.

Bir sorunun çözülmesine başlamadan önce toplanabilen sayısal ve sözel veriler göz önünde bulundurularak çözüm için en uygun yöntem hakkında karar verilmelidir. Bulanık mantık ile günlük konuşma dilinde geçen sözel belirsizlikleri modelleme ve hesap yapılırken işin içine katma imkanı bulunmaktadır. Bulanık mantık sözel verilerin işlenmesinde etkin bir yöntemdir. Bu tür bilgiler bilgisayara tanıtılarak bulanık işlemler yapılması temin edilebilir. Bu yoldaki en geçerli yöntem bilim bulanık küme, mantık ve sistemlerdir.

Bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri uzman kişilerin de vereceği sözel bilgileri işleyerek problemi çözmeye yarar. Her sözel bilgi bir bulanık kümeye karşı gelir. Bulanık kümelerde üyelik derecesi fonksiyonlarına, öznel tercihler yaparak karar verilebilir. Bulanık kümeler böylelikle kişilerarası diyaloga yardımcı olur.

Özetlemek gerekirse bulanık mantıkla modelleme;

- ✓ Ele alınan olayın bağlantıları bilinmiyorsa,
- ✓ Ele alınan olayın bağlantıları biliniyor, fakat matematiksel olarak ifade etmek zor ise,
- ✓ Ele alınan olayın bağlantıları biliniyor ve matematiksel formüllerle ifade etmek mümkünse, fakat model parametreleri belirsizlik içeriyorsa

kullanılabilir bir yöntemdir (Akyılmaz ve Ayan 2003).

Debois ve Prade (1980) "Bulanıklığın çoğu insani algı ve düşünce işlerine yayılacağını" ileri sürmüşlerdir. Bu sebepten bulanık mantık ve bulanık küme teorisinin taşınmaz değerleme ve değeri kesinleştirme konularına oldukça uygun olduğu düşünülmektedir (Bagnoli ve Smith 1998).

3.2.2. Bulanık mantığın temel prensipleri

Bulanık mantık yaklaşımı, bilgisayarlara insanlara ait özel bilgileri işleyerek, insanların deneyimleri ve önsezilerinden faydalanılarak çalışabilme yeteneği kazandırmaktadır. Bu yetenek kazandırılırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılarak bilgisayarlara matematiksel temellere dayandırılarak aktarılır (Elmas 2003). Bu nedenle bulanık mantığın uygulamalarda tercih edilmesinin sebebi, sözel verilerin bulunması halinde çözümlemelere gitmek için nasıl düşünüleceğidir. Bulanık mantıkla herhangi bir problem yaklaşık olarak modellenerek, matematiksel olarak karmaşık olmayacak çözümler ile denetim altına alınır (Baykal ve Beyan 2004).

Bulanık mantığın ardındaki temel fikir, bir önermenin doğruluğunun, önermelerle, kesin yanlış ve kesin doğru arasındaki sonsuz sayıda doğruluk değerlerini içeren bir kümedeki değerler ya da sayısal olarak [0,1] gerçel sayı aralığıyla ilişkilendiren fonksiyon olarak kabulüdür. Bu Zadeh'in bulanık kümeler üzerindeki ilk çalışmasının bir sonucudur (Zadeh 1965). Bulanık mantık yaklaşık akıl yürütmenin mantığıdır. Sözel olarak değişik sıfat dereceleri ile ifade edilen ya da sayısal olarak [0,1] gerçel sayı aralığında yer alan doğruluk değerlerine sahip oluşu (ki bu belirsizlik içeren doğruluk tablolarını da beraberinde getirir) ve geçerliliği kesin değildir. Fakat yaklaşık olan çıkarım kurallarına sahip oluşu ayırt edici özellikleridir (Baykal ve Beyan 2004).

Bulanık mantığın genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Zadeh 1997):

1) Bulanık mantıkta kesin nedenlere dayalı düşünme yerine yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.
2) Bulanık mantıkta her şey [0,1] aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
3) Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
4) Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
5) Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
6) Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.

Bulanık mantık yöntemi ile model geliştirmek ve bu modeli farklı yerlerde kullanılabilir hale getirmek mümkündür. Bulanık mantık yöntemine göre modelin oluşturulabilmesi için temel prensiplerinin bilinmesi gerekir. Bu prensipler şunlardır:

- Giriş verilerinin bulanıklaştırılması
- Kural tabanının oluşturulması
- Bulanık çıkarım motoru
- Durulaştırma

Bu prensiplerin uygulanabilmesi için küme kavramı, üyelik fonksiyonları ve üyelik dereceleri gibi konuların da incelenilmesi gereklidir.

3.2.3. Klasik ve bulanık kümeler

Klasik kümelerin üyelik derecelerinin Aristo mantığına dayanarak sadece 1 veya 0 değerinden bir tanesini alabileceği bilinmektedir. Bu mantığa göre az-çok, kısa-uzun gibi ikili seçeneklere göre kullanılır. Fakat siyah veya beyaz renklerin ayırımı söz konusu olduğu durumda sadece Aristo mantığına göre sınıflama yaparsak arada bulunan gri tonları nereye koymamız gerekir? Yani bulanık mantık kısaca

insanların düşünüş tarzını ifade etmekte kullanılır (Klir ve Floger 1988, Çervatoğlu 2004).

Matematik modeller ne kadar detaylı olursa olsunlar gerçeği yansıtamazlar, ne kadar gerçekçi olurlarsa olsunlar o kadar doğa olayını tam temsil edemezler. Mühendis olmayan sadece edebiyatçı ya da sosyal bilimci olan kişiler birçok gerçeği sözel veya şiir olarak değinerek ifade edebilirler. Yani gerçeğin modellenmesi ve ifade edilmesi sadece katı mantık, matematik, diferansiyel ve integral hesap yöntemleri ile yapılamaz. Çünkü bunlar sözel olan bilgileri işleyemezler (Şen 2004). Bu sebeplerden dolayı klasik mantığın yetmediği görülmektedir. İnsan düşünce tarzını yansıtan ya da yansıtması için çalışılan bulanık mantık ve küme teorisi önem kazanmaktadır.

3.2.3.1. Küme tanım ve türleri

Kümenin farklı tanımları vardır. Çeşitli eşya ya da bireyler topluluğuna kısaca küme denir. Bu topluluk akla gelen her türlü nesne veya kişilerden oluşabilir. Bunlar arasında insanlar, yapılar, yollar, ülkeler, hayvanlar, tek sayılar, harfler, atomlar, DNA'lar vs. bulunur. Kümeye giren bu nesneler birbirinden ayırt edilebilen etkenlere sahip obje veya bireylerdir. Ama küme öğesi olabilmeleri için hepsini ortak sayısal veya sözel özelliği bulunmalıdır.

Örneğin; öğrenciler kümesi denilince birinci sınıf, ikinci sınıf gibi birinci basamak öğretim öğrencilerinden tutunda üniversiteye kadar uzanan öğrenci grupları işin içine girerek o kümenin öğelerini oluşturur.

Bu açıklamalara göre küme, incelenen olayın sonucunda istenildiği kadar değişken için belirlenen olabilirlikler toplamını içeren topluluğun adıdır (Şen 2004).

3.2.3.1.1. Klasik kümeler

Klasik küme kuramında bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Hiçbir zaman kısmi üyelik olmaz. Nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin elemanı, 0 ise elemanı değildir. Başka bir deyişle klasik kümelerin üyelikleri {0,1} değerlerini alır (Klir ve Floger 1988, Çervatoğlu 2004).

Klasik kümeler kapalı olarak A, B, X, U, S vb. büyük harflerle gösterilir. Kümeleri açık olarak gösterilmesi mümkündür. Örneğin; para olayı kümesini P harfiyle gösterirsek bunun y (yazı) ve t (tura) olmak üzere iki öğesi de açık bir şekilde

$$P=\{y,t\}$$ ile gösterilir.

Küme öğe sayısı çok fazla da olabilir. Mesela Türkiye illerinin trafik kodları denildiğinde sayı olarak şehir kodları kümesinin içinde bulunur.

Yukarıdaki kümelerin öğeleri hep tekil olarak verilmiştir yani ayrıktır. İşte öğeleri böyle ayrık verilebilen kümelere **ayrık küme** adı verilir. Bu kümelerde öğe sayısı az veya sonsuz bile olabilir; ama her öğe diğerinden farklıdır.

Öğelerin ayrık değil de süreklilik gösterdiği kümelerde vardır. Bunların değişim aralıkları ne olursa olsun, içerdikleri öğe sayısı sonsuzdur. X sürekli bir değişken olmak üzere bunlar;

iki taraftan kapalı

$A=\{a\leq x\leq b\}$

İki taraftan açık

$B=\{3<x<21\}$

Sağdan açık, soldan kapalı

$C=\{-1\leq x<10\}$

Soldan açık, sağdan kapalı

$D=\{-1<x\leq 10\}$ olabilirler.

Burada sadece kümelerin şekil olarak neler olduğu ve rotasyonla nasıl gösterileceği ve ne tür işlemlerin yapılabileceği açıklanmaktadır (Şen 2004).

3.2.3.1.2. Bulanık kümeler

Klasik olan kümelerde bir öğeden diğerine geçiş kesin ve aniden değişen üyelik dereceleri ile olmaktadır. Ancak bulanık kümelerde bu geçiş yumuşak ve sürekli bir şekilde olmaktadır (Zadeh 1973). Aslında üyelik derecesi fonksiyonu; belirsizlik, hayal gücü, sezgi gibi görüşlerin karışık bir şekilde öğelere yayılmasını temsil eder. Buradan bulanık kümenin değişik üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluk olduğu sonucuna varılabilir (Şen 2004).

Bulanık küme değişik üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluktur. Klasik küme teorisindeki doğru- yanlış keskin üyelik kavramı, bulanık kümede kısmen üyelik kavramına dönüşür (Baykal ve Beyan 2004). Örneğin; konutun kullanım alanı $145m^2$ olan bir taşınmaz Türkiye şartlarında normal sayılmasına karşılık, aynı büyüklük Japonya'da yaşam standartları açısından büyük veya çok büyük kümesinin de öğesi olabilir.

Öğe değerleri ile üyelik dereceleri arasında birebir ilişki vardır. Burada gösterim olarak bulanık kümeler büyük harflerin altına bir çizgi işaretinin konulması ile gösterilecektir. Mesela, bir A bulanık kümesinin gösterimi $\underline{A}$'dır.

Bulanık kümede yatay (x) eksendeki gerçek sayıların her biri, düşey (y) eksende 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerine dönüştürülür (Bagnoli ve Smith 1998). Yatay eksendeki bir gerçek sayı x ile gösterilirse bunun üyelik derecesi bundan sonra ü(x) ile gösterilecektir. Üyelik derecesi açıkça,

$0 \leq ü(x) \leq 1$ olduğu anlaşılır.

Genelde bir klasik x kümesinin elemanları ve bulanık ifadesi aşağıda gösterilmektedir.

$X= \{x_1, x_2, x_3 .....\}$

$$X= \left\{ \frac{ü(x_1)}{x_1} + \frac{ü(x_2)}{x_2} + ... \right\} = \left\{ \sum_i \frac{ü(x_i)}{x_i} \right\} \qquad (3.1)$$

Bulanık kümenin sürekli olması durumunda aşağıdaki şekilde olur:

$$X = \left\{ \int \frac{ü(x)}{x} \right\} \qquad (3.2)$$

Bu gösterimdeki bölüm işareti matematikten bilinen bölmeyi göstermez, sadece alttaki gerçek sayıya yani küme öğelerine üstteki üyelik derecesinin karşı geldiğini belirtir. Yukarıdaki denklemlerdeki toplam işareti de matematikten bilinen toplamı değil, küme öğelerinin topluluğunu ifade etmek için kullanılmıştır. İkinci gösterimdeki integral işareti de bildiğimiz integral anlamında değil topluluğu gösteren bir işaret olarak algılanmalıdır (Şen 2004).

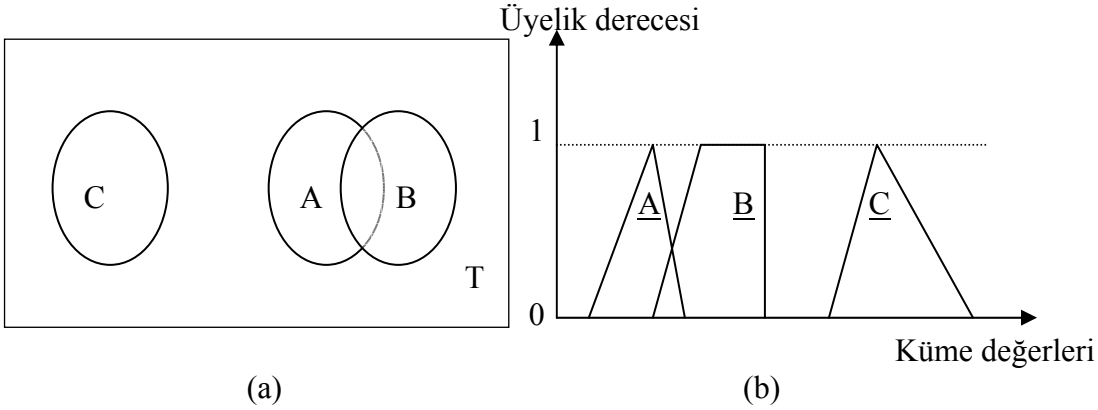
Örneğin: Mesafe kelimesinin taşınmazlar için bulanık küme olarak gösterimi,

Mesafe = {0.1/280+0.3/220+0.5/200+0.7/150+0.8/130+0.9/100+1.0/50}

şeklinde olabilir. Burada 0,1 üyelik derecesine 280m, 0,3 üyelik derecesine 220m'nin karşılık geldiği ve bunların tamamının mesafe kümesinin öğeleri olduğu anlaşılmaktadır.

3.2.3.2. Kümenin geometrik gösterimi

Görsel ifade, insanların sadece teoride bildiklerine, yani söz ile ifade edebildiklerine, grafiksel veya şekilsel olarak anlam katmaları ile olur. Kümelerin görsel olarak çizilmesinde ise görsel algılama ile daha iyi anlaşılan geometrik gösterimler ortaya çıkacaktır. Buna göre klasik ve bulanık kümenin geometrik gösterimi Şekil 3.2.'de görülmektedir.



Şekil 3.2. (a) Klasik Temel ve Alt Kümeler ve (b) Bulanık Alt Kümeler

Bulanık alt kümelerin x ekseninin ayakları küme öğelerinin değerleri ile oluşmuştur. Böylece alt kümelerin, bu alt sınır değerlerinin dışına çıkması mümkün değildir.

Bir bulanık küme alanı sonsuz denilebilecek kadar değişik alt şekillere bölünebilir. Bu bölünmelerin her biri olayla ilgili bir alt olayın olabilirliklerini içerir. Şekil 3.2.(a)'da verilen T temel kümesi içinde bulunan A, B ve C kümelerinden A ve B kümeleri birbirini kesmelerine karşılık C kümesi her ikisinden ayrıdır. Bunların bulanık küme olarak gösteriminde Şekil 3.2.(b)'de $\underline{A}$ ve $\underline{B}$ kümeleri kesişmiş ve $\underline{C}$ kümesi her iki kümeden farklı aralıkta diğer iki küme ile kesişmeden yer almıştır. Klasik ve bulanık kümelerde boş kümenin bir şekil ile gösterilmesi mümkün değildir (Şen 2001).

3.2.3.3. Küme işlemleri

Kümeler ile işlemlerin yapılabilmesi için bazı kurallara gerek vardır. Bunlar cebirdeki toplama, çıkarma, bölme veya çarpma işlemlerine karşı gelir. Buradan kümelerin birleştirilmesi, kesiştirilmesi, tamamlanması vb... durumların elde dilmesi anlaşılır. Öncelikle bir "a" öğesinin bir "B" kümesinin öğesi olduğunu veya olmadığını

$a \in B$ veya $a \notin B$ şeklinde ifade edebiliriz.

Kümenin cebirsel hesabı, birleşim, kesişim ve bağdaşmayan kümeler olmak üzere üç ana bölümde incelenebilir. Aşağıdaki bölümlerde bu cebirsel hesaplar klasik ve bulanık kümeler karşılaştırılarak açıklanmaktadır.

3.2.3.3.1. Birleşik kümeler

İki veya daha fazla alt kümenin bir temel küme içinde ortak noktalarının bulunması durumunda kümelerin birbirleri ile "**veya"** mantığı ile bağlanması sonucunda temel kümenin alt kümelerin en az biri tarafından işgal edilen yerleri anlaşılır.

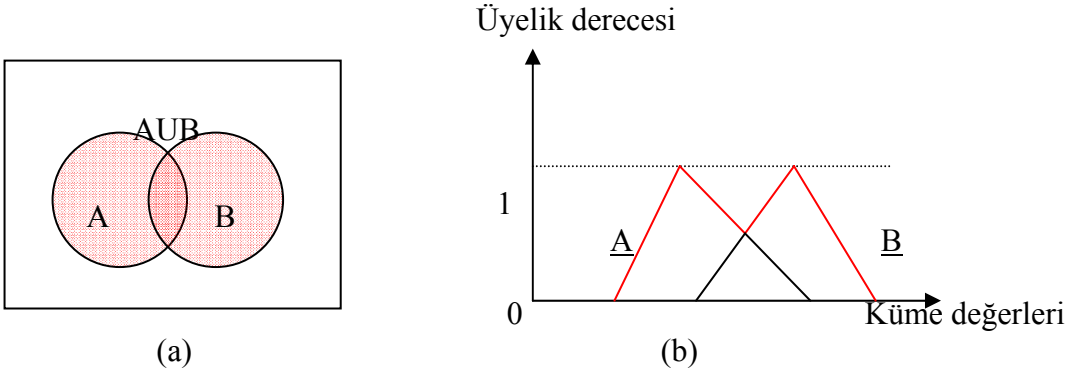
Buradaki sözel işlem "**veya"** kelimesinin mantıksal anlamındadır. Bunun matematik ifade haline getirilmesi klasik kümeler için "U", bulanık kümeler için "V" işareti ile olur. Mesela A ve B gibi iki kümenin birleşimi;

AUB

Bulanık alt kümeler A ve B halinde ise

AVB şeklinde ifade edilir

Buradaki U ve V işaretlerinin "**veya"** anlamına geldiği unutulmamalıdır. Aşağıdaki Şekil 3.3. Klasik ve bulanık küme bileşikleri görülmektedir.



(a) (b)

Şekil 3.3. (a) A ve B Klasik Alt Küme Bileşenleri (b) A ve B Bulanık Küme Bileşenleri

Bir temel kümenin içinde bileşen değişik alt kümeler, o temel kümenin sınırlarını aşamaz.

A ve B gibi iki tane bulanık alt kümenin bileşimi durumunda her bir kümeye ait öğenin A ve B'deki üyelik derecelerinin en büyüğü (EB) yani maksimumu alınarak işlem yapılır.

Kümelerin öğeleri cinsinden birleşimleri yapılabilir.

Klasikte; A={**a**,b,c,e,h,i}
B={1,**a**,3,z,b,x}

AUB={a,1,3,b,c,e,h,i,z,x} olacaktır.

Burada dikkat edilecek husus, her iki kümede aynı öğenin bulunması halinde birleşik kümede o öğenin iki değil bir defa yazılmasıdır.

Yukarıdaki klasik kümenin öğeleri esas alınarak aşağıdaki gibi bulanık kümeler oluşturulabilir.

Bulanıkta; A={**0,1/a**+**0,3/b**+0,9/c+1,0/e+0,6/h+0,2/i}
B={1,0/1+**0,8/a**+0,6/3+0,4/z+**0,2/b**+0,1/x}

A ve B bulanık kümelerinin birleşimi

AVB={**0,8/a**+1,0/1+0,6/3+**0,3/b**+0,9/c+1,0/e+0,6/h+0,2/i+0,4/z+0,1/x} olur.

Burada bir öğe sadece A ve B bulanık kümelerinden bir tanesinde bulunuyorsa üyelik derecesi bulunduğu alt kümeden olduğu gibi alınır. Örneğin; c,e,h,i,1,3,z ve x öğeleri sadece A ve B'de bulunduğundan üyelik dereceleri doğrudan alınır. Halbuki, a ve b öğeleri hem A ve hem de B 'de bulunduğundan; birleşik kümeler için bunların üyelik derecesi, bulundukları iki bulanık kümedeki üyelik derecelerinin en büyüğü (EB) alınarak tespit edilir. Buna göre a öğesi üyelik derecesi

$$ü(a)=EB[0,1 ; \mathbf{0,8}]=0,8$$

$$ü(b)=EB[\mathbf{0,3}\ ;\ 0,2]=0,3$$

sonuç olarak $\underline{A}$ ve $\underline{B}$ bulanık alt kümelerinde ortak bulunak bir öğesinin birleşiminin üyelik derecesi

$$Ü_{\underline{A}V\underline{B}}(x)=EB[ü_{\underline{A}}(x);ü_{\underline{B}}(x)] \qquad (3.3)$$

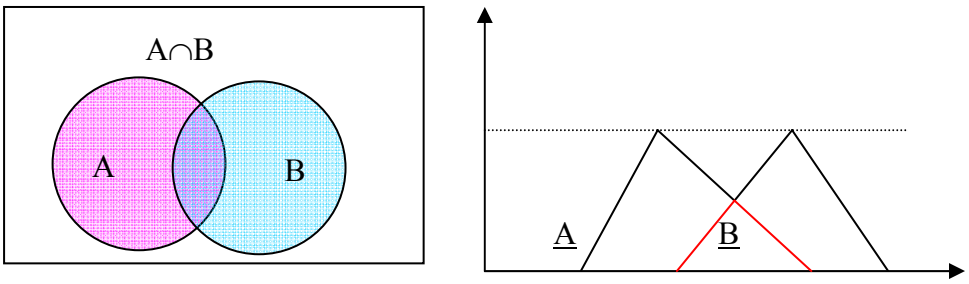
şeklinde yazılır. Sözel olan günlük konuşmalarda **"veya"** birleştirmesine dikkat edilmelidir. Böylece ilgilenilen olayın alt olaylarının ortaya çıkarılması mümkün olur (Şen 2004, Elmas 2003, Baykal ve Beyan 2004).

3.2.3.3.2. Kesişen kümeler

Küme birleşiminden farklı olarak iki alt kümenin "**ve"** ifadesi ile bir araya getirilmesi söz konusudur. Burada "**ve"** ifadesi ile göz önünde tutulan iki veya daha fazla alt kümelerde bulunan ortak öğelerin teşkil ettikleri küme anlaşılır. Şekil 3.4.'de klasik ve bulanık kesişen kümeler görünmektedir.

Klasik $A \cap B$

Bulanık $A \wedge B$ şeklinde gösterilir.



(a) (b)

Şekil 3.4. (a) Klasik Alt Kümelerin Kesişimi (b) Bulanık alt kümelerin kesişimi

İki kümeye ait olan öğelerin üyelik derecelerinin en küçüklenmesi (EK) işlemi ile o öğenin kesişim kümesindeki üyelik derecesi bulunur. Bu tanıma göre küme kesişiminde kullanılan A ve B klasik kümesinin kesişimi aşağıdaki şekildedir.

$$\text{Klasik } A \cap B = \{a,b\}$$

Burada kesişim işleminde iki alt kümenin birbiri ile ne kadarlık bir ortak noktasının veya alanının bulunduğu anlaşılır bu ortak alana düşen olabilirlikler hem A hem de B olayını temsil eden alt kümeleri sağlar.

$\underline{A}$ ve $\underline{B}$ bulanık alt kümelerin kesişimin de ise klasik kümelerin aynı öğeleri a ve b bulunur. Ancak bunların her biri, iki bulanık alt kümede de bulunduğundan üyelik derecelerinin en küçüklenmesi (EK) gerekir.

$$ü(a)=EK[\mathbf{0,1} ; 0,8]=0,1$$
$$ü(b)=EK[0,3 ; \mathbf{0,2}]=0,2$$

bulanık kesişim kümesi: $\underline{A} \wedge \underline{B}=\{0,1/a+0,2/b\}$ olur.

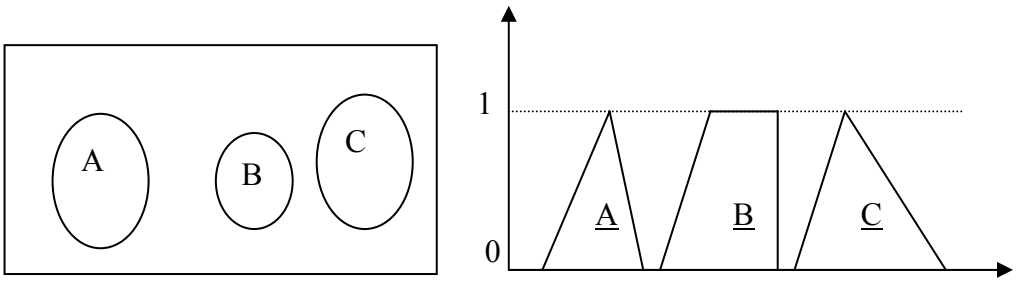
Genel olarak $\underline{A}$ ve $\underline{B}$ bulanık alt kümelerinde ortak bulunan bir öğenin kesişiminin üyelik derecesi

$$Ü_{\underline{A} \wedge \underline{B}}(x)=EK[ü_{\underline{A}}(x);ü_{\underline{B}}(x)] \qquad (3.4)$$

olarak ifade edilir (Şen 2004, Klir ve Floger 1988).

3.2.3.3.3. Bağdaşamayan kümeler

İki veya daha fazla kümenin hiç ortak öğesinin bulunmaması halinde bunlara bağdaşamayan alt kümeler adı verilir. Şekil 3.6.'da bağdaşmayan kümeler klasik ve bulanık olarak gösterilmektedir.



(a) (b)

Şekil 3.5. (a) Bağdaşamayan Klasik Kümeler (b) Bağdaşamayan Bulanık Kümeler

Şekil 3.5.'deki gösterimlerden de anlaşıldığı üzere bağdaşamayan alt kümelerin kesişmedikleri sonucuna varılır. Ortak öğeleri yoktur. İşte böyle ortak öğesi olmayan kümelere daha önce tanımlanan boş küme adı verilir. Aşağıda klasik ve bulanık kümede ifade edişleri gösterilmektedir.

$A \cap B = \varnothing$ veya $\underline{A} \wedge \underline{B} = \varnothing$

$A \cap C = \varnothing$ veya $\underline{A} \wedge \underline{C} = \varnothing$

$B \cap C = \varnothing$ veya $\underline{B} \wedge \underline{C} = \varnothing$ boş kümeleri yazılır.

3.2.4. Bulanık kümeler ve üyelik dereceleri

Aristo mantığına göre çalışan klasik küme kavramında, bir kümeye giren öğelerin kümeye ait oluşları durumunda üyelik dereceleri 1'e, ait olmamaları durumunda ise 0'a eşit varsayılmıştır. İkisi arasında hiçbir üyelik derecesi düşünülemez. Halbuki bulanık kümeler kavramında 0 ile 1 arasında sonsuz sayıda değişen, değişik üyelik derecelerinden söz etmek mümkündür. Bu sebepten bulanık kümelerdeki öğelerin üyelik derecelerinin 0 ile 1 arasında değişebileceğini ileriye sürerek kümeler teorisinde geniş uygulamaya sahip ve insanın düşünce tarzına uyumlu olan bulanık küme teorisi geliştirilmiştir (Zadeh 1965, Bagnoli ve Smith 1998, Elmas 2003, Çervatoğlu 2004, Baykal ve Beyan 2004).

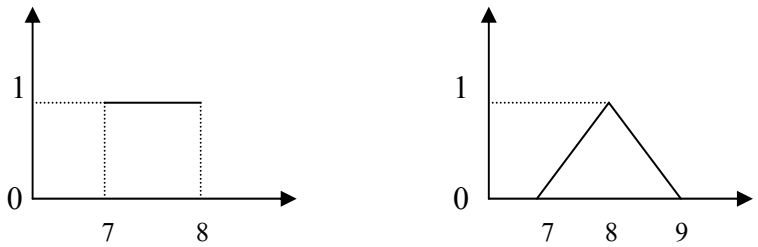
Üyelik derecelerinin her bir bulanık terim için üç temel özelliği sağlaması gerekmektedir. Bunlar şöyle sıralanabilir.

1) Bulanık kümenin normal olmasıdır ki, bunun için en azından o kümede bulunan öğelerden bir tanesinin **en büyük üyelik derecesi olan 1'e sahip bulunması** gerekliliğidir.

2) Bulanık kümenin monoton olması istenir ki bunun anlamı üyelik derecesi **1'e eşit olan öğeye yakın sağda ve soldaki öğelerin üyelik derecelerinin de 1'e yakın olması.**

3) Üyelik derecesi 1'e eşit olan öğeden sağa veya sola eşit mesafede hareket edildiği zaman bulunan öğelerin üyelik derecelerinin birbirine eşit olmasıdır ki, buna da **bulanık kümenin simetrik özelliği adı verilir** (Şen 2001)**.**

İnsan düşüncesini taklit etmeye yönelik yapılan bulanık mantıkta kullanılan bulanık küme ile klasik kümelerin arasındaki en önemli fark; klasikte sadece bir tane dikdörtgen üyelik derecesi fonksiyonu bulunmasına karşılık, bulanık kümenin yukarıdaki üç şarttan ilk ikisini mutlaka sağlayacak biçimde değişik üyelik derecesi fonksiyonlarına sahip olmasıdır. Bulanık küme üyelik derecesi fonksiyonlarının simetrik olma özelliğini sağlaması gerekmemektedir. Aşağıdaki Şekil 3.6.'da grafiksel olarak klasik ve bulanık kümeler görülmektedir.



Klasik küme (a) Bulanık küme (b)

Şekil 3.6. (a) Klasik (b) Bulanık küme

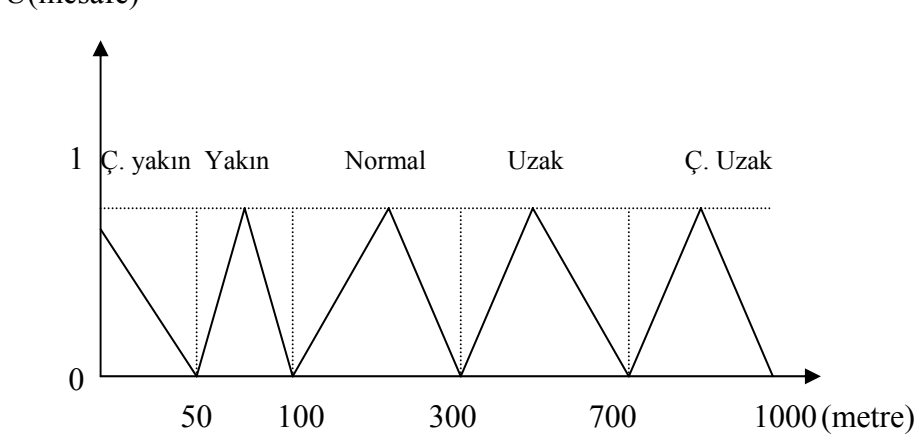
Klasik küme teorisinden bulanık küme teorisini türeten temel düşünce, karakteristik fonksiyonun geliştirilmesi ve küme elemanlarının üyelik derecesine bağlı olarak yalnızca 0 veya 1 değerlerini değil, 0 ile 1 arasında değerlerde alabilmesidir (Zadeh 1965, Bagnoli ve Smith 1998, Şen 2001).

3.2.5. Üyelik fonksiyonları

Göz önünde tutulan bir bulanık kelime veya ifadenin temsil ettiği sayısal aralık, o ifade hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından belirlenir. Bu sayısal aralıklara göre bulanık kümelerin gösterimi Şekil 3.7.'deki gibi üçgenler olur.

Mesafe aralıkları

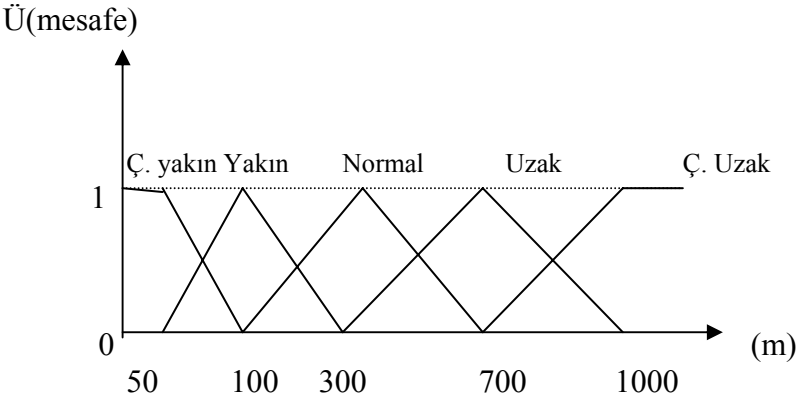
0	50	Çok yakın
50	100	Yakın
100	300	Normal
300	700	Uzak
700	1000	Çok uzak



Şekil 3.7. Bitişik üçgen gösterimi

Şekil 3.7.'deki üçgenler mesafelerin alt kümelerini tam yansıtmamaktadır. Çünkü burada sınırlardaki mesafelerin üyelik dereceleri sıfır olmaktadır (50m'deki üyelik derecesi 0 gibi). Ayrıca bu sınır değerleri ne alttaki ne de üstteki mesafe alt kümelerine dahildir. Sınır değerler için tam anlamı ile bir belirsizlik vardır. Bu yukarıda anlatılan bağdaşmayan kümelerin durumudur. Diğer taraftan bu şekildeki alt aralıklar halen Aristo mantığı göre işlem görmektedir. Çünkü bir alt aralığa düşen mesafe değeri sadece o alt aralığa aittir.

Bu aralıkların arasındaki geçişlerin birbirinin devamı olmayacağı, günlük hayatta geçerli ve uzlaştırıcı çözüme ulaşmak ve insan zekasının kazandırılması için Şekil 3.8.'deki gibi örtüşmeli geçişler olmalıdır. Çünkü herkesin yakın sınırlarının 50 ile 100 m sıfır üyelik derecesine sahip olması beklenemez. Bu sebepten üçgenler birbirleri ile örtüştürülürse günlük hayata daha uygun geçerli ve uzlaştırıcı çözümler bulunabilir.



Şekil 3.8. Örtüşmeli üçgen gösterimi

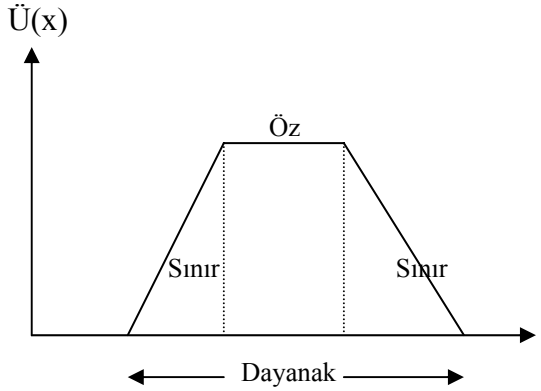
İlk ve son alt aralıktaki sıcaklık durumlarının çok yakın veya çok uzak doğru giderken başka alt aralıklar olmadığından üyelik derecelerinin 1'e eşit kalmasının makul olacağı anlaşılır. Son üyelik ve ilk üyelik fonksiyonlarının üçgen değil de yamuk olacağı sonucuna varılır.

Diğer taraftan, sorun her alt aralığa örneğin "normal" aralığına düşen mesafe derecelerinin hepsinin aynı yönde olup olmadığıdır. Tabii olarak, normal aralığının alt ve üst uçlarına yaklaştıkça onun komşusu olan altta yakın, üstte ise uzak alt kümelerine doğru geçişler beklendiği için, o geçiş bölgelerine rastlayan kısımların tam anlamı ile normal vasfına sahip olacağı söylenemez (Şen 2004).

Üyelik fonksiyonları üçgenden başka, yamuk ve çan eğrisi şeklinde olabilir. Üyelik fonksiyonu oluşturulacak yapı ve veri dağılımına bakılarak, uzman görüşünün desteği ile belirlenir (Şen 2004, Elmas 2003, Baykal ve Beyan 2004).

3.2.5.1. Üyelik fonksiyonunun kısımları

Yamuk şeklindeki bir üyelik fonksiyonu aşağıdaki Şekil 3.9.'daki gibi değişik kısımlara ayrılabilir.



Şekil 3.9. Üyelik fonksiyonunun kısımları

Bulanık alt kümede 1 değil 1'den fazla öğenin üyelik derecesi 1'e eşit alınabilir. 1 üyelik dereceli öğelerin tam anlamı ile, hiçbir şüpheye düşmeksizin sadece o alt kümeye ait olduğu sonucuna varılır. İşte üyelik dereceleri 1'e eşit olan elemanlara, o alt kümenin **özü (cone)** denir. Üçgende bir tane öğenin üyelik derecesi 1'e eşit olduğundan, üçgen üyelik fonksiyonlarında özü bir nokta olarak karşımıza çıkar. Bunun aksine bir alt kümenin tüm öğelerini içeren aralığa o alt kümenin **dayanağı (support)** adı verilir. Dayanakta bulunan her öğenin az veya çok değerde (0 ile 1 arasında) üyelik dereceleri vardır. Üyelik dereceleri 1 veya 0'a eşit olmayan öğelerin oluşturduğu kısımlara üyelik fonksiyonunun **sınırları (boundary)** veya **geçiş bölgeleri** denir.

$ü(x) = 1 \rightarrow$ Öz

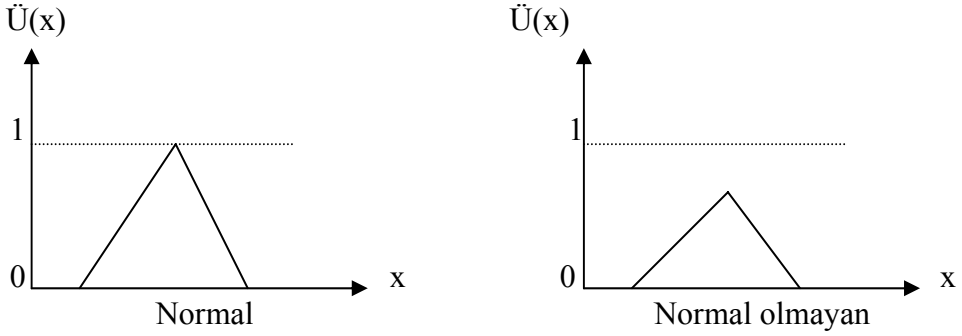
$ü(x) > 0 \rightarrow$ Dayanak

$0 < ü(x) < 1 \rightarrow$ Sınırlar

Genel olarak, tüm üyelik fonksiyonlarında biri sağda diğeri solda olmak üzere iki tane geçiş bölgesi vardır.

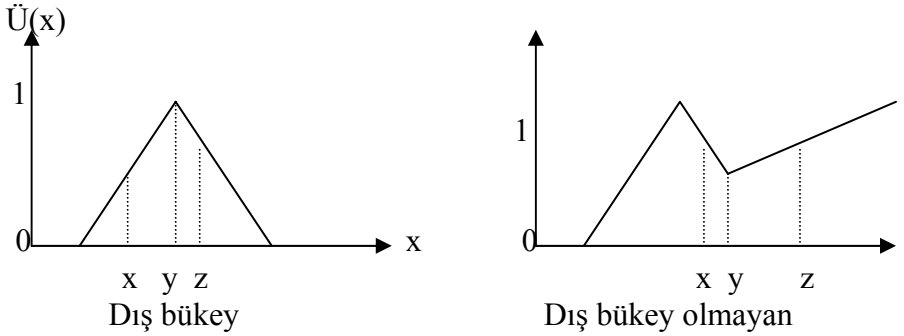
Bunların dışında iki özellik daha bulunmaktadır.

1) Bulanık kümenin normalliği: Bu özelliğe göre normal bulanık kümede en azından bir tane üyelik derecesi 1'e eşit olan öğe bulunmalıdır. Şekil 3.10'da bulanık kümenin normal ve normal olmaması örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Normal ve normal olmayan kümeler

2) Bulanık kümenin dış bükeyliği (konveks): Dış bükey olan bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu kümenin dayanağı üzerinde ya sürekli artar veya sürekli azalır veya üçgen üyelik fonksiyonunda olduğu gibi önce bir üyelik derecesi 1 oluncaya kadar artar ondan sonraki dayanağa düşen öğeler için sürekli azalır. Bunu aksi durumlarda söz konusudur ancak onlar bulanık kümelere üyelik fonksiyonu olamaz. Şekil 3.11.'de dış bükeylik örnekle açıklanılmaktadır.



Şekil 3.11. Dışbükey ve Dışbükey olmayan kümeler

Dış bükeyliği matematiksel olarak tanımlamada aynı bulanık alt kümeye düşen x, y, ve z gibi üç öğe düşünülürse ve bunlar arasında değerce büyüklük olarak x<y<z gibi bir sıralama bulunuyorsa bunların ortadakinin üyelik fonksiyonu önceki ve sonrakine göre

$$Ü(y) \geq EK[ü(x), ü(z)] \qquad (3.5)$$

şeklindedir ve daima geçerli olmalıdır. Burada EK en küçükleme (minimizasyon) işlemi denmektedir. Yani y'nin üyelik derecesi x ve z'nin üyelik derecelerinin en küçüğünden daha büyüktür. Bu durumda o kümeye dış bükey bulanık küme adı verilir (Baykal ve Beyan 2004, Şen 2001).

3.2.5.2. Bulanıklaştırma

Klasik küme şeklinde beliren değişim aralıklarının bulanıklaştırılması; bulanık küme, mantık ve sistem işlemleri için gereklidir. Bunun için, bulanıklaştırmada bir aralıkta bulunabilecek öğelerin hepsinin, klasik mantıktaki gibi 1'e eşit üyelik derecesine sahip olacak yerde, bulanık mantıkta 0 ila 1 arasında değişik değerlere sahip olması düşünülür. Bu işlemlerde öğelerin belirsizlik içerdikleri kabul edilir. Bu belirsizliğin sayısal olmayan durumlardan kaynaklanması halinde bulanıklıktan söz edilir (Şen 2004).

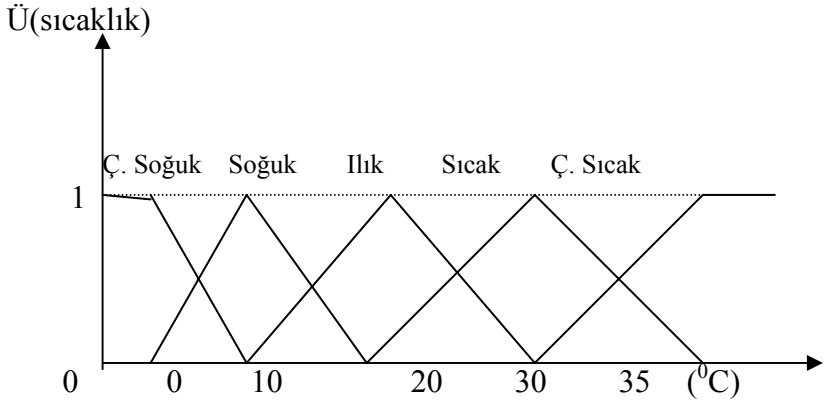
Bulanıklaştırma işlemi sayısal giriş ve çıkış değişkenleri sembolik değerlere dönüştürülmesidir (Elmas 2003). Uzman görüşü gerektiren bulanıklaştırmada belirsizlik içeren kavramlara değer ataması yapılır. Bu değer aralıkları 0 ile 1 arasında üyelik derecesine sahip olacak şekilde üyelik fonksiyonları tespit edilir. Önceki bölümlerde de bahsedilen ve en sık kullanılan üçgen, trapez veya çan eğrilerinden faydalanılarak bulanıklaştırma işlemi yapılmaktadır.

3.2.5.3. Üyelik derecesinin belirlenmesi

Üyelik fonksiyonlarında bulanık mantığın temeli olan linguistik (sözel) değişkenlerden faydalanılmaktadır. Bu üyelik fonksiyonlarının tespitinde kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

Sezgi
Çıkarım
Mertebeleme
Açılı bulanık kümeler
Yapay sinir ağları
Genetik algoritmalar
Çıkarımcı muhakemeler

Buradan “sezgi” fazla bir yöntembilim (metodoloji) bilgisi gerektirmez. Burada her kişinin kendi anlayış, görüş ve olaya bakışları önemli rol oynar. Buna en basit örnek herkesin her gün karşı karşıya kalarak, görüş ileriye sürdüğü sıcaklık kelimesinin belirttiği belirsiz alt kümeleri düşünebiliriz. En azından soğuk, serin, ılık, sıcak gibi dört tane alt küme belirlenebilir. Bu alt kümelerin her biri belirli bir geometrik şekil ile aşağıdaki Şekil 3.12.’deki gibi gösterilebilir.



Şekil 3.12. Sıcaklık bulanık alt kümeleri

Bu geometrik şekillerin konumları, doğal olarak, o yörede yaşayan kişilere göre değişir. Örneğin, kutuplarda yaşayan insanların soğuk kavramı ile tropikal bölgelerde yaşayanlarınki birbirinden oldukça farklıdır.

Çıkarım ile bulanık küme üyelik fonksiyonlarının bulunması için mutlaka incelenen olay hakkında bazı temel bilgilere sahip olunması gerekmektedir. Örneğin üçgenin iç açılarının toplamının 180^o olduğu bilinirse üçgen iç açıları toplamından yola çıkılarak üçgen türü belirlenebilir.

Mertebeleme yöntemi ile üyelik fonksiyonu tayini yapılırken bir bulanık değişken hakkında anketler, soruşturmalar veya seçimler yapılarak üyelik dereceleri belirlenmeye çalışılır. Her zaman, verilen iki seçenek arasındaki tercihler sayılır veya bu tercihlere verilen puanlandırmalarla işlemler yapılır (Şen 2004).

3.2.6. Durulaştırma

Mühendislik plan, proje ve tasarımların boyutlandırmasında kesin sayısal değerlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli sonuçlara ulaşılması için bulanık olan bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir. İnsanlar için yapay zeka çalışmalarında; bulanık değişken, küme, mantık ve sistemlerin öneme sahip olmasıyla birlikte, bunların bulanık olabilecek çıkarımlarının kesin sayılar haline dönüştürülmesi gerekir. Bu

bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüne birden durulaştırma (defuzzification) işlemleri adı verilir (Şen 2004, Baykal ve Beyan 2004).

Durulaştırmada öncelikle kullanılan her kural için üyelik değerlerinden oluşan her bir bulanık çıkış kümesi, çıkış evrensel kümesinde tespit edilir. Daha sonra bu kümeler tarafından oluşturulan mantıksal birleşim kümesi üzerinde durulaştırma yöntemlerinden birisi kullanılır ve çıkış değeri bulunarak durulaştırma işlemi yapılmış olur (Elmas 2003). Bu durumda durulaştırma yöntem seçiminden önce bulanık çıkış fonksiyonunun tespiti için gerekli olan Lamda kesimlerinin nasıl olduğunu anlamak gerekir.

3.2.6.1. Bulanık kümelerin lamda kesimleri

Bulanık kümelerin durulaştırılmasında "ve (EK)" leme ya da "veya (EB)" leme sonucunda elde edilen üyelik derecelerine göre bulanık çıkarımdan kesin sonucun elde edilmesi için lamda kesimi yapılır.

Verilen bir $\underline{A}$ bulanık kümesinin, λ, 0, ile 1 arasında olmak üzere üyelik derecesinin belirli bir değerinde kesilmesi düşünülürse bunun sonucunda A_λ gibi öğelerinin üyelik dereceleri sadece 0 veya 1 olan bir klasik küme ortaya çıkar. Burada A_λ'nın altında yatay çizgi işaretinin bulunmamasının sebebi λ kesiminde elde edilen kümelerin klasik olmasıdır. Verilen bir bulanık küme sonsuz şekilde λ seviyesinde kesilebileceğine göre bir bulanık kümeden sonsuz tane klasik küme çıkarılabilir. Yine A_λ kümesine ait olan bir x öğesi ($x \in A_\lambda$) üyelik derecesi en az λ kadar olan bir öğe olarak $\underline{A}$ bulanık kümesine de dahildir.

Örneğin; A={a,b,c,d,e,f} gibi bir toplumun bulanık kümelerinden bir tanesinin

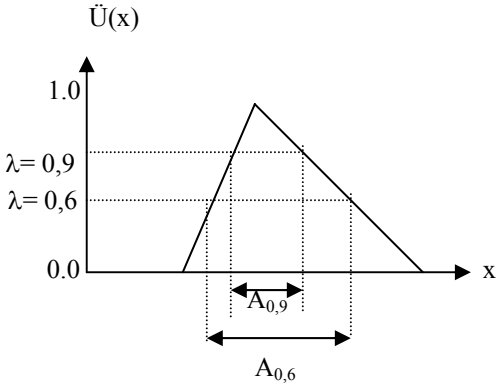
$$\underline{A} = \{1/a + 0{,}9/b + 0{,}6/c + 0{,}3/d + 0{,}01/e + 0/f\}$$

şeklinde verildiğini düşünelim. Ayrık olan bu bulanık küme Şekil 3.13'de gösterilmiştir. Bu bulanık kümenin

λ= 1, 0.9, 0.6, 0.3, 0^+

seviyelerinde kesilmesi ile ortaya çıkan klasik kümeler şunlardır.

A_1={a}
$A_{0,9}$={a,b}
$A_{0,6}$= {a,b,c}
$A_{0,3}$= {a,b,c,d}
A_0^+= {a,b,c,d,e}
A_0= A



Şekil 3.13. A Bulanık kümesi

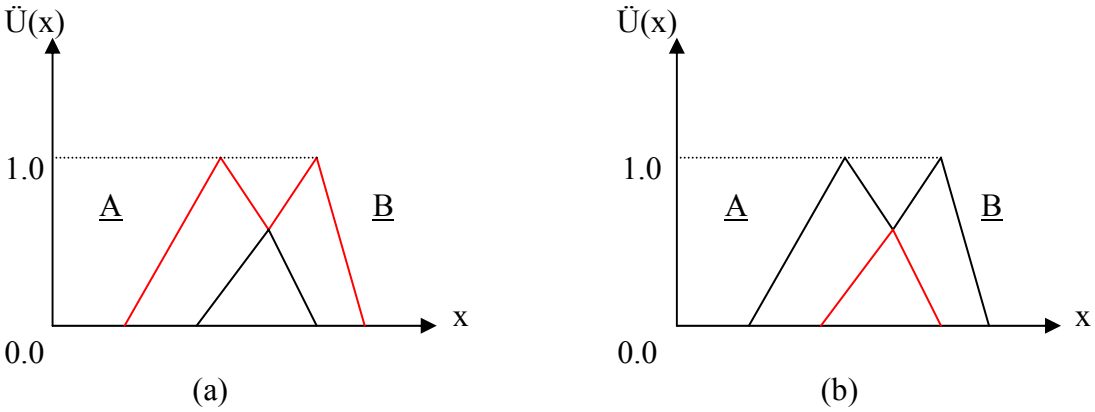
A_λ kesim değerleri durulaştırma işlemlerinde kullanılarak çıkış fonksiyonunun tek bir değer olarak atanmasını sağlar. A_λ'daki klasik küme değerleri uygun görülen ve aşağıda belirtilen durulaştırma yöntemlerinde kullanılmaktadır.

3.2.6.2. Durulaştırma yöntemleri

Bulanık küme işlemi sunucunda verilen ya da giriş değerine göre istenilen çıkış değeri için aynı anda birden çok EĞER… İSE… kuralı işletilebilir. Her kuralın farklı gerekçesi olacaktır. Bunun sebebi verilen girdi değeri veya değerlerinin birden fazla bulanık kümeye, farklı üyelik değerleri ile bağımlı olmasıdır (Çervatoğlu 2004).

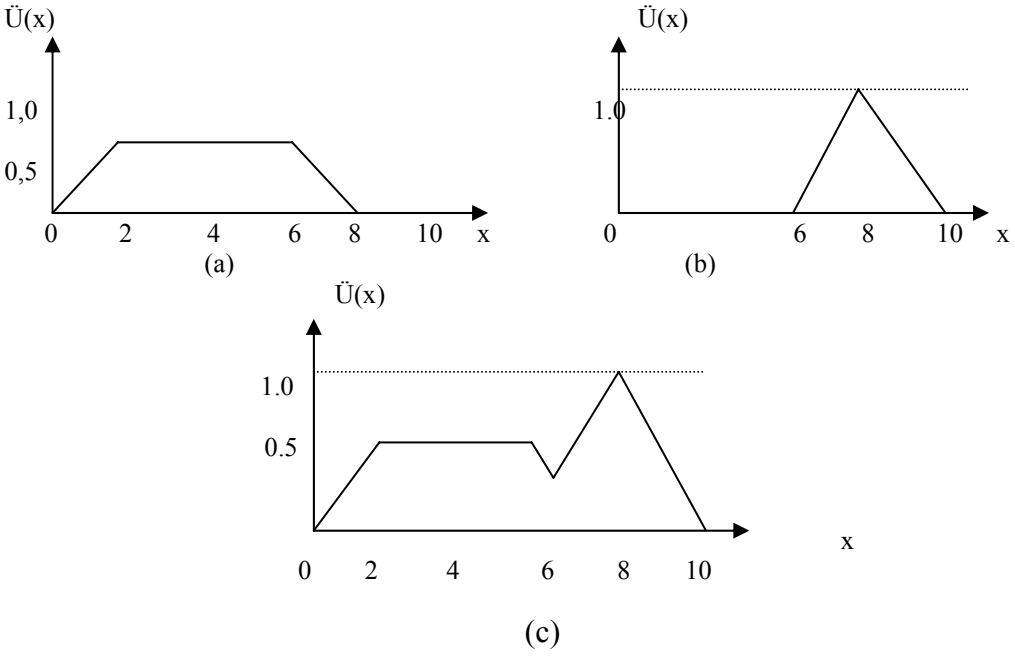
Yapılan işlemler sonrasında bulanık sonuçlardan bir tanesi Şekil 3.14.-a' daki gibi kırmızı işaretli şekilken, diğerinin ise Şekil 3.14.-b'deki gibi üçgen şeklinde olduğunu düşünelim. Bunların ikisinin birleşimi ile yapılan son işlem sonrası bulanık çıkarım kümeleri elde edilir. Şimdi bu son dış bükey olmayan bulanık kümeden tek

sayılı bir tasarım büyüklüğünün çıkarılması için durulaştırma işleminin yapılması gerekecektir.



Şekil 3.14. İki bulanık kümenin (a) birleşimi, (b) kesişimi

Tabi olarak Şekil 3.15.'de, iki tane bulanık kümenin birleşimi sonucunda elde edilen bulanık çıkarım gösterilmiştir. Halbuki, değişik şekilleri olan çıkarımların iki veya daha fazla sayıdaki temel bulanık kümelerden çıkması mümkündür.



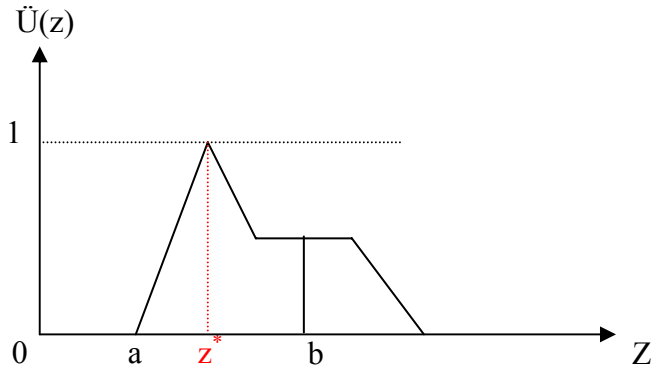
Şekil 3.15. Tipik bulanık küme çıktısı, (a) bulanık girdi ilk kısım, (b) bulanık girdi ikinci kısım, (c) ikisinin birleşimi

Literatürde çeşitli bulanıklık giderme yöntemleri önerilmektedir, ancak bazı yazarlar aynı yöntemi farklı adlandırmaktadırlar. Yöntemlerin hiç birisi diğerine göre avantajlı değildir. Çünkü hangi yöntemin kullanılacağının ya da uygun olacağının seçimi öncelikle tasarımcıya ya da uzman görüşüne dayanır (Çervatoğlu 2004).

Aşağıda durulaştırma yöntemlerinden sekizi incelenmiştir. Bu yöntemlerde çıkarım bulanık kümesinin Z, öğeleri z ve durulaştırılmış değeri ise z^* ile gösterilmektedir.

1) EN BÜYÜK (MAKSİMUM) ÜYELİK İLKESİ: Bunun diğer bir adı da yükseklik yöntemidir. Kullanılması için tepeleri olan çıkarım bulanık kümelerine gerek vardır. Bütün üyelik dereceleri içinde Şekil 3.16.'da görüldüğü üzere en büyük olan üyeliğe eşittir ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Şen 2004, Elmas 2003).

