

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
2020 – YL –023

BULANIK REGRESYON ANALİZİ İLE AYDIN İLİ KONUT
FİYATLARINI ETKİLEYEN DEĞİŞKENLERİN
BELİRLENMESİ

HAZIRLAYAN
Nazlı AYDOĞDU

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Elvan HAYAT

AYDIN- 2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Nazlı AYDOĞDU

ÖZET

BULANIK REGRESYON ANALİZİ İLE AYDIN İLİ KONUT FİYATLARINI ETKİLEYEN DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ

Nazlı AYDOĞDU

Yüksek Lisans Tezi, Ekonometri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Elvan HAYAT

2019, XII+ 70 sayfa

Türkiye’de, özellikle 2002 sonrası dönemde, konut ve inşaat sektörü ekonomik büyümenin en önemli sektörlerden biri haline gelmiştir. Konut talebini etkileyen faktörlerin belirlenerek, konut fiyatlarının tahmin edilmesi ve fiyatın talep üzerindeki etkisinin belirlenmesi çalışmaları son yıllarda literatürde sıklıkla yer almaktadır. Konut fiyatlarının belirlenmesi için yapılan ampirik araştırmalarda genellikle klasik regresyon analizi yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Klasik regresyon analizinde bağımlı değişken ile bağımsız değişken ya da değişkenler arasındaki ilişki gözlenmiş verilere dayalı olarak tahmin edilmektedir. Yetersiz gözlem sayısı, varsayımların doğruluğunu test ederken karşılaşılan zorluklar, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkide oluşan belirsizlik gibi nedenlerle klasik regresyon analizinin yetersiz kaldığı problemler bulanık regresyon analizi ile çözülebilmektedir. Bulanık regresyon analizinde, klasik regresyonda hata terimi olarak bilinen ve bağımlı değişkeni açıklama olasılığı olan ancak modele dahil edilemeyen değişkenlerden veya ölçüm hatalarından kaynaklanan hata tüm model katsayılarına dağıtılır.

Bu çalışmada, Aydın ili örnekleme ilişkin veriler ile konut talebinin en temel belirleyicisi olan konut fiyatlarını etkileyen konut özelliklerinin neler olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Konut fiyatının tahmini aşamasında, bulanık en küçük kareler yönteminden yararlanılmıştır. Çalışma bu yönüyle benzerlerinden güçlü olup, ilgili literatüre, il ekonomisine ve bu alanda yapılacak çalışmalara önemli bir katkı sağlanması beklenmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Konut fiyatları, Konut Talebi, Bulanık Mantık, Bulanık Regresyon.

ABSTRACT

BULANIK REGRESYON ANALİZİ İLE AYDIN İLİ KONUT FİYATLARINI ETKİLEYEN DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ

Nazlı AYDOĞDU

Yüksek Lisans Tezi, Ekonometri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Elvan HAYAT

2019, XII+ 70 pages

In Turkey, housing and construction sector, especially after 2002, has become one of the most important sectors of economic growth. In recent years, studies of determining the factors affecting housing demand, estimating house prices and determining the effect of price on demand have frequently appeared in the literature. In empirical researches to determine the housing prices, it is generally observed that classical regression analysis methods are used. In classical regression analysis, the relationship between dependent variable and independent variable or variables is estimated based on observed data. Problems in which classical regression analysis is insufficient due to insufficient number of observations, difficulties encountered while testing the accuracy of assumptions and uncertainty in the relationship between dependent and independent variables can be solved with fuzzy regression analysis. In fuzzy regression analysis, the error resulting from variables or measurement errors, known as the error term in classical regression, which are likely to explain the dependent variables but cannot be included in the model, is distributed to all model coefficients.

In this study, it is aimed to determine the characteristics of housing that affect the housing prices, which is the most basic determinant of housing demand, with the data related to the sample of Aydın. In the estimation of the housing price, fuzzy least squares method has been used. The study is powerful than similar studies with this aspect, and it is expected to make a significant contribution to the relevant literature, provincial economy and studies in this field.

KEYWORDS: Housing prices, Housing Demand, Fuzzy Logic, Fuzzy Regression.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, konut piyasası ve konut talebinin belirleyicilerini ele alarak Aydın ili örneklemini ile konut fiyatlarını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Klasik regresyon analizinin varsayımlarının sağlanamadığı durumlarda tercih edilen ve bulanık küme teorisine dayalı olarak geliştirilen bulanık regresyon analizi ele alınarak, Aydın ilinde konut fiyatlarını etkileyen değişkenlerin belirlenmesine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında ve lisans dönemimden itibaren desteğini üzerimden esirgemeyen, bilgi birikimi ve değerli fikirleriyle örnek aldığım ve daima yol gösterici olan gülen yüzü, samimiyeti ve sabrını benden esirgemeyen öğrencisi olmaktan ve beraber çalışmaktan gurur duyduğum çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Elvan HAYAT'a teşekkür eder saygılarımı sunarım. Tez çalışmamda bilgi birikimini benimle paylaşıp her zaman bana destek olan çok değerli arkadaşım Olgun Aydın'a teşekkürlerimi sunarım.

Onlara ne kadar teşekkür etsem azdır ancak eğitim hayatım boyunca desteklerini asla esirgemeyen babam Dünder UYAR'a, annem Tülay UYAR'a, abim Niyazi UYAR'a minnettarım. Ayrıca, manevi abim Ufuk HAYAT'a ve çok değerli eşim Öğr. Gör. Onur AYDOĞDU'ya daima beni motive ettikleri için çok teşekkür ederim.

Nazlı AYDOĞDU

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xii
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM	3
1. KONUT PİYASASI VE KONUT TALEBİNİN BELİRLEYİCİLERİ	3
1.1. Konut Kavramı	3
1.2. Konut Açığı ve Konut Sorunu	5
1.3. Konut Talebi	6
1.3.1. Konut Talebinin Belirleyicileri.....	7
1.3.1.1. Konut fiyatları	7
1.3.1.2. Gelirdeki değişim	8
1.3.1.3. Kredi imkânları ve kredi faiz oranları	9
1.3.1.4. Sosyal talep	12
1.3.1.5. Demografik faktörler.....	12
2. BÖLÜM	15
2. BULANIK MANTIK VE BULANIK REGRESYON	15
2.1. Bulanık Mantık Kavramı ve Kapsamı	15
2.2. Bulanık Kümeler ve Üyelik Dereceleri	16
2.3. Üyelik Fonksiyonları	18
2.4. Üyelik Fonksiyonun Özellikleri.....	18
2.5. Üyelik Fonksiyonu Türkeri.....	18

2.5.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	18
2.5.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	20
2.5.3. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu	21
2.5.4. Gaussian Üyelik Fonksiyonu	22
2.6. Üyelik Derecelerinin Atanması	25
2.7. Bulanık Regresyon.....	25
2.7.1. Bulanık Regresyonun Ortaya Çıkış Nedenleri.....	26
2.8. Bulanık Regresyon ile Klasik Regresyonun Farklılıkları	28
2.9. Bulanık Regresyon Analizinde “H Terimi” ve İşlevi	29
2.10. Bulanık Regresyon Analizinin Dezavantajları	29
2.11. Bulanık Regresyon Analizi Yöntemleri.....	30
2.11.1. Doğrusal Programlama Modelleri	30
2.11.1.1. Tanaka, Hayashi ve Watada Modeli	30
2.11.1.2. Sakawa & Yano Modeli	33
2.11.1.3. Peters Modeli.....	34
2.11.2. Model Katsayılarının Bulunması Yöntemleri.....	36
3. BÖLÜM	40
3. LİTERATÜR ÖZETİ	40
3.1. Konut Talebinin Belirleyicilerine Yönelik Çalışmaların Özeti	40
3.2. Bulanık Mantık ya da Bulanık Regresyon Analizi Yöntemleri Kullanılarak Gerçekleştirilen Çalışmaların Özeti	46
4. BÖLÜM	51
4. AMPİRİK UYGULAMA.....	51
4.1. Veri Seti ve Model.....	51
4.2. Veri Temizleme ve Dönüştürme Aşaması	51
4.3. Bulanık Doğrusal Regresyon Modelinin Kurulması ve Bulgular.....	52
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	60
6. KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Konut Fiyatları ile Konut Talebi Arasındaki İlişki	7
Çizelge 1.2. Hanehalkı Gelirinde Yaşanan Değişimlerin Konut Talebine Etkileri.....	8
Çizelge 1.3. Faizler ile Konut Talebi Arasındaki İlişki.....	10
Çizelge 1.4. Konut Kredisi İmkânlarının Artması ve Kredi Faiz Oranlarının Azalmasının Konut Talebine Etkileri	10
Çizelge 1.5. Vadeli Mevduat Faiz Oranlarındaki Artışın Konut Talebine Etkileri.....	11
Çizelge 1.6. Demografik Faktörler ile Konut Talebi Arasındaki İlişki.....	13
Çizelge 1.7. Demografik Faktörlerin Artmasının Konut Talebine Etkileri.....	14
Çizelge 2.1. Klasik (a) ve Bulanık(b) Kümelerin Venn Diyagram Gösterimi	17
Çizelge 2.2. Birden Çok Dereceli Bulanık Küme	17
Çizelge 2.3. Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi.....	19
Çizelge 2.4. Örnek Üçgen Üyelik Fonksiyonu.....	19
Çizelge 2.5. Yamuk Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	20
Çizelge 2.6. Örnek Yamuk Üyelik Fonksiyonu	21
Çizelge 2.7. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu Gösterimi.....	21
Çizelge 2.8. Örnek Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu.....	22
Çizelge 2.9. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	23
Çizelge 2.10. Standart Sapması Geniş Gaussian Üyelik Fonksiyonu	24
Çizelge 2.11. Standart Sapması Küçük Gaussian Üyelik Fonksiyonu	24
Çizelge 2.12. Kişilerin Ekonomik Durumunu Gösteren Alt Kümeler	25
Çizelge 2.13. Tanaka Hayashi ve Watada Modelinde Tahminlerin Görünümü.....	32
Çizelge 2.14. Sakawa ve Yano Modelinde Tahminlerin Görünümü.....	34
Çizelge 2.15. Peters Modelinde Tahminlerin Görünümü.....	35
Çizelge 4.1. Veri Setine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	53
Çizelge 4.2. Tüm Veri Setindeki İlanların İlçelere Göre Dağılımı	54
Çizelge 4.3. Daire İlanlarının İlçelere Göre Dağılımı	54

Çizelge 4.4. Konut Fiyatları İçin Histogram Grafiği.....	55
Çizelge 4.5. Daire Büyüklüğü için Histogram Grafiği.....	55
Çizelge 4.6. Model Karşılaştırma Tablosu	59

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
CRD	:	Credit (Kredi)
D	:	Demand (Talep)
DBR	:	Doğrusal Bulanık Regresyon
DYY	:	Doğrudan Yabancı Yatırımı
E	:	Equilibrium (Denge)
EKK	:	En Küçük Kareler Yöntemi
GSYH	:	Gayri Safi Yurtiçi Hasılaya
i	:	interest rate (Faiz oranı)
M2	:	Geniş Para Arzı
P	:	Price (Fiyat)
Q	:	Quantity (Miktar)
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜFE	:	Tüketici Fiyat Endeksi
ÜFE	:	Üretici Fiyat Endeksi
VECM	:	Vector Error Correction Model (Vektör Hata Düzeltme Modeli)
Y	:	Reel Gelir
YSA	:	Yapay Sinir Ağları Modeli

GİRİŞ

Konut ve daha geniş anlamda inşaat sektörü, 2002 sonrası dönemde Türkiye'nin ekonomik büyümesinin en önemli lokomotiflerinden biri haline gelmiştir. Özellikle yabancılara konut satışını engelleyen yasada 2006 yılında yapılan düzeltmeler (Resmi Gazete, 2006) ve sonrasında bunun kapsamının daha da genişletilmesiyle birlikte, yabancılara yapılan konut satışlarıyla birlikte ülkeye önemli miktarda Doğrudan Yabancı Yatırım (DYY) da girmeye başlamıştır. Öyle ki 2018 yılında ülkeye giren 13 Milyar Dolarlık DYY'nin (EVDS, 2020) 5.9 Milyar Dolarlık (Sözcü, 2019) kısmı konut satışlarından elde edilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ülke uyruklarına göre konut satışlarının dağılımına bakıldığında, Türkiye'de konut edinmede Irak vatandaşları önde gelmektedir. Irak vatandaşları 2019 yılında 7596 konut satın almıştır. Irak'ı 5 423 konut ile İran, 2893 konut ile Rusya Federasyonu, 2208 konut ile Suudi Arabistan ve 2191 konut ile Afganistan izlemiştir.