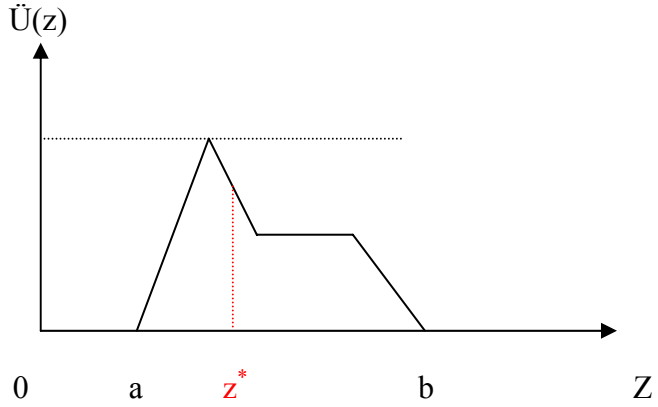
$$\ddot{u}_c(z^*) \geq \ddot{u}_c(z) \text{ tüm } z \in Z \qquad (3.6)$$



Şekil 3.16. En büyük üyelik derecesi durulaştırması

2) SENTROİD YÖNTEMİ: Bu yöntemin diğer bir adı da ağırlık merkezi yöntemidir. Ağırlık merkezi veya alan merkezi olarak da bilinen en yaygın olarak kullanılan durulaştırma yöntemidir. Şekil 3.17.'de gösterilmiş olan bu durulaştırmanın matematik işlemi aşağıdaki denklem ile ifade edilir (Sugeno 1985).

$$z^* = \frac{\int Üç(z).zdz}{\int Üç(z).dz} \qquad (3.7)$$



Şekil 3.17. Sentroid yöntemi ile durulaştırma

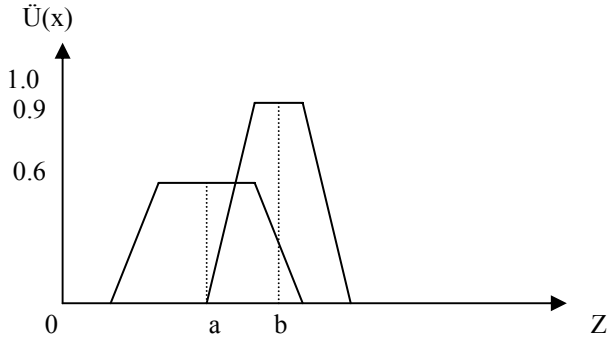
3) AĞIRLIKLI ORTALAMA YÖNTEMİ: Bu yöntemin kullanılabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gereklidir. Bu yöntemde girişlerden elde edilen bütün bulanık değerle üyelik değerleri kullanılarak aşağıdaki matematiksel ifade ile durulaştırma yapılmaktadır (Şen 2004, Çervatoğlu 2004).

$$z^* = \frac{\sum Üç(\bar{z}).\bar{z}}{\sum Üç(\bar{z})} \qquad (3.8)$$

Burada $\sum$ işareti cebir anlamda toplamayı gösterir. Çıkışı oluşturan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının her biri sahip oldukları en büyük üyelik derecesi değeri ile çarpılarak ağırlıklı ortalamaları alınır.

Şekil 3.18.'de görülen bu durulaştırma işlemi sadece simetrik olan üyelik fonksiyonları için geçerli olduğundan, a ve b temsil ettikleri şekillerin ortalamalarıdır (Elmas 2003).

$$z^* = \frac{a\ddot{U}_a + b\ddot{U}_b}{\ddot{U}_a + \ddot{U}_b} \qquad (3.9.)$$



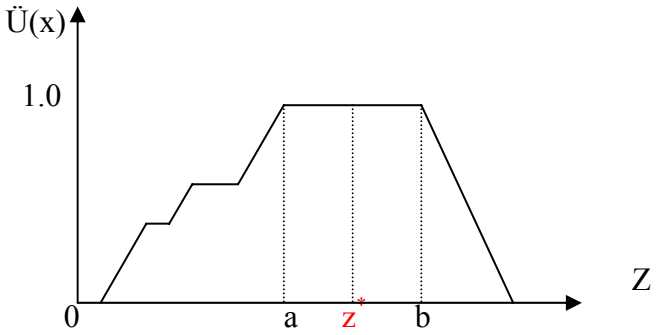
Şekil 3.18. Ağırlıklı ortalama yöntemi durulaştırması

Örnek olarak şekildeki iki bulanık kümenin ağırlıklı ortalaması (durulaştırılmış değer)

$$z^* = \frac{a(0.6) + b(0.9)}{0.6 + 0.9} \text{ olarak bulunur.}$$

4) ORTALAMA EN BÜYÜK ÜYELİK: Bu yöntem aynı zamanda en büyüklerin ortası diye de bilinir. Maksimum üyelik derecesi tek bir nokta olmayıp düz olabilen sistemler içinde kullanılabilmektedir. Bunun anlamı üyelik fonksiyonunda en büyük üyelik derecesine sahip olan, $Ü_A(z)=1$, bir nokta yerine plato gibi düzlük kısmı da bulunabilir. Şekil 3.19'da durulaştırma işlemi gösterilmiş olan bu yönteme göre durulaştırılmış değer aşağıdaki gibi ifade edilir. Buradaki a ve b değerleri Şekil 3.19.'da gösterilmiştir (Elmas 2003).

$$z^* = \frac{a+b}{2} \qquad (3.10)$$

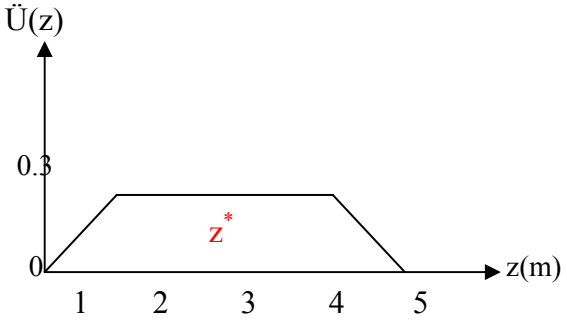


Şekil 3.19. Ortalama en büyük üyelik durulaştırılması

5) TOPLAMLARIN MERKEZİ: Kullanılan durulaştırma işlemleri arasında hızlı olan yöntemlerden birisidir. Bu yöntemde iki bulanık kümenin birleşimi yerine onların cebirsel toplamları kullanılır. Durulaştırılmış değer aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$z^* = \frac{\int_z z \sum_{k=1}^{n} Üç(z)dz}{\int_z \sum_{k=1}^{n} Üç(z)dz} \qquad (3.11)$$

Bu yöntem, ağırlıklı ortalama durulaştırmasına benzer. Ancak toplamların merkezi yönteminde, ağırlıklarda ilgili üyelik fonksiyonlarının alanları kullanılır. Ortalama ağırlıklar yönteminde ise bu ağırlıklar üyelik derecesidir. Toplamların merkezi ile durulaştırma işlemleri Şekil 3.20.'de gösterilmiştir (Şen 2004).

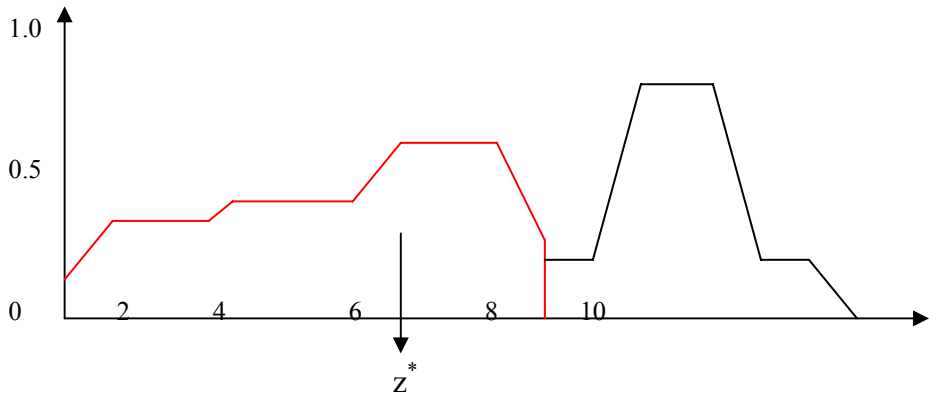


Şekil 3.20. Toplamların merkezi durulaştırması

6) EN BÜYÜK ALANIN MERKEZİ: Eğer çıkış bulanık kümesi en azından iki tane dış bükey alt bulanık kümeyi içeriyor ise, dış bükey bulanık kümelerin en büyük alanlısının ağırlık merkezi durulaştırma işleminde kullanılır. Şekil 3.21.'de gösterilen durulaştırma işleminin matematik hesaplaması aşağıda görüldüğü gibidir.

$$z^* = \frac{\int \ddot{U}_{ebÇ}(z) z dz}{\int \ddot{U}_{ebÇ}(z) dz} \qquad (3.12)$$

Burada $\ddot{U}_{ebÇ}(z)$ en büyük alanlı dış bükey bulanık kümenin hakim olduğu alt bölgeyi gösterir. Bu şart tüm çıkarım bulanık kümesinin dış bükey olmadığı zaman kullanılır, ama tüm çıkarımın dış bükey olması durumunda z^* sentroid yöntemi ile elde edilenin aynısıdır.

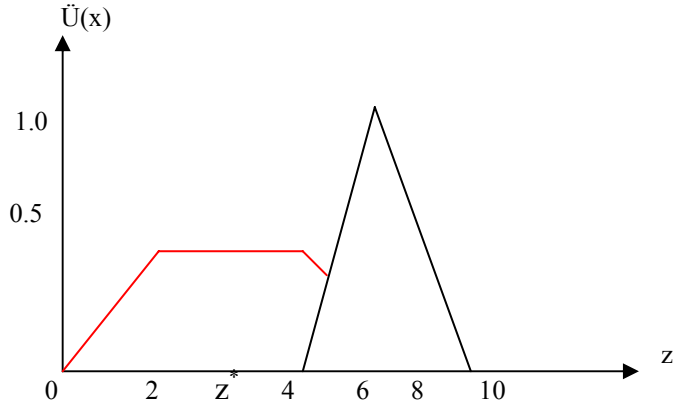


Şekil 3.21. En büyük alan merkezi ile durulaştırma

7) EN BÜYÜK İLK VEYA SON ÜYELİK DERECESİ: Bu yöntemde tüm çıktıların birleşimi olarak ortaya çıkan bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip olan en küçük (veya en büyük) bulanık küme değerini seçmek esasına dayanır. Hesaplamaların vereceği z^* için aşağıdaki denklemler geçerlidir. Önce bulanık küme çıkarımı, B, birleşiminde en büyük yükseklik, Y_{eb} tespit edilir.

$$Y_{eb}(B) = EB[\ddot{u}_B(z)] \qquad (3.13)$$

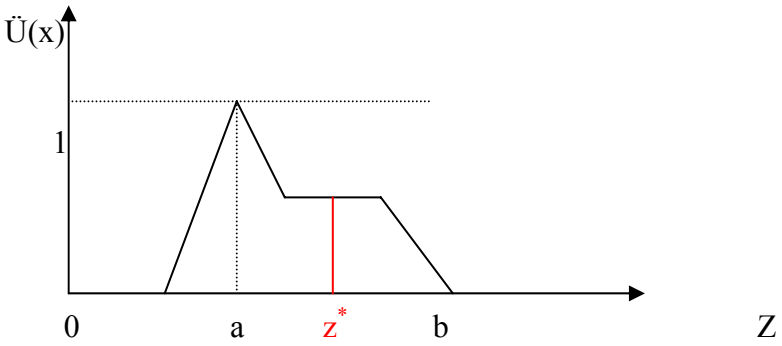
Bundan sonra birinci en büyük değer, z^*, bulunur. Bu yöntemin bir diğer seçeneği ise ilk yerine son en büyük bulanık küme değerinin, z^*, bulunmasıdır. Bu durumlar Şekil 3.22.'de gösterilmiştir (Şen 2001).



Şekil 3.22. İlk ve son en büyük üyelik dereceleri ile durulaştırma

8) EN KÜÇÜK ÜYELİK DERECESİ: Bu yöntemde bütün üyelik dereceleri içinde Şekil 3.23.'de görüldüğü üzere en küçük olan üyeliğe eşittir ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\underline{Ü}_c(z^*) \leq \underline{Ü}_c(z) \text{ tüm } z \in Z \qquad (3.14)$$



Şekil 3.23. En küçük üyelik derecesi durulaştırması

3.2.7. Bulanık sistemler

İngilizce'de "fuzzy" kelimesine karşı gelen Türkçe'deki bulanık kelimesinin genel olarak; puslu, dumanlı, kesinlikle ayırt edilemeyen, kesin olmayan, belirsiz, kafa karıştıran, müphem gibi bir dizi anlamı vardır. Teknik açıdan bulanıklığın anlamı, bir araştırıcının incelediği konunun kendisi tarafından tam olarak bilinmemesi durumunda sahip olduğu eksik ve belirsiz bilgilerin tümüdür.

Bulanık sistemler genel olarak, mevcut verilerden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak amacı ile bulanık küme ilkelerini kullanan sistemdir. Bulanık çıkarım sistemi, bulanık "Eğer" "İse" kuralları adı verilen kurallara dayalı sistemlerdir (Yılmaz ve Arslan 2005).

Bulanık sistemlerle ilgili örneklerden yaygın olanı, bir kişinin araba sürmesini öğrenmesinde ortaya çıkan sözel bilgilerdir. Sürücü adayına, öndeki araç şu kadar metre mesafede ise frene şu kadar miktar bas denilecek yerde, eğitim sırasında

'EĞER araba çok yakın İSE frene fazlaca bas'
veya 'EĞER araba normal mesafede İSE frene az bas'

gibi kurallar söylenir. Bu kurallardaki çok yakın, fazlaca, normal ve az kelimeleri kişilerde ister istemez belirli bir aralıkta sayısal değerleri ima eder.

EĞER-İSE şeklindeki kuralların "Eğer" ile "İse" kelimeleri arasında kalan kısımlara giriş (öncül) kısım ve "İse" kelimesinden sonra olan kısma çıkış (soncul) kısım veya kural çıkarımı adı verilir. Genel olarak, giriş kısımda olayla ilgili koşulları içeren deyişler vardır. Çıkış kısmı ise daha ziyade kontrol ile ilgilidir.

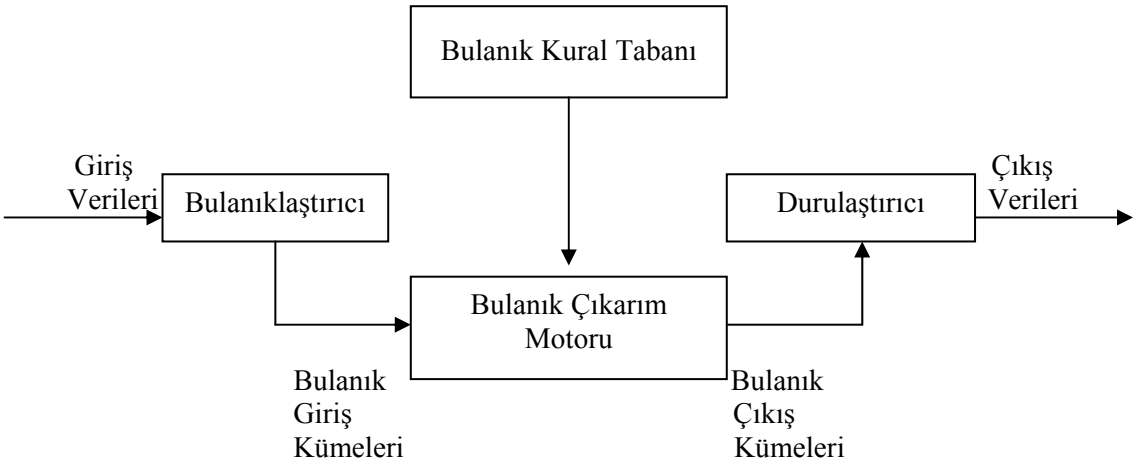
Eğer.....ise.....
Giriş Çıkış veya Kural çıkarımı

Bilinen matematik, stokastik veya kavramsal sistemlerin hemen hepsi Şekil 3.24'deki yapıda oluşturulmaktadır (Şen 2004, Baykal ve Beyan, 2004).



Şekil 3.24. Klasik Sistem

Bunlar giriş, bu girişi çıkışa dönüştüren ve sistem davranışı denilen bir kutu ve buradan olan çıkış kısımlarıdır. Buradaki birimlerin hepsinde sayısal veri, çıkış veya işlemler yapılmaktadır. Bulanık sistemlerin bu klasik tasarımlarından farklı, sistem davranışı kısmının ikiye ayrılarak bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı birimli Şekil 3.25'de gösterildiği gibi kendi aralarında bağlantılı dört birimin olmasıdır.



Şekil 3.25. Bulanıklaştırma-Durulaştırma Birimli Bulanık Sistem

Giriş Verileri (Genel Bilgi Tabanı Birimi): İncelenecek olayın etkileyen girdi değişkenlerinin değerlerini ve bunlar hakkındaki bilgileri içeren birimdir.

Bulanıklaştırıcı: Sayısal girdi değerlerini sözel olarak nitelendirilmiş bulanık kümelerdeki üyelik derecelerine atayan bir işlemcidir.

Bulanık Kural Tabanı: Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal EĞER İSE türünde yazılabilen bütün kuralların tümünü içerir.

Bulanık Çıkarım Motoru: Bulanık Kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan ilişkilerin hepsini bir araya toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır.

Durulaştırıcı: Bulanık işlemler sonucu elde edilen bulanık çıkarım sonuçlarını kesin sayısal çıkış değerlerine dönüştüren birimdir.

Çıkış Birimi: Bilgi ve bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım motoru vasıtasıyla etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir (Baykal ve Beyan 2004, Yılmaz ve Arslan 2005).

Bulanık sistemlerin başlıca özellikleri arasında çoklu girdileri kural tabanı ve çıkarım motoru ile tek çıktı haline dönüştürmesidir. Bulanık mantık ile yaygın olarak kullanılan başlıca sistemler; Mamdani ve Takagi – Sugeno tipi bulanık modellemelerdir.

3.2.7.1. Mamdani tipi bulanık modellemenin esasları

"Mamdani" tipi bulanık model çok kolay oluşturulur, insan davranışlarına çok uygundur. Bu nedenle çok yaygın bir kullanıma sahiptir ve diğer bulanık mantık modellerin temelini oluşturur. İlk defa bir buhar motorunun insan tecrübelerinden elde edilen sözel kontrol kuralları yardımıyla kontrolü amacıyla kullanılmıştır (Mamdani ve Assilian, 1975). Bu modelde hem girdi değişkenleri hem de çıktı değişkeni kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilir (Akyılmaz 2005).

Mamdani tipi bir bulanık model aşağıdaki 5 adımda oluşturulur (URL4);

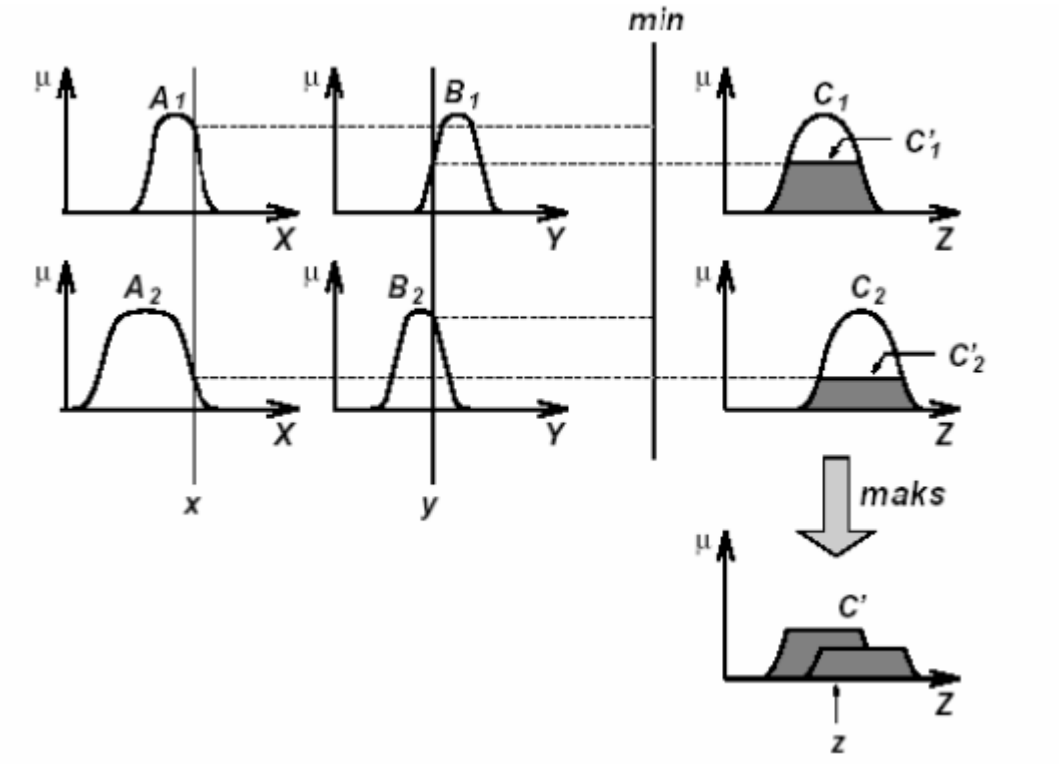
a) Girdilerin bulanıklaştırılması: öncül kısımdaki bütün bulanık ifadeleri kullanarak girdi değişkenlerine ait 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerinin belirlenmesi.
b) Bulanık mantık işlemlerini kullanarak kural ağırlıklarının belirlenmesi
c) Bulanık küme mantıksal işlemcilerin (ve, veya) uygulanması
d) Sonuçların toplanması: her bir kuralın çıktısını temsil eden bulanık kümelerin birleştirilmesi
e) Durulaştırma: tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması

Şekil 3.26.' de x ve y gibi sayısal iki değişkeni içeren iki kurallı bir Mamdani tipi bulanık modelde z çıkış değerinin c_i bulanık küme fonksiyonlarından nasıl hesaplandığı gösterilmektedir.

Kural 1: *Eğer* x = A1 VE y = B1 *İse* z = C1
Kural 2: *Eğer* x = A2 VE y = B2 *İse* z = C2

Mamdani tipi bulanık modelin avantajlarını özetlemek gerekirse

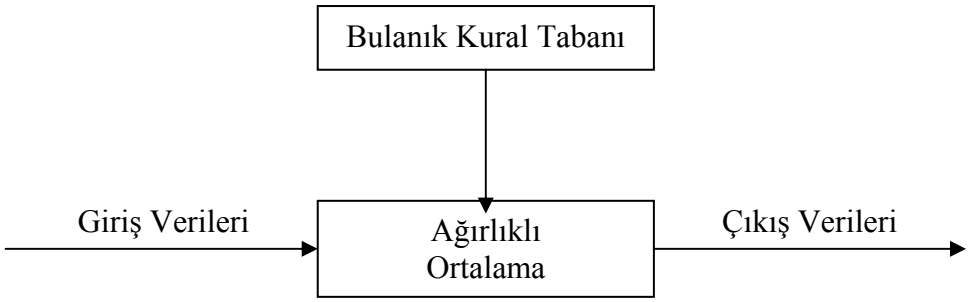
- Modelin oluşturulması basittir.
- Diğer bulanık mantık modellemenin temelini oluşturur.
- İnsan davranış ve duyularına uygundur.



Şekil 3.26. Bulanık VE ve VEYA işlemleri için sırasıyla minimizasyon ve maksimizasyon operatörlerini kullanan Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi (Akyılmaz 2005)

3.2.7.2. Takagi – Sugeno bulanık modellemenin esasları

Takagi – Sugeno bulanık mantık ya da Sugeno bulanık mantık ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır (Takagi ve Sugeno, 1985). Mamdani bulanık mantık yönteminin bir uyarlamasıdır. Girdi değişkenlerinin bulanıklaştırılması ve bulanık mantık işlemleri Mamdani bulanık modelleme ile tamamen aynıdır. İki yöntem arasındaki fark çıktı üyelik fonksiyonlarındadır. Sugeno tipi bulanık modellemede çıktı üyelik fonksiyonları sadece lineer ya da sabittir. Çıktı üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman, sıfırıncı derece; 1. derece doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno bulanık model olarak adlandırılırlar (URL4). Şekil 3.27.'de Sugeno bulanık sisteminin ana yapısı görülmektedir. Bu yapı genel bulanık sistemdeki bulanık çıkarım motoru biri yerine her bir kuralın giriş kısmından hesaplanan üyelik dereceleri ağırlık olmak üzere ağırlıklı çıkarım hesaplaması birimi gelir.

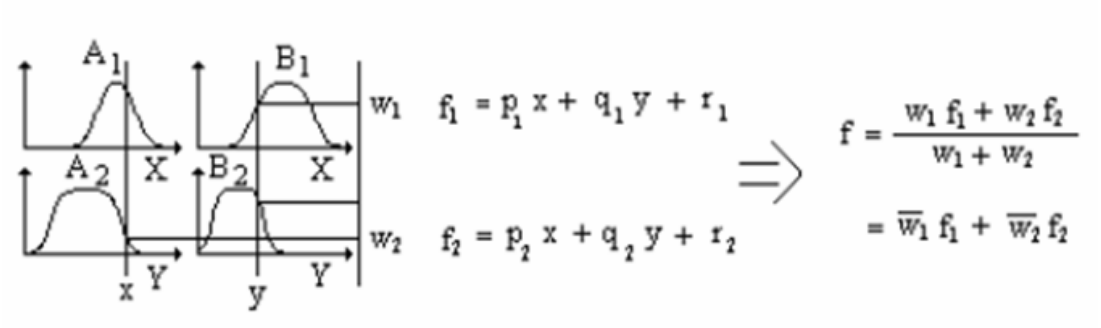


Şekil 3.27. Sugeno Bulanık sistemi

Bu durumda Sugeno sistemindeki kural aşağıdaki şekilde oluşur.

Eğer x = A ve y = B, İse z = f(x,y) = px+qy+r

Burada A ve B, x ve y üyelik fonksiyonları için tanımlanmış giriş kısmındaki bulanık kümeler, p, q ve r (r) ise çıkış parametresidir. Böylece her bir kural için bir çıktı değeri elde edilir. Bulanık küme mantıksal işlemleri (ve, veya) basit toplama ve çarpmadır. Şekil 3.28.'da Sugeno çıkarım sisteminin açılmış hali görülmektedir.



Şekil 3.28. Sugeno Bulanık sistemin çıkarımı

Sugeno tipi bulanık modelin avantajları aşağıda sıralanmıştır (URL4; URL5);

- Hesaplama için çok uygundur.
- Lineer olmayan sistemlerin kontrol edilmesi için lineer teknikler kullanılabilir.
- Optimizasyon ve uyarlanabilir (adaptive) tekniklerle birlikte iyi çalışır; çıktı parametrelerini optimize ederek sonuçları iyileştirir.
- Çıktı uzayında sürekliliği garantiler.
- Matematiksel analiz için uygundur.

Sugeno tipi bulanık modelin dezavantajları ise (URL5);

- Yüksek derecedeki Sugeno bulanık modelleme kullanıldığında oldukça kompleks bir yapıya sahip olur.
- Girdi ve alt küme sayılarının artması verilerin eğitilmesini zorlaştırır, sonuçların elde edilmesi için belirlenmesi gereken soncul parametrelerin sayısı artar.
- İnsan sezgilerine çok uygun değildir.

3.3. Veri Toplama

Veriler, belli bir konudaki gerçeklerin sembolik ifadeleridir. Başka bir deyişle işlenmemiş kanıtlardır ve ekonomik bir değere henüz dönüşmemiş, insan davranışı üzerinde etkisi olmayan dayanaklardır. Araştırma amacını gerçekleştirmek için gerekli kanıt olan verilerin ne tür olacağı, nereden sağlanacağı araştırma planlanırken saptanmalıdır. (Balcı 2004).

Yapılacak çalışmanın içeriğine ve toplanacak verilerin niteliklerine göre uygun tekniğin kullanılması çok önemlidir. Veri toplama teknikleri dört grupta ifade edilebilir:

- gözlem,
- görüşme (mülakat),
- belge incelemesi,
- anket.

Veri toplama tekniğine karar verirken, toplanacak verinin *niteliğinin* yanı sıra, uygulanacak yöntemin *zaman* ve *maliyet* boyutlarının da gözden uzak tutulmaması gerekir. Seçilecek yöntem, amacı ve niteliği ne olursa olsun yapılacak çalışma ve araştırmanın bütününü etkileyecektir. Seçilecek yöntemin uygun olmaması durumunda bütün bir çalışma güvenilirliğini, objektifliğini ve geçerliliğini yitirebilir.

Taşınmaz değer tespiti için kriter belirleme ve veri seti oluşturma konusunda veri toplama tekniklerinden en uygun yöntemin anket çalışması olduğu düşünülerek literatür araştırması yapılmıştır.

3.3.1. Anket çalışması

Anket en basit tanımıyla soru-cevap tekniğiyle uygulanan sistematik bir veri toplama yöntemidir (Kaptan 1993). Önceden belirlenmiş insanlara bir takım sorular sorularak uygulanır. Bir çeşit yazılı iletişim tekniği ile uygulanan veri toplama yöntemidir.

Günümüz bilimsel çalışmalarında veya ticari amaca yönelik diğer araştırma çalışmalarında da sıkça kullanılan yöntem anket tekniği olarak göze çarpmaktadır. Anket çalışması gerektiren durumlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

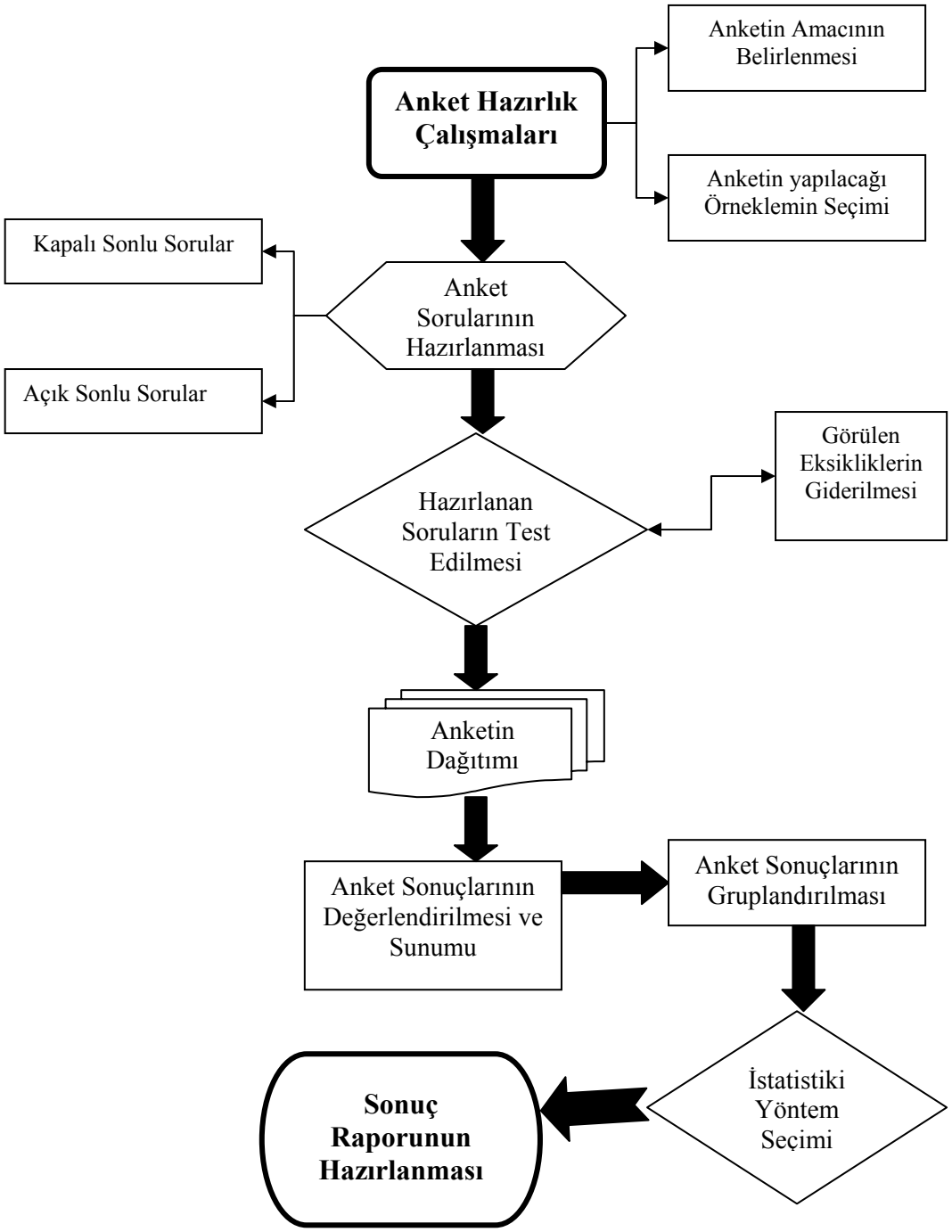
1. Bilgi daha önceden belirli bir formda bulunmuyorsa,
2. Başka bir yöntem kullanılamıyorsa,
3. Geniş kitlelere ulaşılmasını gerektiren durumlarda veya araştırmanın büyük coğrafi bölgeleri kapsamasını gerektiren koşullarda anket kullanmak uygun olabilir.

Ayrıca yapılacak çalışmanın zaman ve maliyet boyutu ele alındığında en avantajlı yöntem olarak anket öne çıkmaktadır.

3.3.2. Ankete hazırlık çalışmaları

Ankete hazırlık çalışmalarına başlanılmadan önce, yapılması planlanılan anketin amacının ne olacağı, kimlerin kullanımına sunulacağı, ne tür bilgilerin toplanılacağı ve kimlere uygulanacağı gibi sorulara cevap aranmalıdır (Kurtuluş 1983). Bu cevaplar sonra ankette kullanılacak soru türlerinin ve cevap formatlarının seçilmesi gerekir.

Anketin oluşturulup test edilmesi ve varsa aksaklıkların giderilmesinden sonra anketin dağıtımı ve sonuçların elde edilerek yorumlanması işlemi yapılır (Karasar 1982). Şekil 3.29.'da anket hazırlık çalışmasında iş akış şeması verilmiştir.



Şekil 3.29. Anket hazırlık çalışması için iş akış şeması

3.3.2.1. Soruların hazırlanması

Anket sorularının hazırlanması esnasında ne tür bilgi elde edilmek istendiği ve kimler tarafından kullanılacağı önem taşır. Genel bilgiler mi?, yoksa detay bilgilere mi? ihtiyaç olacağı konusunun net biçimde ortaya konulması gerekir. Genel nitelikteki sorular önce, özel ve detay nitelikteki sorular daha sonra sorulmalıdır. Soruların özellik ve türlerine göre ayrılması ve sistematik olarak sorulması anketin düşünme sistemine uyum sağlamayı kolaylaştırır.

Anket soruları hazırlanırken dikkat edilecek hususla aşağıdaki biçimde sıralanabilir (Karafaoğlu 1998):

- Sorularda yer alan ifadeler net olmalı ve kolayca anlaşılmalıdır.
- Her bir soru maddesinde tek bir fikir, konu ya da olay üzerinde durulmalıdır.
- Sorular özellik ve türlerine göre ayrılmalıdır.
- Kişilerin özel hayatlarına, gelir durumlarına, dini inançlarına, politik tercihlerine ilişkin sorular dolaylı sorulmalıdır.
- Doğru cevap verildiğinden iyice emin olunmak istenen soruların sağlaması bir başka soru ile anketin başka yerinde yapılmalıdır.

Anket soruları genelde, kapalı sonlu sorular ve açık sonlu sorular olmak üzere iki şekilde hazırlanır.

Kapalı sonlu sorular: En basit türdeki kapalı tip soru ”Evet” veya ”Hayır” şeklinde cevaplandırılacak iki zıt alternatifli sorulardır. Soru alternatiflerden birinin seçimi ile cevaplanmış olur. Kapalı tipte sorular, yanlarında belirli ifadelerin yer aldığı iki veya daha fazla alternatifli sorularda olabilirler. Bu durumda cevaplayıcı kendisine en uygun olan seçeneği işaretleyecektir.

Alternatiflerden sadece birinin işaretlenmesi istenebileceği gibi, birden fazla alternatifin de işaretlenmesi istenebilir. Bu durumda diğer alternatifler için de bilgi sahibi olunmuş olunur. Cevaplayıcı her iki seçeneği de işaretlemeyi uygun görürse bu sefer öncelik verme sorunu ortaya çıkacaktır. Buna engel olmak için,

cevaplayıcıdan alternatifleri önem sırasına koyması istenebilir (Karafaoğlu vd. 1977). Kapalı sonlu soruların genel özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- ✓ Kapalı tipteki soruların gruplanması ve tasnifi kolaydır.
- ✓ Analiz ve yorumlanması aşamasında kolaylık sağlar.
- ✓ Elde edilen veriler kategorize edildiğinden sınırlı veri elde edilir.

Açık sonlu sorular: Cevaplayıcıya bir soru sorulur ve cevabı tamamen kendisinin yazması istenir. Örneğin, "Sizce satın alınacak bir evin özellikleri neler olmalıdır? Lütfen yazınız." şeklindeki bir soru açık uçlu bir sorudur. Böyle bir soru geldiğinde cevaplayıcı düşünecek ve düşündüklerini yazacaktır. Bu tür sorularda daha ayrıntılı bilgi edinme imkanı bulunmaktadır.

İyi bir anket düzenlemek için iki türdeki sorulardan gerektiği ölçüde yararlanmamız gerekir. Bazen iki tür soruyu birleştirerek kullanabiliriz. Örneğin kapalı tipte alternatifleri belirtir, bir alternatifin seçilmesi durumunda nedenlerini serbestçe belirtmesini isteyebiliriz. Açık sonlu soruların genel özellikleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

- Sınıflandırılması ve analizi zordur.
- Açık uçlu soruların ve cevapların yer aldığı anketleri belli istatistiksel kategorilere sokmak oldukça zordur.
- Verilecek her değişik cevap türü ile birlikte yeni bir gruplama yapma ihtimali vardır. Bu da ayrıntılarda boğulma tehlikesi yaratabilir.
- Belli özelliklerin incelenmesine yönelik araştırmalarda amaçtan uzaklaştırıcı bir etki yaratabilir.

3.3.2.2. Anketin test edilmesi

Taslak bir anket hazırlandıktan sonra anketi geliştirmek ve muhtemel hataları giderebilmek amacıyla anketin test edilmesi aşamasına geçilir. Test örnek guruba

dağıtılmadan önce güvenilirlik ve geçerliliğinden emin olmak için yapılır. Test örnek gurubu temsil eden daha küçük bir guruba uygulanır.

Teste katılacak gurup bir araya toplanır. Ankete katılanlardan anketi aldıkları zaman değerlendirmelerini, açık ve anlaşılır olamayan soruları, eksik başlıkları, tamamlanması gereken yerleri belirlemeleri istenir.

Zaman etüdü yapılarak anketin süresi ölçülür. Buna göre daha kısa mı, yoksa daha uzun mu olacağına karar verilir. Genellikle on beş dakikadan uzun süren anketler uygun değildir.

Herkes anketi tamamladıktan sonra gurupla birlikte anket tartışılır. Önemli konuların anket dışında kalıp kalmadığına bakılarak eksikler giderilir ve düzeltmeler yapılır.

Hazırlanan anket sorularının test aşamasının tamamlanmasından sonra anketörler yardımıyla cevaplandıracak kişiyle bir araya gelerek anket uygulanır. Anket uygulama posta yolu veya anketörler yardımı ile yapılabilir. (Sencer ve Sencer 1978). Anketör kullanmanın dışında telefonla, posta yolu ve internet yolu ile anket çalışmaları uygulanılabilir.

3.3.2.3. Anket sonuçların değerlendirilmesi ve sunumu

Anket çalışmasının bitiminde elde edilen sonuçlar özetlenmeli, analiz edilmeli ve yorumlanmalıdır. Sunum ve anlaşılmayı kolaylaştırmak için cevapların sınıflandırılması ve bir araya getirilmesi gerekecektir. Aynı kategorideki cevaplayıcılardan alınan sonuçlar belli gruplandırmalara tabi tutularak cevaplar biraz daha ayrıntılı hale getirilebilir. Örneğin, cevaplayıcılar yaşlarına göre bir gruplandırmaya tabi tutulabilirler.

Sonuçların analiz edilmesinde çok çeşitli istatistiki yöntemler kullanılabilir. En sık kullanılanlar istatistiki yöntem frekans dağılımı ve yüzdeleme metotlarıdır.

Frekans dağılımları anket maddelerine verilen yanıtlar arasındaki değişikliği göstermenin en basit yöntemlerinden biridir. Anket cevaplarının guruplarına göre

ayrılması ile kolay yorumlanabilir şekle getirilmiş olur. Sunumlar genelde grafik barlar halinde raporlanır.

Anket verilerini özetlemenin başka bir yolu da yüzdelerdir. Yüzde, belirli bir cevap tercih sayısının, toplam cevap verenlerin sayısına bölünmesi ve çıkan değerin yüz ile çarpılması ile elde edilir. Yüzde sonuçları tablolar, grafik barlar veya pasta diyagram yardımı ile gösterilebilir (URL6).

En son aşamada sonuçlar ilgili kişilere sunulmak veya ait olduğu çalışmada yerini almak üzere rapor haline getirilerek çalışma tamamlanmış olur. Gereken yerlerde anket sonuçlarını grafiklerle göstermek görsel anlamda anlaşılmayı kolaylaştırmak adına başvurulabilecek bir yöntem olabilir (Baş 2002).

3.4. Normalizasyon

Veri gereksinimi ile çalışma zorunluluğu olan uygulamalarda veri birim farklılıkları olmaktadır. Örneğin alan ve mesafe ile ilgili kriterlerin birimleri birinin metrekare iken diğerinin metre cinsinden sonuçları değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda verilerin normalizasyonu hem işlem hızı kazandıracak hem de birim ile ilgili probleme çözüm getirecektir.

Uygulanılacak yönteme göre verilerin normalize edilerek aynı birime dönüştürülmesinde farklı pek çok yöntem bulunmaktadır. En çok kullanılan normalizasyon yöntemleri: en büyüğüne bölme (max. bölme), 0-1 arasında değer atama ve z dönüşümü olarak ifade edilebilir (Alpar 2001).

En Büyüğüne Bölme: En büyüğüne bölme normalizasyon yöntemi, veri setindeki aynı birimli her bir kriter için en büyüğü değerin tespit edilerek diğer tüm verilerin o değere bölünmesi ile elde edilmektedir. Yapılan çalışmaya göre veri setinin dışında bir değerde en büyük değer olarak alınabilir. Aşağıda en büyüğüne bölme yönteminin matematiksel ifadesi görülmektedir.

$$z_i = \frac{x_i}{x_{\max}} \qquad (3.15)$$

x_i: gözlem değeri

x_{max}: gözlem değerinin en büyüğü

0-1 Arasında Değer Atama: Bu normalizasyon yöntemi uygulamalarda sıkça karşılaşılan bir yöntemdir. Yöntemin esası veri setindeki her bir kriterde maksimum ve minimum değerlerin tespit edilerek, maksimum değere "1" minimum değere "0" atayarak ara değerlerin bunlar arasına yerleştirilmesi ilkesine dayanır. Aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$z_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \qquad (3.16)$$

x_{min}: gözlem değerinin en küçüğü

z Dönüşümü: Bu normalizasyon yönteminde ise orijinal verilerin ortalaması sıfır, standart sapması 1 olan yeni bir skora dönüştürülmektir. Bu yeni skora, z değerleri ya da standart değerler denir. Bu dönüşüm sonucunda ortalama sıfır ($\bar{z} = 0$) olduğu için, verilen bir puanın, ortalamanın altında ya da üstünde olduğu hemen söylenebiliriz. Çünkü ortalamanın üzerindeki değerler pozitif, altındaki değerler negatif değerler olacaktır. Aynı zamanda, standart sapma 1 olduğu için, standart değerin sayısal büyüklüğü; herhangi bir gözlemin ortalamadan kaç standart sapma uzakta olduğunu belirtecektir. z dönüşümü için matematiksel ifade aşağıdaki şekildedir (Alpar 1997):

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{ss} \qquad (3.17)$$

z_i: gözlem değerinin standartlaştırılmış değeri

$\bar{x}$: gözlem değerlerinin aritmetik ortalaması

ss: standart sapma

Buradaki ss standart sapmayı göstermektedir. Standart sapma aşağıdaki şekilde bulunur.

$$ss = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \qquad (3.18)$$

(i=1,2,3…..n)

n: ölçüm sayısı ile ifade edilir.

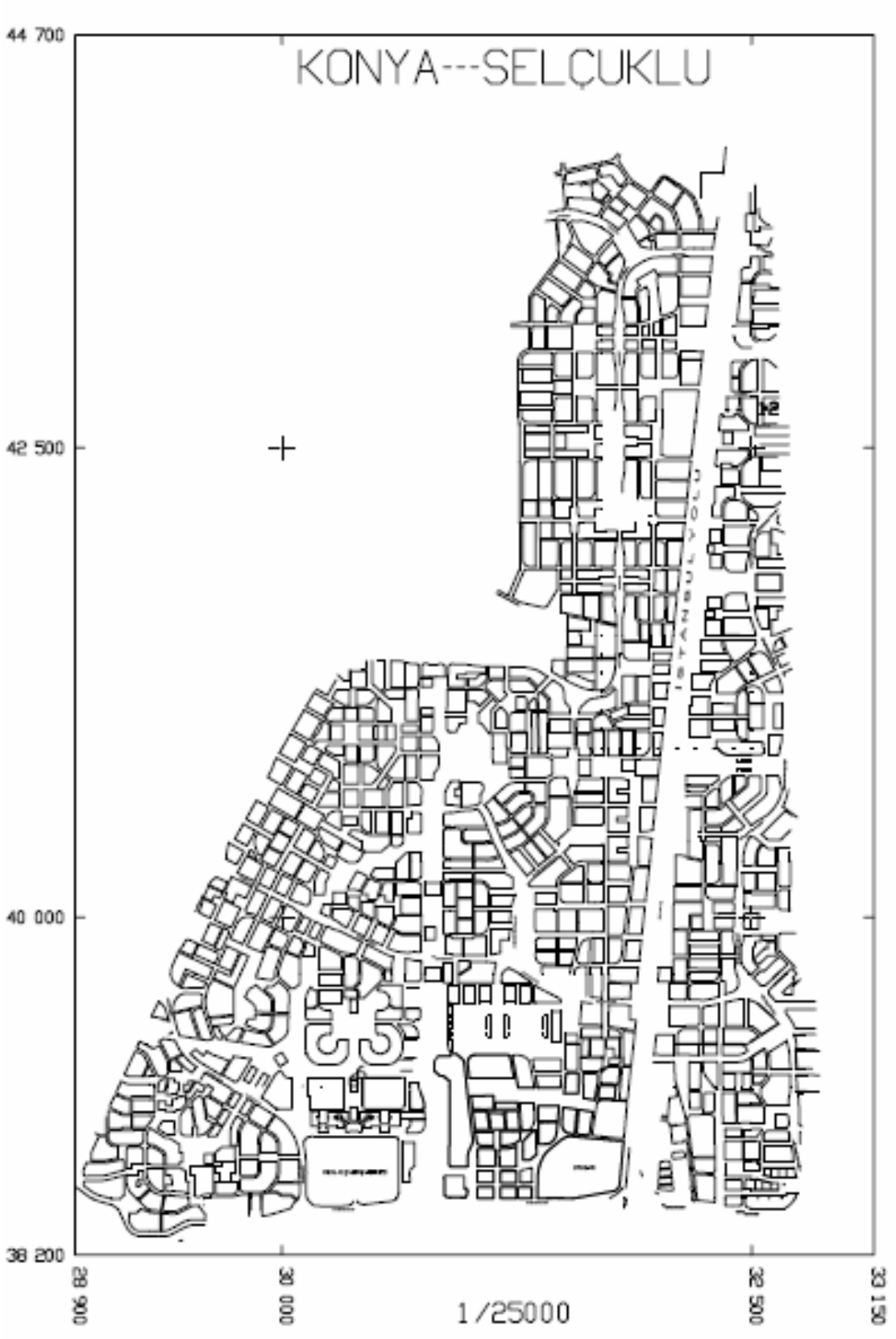
4. UYGULAMA

4.1. Çalışma Bölgesi Tespiti

Bulanık mantık metodolojisinde model oluşturmak amacı ile yapılaşmanın yeni başladığı ve yapılaşmanın yoğun olduğu iki farklı alanda çalışma yapılmıştır. Çalışma bölgesinin iki kısımda değerlendirilmesinin sebebi; yapılaşmamış ve yapılaşmış alanlarda taşınmazlara farklı yaklaşılması ve değer tespiti için farklı kriterlerin öne çıkmasıdır.

Yapılaşmamış alan için çalışma bölgesi; İstanbul yolu Konya otogarından başlayan, 20.km.'deki Selçuk Üniversitesi Kampüs alanına kadar uzanan alan seçilmiştir. Bölgenin tercih edilmesinde göz önüne alınan etkenler, alım-satım satım hareketliliğinin yoğun olması, imarlı alan olması ve şehirleşmenin hızla artması olarak özetlenebilir. Şekil 4.1.'de yapılaşmamış çalışma alanı haritası gösterilmektedir.

Yapılaşmış alan için ise Konya Selçuklu bölgesi ile Karatay bölgesinin bir kısmını içine alan; Nişantaşı Mahallesi, Musalla Mahallesi, Hasandedemescit mah., Büyüksinan mah., Karacihan mah., Kalenderhane mah., Medrese mah. ve Ferit Paşa mahallelerini kapsayan alan seçilmiştir. Çalışma bölgesi Şekil 4.2.'de verilmektedir. Değeri olumlu etkileyen özellikler ile olumsuz etkileyen özelliklerin bir arada bulunması bölge seçiminde etken olmuştur. Örneğin büyük alışveriş merkezleri, kolay ulaşım ağı gibi değeri artırıcı özelliklerin yanı sıra, tren yolu ve sanayi bölgesi gibi değeri düşüren özellikler de bölgede mevcuttur.



Şekil 4.1. Yapılaşmamış alanın haritası



Şekil 4.2. Yapılaşmış alan haritası

4.2. Taşınmaz Değerleme için Veri Toplama

Anket tekniği ile taşınmazlara ilişkin veriler toplanmıştır. Anket çalışması iki etap şeklinde yapılmıştır. Birinci etap anket çalışmasında taşınmazın değerini

etkileyen kriterlerin belirlenmesi amaçlı sorular, ikinci etapta ise uygulama alanı olarak seçilen bölgelerden (Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.) taşınmazlara ilişkin veriler toplanılmıştır.

4.2.1 Birinci etap anket çalışması

Birinci etap anket çalışmasındaki amaç: taşınmazların alım-satım değerlerini etkileyen kriterlerin tespit edilmesi olarak belirlenmiştir. Bu amaçla Konya genelinde yapılan 1. etap anket uygulaması ile farklı meslek gruplarından 1010 kişiye, anketörler yardımı ile ulaşılmıştır.

Anket soruları hazırlanırken taşınmaz değerine etki edebilecek tüm ayrıntılar göz önüne alınmaya çalışılmıştır. Sorular hazırlanırken konuta ve arsaya ilişkin kriterlerin ayrı ayrı belirlenmesi uygun görülmüştür. Konut; ailelerin yaşadıkları daire, konut yerine kullanılırken, Arsa; imar uygulaması yapılmış oturulabilir konut (bina) yapılmaya hazır parseller için kullanılmıştır. Yani henüz üzerinde bina inşa edilmemiştir.

Buna göre 1. etap anket soruları dört bölüme ayrılmıştır.

1. bölümde satın alınmak istenilen taşınmaza ait kriter seçimi için sorulan genel sorular, “S” ile adlandırılmıştır. Kişilerden almak istedikleri taşınmazda aradıkları özelliklerin yanı sıra “Mesafe” ve “Büyüklük” kavramları ile ilgili soruların değerlendirmesi istenmiştir.

2. bölümde almak istenilen konut ile ilgili tercih soruları, “E” ile adlandırılmıştır. Anket yapılan kişilere konut alırken tercih ettikleri konut tipi ile ilgili kriterler sorulmuştur. Sorulara “Çok önemli”, ”Önemli” şeklinde cevaplamalarının yanı sıra hangi donatılara yakın veya uzak tercihleri sorulmuştur.

3. bölüm “P” ile adlandırılmış, ankete katılanlardan arsa ile ilgili tercih sorularına cevap vermeleri istenmiştir. Ayrıca bu bölümde de hangi donatılara yakın veya uzak tercihleri sorular arasında yer almaktadır.

4. bölüm kişisel bilgi sorularına ait olup, "D" ile adlandırılmıştır. Bu bölüm sorularında; ankete katılanlardan meslek grupları, yaş, medeni hali vb. soruları bulunmaktadır.

Bu sorulara göre oluşturulan 1. etap anket soruları EK-A.1'de görülmektedir. 1. Etap anket çalışması sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

4.2.1.1. Birinci etap anket değerlendirilmesi

Sorulan sorular ve alınan cevaplara ilişkin değerlendirmeler aşağıda bölümler halinde verilmektedir. Değerlendirme, ankete katılanların cevapları ile toplam kişi sayısı karşılaştırılması şeklinde yapılmıştır.

1. BÖLÜM

S1) Nasıl bir konutta oturmak istersiniz?

1) Güvenlikli bir site: %22 2) Müstakil konut: %68

3) Apartman dairesi: %8 4) Fark etmez: %2

S1 sorusuna verilen yanıtlar arasında en yüksek yüzdelik %68 ile müstakil eve olan taleptedir.

S2) Neden bir konut almak istersiniz*? (önem sırasına göre 1 den başlayarak numara veriniz).*

1) Kullanmak için: %34 3) Kira gelirinden faydalanmak için: %25

2) Yatırım yapmak için:%32 4) Rant sağlamak için: %9

S2 sorusuna kullanmak veya yatırım yapmak amacı ile konut almak isteyenler, ankete katılanların %66'sını oluşturmaktadır.

4. bölümde "Size ait kaç taşınmazınız var?" (D6) sorusuna ankete katılanların %48'i kendilerine ait bir taşınmazlarının bulunmadığını belirtmişlerdir. S2 sorusuna

verilen cevap D6 sorusu ile örtüşmekte bu da ankete katılanların cevaplama konusunda yaklaşımlarının doğruluğunu göstermektedir.

S3 sorusu yakın, uzak, çok yakın mesafe algılaması, S4 sorusu ise konut büyüklükleri ile ilgili yaklaşımları belirlemek amacı ile sorulmuştur. Belirlenen kavramlara ait ortalama değerler tespit edilmiştir.

S3) Aşağıdaki mesafe kavramlarını belirleyiniz. *(satın alınacak bir taşınmazın belli noktalara olan mesafeleri için)*

1) Çok yakın ……m **2)** Yakın……....m **3)** Uzak…….m

Ortalama: 312,06 m 1023,39 m 3507,14 m

S4) Aşağıda kullanacağınız büyüklük kavramlarını belirleyiniz. *(satın alınacak bir evin kullanım alanı için)*

1) Küçük…. .m^2 2) Normal…… m^2 3) Büyük……..m^2 4)Çok Büyük…..m^2

Ort.: 96,34 m^2 139,34 m^2 191,46 m^2 251,16 m^2

S5 sorusu satın alınacak taşınmazın değerinin önceden bilinmesinin sağlayacağı yararları belirlemek amacı ile sorulmuştur. Alınan cevaplara göre, ankete katılanların %27'si alım-satım rahatlığı, %25'i haksızlıkların önleneceği, %24'ü hem ekonomik değerdeki değişimin izlenebileceğini hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacağını ifade etmektedirler.

S6 sorusu satın alınmak istenen konutta aranan temel özelikleri sıralamasını istemektedir. Alınan cevaplara göre ağırlıklı olarak (konut alım-satımında en çok aranan kriter sıralaması): *Alan yani büyüklük, Depreme dayanıklılık, Mevkisi, Güvenli olması, Merkeze yakın, Güneş görmesi* gibi kriterler öncelikli olarak belirtilmektedir.

S7 sorusu satın alınmak istenen parselde aranan temel özelikleri sıralamasını istemektedir. Alınan cevaplara göre ağırlıklı olarak (parsel alım-satımında en çok aranan kriter sıralaması): *Mevkisi, İmarlı olması (parsel demek imarlı demektir), Merkeze yakın, Ana yola yakın, Köşe başı, Yeşil alana olan mesafe* gibi kriterler öncelikli olarak belirtilmektedir.

2. BÖLÜM

Konut Alımıyla İlgili Cevaplanan Sorular 4 Grupta Değerlendirilmiştir.

1. grup (Çok önemli)
2. grup (Önemli)
3. grup (mesafelerle ilgili sorular)
4. grup (Diğer sorular)

1. Grup

Bu grupta aşağıda belirtilen sorulara "çok önemli" şeklindeki cevaplara ait değerlendirmeler toplanmaktadır.

E20) Konutunuzun depreme dayanıklılığı ne kadar önemlidir? %90

E21) Konutunuzu seçerken gürültü, kirlilik, enerji nakil hattı vb. bölgelere uzaklığı ne kadar önemlidir? %75

E16) Konutunuzun bulunduğu çevrede oturan insanların sosyal kültürel durumu sizce ne kadar önemlidir? %60

E19) Konutunuzun sağlık merkezlerine yakınlığı ne kadar önemlidir? %59

E13) Konutunuzun ulaşım rahatlığı sizce ne kadar önemlidir? %54

E17) Konutunuzun cami vb. ibadet yerlerine yakınlığı ne kadar önemlidir? %53

E4) Konutunuzun yaşı ne kadar önemlidir? %50

2. Grup

Bu grupta aşağıda belirtilen sorulara "önemli" şeklindeki cevaplara ait değerlendirmeler toplanmaktadır.

E8) Konutunuzun iç ve dış aksesuarı ne kadar önemlidir? *(Örneğin: dolap, boya, dış cephe kaplama vb.):* %56

E9) Konutunuzun otoparkının olması ne kadar önemlidir?: %49

E10) Asansör varlığı ne kadar önemlidir?: %45

E18) Konutunuzun park gibi dinlenme alanlarına yakınlığı ne kadar önemlidir?: %45

1. grup ve 2.grup (Çok önemli ve önemli) birleştirilerek yapılan analizler sonucu konuta ait kriterler aşağıdaki şekilde elde edilmiştir:

1. Depreme dayanıklılığı
2. Gürültü, kirlilik, enerji nakil hattı vb. bölgelere uzaklığı
3. Çevrede oturan insanların sosyal kültürel durumu
4. Sağlık merkezlerine yakınlığı
5. Ulaşım rahatlığı
6. Cami vb. ibadet yerlerine yakınlığı
7. Yaşı
8. İç ve dış aksesuarı
9. Otoparkının olması
10. Asansör varlığı
11. Park gibi dinlenme alanlarına yakınlığı

3. Grup

Aşağıda belirtilen sorulardaki yüzdeler, mesafe ile ilgili en yüksek tercih alan şıklara ait değerlerdir. Ankete katılanlar konutlarının alış veriş merkezine yakın olmalarını isterken, okula yakın olması daha az tercih edilmiştir.

E11) Konutunuzun merkeze ne kadar mesafede olmasını istersiniz? (her semte göre merkez yeri farklı ele alınmalıdır)

1) Merkezde ***2) Merkeze çok yakın:*** **%60** *3) Merkeze yakın mesafede*
4) Merkeze uzak *5) Merkezde olması önemli değil*

E15) Konutunuzun bir okula ne kadar mesafede olmasını istersiniz?

1) Çok yakın ***2) Yakın:*** **%57** *3) Uzak* *4) Önemli değil*

E14) Konutunuzun alış veriş merkezine ne kadar yakın olmasını istersiniz?

1) Çok yakın ***2) Yakın:*** **%55** *3) Uzak* *4) Önemli değil*

Yukarıdaki sonuçlara göre S3'deki mesafe kavramlarına göre yakın kavramı yaklaşık 1km'ye karşılık gelmektedir.

4. Grup

Konut alımıyla ilgili cevaplanan diğer soruların değerlendirildiği bölümdür. Ankete katılanların %68'i normal büyüklükte bir konut tercih etmişlerdir. Buda

S4'deki büyüklük kavramlarına göre yaklaşık 140 m^2'lik bir değere karşılık gelmektedir. Oda sayısı ile ilgili soruda da %58'lik bir oranda 3+1 tercih edilmiştir. Buradan her iki soru için büyüklüğe ve oda sayısına bakarak ilişkili iki kriter olduğu söylenebilir. Ayrıca D5 " aile fert sayısı" ve D7 " çocuk sayısı" ile ilgili sorularla da ilişki kurulabileceği görülmektedir (Bakınız EK-A.2.).

E1) Alacağınız konutun kullanım büyüklüğü ne olmalıdır?

1) Küçük ***2) Normal:*** **%68** *3) Büyük* *4) Çok Büyük*

E2) Konutunuzun kaç oda olmasını istersiniz?

1) 2+1 ***2) 3+1:*** **%58** *3) 4+1* *4) Daha fazla*

E6) Konutunuzun kaçıncı katta olmasını tercih edersiniz?

1) Zemin katta ***2) Ara katta:*** **%85** *3) En Üst katta* *4) Önemli değil*

E5) Kaç yaşında bir konut tercih edersiniz?

1) 0-5: **%75** *2) 5-10* *3) 10-15* *4) Daha fazla*

E3) Konutunuzun aşağıdaki cephelerden hangisinde olmasını istersiniz?

1) Kuzey-Güney *2) Doğu-Batı* *3) Kuzey-Doğu* *4) Kuzey-Batı*

5) Güney-Doğu: **%71** *6)Güney-Batı*

E7) Konutunuzun ısınma şeklinin ne olmasını istersiniz?

1) Sobalı ***2) Merkezi sistem:*** **%46** ***3) Kombi:*** **%46** *4) Diğerleri*

E12) Konutunuzun bulunduğu cadde genişliği aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?

1) Cadde: **%42** *2) Ana yol* *3) Ara sokak* *4) Önemli değil*

Yukarıdaki sorular irdelendiğinde Konya ili için cephenin ve ısınma şeklinin önemi hissedilmektedir.

E22 "Aşağıdaki taşınmaz özelliklerinin her birini verdiğiniz öneme göre 1 ile 10 arasında puanlayınız." sorusu ankete katılanların bu soruya kadar verdikleri cevapları test etmek amacı ile hazırlanılmıştır. Bu soruya göre verilen cevaplar önceki cevaplarla yakın bir şekilde örtüşmektedir. Bu da bize ankete katılan kişilerin cevaplarına olan güvenilirliğimizi artırmaktadır. E22'nin ağırlıklı puanlamaya göre sıralama aşağıdaki şekildedir.

1. *Güneşe göre konumu*
2. *Evin yapı özelliği*
3. *Yörede yaşayanların kültürel durumu*
4. *Sosyal-sağlık merkezine yakınlığı*
5. *Evin yaşı*
6. *Müstakil olması*
7. *İbadet yerlerine yakınlığı*
8. *Şehir merkezine yakınlığı*
9. *Yola yakınlığı*
10. *Manzarası*
11. *Alış veriş merkezine yakınlığı*
12. *Evin ada içindeki konumu*
13. *Apartman dairesi olması*

E23) Yukarıda belirttiğiniz özelliklerdeki bir konutun değeri sizce ne kadardır? *Yazınız*…….....YTL.

Ortalama = 98532.16 YTL

E23 sorusu ile kişilerin konut değerleri konusunda fikir sahibi olup olmadıklarını test etmek amacı ile yapılmıştır.

3. BÖLÜM

Parsel (üzerinde yapı bulunmayan alan) Alımıyla İlgili Anket Sorularına verilen cevapların sınıflandırması

P2)Parselinizin içine oturtulacak bina alanı ne kadar olmalıdır?

1) Küçük ***2) Normal:*** **%75** *3)Büyük 4)Çok Büyük*

P5)Parselinizin konumunun hangisi olmasını isterdiniz?

1) Köşe Başı: **%72** *2) Ara Parsel 3)Fark etmez*

P4)Parselinizin cephe uzunluğu ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli ***2) Önemli****:* **%61** *3) Fark etmez 4) Önemli değil*

P1)Parselinizin alanının ne büyüklükte olmasını tercih edersiniz?

1) Küçük ***2) Normal:*** **%60** *3)Büyük 4)Çok Büyük*

P6)Parselinizin ne tür yola cephe olmasını istersiniz?

1) Cadde: **%47** *2) Ana yol 3) Ara sokak 4) Önemli değil*

P3)Parselinizin kaç kata imarlı olasını istersiniz?

1) Tek kat 2) 2 kat ***3) 3-4 kat****:* **%40** *4) 5-8 kat 5) 8+ kat*

Ankete katılanların parsel alırken de kriterler üzerine titizlikle eğildikleri; oturtulacak alan, parsel konumu, parsel alanı, cephesinin bulunduğu yol ve kaç kata imarlı olduğu konusundaki hassasiyetli cevaplarından anlaşılmaktadır.
Hangilerine yakın olmalı ve hangilerinden uzak olmalı

P7) Parseliniz aşağıdakilerden hangilerine <u>yakın olmalı</u>, sıralayınız?

1) Okul alanına: %32
2) Alışveriş merkezine: %32
3) Cami alanına: %13
4) Park alanlarına: %12
5) Ana yola: %11

P8) Parseliniz aşağıdakilerden hangilerine <u>uzak olmalı</u>, sıralayınız?

1) Atık alanları: %42
2) Fabrika/ sanayi bölgesi: %25
3) Hava alanı: %16
4) Enerji nakil hattı: %15
5) Taşlık alanlar: %2

P7 ve P8 sorularındaki donatılara yakınlık ve uzaklık sorularında; okul ve alışveriş merkezlerine yakın olması istenirken, özellikle atık alanlardan da uzak olması tercih edilenlerdir.

P9) Yukarıda belirttiğiniz özelliklerdeki bir arsanın m^2 değeri sizce ne kadardır? Yazınız…….....YTL./m2

Ortalama = 52,86 YTL ./m2

P9 sorusu ile kişilerin parsel m^2 değerleri konusunda fikir sahibi olup olmadıklarını test etmek amacı ile yapılmıştır.

4. BÖLÜM

Bu bölümde kişisel soruların analizi yer almaktadır.

D1) Cinsiyetiniz: *1) Kadın: %10* *2) Erkek: %90*

D2) Mesleğiniz: *…..:%47 Esnaf ve sanatkar*

D3) Yaşınız: *……. :%24,7 26-30 yaş arası*

D4) Eğitim: *……:33 ilkokul+Ortaokul, %27 Üniversite, %25 Lise, %13 Lisans üstü*
D5) Aile fert sayınız: (siz dahil): *…….. :%32 Dört kişi*
D6) Size ait kaç taşınmazınız var?: *…….. :%48 Hiç taşınmaz yok*
D7) Çocuk sayınız? *……..: %28 çocuk yok, %26 iki çocuklu*
D8) Anket yapılan mahalle: *…… :yaklaşık 216 mahallede yapılmıştır.*
D9) Anket yapılan bölge: *%49Selçuklu Böl., %34Meram Böl.,%17Karatay Böl.*

Yukarıdaki cevaplara göre ankete katılanlar çoğunlukla, Konya'nın en büyük ilçesi olmasından dolayı, Selçuklu bölgesinden en yüksek oranda katılım bulunmaktadır. Meslek grubu olarak esnafların çoğunlukta olduğu ve ağırlıklı olarak 26-30 yaş grubundan ankete katılımın bulunduğu gözlenmektedir.

Yukarıda açıklamaları yapılan 1. etap anket sorularının detaylı analiz sonuçları EK-A.2.'de görülmektedir.

4.2.1.2. Birinci etap anket analiz sonuçları

Birinci etap anket çalışması toplamda Konya bölgesi için 1010 kişiye ulaşılarak anketörler yardımı ile uygulanılmıştır. Bu çalışmadan alınan cevaplara göre konuta ait taşınmaz değerine etki eden faktörler önem sırasına göre aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

1. Depreme dayanıklılık
2. Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
3. Mevkii
4. Cephesi
5. Alan
6. İç ve dış aksesuar
7. Yaşı
8. Otoparkının olup olmadığı
9. Asansör durumu
10. Cadde genişliği

Konut etrafında yakın olması istenen tesis ve yapıların sıralaması ise aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

1. Sağlık merkezlerine olan mesafe
2. Okula olan mesafe
3. Alış veriş merkezlerine olan mesafe
4. Ulaşım noktalarına olan mesafe
5. Cami vb. ibadet yerlerine olan mesafe
6. Park gibi dinlenme alanlarına olan mesafe

Parsele (arsa) ait özelliklerin sıralaması ise aşağıda görüldüğü şekilde oluşmuştur.

1. Parsele oturacak bina alanı (TAKS)
2. Parselin konumu (köşe başı, ara parsel gibi)
3. Cephe uzunluğu
4. Parsel alanı
5. Parselin önündeki yolun durumu
6. Kaç kata imarlı olduğu (KAKS)

Parselin etrafında yakın olması istenen tesis ve yapıların sıralaması ise aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

1. Okul alanlarına olan mesafe
2. Alış-veriş mer. olan mesafe
3. İbadet alanlarına mesafe
4. Park gibi yeşil alanlara mesafe
5. Ana yola olan mesafe

Parselin etrafında uzak olması istenen tesis ve yapıların sıralaması ise aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

1. Atık alanları
2. Fabrika ve sanayi bölgeleri
3. Hava alanları
4. Enerji nakil hatları
5. Taşlık alanlar

Yukarıda özet olarak sıralaması yapılan kriterler taşınmazın değerinin tespit edilmesinde ağırlıklı olarak etkin olan kriterlerdir.

4.2.2. İkinci etap anket çalışması

1. etap anket çalışması sonuçlarının ışığında tespit edilen kriterlere göre 2. etap anket çalışması yapılmıştır. Çalışma yapılaşmamış ve yapılaşmış alanlarda (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2.) 1. etap anket sonuçları ışığında belirlenen kriterlere göre yapılmıştır. EK-B.1.'de gösterilen anket soruları hazırlanmıştır. 2. etap için hazırlanan bu anket soruları yardımıyla, seçilen iki bölgede piyasada oluşan taşınmaz değerleri ve özellikleri anketörlerce toplanılmıştır.

Anket çalışması sonucu yapılaşmamış alanda 100 taşınmaza ilişkin, yapılaşmış alandan da 120 taşınmaza ilişkin veri seti oluşturulmuştur. Toplanılan bu veriler ile ilgili sonuçlar EK-B.2. ve EK-B.3.'de görülmektedir. Ayrıca ham halde toplanılan bu verilerin güvenilirliğini araştırmak adına regresyon hesabı yapılmıştır (EK-B.4.). Regresyon; uygulamada oluşturulan yapılarda kullanılan kriterlerin ne derece doğru olduğunu tespit amacı ile hesaplanmıştır. Regresyon hesabı sonucunda yapılaşmamış alanda R^2= 0,971, yapılaşmış alanda ise R^2= 0,619 olarak hesaplanmıştır.

1. etap anket çalışmasının analiz sonuçlarından elde edilen yapılaşmış alanda ilk sırada yer alan depreme dayanıklılık ile ilgili soruda, 2. etap anket çalışmasında gerekli karşılık alınamamıştır. Ülkemizde konutlara ilişkin depreme dayanıklılık konusunda gerekli hassasiyet gösterilmemesi nedeni ile bu kritere ilişkin veriler bulunmamaktadır.

4.3. Bulanık Mantık Metodolojisi ile Model Oluşturma

Taşınmaz değer tespiti için bulanık mantık metodolojisi ile model oluşturmada MATLAB 7.1. programından, Grafik kullanıcı arayüzü (Graphical User Interface) (GUI) yardımı ile Fuzz Logic Toolbox'ından Bulanık Çıkarım Sistemi (FIS Fuzzy Inference System) ve Adaptif Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS Adaptive neuro-fuzzy inference system) editörleri kullanılmıştır (Jang ve Gulley 2001). FIS ile Mamdani yöntemi, ANFIS ile de Sugeno yöntemlerinin uygulanılmasında faydalanılmıştır.

Uygulamada, değişik kriterlerle Mamdani ve Sugeno yapıları birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Kriter sayısının değer tespitine etkisi ve değer tespiti için Mamdaninin kullanılabilirliği Sugeno ile test edilmiştir. Ayrıca yapılaşmamış ve yapılaşmış alanlarda olmak üzere iki kısımda uygulama yapılmıştır.

SPSS 12.0 İstatistik programı anket çalışmalarının analizinde kullanılmıştır. Ayrıca NETCAD 4.0 yazılımı ve MapInfo Professional 8.0 SCP Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımından veri setleri oluşturulmasında yararlanılmıştır.

4.3.1. Mamdani yapısı ile model oluşturma

Mamdani yapısıyla değer tespiti amacı ile MATLAB programının Bulanık mantık toolbox'ı kullanılarak FIS (Bulanık çıkarım sistemi) editörü yardımıyla modeller oluşturulmuştur. Şekil 4.3.'de grafik kullanıcı ara-yüzünü (GUI) kullanarak çalışan FIS editörünün yapısı görülmektedir.



Şekil 4.3. Grafik kullanıcı ara-yüzünde FIS yapısı

Şekil 4.3.'de görülen GUI'de oluşturulmuş FIS yapısının ana bileşenleri ve görevleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1- FIS editörü bulanık sistemin oluşturulduğu giriş ve çıkış değişkenlerinin tanımlanıldığı kısımdır.

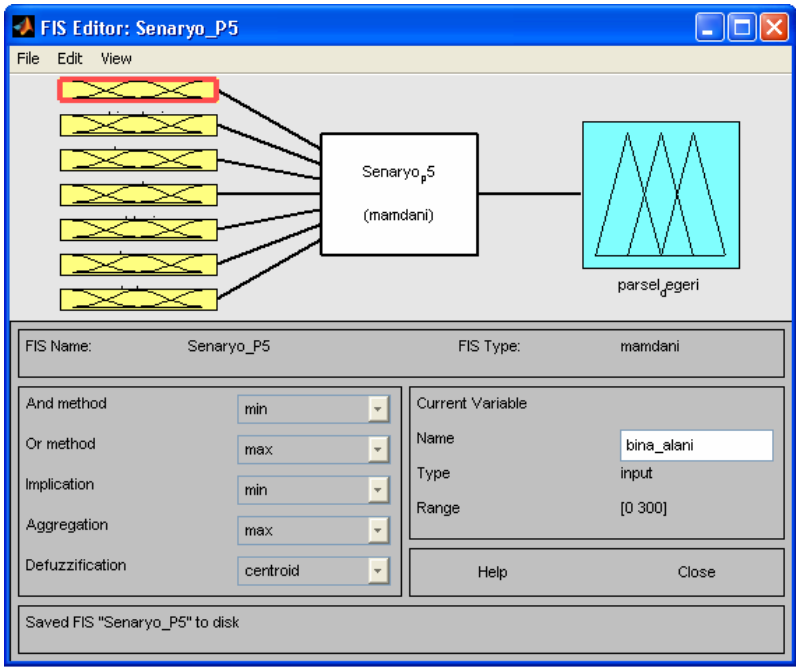
2- Üyelik fonksiyonu editörü (Membership Function Editor), her bir değişkenle birleşmiş tüm üyelik fonksiyonlarının şekillerini tanımlamakta kullanılır.

3- Kural editörü (Rule Editor), sistemin davranışını tanımlayan kurallar listesini oluşturmak içindir.

4- Kural izleyici (The Rule Viewer) ve Yüzey izleyici (Surface Viewer), düzenlemenin zıttı olarak FIS'ı incelemek için kullanılır. Bunlar kesinlikle sadece salt okunur tool'lardır. Kural izleyici bulanık çıkarım diyagram gösteriminin MATLAB tabanlı gösterimidir. Kontrol olarak kullanılan kural izleyici mesela hangi kuralların aktif olduğunu veya birey üyelik fonksiyonunun şekillerinin sonuçları nasıl etkilediğini görebiliriz.

Mamdani yapısında FIS editörü yardımı ile model oluşturmak adına üyeliklerin atanması, kural tabanının oluşturulması ve verilerin izlenmesi ilgili modüllerde yapılmıştır. Yapılan işlemlerin ekran görüntüleri ve açıklamaları özetlenmektedir.

1- FIS Editörü: Değer tespiti için Mamdani yapısında model oluştururken öncelikle değişkenlerin tanımlanması gerekmektedir. Şekil 4.4.'de değer tespiti için FIS editöründe oluşturulan Mamdani yapısındaki model görülmektedir.



Şekil 4.4. FIS editörü

2- Üyeliklerin Fonksiyonu Editörü: Değer tespitinde kullanılacak kriterler FIS editörü yardımıyla her bir kriter üyeliklere ayrılarak bulanıklaştırılmıştır. Kriterler üyeliklere ayrılırken 1. etap anket çalışmasının sonuçları dikkate alınmıştır. Örneğin 1. etap anket çalışmasının (EK-A.1.) S4 "Aşağıdaki büyüklük kavramlarını belirleyiniz" sorusundaki büyüklük kavramlarından faydalanılarak bina alanı kriterinin üyelikleri oluşturulmuştur. S3 "Aşağıdaki mesafe kavramlarını belirleyiniz" sorusundaki mesafe kavramlarından faydalanılarak da sağlık ocağına (resmi kurum), okula, alış_veriş merkezlerine (ticari alanlara), ulaşım merkezlerine (ana yollara olan mesafe), ibadethanelere, park ve yeşil alanlara olan mesafelerin üyelikleri belirlenmiştir.

Aşağıda yapılaşmamış alan (parsel) kriterlerine ait üyeliklerden bazıları verilmiştir. Değere etki eden kriterlerin üyelikleri yanı sıra, parsel değerinin m^2 birim fiyatında da (çıkış değişkeni olarak) üyelikler belirlenmiştir.

Konut alanı için
aralık=[0 - 300],
üyelik sayısı= 4 olarak belirlenmiştir.

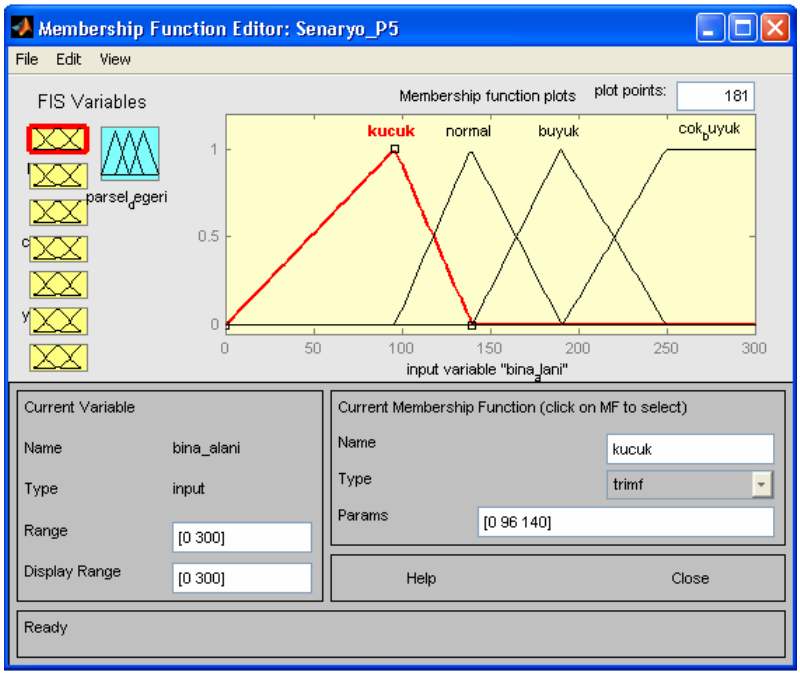
Bu üyelik sayının kaç tane olacağı, üyeliği atanacak kriter için kavramsal özelliklerin sınıflandırılması ile belirlenmektedir. Yapılan uygulamaya göre üyelik fonksiyonları da değişebilir. Bu uygulamada üyelik fonksiyonu olarak üçgen ve yamuk kullanılmıştır. Üyelik aralıkları uzman görüşüne göre veya elde veri varsa veri dağılımına göre yapılabilir. Bu çalışma için üyelik aralıkları tarafımızdan yapılarak, yapılan anket çalışması ile desteklenmiştir. Bu üyeliklere ilişkin fonksiyon bilgileri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. üyelik='küçük':'üçgen',[0 96 140]
2. üyelik='normal':' üçgen ',[96 139 191]
3. üyelik='büyük':' üçgen ',[140 190 250]
4.üyelik='çok büyük':'trapez',[191 250 300 500]

Arsaya ilişkin cephe uzunluğu için
aralık=[0 - 100]
üyelik sayısı= 3 seçilmiş, üyelik oluşturulurken bu üyeliklere ilişkin fonksiyon bilgileri aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

1. üyelik='küçük':'üçgen',[0 0 50]
2. üyelik='orta':' üçgen ',[10 50 90]
3. üyelik='büyük':' üçgen ',[50 100 100]

Bu üyeliklerin FIS yapısında atandıkları bölüm Şekil 4.5. ’de gösterilmektedir.



Şekil 4.5. FIS yapısında Mamdani yöntemine göre oluşturulan üyelikler

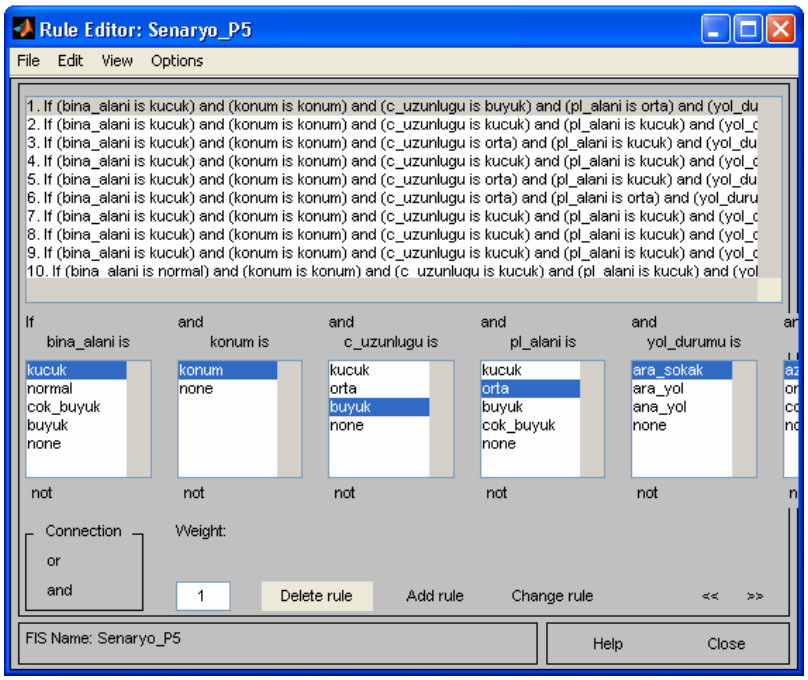
3- Kural Editörü: Atanan üyeliklere göre kurallar oluşturulmuştur. Bu kurallar uzman görüşü ile oluşturulmakla beraber toplanan verilerle desteklenmiştir. Uzman bölgeyi tanıyan, piyasa koşullarını bilen ve kriterler hakkında bilgisi olan kişi ya da kişilerdir. Bu çalışmada uzman kişi çalışmayı yapan kişidir. Uzman görüşüne göre oluşturulan yapıya her veri tek tek girilerek test edilmiştir. Bu test esnasında bazı verilerde kural tetiklemesi olmamıştır bu durumlarda yeni kural yazılmasına gidilmiştir. Aşağıda Mamdani'de kural tabanında oluşturulan bazı kuralların kodları görülmektedir.

1. 1,1,3,2,1,1,1: 1
2. 1,1,1,3,2,2,3: 1
3. 1,1,1,1,1,1,1: 2
4. 2,1,2,3,2,3,1: 2
5. 2,1,2,1,3,2,2: 2
6. 2,1,2,2,1,3,3: 2
7. 2,1,3,2,3,2,3: 3
8. 2,1,3,2,1,2,3: 4
9. 2,1,3,3,1,2,3: 4
10. 2,1,3,3,2,2,3: 3

Kural kodlarındaki numaralar her bir kritere ait üyelik numaralarını ifade etmektedir. Örneğin; kurallardaki ilk kriter konut alanı olduğu için "1" diye ifade

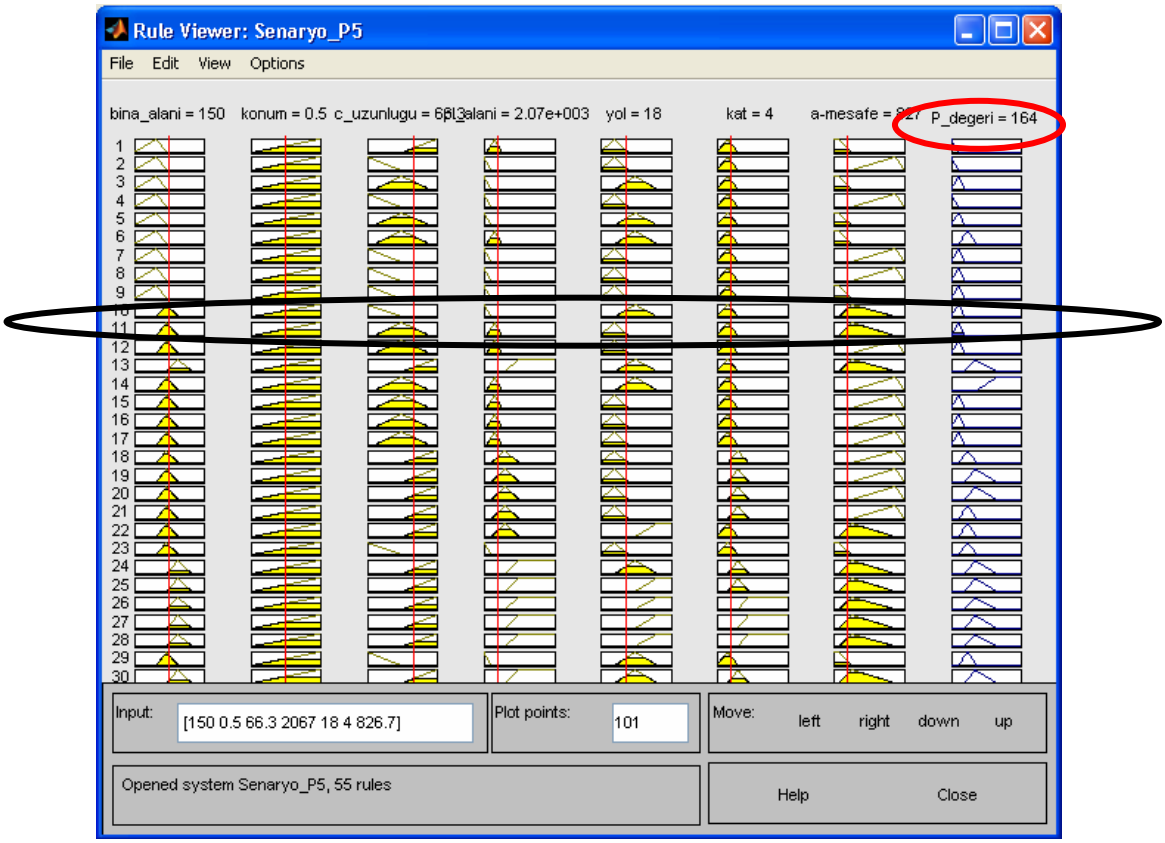
edilen üyelik küçük “2” diye ifade edilense normal üyeliklerine karşılık gelmektedir. Buna göre oluşturulan kural tabanından 4. kural şu şekilde özetlenebilir: “**Eğer** bina alanı ”normal” ve cephe uzunluğu “küçük” ve parsel alanı “orta” ve cadde genişliği “ara sokak” ve kaç kata imarlı “az katlı” ……..**ise** parsel değeri “düşük” olur.”

Şekil 4.6.’de Mamdani yapısında oluşturulan FIS editörü kullanılarak oluşturulan kural tabanı görülmektedir.



Şekil 4.6. Mamdani yapısında oluşturulan kural tabanı

4- Kural İzleyici: Üyelikler atanıp, kural tabanı oluşturulduktan sonra veriler girilerek test edildiği bölümdür. Şekil 4.6.’da oluşturulan kural tabanına göre girilen verilerle, parsel değerinin elde edildiği, aynı zamanda girilen verinin hangi kuralları tetiklediği Şekil 4.7.’de gösterilmiştir. Şekil 4.7.’ye bakıldığında 11 nolu kural, giriş bölümünde girilen tüm değerlere karşılık üyelik bulunduğu için çıkış fonksiyonunun üyeliğini de yazılan kuraldan dolayı tetiklemiştir. Bunun gibi tetiklenen bir veya birden fazla kural olabilir. Uygun görülen durulaştırma yöntemine göre de Şekil 4.7.’de işaretlenildiği üzere değer tespit edilmiş olur.



Şekil 4.7. Mamdani yapısında oluşturulan kural tabanına göre değerlerin tespit edildiği kısım

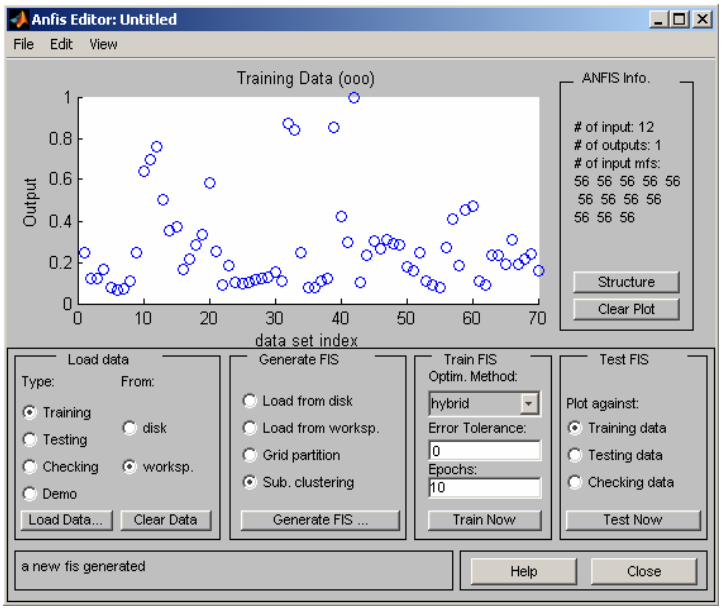
Mamdani yapısında oluşturulan model kullanılarak değişik kriter sayıları ile modelin kullanılabilirliği test edilmiştir. Oluşturulan yapının durulaştırılmasında Bölüm 3'de ifade edilen durulaştırma yöntemleri denenerek en uygun yöntem tespit edilmeye çalışılmıştır.

4.3.2. Sugeno yapısı ile model oluşturma

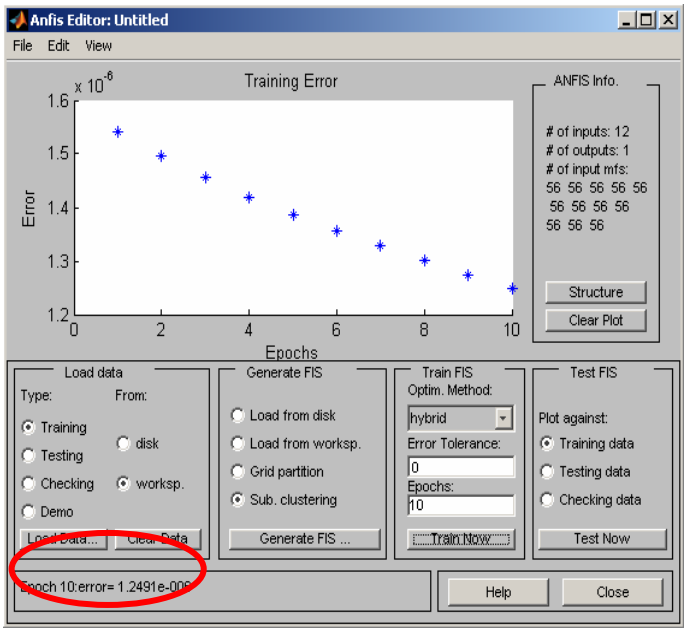
Sugeno yöntemi ile en uygun üyelik ve üyelik sayısı tespit edilerek yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda bulanık yapı oluşturulmuştur. Sugeno bulanık yapısı gereği veriler ile yapı oluşturulması gerekmektedir. Bu sebepten verilerin, literatür çalışmalarından da anlaşıldığına göre yaklaşık 2/3 ile eğitilmesi ve kalan 1/3 ile de test edilmesi gerekmektedir (Brondino ve Silva 1999, Lokshina vd. 2003).

Sugeno'de çalışma kolaylığı ve hız kazanmak için veriler normalize edilmektedir. Uygulamada normalizasyon yöntemi; en büyüğüne bölme olarak belirlenmiştir. Özkan (2007) çalışmasında normalizasyon yöntemleri veri seti ile test edilerek en uygun yöntemin En büyüğüne bölme olduğu ifade edilmektedir.

Şekil 4.8.'da verilerin eğitildiği ve test edildiği ANFIS editörü görülmektedir. Sugeno yapısı, verilerle oluşan bir yapı olduğundan eğitme verileri ile iterasyon yapılarak giriş verilerine karşılık gelen çıkışlara göre fonksiyon oluşturulmaktadır. Test verileri ise oluşan bu yapının doğrulaması için kullanılmaktadır. Şekil 4.9.'de eğitme verilerinin 10 iterasyondaki hatası görülmektedir. İterasyon sayısı yapılan denemeler sonucunda yeterli olduğuna karar verilmiştir. Eğitme ve test hatası iterasyon sonucu oluşan yapıdan bulunan çıkış değeri ile veri setindeki çıkış değerlerinin farklarının mutlak değerlerinin 100 ile çarpılması ile elde edilmektedir.

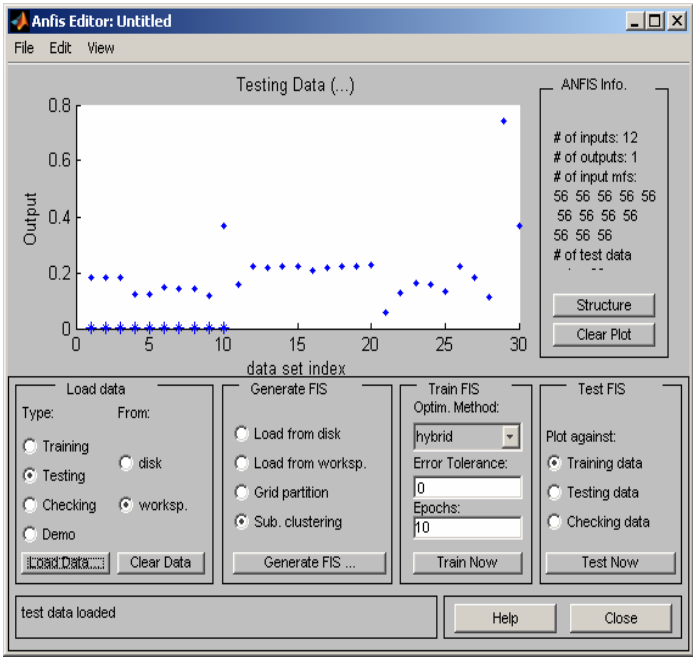


Şekil 4.8. ANFIS editörü

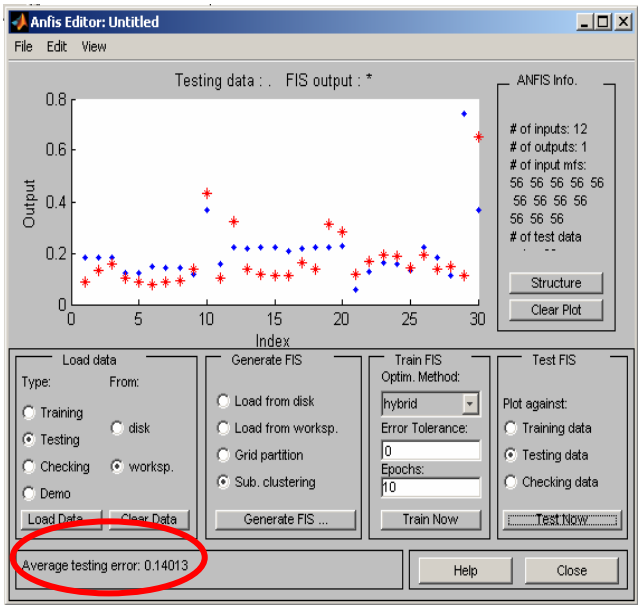


Şekil 4.9. ANFIS Editöründe Sugeno yapısında verilerin eğitilmesi ve eğitme hatası

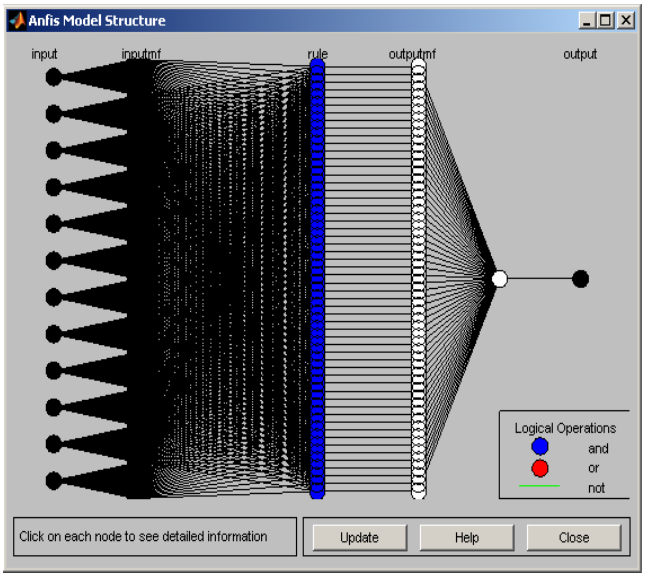
Şekil 4.10.'da test verilerinin ANFIS'e yüklenildiği kısım görülürken, Şekil 4.11.'de ise grafiksel olarak test verilerinin, Sugeno verilerine ne kadar oranda yaklaştığı ve test hatası görülmektedir. Sugeno yöntemine göre oluşan yapıyı Şekil 4.12.'de görmek mümkündür.



Şekil 4.10. Sugeno yapısında test verilerinin dağılımı



Şekil 4.11. Test verilerinin Sugeno'da karşılık gelen değerlerinin dağılımı ve test hatası



Şekil 4.12. Sugeno 'da oluşan yapı

Sugeno yapısı kullanılırken faydalanılan ANFIS editöründe eğitme algoritmaları uygulanmaktadır. Bunlar hibrid yöntemi ve geri yayılım algoritması olmak üzere iki şekilde uygulanabilmektedir.

4.3.2.1. Hibrid öğrenme algoritması

Modellemede kullanılan ANFIS ağına ait parametrelerin güncellenmesinde, iki aşamalı bir öğrenme algoritması olan, hibrid öğrenme algoritması kullanılmaktadır. Hibrid öğrenme algoritmasında, ANFIS ağ yapısına ait parametreler, giriş ve çıkış parametreleri olarak iki kısımda ele alınır. Toplam parametre kümesi;

$S = S_1 + S_2$ S_1 *:* giriş parametrelerine S_2 *:* çıkış parametrelerine (4.1)

şeklinde ifade edilir. Hibrid algoritmasının ilk aşamasında (ileri yön geçişi) ile ANFIS ağına ait giriş parametreleri, ikinci aşamasında (geri yön geçişinde) ise ağın sonuç parametreleri güncellenir. Hibrid öğrenme algoritmasının ileri yön geçişini oluşturan ve en küçük kareler tahmini (LSE) yöntemi kullanılmak suretiyle gerçekleştirilen kısmında, ağın girişindeki üyelik fonksiyonlarına ait parametreler ya da kısaca *S1* ile belirtilen giriş parametreleri sabit tutulur. Böylece ağın çıkışı, S_2 parametre kümesi içinde bulunan çıkış parametrelerinin, lineer bir kombinasyonu haline gelir. Modellenecek sisteme ait P tane giriş-çıkış verisi ya da eğitim datası ile S_1 giriş parametrelerinin verilen değerleri kullanılarak, ağın çıkışı, matrissel formda,

$$A\,\theta = B \qquad (4.2)$$

şeklinde ifade edilebilir. Matrissel eşitlikte yer alan θ vektörü, S_2 çıkış parametrelerinin elemanlarından oluşan, bilinmeyen vektördür. Bu denklem, standart lineer en küçük-kareler problemini gösterir ve θ için en iyi çözüm, $||A\theta - B||^2$ nın minimum değeri olan, en küçük kareler tahmini (LSE) θ^* dır.

$$\theta^* = (A^T A)^{-1} A^T B \qquad (4.3)$$

Burada A^T, A matrisinin transpozu ise ve eğer $A^T A$ singuler değilse, $(A^T A)^{-1} A^T$, A'nın sahte inversidir. Bunun yerine, yinelemeli olarak (LSE) θ^* formülü de kullanılabilir. Özel olarak denklem (7)'deki A matrisinin i. satırı a_i^T ile B matrisinin

i. elemanı b_i^T ile gösterilsin. Bu taktirde θ vektörü, iteratif olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\theta_{i+1} = \theta_i + S_{i+1} a_{i+1} (b_{i+1}^T - a_{i+1}^T \theta_i) \qquad (4.4)$$

$$S_{i+1} = S_i - \frac{S_i a_{i+1} a_{i-1}^T S_i}{1 + a_{i+1}^T S_i a_{i+1}} \qquad \text{i=0,1,…p-1}$$

Burada en küçük kareler tahmini θ^*, θ_P' ye eşittir. (9) no' lu denklemde ihtiyaç duyulan başlangıç şartları şunlardır; $\theta_0 = 0$ ve $S_0 = \gamma I$. Burada γ, pozitif büyük bir sayı, I ise MxM boyutunda birim matristir.

Hibrid öğrenme algoritmasının geri yön geçişinde, S_2 çıkış parametreleri sabit tutulur ve ağın çıkışındaki hata sinyali geriye doğru yayılarak, eğim düşümü (gradient descent) yöntemiyle giriş parametreleri güncellenir. Geri yön geçişinde giriş parametreleri için güncelleme formülü aşağıdaki gibidir;

$$\Delta\alpha = \eta \frac{\partial \mathrm{E}}{\partial \alpha} \qquad (4.5)$$

Burada α herhangi bir giriş parametresini, η öğrenme oranını, E ise ağın çıkışındaki hata değerini göstermektedir (Jang ve Sun 1995).

4.3.2.2. Geri yayılım algoritması

Bir çok uygulamalarda kullanılmış en yaygın öğretme algoritmasıdır. Anlaşılması kolay ve matematiksel olarak ispatlanabilir olmasından dolayı en çok tercih edilen öğretme algoritmasıdır. Bu algoritma, hataları geriye doğru çıkıştan girişe azaltmaya çalışmasından dolayı geri yayılım ismini almıştır.

Tipik çok katlı geri yayılım ağı, daima; bir giriş tabakası, bir çıkış tabakası ve en az bir gizli tabakaya sahiptir. Gizli tabakaların sayısında teorik olarak bir

sınırlama yoktur. Fakat genel olarak bir veya iki tane bulunur. Geri yayılım algoritması, gradyen azalan ve çok katmanlı ağların eğitiminde en çok kullanılan algoritmadır.

Bu algoritma ile, *i* ve *j* kat işlem elemanları arasındaki ağırlıklardaki $\Delta w_{ji}(t)$ değişikliği hesaplanır. Buradaki t kaçıncı iterasyon olduğunu belirtir. Bu ifade,

$$\Delta w_{ji}(t) = \eta \delta_j x_i + \alpha \Delta w_{ji}(t-1) \qquad (4.6)$$

olarak verilir. Eşitlik (4.6)'de η öğrenme katsayısı, α momentum katsayısı ve δ_j ara veya çıkış katındaki herhangi bir *j* nöronuna ait bir faktördür. Çıkış katı için bu faktör aşağıdaki şekilde verilir.

$$\delta_j = \frac{\partial f}{\partial net_j}\left(y_j^{(t)} - y_j\right) \qquad (4.7)$$

Burada, $net_j = \Sigma x_j w_{ji}$ ve $y_j^{(t)}$ ise *j* işlemci elemanının hedef çıkışıdır. Ara katlardaki nöronlar için ise bu faktör,

$$\delta_j = \left(\frac{\partial f}{\partial net_j}\right) \Sigma w_{qj} \delta_q \qquad (4.8)$$

olarak verilir. Ara katlardaki nöronlar için herhangi bir hedef çıkış olmadığından, eşitlik (4.7) yerine eşitlik (4.8) kullanılır. Bu duruma bağlı olarak çıkış katından başlayarak δj faktörü, bütün katlardaki nöronlar için hesaplanır. Daha sonra eşitlik (4.6)'daki formüle bağlı olarak, bütün bağlantılar için ağırlıkların güncelleştirilmesi gerçekleştirilir (URL7).

4.4. Bulanık Mantık Metodolojisi İle Çalışma Bölgeleri İçin Model Seçimi

Uygulamada yapılaşmış ve yapılaşmamış alandan belirlenen kriterler ile farklı yapılar oluşturularak seçilen veri setleri test edilmiştir. Oluşturulan bu senaryolarda farklı kriter kombinasyonları uygulanılarak Mamdani ve Sugeno yapıları oluşturulmuştur.

Senaryolarda taşınmazın değerini en çok etkileyen kriterlerin tespit edilmesi ve daha hızlı ve modüler bir yapı oluşturmak maksadı ile uygun kriter sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. Taşınmaz değer tespitinde kriter sayısı arttıkça çalışma hızı artacak ve daha karmaşık bir hal alacağından mümkün olan en az sayıda kriterle doğruya en yakın sonuç elde edilmesi hedeflenilmiştir. Bu sebeple yapılaşmamış alanda Senaryo P1, Senaryo P2…, yapılaşmış alanda da Senaryo E1, Senaryo E2,.. gibi adlandırmalar ile modeller oluşturulmuştur.

Mamdani yapısında oluşturulan ve doğru kriter sayısının elde edilmesi ile belirlenen model Sugeno yapısında kullanılmıştır.

4.4.1. Yapılaşmamış alan

Çalışma alanı İstanbul yolu Konya Otogarından başlayan, İstanbul yolu 20.km.'deki Selçuk Üniversitesi Kampüs alanına kadar uzanan (imarlı) alandır. Yeni kentleşme bölgesi olması ve parsel alış satışı bakımından hareketli olması bölgenin seçimi için rol oynamıştır. Parsellerin satışını kapsayan 2. etap anket çalışması ile piyasada oluşmuş veriler toplanarak irdelenmiş ve 100 arsaya ilişkin veri seti seçilmiştir. Anketörler tarafından toplanılmış ve irdelenerek oluşturulan veri seti EK-B.2'de verilmiştir.

Yapılaşmamış alana ait anket sonuçlarına göre değere etkisi belirlenen on altı kriter, modelleme ve hesaplamada kullanılmıştır. Kriterlerin bir kısmı anket sonuçlarından, diğerleri bunların kombinasyonu sonucu elde edilmiştir. Bunlar aşağıda ifade edilmektedir:

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Parsel alanı
- Parselin bulunduğu cadde genişliği
- Kaç kata imarlı olduğu
- Sağlık ocağına (resmi kurum) olan mesafe
- Okula olan mesafe
- Alış_veriş merkezlerine(ticari alanlara) olan mesafe
- Ulaşım merkezlerine olan mesafe
- İbadethanelere olan mesafe
- Park ve yeşil alanlara olan mesafe
- Ağırlıklı mesafe
- Konum puan (parsel yerinin ifadesi)
- TAKS
- Daire sayısı

Hesaplama öncesi kriterleri anlamlı hale getirmek, bilgisayarın anlayacağı formata dönüştürmek amacı ile değer ataması yapılmıştır. Değer ataması anket çalışması ve imar planlarından faydalanılarak yapılmıştır.

Konut alanı, cephe uzunluğu, parsel alanı, parselin bulunduğu cadde genişliği ve kaç kata imarlı olduğuyla ilgili veriler sayısal olarak mevcuttur. Konut alanı, parsel alanı içine yerleştirilecek olan binanın konut alanı bulunarak, imkan dahilinde sığacak daire sayısına göre tespit edilen alandır. Konut alanının tercih edilmesinin sebebi, yapılaşmış alanla ortak kriter oluşturmaktır.

Parselin ada içerisindeki konumu ise uzman görüşü ve literatür bilgilerinden faydalanılarak (Yomralıoğlu, 1997) 0-1 arasında değer dağılımı ile ifade edilmektedir. Değer dağılımı köşe başından itibaren aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir.

1. parsel= 1 (köşe başı)
2. parsel= 0.9 (ara parsel yola iki cepheli)
2. parsel= 0.8 (ara parsel)
3. parsel= 0.7
4. parsel= 0.5
5. parsel= 0.4
6. parsel ve diğerleri= 0.3

Cephe uzunluğu, NETCAD programındaki harita üzerinden parselin yola olan cephe uzunlukları metre cinsinden ölçülerek elde edilmiştir. Parsel alanı, tapudaki kullanım hakkı olan alandır. Parselin bulunduğu cadde genişliği, yine NETCAD programı yardımı ile parselin cephesinin baktığı yolun genişliği ölçülerek elde edilmiştir. Kaç kata imarlı olduğu ise imar uygulamasında takdir edilen parsel üzerinde oluşturulabilecek maksimum kat adedidir.

Sağlık ocağına (resmi kurum), okula, alış_veriş merkezlerine (ticari alanlara), ulaşım merkezlerine (ana yollara olan mesafe), ibadethanelere, park ve yeşil alanlara olan mesafeler NETCAD programının yardımıyla metre cinsinden yol güzergahlarından alınmıştır.

1. etap anket çalışmasından elde edilen sonuçlara göre mesafe ile ilgili kavramlardan olan sağlık merkezi (S.M.), okul (O.M.), alış-veriş merkezi (A.M.), ulaşım (U.M.), ibadethaneler (İ.M.), park ve yeşil (P.M.) alanlara olan mesafelerden ağırlıklı ortalama hesabı yapılarak ağırlıklı mesafe bulunmuştur. 1. etap anket çalışmasındaki E19, E15, E14, E13, E17, E18 sorularındaki çok önemli ve önemli seçeneklerinin yüzde oranları toplanılıp bu değerler arasından en büyüğüne 1 değeri verilerek ağırlıklar hesaplanılmıştır.

Bu ağırlıklar aşağıdaki gibidir:

Sağlık ocağına (resmi kurum) olan mesafenin ağırlığı= 0,97
Okula olan mesafenin ağırlığı= 0,94
Alış_veriş merkezlerine (ticari alanlara) olan mesafenin ağırlığı= 0,87
Ulaşım merkezlerine olan mesafenin ağırlığı= 1

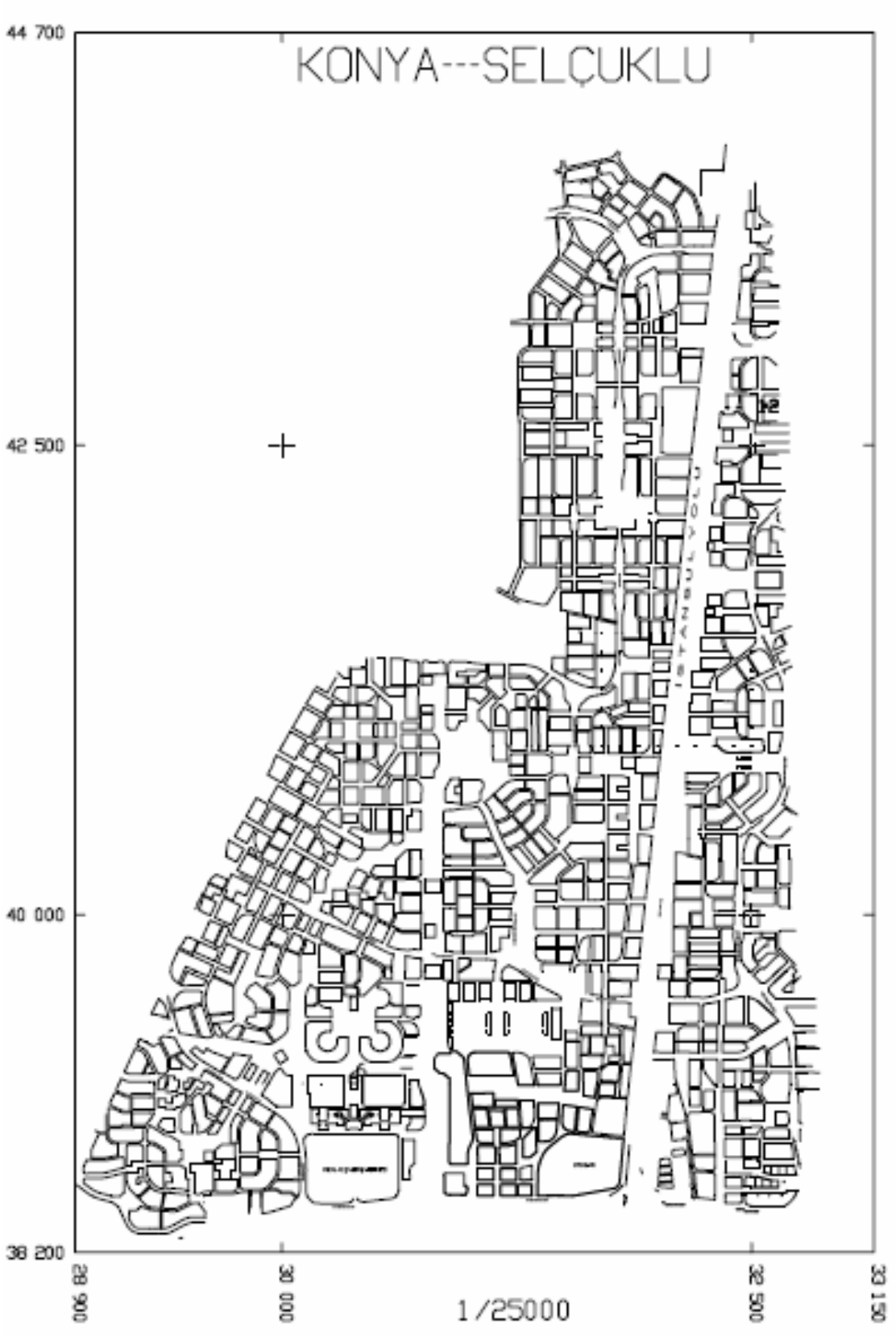
İbadethanelere olan mesafenin ağırlığı= 0,89
Park ve yeşil alanlara olan mesafenin ağırlığı= 0,86

Yukarıdaki ağırlıklar kullanılarak hesaplanılan ağırlıklı mesafe (K) aşağıdaki formülle elde edilmiştir.

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{n} (w_i * mesafe)}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \qquad (4.9)$$

Formülde
w: mesafenin değere etki ağırlıkları
mesafe: değeri tespit edilecek alanın belirli noktalara olan mesafesi
i: {1,2,3….n}
n: toplam mesafe sayısını ifade etmektedir.