Konut sektörü, ülkedeki istihdamın artırılmasında büyük bir öneme sahiptir. Öyle ki Türkiye'deki istihdam edilen işgücünün %7.4'ü inşaat sektöründe yer almaktadır (TUİK, 2014). Diğer yandan inşaat sektörü yaklaşık 300 sektörle ilişkili olup (Adak, 2011), bu sektörleri de beraberinde kalkındırmaktadır. Bu yönüyle inşaat sektörünün milli gelire katkısı %30'lara ulaşmaktadır (Ekonomi Dünya, 2017). Bu yönüyle ülke ekonomisi açısından yaşamsal öneme sahip olan konut ve inşaat sektörü, aynı zamanda ülkedeki kredi pazarının genişlemesine de olanak sağlayarak, finansal piyasaları da hareketlendirmekte, bu piyasaların işlem hacmini ve karlılığını da artırmaktadır.

Ancak konut sektörünün ekonomik büyümeye lokomotiflik edebilmesi için, ülkedeki kıt kaynakların etkin biçimde değerlendirilmesi, gereğinden fazla ya da az konut üretilmemesi, üretilecek konutların konumunun ve niteliklerinin, tüketicilerin zevk ve tercihlerine, ekonomik güçlerine ve geleceğe yönelik yatırım planlarına uygun biçimde yapılması büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde ABD'de 2008 yılında yaşanan ipotekli konut piyasası krizine benzer olumsuz etkilerin yaşanması kaçınılmaz olacaktır.

Bu nedenle konut fiyatlarının tahmin edilmesi ve dolayısıyla konut talebinin doğru biçimde tespit edilmesi, konut talebini etkileyen faktörlerin sık aralıklarla ve farklı yöntemlerle analiz edilmesi ve bu çalışmalardan elde edilen bulguların, sektör temsilcileri ve tüm yurttaşlarla paylaşılarak, onlara rehberlik edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu

alandaki yapılacak çalışmalar; aynı zamanda finans sektörü ve ekonomi politikalarına yön veren yetkililer için de yaşamsal öneme sahip olacaktır.

Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında; genellikle klasik regresyon analizi yöntemlerinin yoğunlukla kullanıldığı görülmektedir. Oysa sosyal bilimler gibi öznesi insan olan ve insan davranışlarının / kararlarının / beklentilerinin değişimine oldukça duyarlı olan alanlarda çalışmalar yapılırken, klasik regresyon analizleri yerine, bulanık regresyon analizi yöntemlerinin kullanılması, daha isabetli olacaktır. Bu nedenle, bu çalışmada da Aydın ili örneğine ilişkin verilerle konut talebinin en temel belirleyicisi olan konut fiyatlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Konut fiyatının tahmini aşamasında, bulanık regresyon analizi yönteminden yararlanılmıştır. Çalışma bu yönüyle benzerlerinden güçlü olup, ilgili literatüre ve ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde; konut piyasası ve konut talebi ile ilgili kavramsal çerçeve verilmiş, konut talebinin belirleyicileri ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

İkinci bölümde; bulanık mantık kavramı ve bulanık küme teorisinde yer alan üyelik fonksiyonlarına yer verilmiştir. Ayrıca, klasik regresyon analizine alternatif bir yöntem olan bulanık regresyon analizinin ortaya çıkışı ve bulanık regresyon analizine yönelik geliştirilen yöntemler açıklanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümde; hem konut talebinin belirleyicilerine yönelik çalışmaların, hem de bulanık regresyon analizine yönelik çalışmaların kısa birer özeti sunulmuştur.

Çalışmanın son bölümünde; Aydın ilindeki konut fiyatlarının tahminine yönelik olarak bulanık regresyon analizi gerçekleştirilmiş ve sonuç bölümüyle çalışma tamamlanmıştır.

Bu çalışma ile birlikte; sosyal bilimlerdeki akademik çalışmalarda klasik ekonometrik analiz yöntemlerinin yanında bulanık regresyon analizi yöntemlerinin kullanılmasının gereği bir kez daha ortaya konularak, sonraki araştırmacılara yeni ufuklar gösterilmesi hedeflenmiştir.

1. BÖLÜM

1. KONUT PİYASASI VE KONUT TALEBİNİN BELİRLEYİCİLERİ

1.1. Konut Kavramı

Konut, bireylerin barınma gereksinimlerini karşılamak amacı ile üretilen ve arz edilen yapılardır. Türk Dil Kurumu konutu; insanların içinde yaşadıkları ev, apartman vb. yer, mesken, ikametgâh olarak tanımlamaktadır (TDK, 2019). Konutlar, hanehalkının¹ barınma ihtiyacını karşılamının yanında, yatırım aracı olma ve ekonomik güvenceye yardımcı mal olma gibi işlevlere de sahiptir (Özmen, 2016: 12). Konut kavramı üzerine son dönemlerde birden çok araştırılma yapılmış ve farklı yöntemler uygulanmıştır. Bu nedenle birçok yorum da ortaya çıkmıştır.

Kellekci ve Berköz (2006), konut kavramının, konut alanı çevresinde sadece barınak olmaktan daha fazla anlamlar içerdiğini belirtmiştir. Yazarlar, iyi bir konutun, kullanıcılarının refah ve mutluluklarına katkı sağlayacağını, kişilerin buralarda barınma ihtiyaçlarının karşılanmasının yanında, toplum içindeki sosyal yerinin ve statülerinin de ortaya çıktığını dile getirmişlerdir. Konutlar; ekonomik, fiziksel ve estetik değerlerle de ilintilidir. Bütün bunlar, kullanıcılarının bir konutta aradığı ve mutlu olmasını sağlayacak temel ölçütlerle ilişkilidir. Günümüzde konut; farklı kişisel ihtiyaçların karşılanmasını da içine alan karmaşık, çok boyutlu bir süreçtir haline gelmiştir. Günümüzde hızla gelişen rezidans yapılanmaları, spor, alış-veriş, eğitim ve eğlenme merkezlerini de içinde barındıran daha kompleks konut sistemleri, konut kavramına yönelik beklentilerin değiştiğinin güzel örnekleridir (Öztürk ve Fitöz, 2009: 23).

Konutlar öz olarak; hanehalkının barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla üretilen yapılardır. Bireyler ister konutun mülkiyetine sahip olsunlar, isterlerse sadece kullanım hakkını kiralasınlar, genel olarak konut talebinin arkasında yatan neden, barınma, güvenlik, sağlık, huzur ve iyi işleyen sosyal ilişkilerdir. Konut talebi de tıpkı diğer normal² ya da lüks

¹ Hanehalkı (Household): Aynı konutta birlikte yaşayan çekirdek aile, geniş aile veya arkadaş guruplarını ifade etmektedir (İktisat Sözlüğü, 2019).

² Normal Mal: Kişilerin geliri arttıkça, talep edilen miktarı artan mallardır. Örneğin; et, elbise, araba, vb. (Muhasebe Türk, 2019).

mal³ ve hizmetlerin taleplerinde olduğu gibi hanehalkının harcanabilir gelir⁴ düzeyinden, konut fiyatlarından, konuttan beklentilerden, konut talep edenlerin zevk ve tercihlerinden, tamamlayıcı ve ikame malların fiyatlarından etkilenmektedir (Durkaya, 2002: 10).

Berberoğlu ve Teker (2005), konut kavramını daha kapsamlı biçimde olarak ele alarak konutların; barınak olma, yatırım aracı olma, ekonomik kalkınmaya katkı sağlama, bireylerin geleceği açısından bir güvence olma gibi fonksiyonlarının yanında, toplumların ekonomik ve sosyal açıdan gelişmişlik düzeylerinin de önemli bir göstergesi olduğunu ifade etmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu'na (TÜİK) göre konutun tanımı ise; etrafı kapalı, tavanı örtülmüş, bir aile, bir veya bir grup insanın diğer fertlerden ayrı olarak yaşamasına yarayan, doğrudan doğruya sokağa, koridora veya genel yere açılan, kendisine ait kapısı bulunan yerdir (TÜİK, 2008). Günümüzde konut barınma ihtiyacının dışında toplumsal yapıda statü göstergesi haline de gelmiştir.

Barınma insan yaşamı için temel gereksinim olarak belirlenmiştir ve bütün dünya tarafından tanınan İnsan Hakları Evrensel Beyannameşi ile de kabul edilmiştir. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nun 10 Aralık 1948 tarih ve 217 A(III) sayılı Kararıyla ilan edilen beyannameye bu madde şu şekilde açıklanmıştır: Bütün insanların, kendileri ve ailelerinin sağlıklı ve refah içinde yaşayabilmeleri için beslenme, giyim, konut ve tıbbi bakım hakkı vardır (OHCR, 2013: 5).

Konut sektöründe kullanılan sermayenin büyük bir bölümü yerli firmalara ait olduğu, istihdama önemli katkılar sağladığı, diğer sektörlerle arasında sıkı bir girdi-çıkıtı ilişkisi bulunduğu için ülke ekonomisi yönünden konut sektörü önemli bir yere sahiptir. Konut sektörünün Gayri Safi Yurtiçi Hasılaya (GSYH) olan katkıları, inşaat sektörü üzerinden dâhil edilir (Öztürk ve Fitoz, 2009: 22). Ayrıca son yıllarda yabancılara yapılan konut satışlarıyla birlikte ülkeye önemli ölçüde Doğrudan Yabancı Yatırımı (DYY) da girmeye başlamış olup, özellikle cari işlemler açığının kapatılmasında bu gelirlerin yeri ve önemi büyüktür (Göçer, 2013: 222).

³ Lüks Mallar: Normal mallara benzer özellikte ama biraz daha keyif için talep edilen mal ve hizmetlerdir. Örneğin; Tatile gitmek, sinema, tiyatro, daha kaliteli konut, daha kaliteli ve gösterişli araba, vb. (Dinler, 2012: 93).

⁴ Harcanabilir Gelir: Hanehalkının toplam (bütüt) gelirinden vergiler kesildikten ve transfer ödemeleri (burs ve yardımlar) eklendikten sonra elde edilen toplam geliri ifade etmektedir (Dinler, 2012: 347).

1.2. Konut Açığı ve Konut Sorunu

Konut açığı; konut arzının, konut talebinden az olmasını ifade etmektedir (İMO, 2017). Gelişmekte olan ülkelerde artan kentleşme ve nüfus artışı sorunları, konut açığı sorununu da beraberinde getirmektedir. Kentlere olan göçlerde barınma ihtiyacının düşük maliyetle karşılanabilmesi için illegal yöntemlere başvurulmakta, bu da çarpık kentleşme problemini ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye’de özellikle kentleşmenin başladığı 1950’li yıllardan itibaren konut açığı sorunu ortaya çıkmıştır. Kentleşme ve nüfusta meydana gelen hızlı artış, büyükşehirlerde yoğunlaşma ve konut talebinde artışa neden olmuştur. Yeterli sayıda konutun hazır olmaması ve altyapısı uygun yeterli arazilerin de bulunamaması nedeniyle gecekondular yapıları oluşmuştur.