Konum puanı (parsel yerinin ifadesi) uzman görüşlerinden faydalanılarak 100 üzerinden puanlanmıştır. Puanlama yapılırken harita üzerinde konumsal olarak parselin durumuna bakılarak irdelenmiştir. Konumsal puanlama aşağıdaki Şekil 4.13'de gösterilmektedir.



Şekil 4.13. Yapılaşmamış alan konumsal puan tematik haritası

TAKS değeri, imar uygulaması sonrası parselin içerisine oturtulacak bina alanının bulunması için tespit edilen bir katsayıdır. Ayrıca imar planları üzerinde de mevcuttur. Aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

TAKS = Bina alanı/ Parsel alanı (4.10)

Daire sayısı ise parsel içerisine yerleştirilecek olan binadaki maksimum daire sayısıdır. Parsel tabanında oluşan konut sayısının kat adedi ile çarpılması sonucu elde edilir.

Ayrıca oluşturulan yapılarda kullanılan yaklaşıklık oranı ve bu oranların standart sapması aşağıdaki formüller yardımı ile bulunmuştur:

$$Yak.\% = 100 * \left[1 - \frac{|x_a - x_b|}{x_a} \right] \quad (4.11)$$

$$ss = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (yak.\%_i - ort.yak.\%)^2}{(n-1)}}$$

x_a : piyasa değeri

x_b : oluşturulan yapıdan bulunan değer

n : örneklem sayısı

ss : yaklaşıklık değerlerinin standart sapması

ort.yak.%= veri setindeki yaklaşıklık oranlarının aritmetik ortalaması

4.4.1.1. Mamdani yapısı ile yapılaşmamış alanda model oluşturma

Yapılaşmamış alanda bulanık mantık metodolojisi kullanarak yapı oluşturmak ve yapının doğruluğunu test etmek amacıyla değişik alternatiflerle model oluşturulmuştur. Yapılaşmamış alanda Mamdani yapısı ile değer tespitinde 11 Senaryo üretilerek, 2. etap anket sonuçlarından seçilen 30 veri ile de test edilmiştir.

SENARYO P1: Yapılaşmamış alandaki uygulamada 1. etap anket çalışmasından faydalanılarak, aşağıda belirtilen 12 kriter ile ilk yapı oluşturulmuştur. Bu kriterler yapılaşmamış alanın değerlendirilmesinde kullanılabilecek maksimum sayıdaki kriterdir.

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Parsel alanı
- Parselin bulunduğu cadde genişliği
- Kaç kata imarlı olduğu
- Sağlık ocağına (resmi kurum) olan mesafe
- Okula olan mesafe
- Alış_veriş merkezlerine (ticari alanlara) olan mesafe
- Ulaşım merkezlerine olan mesafe
- İbadethanelere olan mesafe
- Park ve yeşil alanlara olan mesafe

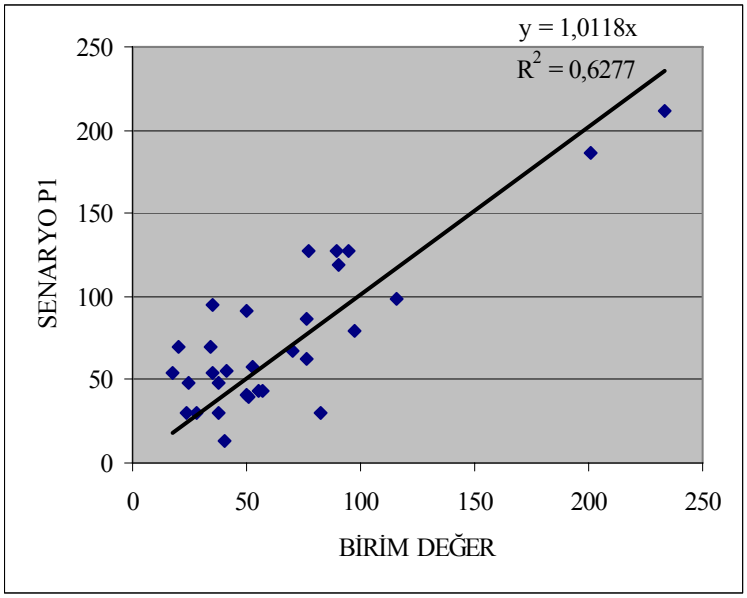
Mamdani yapısında oluşturulan Senaryo P1 göre test veri sonuçlarını Tablo EK-C.1.'de görmek mümkündür. Bu yaklaşma değerlerinin aritmetik ortalaması ve standart sapması

Ortalama yaklaşıklık oranı%= 47,97 ± 60,12 bulunmuştur.

Parsel m^2 birim değeri ile Mamdani değeri arasındaki lineer regresyon eğrisi Şekil 4.14.'de verilmektedir. Grafikten de anlaşıldığı gibi R^2= 0,6277 gibi bir değer almaktadır.

R^2 senaryodan elde edilen taşınmazın değeri ile piyasa değeri arasındaki korelasyonu ifade etmektedir. R^2 1'e yaklaştıkça belirtilen değerler arasındaki ilişkinin arttığını gösterir. Değerler arasındaki doğrunun denklemi ise kabul edilen

senaryonun doğruluğunu ifade etmektedir. Doğrunun eğimi yani x'in katsayısı 1'e yaklaştıkça modelin doğruluğunun arttığını gösterir.



Şekil 4.14. Yapılaşmamış alanda Senaryo P1 değer dağılımı ve R^2

12 giriş bir çıkıştan oluşan Senaryo P1'de test verilerine göre Mamdani değerlerinin, alım –satım değerlerini ifade etmekte yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

SENARYO P2: Yapılaşmamış alanda Mamdani yapısında oluşturulan Senaryo P1'de kullanılan 12 kriterli yapı yerine, mesafelerle ilgili 6 kriterde ikili kombinasyonlarla çalışma yapılarak, kriter sayısı 9'a indirgenmiştir. Bu kombinasyonlar önem derecesine göre yapılmıştır. Seçilen kriterler aşağıda belirtilmektedir.

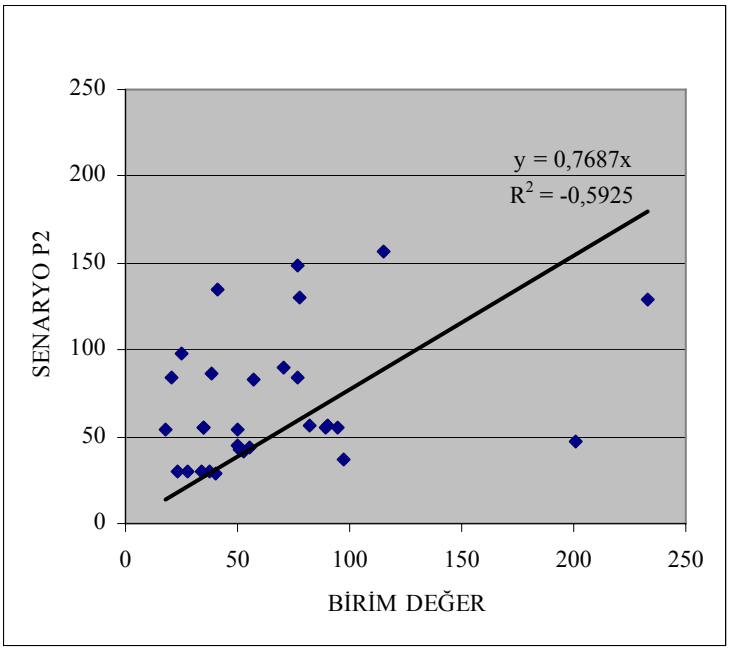
- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Parsel alanı
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Sağlık ocağı-okul mesafe.

- Alış-veriş ve ulaşım mesafe.
- İbadet – park mesafe

Bu indirgeme sonucunda oluşan yapının Tablo EK-C.2.'de 30 veri ile test edilmesi sonucunda

Ortalama yaklaşıklık=%30,61± 83,29 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.2.'nin değer dağılımının R^2 değeri Şekil 4.15.'de görülmektedir.



Şekil 4.15. Yapılaşmamış alanda Senaryo P2 değer dağılımı ve R^2

Şekil 4.15'de görülen R^2 = -0,5925 olarak bulunmuştur. R^2'nin negatif çıkması piyasa birim değeri ile Mamdani değeri arasında doğrusal bir ilişki olmadığını ifade etmektedir. Yani oluşan yapı değer tespiti için uygun değildir.

SENARYO P3: Yapılaşmamış alandaki mesafe ile ilgili 6 kriter tek bir kritere indirgenilerek aşağıdaki oluşturulan kriterlere model uygulanılarak irdelenmiştir. Bazı bölgelere olan mesafelerin alım-satımda hep birlikte düşünüldüğünden mesafe

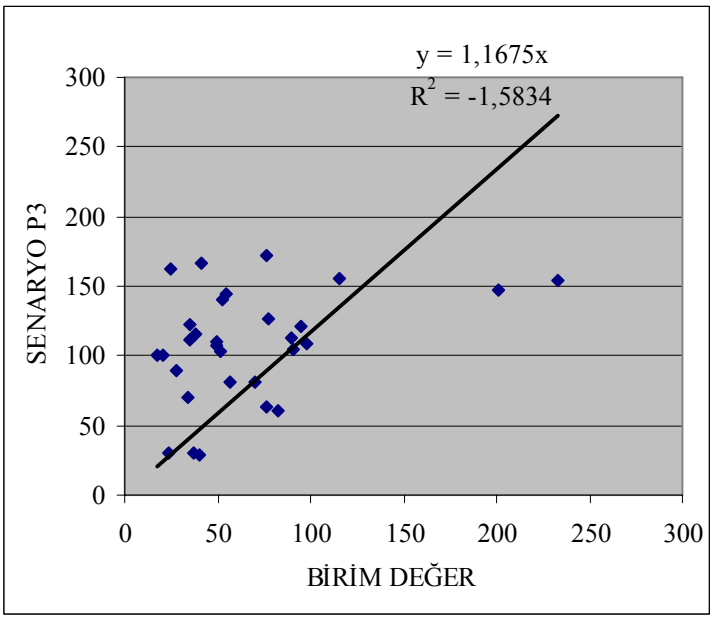
ile ilgili kriterler, anket sonuçları da dikkate alınarak ağırlıklı mesafe olarak hesaplanılmıştır.

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Parsel alanı
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Ağırlıklı mesafe

Bu kriterlere oluşturulan Senaryo P3'de Mamdani yapısına göre Tablo EK-C.3.'deki test verilerinin sonuçları elde edilmiştir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık=%-31 ± 144,60 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.3.' deki alım-satım değerleri ve Senaryo P3 yapısındaki değerlerin dağılımı ve R^2 değeri Şekil 4.16.'da görülmektedir. Buna göre R^2 =-1,5834 değeri bulunmuştur.



Şekil 4.16. Yapılaşmamış alanda Senaryo P3 değer dağılımı ve R^2

Ortalama yaklaşıklık oranı ve R^2 değerlerinden anlaşılacağı üzere Senaryo P3'deki Mamdani yapısının da piyasa değerini ifade etmediği ortaya çıkmaktadır. Senaryo P3'e göre de değerler lineer bir dağılım göstermemektedir.

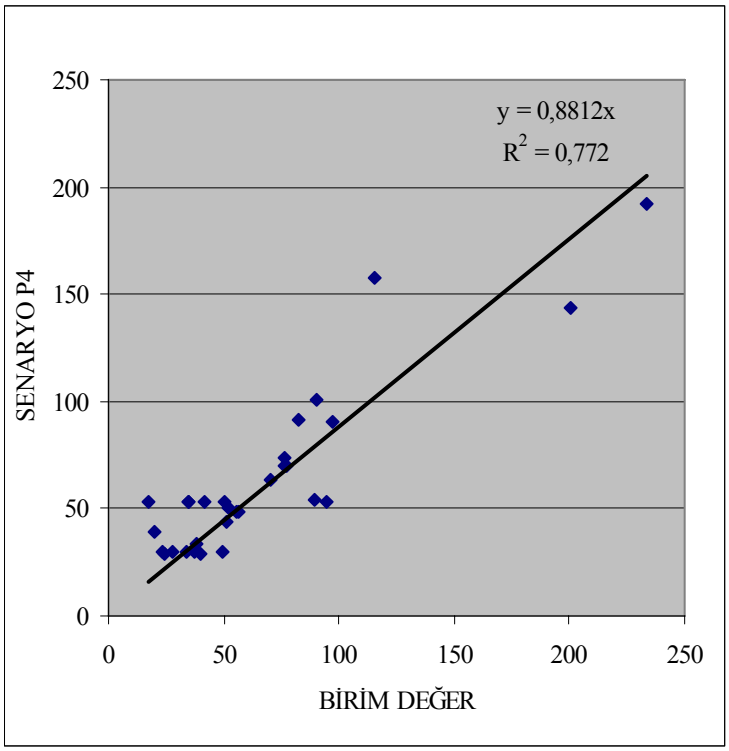
SENARYO P4: İmar uygulaması gereği parsellerin çevresinde gerekli donatılar mevcut olduğundan ağırlıklı mesafe, bölgedeki taşınmazlarda birbirlerine çok yakın değerde olmaktadır. Bu sebepten ağırlıklı mesafe ile parselin bölgesinin ifade edilemediği ortaya çıkmasından dolayı mekansal anlam kazandırma maksadıyla konumsal puanlama yapılmıştır. Buna göre kriterler aşağıda sıralanmıştır.

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Parsel alanı
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Ağırlıklı mesafe (Okul, İbadet,..vb. yerlerin)
- Konum puanı

Senaryo P4'e göre oluşturulan yapıya göre test verilerinin sonuçları Tablo EK-C.4.'de görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık=%70,79 ±37,79 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.4. deki değerlerin dağılımları Şekil 4.17.' da görülmektedir. Buna göre R^2 değeri 0,772 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.17. Yapılaşmamış alanda Senaryo P4 değer dağılımı ve R^2

Senaryo P4'e göre oluşan yapıda ortalama yaklaşıklık oranı ve R^2 değerlerinden de anlaşılacağı üzere piyasa değerlerine yaklaşma oranı yükselmektedir.

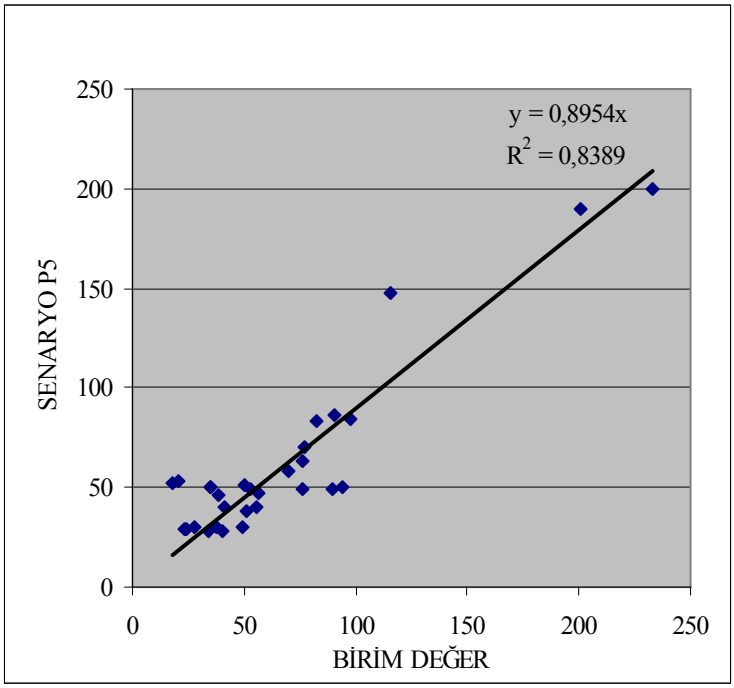
SENARYO P5: Senaryo P3'de kullanılan ağırlıklı mesafe değerleri tüm taşınmazlar için birbirlerine yakın çıkmasından dolayı Senaryo P4'e göre yapılan çalışmadan ağırlıklı mesafe çıkarılarak aşağıdaki kriterler ile Senaryo P5 oluşturulmuştur.

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Parsel alanı
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Konum puanı

Tablo EK-C.5.'de Senaryo P5 yapısındaki test değerlerinin sonuçları görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık=%68,66± 42,61 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.5.'daki değer dağılımı Şekil 4.18. görüldüğü gibidir. Buradaki R^2 değeri ise 0,8389 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.18. Yapılaşmamış alanda Senaryo P5 değer dağılımı ve R^2

Senaryo P5'de Şekil 4.18.'deki değerlere bakıldığında piyasa değerlerine yaklaşma oranları yukarıda oluşturulan senaryolara göre yükselmektedir.

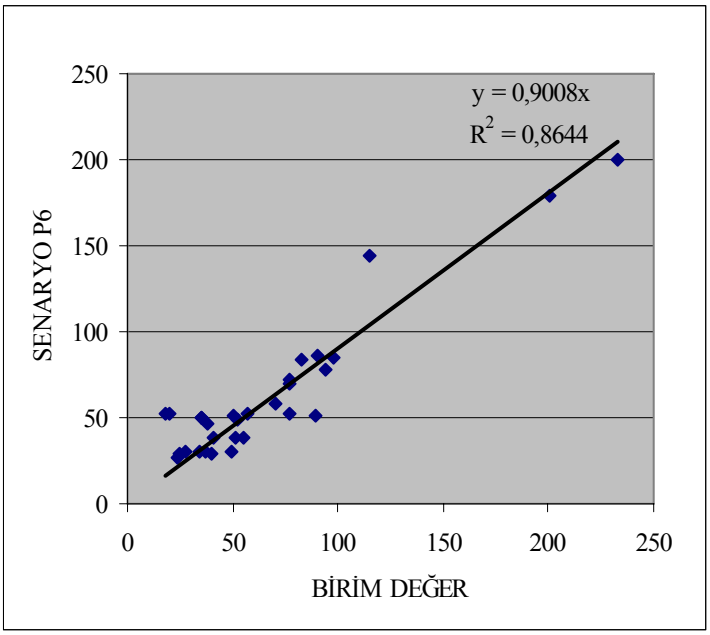
SENARYO P6: Senaryo P5'de yer alan parsel alanını çıkartarak Senaryo P6 oluşturulmuştur. Çıkarmaktaki gerekçe metre kare birim fiyatının, parselin toplam değerinin parsel alanına bölünerek bulunmasındandır. Yapıda kullanılan kriterler aşağıdaki şekildedir.

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Konum puanı

Oluşturulan yapının test verileri sonuçları Tablo EK-C.6.'da görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık=%70,55 ± 42,76 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.6.'daki değerlerin dağılımı Şekil 4.19.' da görülmektedir. Buna göre R^2 değeri 0,8644 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.19. Yapılaşmamış alanda Senaryo P6 değer dağılımı ve R^2

Senaryo P6'da ortalama yaklaşıklık oranı ve R^2 değerinde kabul edilebilir oranlar elde edilmiştir.

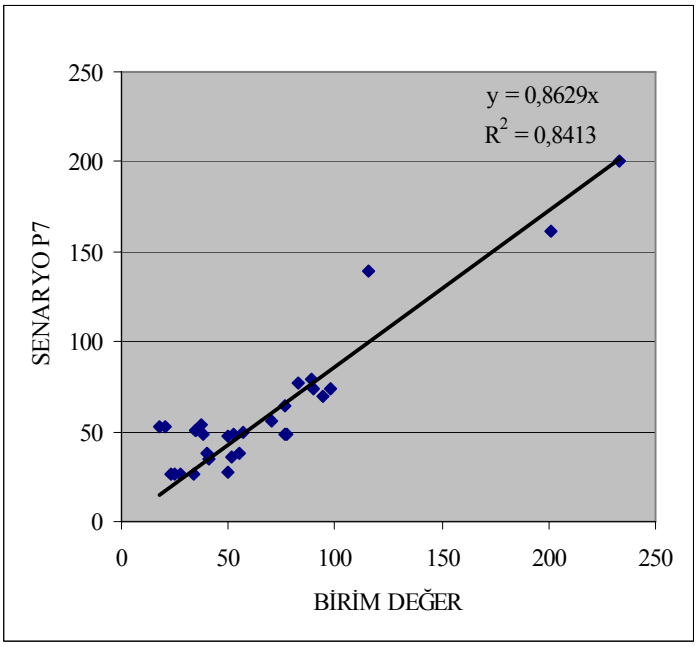
SENARYO P7: Senaryo P6'da oluşturulan yapıdan, cephe uzunluğu çıkartarak yapı oluşturulmuştur. Parselin ada içerisindeki konumu belirtildiğinden cephe uzunluğu çıkarılmasına karar verilmiştir. Parsel, "köşe başı ise cephe uzunluğu fazla, ara parselse cephe uzunluğu az olacaktır" ilişkisi kurulabileceği düşünülmüştür. Kullanılan kriterler aşağıdaki gibidir.

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Konum puanı

Tablo EK-C.7.'de test verilerinin sonuçları görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık = %67,95 ± 41,82 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.7.' deki değerlerin dağılımı Şekil 4.20.' de görülmektedir. Buna göre R^2 değeri 0,8413 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.20. Yapılaşmamış alanda Senaryo P7 değer dağılımı ve R^2

Senaryo P6 ya göre Senaryo P7'deki yaklaşma oranı ve R^2 oranlarında düşme gözlenmektedir.

SENARYO P8: Yapılaşmamış alanda parselin önünde bulunan cadde ile parselin konumunun belirlenebileceği düşünülerek parselin ada içerisindeki konumu çıkarılarak Senaryo P8 yapısı oluşturulmuştur. Eğer parsel köşe başı ise iki veya daha fazla cephesi var demektir. Bu da parselin en az iki caddeye baktığını gösterir. Ara parsel ise tek cepheli olacağı düşünüldüğünden konumsal olarak tek caddeye bakacaktır. Senaryo P8 yapısında kullanılan kriterler aşağıdaki gibidir.

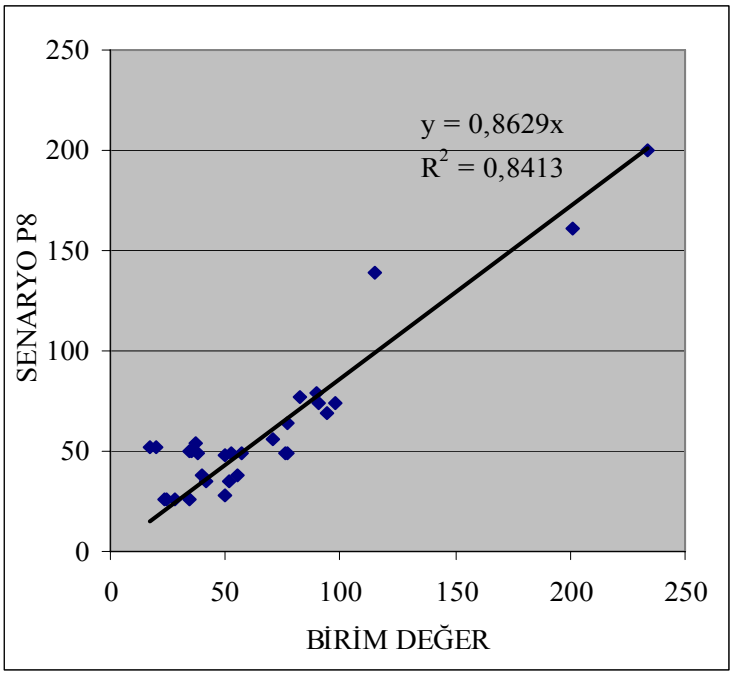
- Konut alanı
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Konum puanı

Tablo EK-C.8.'de test verilerinin sonuçları görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık = % 67,95± 41,82 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.8.'deki değerlerin dağılımı aşağıdaki Şekil 4.21.'de görülmektedir. Buna göre R^2 değeri 0,8413 olarak bulunmuştur.

Senaryo P7 ile Senaryo P8'deki oranlara bakıldığında parselin ada içerisindeki konumunun değere etkisinin hiç olmadığını göstermektedir. Senaryo P6'ya oranla ortalama yaklaşıklık ve R^2 değerlerinde düşme gözlenmektedir.



Şekil 4.21. Yapılaşmamış alanda Senaryo P8 değer dağılımı ve R^2

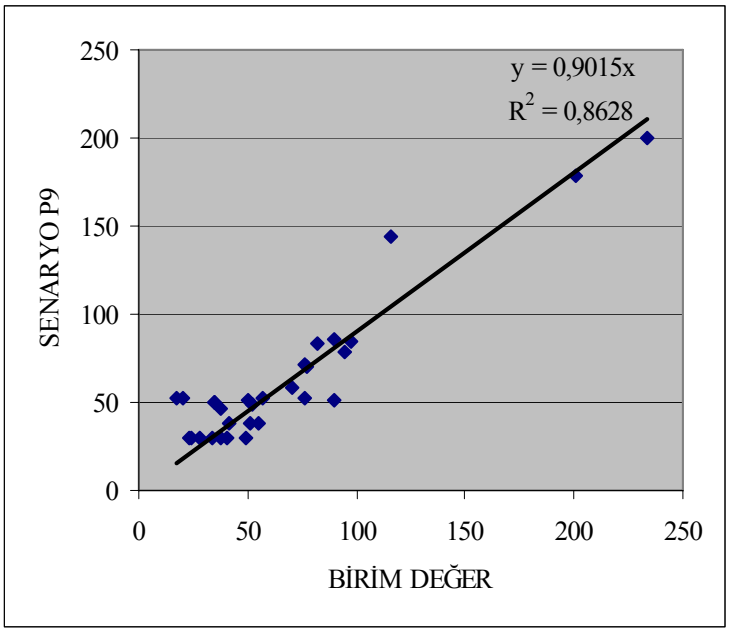
SENARYO P9: Senaryo P7 ve P8'deki oranlarda değişiklik gözlenmemiştir. Şimdiye kadar uygulanan senaryolar arasında da en iyi sonuç alınan Senaryo P6 olduğundan bu yapıdan, parselin ada içerisindeki konumunun çıkarılmasının değere etkisinin nasıl olacağını gözlemek amacı ile Senaryo P9 yapısı oluşmuştur. Senaryo P9 yapısındaki kriterler aşağıda belirtilmiştir.

- Konut alanı
- Cephe uzunluğu
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Konum puanı

Oluşturulan yapının test verileri sonuçları Tablo EK-C.9.'da görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık = %70,18 ±42,65 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C 9.'deki değerlerin dağılımı Şekil 4.22.'da görülmektedir. Buna göre R^2 değeri 0,8628 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.22. Yapılaşmamış alanda Senaryo P9 değer dağılımı ve R^2

Bulunan değerlere bakıldığında Senaryo P6 ve P9'daki oranların hemen hemen aynı oluğu görülmektedir.

SENARYO P10: Konut alanının, aşağıdaki taban alanı katsayısı (TAKS) formülünden elde edildiği düşüncesi ile konut alanını çıkartıp yerine TAKS değeri kullanılmıştır. Kriterler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

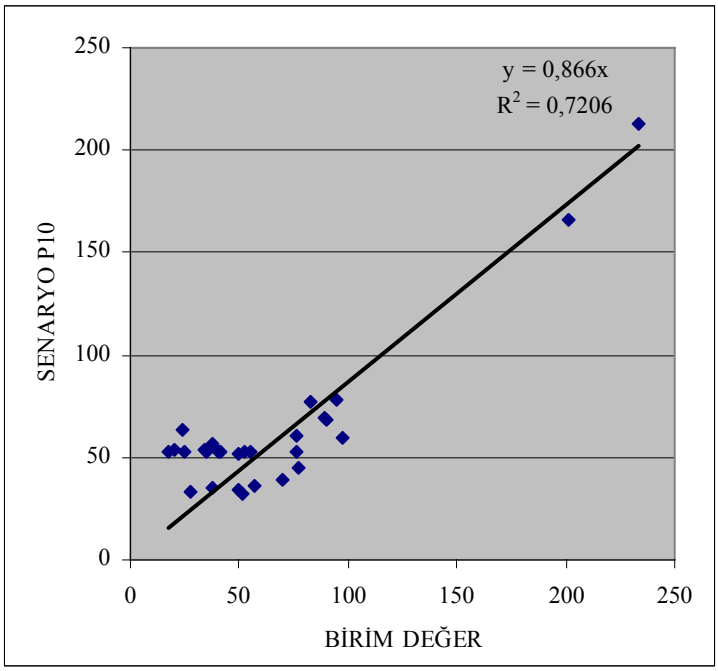
Konut taban alanı= TAKS* Parsel alanı

- TAKS
- Parsel alanı
- Kat sayısı
- Konum puan

Senaryo P10'da kullanılan yapıya göre test sonuçları Tablo EK-C.10.'da görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık=% 54,87± 50,01 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.10.'daki değerlerin dağılımı Şekil 4.23.'de görülmektedir. Buna göre R^2 değeri 0,7206 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.23. Yapılaşmamış alanda Senaryo P10 değer dağılımı ve R^2

Daha önce çalışılan Senaryo P6'ya göre yaklaşıklık oranı ve R^2 değerlerinde düşme gözlenmektedir.

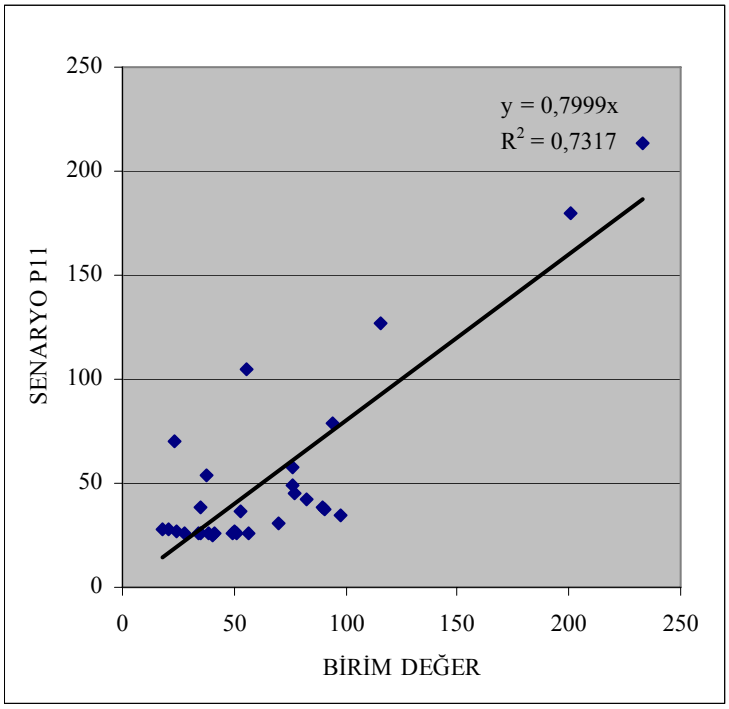
SENARYO P11: Parselin değerinde, parsel alanına oturan binada kaç dairenin sığacağı da göze alındığı için daire sayısı kriter olarak alınarak aşağıdaki kriterler belirlenmiştir.

- Daire sayısı (Arsa içinde oluşabilen)
- Parsel alanı
- Kat sayısı
- Konum puan

Bu kriterlere göre Senaryo P11'de kullanılan yapıya göre test sonuçları Tablo EK-C.11.'de görülmektedir. Bu test sonuçlarına göre

Ortalama yaklaşıklık=% 57,76 ± 35,72 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.11'deki değerlerin dağılımı aşağıdaki Şekil 4.24.'de görülmektedir. Buna göre R^2 değeri 0,7317 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.24. Yapılaşmamış alanda Senaryo P11 değer dağılımı ve R^2

Senaryo P10'da bulunan oranlara göre Senaryo P11'de çok az farklılık gözlenmektedir. Oluşturulan senaryolarda artık kriter sayısını azaltmanın doğru değere ulaşmada katkı sağlamayacağı düşünüldüğünden yapılaşmamış alandaki senaryoların yeterli olduğuna karar verilmiştir.

4.4.1.1.1. Mamdani yapısında yapılaşmamış alanda senaryo sonuçları

Yapılaşmamış alanda en uygun senaryoyu Mamdani yöntemine göre tespit etmede farklı kriterler kullanılarak toplam 11 senaryo oluşturulmuştur. Bu 11 senaryoya göre ortalama yaklaşıklıklar ve R^2 değerleri Tablo 4.1.'de özetlenmektedir.

Tablo 4.1. Senaryo sonuçlarına göre yaklaşıklık oranı R^2 ve hata oranları

SENARYOLAR	Ortalama yak.%	Ort. Yak. Standart sapması	R^2	Doğru Denklemi
Senaryo P1 • Konut alanı, • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Parsel alanı • Parselin bulunduğu cadde genişliği • Kaç kata imarlı olduğu • Sağlık ocağına olan mesafe • Okula olan mesafe • Alış_veriş merkezlerine olan mesafe • Ulaşım merkezlerine olan mesafe • İbadethanelere olan mesafe • Park ve yeşil alanlara olan mesafe	47,97	±60,12	0,6277	y= 1,0118*x
SenaryoP 2 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Parsel alanı • Cadde genişliği • Kat sayısı • Sağlık ocağı-okul mer. • Alış-veriş ve ulaşım mer. • İbadet – park mesafe	30,61	±83,29	-0,5925	y= 0,7687*x
Senaryo P3 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Parsel alanı • Cadde genişliği • Kat sayısı • Ağırlıklı mesafe	-31	±144,60	-1,5834	y= 1,1675*x

SENARYOLAR	Ortalama yak.%	Ort. Yak. Standart sapması	R^2	Doğru Denklemi
Senaryo P4 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Parsel alanı • Cadde genişliği • Kat sayısı • Ağırlıklı mesafe • Konum puanı	70,79	±37,79	0,7720	y= 0,8812*x
Senaryo P5 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Parsel alanı • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	68,66	±42,61	0,8389	y= 0,8954*x
Senaryo P6 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	70,55	±42,76	0,8644	y= 0,9008*x
Senaryo P7 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	67,95	±41,82	0,8413	y= 0,8629*x
Senaryo P8 • Konut alanı • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	67,95	±41,82	0,8413	y= 0,8629*x
Senaryo P9 • Konut alanı • Cephe uzunluğu • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	70,18	±42,65	0,8628	y= 0,9015*x
Senaryo P10 • TAKS • Parsel alanı • Kat sayısı • Konum puan	54,87	±50,01	0,7206	y= 0,8660*x
Senaryo P11 • Daire sayısı • Parsel alanı • Kat sayısı • Konum puan	57,76	±35,72	0,7317	y= 0,7999*x

Tablo 4.1.'de elde edilen (yaklaşıklık, R^2) oranlar irdelendiğinde Senaryo P4'de ortalama yaklaşıklık oranı en yüksek olmasına rağmen R^2 ve regresyon doğrusunun 1'e yaklaşma oranları daha düşük çıkmaktadır. P7 ve P8'den elde edilen sonuçlar bire bir aynı olmasına rağmen tekrar test edilmesine gerek duyulmamaktadır. Çünkü P9 oluşturulurken P7 ve P8'deki kriter azaltmaları dikkate alınarak yapışmıştır. Senaryo P5, P6, P7 ve P9'da birbirlerine yakın sonuçlar gözlenmesinden dolayı, bu senaryolara 2. etap anket çalışmasından elde edilen yapılaşmamış alana ait 100 veri seti ile test edilerek en optimum çözüm bulunmaya çalışılmıştır.

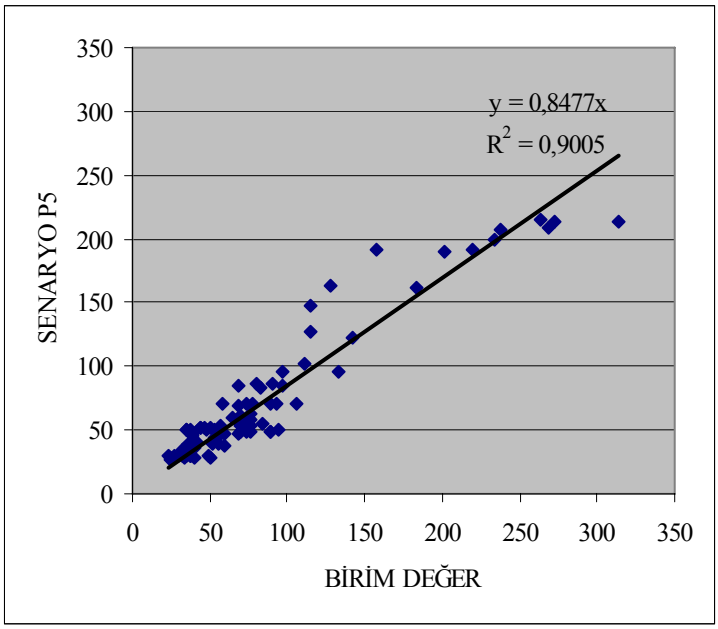
4.4.1.1.2. Senaryo P5, P6, P7 ve P9'a göre 100 taşınmaza ait veri setinin test edilmesi

Yapılaşmamış alanda Mamdani yapısında 30 test veri seti ile 11 senaryolu değer hesabı sonuçlarına göre, Senaryo P5, P6, P7 ve P9'da yaklaşma oranları ve R^2 değerleri bir birlerine çok yakın değerler çıkmasından dolayı en uygun model tespiti için bu 4 Senaryo 100 veriden oluşan veri seti ile tekrar incelenmiştir.

Senaryo P5 yapısındaki kriterlere göre 100 verinin test sonuçları Tablo EK-C.12.'de görülmektedir. Tablo EK-C.12.'de elde edilen ortalama yaklaşıklık ve standart sapma

Ortalama yaklaşıklık= % 80,88± 11,86 olarak bulunmuştur.

Tablo EK-C.12.'den elde edilen parsel değeri ve Senaryo P5 yapısından elde edilen Mamdani değeri arasındaki regresyon eğrisi Şekil 4.25.'de görülmektedir. Grafikten de anlaşıldığı gibi R^2= 0,9005 gibi bir değer almaktadır.

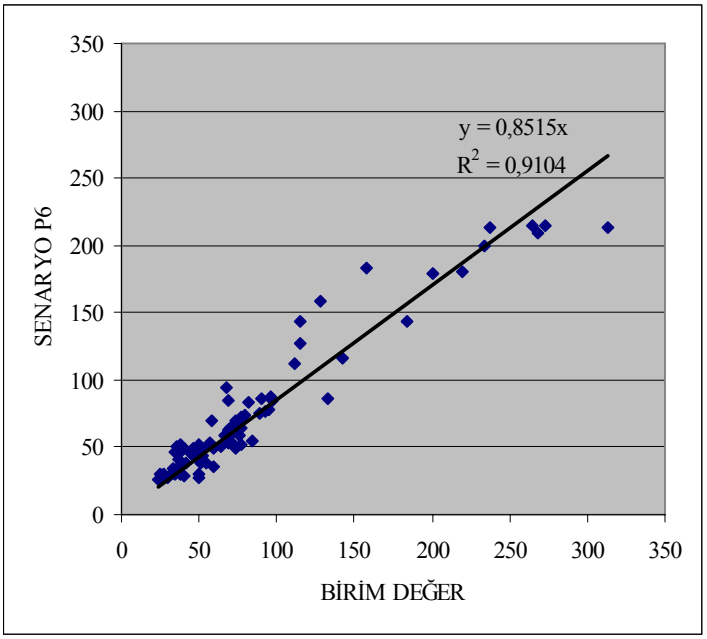


Şekil 4.25. 100 veri ile Senaryo P5'in dağılımı ve R^2 değeri

7 giriş bir çıkıştan oluşan bu yapıda, Mamdani değeri ile alım satım değeri arasındaki yaklaşma oranında kabul edilemez verilerde bulunmaktadır. Şekil 4.25.'de mantıklı yaklaşma değerleri alan 86 parsel bulunmaktadır.

Senaryo P6 yapısı ile 100 verinin sonuçları Tablo EK-C.13.'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre elde edilen ortalama yaklaşıklık ve standart sapması aşağıda belirtilmiştir. Tablo EK-C.13.'e göre değer dağılımı ve R^2 Şekil 4.26.'da gösterilmiştir.

Ortalama yak.= %82,73± 10,90

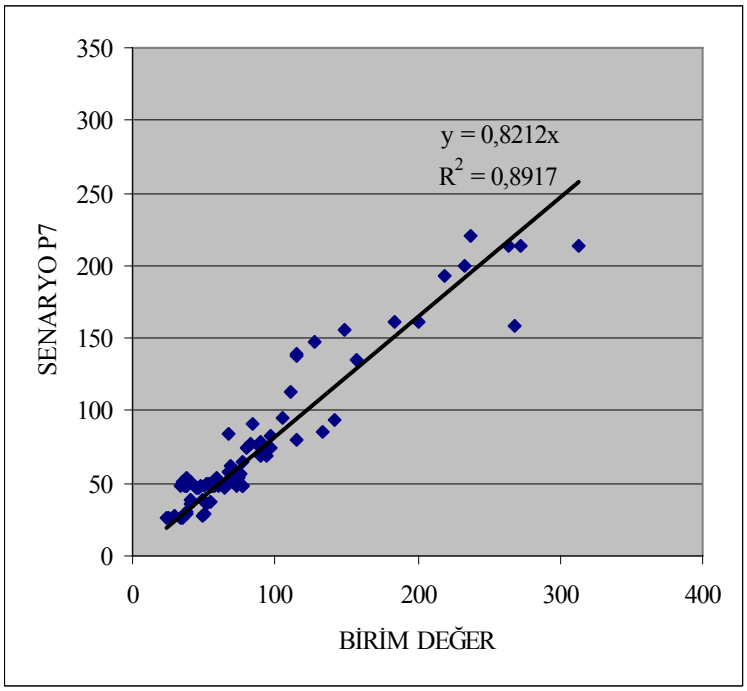


Şekil 4.26. 100 veri ile Senaryo P6'nın dağılımı ve R^2 değeri

6 giriş bir çıkıştan oluşan bu yapıda, Mamdani değeri ile alım satım değeri arasındaki yaklaşma oranında kabul edilemez verilerde bulunmaktadır. Şekil 4.26'de mantıklı yaklaşma değerleri alan 87 parsel bulunmaktadır.

Senaryo P7'de göre 100 verinin sonuçları Tablo EK-C.14.'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre elde edilen ortalama yaklaşıklık ve standart sapması aşağıda belirtilmiştir. Tablo EK-C.14.'e göre değer dağılımı ve R^2 Şekil 4.27.'de gösterilmiştir.

Ortalama yak.= % 79,91 ± 11,18

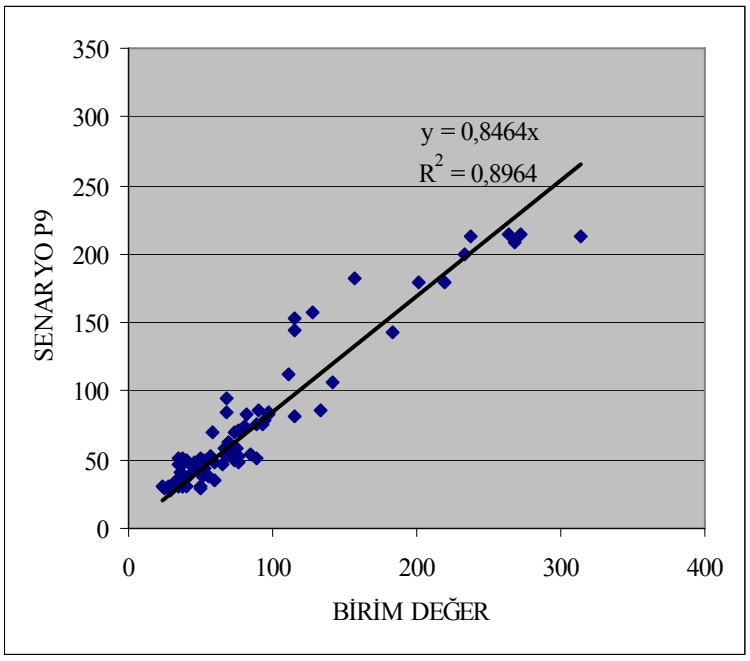


Şekil 4.27. 100 veri ile Senaryo P7' nin dağılımı ve R^2 değeri

5 giriş bir çıkıştan oluşan bu yapıda, Mamdani değeri ile alım satım değeri arasındaki yaklaşma oranında kabul edilemez verilerde bulunmaktadır. Şekil 4.27.'de mantıklı yaklaşma değerleri alan 87 parsel bulunmaktadır.

Senaryo P9'a göre 100 verinin sonuçları Tablo EK-C.15.'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre elde edilen ortalama yaklaşıklık ve standart sapması aşağıda belirtilmiştir. Tablo EK-C.15.'e göre değer dağılımı ve R^2 Şekil 4.28.'de gösterilmiştir.

Ortalama yak.= % 81,36± 11,32



Şekil 4.28. 100 veri ile Senaryo P9' un dağılımı ve R^2 değeri

5 giriş bir çıkıştan oluşan bu yapıda, Mamdani değeri ile alım satım değeri arasındaki yaklaşma oranında kabul edilemez verilerde bulunmaktadır. Şekil 4.28.'de mantıklı yaklaşma değerleri alan 88 parsel bulunmaktadır.

Bu elde edilenlere göre Senaryo P5, P6, P7 ve P9'un yaklaşıklık oranları ve R^2'leri Tablo 4.2.' de görülmektedir. Tablo 4.2.' ye göre Senaryo P5, P6, P7 ve P9 'un karşılaştırmasından anlaşılacağı üzere Senaryo P6'daki kriterlere göre oluşturulan yapı yapılaşmamış alanda en uygun sonucu vermektedir. Senaryo P6'da ortalama yaklaşıklık ve R^2 oranlarında en yüksek değere ulaşmaktadır. Aynı zamanda standart sapması da en düşük olan ve regresyon doğrusu olarak da eğimi 1'e en yakın çıkandır.

Tablo 4.2. Senaryo P5,P6,P7 ve P9'un Ort.Yak. ve R^2 değerleri

SENARYOLAR	Ortalama yak.%	Ort. Yak. Standart sapması	R^2	Doğru Denklemi
Senaryo P5 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Parsel alanı • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	80,88	±11,86	0,9005	y= 0,8477*x
Senaryo P6 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cephe uzunluğu • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	82,73	±10,90	0,9104	y= 0,8515*x
Senaryo P7 • Konut alanı • Parselin ada içerisindeki konumu • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	79,91	±11,18	0.8917	y= 0,8212*x
Senaryo P9 • Konut alanı • Cephe uzunluğu • Cadde genişliği • Kat sayısı • Konum puanı	81,36	±11,32	0,8964	y= 0,8464*x

4.4.1.1.3. Durulaştırmalar

Model oluşumunda uygun olduğu düşünülen Senaryo P6'ya göre durulaştırma yöntemlerinin model üzerinde etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Aşağıda yer alan 5 durulaştırma yöntemi uygulanılmıştır.

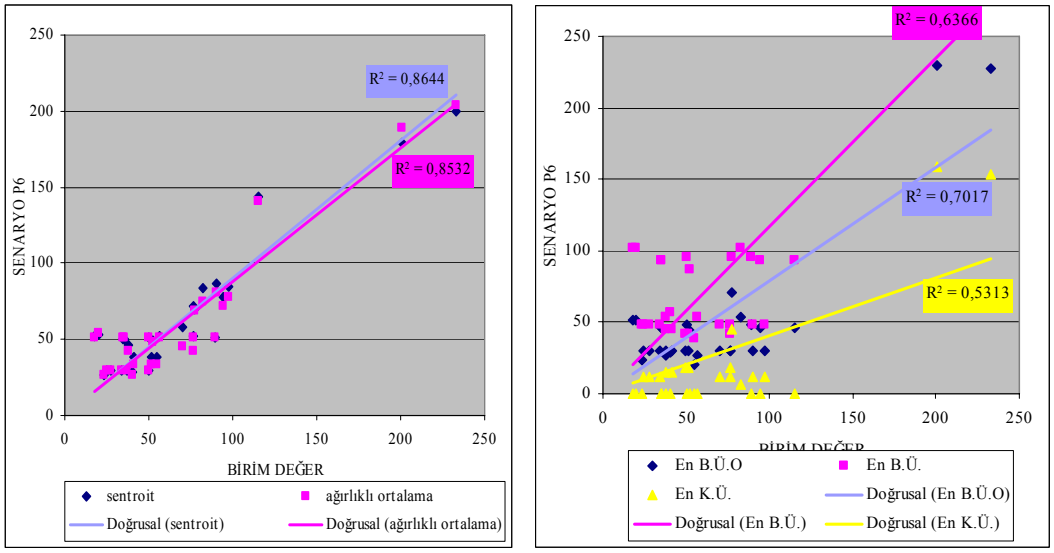
- Sentroid yöntemi(centroit)
- Ağırlıklı ortalama yöntemi (bisector)
- Ortalama en büyük üyelik(mom)
- En büyük üyelik ilkesi(lom)

- En küçük üyelik ilkesi(som) dir.

Senaryo P6'da belirlenen kriterler aşağıdaki gibidir.

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- Konum puanı

Bu kriterlere göre Mamdani yapısında durulaştırma yöntemleri değiştirilerek test veri seti ile sonuçlar Tablo EK-C.16.' da görülmektedir. Tablo EK-C.16.'daki değerlere göre regresyon dağılımları Şekil 4.29.'da gösterilmektedir.



(a) (b)

Şekil 4.29. Durulaştırmalar yöntemlerine göre dağılımları ve R^2
(a) Sentroit ve Ağırlıklı ortalama yöntemi (b)En büyük üyeliklerin ortalaması, En büyük üyelik ve En küçük üyelik yöntemleri

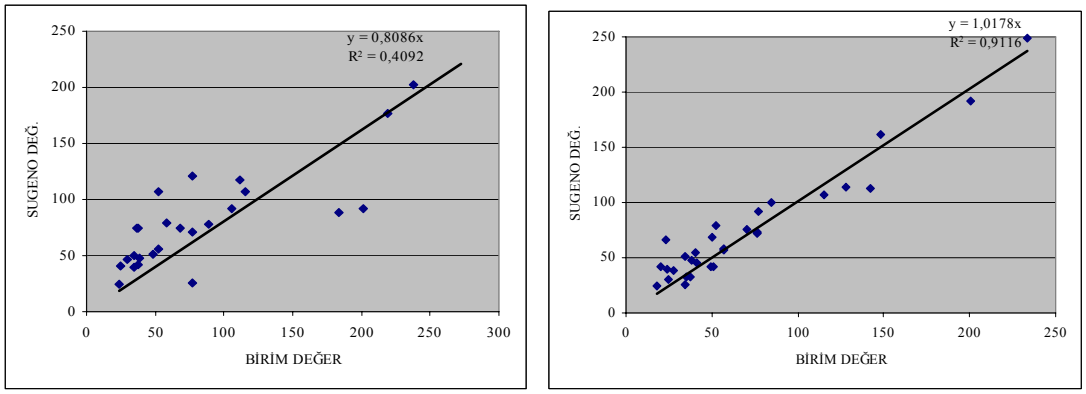
Şekil 4.29.'dan da anlaşılacağı üzere sentroid yöntemi ile durulaştırmada daha doğru sonuçlar elde edildiğinden uygulamada sentroid yönteminin kullanılması uygun görülmüştür.

4.4.1.2. Sugeno yapısı ile yapılaşmamış alanda model oluşumu

Mamdani yapısında oluşturulan senaryolar yardımı ile yapılaşmamış alanlar için en uygun modeli geliştirme çalışmaları yapılmıştır. En uygun modele Senaryo P6 yardımı ile ulaşılmasından dolayı, Sugeno yapısı Senaryo P6 kriterlerinden oluşturulmuştur. Sugeno yapısında da 100 veri ile çalışılmıştır. Önceden de belirtildiği gibi Sugeno yapısı veriler ile oluşturulduğundan 100 veri setinin 2/3'ü eğitmede (70 veri) 1/3'ü test (30 veri) etmede kullanılmıştır. 6 giriş ve tek çıkıştan oluşan Senaryo P6'daki kriterler aşağıdaki gibidir:

- Konut alanı
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Parselin bulunduğu cadde genişliği
- Kaç kata imarlı olduğu
- Konum puanı

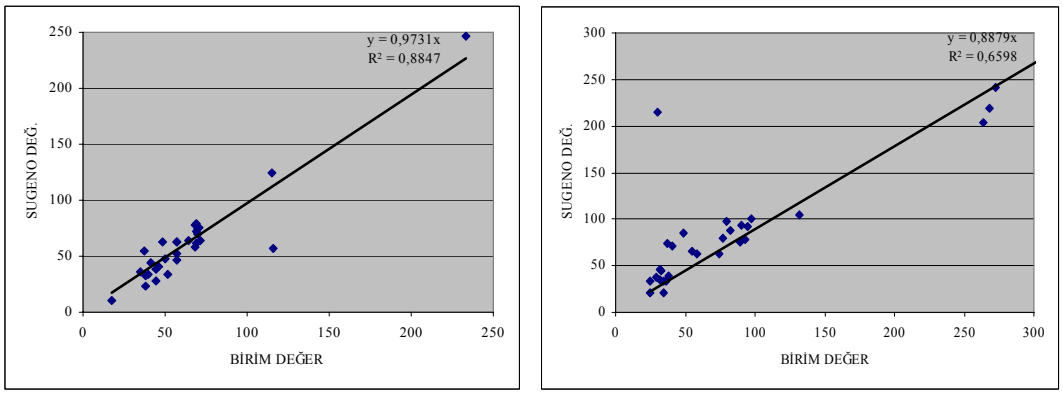
Her bir girişte Gauss eğrisinden faydalanılarak 21 üyelik oluşturulmuştur. 6 kriterli (Senaryo P6) Sugeno'da parsellerin m^2 değerlerinin hesaplanılmasında eğitme verilerinde hibrid yöntemi uygulanılmıştır. Bu çalışma için hibrid yöntemi ve geri yayılım algoritmalarının her ikiside denenerek test edilmiştir. En düşük hata oranına hibrid algoritması ile ulaşılmasından dolayı bu yönteme göre Sugeno yapısı oluşturulmuştur. Sugeno'da yapılan uygulamalarda 30 test verisin aralıkları değiştirilerek aşağıdaki Tablo EK-C.17, 18, 19. 'de görülen uygulamalar yapılmıştır. Tablolara göre değer dağılımları ve R^2'leri Şekil 4.30, 4.31, 4.32.'de gösterilmektedir.



(a) (b)

Şekil 4.30. Sugeno yöntemine göre test sonuçları

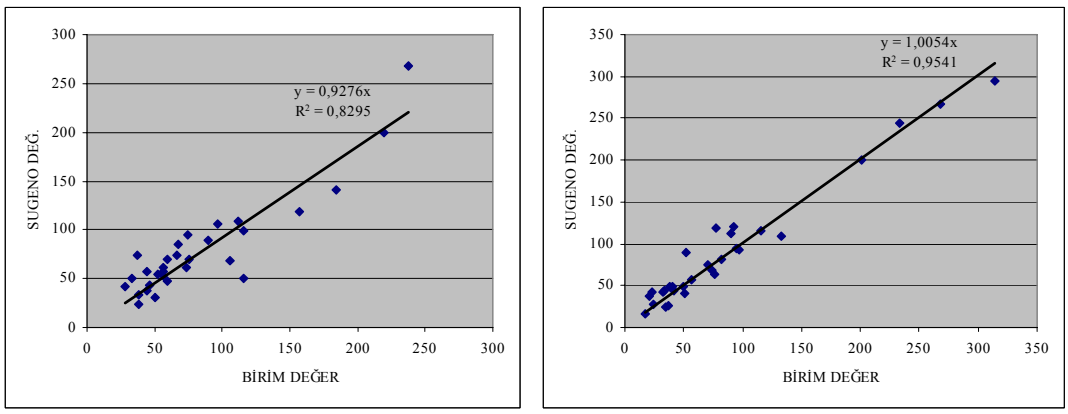
(a)1-30 ve (b)1-10,51-60, 91-100 test verileri dağılımı ve R^2



(a) (b)

Şekil 4.31. Sugeno yöntemine göre test sonuçları

(a) 71-100 ve (b) 21-50 test verileri dağılımı ve R^2



(a) (b)

Şekil 4.32. Sugeno yöntemine göre test sonuçları

(a)11-20,61-80 ve (b)1-10,39-48,91-100 test verileri dağılımı ve R^2

4.4.1.2.1. Yapılaşmamış alanda Sugeno sonuçları

Tablo EK-C.17, 18, 19.'da ortalama yaklaşıklık ve Şekil 4.30, 4.31., 4.32.'deki R^2 değerlerine bakıldığında uyumsuz değer hesapları ile karşılaşılmıştır. Test verilerinin yerleri değiştirilerek Senaryo P6'ya göre oluşturulan Sugeno yapısındaki sonuçlar Tablo 4.3.' de irdelenmektedir. Tablo 4.3.'deki sonuçlara göre yapılaşmamış alanda Sugeno yapısında aşağıdaki gösterilen doğrulukla değer hesabı yapılabilmektedir.