Konut sorunu dar anlamda; bir ülkede yaşayan bireylerin, sağlıklı ve güvenli biçimde barınma ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde konut sağlanamaması durumudur. Bir kısım insanların niteliksiz (elektrik, temiz su, kanalizasyon, temiz hava vb. den yoksun) konutlarda barınması da konut sorunun bir parçasını oluşturmaktadır. Nitelikli konut sayısının yetersiz olması, bu konutların değerini daha yükseklerle taşımakta, bu da dar gelirli hanehalklarının konut sorununu çözmeyi imkânsızlaştırmaktadır. Konut sorununa daha detaylı bakıldığı zaman, asıl sorunun kalite, mekân ve altyapı olgularını da içerdiği görülmektedir (Emekçi ve Tanyer, 2019: 55).

Konut sorununun en önemli nedeni nüfusun hızla artışı ve kentleşme olgusudur. Bu sorun sadece gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin sorunu değil, aynı zamanda gelişmiş ülkelerin de çözüm aradığı sorunlardandır. Dünya nüfusunun ve kentleşme oranının her geçen gün artması konut gereksinimini de önemli ölçüde artırmıştır (Çakır, 2014). Nüfus artışı; az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yüksek doğum oranları ile yaşanırken, Türkiye gibi bir kısım gelişmekte olan ülkelerde ve ABD, Kanada ve Avrupa Ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde göç nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Lin, vd. 2018: 1 - 2).

Konut, içerisinde birçok değişken barındığı için ülkeler açısından önemli bir göstergedir. Konut piyasasında arz - talep dengesinin sağlanması, konut imalatında gerekli kalite kontrollerinin yetkili otoritelerce sıkı biçimde gerçekleştirilmesi ve konut yatırımlarının dengeli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Aşağıda konut talebi ve konut talebinin belirleyicileri ayrıntılı biçimde ele alınmıştır.

1.3. Konut Talebi

Konut talebi; bireylerin konutun mülkiyetini veya kira bedelini ödemeye razı ve bunu karşılayabilecek mali güce sahip olması durumunu ifade etmekte olup, konut ihtiyacından farklı bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü konut ihtiyacı bir zorunluluğu gösterirken, konut talebi; ihtiyacın yanında yatırım amaçlı konut taleplerini de içinde barındırmaktadır (Fingleton, 2008: 1546 - 1547).

Ertürk (1996), konut talebini, iki farklı yönden ele almıştır: Birincisi; kişisel ihtiyaçlar, ikincisi; sosyal doku. Kişisel yönden konut talebini etkileyen faktörler; bireylerin zevk ve tercihleri, ekonomik koşulları, sosyal statüleri, konut fiyatları, konutla ilgili ikame ve tamamlayıcı malların⁵ fiyatları ve konut almanın alternatif maliyetleridir⁶. Bireyler açısından konutlara olan talep, yukarıda bahsedilen faktörlere bağlı olarak, konut ihtiyacından az ya da çok olarak şekillenebilir. Ülke genelinde oluşacak konut talebinin belirlenmesinde, uzun dönemli sosyal ve ekonomik faktörler önemli bir etmen olacaktır. Bu faktörlerden nüfusun artış hızı, toplumdaki yaş dağılımı (yaş piramidinin⁷ şekli) ve aile yapısındaki (geniş aile, çekirdek aile) değişimler konut talebinin biçimlenmesinde etkili olmaktadır. Bu faktörler bireysel ve toplumsal konut talebinin yeniden şekillenmesine neden olabilmektedirler.

Konut talebi genel olarak tüketim amaçlı konut talebi ve yatırım amaçlı konut talebi şeklinde iki alt bölüme ayrılabilir. Tüketim amaçlı konut talebi; kredi ve faiz oranları, hane halkının geliri ve konut fiyatları tarafından belirlenirken, yatırım amaçlı konut talebinde ise diğer faktörlerle birlikte, hane halkının serveti asıl belirleyici olmaktadır (Öztürk ve Fitöz, 2009). Konut talebinin belirleyicileri, aşağıda detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

⁵ İkame Mal: Biri, diğerinin yerini tutabilen mallardır. Örneğin; apartman dairesi ile müstakil ev birbirinin ikamesi konumundadır.

Tamamlayıcı Mal: Biri olmadan, diğer bir işe yaramayan mallardır. Örneğin; Konuta göre mobilyalar tamamlayıcı mallardır (Dinler, 2012: 20).

⁶ Alternatif maliyet ya da iktisattaki ifadesiyle fırsat maliyeti; bir şey tercih edilirken, vazgeçilen en iyi ikinci alternatiftir. Örneğin; aile konut almak yerine çocuğuna özel eğitim aldırılmayı tercih edebilecekse, burada konut alımı ile özel eğitim birbirinin alternatifleri konumundadır (Ekodialog, 2010).

⁷ Yaş Piramidi; ülkelerdeki yerleşik kişilerin yaş guruplarına göre sayılarının yatay çubuklar halinde düzenlenmesiyle ortaya çıkan ve ülke nüfusunun genel yaş ortalaması hakkında bütüncül bilgiler sunan diyagramlardır. Örnek için bakınız: <http://turkiye-nufus-ozellikleri.nedir.org/>.

1.3.1. Konut Talebinin Belirleyicileri

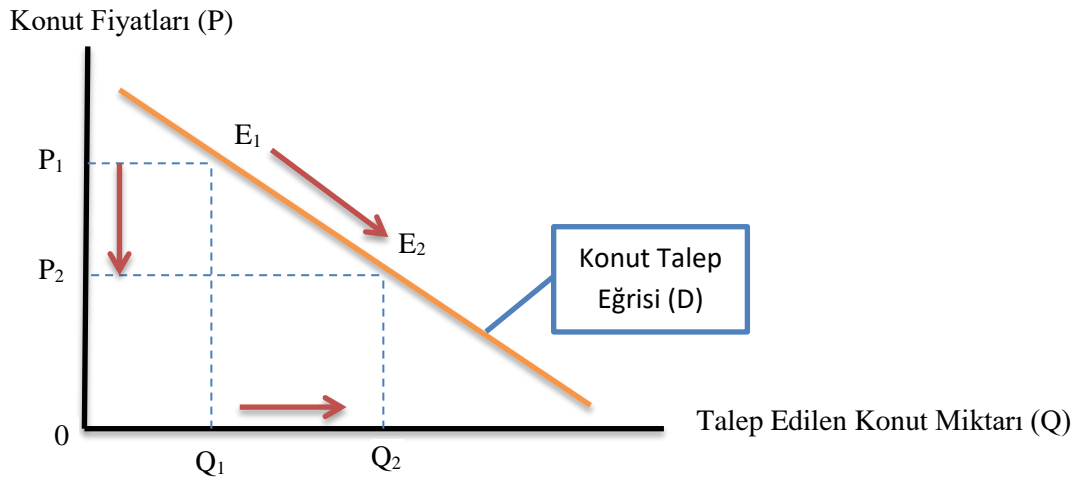
Konut talebinin en önemli belirleyicileri; konut fiyatları, hanehalkının geliri, kredi olanakları, sosyal talep ve demografik faktörler (nüfus) şeklinde olup, bunların detayları aşağıda ele alınmıştır.

1.3.1.1. Konut fiyatları

Konut talebini etkileyen en önemli etken, konut fiyatlarıdır. Normal mallarda, malın fiyatında meydana gelen azalma talebi artırırken malın fiyatındaki yükselme talebi azaltır. Konut da bir normal mal olduğu için iktisattaki Talep Kanunu⁸ burada tam olarak işlemektedir. Arz - talep dengesinin oluşumunda fiyat, temel etkindir⁹ (Tekman, 2015).

Konut talebi üzerinde, konut fiyatlarındaki değişiklik de etkili olmaktadır. Konut fiyatlarında meydana gelen artış, konut talebini negatif yönde etkilerken, konut fiyatlarındaki azalma pozitif yönde etki etmektedir. Bu durum, konut talebi ile konut fiyatları arasında zıt yönlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (Siso, 2009: 55). Konut fiyatları ile konut talebi arasındaki ilişki Çizelge 1.1. yardımıyla incelenebilir.

Çizelge 1.1. Konut Fiyatları ile Konut Talebi Arasındaki İlişki



Kaynak: Mevcut literatürden yararlanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır.

⁸ Talep Kanunu: Fiyatı düşen maldan daha fazla, fiyatı artan maldan daha az talep edileceğini ifade etmektedir (Kirzner, 2000).

⁹ Adam Smith buna; piyasadaki dengeyi sağlayan görünmez el (invisible hand) adını vermektedir (Persky, 1989).

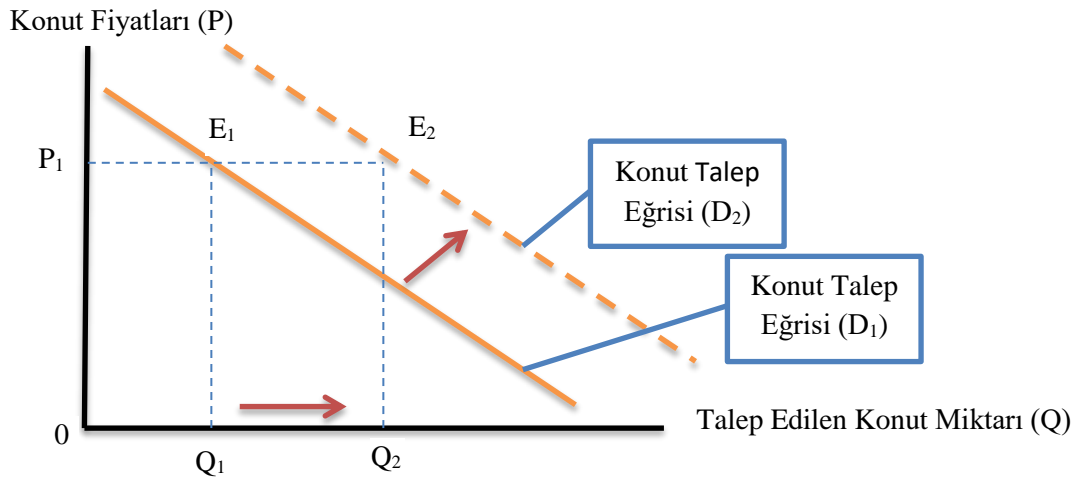
Çizelge 1'den görüldüğü üzere, konut fiyatları P_1 'den P_2 'ye düştüğünde, talep edilen konut miktarı Q_1 'den Q_2 'ye yükselmektedir. Bunun tersi de mümkündür. Yani konut fiyatları P_2 'den P_1 'e yükselirse, talep edilen konut miktarı da Q_2 'den Q_1 'e düşecektir.

Konut yapımında kullanılan malzemenin kalitesi, konutun büyüklüğü, yer aldığı muhit ve işçilik kalitesi de konut fiyatlarında etkilidir. Konut fiyatlarındaki dalgalanma bu etmenlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

1.3.1.2. Gelirdeki değişim

Gelirdeki değişim konut talebini etkileyen bir diğer etkidir. Gelirdeki değişme konut talebini dolaylı olarak etkiler. Blumenfeld (1944), gelirdeki artış evlilik oranlarında artış meydana getirmekte bunun da konut talebinde artışa neden olacağını savunmaktadır. Hanehalkının kazancındaki meydana gelen artışlar, konut talebini önemli ölçüde belirlemektedir. Bu durum Çizelge 1.2 yardımıyla incelenebilir.