Ortalama yaklaşıklık%= 84,6±14,20 ve Ortalama R^2 =0,7733

Tablo 4.3. Sugeno yapısındaki test verilerinin Ort. Yak. ve R^2 değerleri

Test verilerinin aralıkları	Ort. Yak. %	Standart sapma	R^2	denklem
1-30	78,41	24,10	0,41	y= 0,8086*x
1-10, 51-60, 91-100	82,60	13,36	0,91	y= 1,0178*x
71-100	87,91	12,81	0,88	y= 0,9731*x
21-50	85,22	11,92	0,66	y= 0,8879*x
11-20, 61,80	83,99	11,37	0,83	y= 0,9276*x
1-10, 39-48, 91-100	89,50	11,63	0,95	y= 1,0054*x
Ortalama	84,60	14,20	0,77	y= 0,9367*x

Sugeno yönteminde uygulanan farklı test veri aralıklarının ortalama yaklaşıklıkları, standart sapmaları, korelasyon değerini ifade eden R^2'leri ve modelin doğrusunun eğimleri aralarında fazla sapma gözlenmemektedir. Buradan eğitme ve test verilerinin aralıklarının değiştirilmesi ile yapılan uygulama sonuçlarında verilerin sağlıklı veriler olduğu, aralıkları değişse bile ortalama olarak birbirlerine yakın sonuçlar elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

4.4.2.Yapılaşmış alanda oluşturulan modeller

Yapılaşmanın yoğun olduğu alanda, bulanık mantık metodolojisi ile değer tespiti için model oluşturma çalışmalarında yapılaşmanın az olduğu alanlara benzer

çalışmalar yapılmıştır. Yapılaşmış alanda değer tespiti için model oluşturma çalışmalarında seçilen kriterler yapılaşmamış alandaki uygulamanın tam tersine en az kriter sayısından başlayan, senaryolardan hareketle oluşturulmuştur.

Bu çalışma alanına ait konut satışını da kapsayan, 2. etap anket çalışması ile piyasada oluşmuş veriler toplanarak irdelenmiş ve 120 konuta ilişkin veri seti seçilmiştir. Anketörler tarafından toplanılarak ve irdelenerek oluşturulan veri seti EK-B.3'de verilmiştir.

Yapılaşmış alana ait anket sonuçlarına göre değere etkisi belirlenen on kriter modelleme ve hesaplamada kullanılmıştır. Kriterlerin bir kısmı anket sonuçlarından, diğerleri bunların kombinasyonu sonucu elde edilmiştir. Kullanılan kriterler aşağıda ifade edilmektedir.

- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- Daireye ait iç ve dış aksesuarlar
- Isınma şekli
- Asansör durumu
- Otopark durumu
- Oda sayısı
- Dairenin cephesi
- Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı

Konut alanı, bina içinde ortak kullanım alanları dışında ailelere ait kullanım alanı olarak ayrılan alandır. Binanın yaşı, konutun bulunduğu binanın ruhsat tarihi ile değerleme zamanındaki yıldan farkıdır. Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu ise konutun bulunduğu binanın toplam kaç katlı olduğu ve konuta ait zemin kat hariç kaçıncı katta bulunduğudur.

Daireye ait iç ve dış özelliklerden kastedilen ise konutun içinde ve konutun bulunduğu binanın dış cephesindeki yapılı kullanım kolaylığı ve konfor amaçlı yapılan dolap, yer döşemeleri, duvar kaplamaları, dış cephe kaplaması vb. gibi özelliklerdir.

Isınma şekli olarak konutun bulunduğu binada ısınma amaçlı kullanılan sisteme ait özellikler, kullanılan asansörün kapasitesi ve yapım yılı düşünülerek asansör durumu, araç sahiplerinin tercihleri arasında yer alan otoparkının kapasitesi ve büyüklüğü dikkate alınarak otopark durumu kriterler arasına alınmıştır.

Oda sayısı ise konut alanına yerleştirilmiş toplam odaların sayısıdır. Dairenin cephesi de konutun bina içinde yer alan durumuna göre yönünüdür.

Bu kriterlerden daireye ait iç ve dış aksesuarlar, binanın ısınma şekli, asansör durumu, otopark durumu, oda sayısı ve dairenin cephesi sözel değişkenler olmasından dolayı 1. etap anket çalışmaları ışığında 100 üzerinden puantajlanmıştır. Bu puantajlama sistemi Tablo 4.4.'deki gibi yapılmıştır.

Tablo 4.4. Daireye ait iç ve dış aksesuarlar, binanın ısınma şekli, asansör durumu, otopark durumu, oda sayısı ve dairenin cephesine ait puantaj tablosu

İç ve dış aksesuarlar		**Isınma şekli**		**Asansör durumu**	
Full yapılı	100	Merkezi sistem	100	Var yeterli	100
Orta derece	60	Kombi	90	Var yetersiz	70
Yapılı değil	0	Sobalı	40	yok	0
Otopark durumu		**Oda sayısı**		**Dairenin cephesi**	
Var yeterli	100	2+1	60	Kuzey-Güney	70
Var yetersiz	70	3+1	90	Doğu-Batı	80
yok	0	4+1	95	Kuzey-Doğu	60
		Daha fazla	100	Kuzey-Batı	50
				Güney-Doğu	100
				Güney-Batı	90

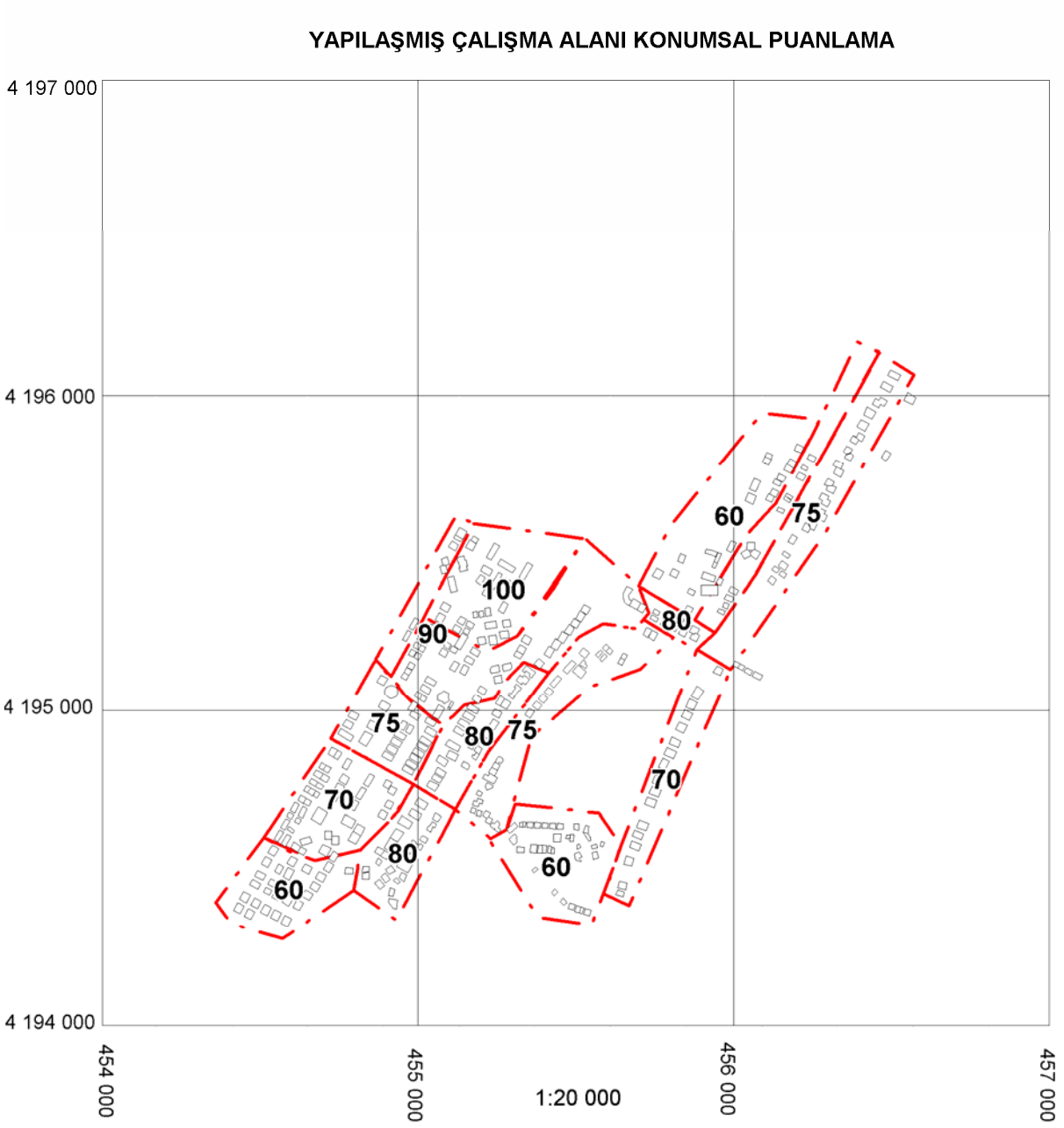
Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu da yine anket çalışması ve uzman görüşü ile Tablo 4.5.'de puantajlanmıştır. Ara katların dağılımı kaç katlı olduğuna göre değişkenlik göstermektedir.

Tablo 4.5. Dairelerin kat dağılımı puantajı

Kat durumu	
Zemin kat	40
Ara kat	100
En üst kat	50

Ayrıca dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı ise uzman görüşü ile Şekil 4.33.'de gösterilen harita üzerindeki puantajlamaya göre yapılmıştır.

Bu puantajlamalara göre 2. etap yapılaşmış alandan toplanılan 120 veri kriterlere göre puantajlanmıştır. Puantajlamada Tablo 4.6.'de dikkate alınarak özelliklere göre puanları toplanılarak konum puanı elde edilmektedir.



Şekil 4.33. Yapılaşmış alan konumsal puanlamasını gösteren harita

Tablo 4.6. Konumsal puanlamada dikkate alınan kriterler ve puanları

Kriterler	Özellikleri	Puan	Kriterler	Özellikleri	Puan
Ulaşım ağına olan mes.	0-50m. arası	40	**Tren yoluna olan mes.**	0-50m.arası	-10
Alış-veriş merkezler mes.		40	**Enerji nakil hatlarına mes**		-10
Okul, Sağlık ocağı, Yeşil alan, ibadethanelere mes.	4 'ü varsa	10	**Mezarlıkğa mes.**		-10
	3 ya da 2'si varsa	7	**Sanayi bölgesi**	0-100m. arası	-10
	1'i varsa	5	**Atık alanlara mes**		-10
Sosyo – kültürel durum	İyi	10			
	Orta	5			
	Kötü	-10			

4.4.2.1. Mamdani yapısı ile yapılaşmış alanda model oluşumu

Yapılaşmış alanda Mamdani yapısı 120 veri setinden 60 tanesi test verisi olarak seçilmiştir. Test verileri seçilirken bölge dağılımına dikkat edilmiştir. Bu test verilerine göre senaryolar ve sonuçları aşağıdaki şekildedir.

SENARYO E1: En az kriter düşüncesinden yola çıkılarak Senaryo oluşturmaya başlanıldığından 1. etap anket çalışması dikkate alınarak yapılaşmış alanda aşağıdaki 4 kriter seçilmiştir.

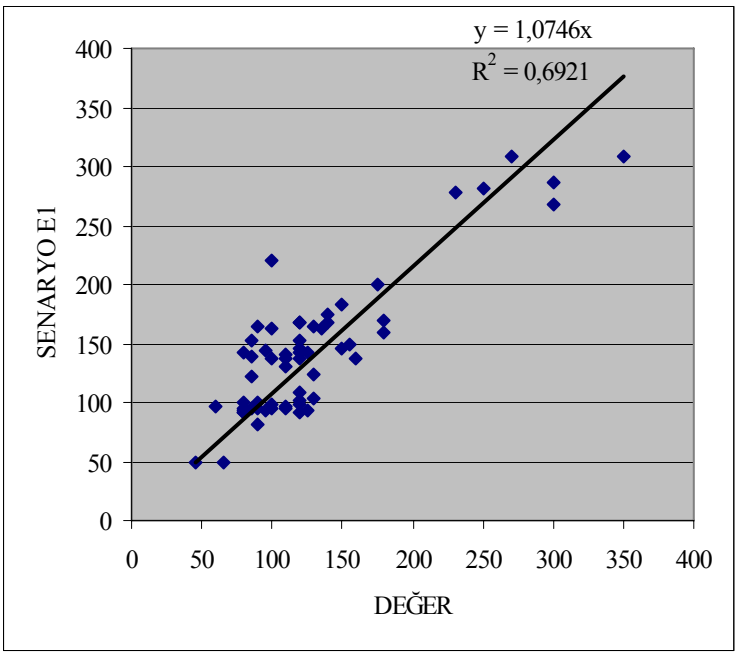
- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- Daire ve binaya ait özellik puantajı

Bu kriterlerden daire ve binaya ait özellik puantajı, daireye ait iç ve dış aksesuarlar, ısınma şekli, asansör durumu, otopark durumu, oda sayısı ve dairenin cephe puantajlarının aritmetik ortalaması ile bulunmuştur.

Senaryo E1'e göre oluşturulan Mamdani yapısından test verilerinin sonuçları Tablo EK-D.1. 'de görüldüğü gibidir. Tablo EK-D.1.'deki alım-satım ve Mamdani yöntemine göre değerler arasındaki

Ortalama yaklaşıklık %=75,32±23.04 olarak elde edilmiştir.

Senaryo E1'e göre oluşturulan Mamdani yapısında oluşan test verilerinin sonuçlarına göre R^2 değeri ve değer dağılımı aşağıdaki Şekil 4.34'de görülmektedir.



Şekil 4.34. Yapılaşmış alan Senaryo E1 değer dağılımı ve R^2 değeri

Yapılaşmış alanda Senaryo E1'de seçilen kriterlere göre oluşturulan Mamdani yapısının alım-satım değerine yaklaşması çok düşük çıkmıştır.

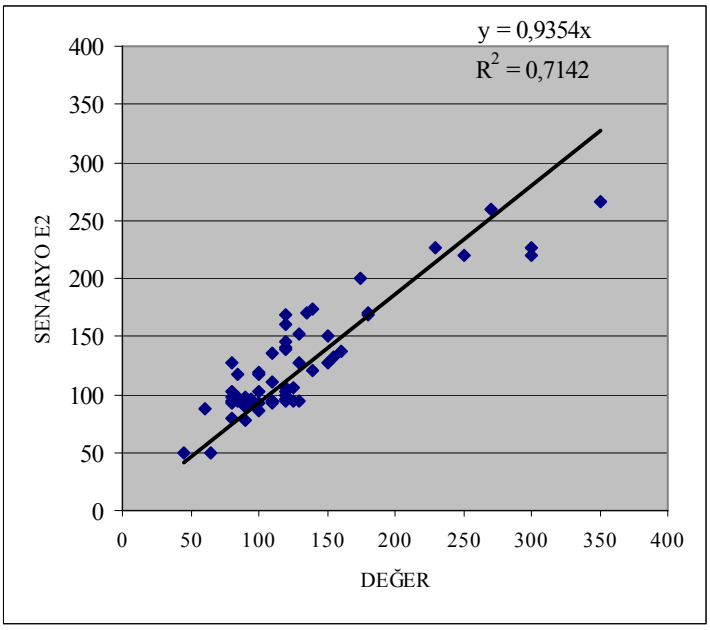
SENARYO E2: Kriterlere konumsal etkiyi vermek için yukarıdaki Şekil 4.30.'da görülen haritadaki konumsal puanlar kriterlere ilave edilirken, daire ve binaya ait özellik puantajı çıkartılarak aşağıda belirtilen kriterler ile Mamdani yapısı oluşturulmuştur. Senaryo E2 de seçilen kriterler aşağıdaki gibidir.

- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı

Bu kriterle göre oluşturulan Mamdani yapısından elde edilen test sonuçları Tablo EK-D.2'de yer almaktadır. Senaryo E2 test sonucuna göre

Ortalama yaklaşıklık %= 83,66±11,62 bulunmuştur.

Mamdani değerleri ile alım-satım değerlerinin dağılımı ve R^2 değeri aşağıdaki Şekil 4.35.'de görülmektedir.



Şekil 4.35. Yapılaşmış alan Senaryo E2 değer dağılımı ve R^2 değeri

Senaryo E2'deki ortalama yaklaşıklık oranı ve R^2 sonuçlarında Senaryo E1'e oranla yükselme gözlenmektedir.

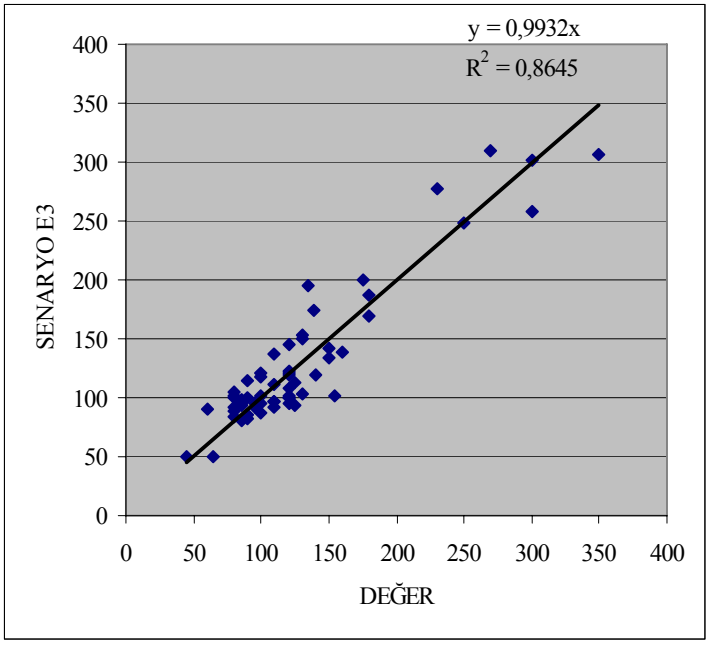
SENARYO E3: Senaryo E1 ve E2 deki ortalama yaklaşıklık oranları ve R^2 sonuçlarına göre konum puanı ve özellik puanının gerekli olduğu sonucuna varılarak aşağıdaki kriterlere göre Senaryo E3 oluşturulmuştur.

- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- Daire ve binaya ait özellik puantajı
- Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı

Bu kriterlere göre oluşan Mamdani yapısından elde edilen test sonuçları Tablo EK-D.3.'de görülmektedir. Tablo EK-D.3.'e göre

Ortalama yaklaşıklık %= 85,67±10,39 elde edilmiştir.

Mamdani değerleri ile alım-satım değerlerinin dağılımı ve R^2 değeri aşağıdaki Şekil 4.36.'da görülmektedir.



Şekil 4.36. Yapılaşmış alan Senaryo E3 değer dağılımı ve R^2 değeri

Yapılaşmış alanda Mamdani yapısında Senaryo E3'den elde edilen sonuçlarda yükselme gözlenmektedir.

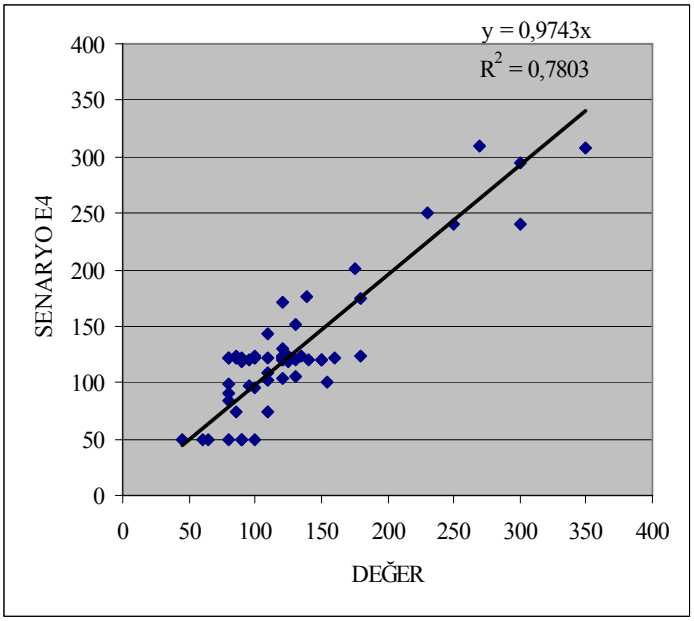
SENARYO E4: Kriter sayısını artırmak için daire ve binaya ait özellik puantajını iki kısma ayırmak suretiyle iç özellikler ve dış özellikler olmak üzere toplamda 6 kritere ulaşılmıştır. İç özelliklerde; oda sayısı, aksesuar özellikleri ve dairenin cephesi, dış özelliklerde ise otopark ve asansör durumu ile ısınma şekline ait puantajların aritmetik ortalaması alınmıştır. Bu durumda kriterler;

- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- İç özellikler
- Dış özellikler
- Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı

olmuştur. Bu kriterlere göre oluşan Mamdani yapısından elde edilen test sonuçları Tablo EK-D.4.' de, Şekil 4.37'de ise dağılımları ve R^2 görülmektedir. Senaryo E4'e göre

Ortalama yaklaşıklık %= 80,84±15,41 elde edilmiştir.

Senaryo E4'de Senaryo E3'e göre ortalama yaklaşıklık oranı ve R^2 değerinde düşme görülmektedir.



Şekil 4.37. Yapılaşmış alan Senaryo E4 değer dağılımı ve R^2 değeri

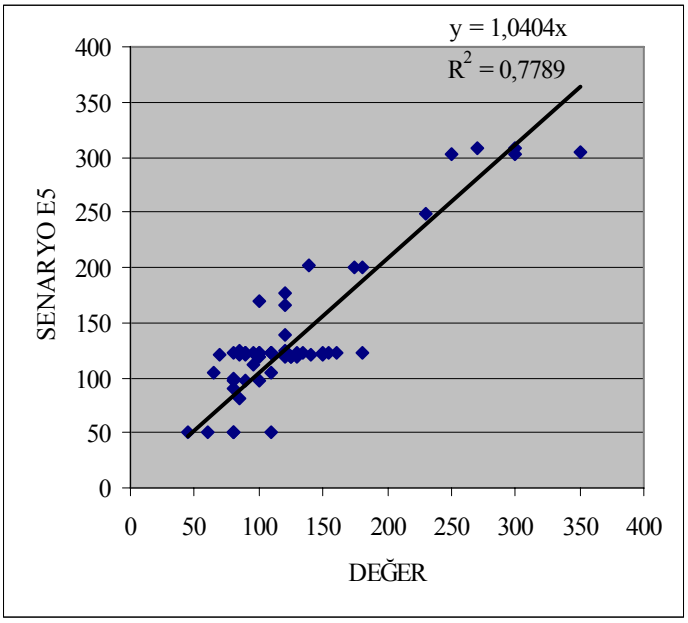
SENARYO E5: Konya bölgesinin iklim özelliğinden dolayı binalarda satın alınacak dairenin cephesi insanlar açısından önemsenmektedir. Bu sebepten iç özellikler ve dış özellikler olmak üzere ayrılan Senaryo E4'den iç özelliklerin içine alınmış alan cephe puantajı ayrılarak toplamda 7 kritere ulaşılmıştır. İç özelliklerde; oda sayısı ve aksesuar özellikleri, dış özelliklerde ise otopark durumu, asansör durumu ve ısınma şekline ait puantajların aritmetik ortalaması ve dairenin cephe puanı alınmıştır. Bu durumda kriterler;

- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- İç özellikler
- Dış özellikler
- Cephe puanı
- Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı

olmuştur. Bu kriterlere göre oluşan Mamdani yapısından elde edilen test sonuçları Tablo EK-D.5.' de görülmektedir. Senaryo E5'e göre,

Ortalama yaklaşıklık %= 78,69±18,16 olarak bulunmuştur.

Mamdani değerleri ile alım-satım değerlerinin dağılımı ve R^2 değeri Şekil 4.38.'de görülmektedir.



Şekil 4.38. Yapılaşmış alan Senaryo E5 değer dağılımı ve R^2 değeri

Oranlardan anlaşılacağı üzere Senaryo E3 yapısına göre düşmeler Senaryo E5'de de görülmektedir.

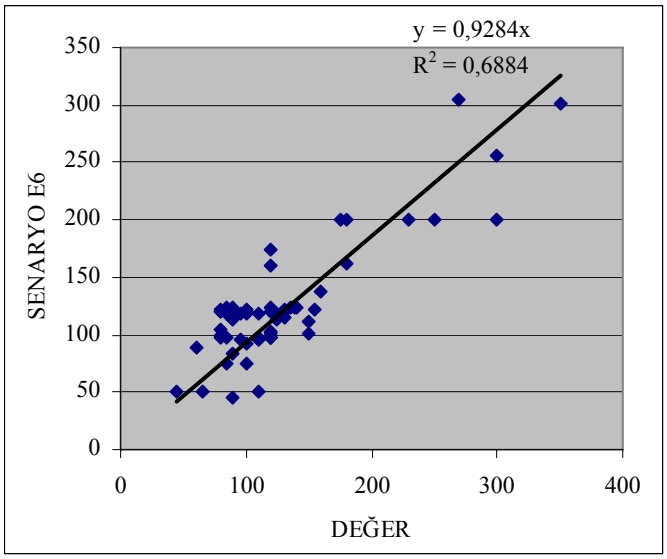
SENARYO E6: Senaryo E4 ve E5'deki ortalama yaklaşıklık oranları ve R^2 sonuçlarına göre Senaryo E3'de kullanılan konum puanı ve özellik puanının gerekli olduğu sonucuna varılarak bu kriterlere cadde genişliği ilave edilerek Senaryo E6 oluşturulmuştur.

- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- Daire ve binaya ait özellik puantajı
- Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı
- Cadde genişliği

Bu kriterlere göre oluşan Mamdani yapısından elde edilen test sonuçları Tablo EK-D.6.'da görülmektedir. Bu durumda

Ortalama yaklaşıklık %= 78,98 ± 14,35 olmuştur.

Mamdani değerleri ile alım-satım değerlerinin dağılımı ve R^2 değeri aşağıdaki Şekil 4.39.'da görülmektedir.



Şekil 4.39. Yapılaşmış alan Senaryo E6 değer dağılımı ve R^2 değeri

Yapılaşmış alanda Mamdani yapısında Senaryo E6'dan elde edilen sonuçlarda önceki yapılara göre düşme gözlenmektedir.

4.4.2.1.1. Yapılaşmış alan senaryo sonuçları

Yapılaşmış alanda yapılaşmamış alan göre tersten yapılan uygulamada Senaryo E6'ya kadar yapılan Mamdani yapılarında Tablo 4.31'de görülen ortalama yaklaşıklıklar ve R^2'ler bulunmuştur.

Tablo 4.7.'de görülen senaryolara göre ortalama yaklaşıklık oranları, yaklaşıklık oranlarının standart sapmaları, R^2 ve regresyon doğru denklemlerine bakıldığında en uygun yapının Senaryo E3 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7. Yapılaşmış alana ait senaryoların ortalama yaklaşıklıklar, Standart Sapma, R^2'leri ve Regresyon doğru denklemi

SENARYOLAR	Ortalama yak.%	Ort. Yak. Standart sapması	R^2	Doğru Denklemi
Senaryo E1 • Konut alanı • Binanın yaşı • Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu • Daire ve binaya ait özellik puantajı	75,32	±23.04	0,6921	y=1,0746*x
Senaryo E2 • Konut alanı • Binanın yaşı • Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu • Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı	83,66	±11,62	0,7142	y=0,9354*x
Senaryo E3 • Konut alanı • Binanın yaşı • Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu • Daire ve binaya ait özellik puantajı • Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı	85,67	±10,39	0,8645	y=0,9932*x
Senaryo E4 • Konut alanı • Binanın yaşı • Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu • İç özellikler • Dış özellikler • Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı	80,84	±15,41	0,7803	y=0,9743*x
Senaryo E5 • Konut alanı • Binanın yaşı • Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu • İç özellikler • Dış özellikler • Cephe puanı • Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı	78,69	±18,16	0,7789	y=1,0404*x
Senaryo E6 • Konut alanı • Binanın yaşı • Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu • Daire ve binaya ait özellik puantajı • Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı • Cadde genişliği	78,98	±14,35	0,6884	y=0,9284*x

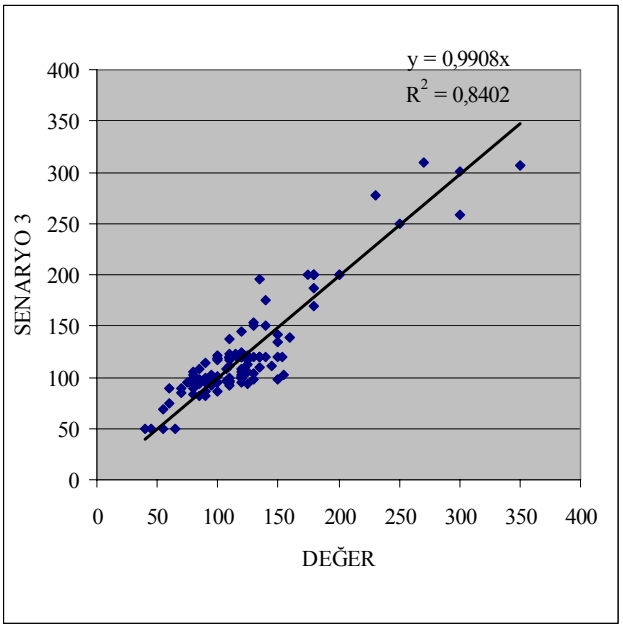
Tablo 4.7'den de anlaşılacağı gibi Senaryo E3'de kullanılan

- Konut alanı
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- Daire ve binaya ait özellik puantajı
- Dairenin bulunduğu semte göre konum puantajı

kriterler ile oluşturulan Mamdani yapısı ile 2. etap anket çalışmasında toplanılan yapılaşmış alana ait taşınmazların değerlerinden seçilen 60 test verisinde en yakın değer elde edilmektedir. Bu sebepten Senaryo E3'de oluşturulan Mamdani yapısına 2. etap anket çalışmasında yapılaşmış alandan toplanılan 120 verinin Mamdani değerleri bulunduğunda Tablo EK-D.7.'deki veriler elde edilmiş olur. Yapılaşmış alanda Senaryo E3'e göre oluşturulan Mamdani yapısında

Ortalama Yaklaşıklık %= 86,66±9,57

olarak bulunmuştur. R^2 değeri ve grafiği aşağıdaki Şekil 4.40.'da görülmektedir.



Şekil 4.40. Yapılaşmış alanda Senaryo E3 yapısında 120 veri ile değerlerinin dağılımı

Yapılaşmış alanda Mamdani yapısında oluşturulan ve test verileri sonuçlarına göre en uygun sonuca ulaşılan Senaryo E3'e göre 120 veri seti ile yapılan hesaplamalar sonucunda, ortalama yaklaşıklık ve R^2 oranlarında kabul edilebilir değerlere ulaşılmıştır.

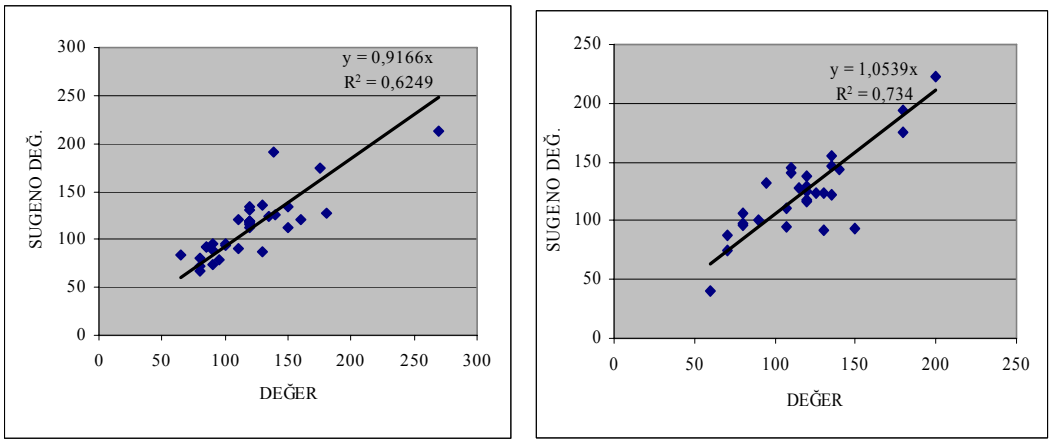
4.4.2.2. Sugeno yapısı ile yapılaşmış alanda model oluşumu

Senaryo E3'e göre Mamdani yapısında alım-satım değerlerine en yakın değerler elde edildiği için en uygun model olduğuna karar verilerek, Sugeno yapısı Senaryo E3 baz alınarak oluşturulmuştur. Yapılaşmamış alanda olduğu gibi veri dağılımının doğru olması için veri setinden farklı test ve eğitme veri grupları oluşturularak Sugeno yapısı uygulanılmıştır.

Yapılaşmamış alanda olduğu gibi 120 verinin 1/3 olan 40 veri test verisi olarak seçilmiştir. Sugeno yapısında sağlıklı verilerin alındığı 40 üyelikli çan eğrisi ile Sugeno yöntemi kullanılarak yapılar oluşturulmuştur.

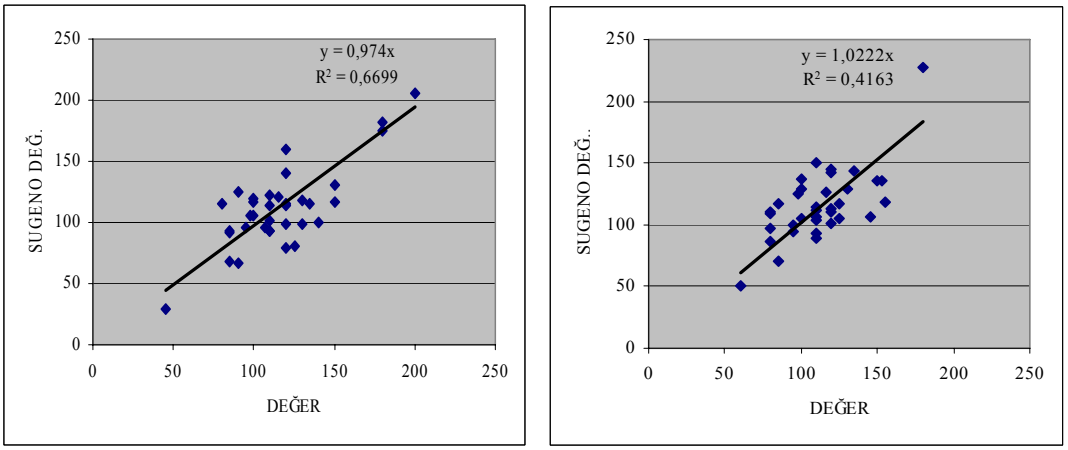
Tablo EK-D.8.'de veri setinin son 40 verisi (81-120) ile baştaki ilk 40 verisi (1-40) test verilerine karşılık gelen alım-satım değerleri, Sugeno değerleri ve yaklaşıklık oranları görülmektedir. Şekil 4.41.'de 40 test verilerine ait değer dağılımı ve R^2'leri verilmiştir.

Tablo EK-D.9.'da veri setinden 1-20 nolu veriler ile 51-70 nolu veriler birleştirilerek ve 41-80 arasındaki verilerle 40 test verisi oluşturulmuştur. Şekil 4.42.'de ise farklı 40 test verilerine ait değer dağılımı ve R^2'leri verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 4.41. Sugeno yöntemine göre yapılaşmış alan test sonuçları
(a) 81-120 ve (b)1-40 test verileri dağılımı ve R^2



(a) (b)

Şekil 4.42. Sugeno yöntemine göre yapılaşmış alan test sonuçları
(a) 1-20, 51-70 ve (b) 41-80 test verileri dağılımı ve R^2

4.4.2.2.1. Yapılaşmış alanda Sugeno sonuçları

Test verilerinin yerleri değiştirilerek Senaryo E3'e göre oluşturulan yapılaşmanın olduğu alanda uygulanan Sugeno yapısındaki sonuçlar aşağıdaki Tablo 4.8.'de irdelenmektedir. Bu sonuçlara göre Sugeno yapısında % 84,74 ± 11,81

ortalama yaklaşıklıkla ve ortalama 0,61 R^2 ile değer hesabı yapılabilmektedir. Fakat Tablo EK-D.8 ve D.9.'daki hesaplara bakıldığında uyumsuz değerler ile karşılaşılmıştır.

Tablo 4.8. Sugeno yapısındaki test verilerinin ortalama yaklaşıklıkları ve R^2 değerleri

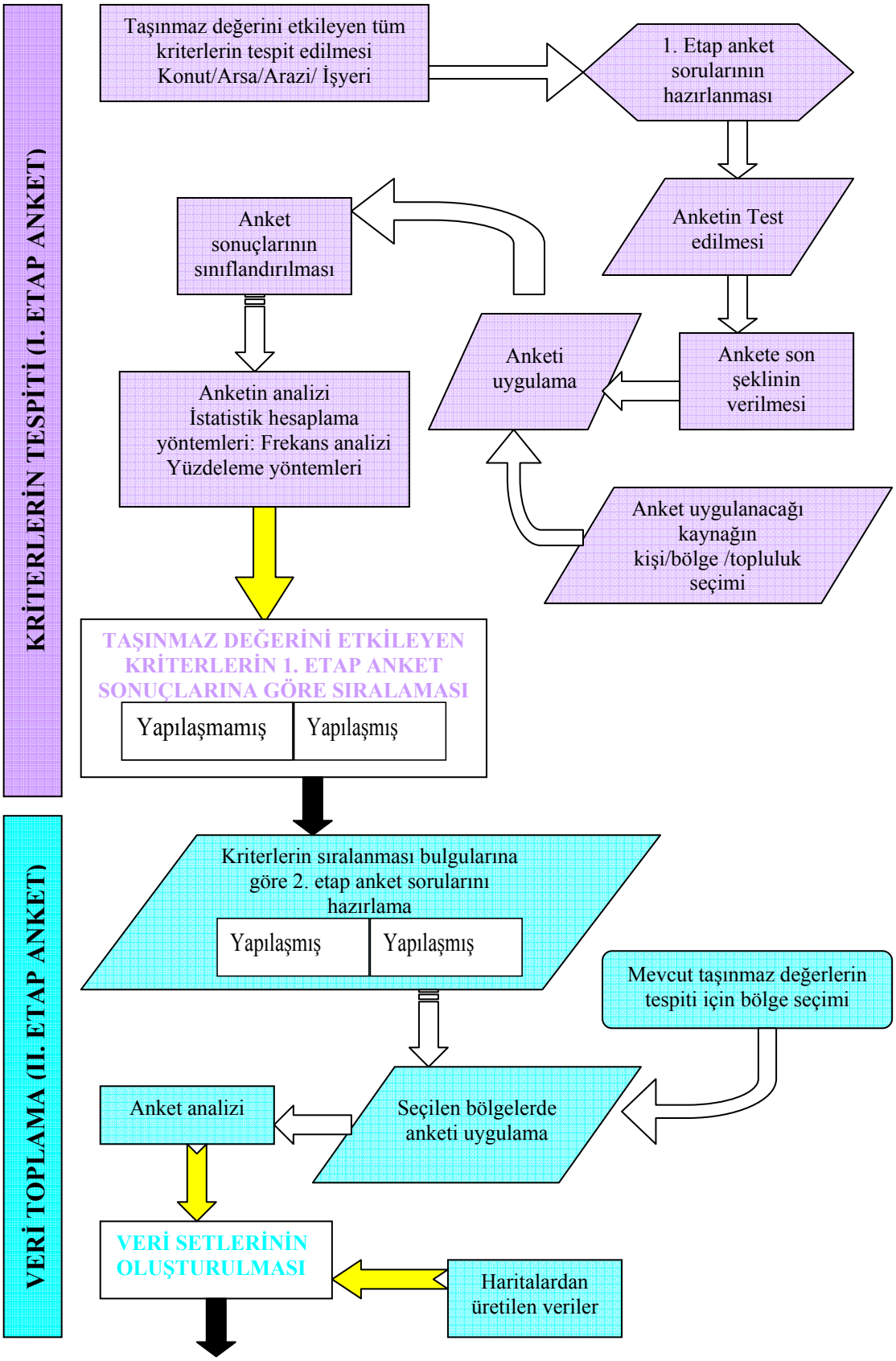
Test verilerinin aralıkları	Ort. Yak. %	Standart sapma	R^2	Denklem
81-120	87, 18	±11,42	0,62	y= 0,9166*x
1-40	84,50	±11,98	0,73	y= 1,0539*x
1-20, 51-70	83,56	±12,06	0,67	y= 0,9740*x
41-80	83,72	±11,77	0,42	y= 1,0022*x
Ortalama	84,74	±11,81	0,61	y= 0,9867*x

Tablo 4.8.'de görüldüğü üzere yapılı alanda oluşturulan Senaryo E3'e göre Sugeno yapısında ortalama yaklaşıklıkları, standart sapmaları ve modelin ifade edildiği denklemden de anlaşılan eğimlerin birbirlerine çok yakın oranlarda çıkması yapılaşmamış alanda da elde edildiği gibi veri setinin sağlıklı olduğunu göstermektedir.

4.5. Oluşturulan Modelin Tanımı Ve Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Bulanık mantık metodolojisi ile taşınmazların değer tespiti için model oluşturma çalışmaları Şekil 4.43 ve 4.44'de özetlenmektedir. Şekil 4.43.'de veri toplama (anket) çalışmaları için yapılması gerekli işlem adımları tüm ayrıntıları ile verilirken Şekil 4.44.'de de bulanık mantık metodolojisi ile model oluşturmadaki iş akışı tüm ayrıntıları ile verilmiştir.

Bulanık mantık metodolojisi ile yapılan uygulamaya ait algoritma aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur. Algoritma yapılan tüm işlem adımlarını açıklayıcı şekilde ve yapılan iş sırasına göre hazırlanmıştır.



Şekil 4.43. Anket çalışması için iş akış şeması

1. Adım: Taşınmaz değerini etkileyen kriterin tespiti (Birinci etap anket çalışması);

1-a. Adım:taşınmazın değerini etkileyen tüm kriterlerin tespiti; *taşınmaz değerini etkileyen kriterlerin tamamı irdelenmeye çalışılarak kriterler belirlenmiştir..*

1-a-I. Adım: Anket sorularının hazırlanması; *1-a. adımına ankette yer alması uygun görülen kriterler için soru hazırlanılmıştır.*

1-a-II. Adım: Anket sorularının test edilmesi; *1-a-I. adımında hazırlanan soruların dağıtımı yapılmadan önce yanlışlık veya eksikliklerinin giderilmesi için yapılmıştır.*

1-a-III. Adım: Ankete son şeklinin verilmesi; *1-a-II'de görülen hata ve eksikliklerin giderilerek ankete son şekli verilmiştir.*

1-b. Adım: Anketin uygulanacağı kaynağın seçimi; *anket yapılacak alan ve (Konya) kişi (belirli bir eğitim seviyesi olan)seçimi yapılmıştır.*

1-c. Adım: Anketin uygulanması; *1-a-III. ve 1-b. adımlarından sonra anketörler yardımı ile Konya bölgesinde anket uygulaması yapılmıştır.*

1-d. Adım: Anket sonuçlarının sınıflandırılması; *1-c.adımından sonra 1010 kişiye ulaşılarak uygulanan anket, soru türleri ve cevap türlerine göre sınıflandırılmıştır.*

1-e. Adım: Birinci etap anket analizlerinin yapımı; *1-d. adımındaki sınıflamaya göre anket çalışmasının analizleri istatistiki olarak yapılmıştır. Uygulamada frekans analizi ve yüzdeleme yöntemlerinden faydalanılmıştır.*

1-f. Adım: Taşınmaz değerini etkileyen kriterlerin sıralaması; 1-*e. adımındaki sonuçlara göre yapılaşmamış ve yapılaşmış taşınmazlardaki kriterlerin önemine göre sıralanması yapılmıştır.*

2. Adım: Veri toplama (II. Etap anket çalışması):

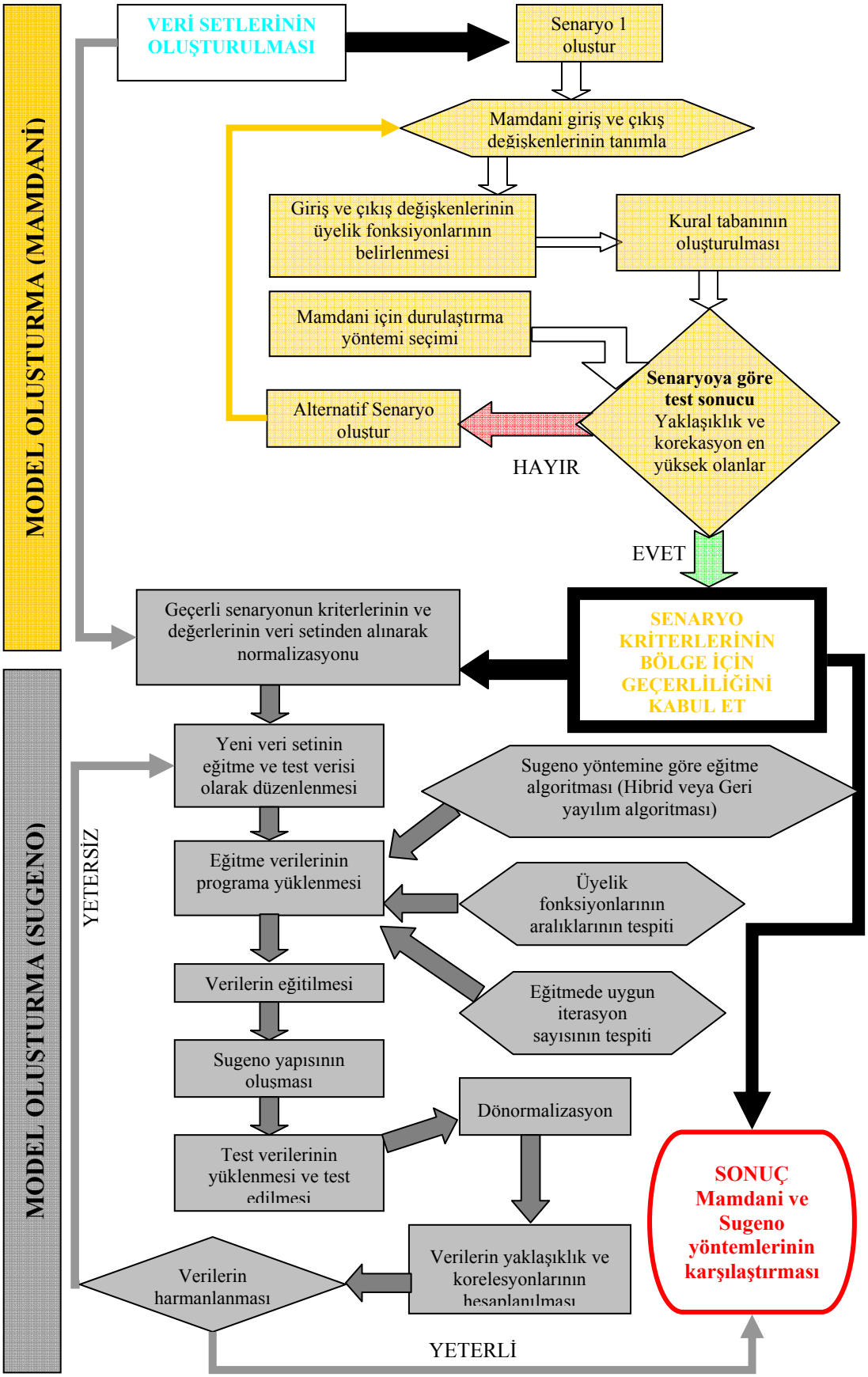
2-a. Adım: Uygulama bölgesi seçimi; *yapılaşmamış ve yapılaşmış olarak Konya bölgesinden iki ayrı alan tespit edilmiştir.*

2-b. Adım: Anket sorularının hazırlanması; *1-f. adımı sonuçlarına göre yapılaşmamış ve yapılaşmış alandaki taşınmazların değerlerini etkileyen kriterler tespit edilerek iki farklı anket hazırlanılmıştır.*

2-c. Adım: Seçilen bölgelerde anketi uygulama; *2-a. adımında seçilen bölgelerde, 2-b. Adımında hazırlanan sorular ile anket uygulanılmıştır.*

2-d. Adım: Anket analizi: *2-c.adımındaki uygulama sonucu toplanılan verilerin her iki bölge için analizleri yapılmıştır.*

2-e. Adım: Veri setlerinin oluşturulması; *2-d. adımından sonra yapılaşmamış alandan 100 veri seti, yapılaşmış alandan ise 120 veri seti analiz sonucu oluşturulmuştur.*



Şekil 4.44. Bulanık mantık metodolojisi ile yapılan çalışmanın iş akış şeması

3. Adım: Mamdani'ye göre model oluşturma;

3-a. Adım: Senaryo 1 oluştur; *2-e. adımına göre değer tespitinde gerektiği düşünülen kriterlerden uygun görülenler ile senaryo 1 oluşturulmuştur.*

3-a-I. Adım: Mamdani için giriş ve çıkış değişkenlerinin tanımla; *3-a.'da kabul yapılan senaryo 1'e göre model oluşturma çalışmaları için taşınmaza ait giriş ve çıkış değişkenlerinin hangileri olacağı belirlenmiştir.*

3-a-II. Adım: Giriş ve çıkış değişkenlerinin üyelik tespiti; *3-a-I. adımındaki değişkenler için üçgen üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur.*

3-a-III. Adım: Kural tabanı oluşturma; *3-a-II. adımındaki üyeliklere göre kurallar oluşturulmuştur.*

3-b. Adım: Durulaştırma; *çıkış değişkeninin tespiti için durulaştırma yöntemlerinden sentroid yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca diğer durulaştırma yöntemleri de uygulanılarak karşılaştırılmaları yapılmıştır.*

3-c Adım: Senaryoya göre test sonucu; *3-b ve 3-a-III.'e göre veriler test edilerek yaklaşıklık ve korelasyonları hesaplanmıştır.*

3-c-I. Adım: Hayır; *3-c.'deki oranlar kabul edilmemiş ise 3-a-I.'e gidilerek işlem adımları tekrarlanmıştır.*

3-c-II. Adım: Evet; *3-c.'deki senaryonun yaklaşıklık ve korelasyonu kabul edilebilen oranlarda ise işlem tamamlanmıştır.*

3-d. Adım: Senaryo kriterlerinin bölge için geçerliliğinin kabulü; *3-c-II. adımında kabul edilen senaryonun kriterleri geçerli sayılmıştır.*

4. Adım: Sugeno'ya göre model oluşturma;

4-a. Adım: Normalizasyon; *3-d. adımındaki senaryo kriterleri, 2-e. adımdaki veri setlerinden alınarak normalizasyon yöntemlerinden uygun görülen yönteme göre normalize edilmiştir.*

4-b. Adım: Veri setinin eğitme ve test verisi olarak düzenlenmesi; *yapılaşmamış alan ve yapılaşmış alandaki veri setlerinin 2/3'ü eğitmede, 1/3'ü de testte kullanılmıştır.*

4-c. Adım: Sugeno yöntemine göre eğitme algoritması tespiti; *Hibrid veya Geri yayılım algoritmalarından bir seçilerek uygulanılmaktadır. Bu çalışma Hibrit algoritmasına göre uygulanılmıştır.*

4-d. Adım: Üyelik fonksiyonlarının aralıklarının tespiti; *çan eğrisine göre hangi aralık ve üyelik sayısına göre yapılması gerektiği tespit edilerek oluşturulmuştur.*

4-e. Adım: Eğitmede uygun iterasyon sayısının tespiti; *hata hesapları sonuçlarına bakılarak uygun iterasyon sayısı tespit edilmiştir.*

4-f. Adım: Eğitme verilerinin programa yüklenmesi; *4-c,d,e.adımlarında seçilen parametrelere göre 4-b. adımında elde edilen eğitme veri seti programa yüklenilmiştir.*

4-g. Adım: Sugeno yapısının oluşması; *4-f. adımındaki veri seti Sugeno yapısına göre eğitilerek oluşturulmuştur.*

4-h. Adım: Test verilerinin yüklenmesi ve test edilmesi; *4-g. adımında oluşan yapıya 4-b. adımındaki test verileri yüklenerek test edilmiştir.*

4-ı. Adım: Dönormalizasyon; *normalize edilerek çalışıldığı için 4-h. Adımındaki sonuçların gerçek değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu sebepten Sugeno yapısından elde edilen verilere dönormalizasyon yapılmıştır.*

4-i. Adım: Verilerin yaklaşıklık ve korelasyonlarının hesaplanılması; *4-ı. adımından elde edilen sonuçlar ile 2-e. adımındaki veri setlerindeki değerler arasındaki yaklaşıklıkları ve korelasyonları hesaplanmıştır.*

4-h. Adım: Verilerin harmanlanması; *2-e. adımındaki veri setinde homojen dağılımı sağlamak adına eğitme ve test verileri değiştirilerek uygulanılmıştır.*

4-h-I. Adım: yetersiz; *harmanlama yetersiz bulunduğunda 4-b. Adımına geri dönülerek işlemler tekrarlanmıştır.*

4-h-II. Adım: yeterli; ; *harmanlama yeterli bulunduğunda sonuç bölümüne geçilmiştir.*

5. Adım: Sonuç; *3-c. ve 4-h. adımlarında oluşturulan Mamdani ve Sugeno yöntemlerine göre elde edilen yaklaşıklık oranları ve R^2'lerin irdelenmesi ve yorumlanılarak uygun görülen modelin tespiti yapılmıştır.*

4.5.1. Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda Mamdani ve Sugeno yapısının karşılaştırması

Yapılaşmamış alanda 14 kriter kullanılarak 11 Senaryo üretilmiştir. Bu senaryolardan Senaryo P6, Mamdani uygulamasında en yüksek oranda doğruluk vermiştir.

Yapılaşmış alanda Mamdani yapında en az kriter kullanarak oluşturulmaya başlanılan toplam 6 Senaryo ile uygulama yapılmıştır. Senaryolardan en yüksek doğruluk Senaryo E3'de elde edilmiştir.

Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanlarda Mamdani ve Sugeno yapısından elde edilen ortalama yaklaşıklık oranları, standart sapma, R^2 değerleri ve doğru denklemleri Tablo 4.9.'da görülmektedir.

Tablo 4.9. Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda Mamdani ve Sugeno yapısından elde edilen ortalama yak. oranı ve R^2 değerleri

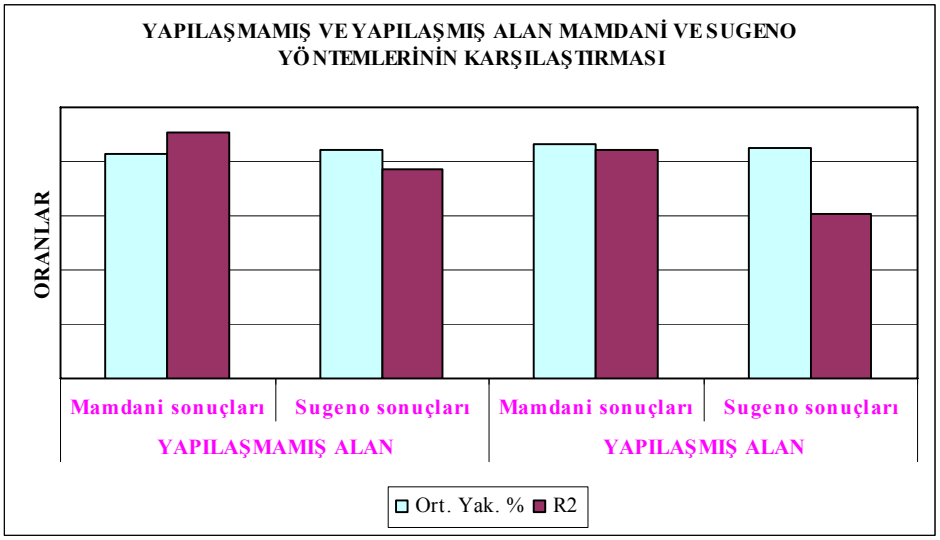
YAPILAŞMAMIŞ ALAN	Ort. Yak. %	Standart sapma	R^2	Denklem
Mamdani sonuçları	82,73	±10,90	0,91	y= 0,8515*x
Sugeno sonuçları	84,60	±14,20	0,77	y= 0,9367*x
YAPILAŞMIŞ ALAN	**Ort. Yak. %**	**Standart sapma**	**R^2**	**Denklem**
Mamdani sonuçları	86,66	±9,57	0,84	y= 0,9908*x
Sugeno sonuçları	84,74	±11,81	0,61	y= 0,9867*x

Tablo 4.9. irdelendiğinde yapılaşmamış alanda elde edilen Mamdani ve Sugeno'ya göre ortalama yaklaşıklık oranları Sugeno'da %84,60 olurken Mamdani'de %82,73 gibi bir oran görülmektedir. Ortalama yaklaşıklık oranlarındaki fark önemsenecek kadar yüksek değildir. Fakat standart sapmalarda Mamdani'deki standart sapma daha düşüktür.

Yapılaşmamış alanda, her iki model için bulunan değerler ile piyasa koşullarındaki değerler arasındaki korelasyonu ifade eden R^2, Mamdani'de 0,91 gibi yüksek çıkarken, modellerin doğruluğunu gösteren doğru denklemi Sugeno sonuçlarına göre en uygun gözükmektedir.

Tablo 4.9'da görüldüğü gibi yapılaşmış alanda Mamdani yapısındaki ortalama yaklaşma oranı Sugeno'ya göre daha yüksektir. Yapılaşmamışta olduğu gibi aralarında önemsenecek bir fark bulunmamaktadır. Mamdani yapısından elde edilen ortalama yaklaşıklık oranlarının standart sapması ise Sugeno'ya göre daha düşüktür.