Çizelge 1.2. Hanehalkı Gelirinde Yaşanan Değişimlerin Konut Talebine Etkileri



Kaynak: Mevcut literatürden yararlanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çizelge 1.2'den de görüldüğü üzere, hanehalkı gelirinde meydana gelecek bir artış, konut talebinin sağ-üste doğru genişlemesini sağlayarak, talep edilen konut miktarını Q_1 'den Q_2 'ye yükseltecektir. Bunun tersi de söz konusu olabilir. Yani hanehalkının geliri azaldığında, konut talebi sol-aşağıya doğru kayar ve talep edilen konut miktarı Q_2 'den Q_1 'e gerileyebilir. Bu durumda gelir (Y) ile konut talebi (D) arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur.

$$Y \uparrow \rightarrow D \uparrow \quad (1)$$

Türkiye’de yaşanan gelir dağılımı eşitsizliği, konut talebi açısından farklı bir boyuttadır. Düşük gelir grubundaki kişilerin çoğunlukta olduğu ülkede, konut talebinin düşük standarda sahip olan konutlarına yönelmesine sebep olmaktadır. Kişi başına düşen milli gelirin artması, bireysel tasarrufların artmasına, o da konut talebinin artışına ve daha nitelikli konutların inşa edilmesine katkı sağlayacaktır (Siso, 2009: 57).

Gelir ölçüsünün seçimi konut talebi analizlerinde önemli rol oynar. Ampirik analizlerde sıklıkla karşılaşılan en doğru ölçüt, kişi başına düşen reel gelirdir. Sürekli gelir ölçümleri, bireylerin uzun vadede elde etmeyi umdukları (öngördükleri) ortalama gelir beklentisi de bu alanda daha anlamlı bir ölçüt olabileceği için konut talebi, konut talebi analizlerinde sıklıkla kullanılabilen ve bu alanda oldukça anlamlı sonuçlar üretebilmektedir. Yani konut talebi, ister yatırım, isterse tüketim amaçlı olsun, bireylerin hayatları boyunca elde etmeyi planladıkları (tahmin ettikleri) gelire göre şekillenmektedir (Durkaya, 2002: 12).

İhtiyaçların karşılanabilmesi için ekonomik desteğe ihtiyaç vardır ve bu destek (gelir akışı) sağlandığı boyutta talep de oluşacaktır. Konut piyasası için de bu durum geçerlidir. Konut talebinin tek göstergesi, konuta duyulan ihtiyaç değildir. Talebin gerçekleşmesi için alım gücünün elde edilmesi de gerekmektedir. Alım gücü ile konut ihtiyacı desteklenirse, konut talebinin bir göstergesi olur (Määttäen ve Terviö, 2010).

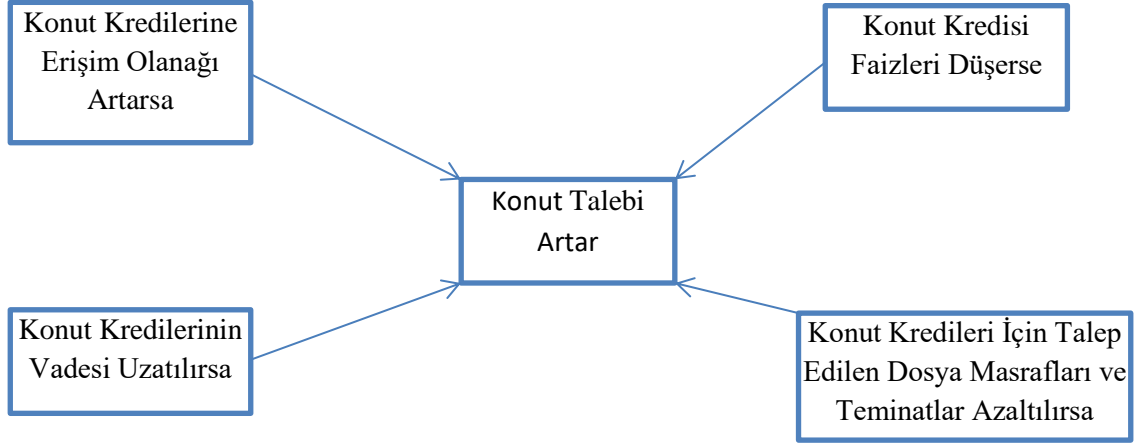
1.3.1.3. Kredi imkânları ve kredi faiz oranları

Kredilere erişim imkânları ve konut kredisi faiz oranları da konut talebini belirleyen bir diğer önemli değişkendir. Esnek ödeme kolaylığı sağlayan krediler, özellikle orta gelir grubundaki bireylerin konut taleplerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Gelfand, 1966: 464 - 467).

Benzer şekilde konut kredilerine uygulanan faiz oranları ve mevduat faiz oranları da; konut talebinin önemli bir belirleyicisidir. Konut kredilerine uygulanan faiz oranları düştüğünde, bu kredilerin vadeleri uzatıldığında, krediler karşılığında kişilerden istenen dosya masrafları ve teminatlar azaltıldığında, bireyler konut kredilerine daha rahat erişebilecekler ve bu da konut talebini arttıracaktır. Öte yandan tasarruf sahipleri açısından; konut alımı ile vadeli mevduat, birbirinin ikamesi (fırsat maliyeti) durumundadırlar. Vadeli mevduatlara uygulanan faiz oranları arttığında, kişiler sahip oldukları fonları (tasarruflarını) konut edinimi yerine, vadeli mevduatta değerlendirerek, daha yüksek getiri elde etmeyi

tercih edebilirler (Durkaya, 2002:29). Faizler ile konut talebi arasındaki ilişki Çizelge 1.3 yardımıyla incelenebilir.

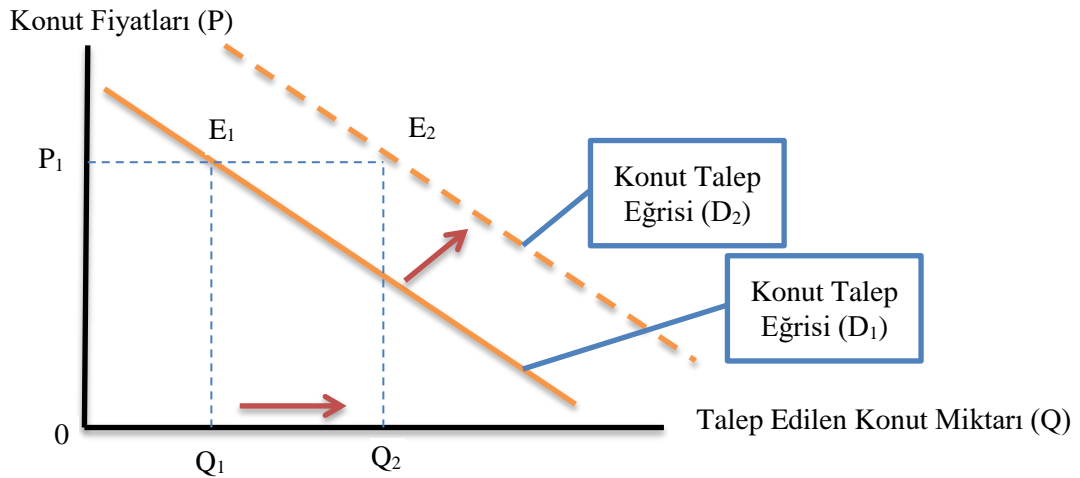
Çizelge 1.3. Faizler ile Konut Talebi Arasındaki İlişki



Kaynak: Mevcut literatürden yararlanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çizelge 1.3'teki ilişki, talep fonksiyonu yardımıyla da Çizelge 1.4'ten incelenebilir.

Çizelge 1.4. Konut Kredisi İmkânlarının Artması ve Kredi Faiz Oranlarının Azalmasının Konut Talebine Etkileri



Kaynak: Mevcut literatürden yararlanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır.

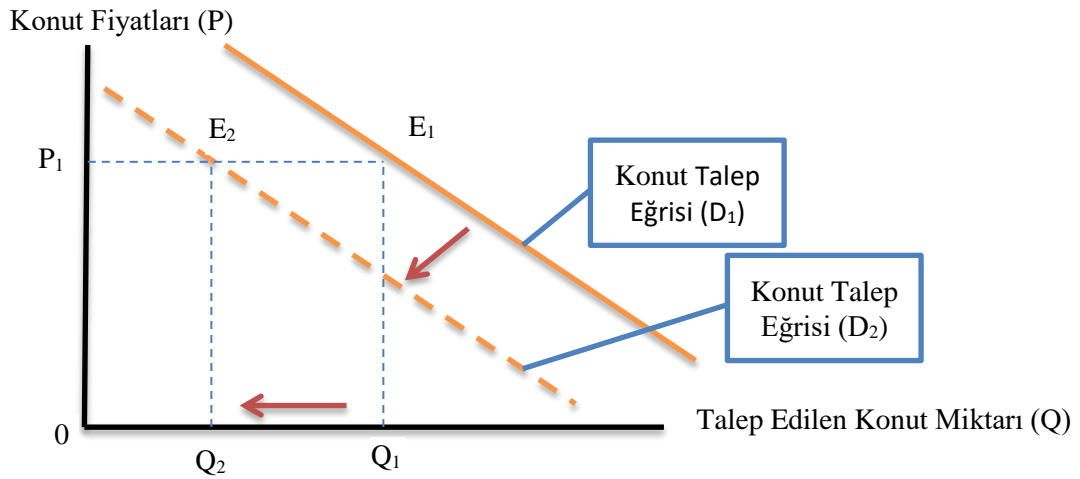
Çizelge 1.3 ve Çizelge 1.4'ten de görüldüğü üzere; hanehalkının konut kredilerine erişiminin kolaylaştırılması, konut kredi faizlerinin düşürülmesi, konut kredilerinin vadesinin uzatılması ya da konut kredilerinden talep edilen dosya ve işlem masraflarının ve bu krediler karşılığında talep edilen teminat miktarlarını azaltılması, bireylerin konut talebini artıracaktır. Bu durumda konut talep eğrişi sağ-üste doğru kayarak D_2 konumuna gelecek, talep edilen konut miktarı da Q_2 'ye yükselecektir.

Özellikle faiz oranı, konut talebinin belirleyicileri arasında önemli bir değişken olarak yer almaktadır. Konut talebinde artışın meydana gelmesini sağlayan, uzun dönem faiz oranları olarak gözlemlenmektedir. Uzun dönem faiz oranlarında (i) meydana gelen düşme konut kredilerinde (CRD) ve konut talebinde (D) artışa sebep olurken, faiz oranları arttığında konut talebi düşmektedir. Bu yönüyle konut talebi ile faiz oranı arasında negatif bir ilişkinin olması beklenmektedir (Aktürk ve Tekman, 2016). Bu durum aşağıdaki ok diyagramıyla ifade edilebilir:

$$i \downarrow \rightarrow CRD \uparrow \rightarrow D \uparrow \quad (2)$$

Öte yandan vadeli mevduatlara uygulanan faiz oranlarının artması, konut talebini azaltacak, tasarrufların vadeli mevduatta değerlendirilmesini artıracaktır. Bu durum Çizelge 1.5 yardımıyla incelenebilir.

Çizelge 1.5. Vadeli Mevduat Faiz Oranlarındaki Artışın Konut Talebine Etkileri



Kaynak: Mevcut literatürden yararlanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çizelge 1.5'ten de görüldüğü üzere; vadeli mevduat faizlerindeki artışlar, tasarrufların kullanım yönünü, konut talebinden, vadeli mevduatlara doğru çevirerek, konut talep eğrisinin sol-aşağıya doğru kaymasına ve konut talebinin Q_1 'den Q_2 'ye gelmesine neden olabilecektir.

1980 sonrası dönemde Türkiye'de ve dünya genelinde yaşanan deregülasyon¹⁰ döneminin devamında, bankacılık sektöründe ürün ve müşteri çeşitliliğine gidilmiştir. Bu dönemde konut kredilerinde artışın meydana geldiği gözlenmiştir (Snyder, 2010: 3).

¹⁰ Deregülasyon; düzenlemelerin (regülasyonların) gevşetilmesini ifade eder.

1.3.1.4. Sosyal talep

Sosyal talep, konut talebini etkileyen bir diğerk değışkendir. Konut sahibi olmak gelişmekte olan ÷lkelerde bir güvenlik aracı olarak da gör÷lmektedir. Konut, barınma ihtiyacının yanı sıra, hanehalkının gelecek dönemlerde rahat yaşayabilmesinin bir güvencesi olma ve bir yatırım aracı olma özellikleri de taşımaktadır. Bu nedenle, hanehalkları bazı durumlarda, ailelerinin cari dönemdeki ve gelecek dönemlerdeki muhtemel konut gereksinimlerini aşan miktarda konut talebinde bulunabilmektedirler.

Bu durum, konut yatırımlarının zaman zaman mevcut gereksinimlerden ve talepten bağımsız ve bunları aşan ölçülerde yoğunlaşmasına ve aşırı üretime yol açabilmekte, ekonomideki kıt kaynakların etkinsiz dağıtımına ve bu alanda yapılabilecek spekülasyonlara neden olabilmektedir (Bayat, 2001: 26).

Özellikle ABD’de 2008 küresel ekonomik krizine gelen süreçte mortgage kredilerinin aşırı derecede düşmüş olması ve konut fiyatlarının sürekli artacağına yönelik yanlış algı (spekülasyon), binlerce insanın yeni krediler kullanarak, yatırım amaçlı ek konutlar almalarına neden olmuş, ancak konutların aslında bu fiyatları etmeyeceğinin anlaşılması (konut fiyat balonunun patlaması) üzerine, konut fiyatları hızla düşmeye, krediler ödenememeye başlamıştır. Bu da ABD’deki finansal piyasalardan başlayarak bütün dünya ÷lkelerini derinden etkileyen küresel bir ekonomik krizin yaşanmasına neden olmuştur (Kırcı, 2016: 467 - 468).

1.3.1.5. Demografik faktörler

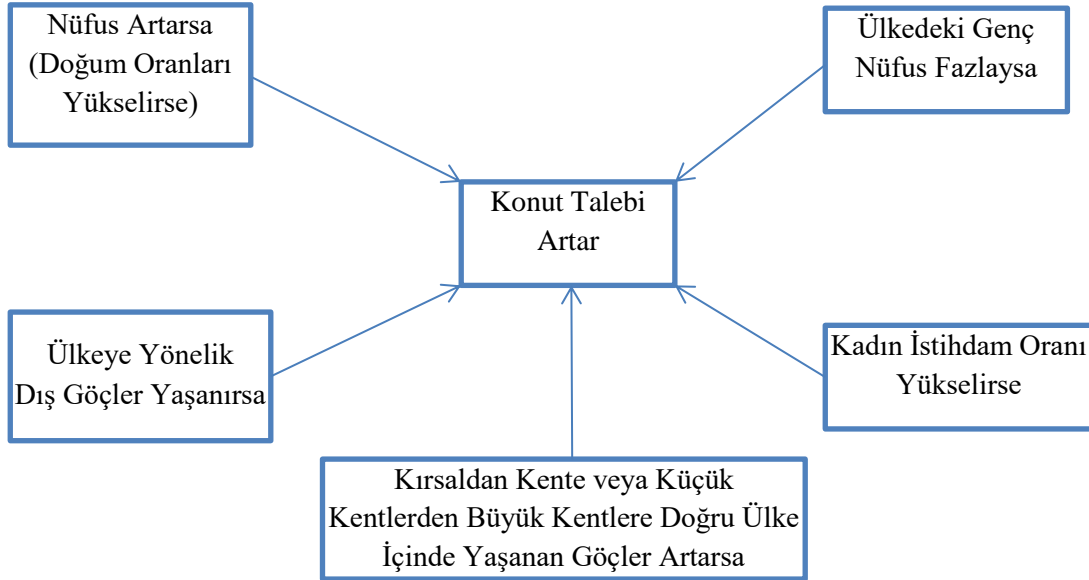
Nüfusun yapısı ile ilgili faktörler konut talebini etkileyen bir diğerk önemli faktördür. Konut talebini belirleyen demografik faktörler; nüfusun artışı, yaş dağılımı, medeni durum, eğitim durumu vb. şeklindedir.

Hane içinde yaşayan bireylerin büyümesi ile meydana gelen değışimlerin de konut talebini arttırması beklenir. Hane içinde yaşayan bireylerin yaş ortalamasının artması, eğitim seviyelerinin yükselmesi ve aile içinde çalışan kişi sayısında meydana gelen artış, gelirin yükselmesini sağlar ve kişilerde yeni konut edinme ihtiyacını meydana getirir. Kadın istihdamındaki artış da konut talebini pozitif yönde etkileyen bir unsurdur.

Nüfus artışı, bütün mal ve hizmetlerinin taleplerinde artışa neden olduğu gibi, konut talebini de etkilemektedir. Göç ve kentleşme süreci konut talebini belirleyen demografik

faktörlerdendir. Göçler, sadece köyden kente değil, kentten kente de gerçekleşebilmektedir¹¹. Kentlerde istihdam imkânları daha fazla olduğu için nüfus kentlerde artmaktadır. Kentleşmenin artması ile beraber konut sayısında da bir artış beklenmektedir. Mevcut konutlar ihtiyacı karşılayamayınca, konut talep fazlası ortaya çıkacaktır. Bu da kiraların ve konut fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Kentleşme hızı ile konut talebi arasında pozitif bir ilişki beklenmektedir. Nüfus ve nüfus büyümesi, ortalama gelir ve hane halkının demografik yapısı konut talebinin belirleyicisi olarak yapılan ilk çalışmalarda belirlenmiştir (Martin,1966). Demografik faktörler ile konut talebi arasındaki ilişkiler, Çizelge 6 yardımıyla incelenebilir.

Çizelge 1.6. Demografik Faktörler ile Konut Talebi Arasındaki İlişki

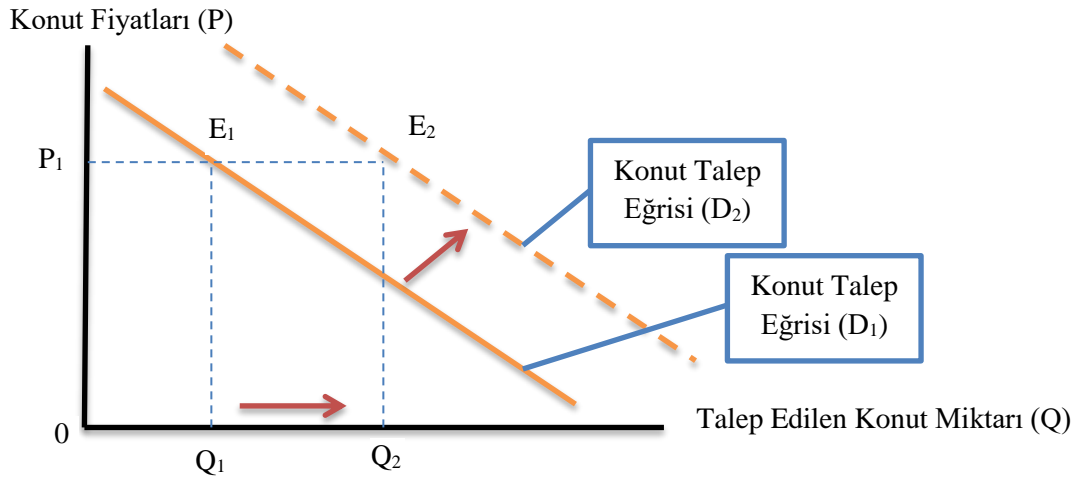


Kaynak: Mevcut literatürden yararlanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çizelge 1.6’teki ilişki, talep fonksiyonu yardımıyla da Çizelge 1.7’den incelenebilir.

¹¹ Özellikle büyük kentlere doğru.

Çizelge 1.7. Demografik Faktörlerin Artmasının Konut Talebine Etkileri



Kaynak: Mevcut literatürden yararlanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çizelge 1.6 ve Çizelge 1.7’den de görüldüğü üzere; demografik faktörlerin artması, hanehalkının konut talebini artıracaktır. Bu da konut talebinin sağ-üste doğru genişlemesini sağlayarak, talep edilen konut miktarını Q_1 ’den Q_2 ’ye yükseltecektir.

2. BÖLÜM

2. BULANIK MANTIK VE BULANIK REGRESYON

Akıl yürütme, düşüncede doğruluk olarak tanımlanan mantık, akla uygun düşünme yetisi olarak da ifade edilebilmektedir (Gültekin, 2013). Türk Dil Kurumu mantık kavramını; doğru düşünme sanatı ve bilimi şeklinde tanımlamaktadır (TDK, 2020). Mantık kavramı; akıl yürütme, çıkarımlar yapmayı ve düşünme yetilerini de içinde barındırır (Kamer ve Ural, 2016: 115).

İnsanın elde ettiği bilginin türü ne olursa olsun, insanlar var olan bilgiler ışığında, yeni bilgiler üretme ve edinme mantığını kullanırlar (Kılıç, 2014: 456). Ancak mantıkta her şey siyah ve beyaz kadar net değildir. Arada grinin tonları da yer almaktadır. İşte bu noktada bulanık mantık konusu devreye girmektedir.

2.1. Bulanık Mantık Kavramı ve Kapsamı

Bulanık mantık, klasik ikili mantığın¹² kesin doğru ve kesin yanlış yargıları arasında yer alan "kısmen doğru, kısmen yanlış" kavramını da kapsayacak biçimde genişletilmesiyle ulaşılan bir üst düşünsel alandır (Gökdeniz ve Erdal, 2017: 320 - 321). Diğer bir ifadeyle bulanık mantık; çok kesin olmayan mantığa dayanan önermelerin, mantık süzgecinden geçirilerek incelemesinin yapıldığı bir yöntem olarak da adlandırılabilir (Erik, 2005: 132). Bu yönleriyle bulanık mantık, belirsiz olarak adlandırılan bir üçüncü bir doğruluk değerine de izin vererek, klasik mantığı daha da esnek hale getirme ihtiyacından ortaya çıkmıştır. Bulanık mantığın önünde "her şeyin bir derecesi vardır" düşüncesi vardır. Varsayımlara dayalı çıkarımın temelinde "olasılık teorisi" vardır. Fakat bulanık mantığın dayandığı "olasılıktan" ziyade "olabilirlik" esasıdır (Ufuktepe ve Şen, 2006).

Bulanık karar mekanizmaları, sayısal değerler yerine, sembolik dilsel ifadeler kullanırlar. Bu sembolik dilsel ifadelerin bilgisayarlara aktarılması, matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel, bulanık mantıktır. Bulanık mantıkta bilgi, sayısal değerler yerine büyük, küçük, çok, az vb. dilsel ifadelerle ifade edilmektedir (Keskenler ve Keskenler, 2017).

¹² Sadece doğru ve yanlıştan (siyah ve beyazdan) oluşan mantık sistemi.