Mamdani ve Sugeno'dan elde edilen yapılaşmış alan değerleri ile piyasadan alınan değerler arasındaki korelasyon Mamdani'de R^2= 0.84, Sugeno'da R^2= 0.61 gibi bir değer alması arasında dikkate alınacak derecede fark bulunduğunu göstermektedir. Modelin doğruluğunu ifade eden denklemde doğru eğimi 1'e en yakın olan yapı Mamdani olduğu görülmektedir. Fakat aralarındaki fark göz ardı edilebilecek kadar azdır. Şekil 4.45'de Tablo 4.9.'un grafiksel gösterimi mevcuttur.



Şekil 4.45. Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda Mamdani ve Sugeno karşılaştırması

Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanların her ikisinde de modellerin standart sapmaları ve korelasyonlarının karşılaştırılması uygun görülmüştür. Çünkü ortalama yaklaşıklıklar her iki alanda ve her iki modelde birbirine çok yakın değerler almasından dolayı karşılaştırmada esas alınmamıştır.

Sonuçlar irdelendiğinde taşınmaz değerlemesinde bulanık mantığın kullanılabilirliği görülmektedir. Bulanık mantıkta Mamdani ve Sugeno yapıları ile seçilen kriterler baz alınarak model üretilebileceği görülmüştür. Hangi yapının taşınmaz değerleme için daha uygun olacağını belirlemede varılan sonuçlar kapsamlı bir şekilde sonuç bölümünde irdelenmektedir.

5. SONUÇ

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bulanık mantık metodolojisi ile yapılan uygulamada Mamdani ve Sugeno sistemleri kullanılarak, yapılaşmamış ve yapılaşmış alanlarda farklı kriterler ile senaryolar üretilmiştir. Üretilen senaryo sonuçlarına göre, seçilen bölgeler için en uygun model aşağıdaki kriterler ile Mamdani bulanık yapılarında oluşmuştur.

Yapılaşmamış Alan

- **Konut alanı**
- Parselin ada içerisindeki konumu
- Cephe uzunluğu
- Cadde genişliği
- Kat sayısı
- **Konum puanı** (Arsanın bulunduğu bölgeye göre)

Yapılaşmış Alan

- **Konut alanı**
- Binanın yaşı
- Kaç katlı ve kaçıncı kat olduğu
- Daire ve binaya ait özellik puantajı
- **Konum puanı** (Dairenin bulunduğu semte göre)

Yapılaşmamış ve yapılaşmış alanda yapılan çalışmanın sonucundaki oluşturulan modeller için konut alanı ve konum puantajı ortak kriterlerdir. Bu kriterlerde kullanılan üyelik fonksiyonları, aralıkları ve üyelik sayısı da dahil olmak üzere kullanılan değerler bire bir aynıdır.

Yukarıdaki kriterlerle Mamdani yapısında oluşturulan modeller, modelin güvenilirliğini araştırmak adına Sugeno yapısına göre de test edilmiştir. Bu alanlar için Mamdani ve Sugeno yapılarından elde edilen ortalama yaklaşıklık oranları ve bu oranların standart sapması aşağıda görülmektedir.

Yapılaşmamış Alan	*Yapılaşmış Alan*
Mamdani %82,73±2*10,90	Mamdani %86,66±2*9,57
Sugeno %84,60±2*14,20	Sugeno %84,74±2*11,81

Piyasada oluşmuş taşınmaz değerlerinin doğruya en yakın değerler olduğu kabul edilerek Mamdani ve Sugeno'ya göre bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır. Yaklaşma oranları piyasada oluşan değer %100 ise model kullanılarak hesaplanan değerin, % ne kadar doğru olacağı hesaplanarak bulunmuş ve ortalaması alınmış değerlerdir. Standart sapmalar ise, ortalama yaklaşıklık değeri olarak ifade edilen bu % oranının, veri setindeki diğer yaklaşıklık oranları ile birlikte değerlendirilmesi sonucu hesaplanmıştır.

Açlar ve Çağdaş (2002)'de yaptıkları çalışmada değerlemede, ortalama değerden sapma miktarı olarak %15 kabul etmektedir. Bu durumda ortalama yaklaşıklık ve standart sapmaları bulunan değerler için ortalamadan %15 sapma sınırları bulunarak aşağıda özetlenmektedir:

Yapılaşmamış Alan		*Yapılaşmış Alan*	
Mamdani	%10,90< %12,45	Mamdani	%9,57 < %13,05
Sugeno	**%14,20>%12,75**	Sugeno	%11,81 < %12,75

Bu değerlerden ilki veri setinin standart sapması, ikincisi ise kabul edilebilir standart sapma sınırını ifade etmektedir. Kabul edilebilir sapma sınırı, ortalama yaklaşıklık değerinin %15'idir. Yukarıdaki değerlere göre yapılaşmamış alanda uygulanan Sugeno yöntemine göre tespit edilen standart sapma sınırı kabul edilebilir standart sapmadan büyük çıkmıştır. Bu sebepten yapılaşmamış alandaki veri setinden eleme yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Diğer oranlar sınırın altıda kaldığı için kabul edilmiştir. Bir başka ifade ile bu çalışmanın sonucunda Konya bölgesi verileri ile yapılan taşınmaz değerlemesinde yapılaşmamış alan için Sugeno uygun modelleme tekniği olarak önerilmemektedir.

Oluşturulan modelin güvenilirliğini araştırmak için yapılaşmamış alanda Mamdani, yapılaşmış alanda hem Mamdani hem de Sugeno yapılarının güven aralıkları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$a = \frac{c * s}{\sqrt{n}} \qquad (5.1)$$

c: bir katsayı

s: standart sapma

n: veri sayısı

Doğruluk aralığı= Ort. Yak. ± c (5.2)

c katsayısı, (n-1) serbestlik derecesi ve γ güven katsayılarına bağlı olarak belirlenir. Taşınmaz değerlemede sapma değerlerinin genelde büyük olmasından dolayı güven aralığını γ %95 seçmek doğrudur (Açlar ve Çağdaş 2002).

Buna göre:

- ✓ Yapılaşmamış alanda Mamdani'ye göre:

Doğruluk aralığı= %82,60 ± %2,18 : %80,42 - %84,78

- ✓ Yapılaşmış alanda Mamdani'ye göre:

Doğruluk aralığı= %86,66± 1,73 : %84,93 - %88,39

- ✓ Yapılaşmış alanda Sugeno'ya göre:

Doğruluk aralığı= %84,74±1,13 : %83,61 – %85,87

aralıklarında yapılan çalışmanın doğruluklara ulaşılabildiği görülmektedir.

Yukarıdaki sonuçlar irdelendiğinde yapılaşmamış alanda Mamdani bulanık yapısına göre yaklaşıklık oranlarının doğruluğu %80,42- %84,78 aralığında elde edilmiştir.

Yapılaşmış alan için ise Mamdani bulanık yapısına göre hem ortalama yaklaşıklık, hem de aralığı Sugeno bulanık yapısına göre daha iyi elde edildiğinden Mamdani bulanık yapısında model oluşturmanın uygun olacağı ifade edilebilir.

Yapılaşmış alan için Mamdani bulanık yapısının doğruluğu %84,93-%88,39 bulunmuştur.

Ayrıca yapılan çalışmanın doğruluğunu desteklemek adına, oluşturulan model yardımıyla hesaplanabilen Mamdani ve Sugeno değerleri ile piyasa değerleri arasında doğrusal bağıntı beklenmektedir. Bu bağıntı ve veriler arası korelasyonu ifade eden $R^{2'}$ ler hesaplanmış ve aşağıda sunulmuştur.

Yapılaşmamış Alan		*Yapılaşmış Alan*	
Mamdani R^2= 0,91	y= 0,8515*x	Mamdani R^2= 0,84	y= 0,9908*x
Sugeno R^2= 0,77	y= 0,9367*x	Sugeno R^2= 0,61	y= 0,9867*x

Korelasyonu ifade eden R^2 1'e yaklaştıkça korelasyon yani modelden elde edilen taşınmaz değerleri ile piyasa değerlerinin birbirine yaklaştığı anlaşılmaktadır. Oluşturulan modelin doğruluğunu ifade eden doğru denkleminden de eğim yani x'in katsayısı 1'e yaklaştıkça modelden hesaplanan değerle ölçülen değerin eşit olduğu anlaşılmakta modelin güvenilirliği artmaktadır. Elde edilen bu sonuçlara göre yapılaşmamış alanda Mamdani çıkış değerleri ile piyasa değerleri arasındaki ilişki 0,91 gibi yüksek bir oranda bulunmuştur. Sugeno'nun korelasyon katsayısı, Mamdani'ye göre göz ardı edilemeyecek oranda düşüktür. Modeli ifade eden doğru denklemlerine bakıldığında, eğim 1'e en yakın Sugeno yapısında elde edilmiştir. Bir başka ifade ile yapılaşmamış alanda korelasyona göre Mamdani'de daha iyi sonuç elde edilirken, modelin doğru denklemine göre Sugeno'nun daha iyi olduğu gözlenmektedir. Yapılaşmış alanda elde edilen korelasyon katsayısı yani R^2, Mamdani ile Sugeno bulanık yapıları için oldukça faklıdır. Mamdani bulanık yapısı için elde edilen doğru eğimi 1'e en yakın olandır. Yapılaşmış alandaki bu sonuçlara göre Mamdani bulanık yapısının değerlemede kullanmaya elverişli olduğu görülmektedir.

Her iki uygulama bölgesinde ve her iki sisteme göre oluşturulan yapılarda bulunan yaklaşma oranlarının, değer kavramının subjektif yaklaşım olmasından dolayı, kabul edilebilir oranlarda olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılaşmamış alanda Sugeno bulanık yapısında elde edilen değer Mamdani'ye göre yüksek çıkmıştır. Ancak bu yöntemin kullanılabilirliği uygun sayıda ve sağlıklı

veriler elde bulunduğu zaman mümkündür. Sugeno yapısı gereği, veri seti oluşturulması ve bu veri setine göre verilerin eğitme ve test olarak ayrılması gerekmektedir. Sugeno yapısı eğitme verileri ile model oluşturmakta, test verileri ile modeli irdelemektedir. Sugeno yapısında oluşan üyelikler için çok fazla uzman bilgisi gerekmemektedir. Bu yüzden veri seti ile elde edilen bu doğruluk her zaman ulaşılabilecek doğruluk olarak ifade edilemez. Sugeno bulanık yapısı, oluşturan kişilerin; eğitme ve test veri seçimi, üyelik aralıkları, iterasyon veya algoritma tercihlerine göre de değişkenlik gösterecektir. Hatta aynı kullanıcı için ayrı zamanlı aynı uygulamadaki Sugeno yapısı ve sonuçlar farklı çıkabilecektir.

Ülkemizde taşınmaz değerlerinin tespiti için bulanık mantık metodolojisi kullanılan herhangi bir çalışma mevcut değildir. Taşınmaz değer tespitinde literatürde bu yöntemin uygulama örneklerine fazla rastlanılmamıştır. Sarpoulaki vd. (2002) oturulabilir konut için yaptıkları çalışmada Mamdani yapısını kullanmış, bazı kriterlerle ilgili değerleri bu çalışmada yapıldığı gibi ölçekli haritalardan elde etmişlerdir. Mamdani tipindeki bulanık yapıda konutun pozisyonu (konumu), maliyeti, boyutları ve diğer özellikleri giriş değişkeni uygun konut için kullanıcı tanımı ise çıkış değişkeni olarak tanımlanılmıştır. Sarpoulaki vd. (2002) tarafından kullanılan kriterler ile bu tezde kullanılan kriterler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bunun sebebi ise önceden de belirtildiği üzere bölgesel özelliklere bağlı kriter seçiminin değişkenlik göstermesidir. Kriter seçimi ülkeden ülkeye, hatta kentten kente farklılar gösterebilir.

Bonisssone ve Cheetham (1997)'nin çalışmalarında yöntem karşılaştırması yapılarak kullanılan yöntemlerin ortalama hatalarını aşağıdaki şekilde ifade etmişlerdir.

Veri ihtiyacı	**Kullanılan metot**	**Hata(ortalama)**
2 kriter	Alanda $/ft.^{2}	%10
10 kriter	İstatistik formül	%8
10 kriter	**Bulanık-sinir ağı(Sugeno)**	**%7**
(11-30) kriter	**Bulanık (Mamdani)**	**%5**
Bölge denetiminde	Kişisel değerlendirici	%3

Bonisssone ve Cheetham (1997)'nin sonuçlarından görüldüğü gibi farklı kriterler ve farklı yöntemlere göre yapılan uygulamada en düşük hata oranı Mamdani yapısında 11 ila 30 kriter seçilerek yapılan uygulamadadır. Çalışmada kullanılan kriterlere ilişkin ayrıntılı bilgi bulunmamaktadır.

Sunulan bu çalışmada bulanık mantık metodolojisinin kullanılabilirliğinin yanı sıra ideal kriter kombinasyonlarının seçiminin alternatif senaryolar yardımı ile yapılabilirliğinin ortaya konması yoluna gidilmiştir. Kentsel mekanlar için Mamdani bulanık yapısının yapılaşmamış ve yapılaşmış alanlarda model oluşturmada en uygun sonucu verdiği söylenebilir. Bu çalışma ile ülke koşullarına uygun, modüler bir yapı oluşturularak (Şekil 4.43-4.44) daha az kriter ile kabul edilebilir doğruluklara ulaşılmıştır. Oluşturulan çalışma modeli genel bir taşınmaz değerleme yöntemi olarak her bölgeye uygulanabilir niteliktedir. Değişen en önemli unsur bölgesel verilerin modelde önerilen şekilde toplanabilmesi ve değerlendirilebilmesidir.

5.2. Öneriler

Taşınmaz değerini etkileyen kriterler yöresel faktörlere ve tercihlere göre değişkenlik göstermesinin yanı sıra her bölgede farklı değer aralıklarında olacaktır. Bu çalışmada oluşturulan modelde bulunan ortak kriterler kullanılarak ve değer aralıkları bölgeye göre uyarlanarak model farklı bölgeler için çalıştırılabilir. Ayrıca çalışmada oluşturulan senaryolar farklı alanlar için istenilen hassasiyete bağlı olarak kullanılabilir.

Oluşturulan modelin kentsel bazda uygulamaları için yüksek kapasiteli bilgisayar donanımının bulunması gerekmektedir. Kural tabanının geniş tutulması bilgisayar donanımının kapasitesine bağlıdır; kentsel bazda daha geniş alanda çalışma yapılabilmesi ve doğruya mümkün olduğunca yakın sonuçlar elde edilebilmesi ise kural tabanının genişliği ile sağlanabilmektedir.

Taşınmaz değer tespiti ülke ekonomileri için büyük öneme sahiptir. Değerlerin doğru tespit edilip vergi, kamulaştırma, mortgage vb. uygulamalara konu olması değer tespiti için uygun model oluşturma çalışmalarını zorunlu kılmaktadır.

Günümüzde her alanda kullanıma giren bilgi sitemleri, Taşınmaz Bilgi Sistemi amaçlı kullanılabilir. Taşınmaz değerlemesine gerek duyan uygulamalara altlık oluşturacak taşınmaz değer haritaların üretilmesi, sağlıklı veri tabanı ve uygun model ile sağlanacaktır. Bulanık mantık metodolojisinin taşınmaz değer tespitinde kullanılabilir bir yöntem olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

6. KAYNAKLAR

Açlar A., 1977, "Kentsel Alanlarda Taşınmaz Değerinin Saptanması Ve Stokastik Yöntemlerin Uygulanmasına İlişkin Bir Araştırma", Doçentlik Tezi, İstanbul Devlet Mimarlık Mühendislik Akademisi, İstanbul.

Açlar A., Çağdaş V., 2002, "Taşınmaz (Gayrimenkul) Değerlemesi", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Anakara, ISBN 975-365-551-0

Akyılmaz O., Ayan T., 2003, "Bulanık Mantık ve Jeodezide Uygulama Alanları", 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara

Akyılmaz, O., 2005, Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Jeodezide Uygulamaları, doktora tezi, İ.T.Ü., fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Akyılmaz, O., Kutterre, H., 2004, "Prediction of Earth Rotation Parameters by Fuzzy Inference Systems", J. of Geodesy, Vol. 78 No. 1-2, pp. 82-93

Alpar, R., 1997, Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlere Giriş-1, Ankara, Bağırgan Yayınevi, Sayfa 69-73.

Alpar R., 2001, "Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik", Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, Sayfa: 65-74.

Arıcı Ş., Özkan G., Erdi A., 2002,"Kentsel Alanlarda Taşınmaz Değerlerinin Belirlenmesi ve Konya Örneği", Selçuk Üniversitesi Jeo. ve Foto. Müh. Öğretiminde 30. Sempozyumu, Konya, Sayfa: 127-139.

Assimakopoulos JH., Kalivas DP., Kollias VJ., 2003, "AGIS-Based Fuzzy Classification for Mapping The Agricultural Soils for N-Fertilizers Use", Science of The Total Environment, Elsevier Science BV, Amsterdam, Pages 19-33.

Bagnoli C., Smith H. C., 1998, "The Theory of Fuzz Logic and its Application to Real Estate Valuation", Journal Of Real Estate Research, Vol. 16, No. 2, pages 169-199.

Balcı, A., 2004, "Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntem", Teknik ve İlkeler, Pegem A Yayıncılık, Ankara.

Baş, T., 2002, "Anket Hazırlama Kılavuzu" Sistem Yayıncılık, İstanbul, sayfa:175.

Baykal N., Beyan T., 2004, "Bulanık mantık İlke ve Temelleri", Bıçakçılar Kitabevi, Ankara.

Bonisssone P. P., Cheetham W., 1997, "Financial Applications Of Fuzzy Case-Based Reasoning To Residential Property Valuation", Fuzz-IEEE'97, pages 37-44.

Brondino N. C. M., Silva A. N. R., 1999, "Combining Artificial Neural Networks and GIS for Land Valuation Purposes", Computers in Urban Planning and Manegement, Venice, Italy 9.

Brown R. K., 1967, "Real Estate Economics An Introduction to Urban Land Use", Hounghton Mifflin Company, Boston.

Cechin A., Souto A., Gonzalez M. A., 2000, "Real Estate Value at Porto Alegre City Using Artificial Neural Networks", IEEE, pages 237-242.

Çervatoğlu, N., 2004, “Endüstriye Dönük Uygulamalı: Gömülü sistemlerle Bulanık Mantık”, Bileşim yayınları, Ankara, Fuzzy Logic For Embedded Systems Applications’den Çeviri.

Dilmore G., 1993,“ Fuzzy Set Theory: An Introduction to its Application for Real Estate Analysts, Paper presented at the annual conference of the American Real Estate Society in Key West, Florida.

Elmas Ç., 2003, “Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık mantık)”, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Ertaş, M., 2000, “Kentsel Alanlarda Taşınmaz Mal Değerlemesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Doktora Tezi, İstanbul.

Hansen, H. S., 2003, “A Fuzzy Logic Approach to Urban Land-Use Mapping”, Scan GIS’2003-on-line Papers.

Heine, K., 2001, “Potential Application of Fuzzy Methods in Geodetic Fields”, First International Symposium on Robust Statistics and Fuzzy Techniques in Geodesy and GIS, Switzerland.

Jang, J. S. R. ve Sun, C. T., 1995. “Neuro-Fuzzy Modeling and Control”, Proc. of the IEEE Special Issue on Fuzzy Logic in Engineering Applications, 83 (3): 378-406.

Jang, J. S., Gulley, N., 2001 “Matlab Fuzzy Logic Toolbox”, The Math Work Inc., Version 2.

Kaptan, S., 1993, ”Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri”, Rehber Yayınevi, Ankara s:138.

Karafaoğlu, M., Okyay, E., Mart 1977,"Anket sorularının Özellikleri" Pazarlama Dergisi, Sayı 3 s.s: 47-54.

Karafaoğlu M., 1998, "Sağlık Hizmetleri Pazarlaması", İşletme Fakültesi Yayın No.271, İstanbul.

Karasar, N. 1982., "Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, İlkeler, Teknikler", Ankara.

Klir G. J., Floger, T.A., 1988, "Fuzzy Sets, Uncertainty and Information , Prentice Hail International, London, UK.

Kollias VJ., Kalivas DP., Yassoglou NJ., 1999, "Mapping The Soil Resources of a Recent Alluvial Plain in Greece Using Fuzzy Sets in a GIS Environment", European Journal of Soil Science, Blackwell Science Ltd., Oxford, Pages 261-273.

Kurtuluş, K., 1983, "İşletmelerde Araştırma Yöntem Bilimi" İ.Ü.İşletme Fakültesi Y.N:145 İstanbul, s.198.

Lee Y. L., Yeh K. Y., 2003, "Fair Evaluation of Real Estate Value in Urban Area Via Fuzzy Theory", Submission Paper at 10th European Real Estate Society Conference, Helsinki.

Lokshina I. V., Hammerslag M. D., Insinga R. C., 2003, "Applications of Artificial Intelligence Methods for Real Estate Valuation And Decision Support", Hawaii International Conference on Business, Honolulu, Hawaii, USA.

Mamdani, E.H., Assilian, S., (1975), "An Experiment in Linguistic Synthesis with A Fuzzy Logic Controller", Int. Journal of Man-Machine Studies, 7(1), 1-13.

Nguyen N., Cripps A., 2001, “Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks”, Jrer, Vol. 22, No.3, Paper 313-336.

Nişancı R., 2005, “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Nominal Değerleme Yöntemine Dayalı Piksel Tabanlı Kentsel Taşınmaz Değer Haritalarının Üretilmesi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

Ölgen M. K., 2003, “Yapay Zeka ve Coğrafya”, International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks – TAINN, İzmir Türkiye.

Özkan G., Yalpır Ş., Uygunol O., 2007, “An Investigation on The Price Estimation of Residential Real-Estates By Using Artificial Neural Network and Regression Methods”, ASMDA2007, Chaina, Yunanistan.

Pagourtzi E., Assimakopoulos V., Hatzichristos T., French N., 2003, Practice Briefing Real Estate Appraisal: A Review of Valuation Methods, Journal of Property Investment & Finance, volume 21, No. 4.

Pagourtzi E., Assimakopoulos V., 2003, “Development of Real Estate Evaluation System with The Use of G.I.S. Technology”, Ktı Welcomes You To The 10th European Real Estate Society Conference in Helsinki ERES 2003, Finland.

Ring A. A., 1972, “Real Estate Principles and Practices”, Englewood Cliffs, New Jersey, ISBN: 0-13-765800-1.

Robinson V. B., 2002, “Some Implications of Fuzzy Set Theory Applied to Geographic Databases”, Computer, Environment and Urban Systems, Vol. 12, Issue 2, Pages 89-97.

Samadzadegan F., Abbaspour R. A., Sarpoulaki M., 2002, "The Design and Implementation of an Urban Decision Suppport System Based on Artificial Intelligence Concepts", IAPRS, Vol. 34, Commission 2, Xi'an.

Sarpoulaki M., Samadzadegan F., Ababspour R., 2002, "Fuzzy Based Spatial Query And Analysis in An Urban Information System", Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Ottawa.

Schneider M., 1999, "Uncertainty Management for Spatial Data in Databases: Fuzzy Spatial Data Types", Advances in Spatial Databases Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag Berlin, Berlin, Pages 330-351.

Sencer, M., Sencer, Y., 1978, Toplumsal Araştırmalarda Yöntem Bilim, Ankara, TODAIE Yayınları No: 172.

Sugeno M., 1985, "An Introductory Survey of Fuzzy Control", Inf. Sci., Vol. 36, sayfa: 59-83.

Şen Z., 2001, "Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri", Bilge Sanat Yapım Yay. Tant. Kağ. Turz. San. Tic. Ltd. Şti., İstanbul, ISBN: 975-8509-23-3.

Şen Z., 2002, "Bilimsel Düşünce ve Matematik Modelleme İlkeleri", Su Vakfı Yayınları, İstanbul, ISBN: 975-6455-00-4.

Şen, Z., 2004, Mühendislikte Bulanık(Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri, İstanbul, Su Vakfi Yayınları.

Takagi T., Sugeno M., 1985, "Fuzzy İdentification Of Systems And İts Application To Modelling And Control", IEEE Trans. On Systems, Man, and Cybernetics, 15(1): 116-132.

Woodcock C. E., Gopal S., 2000, “Fuzzy Set Theory and Tematic Maps: Accuracy Assessment and Area Estimation”, Int. J. Geographical Information Science, Vol. 14, No. 2, Pages 153-172.

Worzala E. M., Lenk M., Silva A., 1995, “An Exploration of Neural Networks And Its Application to Real Estate Valuation”, Journal of Real Estate Research, Vol. 10, No. 2, Pages 185-201.

Yalpır Ş., Özkan G., Tezel G., 2006, “The Investigation Of Usability Of Artificial Neural Networks In The Determination Of Residential Real-Estate Prices”, AMSE2006, Konya, Sayfa:1103-1106.

Yılmaz M.,Arslan E., 2005, “Bulanık Mantığın Jeodezik Problemlerin Çözümünde Kullanılması”, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ, İstanbul.

Yomralıoğlu T., 1993, “A Nominal Asset Value-Based Approach for Land Readjustment and Its implementation Using Geographical Information Systems, Doktora tezi, Newcastle üniversitesi, UK.

Yomralıoğlu T., 1997, ”Taşınmazların Değerlendirilmesi ve Kat Mülkiyeti Mevzuatı”, JEFOD-Kentsel Alan Düzenlemelerinde İmar Planı Uygulama Teknikleri, Trabzon Sayfa: 153-169.

Yomralıoğlu T., 2000, “Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamaları”, Seçil Ofset, İstanbul, ISBN: 975-97369-0-X, İstanbul.

Yung L. L., Kuang Y.Y., 2003, “Fair Evaluation of Real Estate Value in Urban Area via Fuzzy Theory”, At 10th European Real Estate Society Conference, Helsinki, June 10-13.

Zadeh L. A., 1965, “Fuzzy Sets”, Information and Control, Vol. 8, Sayfa: 338-353, Academic Pres, New York.

Zadeh L. A.,, 1973.” Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision process”, IEEE Trans. On Systems Man and Cybern, SMC-3, sayfa: 28-44.

Zadeh L. A., 1997, “Toward a Theory of Fuzzy Information Granulation and Its Centrality in Human Reasoning and Fuzzy Logic”, Fuzzy Sets and Systems, 90 111-127.

Zeng T. Q., Zhou Q., 2001, “Optimal Spatial Decision Making Using GIS: A Prototype of a Real Estate Geographical Information System (REGIS)”, Int. J. Geographical Information Science, Vol. 15, No. 4, Pages 307-321.

Zhu A-X., Lawrence E., Band L. E., Dutton B., Nimlos T. J., 1999, “Automated Soil Inference Under Fuzzy Logic”, Science Direct-Ecological Modeling, Vol. 90, Issue 2, Pages 123-145.

Zhu X. A., Hudson B., Burt J., Lubich K., Simonson D., 2001, “ Soil Mapping Using GIS, Expert Knowledge, and Fuzzy Logic, Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1463-1472.

URL1: 2004, http://www.beyinonline.com.(26.08.2004)

URL2: 2004, http://www.backpropagation.netfirms.com/ysa.htm, (15.09.2004)

URL3: 2007, http://www.7aralık.com.(23.05.2007)

URL4: 2005, http://www.cems.uwe.ac.uk/˜xzhang/PDF/MSc/Fuzzy%20Logic.pdf, (23.11.2005)

URL5: 2005, http://www.mathworks.com/access/helpdesk/ help/toolbox/ fuzzy, (23.11.2005)

URL6: 2007, http://www.kutuphanem.net, (15.05.2007)

URL7: 2003, http://knuth.cs.bilgi.edu.tr/~robotik/dokumanlar/misc/ yapay sinir aglari. doc. (10.11.2003)

EKLER

EK-A. BİRİNCİ ETAP ANKET ÇALIŞMASI 170

EK-A.1. Birinci Etap Anket Soruları 171

EK-A.2. Birinci Etap Anket Analizi 174

EK-B. İKİNCİ ETAP ANKET ÇALIŞMASI 195

EK-B.1. İkinci Etap Anket Soruları 196

EK-B.2. Yapılaşmamış Alan Veri Seti 198

EK-B.3. Yapılaşmış Alan Veri Seti 201

EK-B.4. Yapılaşmamış Ve Yapılaşmış Alana Ait Regresyon Hesabı 206

EK-C. YAPILAŞMAMIŞ ALANDA MAMDANI VE SUGENO YÖNTEMLERİNE GÖRE TEST SONUÇLARI 208

EK-D. YAPILAŞMIŞ ALANDA MAMDANI VE SUGENO YÖNTEMLERİNE GÖRE TEST SONUÇLARI 223

EK-A. BİRİNCİ ETAP ANKET ÇALIŞMASI

EK-A.1. BİRİNCİ ETAP ANKET SORULARI

EK-A.2. BİRİNCİ ETAP ANKET ANALİZİ

Ek-A.1. Birinci Etap Anket Soruları

İyi günler,
Bu çalışma, S.Ü Mühendislik-Mimarlık Fakültesinde hazırlamakta olduğum doktora tezi için yapılmaktadır. Vereceğiniz samimi cevaplar için şimdiden teşekkür ederim.

Arş. Gör. Şükran YALPIR

S1) Nasıl bir evde oturmak istersiniz?
1) Güvenlikli bir site 2) Müstakil ev3) Apartman dairesi 4) Fark etmez

S2) Neden bir ev almak istersiniz? *(önem sırasına göre 1 den başlayarak numara veriniz).*
___1) Kullanmak için
___2) Yatırım yapmak için
___3)Kira gelirinden faydalanmak için
___4) Rant sağlamak için
___5)Diğer……

S3) Aşağıdaki mesafe kavramlarını belirleyiniz. *(satın alınacak bir taşınmazın belli noktalara olan mesafeleri için)*
1) Çok yakın ……m 2) Yakın……....m3) Uzak……..m

S4) Aşağıda kullanacağınız büyüklük kavramlarını belirleyiniz. *(satın alınacak bir evin kullanım alanı için)*
1) Küçük……. ….m^2
2) Normal…… m^2
3) Büyük…… m^2
4) Çok Büyük……. m^2

S5) Satın alacağınız taşınmazın değerinin önceden bilinmesinin sağlayacağı yararları önem sırasına göre sıralayınız
____1) Taşınmazın ekonomik değerindeki değişim izlenmesi
____2) Alım-satım rahatlığı sağlaması
____3)Haksızlıklar önlenebilmesi(Rant elde etmek isteyenlerin önüne geçilebilecek)
____4) Ülke ekonomisine katkı sağlayabilmesi (örn. Vergilendirme rahatlığı)
____5) Varsa ilave düşünceniz…….

S6) Satın almak istediğiniz bir evde aradığınız temel özelikleri sıralayınız
……..

S7) Satın almak istediğiniz bir parselde aradığınız temel özelikleri sıralayınız
……..

---Aşağıdaki Sorular Ev (Konut) Alımıyla İlgilidir. Bir Ev Alacağınızı düşünerek soruları cevaplayınız.----

E1) Alacağınız Evin kullanım büyüklüğü ne olmalıdır?
1) Küçük 2) Normal 3) Büyük 4) Çok Büyük

E2) Evinizin kaç oda olmasını istersiniz?
1) 2+1 2) 3+1 3) 4+1 4) Daha fazla

E3) Evinizin aşağıdaki cephelerden hangisinde olmasını istersiniz?
1) Kuzey-Güney 2) Doğu-Batı 3) Kuzey-Doğu 4) Kuzey-Batı
5) Güney-Doğu 6) Güney-Batı

E4)Evinizin yaşı ne kadar önemlidir?
1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez

E5) Kaç yaşında bir ev tercih edersiniz?

1) 0-5 2) 5-10 3) 10-15 4) Daha fazla

E6) Evinizin kaçıncı katta olmasını tercih edersiniz?

1) Zemin katta 2) Ara katta 3) En Üst katta 4) Önemli değil

E7) Evinizin ısınma şeklinin ne olmasını istersiniz?

1) Sobalı 2) Merkezi sistem 3) Kombi 4) Diğerleri

E8) Evinizin iç ve dış aksesuarı ne kadar önemlidir?*(Örneğin: dolap, boya, dış cephe kaplama vb. gibi özellikleri)*

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E9) Evinizin otoparkının olması ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E10) Asansör varlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E11) Evinizin merkeze ne kadar mesafede olmasını istersiniz?(her semte göre merkez yeri farklı ele alınmalıdır)

1) Merkezde 2) Merkeze çok yakın 3) Merkeze yakın mesafede
4) Merkeze uzak 5) Merkezde olması önemli değil

E12) Evinizin bulunduğu cadde büyüklüğü aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?

1) Cadde 2) Ana yol 3) Ara sokak 4) Önemli değil

E13) Evinizin ulaşım rahatlığı sizce ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E14) Evinizin alış veriş merkezine ne kadar yakın olmasını istersiniz?

1) Çok yakın 2) Yakın 3) Uzak 4) Önemli değil

E15) Evinizin bir okula ne kadar mesafede olmasını istersiniz?

1) Çok yakın 2) Yakın 3) Uzak 4) Önemli değil

E16) Evinizin bulunduğu çevrede oturan insanların sosyal kültürel durumu sizce ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E17) Evinizin cami vb. ibadet yerlerine yakınlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E18) Evinizin park gibi dinlenme alanlarına yakınlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E19) Evinizin sağlık merkezlerine yakınlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E20) Evinizin depreme dayanıklılığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E21) Evinizi seçerken gürültü, kirlilik, enerji nakil hattı vb. bölgelere uzaklığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemsiz
5) Hiç önemsiz

E22) Aşağıdaki taşınmaz özelliklerinin her birini verdiğiniz öneme göre 1 ile 10 arasında puanlayınız.

(1= Hiç önemsiz ve 10=çok önemli)

	Özellikler	**Puan**		**Özellikler**	**Puan**
1	Yola yakınlığı		8	Sosyal-sağlık merkezine yakınlığı	
2	Şehir merkezine yakınlığı		9	Yörede yaşayanların kültürel durumu	
3	Alış veriş merkezine yakınlığı		10	Evin ada içindeki konumu	
4	Güneşe göre konumu		11	İbadet yerlerine yakınlığı	
5	Evin yapı özelliği		12	Apartman dairesi olması	
6	Evin yaşı		13	Müstakil olması	
7	Manzarası				

E23) Yukarıda belirttiğiniz özelliklerdeki bir evin değeri sizce ne kadardır? *Yazınız*…….....YTL**.**

---Aşağıdaki Sorular Parsel (Üzerinde Yapı olmayan Alan) Alımıyla İlgilidir. Bir Parsel Alacağınızı düşünerek soruları cevaplayınız.----

P1) Parselinizin alanının ne büyüklükte olmasını tercih edersiniz?

1) Küçük 2) Normal 3)Büyük 4)Çok Büyük

P2) Parselinizin içine oturtulacak bina alanı ne kadar olmalıdır?

1) Küçük 2) Normal 3)Büyük 4)Çok Büyük

P3) Parselinizin kaç kata imarlı olasını istersiniz?

1) Tek kat 2) 2 kat 3) 3-4 kat 4) 5-8 kat 5) 8+ kat

P4) Parselinizin cephe uzunluğu ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemli değil

P5) Parselinizin konumunun hangisi olmasını isterdiniz?

1) Köşe Başı 2) Ara Parsel 3)Fark etmez

P6) Parselinizin ne tür yola cephe olmasını istersiniz?

1) Cadde 2) Ana yol 3) Ara sokak 4) Önemli değil

P7) Parseliniz aşağıdakilerden hangilerine yakın olmalı, sıralayınız?

1) Okul alanına 2) Alışveriş merkezine 3) Park alanlarına
4) Cami alanına 5) Ana yola

P8) Parseliniz aşağıdakilerden hangilerine uzak olmalı, sıralayınız?

1) Enerji nakil hattı 2) Fabrika/ sanayi bölgesi 3) Hava alanı
4) Atık alanları 5) Taşlık alanlar

P9) Yukarıda belirttiğiniz özelliklerdeki bir arsanın m^2 değeri sizce ne kadardır? Yazınız…….....YTL./m^2

D1. Cinsiyetiniz: 1) Kadın 2) Erkek

D2. Mesleğiniz: ……

D3. Yaşınız: ……

D4. Eğitim: ……..

D5. Aile fert sayınız: (siz dahil): …….

D6. Size ait kaç taşınmazınız var?: ……..

D7. Çocuk sayınız? ……

D8. Anket yapılan mahalle: ……

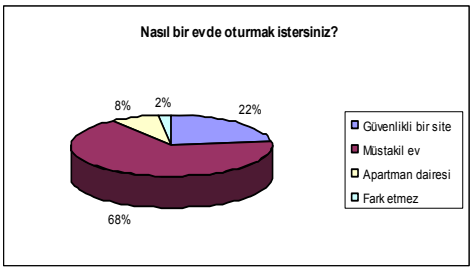
D9.Anket yapılan bölge: ……..

Anketör:…… Adres:

EK-A.2. Birinci Etap Anket Analizi

S1) Nasıl bir evde oturmak istersiniz?
1) Güvenlikli bir site 2) Müstakil ev 3) Apartman dairesi 4) Fark etmez

S1	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Güvenlikli bir site	226	22,4
Müstakil ev	681	67,5
Apartman dairesi	80	7,9
Fark etmez	22	2,2
Toplam	1009	100



S1 sorusuna verilen yanıtlar arasında en yüksek yüzdelik %67,5 ile müstakil eve olan taleptedir.

S2) Neden bir ev almak istersiniz? *(önem sırasına göre 1 den başlayarak numara veriniz).*

___1) Kullanmak için
___2) Yatırım yapmak için
___3) Kira gelirinden faydalanmak için
___4) Rant sağlamak için
___5) Diğer……

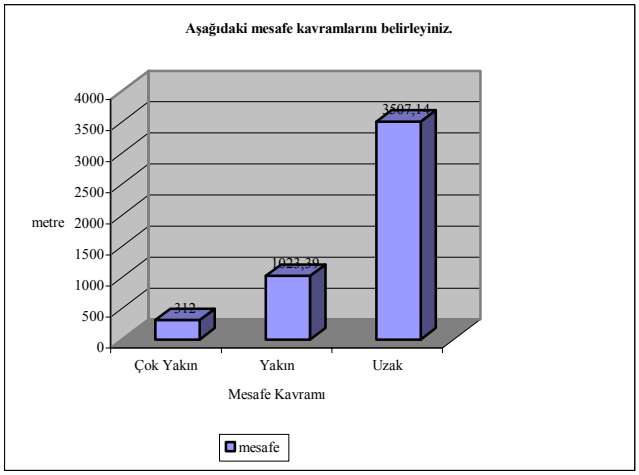
S2	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Kullanmak için	955	94,6
Yatırım yapmak için	919	91,1
Kira gelirinden faydalanmak için	708	70,2
Rant sağlamak için	242	24,0
Diğer	19	1,9



S2 sorusuna anketi cevaplayanların%94,6'sı kullanmak için, %91,1'i yatırım yapmak için ev almak istemektedir.

S3) Aşağıdaki mesafe kavramlarını belirleyiniz. *(satın alınacak bir taşınmazın belli noktalara olan mesafeleri için)*
1) Çok yakın ……m 2) Yakın……....m 3) Uzak……..m

S3	**Frekans Analizi**	**Minumum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
Çok yakın	988	1	5000	312,05	607,939
Yakın	997	3	15000	1023,39	1598,409
Uzak	986	20	500000	3507,14	4355,561
Toplam	984				



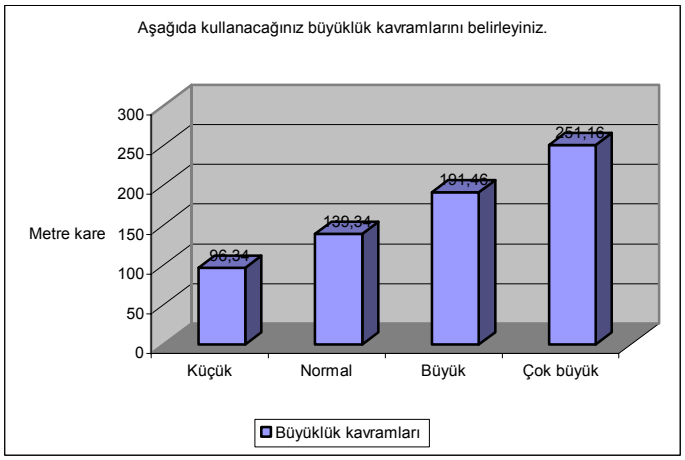
S3 sorusundaki mesafe kavramlarında 312 metreye kadar olan mesafeye çok yakın, 1023 metreye kadar olan mesafeye yakın ve 3507 metreye kadar olan mesafeye ise ankete katılanlar uzak olarak nitelendirmişlerdir.

S4) Aşağıda kullanacağınız büyüklük kavramlarını belirleyiniz. *(satın alınacak bir evin kullanım alanı için)*

1) Küçük……. ….m^2 2) Normal…… m^2

3) Büyük…… m^2 4) Çok Büyük……. m^2

	Frekans Analizi	Minumum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Küçük	994	30	250	96,34	22,694
Normal	1004	80	500	139,34	31,581
Büyük	994	95	700	191,46	54,377
Çok Büyük	980	100	750	251,16	85,046
	979				



S4 sorusundaki satın alacağınız evin kullanım büyüklüğünde $96m^2$'lik küçük, $139m^2$'lik normal, $191m^2$'lik büyük ve $251m^2$'lik çok büyük olarak algılanıldığı görülmektedir.

S5)_ S5.1. Satın alacağınız taşınmazın değerinin önceden bilinmesi önemli mi değil mi? (Evet-Hayır)

S5.1	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Evet	803	79,6
Hayır	206	20,4
Toplam	1009	100,0

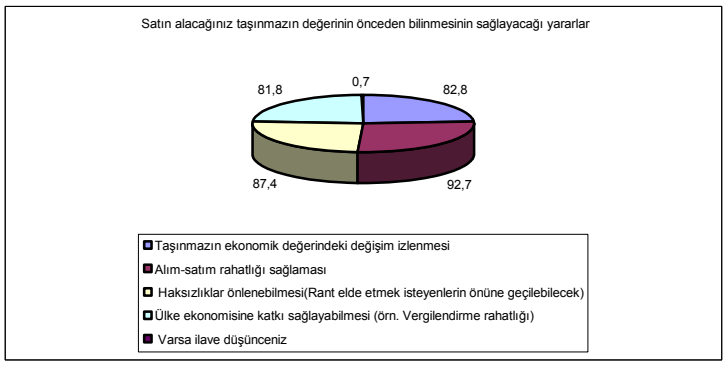


İki kısma ayrılan S5 sorusunun birincisinde Satın alacağınız taşınmazın değerinin önceden bilinmesinin önemli olduğu %79,6 ile belirlenmiştir.

S5.2) Satın alacağınız taşınmazın değerinin önceden bilinmesinin sağlayacağı yararları önem sırasına göre sıralayınız

_____1) Taşınmazın ekonomik değerindeki değişim izlenmesi
_____2) Alım-satım rahatlığı sağlaması
_____3) Haksızlıklar önlenebilmesi(Rant elde etmek isteyenlerin önüne geçilebilecek)
_____4) Ülke ekonomisine katkı sağlayabilmesi (örn. Vergilendirme rahatlığı)
_____5) Varsa ilave düşünceniz…….

S5.2	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Taşınmazın ekonomik değerindeki değişim izlenmesi	665	82,8
Alım-satım rahatlığı sağlaması	744	92,7
Haksızlıklar önlenebilmesi	702	87,4
Ülke ekonomisine katkı sağlayabilmesi	657	81,8
Varsa ilave düşünceniz	6	0,7
Toplam	803	345,5



S5.2 de %92,7 si alım-satım rahatlığı, %87,4'ü haksızlıkların önleneceği, %82,8'i ekonomik değerdeki değişimin izlenebileceğini, %81,8' i ise ülke ekonomisine katkı sağlayacağını düşünmektedirler.

S6) Satın almak istediğiniz bir evde aradığınız temel özelikleri sıralayınız

……..

Ev Özellikleri	Sayı	Yüzde	Oran
Fayans	4	0,2	0,4
Dolap	13	0,8	1,3
İç ve dış kaplama	18	1,0	1,8
Güvenli	87	5,1	8,7
Merkeze yakın	70	4,1	7,0
Güneş görmesi	65	3,8	6,5
Geniş ve ferah	182	10,6	18,2
Komşular	90	5,2	9,0
Ulaşımı rahat	46	2,7	4,6
Merkeze uzak	13	0,8	1,3
Çevreye uygun	26	1,5	2,6
Alım, satım rahatlığı	2	0,1	0,2
Mevkisi	96	5,6	9,6
Güzel ve kullanışlı	192	11,1	19,2
Alışveriş merkezine yakın olmalı	9	0,5	0,9
Anayola bakması	1	0,1	0,1
Balkonu olmalı	18	1,0	1,8
Bahçeli olması	82	4,8	8,2
Yeni	10	0,6	1,0
Kaloriferli	18	1,0	1,8
Asansörlü	6	0,3	0,6
Ucuz	12	0,7	1,2
Müstakil	46	2,7	4,6
Okula yakın	5	0,3	0,5
Sakin	22	1,3	2,2
Depreme dayanıklı, sağlam	310	18,0	31,0
Havuzlu	8	0,5	0,8
Konforlu ve rahat	109	6,3	10,9
Kullanılan malzemelerin kaliteli olması	32	1,9	3,2
Kartonpiyerli	1	0,1	0,1
Mutfağı geniş	10	0,6	1,0
Çevre düzenlemesi güzel olmalı	14	0,8	1,4
Köşe başı	1	0,1	0,1
Isı yalıtımlı	31	1,8	3,1
Çocuk parkı alanı	6	0,3	0,6
Ara kat olmalı	8	0,5	0,8
Otopark	11	0,6	1,1
Kapısı sağlam	3	0,2	0,3
Altyapı	7	0,4	0,7
Küçük	2	0,1	0,2
Havası temiz	14	0,8	1,4
İşe yakın	4	0,2	0,4
Dubleks	8	0,5	0,8
Teras	3	0,2	0,3
Camiye yakın	3	0,2	0,3
Prim yapması	3	0,2	0,3
Sığınağı olmalı	1	0,1	0,1
	1722	100,0	172,0

S6 sorusuna toplamda 47 farklı özellik belirtilmiştir. Bu özelliklerden ilk beşi Depreme dayanıklı ve sağlam, Güzel ve kullanışlı, Geniş ve ferah, Konforlu ve rahat, Mevkisi ön plana çıkmaktadır.

S7) Satın almak istediğiniz bir parselde aradığınız temel özelikleri sıralayınız

……..

Parsel Özellikleri	**Sayı**	**Yüzde**	**Oran**
Geniş	52	4,1	5,4
Güvenli	44	3,4	4,5
Köşe başı	43	3,4	4,4
Mevkisi	240	18,7	24,8
Sağlık merkezlerine yakınlığı	14	1,1	1,4
Komşular	8	0,6	0,8
Küçük	1	0,1	0,1
Çevreye uyumlu	29	2,3	3,0
Anayola yakın	70	5,5	7,2
Yeşil alan olmalı	63	4,9	6,5
Ulaşımı rahat	42	3,3	4,3
Merkeze yakın	125	9,8	12,9
Alım, Satım kolaylığı	31	2,4	3,2
Güneş alması	9	0,7	0,9
Sakin olması	26	2,0	2,7
Altyapı	45	3,5	4,6
İmarlı olması	210	16,4	21,7
Prim yapması	82	6,4	8,5
Zemin sağlamlığı	35	2,7	3,6
Çift cepheli	29	2,3	3,0
Düz olmalı	11	0,9	1,1
Yola ve merkeze uzak	18	1,4	1,9
Manzaralı	16	1,2	1,7
Ucuz	6	0,5	0,6
Vergi borcu olmamalı	11	0,9	1,1
Yamaçta olmalı	2	0,2	0,2
Kullanışlı olmalı	12	0,9	1,2
Kare şeklinde	7	0,5	0,7
	1281	100,0	132,2

S7 sorusuna toplamda 28 farklı özellik belirtilmiştir. Bu özelliklerden ilk beşi Mevkisi, İmarlı olması, Merkeze yakın, Prim yapması ve Anayola yakın olması ön plana çıkmaktadır.

---Aşağıdaki Sorular Ev (Konut) Alımıyla İlgilidir. Bir Ev Alacağınızı düşünerek soruları cevaplayınız.----

E1) Alacağınız Evin kullanım büyüklüğü ne olmalıdır?

1) Küçük 2) Normal 3) Büyük 4) Çok Büyük

E.1	Frekans Analizi	Yüzdelik %
1) Küçük	11	1,1
2) Normal	686	68,0
3) Büyük	280	27,8
4) Çok Büyük	30	3,0
5)	2	0,2
Toplam	1009	100,0



E1 sorusuna ankete katılanların %68 oranla büyük çoğunluğu normal büyüklükte bir evde oturmak istediklerini belirtmişlerdir.

E2) Evinizin kaç oda olmasını istersiniz?

1) 2+1 2) 3+1 3) 4+1 4) Daha fazla

E.2	Frekans Analizi	Yüzdelik %
1) 2+1	34	3,4
2) 3+1	577	57,2
3) 4+1	344	34,1
4) Daha fazla	52	5,2
5)	2	0,2
Toplam	1009	100,0

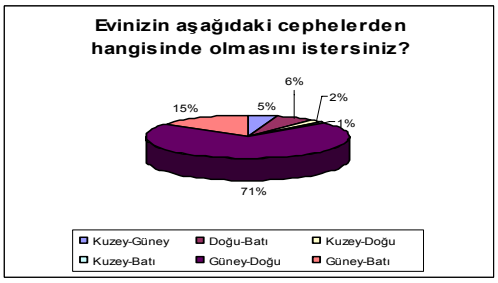


E2 sorusuna ankete katılanların %57,2 oranla büyük çoğunluğu 3+1 odalı bir evde oturmak istediklerini belirtmişlerdir.

E3) Evinizin aşağıdaki cephelerden hangisinde olmasını istersiniz?

1) Kuzey-Güney 2) Doğu-Batı 3) Kuzey-Doğu
4) Kuzey-Batı 5) Güney-Doğu 6) Güney-Batı

E.3	Frekans Analizi	Yüzdelik %
1) Kuzey-Güney	48	4,8
2) Doğu-Batı	58	5,7
3) Kuzey-Doğu	25	2,5
4) Kuzey-Batı	6	0,6
5) Güney-Doğu	723	71,7
6) Güney-Batı	149	14,8
Toplam	1009	100,0



E3 sorusuna verilen yanıtların %71,7 gibi çok büyük oranda güney-doğu cephe tercih etmişlerdir.

E4)Evinizin yaşı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez

E.4	Frekans Analizi	Yüzdelik %
1) Çok önemli	506	50,1
2) Önemli	412	40,8
3) Fark etmez	91	9,0
Toplam	1009	100,0



E4 sorusuna ise evin yaşının %50 ile çok önemli, %40,8 ile de önemli olduğu görülmektedir.

E5) Kaç yaşında bir ev tercih edersiniz?

1) 0-5 2) 5-10 3) 10-15 4) Daha fazla

E.5	Frekans Analizi	Yüzdelik %
1) 0-5	748	74,1
2) 5-10	216	21,4
3) 10-15	23	2,3
4) Daha fazla	22	2,2
Toplam	1009	100,0



E5'e verilen cevaplarda da %74 gibi büyük bir oranda 0-5 yaş arası ev tercih edilmektedir.

E6) Evinizin kaçıncı katta olmasını tercih edersiniz?

1) Zemin katta 2) Ara katta 3) En Üst katta 4) Önemli değil

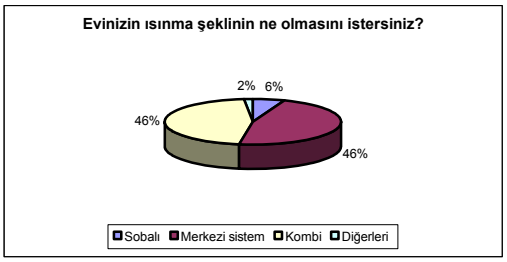
E.6	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Zemin katta	32	3,2
Ara katta	856	84,8
En Üst katta	77	7,6
Önemli değil	44	4,4
Toplam	1009	100,0



E6'ya verilen cevaplarda da %84,8 gibi büyük bir oranda ara kat daireler tercih edilmektedir.

E7) Evinizin ısınma şeklinin ne olmasını istersiniz?
1) Sobalı 2) Merkezi sistem 3) Kombi 4) Diğerleri

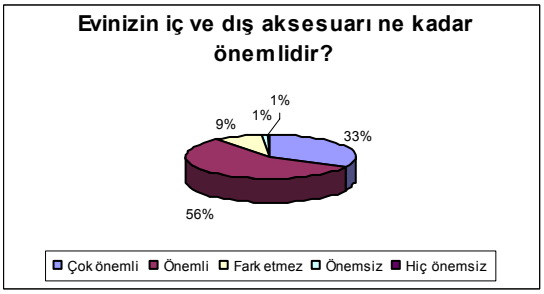
E.7	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Sobalı	59	5,8
Merkezi sistem	470	46,6
Kombi	463	45,9
Diğerleri	17	1,7
Toplam	1009	100,0



E7'de verilen cevaplarda %46,6 ile merkezi sistem istenirken, çok yakın oranda, %45,9 ile de kombi tercih edilmiştir.

E8) Evinizin iç ve dış aksesuarı ne kadar önemlidir?*(Örneğin: dolap, boya, dış cephe kaplama vb. gibi özellikleri)*
1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.8	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	329	32,6
Önemli	569	56,4
Fark etmez	93	9,2
Önemsiz	12	1,2
Hiç önemsiz	6	0,6
Toplam	1009	100,0



E8' e verilen cevaplarda evin içi ve dış aksesuarlar %56,4 ile önemli iken, %32,6 ile de çok önemli olduğu ifade edilmektedir.

E9) Evinizin otoparkının olması ne kadar önemlidir?
1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.9	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	362	35,9
Önemli	507	50,2
Fark etmez	116	11,5
Önemsiz	18	1,8
Hiç önemsiz	6	0,6
Toplam	1009	100,0

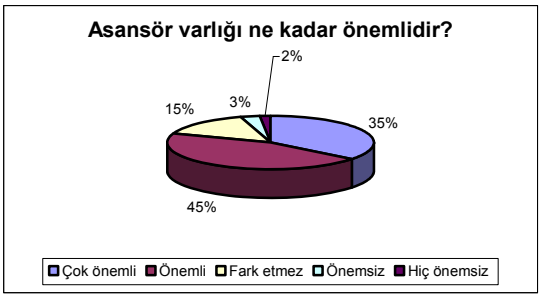


E9' a verilen cevaplarda evin otoparkının olması %50,2 ile önemli iken, %35,9 ile de çok önemli olduğu ifade edilmektedir.

E10) Asansör varlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.10	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	358	35,5
Önemli	454	45,0
Fark etmez	149	14,8
Önemsiz	30	3,0
Hiç önemsiz	18	1,8
Toplam	1009	100,0



E10'a verilen cevaplarda evde asansörün olup olmaması %45ile önemli iken, %35,5 ile de çok önemli olduğu ifade edilmektedir.

E11) Evinizin merkeze ne kadar mesafede olmasını istersiniz?(her semte göre merkez yeri farklı ele alınmalıdır)

1) Merkezde 2) Merkeze çok yakın 3) Merkeze yakın mesafede
4) Merkeze uzak 5) Merkezde olması önemli değil

E.11	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Merkezde	118	11,7
Merkeze çok yakın	148	14,7
Merkeze yakın mesafede	611	60,6
Merkeze uzak	87	8,6
Merkezde olması önemli değil	45	4,5
Toplam	1009	100,0

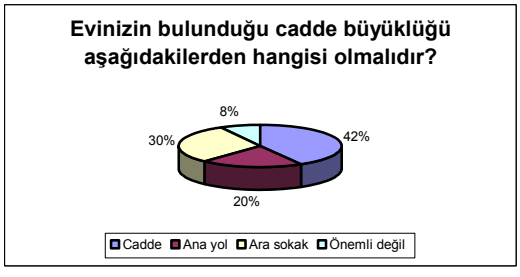


E11' verilen cevaplardan anlaşıldığı üzere ankete katılanların %60,6 oranı merkeze yakın bir ev istemektedirler.

E12) Evinizin bulunduğu cadde büyüklüğü aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?

1) Cadde 2) Ana yol 3) Ara sokak 4) Önemli değil

E.12	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Cadde	420	41,6
Ana yol	206	20,4
Ara sokak	301	29,8
Önemli değil	82	8,1
Toplam	1009	100,0

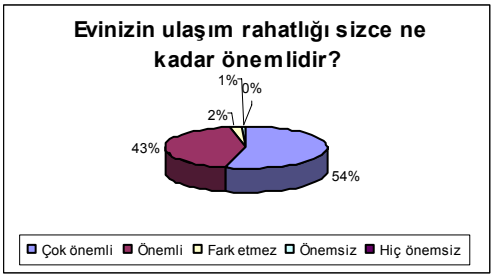


E12'ye verilen cevaplarda ise %41,6 ile cadde üzeride, %29,8 ile de ara sokak ve %20,4 ile ana yol tercih edilmiştir.