2.2. Bulanık Kümeler ve Üyelik Dereceleri

Bulanık küme, bulanık mantığın uygulanmasındaki temel elemandır. Bu sayede bulanık çıkarım sistemleri kurulabilir ve bulanık mantık işlevsel hale gelir. Klasik küme teorisine göre bir eleman ya o kümenin elemanıdır ya da elemanı değildir. Bu yaklaşıma göre kısmi elemanı olma durumu söz konusu olamaz. Bunu bilgisayar diline çevirmek gerekirse; nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin elemanıdır, 0 ise elemanı değildir. Bulanık kümede ise nesnelerin kümeye ait olmalarının dereceleri vardır. Örneğin; elini suya sokan bir kişi çok soğuk, soğuk, sıcak veya çok sıcak olarak algılayabilir. Klasik küme mantığına göre 20 derecenin altı soğuktur. Ancak insanlar 19 derecelik bir suyu sıcak olarak algılayabilirler. Dolayısıyla gerçek hayatta kümeler için kesin sınırlar yoktur. Klasik küme kuramının aksine, bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ aralığında sonsuz sayıda değer alabilir. Bu durumda klasik küme gösterimi;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; x \in A \text{ ise} \\ 0; x \notin A \text{ ise} \end{cases} \quad (3)$$

şeklinde iken, bulanık küme gösterimi;

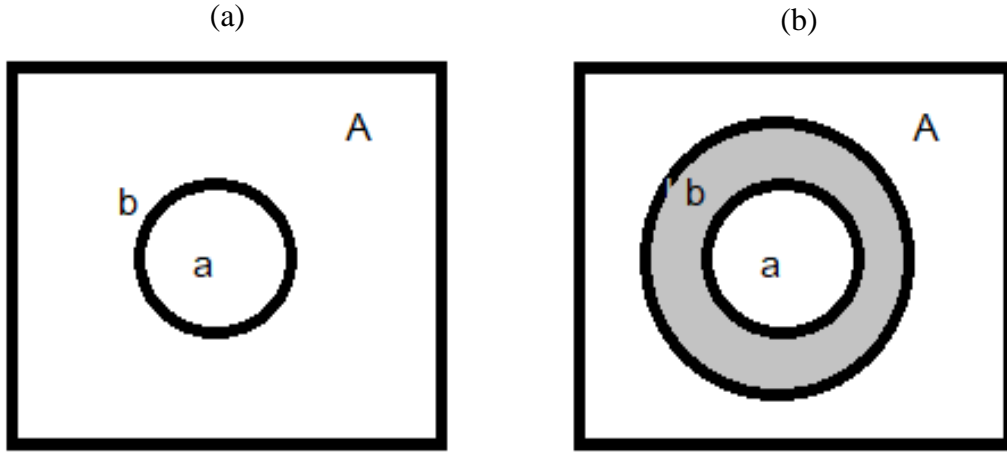
$$\mu_A(x) = E \rightarrow [0,1] \quad (4)$$

şeklinde olacaktır. Denklem (3)'ten de görüldüğü üzere; klasik bir küme, kesin sınırlamalarla verilen bir kümedir. Örneğin, klasik bir küme aşağıdaki gibi belirtilebilir:

$$A = \{ x \mid x > 10 \} \quad (5)$$

Kapalı sınır noktası burada 10'dur. Yani eğer 10'dan büyük olan her x sayısı, A kümesinin bir elemanıdır. 10 ve 10'dan küçük olan sayılar ise A kümesinin bir elemanı değildir. Klasik kümelere göre bulanık kümeler, isminden de anlaşılacağı üzere, kesin sınırları olmayan kümelerdir. Yani, "kümeyle ait olma" kavramından "kümeyle ait olmama" kavramına geçiş kademeli biçimde gerçekleşir. Yani; "kısmen kümeyle ait olma" ya da "kısmen kümeyle ait olmama" durumları dam söz konusudur. Bulanık kümelere "su sıcak" veya "sıcaklık çok yüksek" gibi tanımlarda olduğu gibi modellemelerde genellikle dilsel açıklamalara yer verilerek, kümelere esneklik kazandırılır (Tatlı ve Şen, 2001).

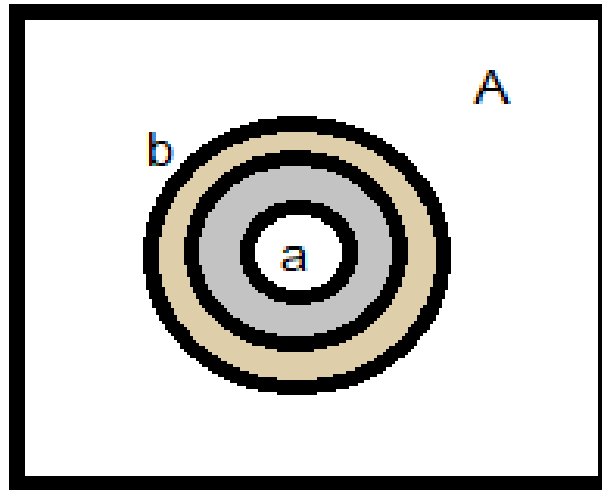
Çizelge 2.1. Klasik (a) ve Bulanık(b) Kümelerin Venn Diyagram Gösterimi



Kaynak: Razzaghi (2007)'den yararlanılarak, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çizelge 2.1'den de görüldüğü üzere; a, klasik kümenin elemanı iken b değildir. Bulanık kümede ise b belirli dereceden A'nın elemanı iken, a daha üst dereceden üyeliğe sahiptir. Burada istenirse üyelik dereceleri birden fazla olacak şekilde de düzenlenebilir. Bu durum Çizelge 9'da yer almaktadır.

Çizelge 2.2. Birden Çok Dereceli Bulanık Küme



Kaynak: Razzaghi (2007)'den yararlanılarak, yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çizelge 2.2'da b, A kümesinin bir elemanı değilken, a, A kümesinin en üst dereceden elemanıdır. Her eleman kümeyle ait olabilir ama bazıları daha üst mertebeden aittir.

2.3. Üyelik Fonksiyonları

Bulanık küme değerlerinin 0 ile 1 arasında her öge için değerlerine üyelik derecesi, bu öğelerin üyelik dereceleri ile farklılık gösteren eğriye de üyelik fonksiyonu denir. Üyelik derecesi, elemanın bulanık kümeyle ifade edilen kavrama ne derece uygun olduğunu ya da bulanık kümenin temsil ettiği özelliklere hangi dereceye kadar sahip olduğunu göstermektedir. Bulanık küme teorisinde üyelik derecesinin 0 ile 1 arasında değişen değerler alması, problemlerin çözümü sırasında sözel bilgilerin sayısal verilerle beraber kullanılmasına olanak tanımaktadır.

2.4. Üyelik Fonksiyonun Özellikleri

Bulanık kümelerde genellikle üyelik derecesi 1'e eşit olan en az 1 eleman bulunmaktadır. Bu tür bulanık kümelere normal bulanık küme denir. Elemanların tümünün üyelik derecesi 1'den küçük ise bu tür bulanık kümelere normal olmayan bulanık küme adı verilir. Eğer bulanık kümenin en yüksek üyelik derecesi 1'den küçük ise; yani normal olmayan bulanık kümeysen, normal bulanık kümeye dönüştürülebilir. Bunun için, her bir elemanın üyelik derecesi, en yüksek üyelik derecesine bölünür¹³ (Tektaş, 2014).

Bulanık mantıkta üyelik fonksiyonu değerleri tanımlanırken üyelik derece durumlarına göre değişik tiplerdeki fonksiyonlar kullanılır. Bu fonksiyon türleri aşağıda incelenmiştir.

2.5. Üyelik Fonksiyonu Türleri

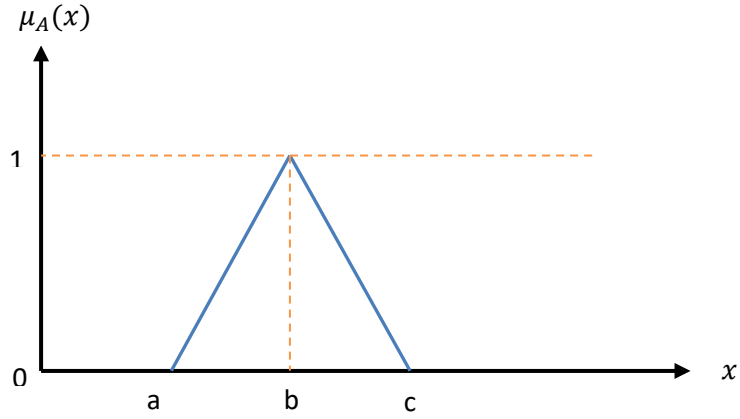
Başlıca üyelik fonksiyon türleri; üçgen fonksiyon, yamuk fonksiyon, sigmodial fonksiyon ve Gaussian fonksiyon olup, bu fonksiyonların detayları aşağıda incelenmiştir.

2.5.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu bulanık kümenin elemanı olan x için a, b ve c gibi üç parametre ile tanımlanır. Bu durum Çizelge 10 yardımıyla açıklanabilir (Erginel, 2010):

¹³ Bu işleme normalleştirme işlemi adı verilir.

Çizelge 2.3. Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi



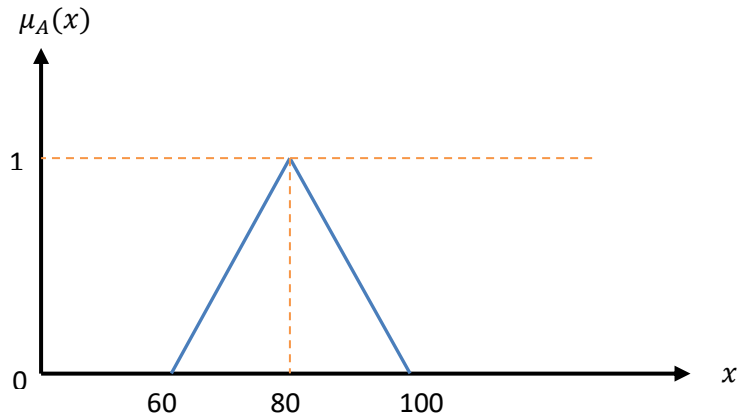
Kaynak: Erginel (2010)'den yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

Burada üyelik değerleri ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu_A(x; a, b, c) = \begin{cases} a \leq x \leq b \text{ ise} & (x - a)/(b - a) \\ b \leq x \leq c \text{ ise} & (c - x)/(c - b) \\ x < a \text{ veya } x > c \text{ ise} & 0 \end{cases} \quad (6)$$

Burada a ve c, b'nin etrafında yer alan yaklaşık değerler olup, b ile aynı kümede yer alabilecek elemanların bulunduğu aralığı sınırlandırmaktadırlar. Örneğin; bir okul için ideal başarı notunun 80 olduğunu, ama 60 ve üstü alan öğrencilerin de başarılı kabul edildiğini varsayarsak, bu durumdaki üçgen üyelik fonksiyonu Çizelge 2.4'deki gibi olacaktır:

Çizelge 2.4. Örnek Üçgen Üyelik Fonksiyonu



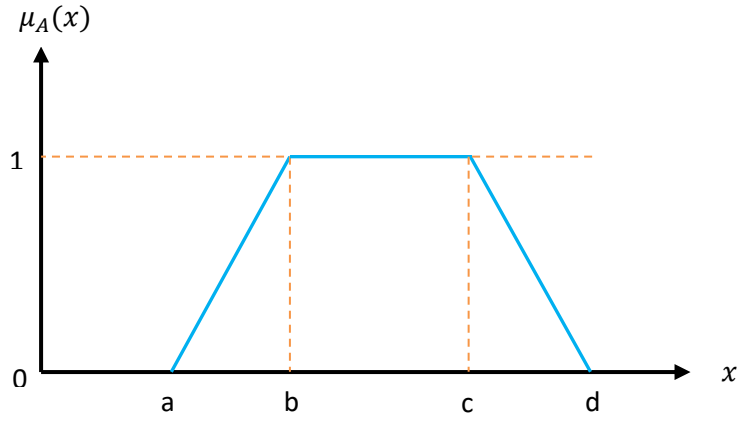
Çizelge 2.4'e göre; 60 - 80 arasında alan kişiler az da olsa başarılı, 80 alanlar başarılı, 80-100 arası puan alanlar ise çok başarılı kabul edilmektedir. Böylece sadece

başarılı ya da başarısız kavramları ile yetinilmeyip, başarılı olmanın da kendi içinde dereceleri oluşturulmuştur.