E13) Evinizin ulaşım rahatlığı sizce ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.13	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	547	54,2
Önemli	430	42,6
Fark etmez	24	2,4
Önemsiz	6	0,6
Hiç önemsiz	2	0,2
Toplam	1009	100,0



E13' e verilen cevaplarda evin ulaşım rahatlığı %54,2 ile çok önemli iken, %42,6 ile de önemli olduğu ifade edilmektedir.

E14) Evinizin alış veriş merkezine ne kadar yakın olmasını istersiniz?

1) Çok yakın 2) Yakın 3) Uzak 4) Önemli değil

E.14	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok yakın	289	28,6
Yakın	561	55,6
Uzak	32	3,2
Önemli değil	127	12,6
Toplam	1009	100,0



E14' de verilen cevaplarda evin alış-veriş merkezlerine olan mesafesinin %55,6'sı yakın derken, %28,6'sı çok yakın olmasını istemişlerdir.

E15) Evinizin bir okula ne kadar mesafede olmasını istersiniz?

1) Çok yakın 2) Yakın 3) Uzak 4) Önemli değil

E.15	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok yakın	343	34,0
Yakın	577	57,2
Uzak	22	2,2
Önemli değil	67	6,6
Toplam	1009	100,0



E15' de verilen cevaplarda evin okula olan mesafesinin %57,2'si yakın derken, %34'sı çok yakın olmasını istemişlerdir.

E16) Evinizin bulunduğu çevrede oturan insanların sosyal kültürel durumu sizce ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.16	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	609	60,4
Önemli	325	32,2
Fark etmez	50	5,0
Önemsiz	19	1,9
Hiç önemsiz	6	0,6
Toplam	1009	100,0

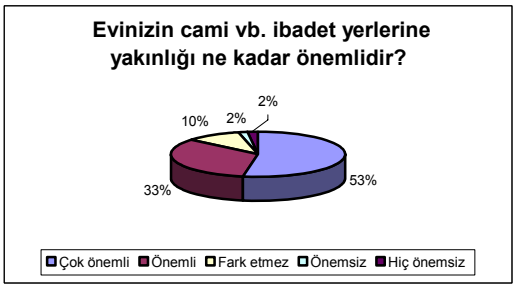


E16'da evin bulunduğu çevresinde oturan insanların sosyo-kültürel durumları %60,4 çok önemli derken, %32,2' side önemli demiştir.

E17) Evinizin cami vb. ibadet yerlerine yakınlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.17	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	533	52,8
Önemli	336	33,3
Fark etmez	103	10,2
Önemsiz	18	1,8
Hiç önemsiz	19	1,9
Toplam	1009	100,0



E17'de evin cami vb. ibadet yerlerine yakın olmasında %52,8 çok önemli derken, %33,3' ü önemli demiştir.

E18) Evinizin park gibi dinlenme alanlarına yakınlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.18	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	388	38,5
Önemli	454	45,0
Fark etmez	133	13,2
Önemsiz	26	2,6
Hiç önemsiz	8	0,8
Toplam	1009	100,0



E18'de evin park gibi dinlenme alanlarına yakın olmasında %45'i önemli derken, %38,5' i çok önemli demiştir.

E19) Evinizin sağlık merkezlerine yakınlığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.19	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	591	58,6
Önemli	357	35,4
Fark etmez	49	4,9
Önemsiz	11	1,1
Hiç önemsiz	1	0,1
Toplam	1009	100,0

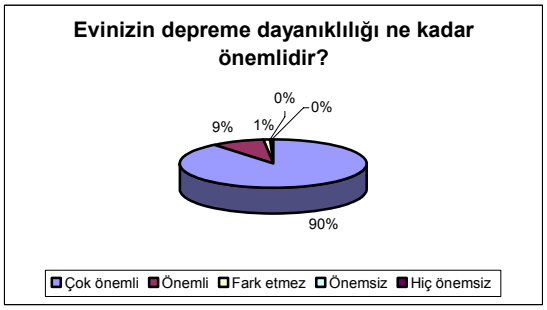


E19'da evin sağlık merkezlerine yakın olmasında %58,6 çok önemli derken, %35,4' ü önemli demiştir.

E20) Evinizin depreme dayanıklılığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.20	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	900	89,2
Önemli	91	9,0
Fark etmez	12	1,2
Önemsiz	4	0,4
Hiç önemsiz	2	0,2
Toplam	1009	100,0

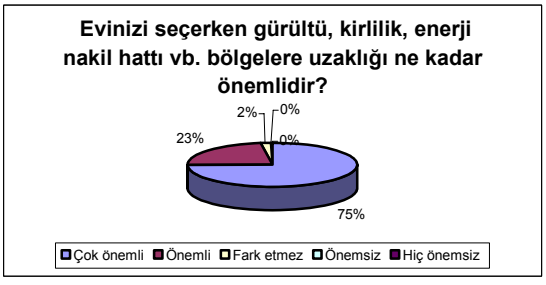


E20'de depreme dayanıklılık konusunda %89,2 gibi yüksek oranda çıkması bize bu konuda büyük bir hassasiyetin olduğunu belirtmektedir.

E21) Evinizi seçerken gürültü, kirlilik, enerji nakil hattı vb. bölgelere uzaklığı ne kadar önemlidir?

1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez
4) Önemsiz 5) Hiç önemsiz

E.21	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	753	74,6
Önemli	235	23,3
Fark etmez	18	1,8
Önemsiz	2	0,2
Hiç önemsiz	1	0,1
Toplam	1009	100,0



E21' de de ankete katılanların %74,6 gibi büyük bir çoğunluğu evi seçerken gürültü, kirlilik, enerji nakil hattı vb. bölgelere uzaklığı çok önemsediği görülmektedir.

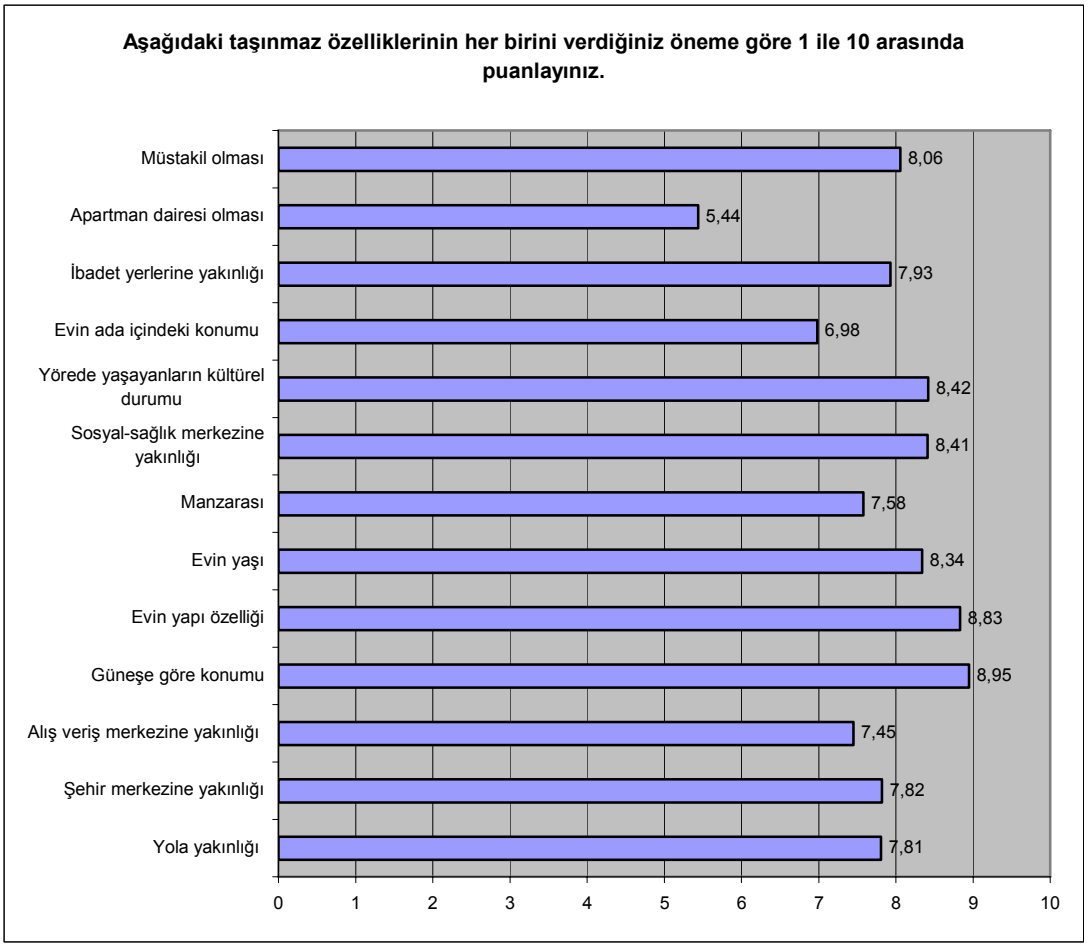
E22) Aşağıdaki taşınmaz özelliklerinin her birini verdiğiniz öneme göre 1 ile 10 arasında puanlayınız.

(1= Hiç önemsiz ve 10=çok önemli)

	Özellikler	**Puan**		**Özellikler**	**Puan**
1	Yola yakınlığı		8	Sosyal-sağlık merkezine yakınlığı	
2	Şehir merkezine yakınlığı		9	Yörede yaşayanların kültürel durumu	
3	Alış veriş merkezine yakınlığı		10	Evin ada içindeki konumu	
4	Güneşe göre konumu		11	İbadet yerlerine yakınlığı	
5	Evin yapı özelliği		12	Apartman dairesi olması	
6	Evin yaşı		13	Müstakil olması	
7	Manzarası				

	Frekans Analizi	**Min. puan**	**Max. puan**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
E22.1	1003	1	10	7,81	1,941
E22.2	1007	1	10	7,82	2,042
E22.3	1006	1	10	7,45	2,312
E22.4	1006	1	10	8,95	1,706
E22.5	1005	1	10	8,83	1,811
E22.6	1004	1	10	8,34	2,063
E22.7	1002	1	10	7,58	2,302
E22.8	1004	1	10	8,41	1,897
E22.9	1007	1	10	8,42	2,005
E22.10	999	1	10	6,98	2,186
E22.11	1004	1	10	7,93	2,344
E22.12	984	1	10	5,44	3,119
E22.13	989	1	10	8,06	2,626
	952				

E22' deki sıralamada güneşe göre konum, evin yapı özelliği, Yörede yaşayanların kültürel durumu, Sosyal-sağlık merkezine yakınlığı, Evin yaşı, müstakil olması, ibadet yerlerine yakınlık, şehir mer. yakınlık, yola yakınlık, manzarası, alış-veriş, ada içerisindeki konum diye sıralanırken apartman dairesi sıralamada en sonda yer almıştır.



E23) Yukarıda belirttiğiniz özelliklerdeki bir evin değeri sizce ne kadardır? *Yazınız*…….....YTL**.**

	Cevap veren sayısı	**Minimum YTL.**	**Maksimum YTL.**	**Ortalama YTL.**	**Standart Sapma**
E23	993	10000	600000	98523,16	63172,586

E23'e verilen önceki cevaplara göre tahmini evin değeri konusunda ankete katılanlardan minumum 10 000YTL. denirken maksimum 600 000YTL. denmiştir. Verilen cevapların ortalaması 98 523YTL. olduğu görülmektedir.

---Aşağıdaki Sorular Parsel (Üzerinde Yapı olmayan Alan) Alımıyla İlgilidir. Bir Parsel Alacağınızı düşünerek soruları cevaplayınız.----

P1) Parselinizin alanının ne büyüklükte olmasını tercih edersiniz?
1) Küçük 2) Normal 3)Büyük 4)Çok Büyük

P1	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Küçük	10	1,0
Normal	606	60,1
Büyük	358	35,5
Çok Büyük	31	3,1
Katılmayanlar	4	0,4
Toplam	1009	100,0



P1 sorusuna verilen cevaplara göre %60,1 oranında ağırlıklı olarak normal büyüklükte parsel tercih ettikleri görülmektedir.

P2) Parselinizin içine oturtulacak bina alanı ne kadar olmalıdır?
1) Küçük 2) Normal 3)Büyük 4)Çok Büyük

P2	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Küçük	24	2,4
Normal	751	74,4
Büyük	212	21,0
Çok Büyük	18	1,8
Katılmayanlar	4	0,4
Toplam	1009	100,0



P2 sorusuna da verilen cevaplara göre %74,4 oranında ağırlıklı olarak normal büyüklükte bina alanı tercih ettikleri görülmektedir.

P3) Parselinizin kaç kata imarlı olasını istersiniz?
1) Tek kat 2) 2 kat 3) 3-4 kat
4) 5-8 kat 5) 8+ kat

P3	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Tek kat	68	6,8
2 kat	283	28,0
3-4 kat	407	40,3
5-8 kat	148	14,7
8+ kat	98	9,7
Katılmayanlar	5	0,5
Toplam	1009	100,0



P3 sorusuna verilen cevaplarda %40.3 oranında 3 ile 4 katlı olması istenmektedir.

P4) Parselinizin cephe uzunluğu ne kadar önemlidir?
1) Çok önemli 2) Önemli 3) Fark etmez 4) Önemli değil

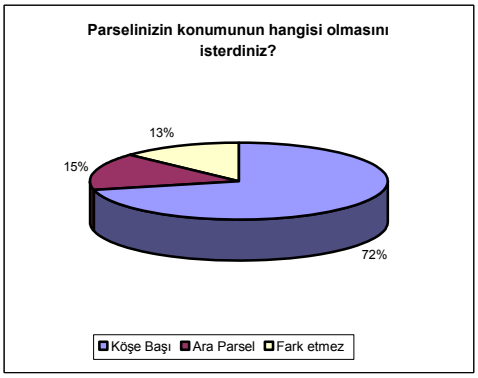
P4	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Çok önemli	223	22,4
Önemli	609	61,1
Fark etmez	128	12,8
Önemli değil	37	3,7
Katılmayanlar	12	
Toplam	1009	100,0



P4 verilen cevaplarda %61,1 gibi büyük bir oranda cephe uzunluğunun önemli olduğu belirtilmiştir.

P5) Parselinizin konumunun hangisi olmasını isterdiniz?
1) Köşe Başı 2) Ara Parsel 3)Fark etmez

P5	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Köşe Başı	716	71,5
Ara Parsel	154	15,4
Fark etmez	132	13,2
Katılmayanlar	7	
Toplam	1009	100,0



P5 verilen cevaplarda ankete katılanların %71,5 gibi büyük bir çoğunluğu parselin köşe başı olmasını tercih etmişlerdir.

P6) Parselinizin ne tür yola cephe olmasını istersiniz?
1) Cadde 2) Ana yol 3) Ara sokak 4) Önemli değil

P2	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Cadde	478	47,7
Ana yol	268	26,7
Ara sokak	189	18,8
Önemli değil	68	6,8
Katılmayanlar	6	
Toplam	1009	100,0



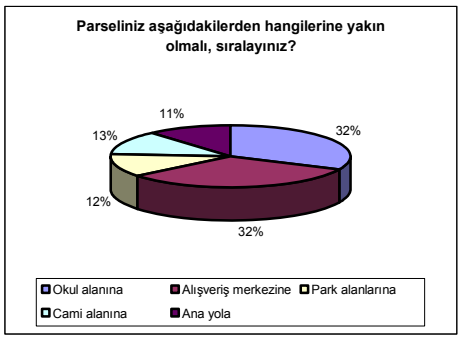
P6 sorusunda ankete katılanların %47,7'si cadde üzerinde parsel isterken %26,7'si ana yolla cepheli parsel tercih etmişlerdir.

P7) Parseliniz aşağıdakilerden hangilerine yakın olmalı, sıralayınız?

1) Okul alanına 2) Alışveriş merkezine 3) Park alanlarına

4) Cami alanına 5) Ana yola

P7	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Okul alanına	320	31,9
Alışveriş merkezine	323	32,2
Park alanlarına	120	12,0
Cami alanına	128	12,7
Ana yola	113	11,3
Katılmayanlar	5	
Toplam	1009	100,0



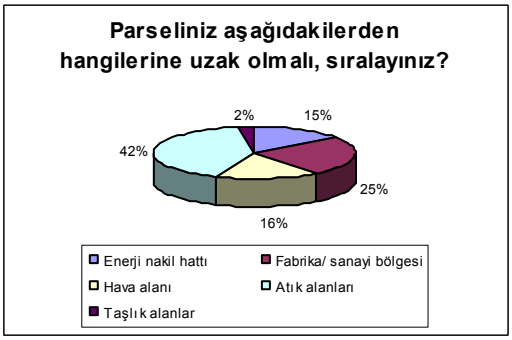
P7 sıralama sorusuna verilen cevaplara göre %32,2 alış-veriş merkezi, %31,9 okul alanı, %12,7 cami alanı, %12 park alanları ve %11,3 ana yola yakın parsel talep etmişlerdir.

P8) Parseliniz aşağıdakilerden hangilerine uzak olmalı, sıralayınız?

1) Enerji nakil hattı 2) Fabrika/ sanayi bölgesi 3) Hava alanı

4) Atık alanları 5) Taşlık alanlar

P8	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Enerji nakil hattı	149	14,9
Fabrika/ sanayi bölgesi	249	24,9
Hava alanı	164	16,4
Atık alanları	415	41,4
Taşlık alanlar	25	2,5
Katılmayanlar	7	
Toplam	1009	100,0



P8 deki sıralama sorusuna verilen cevaplara göre ise %41,4 atık alanları, %24,9 fabrika ve sanayi bölgeleri, %16,4 hava alanı, %14,9 enerji nakil hattı ve %2,5 ile de taşlık alanlardan uzak parsel tercih etmişlerdir.

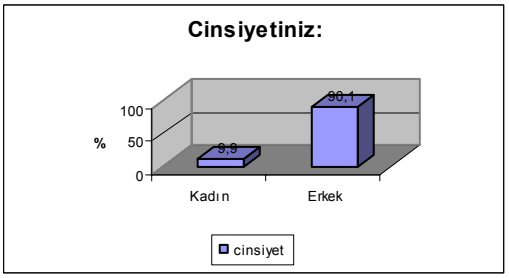
P9) Yukarıda belirttiğiniz özelliklerdeki bir arsanın m^2 değeri sizce ne kadardır? Yazınız…….....YTL./m^2

P9	Cevap verenlerin sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
	654	10	700	52,86	62,171
	654				

P9 sorusundaki m^2 değeri sizce ne olmalıdır sorusuna minimum 10 YTL./m^2 iken maksimum 700 YTL./m^2 denmiştir. Belirtilen özelliklere göre ortalama m^2 değeri 56,86 hesaplanmıştır.

D1. Cinsiyetiniz: 1) Kadın 2) Erkek

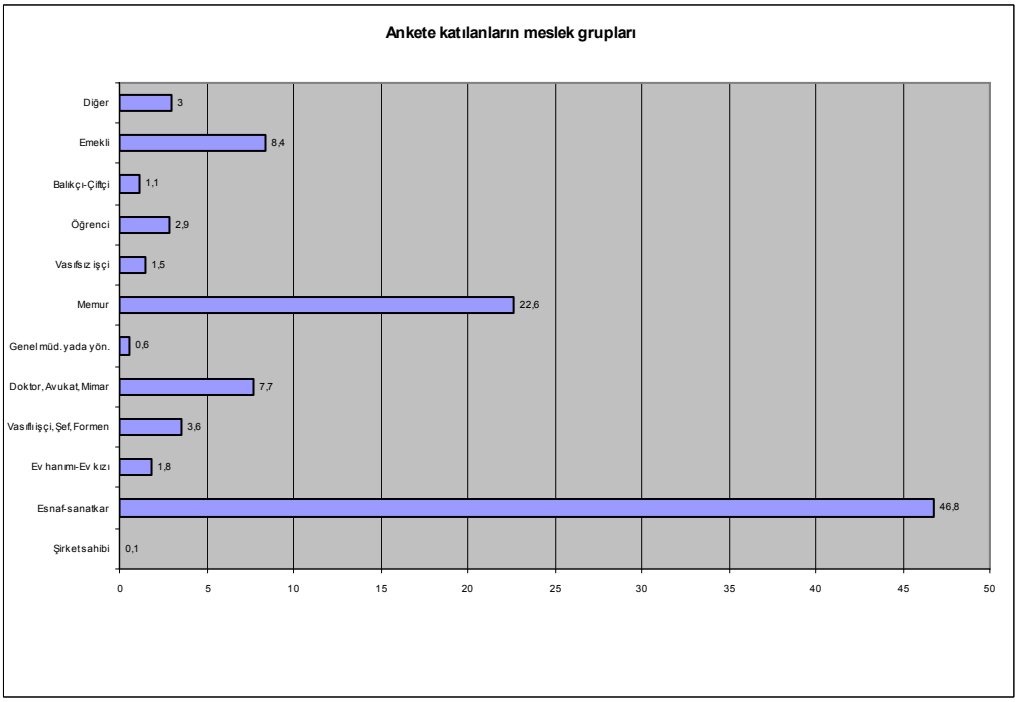
D1	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Kadın	100	9,9
Erkek	909	90,1
Toplam	1009	100,0



D1 sorusuna verilen cevaplara göre ankete katılanların %90,1 gibi oranda erkek iken, %9,9'u kadınlardan oluşmaktadır.

D2. Mesleğiniz: .....

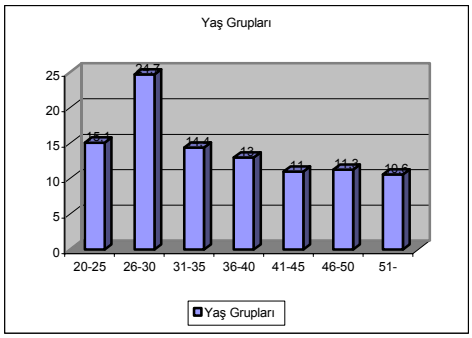
	Frekans Analizi	Yüzdelik %		Frekans Analizi	Yüzdelik %
Şirket sahibi, ortağı	1	0,1	Emekli	85	8,4
Esnaf-Sanatkar	472	46,8	Balıkçı-Çiftçi	11	1,1
Ev hanımı - Ev kızı	18	1,8	Öğrenci	29	2,9
Vasıflı İşçi, Şef, Formen	36	3,6	Vasıfsız işçi ya da hizmetli	15	1,5
Devlet yada Özel Sek. Çalışan Prof. (Doktor, avukat, mimar vb)	78	7,7	Düz memur, yönetici olmayan personel öğretmen	228	22,6
Genel müdür ya da orta - üst düzey yönetici	6	0,6	Diğer	30	3,0
			Total	1009	100,0



D2'ye göre ankete katılanların % 46,8'i esnaf-sanatkâr iken ve % 22,6'sı da memur, yönetici olmayan personel ve öğretmenden oluşmaktadır.

D3. Yaşınız: ……

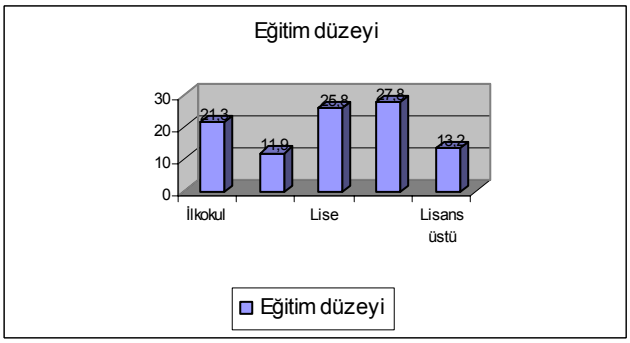
YAŞ	Frekans Analizi	Yüzdelik %
20-25	152	15,1
26-30	249	24,7
31-35	145	14,4
36-40	131	13,0
41-45	111	11,0
46-50	114	11,3
51-	107	10,6
Toplam	1009	100,0



D3'e göre ankete katılanların %24,7'si 26-30 yaş, %15,1'i 20-25 yaş, %14,4'ü 31-35 yaş,%13'ü 36-40 yaş ve diğerleri 40 yaşın üzerindedir.

D4. Eğitim: ……..

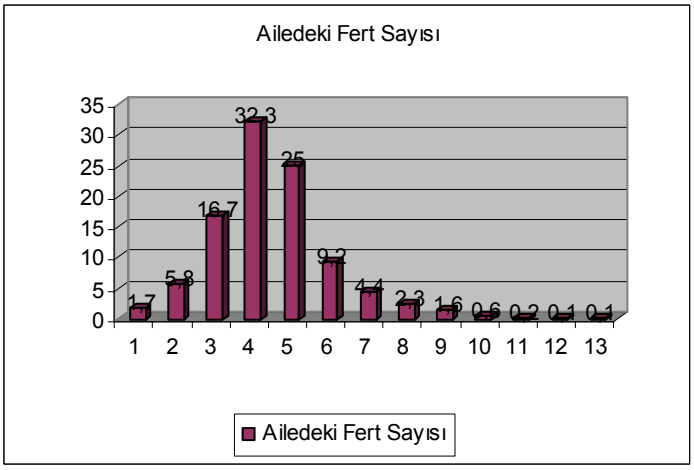
	Frekans Analizi	Yüzdelik %
İlkokul	215	21,3
Ortaokul	120	11,9
Lise	260	25,8
Üniversite	281	27,8
Lisans üstü	133	13,2
Total	1009	100,0



D4'e göre ankete katılanların %27,8'i üniversite, %25,8'i lise, %21,3'ü ilkokul, %13,2'si lisans üstü ve %11,9 ortaokul mezunudur.

D5. Aile fert sayınız: (siz dahil): ……

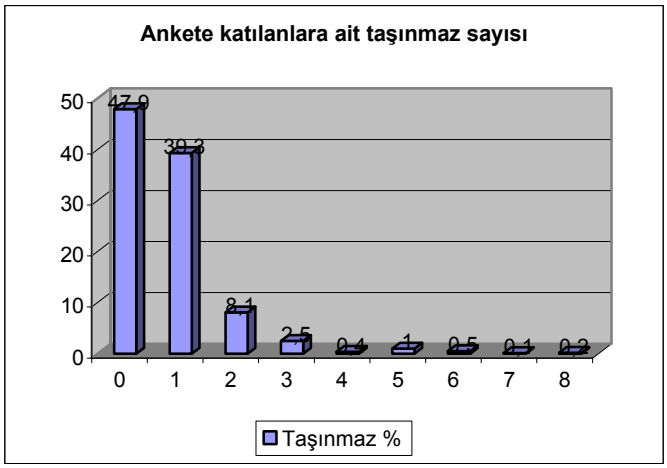
D5	Frekans Analizi	Yüzdelik %
1 kişi	17	1,7
2 kişi	59	5,8
3 kişi	169	16,7
4 kişi	326	32,3
5 kişi	252	25,0
6 kişi	93	9,2
7 kişi	44	4,4
8 kişi	23	2,3
9 kişi	16	1,6
10 kişi	6	0,6
11 kişi	2	0,2
12 kişi	1	0,1
13 kişi	1	0,1
Toplam	1009	100,0



D5'e göre ankete katılanların %32,3'ünde fert sayısı 4 kişi iken %25'inde 5 kişidir.

D6. Size ait kaç taşınmazınız var?: ……..

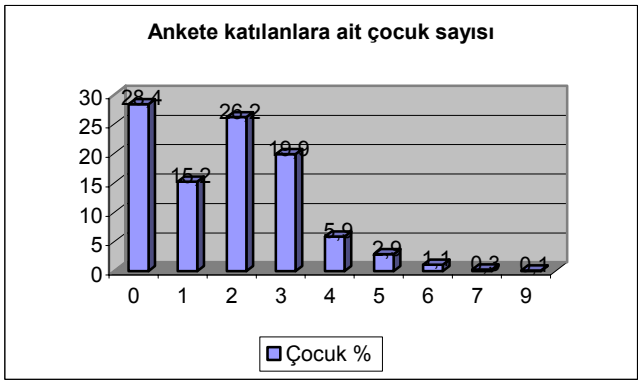
D6 Taşınmaz sayısı	Frekans Analizi	Yüzdelik %
0 yok	483	47,9
1	397	39,3
2	82	8,1
3	25	2,5
4	4	0,4
5	10	1,0
6	5	0,5
7	1	0,1
8	2	0,2
Toplam	1009	100,0



D6'ya verilen cevaplara göre ankete katılanların %47,9'unun hiç taşınmazı yokken %39,3'ünün sadece bir taşınmazı vardır.

D7. Çocuk sayınız? ……

D7	Frekans Analizi	Yüzdelik %
0 yok	287	28,4
1 çocuk	153	15,2
2 çocuk	264	26,2
3 çocuk	201	19,9
4 çocuk	60	5,9
5 çocuk	29	2,9
6 çocuk	11	1,1
7 çocuk	3	0,3
9 çocuk	1	0,1
Toplam	1009	100,0



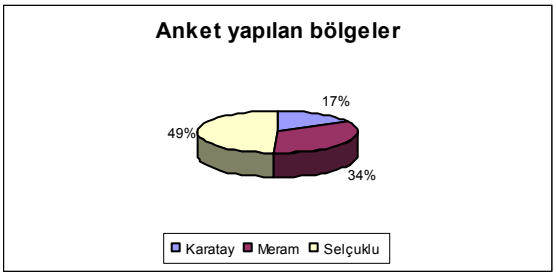
D7'ye verilen cevaplara göre ankete katılanların %28,4'ünün hiç çocuğu yokken, %26,2'si 2, %19,9'u 3, %15,2'si 1 çocukludur.

D8. Anket yapılan mahalle: ……

Konya bölgesindeki üç büyük ilçeye ait çok sayıda mahallede anket uygulaması yapılmıştır.

D9.Anket yapılan bölge: ……..

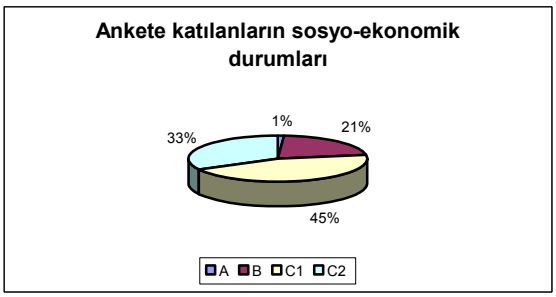
İLÇE2	Frekans Analizi	Yüzdelik %
Karatay	170	16,9
Meram	339	33,8
Selçuklu	495	49,3
Katılmayanlar	5	
Toplam	1009	100,0



D9' a göre anket yapılan bölge dağılımı; %49,3 ile Selçuklu, %33,8 ile meram ve %16,9 ile de Karatay bölgesi yer almaktadır.

Ankete katılanların sosyo-ekonomik durumları

SES	Frekans Analizi	Yüzdelik %
A	10	1,0
B	216	21,4
C1	452	44,8
C2	331	32,8
Toplam	1009	100,0



1. etap ankete katılanların sosyo ekonomik durumları %44,8 C1, %32,8 C2 ve %21,4 de B olarak dağılım göstermektedir.

EK-B. İKİNCİ ETAP ANKET ÇALIŞMASI

EK-B.1. İKİNCİ ETAP ANKET SORULARI

EK-B.2. YAPILAŞMAMIŞ ALAN VERİ SETİ

EK-B.3. YAPILAŞMIŞ ALAN VERİ SETİ

EK-B.4. YAPILAŞMAMIŞ VE YAPILAŞMIŞ ALANA AİT REGRESYON HESABI

EK-B.1. İkinci Etap Anket Soruları

YAPILAŞMAMIŞ ALANDA

İyi günler,
Bu çalışma, S.Ü Mühendislik-Mimarlık Fakültesinde hazırlamakta olduğum doktora tezi için yapılmaktadır. Vereceğiniz samimi cevaplar için şimdiden teşekkür ederim.

Arş. Gör. Şükran YALPIR

2. ETAP ANKET ÇALIŞMASI

PARSELE AİT ÖZELLİKLER

SATIŞI YAPILAN PARSELE AİT ADRES BİLGİLERİ(pafta no, ada/parsel no):

1. Parsele oturacak bina alanı (TAKS) :…….
2. Parselin konumu(köşe başı, ara parsel gibi) :……
3. Cephe uzunluğu :……
4. Parsel alanı :……
5. Parselin önündeki yolun durumu :……
6. Kaç kata imarlı olduğu(KAKS) :…….

Değeri:……..

Satılık ( ) Satılmış ( )

SATIN ALAN KİŞİYE AİT BİLGİLER

Mesleği:……

Yaşı:……..

Satılma Tarihi(Ay-Yıl):……

YAPILAŞMIŞ ALANDA

İyi günler,
Bu çalışma, S.Ü Mühendislik-Mimarlık Fakültesinde hazırlamakta olduğum doktora tezi için yapılmaktadır. Vereceğiniz samimi cevaplar için şimdiden teşekkür ederim.

Arş. Gör. Şükran YALPIR

2. ETAP ANKET ÇALIŞMASI

OTURULABİLİR TAŞINMAZLARA AİT ÖZELLİKLER

SATIŞI YAPILAN EVE AİT ADRES BİLGİLERİ(ada/parsel no, apartman adı, nosu, blok no, daire no)

……
……

1. Depreme dayanıklılık : 1) Çok 2) Orta 3) Düşük
2. Kaç katlı olduğu ve kaçıncı kat olduğu :……/……
3. Mevki (Nalçacı, Ankara caddesi vb.) :……
4. Cephesi : 1) GD 2) GB 3) KD 4) KB 5) DB 6) KG
5. Oturum alan (m2): ……
6. Oda Sayısı (2+1, 3+1, 4+1 gibi): ……..
7. İç ve dış aksesuar (mutfak dolabı, vestiyer, dış kaplaması vb.)

   ……..……

   ……
8. Yaşı : ……..
9. Otoparkının olup olmadığı (kapalı/açık, yeterli olup olmadığı): ……
10. Asansör durumu (kaç tane, eskilik yenilik) : ……..
11. Cadde büyüklüğü (binanın baktığı caddenin/sokak büyüklüğü) : ……
12. Evin Isınma Şekli : …….
13. Evin kileri var mı? : …….
14. Evin karanlık odası var mı? : …….

Değeri: …….Satılık ( ) Satılmış ( )

SATIN ALAN KİŞİYE AİT BİLGİLER

Mesleği:…… ……Yaşı:……Satılma Tarihi(Ay-Yıl):……..

EK-B.2. Yapılaşmamış Alan Veri Seti

NO	Bina Alanı m^2	Ada İçindeki Konum	Cephe Uzunluğu	P. Alanı m^2	Cadde Büyüklüğü m	Kat	Değer YTL.	m^2 Birim Fiyat
1	147,00	ARA	30,00	1176	30	4	90000	76,53
2	133,50	ARA	26,00	2136	41	2	80000	37,45
3	131,25	ARA	14,90	525	12	2	20000	38,10
4	161,90	ARA	67,07	1619	13	3	85000	52,50
5	101,63	KÖŞE	55,97	813	20	3	20000	24,60
6	148,40	KÖŞE	84,50	1484	15	2	30000	20,22
7	148,81	KÖŞE	104,39	2381	20	2	56000	23,52
8	146,80	ARA	51,48	1468	20	2	50000	34,06
9	194,10	KÖŞE	51,42	647	7	4	50000	77,28
10	154,30	KÖŞE	80,93	1543	18	5	310000	200,91
11	132,10	KÖŞE	71,68	1321	20	5	290000	219,53
12	124,67	KÖŞE	169,50	3500	26	8	832000	237,71
13	133,43	KÖŞE	85,53	1779	30	4	280000	157,39
14	134,70	ARA	28,50	898	7	3	100000	111,36
15	140,79	KÖŞE	131,41	3285	30	4	380000	115,68
17	142,25	ARA	15,33	569	15	3	30000	52,72
19	108,75	KÖŞE	62,09	870	38	4	59000	67,82
20	134,55	ARA	28,52	897	7	4	80000	89,19
21	120,00	ARA	55,00	1519	15	4	160000	105,33
22	152,20	ARA	30,00	1522	30	5	280000	183,97
23	112,50	ARA	20,00	750	15	3	60000	80,00
24	137,20	ARA	20,35	686	7	2	20000	29,15
25	121,08	KÖŞE	78,15	2906	45	3	170000	58,50
27	110,40	ARA	30,67	1104	7	3	35000	31,75
28	125,95	ARA	796,48	2519	22	3	75000	29,77
29	155,75	ARA	19,00	623	30	2	20000	32,10
30	110,20	ARA	16,58	551	12	2	20000	36,30
31	193,25	ARA	17,00	773	20	3	29000	37,52
32	123,50	ARA	23,00	494	15	3	20000	40,49
33	176,00	ARA	21,00	704	5	3	34000	48,30
34	109,63	ARA	21,13	877	10	3	30000	34,21
36	132,10	KÖŞE	72,40	1321	20	5	360000	272,52
37	113,60	ARA	30,46	2272	20	8	600000	264,08
39	130,50	ARA	16,00	2088	7	4	160000	76,63
40	100,25	ARA	13,87	401	10	3	10000	24,94
41	129,50	ARA	14,82	518	7	3	13000	25,10
42	115,75	KÖŞE	42,36	463	25	3	16000	34,56
43	132,25	KÖŞE	39,00	529	25	3	20000	37,81
44	124,67	ARA	44,00	1862	12	8	500000	268,53
45	103,50	ARA	18,27	829	5	5	110000	132,69
46	194,10	KÖŞE	51,00	647	12	4	60000	92,74
47	119,50	KÖŞE	62,00	797	20	5	250000	313,68
48	114,50	KÖŞE	87,00	1833	14	2	60000	32,73
49	105,50	KÖŞE	79,00	1690	45	5	125000	73,96
50	132,50	ARA	26,30	1060	10	4	100000	94,34

51	151,75	KÖŞE	45,00	607	25	4	50000	82,37
52	128,25	ARA	14,79	513	15	4	50000	97,47
53	138,50	ARA	16,50	554	15	4	50000	90,25
54	140,00	KÖŞE	51,00	560	17	4	50000	89,29
55	102,00	KÖŞE	81,60	1632	20	3	90000	55,15
56	160,20	KÖŞE	63,36	801	17	3	40000	49,94
57	114,50	KÖŞE	60,00	914	27	4	70000	76,59
58	113,90	ARA	29,72	911	7	3	32000	35,13
59	94,00	KÖŞE	41,79	470	20	2	13000	27,66
60	104,00	ARA	20,35	520	10	2	12500	24,04
61	115,35	KÖŞE	56,56	769	14	4	65000	84,53
62	123,19	KÖŞE	147,00	3285	38	4	420000	127,85
63	140,50	ARA	16,03	562	7	2	32000	56,94
64	168,78	ARA	190,00	5626	18	4	800000	142,20
65	141,70	ARA	41,00	1889	30	5	280000	148,23
71	111,60	ARA	55,00	2232	7	3	75000	33,60
72	126,20	ARA	40,00	1262	6	2	35000	27,73
73	134,25	KÖŞE	83,27	1611	35	4	120000	74,49
78	153,87	ARA	31,35	1231	7	3	90000	73,11
79	158,75	ARA	20,57	635	13	2	38000	59,84
81	120,75	KÖŞE	157,00	2898	26	4	280000	96,62
82	125,38	KÖŞE	57,00	1003	20	2	60000	59,82
83	142,25	ARA	15,31	569	15	3	38000	66,78
84	142,25	ARA	15,33	569	15	3	43000	75,57
85	132,67	KÖŞE	181,00	1592	22	2	80000	50,25
86	132,00	ARA	16,59	528	7	2	30000	56,82
87	132,00	ARA	16,62	528	7	2	30000	56,82
88	132,00	ARA	16,65	528	7	2	30000	56,82
89	131,25	KÖŞE	43,47	525	17	2	20000	38,10
90	130,75	ARA	12,00	523	12	2	20000	38,24
91	121,75	KÖŞE	64,71	974	17	2	45000	46,20
92	112,38	ARA	22,00	899	5	2	40000	44,49
93	112,38	ARA	22,00	899	5	2	40000	44,49
94	133,06	ARA	42,22	2129	12	2	80000	37,58
95	151,50	KÖŞE	274,61	7272	24	3	840000	115,51
96	128,25	KÖŞE	67,00	1026	27	2	50000	48,73
97	129,50	ARA	19,10	518	12	2	36000	69,50
98	120,25	ARA	19,00	481	12	2	33000	68,61
99	126,00	ARA	19,00	504	12	2	35000	69,44
100	130,25	ARA	20,67	521	12	2	36000	69,10
101	116,00	ARA	28,17	928	20	2	60000	64,66
102	157,25	KÖŞE	49,00	629	27	2	43000	68,36
103	122,50	ARA	17,00	490	12	2	34000	69,39
104	126,25	ARA	18,00	505	12	2	35000	69,31
105	123,00	ARA	17,00	492	12	2	35000	71,14
106	136,00	ARA	20,00	680	7	2	12000	17,65
107	139,80	KÖŞE	107,96	1398	19	2	56000	40,06
108	122,00	ARA	18,17	488	19	3	25000	51,23
109	126,00	ARA	16,96	504	20	3	25000	49,60
110	121,50	KÖŞE	64,71	970	19	2	40000	41,24

111	142,25	ARA	15,19	569	15	3	40000	70,30
112	132,00	ARA	16,88	528	7	2	30000	56,82
113	123,80	ARA	32,33	1238	10	3	43000	34,73
114	115,73	KÖŞE	78,00	1543	18	5	360000	233,31
116	114,60	KÖŞE	96,31	2295	32	4	265000	115,47

EK-B.3. Yapılaşmış Alan Veri Seti

NO	Bina Katı	Daire Katı	Cephesi	Oturum Alanı m^2	Oda Sayısı	Bina Yaşı	Kiler	Karanlık Oda	Aksesuar	Otopark	Asansör	Cadde Büyük	Isınma Şekli	DEĞERİ (1000YTL.)
2	5	3	2	120	3+1	20	yok	yok	Full	açık, yts	2	10	kalorifer	85
3	12	3	2	180	3+1	10	yok	yok	Full	açık, yts	2	20	doğalgaz	110
4	10	10	3	200	4+1	5	var	yok	Full	açık, yts	2	20	doğalgaz	140
5	3	3	4	270	6+1	5	yok	yok	Full	kapalı, ytl.	1	20	doğalgaz	180
8	12	7	4	136	3+1	15	var	yok	Full	açık, yts	2	20	doğalgaz	90
9	3	1	4	180	4+1	10	var	yok	Full	açık,ytl.	1	20	doğalgaz	130
10	8	6	3	168	3+1	10	var	yok	Full	açık,ytl.	1	20	kalorifer	120
12	10	9	3	140	3+1	15	var	yok	Full	kapalı, ytl.	2	20	kalorifer	107
13	10	7	5	100	2+1	12	yok	yok	Orta	açık,ytl.	1	30	kalorifer	90
14	10	10	2	275	6+1	15	var	yok	Full	kapalı, ytl.	2	25	doğalgaz	200
16	10	2	1	160	3+1	10	var	yok	Full	kapalı,ytl.	2	20	doğalgaz	120
22	5	5	4	135	3+1	15	var	yok	Full	açık, yts	1	20	doğalgaz	100
23	3	3	2	270	6+1	5	var	yok	Full	kapalı, ytl.	1	20	doğalgaz	180
24	5	1	5	100	2+1	20	yok	yok	Yok	açık, yts	0	20	sobalı	40
26	10	4	1	135	3+1	5	var	yok	Orta	açık,ytl.	1	20	doğalgaz	110
35	11	11	2	275	6+1	5	yok	yok	Full	açık,ytl.	1	20	kalorifer	200
41	9	2	5	150	3+1	9	yok	yok	Full	açık,ytl.	1	20	doğalgaz	120
42	9	2	3	150	3+1	9	yok	yok	Full	açık,ytl.	1	20	doğalgaz	115
43	11	5	3	130	3+1	10	yok	yok	Full	açık,ytl.	1	20	doğalgaz	130
45	10	5	3	160	3+1	5	var	yok	Full	kapalı, ytl.	1	30	doğalgaz	150
46	8	2	5	140	3+1	5	var	yok	Full	açık,ytl.	1	30	doğalgaz	110
51	10	8	2	160	3+1	10	yok	yok	Full	kapalı, ytl.	2	30	doğalgaz	135
52	10	6	2	160	3+1	10	yok	yok	Full	kapalı, ytl.	2	30	doğalgaz	135
53	8	1	2	140	3+1	13	yok	yok	Full	açık,ytl.	1	20	kalorifer	125
57	8	5	1	110	2+1	15	var	yok	Orta	açık,ytl.	1	30	kalorifer	80
58	8	1	2	110	2+1	20	yok	yok	Orta	açık,ytl.	1	30	kalorifer	70
63	8	5	2	117	2+1	20	yok	yok	Orta	açık, yts	1	15	kalorifer	80

65	11	11	1	100	2+2	20	yok	yok	Yok	açık,ytl.	1	25	kalorifer	55
71	10	7	4	134	3+1	3	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		kalorifer	120
72	4	2	5	135	3+1	20	yok	yok	Full	yok	0		sobalı	60
74	3	1	5	135	3+1	25	yok	yok	Full	açık,ytl.	0		sobalı	55
75	9	2	1	160	3+1	9	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	120
78	6	3	5	120	3+1	28	yok	yok	Yok	açık,ytl.	1		kalorifer	75
80	10	9	1	140	3+1	7	yok	var	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	107
82	10	7	1	154	3+1	12	var	yok	yok	açık,ytl.	2		kalorifer	70
85	5	5	3	120	3+1	20	yok	yok	Full	açık, yts.	2	10	kalorifer	80
86	8	4	1	110	3+1	18	yok	yok	Orta	açık, yts.	1	15	kalorifer	80
88	8	8	4	120	3+1	15	yok	yok	Full	açık,ytl.	2	15	kalorifer	125
90	10	6	4	160	3+1	7	yok	yok	Full	kapalı, ytl.	2	30	kalorifer	135
93	4	2	1	150	3+1	8	yok	yok	Full	açık, ytl.	1	15	doğalgaz	95
104	8	6	6	145	3+1	9	yok	yok	Full	açık,ytl.	1	20	kalorifer	80
117	10	5	3	175	3+1	6	yok	yok	Full	açık, ytl.	1	10	doğalgaz	145
119	5	4	3	150	3+1	16	yok	yok	Full	açık, ytl.	1	10	doğalgaz	95
120	10	4	3	165	3+1	10	yok	yok	Full	açık, ytl.	1	20	kalorifer	109,5
123	10	4	1	165	4+1	10	yok	yok	Full	açık, ytl.	1	20	kalorifer	153
124	9	9	2	160	4+1	10	yok	yok	Full	açık, ytl.	1	20	kalorifer	116
131	8	4	3	175	3+1	5	var	yok	Full	kapalı,ytl.	2	20	doğalgaz	110
140	10	3	2	245	6+1	5	var	yok	Full	açık,ytl.	2	15	kalorifer	180
141	10	4	2	150	3+1	20	yok	yok	Full	açık, yts	2 eski	25	doğalgaz	120
142	10	4	1	140	3+1	5	yok	yok	Full	açık,ytl.	2	20	doğalgaz	85
147	10	5	1	150	3+1	7	var	yok	Full	açık,ytl.	2	20	doğalgaz	100
148	5	2	4	150	3+1	5	var	yok	Full	açık, yts	1	15	doğalgaz	80
149	10	4	2	180	4+1	10	var	yok	Full	açık, yts	2	20	doğalgaz	125
151	10	3	2	150	3+1	20	yok	yok	Full	açık, yts	2 eski	25	doğalgaz	120
162	9	9	2	185	5+1	10	yok	yok	Full	açık ytl.	1	10	doğalgaz	135
164	8	3	4	150	3+1	25	yok	yok	Full	açık ytl.	1	30	doğalgaz	110
165	10	4	1	165	3+1	10	yok	yok	Full	açık,ytl.	1	10	doğalgaz	150

167	8	4	5	160	3+1	10	yok	yok	Full	açık, yts	1	30	kalorifer	120
169	11	5	5	185	3+1	30	yok	yok	Full	açık, ytl.	0	10	doğalgaz	110
	11	4	2	135	3+1	12	yok	yok	Full		2 eski	40	doğalgaz	98
1	11	2	3	150	3+1	7	yok	var	Orta	açık,ytl.	2		kalorifer	80
2	11	6	3	145	3+1	9	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2		doğalgaz	90
3	11	7	2	135	3+1	12	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2 eski		doğalgaz	95
4	11	6	4	140	3+1	9	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2 eski		doğalgaz	85
5	11	8	2	185	3+1	8	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		kalorifer	110
6	11	4	3	140	3+1	12	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2		kalorifer	85
7	11	Z	4	90	2+1	20	yok	yok	Yok	açık, yts	2 eski		doğalgaz	45
8	11	3	3	180	3+1	3	yok	yok	Full	açık,ytl.	1		doğalgaz	100
9	11	2	2	180	3+1	8	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	120
10	11	1	1	165	3+1	8	yok	yok	Full	açık, yts	2 eski		kalorifer	100
12	11	1	2	170	3+1	10	yok	yok	Full	açık,ytl.	2 eski		kalorifer	100
13	11	4	2	160	3+1	3	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	125
14	10	1	4	120	3+1	7	yok	yok	Orta	açık, yts	1		kalorifer	80
15	5	2	1	155	3+1	10	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	120
16	8	6	2	120	3+1	14	var	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	110
17	9	2	1	120	3+1	12	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		kalorifer	110
18	9	7	3	155	3+1	11	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2		kalorifer	155
19	9	2	2	110	3+1	18	yok	yok	Full	açık, yts	1		doğalgaz	60
20	9	9	2	150	2+1	13	yok	yok	yok	açık, yts	1		kalorifer	80
21	9	9	4	165	3+1	15	yok	yok	yok	açık,ytl.	2		doğalgaz	130
22	9	5	2	90	3+1	15	var	yok	Full	açık, yts	1		doğalgaz	65
23	9	4	1	265	2+1	10	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	175
24	6	6	2	165	3+1	12	var	yok	Full	açık,ytl.	2	20	doğalgaz	120
25	7	1	4	160	3+1	10	var	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	140
26	7	5	2	180	3+1	1	yok	yok	Full	kapalı,ytl.	2		doğalgaz	300
27	12	6	2	130	4+1	15	var	yok	Full	açık, yts	1		doğalgaz	95

28	7	1	2	160	3+1	10	yok	yok	Full	kapalı,ytl.	2		doğalgaz-kom	120
29	7	4	5	160	3+1	15	yok	yok	Full	kapalı,ytl.	2 eski		kalorifer	120
30	7	5	4	180	3+1	12	var	yok	Full	kapalı,ytl.	2 eski		kalorifer	125
33	7	7	1	240	4+1	5	yok	yok	Full	kapalı,ytl.	2		doğalgaz	350
34	7	3	5	140	5+1	4	var	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	120
35	9	9	2	187	3+1	14	yok	yok	Full	açık,ytl.	2 eski		doğalgaz	160
36	7	3	5	180	3+1	14	yok	yok	Full	kapalı,ytl.	2 eski		doğalgaz	180
37	7	5	2	140	3+1	5	var	yok	Full	açık,ytl.	2		doğalgaz	120
38	7	1	1	150	3+1	15	yok	yok	Full	açık,ytl.	2 eski		doğalgaz	110
39	5	3	1	125	3+1	13	yok	var	Full	kapalı,ytl.	2 eski		doğalgaz	130
40	7	2	4	180	3+1	12	yok	yok	Full	açık,ytl.	2 eski		doğalgaz	110
41	7	3	4	160	4+1	6	yok	var	Full	açık,ytl.	1	25	doğalgaz	120
42	10	9	4	165	3+1	4	yok	yok	Full	kapalı,ytl.	2		kalorifer	150
43	10	3	2	100	3+1	10	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2 eski		kalorifer	90
44	8	3	2	120	2+1	12	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2 eski		doğalgaz	90
45	5	5	4	145	3+1	8	yok	yok	Orta	açık,ytl.	2		doğalgaz	85
46	10	1	4	150	3+1	13	yok	yok	Full	açık,ytl.	1		doğalgaz	100
47	10	4	4	160	3+1	12	var	yok	Full	açık,ytl.	2	20	doğalgaz	130
48	6	3	1	210	3+1	1	var	yok	Full	kapalı,ytl.	2		kalorifer	300
49	6	3	1	210	3+1	1	yok	yok	Full	kapalı,ytl.	2		kalorifer	250
50	6	2	6	265	4+1	10	var	yok	Full	kapalı,ytl.	2		kalorifer	270
51	6	2	3	220	4+1	13	var	yok	Full	kapalı,ytl.	2		kalorifer	180
52	12	3	2	100	5+1	37	var	yok	Full	açık, yts	2 eski		kalorifer	80
53	10	1	1	140	3+1	9	var	yok	Full	açık,ytl.	2		kalorifer	120
54	11	3	4	140	2+1	26	yok	yok	Orta	açık, yts	2 eski		kalorifer	80
55	11		2	148	3+1	7	yok	yok	Full	açık,ytl.	2		kalorifer	135
56	11	8	1	200	3+1	1	yok	yok	yok	yok	2		kalorifer	230
57	10	8	2	130	3+1	25	yok	yok	Full	açık,ytl.	2 eski		kalorifer	80
58	11	4	3	150	3+1	14	yok	yok	Full	açık,ytl.	2 eski		kalorifer	150

59	5	2	5	120	3+1	20	yok	yok	Full	açık, yts	1eski	10	doğalgaz	85
60	5	4	4	200	3+1	10	yok	yok	Full	açık,ytl.	2	10	doğalgaz	139
61	5	3	2	164	3+1	3	yok	yok	Full	açık,ytl.	2	10	kalorifer	120
62	10	4	3	180	4+1	20	yok	yok	Full	açık,ytl.	2 eski	30	kalorifer	100
63	10	7	4	140	3+1	8	yok	yok	Full	açık,ytl.	1		kalorifer	90

Ek-B.4. Yapılaşmış ve Yapılaşmamış Alana Ait Regresyon Hesabı

YAPILAŞMAMIŞ ALAN

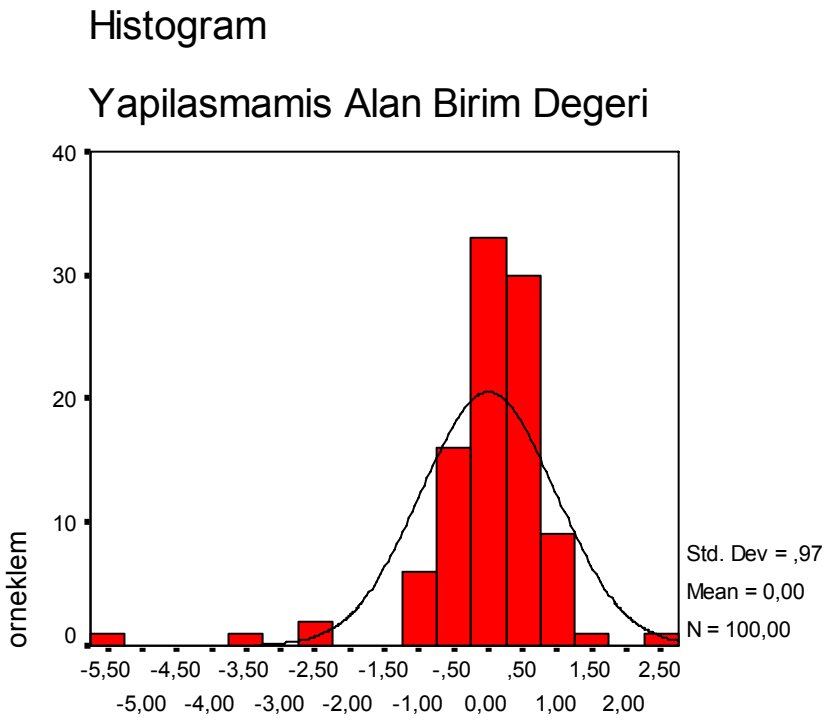
Regresyon modelinden elde edilen sonuçlar.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,985	0,971	0,969	10,7786

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	Sabit	-29,353	8,878		-3,306	0,001
	Bina Alani	,130	,056	0,041	2,320	0,023
	Ada İçindeki Konum	4,797	6,174	0,016	0,777	0,439
	Cephe	6,087E-03	,013	0,009	0,455	0,650
	Cadde B.	5,010E-02	,134	0,008	0,373	0,710
	Kaks	3,487	1,416	0,075	2,463	0,016
	Mevki Puan	2,754	,088	0,920	31,161	0,000

R^2= 0,971



YAPILAŞMIŞ ALAN

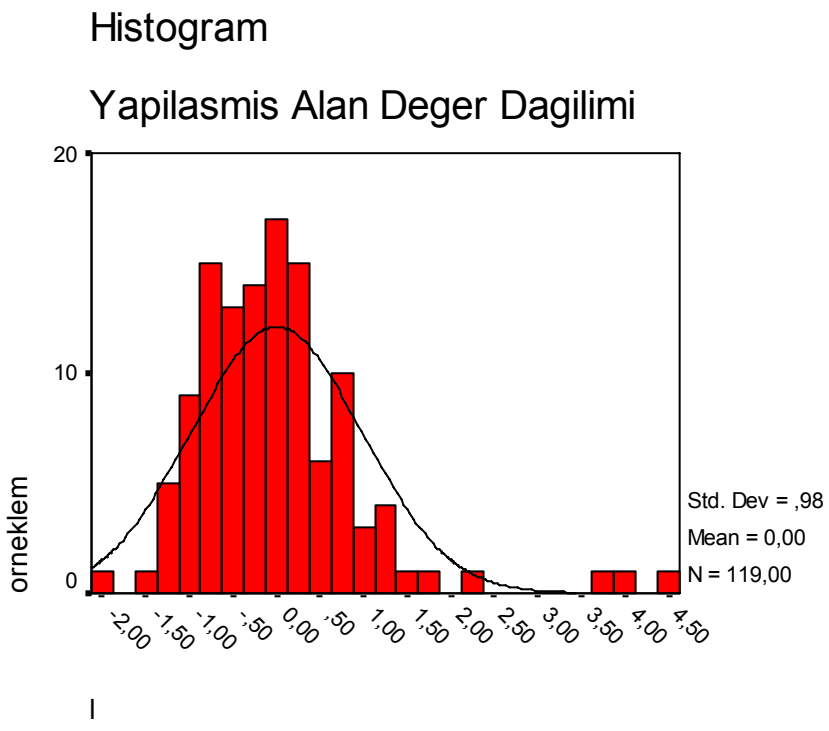
Regresyon modelinden elde edilen sonuçlar.