2.5.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu, bulanık kümenin elemanı olan x için a , b , c ve d gibi dört parametre ile tanımlanır (Ecer, 2007):

Çizelge 2.5. Yamuk Üyelik Fonksiyonu Gösterimi



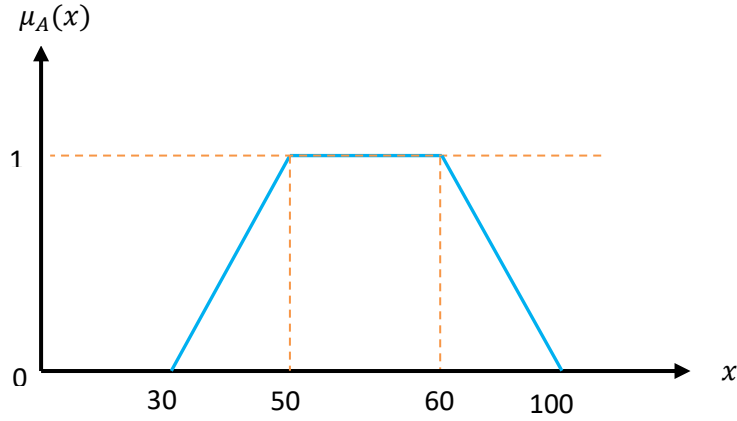
Kaynak: Ecer (2007)'den yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

Yamuk üyelik değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu_A(x; a, b, c, d) = \begin{cases} a \leq x \leq b \text{ ise} & (x - a)/(b - a) \\ b \leq x \leq c \text{ ise} & 1 \\ c \leq x \leq d \text{ ise} & (d - x)/(d - c) \\ x < a \text{ veya } x > d \text{ ise} & 0 \end{cases} \quad (7)$$

Burada a ve d , b ve c 'nin etrafında yer alan yaklaşık değerler olup, b ve c ile aynı kümede yer alabilecek elemanların bulunduğu aralığı sınırlandırmaktadırlar. Örneğin; bir lise öğrencisinin kilosu ile sağlıklı olması arasındaki ilişkinin incelendiği durumda; sağlıklı olabilmesi için ideal kilonun 50 - 60 aralığı olduğunu, ama 60 üstü kilonun obezite ve sağlıksızlık işareti olarak kabul edildiğini varsayarsak, bu durumdaki yamuk üyelik fonksiyonu Çizelge 2.6'teki gibi olacaktır:

Çizelge 2.6. Örnek Yamuk Üyelik Fonksiyonu

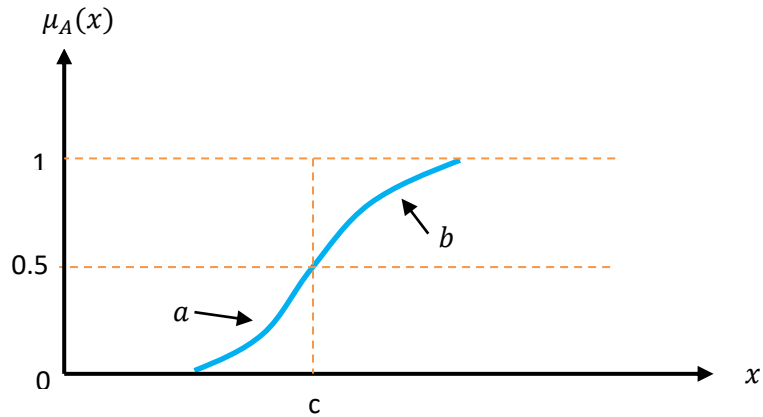


Çizelge 2.6'e göre; bir lise öğrencisinin 30 Kg dan az ya da 100 Kg'dan fazla olması kesinlikle sağlıklı bir durum iken, 30 - 50 Kg arası ve 60 – 100 Kg arası kısmen sağlıklı, 50-60 Kg arası ise tam sağlıklı kabul edilmektedir. Böylece sadece sağlıklı ya da sağlıklı kavramları ile yetinilmeyip, sağlıklı olmanın da kendi içinde dereceleri oluşturulmuştur.

2.5.3. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

Sigmoidal üyelik fonksiyonu a ve b gibi iki parametreye sahiptir. Bu tür fonksiyonlarda belirli bir eşik değere (c) kadar azalan hızla artma, bu eşik değerden sonra artan hızla artma söz konusudur. Sigmoidal üyelik fonksiyonu Çizelge 2.7. yardımıyla incelenebilir (Altaş, 1999: 85):

Çizelge 2.7. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu Gösterimi



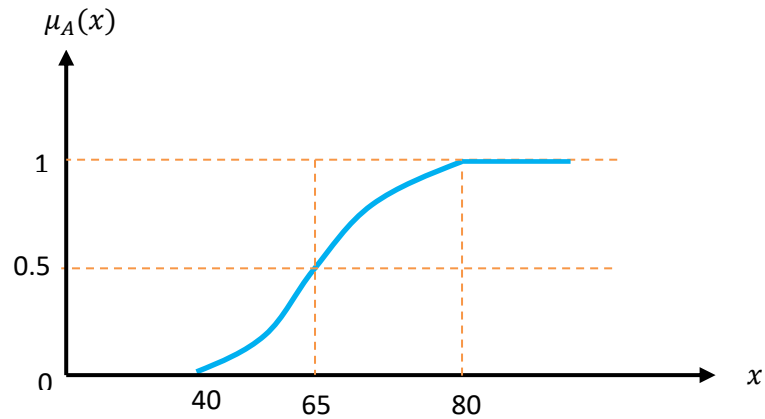
Kaynak: Altaş (1999)'dan yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

Sigmoidal üyelik değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu_A(x; a, b) = \left\{ \frac{1}{1 + e^{-a(x-b)}} \right\} \quad (8)$$

Sigmoidal tipi üyelik fonksiyonuna sahip bulanık kümelerde c noktasındaki değer, üye olma ve olmama arasında bir büküm noktası (eşik değer) olup, her zaman $\mu_A(c) = 0.5$ değerini almaktadır. Bunu bir örnek yardımıyla açıklamak gerekirse; bir toplumdaki yaşlı insanların bir sigmoidal bulanık küme ile temsil edilebilmesi için Çizelge 15'ten yararlanılabilir.

Çizelge 2.8. Örnek Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

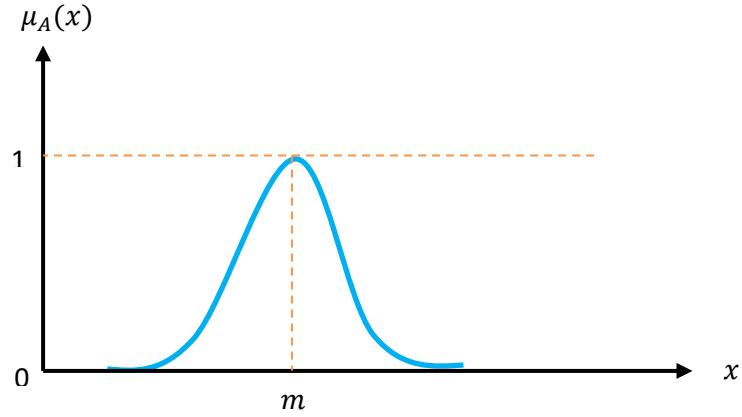


Çizelge 2.8'te 40 – 65 aralığında yer alan kişiler yavaş yavaş yaşlanırken, 65 yaş üstündeki kişiler hızla yaşlanmakta ve belirli bir yaştan (bu örnekte 80) sonra tamamen yaşlı kabul edilmekte olsunlar. Burada 65 yaş, kritik noktayı oluşturmakta olup, bu yaş gurubundaki kişilerin üyelik değeri 0.5 kabul edilmektedir. 40-65 yaş aralığındakiler 0.5'ten daha düşük üyelik dereceleri ile bu kümeye dahil edilirken, 65 yaş üstü kişiler 0.5'ten daha yüksek üyelik derecelerine sahip olmaktadır.

2.5.4. Gaussian Üyelik Fonksiyonu

Gaussian üyelik fonksiyonları, hızla (üstel biçimde) artan ve hızla (üstel biçimde) azalan durumları resmetmek için kullanılır. Bu fonksiyonlar m ve s parametreleri yardımıyla ifade edilir ve Çizelge 16'daki gibi bir durum söz konusudur (Alcı ve Etçibaşı, 1998: 21):

Çizelge 2.9. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Gösterimi



Kaynak: Alcı ve Etçibaşı (1998: 21)'den yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

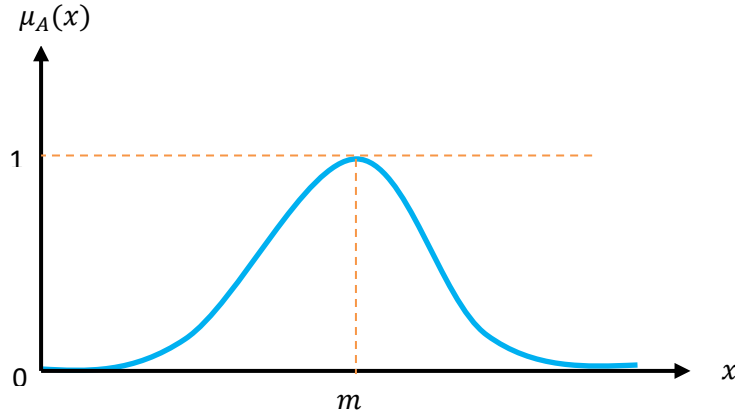
Çizelge 2.9'da yer alan Gaussian üyelik fonksiyonlarını, üçgen üyelik fonksiyonlarından ayıran en önemli nokta; artış ve azalışların doğrusal (sabit hızlı) olmayıp, üstel (belirli bir noktaya kadar artan hızlı, sonrasında azalan hızlı) olmasıdır. Gaussian üyelik fonksiyonlarında üyelik değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu_A(x; m, s) = \left\{ e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}} \right\} \quad (9)$$

Gaussian fonksiyonunda m parametresi fonksiyonun merkezini, s parametresi ise bu merkezin etrafındaki ortalamadan sapmaları gösterir. Fonksiyonun s simgesi ile gösterilen standart sapması büyüdükçe, fonksiyon genişler ve bulanık küme aralığı büyür. Aynı şekilde s standart sapma küçüldükçe, fonksiyon daralır ve bulanık küme aralığı küçülür.