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Model				
1	0,799	0,639	0,623	30,4716

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
	Sabit	-109,283	32,920		-3,320	0,001
	Kat puan	0,159	0,137	0,067	1,156	0,250
	Mevki puan	0,854	0,250	0,202	3,420	0,001
	Oturum alanı	0,806	0,089	0,628	9,102	0,000
	Iç özellikler	0,446	0,344	0,097	1,297	0,197
	Binanın yaşı	-1,125	0,515	-0,146	-2,186	0,031

R^2= 0,639



EK-C. YAPILAŞMAMIŞ ALANDA MAMDANI VE SUGENO YÖNTEMLERİNE GÖRE TEST SONUÇLARI

EK-C Yapılaşmamış Alan Senaryolarına İlişkin Tablolar

Tablo EK-C.1. Senaryo P1'de bulanık yapıda hesaplanan değer ile parsel değerlerinin yaklaşıklıklarının hesabı

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P1 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P1 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	63,1	82,45	55	55,15	43,2	78,33
2	37,45	30	80,11	56	49,94	91,3	17,18
3	38,1	48,3	73,23	57	76,59	86,2	87,45
4	52,5	57,3	90,86	58	35,13	94,9	-70,14
5	24,6	47,6	6,50	59	27,66	30	91,54
6	20,22	70,1	-146,69	106	17,65	54,5	-108,78
7	23,52	30	72,45	107	40,06	13,5	33,70
8	34,06	70,1	-5,81	108	51,23	39,8	77,69
9	77,28	127	35,66	109	49,6	40,6	81,85
10	200,91	186	92,58	110	41,24	54,9	66,88
50	94,34	127	65,38	111	70,3	67,9	96,59
51	82,37	30	36,42	112	56,82	43,7	76,91
52	97,47	79	81,05	113	34,73	53,9	44,80
53	90,25	119	68,14	114	233,31	212	90,87
54	89,29	128	56,65	116	115,47	98,3	85,13
ORT YAK % 47,97							

Tablo EK-C.2. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P2'nin test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P2 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P2 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	149,00	5,31	55	55,15	44,20	80,15
2	37,45	30,00	80,10	56	49,94	54,50	90,86
3	38,1	86,80	-27,85	57	76,59	83,90	90,45
4	52,5	41,50	79,05	58	35,13	54,90	43,71
5	24,6	98,10	-198,78	59	27,66	30,00	91,54
6	20,22	83,90	-215,03	106	17,65	54,60	-109,40
7	23,52	30,00	72,45	107	40,06	28,50	71,15
8	34,06	30,00	88,08	108	51,23	42,20	82,37
9	77,28	130,00	31,78	109	49,6	44,40	89,51
10	200,91	47,70	23,74	110	41,24	135,00	-127,38
50	94,34	55,30	58,62	111	70,3	90,40	71,41
51	82,37	56,90	69,08	112	56,82	82,90	54,10
52	97,47	36,60	37,55	113	34,73	55,00	41,65
53	90,25	56,40	62,49	114	233,31	129,00	55,29
54	89,29	55,50	62,16	116	115,47	157,00	64,03
ORT YAK.% % 30,61							

Tablo EK-C.3. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P3 ile model test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P3 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P3 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	63,5	82,97	55	55,15	144	-61,11
2	37,45	30	80,11	56	49,94	108	-16,26
3	38,1	116	-104,46	57	76,59	172	-24,57
4	52,5	141	-68,57	58	35,13	111	-115,97
5	24,6	163	-462,60	59	27,66	88,8	-121,04
6	20,22	101	-299,51	106	17,65	101	-372,24
7	23,52	30	72,45	107	40,06	28,5	71,14
8	34,06	70	-5,52	108	51,23	103	-1,05
9	77,28	127	35,66	109	49,6	110	-21,77
10	200,91	147	73,17	110	41,24	167	-204,95
50	94,34	121	71,74	111	70,3	81,5	84,07
51	82,37	60,3	73,21	112	56,82	81,6	56,39
52	97,47	109	88,17	113	34,73	123	-154,16
53	90,25	104	84,76	114	233,31	154	66,01
54	89,29	113	73,45	116	115,47	156	64,90
ORT YAK % -31,85							

Tablo EK-C.4. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P4 ile model test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P4 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P4 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	70,1	91,60	55	55,15	48,9	88,67
2	37,45	30	80,11	56	49,94	53,6	92,67
3	38,1	33,9	88,98	57	76,59	73,4	95,83
4	52,5	50,3	95,81	58	35,13	52,9	49,42
5	24,6	29,3	80,89	59	27,66	30	91,54
6	20,22	39,6	4,15	106	17,65	53	-100,28
7	23,52	30	72,45	107	40,06	28,5	71,14
8	34,06	30	88,08	108	51,23	43,7	85,30
9	77,28	70	90,58	109	49,6	30	60,48
10	200,91	144	71,67	110	41,24	53,6	70,03
50	94,34	53,3	56,50	111	70,3	63,6	90,47
51	82,37	91,6	88,79	112	56,82	48,3	85,01
52	97,47	90,9	93,26	113	34,73	53,3	46,53
53	90,25	101	88,09	114	233,31	192	82,29
54	89,29	54	60,48	116	115,47	158	63,17
ORT. YAK.% % 70,79							

Tablo EK-C.5. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P5 ile model test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P5 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P5 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	49,3	64,42	55	55,15	39,9	72,35
2	37,45	30	80,11	56	49,94	51,3	97,28
3	38,1	45,8	79,79	57	76,59	63,2	82,52
4	52,5	49,5	94,29	58	35,13	50,4	56,53
5	24,6	29	82,11	59	27,66	30	91,54
6	20,22	52,9	-61,62	106	17,65	52,3	-96,32
7	23,52	29,4	75,00	107	40,06	28,5	71,14
8	34,06	28,5	83,68	108	51,23	38,6	75,35
9	77,28	70	90,58	109	49,6	30	60,48
10	200,91	190	94,57	110	41,24	40,2	97,48
50	94,34	50,3	53,32	111	70,3	58,2	82,79
51	82,37	83,4	98,75	112	56,82	47,2	83,07
52	97,47	84,8	87,00	113	34,73	50,4	54,88
53	90,25	86,6	95,96	114	233,31	200	85,72
54	89,29	49,4	55,33	116	115,47	148	71,83
ORT YAK % 68,66							

Tablo EK-C.6. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P6 test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P6 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P6 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	52,5	68,60	55	55,15	38,2	69,27
2	37,45	30	80,11	56	49,94	51,3	97,28
3	38,1	46,7	77,43	57	76,59	71,9	93,88
4	52,5	49	93,33	58	35,13	50,4	56,53
5	24,6	29,4	80,49	59	27,66	30	91,54
6	20,22	52,9	-61,62	106	17,65	52,3	-96,32
7	23,52	26,4	87,76	107	40,06	28,5	71,14
8	34,06	29,9	87,79	108	51,23	38,4	74,96
9	77,28	70,1	90,71	109	49,6	30	60,48
10	200,91	179	89,09	110	41,24	38,1	92,39
50	94,34	78,2	82,89	111	70,3	58,2	82,79
51	82,37	83,3	98,87	112	56,82	51,8	91,17
52	97,47	84,9	87,10	113	34,73	50,4	54,88
53	90,25	86,3	95,62	114	233,31	200	85,72
54	89,29	51,3	57,45	116	115,47	144	75,29
ORT. YAK. % % 70,55							

Tablo EK-C.7. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P7 test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P7 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P7 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	48,6	63,50	55	55,15	37,7	68,36
2	37,45	53,7	56,61	56	49,94	47,9	95,92
3	38,1	48,7	72,18	57	76,59	64	83,56
4	52,5	49	93,33	58	35,13	50,4	56,53
5	24,6	26,4	92,68	59	27,66	26,4	95,44
6	20,22	52,3	-58,65	106	17,65	52,3	-96,32
7	23,52	26,4	87,76	107	40,06	38,4	95,86
8	34,06	26,4	77,51	108	51,23	35,4	69,10
9	77,28	48,6	62,89	109	49,6	27,9	56,25
10	200,91	161	80,14	110	41,24	35,3	85,60
50	94,34	69,5	73,67	111	70,3	56,3	80,09
51	82,37	76,8	93,24	112	56,82	49,4	86,94
52	97,47	74	75,92	113	34,73	50,4	54,88
53	90,25	74	81,99	114	233,31	200	85,72
54	89,29	78,8	88,25	116	115,47	139	79,62
ORT. YAK. % 67,95							

Tablo EK-C.8. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P8 test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P8 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P8 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	48,6	63,50	55	55,15	37,7	68,36
2	37,45	53,7	56,61	56	49,94	47,9	95,92
3	38,1	48,7	72,18	57	76,59	64	83,56
4	52,5	49	93,33	58	35,13	50,4	56,53
5	24,6	26,4	92,68	59	27,66	26,4	95,44
6	20,22	52,3	-58,65	106	17,65	52,3	-96,32
7	23,52	26,4	87,76	107	40,06	38,4	95,86
8	34,06	26,4	77,51	108	51,23	35,4	69,10
9	77,28	48,6	62,89	109	49,6	27,9	56,25
10	200,91	161	80,14	110	41,24	35,3	85,60
50	94,34	69,5	73,67	111	70,3	56,3	80,09
51	82,37	76,8	93,24	112	56,82	49,4	86,94
52	97,47	74	75,92	113	34,73	50,4	54,88
53	90,25	74	81,99	114	233,31	200	85,72
54	89,29	78,8	88,25	116	115,47	139	79,62
ORT. YAK. % 67,95							

Tablo EK-C.9. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P9 test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P9 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P9 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	52,5	68,60	55	55,15	38,2	69,27
2	37,45	30	80,11	56	49,94	51,3	97,28
3	38,1	46,7	77,43	57	76,59	71,9	93,88
4	52,5	49	93,33	58	35,13	50,4	56,53
5	24,6	29,4	80,49	59	27,66	30	91,54
6	20,22	52,9	-61,62	106	17,65	52,3	-96,32
7	23,52	30	72,45	107	40,06	30	74,89
8	34,06	30	88,08	108	51,23	38,4	74,96
9	77,28	70,1	90,71	109	49,6	30	60,48
10	200,91	179	89,09	110	41,24	38,1	92,39
50	94,34	78,2	82,89	111	70,3	58,2	82,79
51	82,37	83,3	98,87	112	56,82	51,8	91,17
52	97,47	84,9	87,10	113	34,73	50,4	54,88
53	90,25	86,3	95,62	114	233,31	200	85,72
54	89,29	51,3	57,45	116	115,47	144	75,29
ORT. YAK. % % 70,18							

Tablo EK-C.10. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P10 test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P10 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P10 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	52,80	68,99	55	55,15	52,50	95,19
2	37,45	56,90	48,06	56	49,94	52,20	95,47
3	38,1	35,60	93,44	57	76,59	61,00	79,64
4	52,5	52,80	99,43	58	35,13	52,90	49,42
5	24,6	52,30	-12,60	59	27,66	33,60	78,52
6	20,22	53,90	-66,57	106	17,65	52,30	-96,32
7	23,52	63,20	-68,71	107	40,06	52,90	67,95
8	34,06	53,30	43,51	108	51,23	32,60	63,63
9	77,28	45,10	58,36	109	49,6	33,90	68,35
10	200,91	166,00	82,62	110	41,24	53,00	71,48
50	94,34	78,00	82,68	111	70,3	39,10	55,62
51	82,37	77,10	93,60	112	56,82	35,90	63,18
52	97,47	59,80	61,35	113	34,73	53,30	46,53
53	90,25	68,30	75,68	114	233,31	213,00	91,29
54	89,29	69,30	77,61	116	115,47	90,80	78,64
ORT. YAK. % 54,87							

Tablo EK-C.11. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P11 test sonuçları

NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P11 Değ.	Yaklaşıklık	NO	m^2 Birim Fiyat	Senaryo P11 Değ.	Yaklaşıklık
1	76,53	48,6	63,50	55	55,15	105	9,61
2	37,45	54,3	55,01	56	49,94	26,6	53,26
3	38,1	26,4	69,29	57	76,59	57,5	75,08
4	52,5	36,4	69,33	58	35,13	26,4	75,15
5	24,6	26,5	92,28	59	27,66	26,4	95,44
6	20,22	27,8	62,51	106	17,65	27,8	42,49
7	23,52	70	-97,62	107	40,06	25,1	62,66
8	34,06	26,4	77,51	108	51,23	25,5	49,78
9	77,28	45,1	58,36	109	49,6	25,6	51,61
10	200,91	180	89,59	110	41,24	25,6	62,08
50	94,34	78,9	83,63	111	70,3	30,3	43,10
51	82,37	42,1	51,11	112	56,82	26,4	46,46
52	97,47	34,6	35,50	113	34,73	38,3	89,72
53	90,25	37,9	41,99	114	233,31	213	91,29
54	89,29	38,4	43,01	116	115,47	127	90,01
ORT. YAK. % 57,76							

Tablo EK-C.12. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P5 ile bulanık yapıda hesaplanan değer ile parsel değerlerinin yaklaşıklıklarının hesabı

NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%
1	76,53	49,30	64,42	29	32,1	30,00	93,46	56	49,94	51,30	97,28	91	46,2	51,30	88,96
2	37,45	30,00	80,11	30	36,3	39,50	91,18	57	76,59	63,20	82,52	92	44,49	51,30	84,69
3	38,1	45,80	79,79	31	37,52	30,00	79,96	58	35,13	50,40	56,53	93	44,49	51,30	84,69
4	52,5	49,50	94,29	32	40,49	36,10	89,16	59	27,66	30,00	91,54	94	37,58	50,60	65,35
5	24,6	29,00	82,11	33	48,3	50,10	96,27	60	24,04	37,50		95	115,51	127,00	90,05
6	20,22	52,90		34	34,21	51,60		61	84,53	54,50	64,47	96	48,73	19,90	
7	23,52	29,40	75,00	36	272,52	214,00	78,53	62	127,85	163,00	72,51	97	69,5	60,30	86,76
8	34,06	28,50	83,68	37	264,08	215,00	81,41	63	56,94	52,80	92,73	98	68,61	46,90	68,36
9	77,28	70,00	90,58	39	76,63	52,80	68,90	64	142,2	123,00	86,50	99	69,44	54,10	77,91
10	200,91	190,00	94,57	40	24,94	26,50	93,74	65	148,23	80,10		100	69,1	61,90	89,58
11	219,53	192,00	87,46	41	25,10	42,90		71	33,60	51,60		101	64,66	59,90	92,64
12	237,71	207,00	87,08	42	34,56	30,00	86,81	72	27,73	50,40		102	68,36	84,60	76,24
13	157,39	191,00	78,65	43	37,81	30,00	79,34	73	74,49	60,40	81,08	103	69,39	49,40	71,19
14	111,36	102,00	91,59	44	268,53	209,00	77,83	78	73,11	49,20	67,30	104	69,31	54,50	78,63
15	115,68	174,00		45	132,69	95,10	71,67	79	59,84	47,10	78,71	105	71,14	50,00	70,28
17	52,72	44,10	83,65	46	92,74	70,00	75,48	81	96,62	96,20	99,57	106	17,65	52,30	
19	67,82	69,60	97,38	47	313,68	213,00	67,90	82	59,82	37,80	63,19	107	40,06	28,50	71,14
20	89,19	70,70	79,27	48	32,73	34,50	94,59	83	66,78	58,30	87,30	108	51,23	38,60	75,35
21	105,33	70,10	66,55	49	73,96	70,00	94,65	84	75,57	58,30	77,15	109	49,6	30,00	60,48
22	183,97	161,00	87,51	50	94,34	50,30		85	50,25	27,90	55,52	110	41,24	40,20	97,48
23	80	86,60	91,75	51	82,37	83,40	98,75	86	56,82	47,20	83,07	111	70,3	58,20	82,79
24	29,15	51,70		52	97,47	84,80	87,00	87	56,82	47,20	83,07	112	56,82	47,20	83,07
25	58,5	70,00	80,34	53	90,25	86,60	95,96	88	56,82	47,20	83,07	113	34,73	50,40	
27	31,70	51,00		54	89,29	49,40	55,33	89	38,1	46,90	76,90	114	233,31	200,00	85,72
28	29,77	30,00	99,23	55	55,15	39,90	72,35	90	38,24	37,40	97,80	116	115,47	148,00	71,83

Ortalama yaklaşıklık= % 81,82

Tablo 4.13 EK-C.13. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P6 yapısına göre 100 verinin testi

NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%
1	76,53	52,5	68,60	29	32,1	30	93,45	56	49,94	51,3	97,27	91	46,2	48,7	94,59
2	37,45	30	80,10	30	36,3	41,3	86,22	57	76,59	71,9	93,88	92	44,49	44,6	99,76
3	38,1	46,7	77,41	31	37,52	30	79,97	58	35,13	50,4	56,52	93	44,49	44,6	99,76
4	52,5	49	93,33	32	40,49	49,2	78,48	59	27,66	30	91,54	94	37,58	48,7	70,40
5	24,6	29,4	80,49	33	48,3	48,4	99,78	60	24,04	42,5		95	115,51	127	90,05
6	20,22	52,9		34	34,21	46,8	63,19	61	84,53	54,4	64,36	96	48,73	43,9	90,08
7	23,52	26,4	87,75	36	272,52	214	78,53	62	127,85	158	76,42	97	69,5	64,1	92,23
8	34,06	29,9	87,79	37	264,08	214	81,03	63	56,94	52,8	92,73	98	68,61	53,1	77,40
9	77,28	70,1	90,71	39	76,63	63,8	83,26	64	142,2	116	81,58	99	69,44	59	84,96
10	200,91	179	89,10	40	24,94	36,5		65	148,23	62,7		100	69,1	63	91,18
11	219,53	180	81,99	41	25,10	44,2		71	33,60	50,7		101	64,66	50,2	77,64
12	237,71	213	89,60	42	34,56	30	86,81	72	27,73	50,4		102	68,36	84,6	76,25
13	157,39	183	83,73	43	37,81	30	79,35	73	74,49	63,9	85,79	103	69,39	53,5	77,10
14	111,36	112	99,42	44	268,53	209	77,83	78	73,11	49,2	67,29	104	69,31	58,6	84,55
15	115,68	174		45	132,69	85,9	64,74	79	59,84	48,7	81,38	105	71,14	54	75,91
17	52,72	44,1	83,64	46	92,74	76,4	82,38	81	96,62	88,1	91,18	106	17,65	52,3	
19	67,82	94,4	60,80	47	313,68	213	67,90	82	59,82	34,9	58,34	107	40,06	28,5	71,15
20	89,19	75,6	84,77	48	32,73	34,5	94,60	83	66,78	58,3	87,30	108	51,23	38,4	74,96
21	105,33	54,3		49	73,96	70	94,64	84	75,57	58,3	77,15	109	49,6	30	60,48
22	183,97	143	77,73	50	94,34	78,2	82,89	85	50,25	27,9	55,52	110	41,24	38,1	92,39
23	80	74,4	93,00	51	82,37	83,3	98,87	86	56,82	51,3	90,29	111	70,3	58,2	82,79
24	29,15	51,7		52	97,47	84,9	87,11	87	56,82	51,3	90,29	112	56,82	51,8	91,17
25	58,5	70	80,34	53	90,25	86,3	95,62	88	56,82	51,4	90,46	113	34,73	50,4	
27	31,70	49,1		54	89,29	51,3	57,46	89	38,1	51,3	65,34	114	233,31	200	85,72
28	29,77	26,9	90,35	55	55,15	38,2	69,27	90	38,24	37,4	97,80	116	115,47	144	75,29

Ortalama yak.= %82,44

Tablo EK-C.14. Yapılaşmamış Alanda. Senaryo P7 yapısına göre 100 verinin testi

NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%
1	76,53	48,6	63,50	29	32,1	52,5		56	49,94	47,9	95,92	91	46,2	46,3	99,79
2	37,45	53,7	56,62	30	36,3	48,5	66,38	57	76,59	64,7	84,48	92	44,49	47	94,37
3	38,1	48,7	72,16	31	37,52	30	79,97	58	35,13	50,4	56,52	93	44,49	47	94,37
4	52,5	49	93,33	32	40,49	50,4	75,51	59	27,66	26,4	95,45	94	37,58	48,7	70,40
5	24,6	26,4	92,68	33	48,3	48,7	99,16	60	24,04	42,5		95	115,51	79,8	69,08
6	20,22	52,3		34	34,21	48,1	59,39	61	84,53	91,2	92,10	96	48,73	39,2	80,44
7	23,52	26,4	87,75	36	272,52	214	78,53	62	127,85	147	85,03	97	69,5	54	77,70
8	34,06	26,4	77,51	37	264,08	214	81,03	63	56,94	48,4	85,00	98	68,61	56,3	82,06
9	77,28	48,6	62,89	39	76,63	48,7	63,55	64	142,2	94,1	66,18	99	69,44	58,5	84,24
10	200,91	161	80,14	40	24,94	36,6		65	148,23	156	94,76	100	69,1	61,6	89,15
11	219,53	193	87,91	41	25,10	50,4		71	33,60	49,4		101	64,66	47	72,69
12	237,71	220	92,55	42	34,56	26,4	76,40	72	27,73	50,4		102	68,36	51,6	75,48
13	157,39	135	85,77	43	37,81	28,9	76,44	73	74,49	53,3	71,56	103	69,39	56,3	81,14
14	111,36	113	98,53	44	268,53	158	58,84	78	73,11	48,2	65,93	104	69,31	54	77,91
15	115,68	138	80,70	45	132,69	85,2	64,21	79	59,84	48,6	81,21	105	71,14	54,4	76,47
17	52,72	49,4	93,70	46	92,74	70,1	75,59	81	96,62	82,4	85,28	106	17,65	52,3	
19	67,82	84,4	75,55	47	313,68	213	67,90	82	59,82	31,6		107	40,06	38,4	95,86
20	89,19	69,5	77,93	48	32,73	50,4		83	66,78	58,5	87,60	108	51,23	35,4	69,10
21	105,33	94,9	90,10	49	73,96	54,5	73,68	84	75,57	56,3	74,50	109	49,6	27,9	56,25
22	183,97	161	87,52	50	94,34	69,5	73,67	85	50,25	29,2	58,11	110	41,24	35,3	85,60
23	80	74,4	93,00	51	82,37	76,8	93,24	86	56,82	48,4	85,18	111	70,3	56,3	80,09
24	29,15	50,4		52	97,47	74	75,92	87	56,82	48,4	85,18	112	56,82	49,4	86,94
25	58,5	53,8	91,97	53	90,25	74	81,99	88	56,82	49,4	86,94	113	34,73	50,4	
27	31,70	48,7		54	89,29	78,8	88,26	89	38,1	49	71,38	114	233,31	200	85,72
28	29,77	27,3	91,69	55	55,15	37,7	68,36	90	38,24	50,4	68,20	116	115,47	139	79,62

Ortalama yak.= % 79,91

Tablo EK-C.15. Yapılaşmamış Alanda Senaryo P9 yapısına göre 100 verinin testi

NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%	NO	ÇIKIŞ	Mamdani DEĞ.	YAK.%
1	76,53	52,50	68,60	29	32,1	30,00	93,46	56	49,94	51,30	97,28	91	46,2	48,70	94,59
2	37,45	30,00	80,11	30	36,3	41,30	86,23	57	76,59	71,90	93,88	92	44,49	44,60	99,75
3	38,1	46,70	77,43	31	37,52	30,00	79,96	58	35,13	50,40	56,53	93	44,49	44,60	99,75
4	52,5	49,00	93,33	32	40,49	49,20	78,49	59	27,66	30,00	91,54	94	37,58	48,70	70,41
5	24,6	29,40	80,49	33	48,3	46,80	96,89	60	24,04	42,50		95	115,51	81,30	70,38
6	20,22	52,90		34	34,21	46,80	63,20	61	84,53	54,40	64,36	96	48,73	42,30	86,80
7	23,52	30,00	72,45	36	272,52	214,00	78,53	62	127,85	158,00	76,42	97	69,5	63,30	91,08
8	34,06	30,00	88,08	37	264,08	214,00	81,04	63	56,94	52,80	92,73	98	68,61	53,10	77,39
9	77,28	70,10	90,71	39	76,63	47,90	62,51	64	142,2	107,00	75,25	99	69,44	59,00	84,97
10	200,91	179,00	89,09	40	24,94	36,50		65	148,23	62,70		100	69,1	63,00	91,17
11	219,53	180,00	81,99	41	25,1	44,20		71	33,6	50,70		101	64,66	46,50	71,91
12	237,71	213,00	89,60	42	34,56	30,00	86,81	72	27,73	50,40		102	68,36	84,60	76,24
13	157,39	183,00	83,73	43	37,81	30,00	79,34	73	74,49	58,20	78,13	103	69,39	53,50	77,10
14	111,36	112,00	99,43	44	268,53	209,00	77,83	78	73,11	49,20	67,30	104	69,31	58,60	84,55
15	115,68	153,00	67,74	45	132,69	85,90	64,74	79	59,84	48,70	81,38	105	71,14	54,00	75,91
17	52,72	44,10	83,65	46	92,74	76,40	82,38	81	96,62	82,70	85,59	106	17,65	52,30	
19	67,82	94,40	60,81	47	313,68	213,00	67,90	82	59,82	34,90	58,34	107	40,06	30,00	74,89
20	89,19	75,60	84,76	48	32,73	34,50	94,59	83	66,78	58,30	87,30	108	51,23	38,40	74,96
21	105,33	54,30		49	73,96	70,00	94,65	84	75,57	58,30	77,15	109	49,6	30,00	60,48
22	183,97	143,00	77,73	50	94,34	78,20	82,89	85	50,25	29,20	58,11	110	41,24	38,10	92,39
23	80	74,40	93,00	51	82,37	83,30	98,87	86	56,82	51,30	90,29	111	70,3	58,20	82,79
24	29,15	51,70		52	97,47	84,90	87,10	87	56,82	51,30	90,29	112	56,82	51,80	91,17
25	58,5	70,00	80,34	53	90,25	86,30	95,62	88	56,82	51,40	90,46	113	34,73	50,40	
27	31,7	49,10		54	89,29	51,30	57,45	89	38,1	51,30	65,35	114	233,31	200,00	85,72
28	29,77	27,30	91,70	55	55,15	38,20	69,27	90	38,24	37,40	97,80	116	115,47	144,00	75,29

Ortalama yak.= % 81,36

Tablo EK-C.16. Yapılaşmamış Alanda Durulaştırma yöntemlerine elde edilen test verilerinin değerleri

NO	m^2 Birim Fiyat	Sentroid	Ağırlıklı ortalama	En büyük üyeliklerin ortalaması	En büyük üyelik	En küçük üyelik
1	76,53	52,5	51	30	48	12
2	37,45	30	30	30	45	15
3	38,1	46,7	42	27	54	0
4	52,5	49	48	44,1	87	0
5	24,6	29,4	30	30	48	12
6	20,22	52,9	54	51	102	0
7	23,52	26,4	27	24	48	0
8	34,06	29,9	30	30	48	12
9	77,28	70,1	69	70,5	96	45
10	200,91	179	189	230	300	159
50	94,34	78,2	72	46,5	93	0
51	82,37	83,3	75	54	102	6
52	97,47	84,9	78	30	48	12
53	90,25	86,3	81	30	48	12
54	89,29	51,3	51	48	96	0
55	55,15	38,2	33	20,7	39	0
56	49,94	51,3	51	48	96	0
57	76,59	71,9	42	30	42	18
58	35,13	50,4	51	46,5	93	0
59	27,66	30	30	30	48	12
106	17,65	52,3	51	51	102	0
107	40,06	28,5	27	28,5	57	0
108	51,23	38,4	33	30	42	18
109	49,6	30	30	30	42	18
110	41,24	38,1	33	30	45	15
111	70,3	58,2	45	30	48	12
112	56,82	51,8	51	27	54	0
113	34,73	50,4	51	46,5	93	0
114	233,31	200	204	227	300	153
116	115,47	144	141	46,5	93	0

Tablo EK-C.17. Yapılaşmamış Alanda Sugeno'de Senaryo P6 'ya göre 30 test verisinin yaklaşıklık değerleri

NO	Birim değ.	1-30	Yak.%	NO	Birim değ.	1-10 51-60 91-100	Yak.%
1	76,53	70,73	92,42	1	76,53	72,86	95,20
2	37,45	74,81		2	37,45	32,72	87,37
3	38,10	48,15	73,62	3	38,10	47,68	74,83
4	52,50	56,34	92,69	4	52,50	79,08	49,37
5	24,60	40,43		5	24,60	29,89	78,49
7	23,52	24,32	96,60	6	20,22	42,21	
8	34,06	49,86	53,61	7	23,52	66,21	
9	77,28	25,83		8	34,06	51,39	
10	200,91	92,14		9	77,28	92,15	80,76
11	219,53	177,12	80,68	10	200,91	192,04	95,59
12	237,71	202,85	85,33	56	49,94	68,99	61,84
13	157,39	240,57		57	76,59	71,79	93,74
14	111,36	117,77	94,24	58	35,13	32,51	92,55
15	115,68	106,58	92,14	59	27,66	38,68	60,14
17	52,72	106,76		60	24,04	39,03	
19	67,82	73,89	91,05	61	84,53	99,82	81,91
20	89,19	77,61	87,02	62	127,85	114,30	89,40
21	105,33	92,34	87,67	63	56,94	58,10	97,96
22	183,97	88,18	47,93	64	142,20	112,58	79,17
23	80,00	114,52	56,85	65	148,23	161,16	91,28
25	58,50	78,53	65,76	106	17,65	23,87	64,73
28	29,77	46,75		107	40,06	54,59	63,72
30	36,30	74,79		108	51,23	42,28	82,52
31	37,52	41,42	89,59	109	49,60	41,55	83,76
32	40,49	230,02		110	41,24	45,65	89,29
33	48,30	50,79	94,84	111	70,30	75,54	92,54
34	34,21	38,96	86,12	112	56,82	56,84	99,97
36	272,52	74,21		113	34,73	26,11	75,18
37	264,08	84,14		114	233,31	248,59	93,45
39	76,63	120,59		116	115,47	107,23	92,87
ORT Yak.%	78,41			ORT Yak.%	82,60		
Eğitme hatası	$6,24*10^{-4}$			Eğitme hatası	$9.56*10^{-6}$		
Test hatası	0,089883			Test hatası	0,030085		

Tablo EK-C.18. Yapılaşmamış Alanda Sugeno'de Senaryo P6'ya göre 30 test verisinin yaklaşıklık değerleri

NO	Birim değ.	71-100	Yak.%	NO	Birim değ.	21-51	Yak.%
86	56,82	47,08	82,87	23	80,00	97,36	78,30
87	56,82	52,86	93,03	24	29,15	37,99	69,68
88	56,82	62,33	90,31	25	58,50	62,19	93,69
89	38,10	32,49	85,29	27	31,75	35,44	88,38
90	38,24	23,03	60,23	28	29,77	215,23	
91	46,20	40,29	87,19	29	32,10	46,24	55,97
92	44,49	27,45	61,69	30	36,30	33,25	91,59
93	44,49	38,27	86,00	31	37,52	74,43	
94	37,58	54,63	54,61	32	40,49	71,43	
95	115,51	56,99		33	48,30	85,27	
96	48,73	62,58	71,59	34	34,21	33,72	98,57
97	69,50	74,07	93,42	36	272,52	241,67	88,68
98	68,61	77,41	87,16	37	264,08	203,73	77,15
99	69,44	69,74	99,57	39	76,63	79,68	96,02
100	69,10	61,57	89,10	40	24,94	21,43	85,95
101	64,66	63,73	98,56	41	25,10	32,93	68,78
102	68,36	57,75	84,47	42	34,56	21,61	62,53
103	69,39	79,20	85,86	43	37,81	38,39	98,46
104	69,31	71,87	96,31	44	268,53	218,92	81,53
105	71,14	64,37	90,49	45	131,70	104,07	79,02
106	17,65	10,33	58,52	46	92,74	77,45	83,51
107	40,06	33,56	83,79	47	313,68	261,03	83,22
108	51,23	33,77	65,93	48	32,73	44,16	65,09
109	49,60	47,37	95,49	49	73,96	62,63	84,68
110	41,24	44,63	91,77	50	94,34	92,74	98,30
111	70,30	75,49	92,61	51	82,37	88,11	93,03
112	56,82	62,42	90,14	52	97,47	100,31	97,08
113	34,73	35,94	96,54	53	90,25	92,82	97,15
114	233,31	246,65	94,28	54	89,29	75,26	84,30
116	115,47	124,12	92,51	55	55,15	65,41	81,38
ORT Yak.%	87,91			ORT Yak.%	85,22		
Eğitme hatası	$9.82 * 10^{-6}$			Eğitme hatası	$6,49 * 10^{-4}$		
Test hatası	0,027861			Test hatası	0,082009		

Tablo EK-C.19. Yapılaşmamış Alanda Sugeno'de Senaryo P6 30 test verisinin yaklaşıklık değerleri

NO	Birim değ.	11-20 61-80	Yak.%	NO	Birim değ.	1-10 39-48 91-100	Yak.%
11	219,53	200,06	91,13	1	76,53	63,65	83,17
12	237,71	267,98	87,27	2	37,45	26,20	69,95
13	157,39	118,77	75,46	3	38,10	48,69	72,18
14	111,36	108,51	97,44	4	52,50	89,60	
15	115,68	99,48	86,00	5	24,60	27,25	89,22
17	52,72	54,73	96,20	6	20,22	37,65	
19	67,82	85,38	74,10	7	23,52	42,00	
20	89,19	89,83	99,28	8	34,06	43,62	71,93
21	105,33	68,17	64,72	9	77,28	118,69	
22	183,97	141,62	76,98	10	200,91	200,20	99,65
71	33,60	50,69		44	268,53	267,44	99,59
72	27,73	41,71		45	132,69	108,32	81,63
73	74,49	94,80	72,73	46	92,74	120,09	70,50
78	73,11	61,66	84,33	47	313,68	295,15	94,09
79	59,84	47,05	78,62	48	32,73	42,60	69,86
81	96,62	106,03	90,25	49	73,96	68,85	93,08
82	59,82	69,24	84,25	50	94,34	93,69	99,32
83	66,78	73,94	89,28	51	82,37	81,73	99,22
84	75,57	70,27	92,99	52	97,47	92,58	94,99
85	50,25	30,48	60,66	53	90,25	112,00	75,91
86	56,82	52,89	93,08	106	17,65	16,60	94,09
87	56,82	61,73	91,36	107	40,06	49,18	77,24
88	56,82	56,86	99,93	108	51,23	41,43	80,87
89	38,10	32,91	86,40	109	49,60	49,31	99,42
90	38,24	23,30	60,92	110	41,24	43,96	93,40
91	46,20	43,16	93,42	111	70,30	75,51	92,59
92	44,49	37,81	84,98	112	56,82	56,86	99,93
93	44,49	56,95	72,01	113	34,73	23,93	68,88
94	37,58	73,93		114	233,31	243,50	95,63
95	115,51	49,94		116	115,47	115,98	99,56
ORT Yak.%	83,99			ORT Yak.%	89,50		
Eğitme hatası	$2.57*10^{-5}$			Eğitme hatası	$2.64*10^{-5}$		
Test hatası	0,043979			Test hatası	0,030515		

EK-D. YAPILAŞMIŞ ALANDA MAMDANI VE SUGENO YÖNTEMLERİNE GÖRE TEST SONUÇLARI

EK-D. Yapılaşmış Alan Senaryolarına İlişkin Tablolar

Tablo EK-D.1. Yapılaşmış Alan Senaryo E1 test verilerinin sonuçları ve yaklaşıklık oranı

No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E1 Değeri	Yaklaşıklık %	No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E1 Değeri	Yaklaşıklık %
1	80	142	22,50	34	120	97,9	81,58
2	90	164	17,78	35	160	138	86,25
3	95	144	48,42	36	180	160	88,89
4	85	153	20,00	37	120	91,7	76,42
5	110	130	81,82	38	110	96,7	87,91
6	85	122	56,47	39	130	124	95,38
7	45	50	88,89	40	110	138	74,55
8	100	221	-21,00	41	120	138	85,00
9	120	146	78,33	42	150	183	78,00
10	100	95,4	95,40	43	90	94,3	95,22
12	100	162	38,00	44	90	81,9	91,00
13	125	93,4	74,72	45	85	139	36,47
14	80	91,7	85,38	46	100	137	63,00
15	120	168	60,00	47	130	165	73,08
16	110	141	71,82	48	300	286	95,33
17	110	95,3	86,64	49	250	281	87,60
18	155	150	96,77	50	270	309	85,56
19	60	96,1	39,83	51	180	169	93,89
20	80	93,1	83,63	52	80	91,8	85,25
21	130	103	79,23	53	120	143	80,83
22	65	50	76,92	54	80	99,8	75,25
23	175	200	85,71	55	135	162	80,00
24	120	153	72,50	56	230	278	79,13
25	140	168	80,00	57	80	94,2	82,25
26	300	267	89,00	58	150	146	97,33
27	95	92,5	97,37	59	85	95,6	87,53
28	120	168	60,00	60	139	175	74,10
29	120	102	85,00	61	120	108	90,00
30	125	143	85,60	62	100	97,5	97,50
33	350	309	88,29	63	90	99,2	89,78
Yaklaşıklık ortalaması%=75,32							

Tablo EK-D.2. Yapılaşmış Alan Senaryo E2 test verilerinin sonuçları ve yaklaşıklık oranı

No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E2 Değeri	Yaklaşıklık %	No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E2 Değeri	Yaklaşıklık %
1	80	102	72,50	34	120	99,6	83,00
2	90	97,7	91,44	35	160	138	86,25
3	95	95,3	99,68	36	180	171	95,00
4	85	97,7	85,06	37	120	95,3	79,42
5	110	111	99,09	38	110	92,2	83,82
6	85	95,3	87,88	39	130	152	83,08
7	45	50	88,89	40	110	135	77,27
8	100	103	97,00	41	120	139	84,17
9	120	106	88,33	42	150	151	99,33
10	100	91,9	91,90	43	90	78,4	87,11
12	100	118	82,00	44	90	90,3	99,67
13	125	93,4	74,72	45	85	117	62,35
14	80	94,2	82,25	46	100	119	81,00
15	120	161	65,83	47	130	128	98,46
16	110	94,1	85,55	48	300	220	73,33
17	110	93,4	84,91	49	250	220	88,00
18	155	132	85,16	50	270	260	96,30
19	60	86,9	55,17	51	180	169	93,89
20	80	128	40,00	52	80	92,1	84,88
21	130	94,2	72,46	53	120	145	79,17
22	65	50	76,92	54	80	97,3	78,38
23	175	200	85,71	55	135	170	74,07
24	120	141	82,50	56	230	227	98,70
25	140	120	85,71	57	80	79,8	99,75
26	300	227	75,67	58	150	127	84,67
27	95	92,2	97,05	59	85	93,4	90,12
28	120	168	60,00	60	139	173	75,54
29	120	93,4	77,83	61	120	102	85,00
30	125	106	84,80	62	100	86,5	86,50
33	350	266	76,00	63	90	89,5	99,44
Yaklaşıklık ortalaması%= 83,66							

Tablo EK-D.3. Yapılaşmış Alan Senaryo E3 test verilerinin sonuçları ve yaklaşıklık oranı

No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E3 Değeri	Yaklaşıklık %	No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E3 Değeri	Yaklaşıklık %
1	80	102	72,50	34	120	99,6	83,00
2	90	114	73,33	35	160	138	86,25
3	95	95,3	99,68	36	180	187	96,11
4	85	97,7	85,06	37	120	95,3	79,42
5	110	111	99,09	38	110	96,7	87,91
6	85	81,2	95,53	39	130	153	82,31
7	45	50	88,89	40	110	137	75,45
8	100	101	99,00	41	120	100	83,33
9	120	99,7	83,08	42	150	134	89,33
10	100	95,4	95,40	43	90	82,4	91,56
12	100	118	82,00	44	90	86,2	95,78
13	125	93,4	74,72	45	85	94	89,41
14	80	89,5	88,13	46	100	121	79,00
15	120	121	99,17	47	130	150	84,62
16	110	97	88,18	48	300	258	86,00
17	110	92,6	84,18	49	250	249	99,60
18	155	102	65,81	50	270	309	85,56
19	60	89,6	50,67	51	180	169	93,89
20	80	105	68,75	52	80	92,1	84,88
21	130	103	79,23	53	120	145	79,17
22	65	50	76,92	54	80	99,8	75,25
23	175	200	85,71	55	135	195	55,56
24	120	120	100,00	56	230	278	79,13
25	140	120	85,71	57	80	83,3	95,88
26	300	301	99,67	58	150	142	94,67
27	95	92,5	97,37	59	85	94,7	88,59
28	120	123	97,50	60	139	175	74,10
29	120	102	85,00	61	120	108	90,00
30	125	113	90,40	62	100	86,5	86,50
33	350	307	87,71	63	90	99,2	89,78
Yaklaşıklık ortalaması%= 85,67							

Tablo EK-D.4. Yapılaşmış Alan Senaryo E4 test verilerinin sonuçları ve yaklaşıklık oranı

No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E4 Değeri	Yaklaşıklık %	No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E4 Değeri	Yaklaşıklık %
1	80	122	47,50	34	120	104	86,67
2	90	122	64,44	35	160	122	76,25
3	95	120	73,68	36	180	123	68,33
4	85	122	56,47	37	120	123	97,50
5	110	121	90,00	38	110	102	92,73
6	85	74,2	87,29	39	130	152	83,08
7	45	50	88,89	40	110	143	70,00
8	100	122	78,00	41	120	122	98,33
9	120	122	98,33	42	150	120	80,00
10	100	96	96,00	43	90	50	55,56
12	100	122	78,00	44	90	119	67,78
13	125	123	98,40	45	85	124	54,12
14	80	98,7	76,63	46	100	124	76,00
15	120	123	97,50	47	130	120	92,31
16	110	108	98,18	48	300	240	80,00
17	110	74,2	67,45	49	250	240	96,00
18	155	101	65,16	50	270	309	85,56
19	60	50	83,33	51	180	174	96,67
20	80	84,5	94,38	52	80	121	48,75
21	130	106	81,54	53	120	172	56,67
22	65	50	76,92	54	80	50	62,50
23	175	200	85,71	55	135	123	91,11
24	120	120	100,00	56	230	251	90,87
25	140	120	85,71	57	80	89,9	87,63
26	300	295	98,33	58	150	120	80,00
27	95	97,3	97,58	59	85	121	57,65
28	120	121	99,17	60	139	176	73,38
29	120	120	100,00	61	120	130	91,67
30	125	119	95,20	62	100	50	50,00
33	350	307	87,71	63	90	50	55,56
Yaklaşıklık ortalaması%= 80,84							

Tablo EK-D.5. Yapılaşmış Alan Senaryo E5 test verilerinin sonuçları ve yaklaşıklık oranı

No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E5 Değeri	Yaklaşıklık %	No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E5 Değeri	Yaklaşıklık %
1	80	122	47,50	34	120	125	95,83
2	90	122	64,44	35	160	122	76,25
3	95	111	83,16	36	180	122	67,78
4	85	124	54,12	37	120	120	100,00
5	110	123	88,18	38	110	122	89,09
6	85	81,2	95,53	39	130	123	94,62
7	45	50	88,89	40	110	105	95,45
8	100	122	78,00	41	120	122	98,33
9	120	98	98,00	42	150	120	80,00
10	100	120	28,57	43	90	123	63,33
12	100	122	78,00	44	90	98	91,11
13	125	119	95,20	45	85	123	55,29
14	80	98,7	76,63	46	100	170	30,00
15	120	121	99,17	47	130	120	92,31
16	110	123	88,18	48	300	302	99,33
17	110	50	45,45	49	250	302	79,20
18	155	122	78,71	50	270	309	85,56
19	60	50	83,33	51	180	200	88,89
20	80	97,3	78,38	52	80	50	62,50
21	130	119	91,54	53	120	176	53,33
22	65	104	40,00	54	80	50	62,50
23	175	200	85,71	55	135	123	91,11
24	120	165	62,50	56	230	249	91,74
25	140	120	85,71	57	80	89,9	87,63
26	300	309	97,00	58	150	122	81,33
27	95	122	71,58	59	85	121	57,65
28	120	120	100,00	60	139	201	55,40
29	120	119	99,17	61	120	139	84,17
30	125	119	95,20	62	100	119	81,00
33	350	305	87,14	63	90	121	65,56
Yaklaşıklık ortalaması%= 78,69							

Tablo EK-D.6. Yapılaşmış Alan Senaryo E6 test verilerinin sonuçları ve yaklaşıklık oranı

No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E6 Değeri	Yaklaşıklık %	No	Taşınmaz Değeri	Senaryo E6 Değeri	Yaklaşıklık %
1	80	97	78,75	34	120	102	85,00
2	90	114	73,33	35	160	138	86,25
3	95	95,3	99,68	36	180	200	88,89
4	85	97,7	85,06	37	120	120	100,00
5	110	119	91,82	38	110	95,9	87,18
6	85	124	54,12	39	130	122	93,85
7	45	50	88,89	40	110	96,5	87,73
8	100	122	78,00	41	120	97	80,83
9	120	97,5	81,25	42	150	111	74,00
10	100	120	80,00	43	90	82,8	92,00
12	100	118	82,00	44	90	44,9	49,89
13	125	119	95,20	45	85	119	60,00
14	80	121	48,75	46	100	92,4	92,40
15	120	161	65,83	47	130	115	88,46
16	110	97	88,18	48	300	200	66,67
17	110	49,7	45,18	49	250	200	80,00
18	155	122	78,71	50	270	304	87,41
19	60	89,6	50,67	51	180	162	90,00
20	80	104	70,00	52	80	121	48,75
21	130	121	93,08	53	120	101	84,17
22	65	50	76,92	54	80	99,8	75,25
23	175	200	85,71	55	135	124	91,85
24	120	174	55,00	56	230	200	86,96
25	140	123	87,86	57	80	122	47,50
26	300	256	85,33	58	150	101	67,33
27	95	118	75,79	59	85	75,5	88,82
28	120	123	97,50	60	139	123	88,49
29	120	97,4	81,17	61	120	98	81,67
30	125	113	90,40	62	100	75,1	75,10
33	350	301	86,00	63	90	124	62,22
Yaklaşıklık ortalaması%= 78,98							

Tablo EK-D.7. Yapılaşmış Alan Senaryo E3 ile oluşturulan Mamdani yapısındaki 120 verinin sonuçları ve yaklaşıklık oranları

No	Taşınmaz Değeri	S. E3 Değeri	Yak. %	No	Taşınmaz Değeri	S. E3 Değeri	Yak. %	No	Taşınmaz Değeri	S. E3 Değeri	Yak. %	No	Taşınmaz Değeri	S. E3 Değeri	Yak. %
2	85,00	96,00	87,06	1	80	102,00	72,50	74	55,00	50,00	90,91	34	120	99,60	83,00
3	110,00	118,00	92,73	2	90	114,00	73,33	75	120,00	105,00	87,50	35	160	138,00	86,25
4	140,00	150,00	92,86	3	95	95,30	99,68	78	75,00	95,30	72,93	36	180	187,00	96,11
5	180,00	200,00	88,89	4	85	97,70	85,06	80	107,00	108,00	99,07	37	120	95,30	79,42
8	90,00	95,30	94,11	5	110	111,00	99,09	82	70,00	84,50	79,29	38	110	96,70	87,91
9	130,00	119,00	91,54	6	85	81,20	95,53	85	80,00	94,20	82,25	39	130	153,00	82,31
10	120,00	119,00	99,17	7	45	50,00	88,89	86	80,00	92,60	84,25	40	110	137,00	75,45
12	107,00	96,70	90,37	8	100	101,00	99,00	88	125,00	121,00	96,80	41	120	100,00	83,33
13	90,00	86,70	96,33	9	120	99,70	83,08	90	135,00	110,00	81,48	42	150	134,00	89,33
14	200,00	200,00	100,00	10	100	95,40	95,40	93	95,00	98,00	96,84	43	90	82,40	91,56
16	120,00	124,00	96,67	12	100	118,00	82,00	104	80,00	99,10	76,13	44	90	86,20	95,78
22	100,00	118,00	82,00	13	125	93,40	74,72	117	145,00	111,00	76,55	45	85	94,00	89,41
23	180,00	200,00	88,89	14	80	89,50	88,13	119	95,00	102,00	92,63	46	100	121,00	79,00
24	40,00	50,00	75,00	15	120	121,00	99,17	120	109,50	119,00	91,32	47	130	150,00	84,62
26	110,00	117,00	93,64	16	110	97,00	88,18	123	153,00	120,00	78,43	48	300	258,00	86,00
35	200,00	200,00	100,00	17	110	92,60	84,18	124	116,00	120,00	96,55	49	250	249,00	99,60
41	120,00	122,00	98,33	18	155	102,00	65,81	131	110,00	99,50	90,45	50	270	309,00	85,56
42	115,00	122,00	93,91	19	60	89,60	50,67	140	180,00	200,00	88,89	51	180	169,00	93,89
43	130,00	97,70	75,15	20	80	105,00	68,75	141	120,00	120,00	100,00	52	80	92,10	84,88
45	150,00	97,80	65,20	21	130	103,00	79,23	142	85,00	108,00	72,94	53	120	145,00	79,17
46	110,00	94,20	85,64	22	65	50,00	76,92	147	100,00	117,00	83,00	54	80	99,80	75,25
51	135,00	120,00	88,89	23	175	200,00	85,71	148	80,00	95,30	80,88	55	135	195,00	55,56
52	135,00	120,00	88,89	24	120	120,00	100,00	149	125,00	117,00	93,60	56	230	278,00	79,13
53	125,00	105,00	84,00	25	140	120,00	85,71	151	120,00	119,00	99,17	57	80	83,30	95,88
57	80,00	91,90	85,13	26	300	301,00	99,67	162	135,00	119,00	88,15	58	150	142,00	94,67
58	70,00	89,10	72,71	27	95	92,50	97,37	164	110,00	120,00	90,91	59	85	94,70	88,59
63	80,00	94,20	82,25	28	120	123,00	97,50	165	150,00	119,00	79,33	60	139	175,00	74,10
65	55,00	68,80	74,91	29	120	102,00	85,00	167	120,00	121,00	99,17	61	120	108,00	90,00
71	120,00	101,00	84,17	30	125	113,00	90,40	169	110,00	123,00	88,18	62	100	86,50	86,50
72	60,00	74,60	75,67	33	350	307,00	87,71	170	98,00	95,70	97,65	63	90	99,20	89,78

Tablo EK-D.8. Yapılaşmış Alan Sugeno'de Senaryo E3'e göre yapılaşmış alanda 40 test verisinin yaklaşıklık değerleri

NO	Birim değ.	81-120	Yak.%	NO	Birim değ.	1-40	Yak.%
1	65	83,17	72,05	1	85	127,59	
2	175	174,06	99,46	2	110	145,10	68,09
3	120	118,31	98,60	3	140	143,15	97,75
4	140	125,66	89,76	4	180	174,99	97,22
5	300	110,40		5	90	100,95	87,84
6	95	78,13	82,24	6	130	123,70	95,16
7	120	115,58	96,32	7	120	137,37	85,53
8	120	133,53	88,73	8	107	95,16	88,94
9	125	65,57		9	90	170,88	
10	350	201,24	57,50	10	200	250,90	74,55
11	120	113,06	94,22	11	120	124,72	96,06
12	160	121,14	75,72	12	100	147,93	
13	180	72,82		13	180	194,35	92,03
14	120	117,76	98,14	14	40	71,49	
15	110	89,82	81,66	15	110	140,52	72,25
16	130	86,32	66,40	16	200	222,81	88,59
17	110	120,45	90,50	17	120	129,25	92,29
18	120	118,47	98,72	18	115	128,07	88,63
19	150	133,94	89,29	19	130	91,96	70,74
20	90	95,92	93,42	20	150	93,02	62,01
21	90	88,81	98,68	21	110	166,55	
22	85	92,85	90,76	22	135	146,60	91,41
23	100	94,74	94,74	23	135	155,22	85,02
24	130	135,09	96,08	24	125	123,20	98,56
25	300	130,32		25	80	97,97	77,54
26	250	131,29		26	70	87,69	74,74
27	270	212,26	78,62	27	80	96,35	79,57
28	180	126,97	70,54	28	55	104,44	
29	80	80,23	99,72	29	120	118,07	98,39
30	120	119,44	99,53	30	60	40,35	67,25
31	80	66,92	83,65	31	55	28,47	
32	135	123,38	91,39	32	120	115,92	96,60
33	230	117,02		33	75	20,67	
34	80	72,73	90,91	34	107	110,98	96,28
35	150	112,59	75,06	35	70	74,13	94,11
36	85	91,66	92,17	36	80	119,51	
37	139	191,12	62,50	37	80	106,56	66,79
38	120	130,96	90,86	38	125	197,73	
39	100	93,60	93,60	39	135	121,87	90,28
40	90	74,27	82,52	40	95	132,11	60,94
ORT Yak.%	**87,18**			ORT Yak.%	**84,50**		
Eğitme hat.	$2,13*10^{-5}$			Eğitme hat.	$7,5*10^{-5}$		
Test hatası	0,15045			Test hatası	0,081993		

Tablo EK-D.9. Yapılaşmış Alan Sugeno'de Senaryo E3'e göre 40 test verisinin yaklaşıklık değerleri

NO	Birim değ.	1-20 51-70	Yak.%	NO	Birim değ.	41-80	Yak.%
1	85	92,76	90,87	1	80	118,15	52,31
2	110	101,54	92,31	2	145	106,94	73,75
3	140	99,51	71,08	3	95	99,94	94,80
4	180	174,98	97,21	4	109,5	111,82	97,88
5	90	66,85	74,28	5	153	135,45	88,53
6	130	118,41	91,08	6	116	126,43	91,00
7	120	114,77	95,64	7	110	150,42	63,25
8	107	95,57	89,31	8	180	227,37	73,69
9	90	148,97	34,47	9	120	101,62	84,69
10	200	251,29	74,36	10	85	148,17	25,68
11	120	139,69	83,59	11	100	137,12	62,88
12	100	104,96	95,04	12	80	96,88	78,90
13	180	182,32	98,71	13	125	116,91	93,53
14	40	72,03	19,91	14	120	110,57	92,14
15	110	92,66	84,24	15	135	143,90	93,41
16	200	204,90	97,55	16	110	103,17	93,79
17	120	113,27	94,39	17	150	136,03	90,69
18	115	120,33	95,37	18	120	112,58	93,82
19	130	98,98	76,14	19	110	106,39	96,71
20	150	116,41	77,61	20	98	125,06	72,38
21	100	120,13	79,87	21	80	109,75	62,82
22	80	135,71	30,36	22	90	141,37	42,93
23	125	79,95	63,96	23	95	94,32	99,29
24	120	78,64	65,53	24	85	116,99	62,37
25	135	115,21	85,34	25	110	113,83	96,52
26	110	113,69	96,65	26	85	69,94	82,28
27	150	130,93	87,29	27	45	71,30	41,56
28	120	98,67	82,22	28	100	302,28	-102,28
29	110	122,08	89,02	29	120	145,43	78,81
30	98	106,20	91,63	30	100	105,08	94,92
31	80	115,64	55,45	31	100	129,22	70,78
32	90	124,69	61,46	32	125	104,79	83,83
33	95	95,16	99,83	33	80	109,52	63,10
34	85	91,25	92,64	34	120	142,26	81,45
35	110	92,69	84,27	35	110	89,04	80,95
36	85	68,70	80,83	36	110	93,22	84,75
37	45	28,69	63,76	37	155	118,18	76,25
38	100	322,11	-122,11	38	60	50,84	84,74
39	120	159,45	67,12	39	80	86,09	92,38
40	100	117,20	82,80	40	130	128,81	99,08
ORT Yak.%	**83,56**			ORT Yak.%	**83,72**		
Eğitme hat.	$7,42*10^{-5}$			Eğitme hat.	$7,34*10^{-5}$		
Test hatası	0,10889			Test hatası	0,10185		

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi **23.11.1974**

Doğum yeri Konya

Lisans öncesi **1980-1991** Yılları arasında ilk, orta ve lise tahsili

Lisans **1991-1995** S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

Yük. Lisans **1997-2000** S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora **2001-2007** S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü doktora çalışmalarına tamamladı.

Çalıştığı kurum(lar)

1995-1997 Özel sektörde 18 Uygulamasında çalıştı.

1998-2005 S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak çalıştı.

2005- Devam S.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta.

Evli olup, 1 çocuk sahibidir.