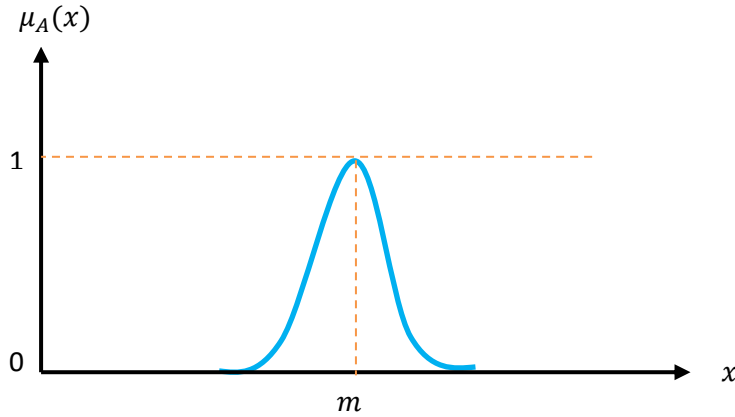
Bunu iki örnekle açıklamak mümkündür: İlk olarak; dünyadaki farklı gelir guruplarından seçilmiş, geniş (örneğin 150 ülkeden oluşan) bir ülke sepeti ile çalışıldığını varsayalım ve bu ülke sepetinde en düşük gelir gurubundan (kişi başına düşen yıllık geliri 1025 Dolardan az olan ülkeler (World Bank, 2020)) ülkeler olduğu gibi, Lüksemburg ve Katar gibi kişi başına düşen yıllık milli geliri 100.000 Doların üzerinde olan ülkelerin de yer aldığını varsayalım. Bu ülkelere ait normalleştirilmiş Gaussian üyelik fonksiyonunun grafiği Çizelge 2.10'deki gibi olacaktır:

Çizelge 2.10. Standart Sapması Geniş Gaussian Üyelik Fonksiyonu



Çizelge 2.10'nin geniş olmasının nedeni, örnekleme dâhil edilen ülkelerin geniş bir gelir dağılımı yapısına sahip olmaları ve bu nedenle örneklemin standart sapmasının büyük olmasıdır. Oysa burada gelir yönünden birbirine daha yakın bir ülke sepeti ile çalışılıyorsa (Örneğin; AB15¹⁴ ya da G7¹⁵ ülkeleri gibi), bu durumda oluşacak Gaussian üyelik fonksiyonunun grafiği Çizelge 18'deki gibi olacaktı:

Çizelge 2.11. Standart Sapması Küçük Gaussian Üyelik Fonksiyonu



Çizelge 2.11'deki Gaussian üyelik fonksiyonunun grafiğinin görece daha dar olmasının nedeni, bulanık kümeye dâhil edilen ülkelerin gelir yönünden birbirine yakın olması ve panelin standart sapmasının düşük olmasıdır.

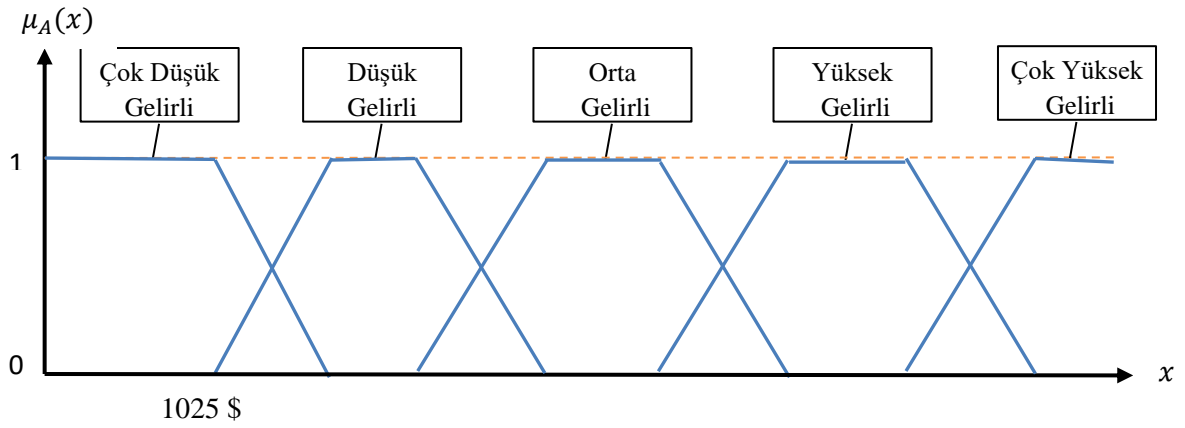
¹⁴ AB15: Avrupa Birliğine üye olan ilk 15 ülkeyi (Fransa, Almanya, İtalya, Belçika, Hollanda, Lüksemburg, İngiltere, İrlanda, Danimarka, Yunanistan, İspanya, Portekiz, Avusturya, Finlandiya ve İsveç'i) ifade etmektedir. Bu ülkeler gelir yönünden görece birbirlerine daha yakın ülkelerdir.

¹⁵ G7: Dünyanın en gelişmiş 7 ülkesini (Almanya, ABD, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, Japonya ve Kanada) ifade etmektedir. Bu ülkeler gelir yönünden birbirlerine yakın ülkelerdir ve net küresel zenginliğin %64'ünü üretmektedirler (Wikipedia, 2020).

2.6. Üyelik Derecelerinin Atanması

Bulanık kümelerde üyelik dereceleri atanırken eğer değişken konusunda belirsizlikler ve farklı görüşler varsa, genellikle ilgili bulanık kümenin iç içe geçmiş alt kümeleri bulunur. Örneğin; herhangi bir ülkede yaşayan kişilerin gelir durumunu ifade ederken “çok düşük gelirli”, “düşük gelirli”, “orta gelirli”, “yüksek gelirli” ve “çok yüksek gelirli” gibi beş adet alt küme kullanılabilir. Bu kümelerin gösterimi Çizelge 2.12’de yer almaktadır (Erginel, 2010):

Çizelge 2.12. Kişilerin Ekonomik Durumunu Gösteren Alt Kümeler



Kaynak: Erginel (2010)’dan yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

Ayrıca ardışık kümelerin iç içe ve birbirini örten şekilde olması arada çok küçük farkların olduğunda tanımlamaların katı ve tutarsız olmasını engeller. Örneğin; “çok düşük gelirli” kümesinin bitişi 1025 Dolar olsun ve bu noktadan başlayan bir “düşük gelirli” kişiler kümesi düşünelim. Bu küme 1026 Dolar ile başlar ve ne kadar küçük üyelik dereceleri olsa da 1025\$ gelir için “çok düşük gelirli” ve 1026\$ için “düşük gelirli” demiş olup, Ariston mantığından uzaklaşmamış olunur.

2.7. Bulanık Regresyon

Regresyon kavramı genel olarak; denklemleri ifade etmekte olup, ekonometrik analizlerde sıklıkla kullanılan bir terimdir. Klasik ekonometrik analizlerde kullanılan, doğrusal (linear) ve doğrusal olmayan (nonlinear) regresyon formları olduğu gibi, bulanık regresyon formları da mevcuttur. Yine burada da doğrusal bulanık regresyon kavramı ve doğrusal olmayan bulanık regresyon analizi kavramları söz konusudur. Bu bölümde; genel olarak bulanık regresyon kavramıyla ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Regresyon analizi, modelleme ve tahminleme yaparken, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemede sıklıkla kullanılan istatistiksel bir tekniktir. Bulanık regresyon analizi de bulanık veri setleri arasındaki ya da bir kısmı bulanık, bir kısmı kesin sayılardan oluşan veri setleri arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmada kullanılabilen analiz yöntemleridir. Belirtilen klasik regresyonun yetersiz kaldığı bütün bu problemler, bulanık regresyon analiziyle çözülebilmektedir (Shapiro, 2004).

Shapiro (2004)'e göre klasik regresyon birçok uygulama alanında kullanılsa da aşağıdaki sorunlar ile karşılaşılması mümkün değildir. Bunlardan başlıcaları:

- Yetersiz gözlem sayısı (küçük veri seti)
- Varsayımların doğruluğunu test ederken karşılaşılan zorluklar
- Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkide oluşan belirsizlik
- Olayların veya meydana geldiği derecenin belirsizliği
- Doğrusallaştırma ile ortaya çıkan yanlışlık ve bozulma (Shapiro, 2004).

Klasik regresyon modellerinde, gözlemlenen değerler ve tahmini değerler arasındaki sapmaların rastgele hatalara bağlı olması gerektiği düşünülür (Li vd. 2016). Fakat gerçek hayatta, oldukça fazla kesin olmayan bilgi veya eksik bilgi vardır. Bu veriler bazen tam olarak toplanamaz, kaydedilemez veya oluşturulmak istenen model tam olarak tanımlanamaz. Karşılaşılan bu gibi durumlarda değişkenleri modellemek için Zadeh (1965) tarafından tanımlanan bulanık küme teorisi alternatif bir araç olarak kullanılır ve kesin olmayan modellere dayalı tahminler yapar (Li vd. 2016).

Bulanık regresyon, ilk olarak Tanaka vd.(1982) tarafından bağımlı değişkenin kesin olarak ölçülemediği model durumlarının açıklanabilmesi için ortaya atılmıştır. Tanaka vd. (1982) tarafından geliştirilen model, bu alandaki ilk çalışma olması yönüyle geniş kabul görmüş olmakla birlikte, bu modele yönelik bir kısım eleştiriler de söz konusu olmuştur. Ancak bu eleştiriler, yeni yaklaşımların doğmasına zemin hazırlayarak, bulanık regresyon analizi yönteminin daha da gelişmesine olanak tanımıştır (İşbilen Yücel, 2005).

2.7.1. Bulanık Regresyonun Ortaya Çıkış Nedenleri

Klasik regresyon analizleri; Alman matematikçi Carl Friedrich Gauss (1777- 1855) tarafından geliştirilen (en azından temelleri atılan) En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile

başlamış, ABD'deki Ulusal Ekonomik Araştırmalar Bürosu NBER (National Bureau of Economic Research)'in 1920'de kurulması ve 1950'li yıllarda bilgisayar teknolojilerinde başlayan ilerlemelerle birlikte hız ve yaygınlık kazanmıştır. Ancak zamanla klasik regresyon analizlerinin yetersiz kaldığı araştırma alanları da ortaya çıkmaya başlamış ve bulanık regresyon analizlerinin geliştirilmesi gereği doğmuştur. Bu süreçte bulanık regresyon analizlerinin ortaya çıkmasının başlıca nedenleri (Skrabanek ve Martinkova, 2019):

- Klasik ekonometrik analizlerin güvenilir sonuçlar üretebilmesi için yeterli sayıda gözleme ihtiyaç duyulmaktadır. Oysa bu durum her araştırmada mümkün olmayabilmektedir. Oysa bulanık regresyon analizi yöntemleri, küçük örneklerde de güvenilir sonuçlar üretebilmektedir.
- Klasik ekonometrik analiz sonuçlarının güvenilir olabilmesi için bir kısım varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bunlar arasında; hata terimleri serisinin normal dağılıma sahip ve otokorelasyonsuz olması, modelin değişen varyans sorunu içermemesi, vb. sayılabilir. Klasik ekonometrik analizlerde bu sorunlardan kurtulmak her zaman mümkün olmayabilmektedir. Bulanık regresyon analizi yöntemleri, bu konudaki kısıtları esnetmeye yardımcı olmaktadır.
- Klasik ekonometrik analizlerde, değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya çıkartabilmek için ham verilerin dönüştürülmesi (Örneğin; logaritmalarının alınması) gerekebilmektedir. Oysa Bulanık regresyon analizi yöntemleri, serilerin düzey değerleri ile çalışılmasına imkân vererek, analizde daha fazla bilginin göz önünde bulundurulmasını mümkün kılmaktadır.
- Değişkenlerin sayısal büyüklüklerle ifade edilmesinin güç ya da imkansız olduğu (sıralama, derecelendirme, göreceli yaklaşımlar gibi) durumlarda, klasik ekonometrik analiz yapmak mümkün olmazayken, bulanık regresyon analizleri ile bu sorun aşılabilmektedir.
- Bazı durumlarda ekonomideki ilişkileri kesin fonksiyonlarla veya kesin katsayılarla ifade etmek güç olabilmektedir. Böyle durumlarda bulanık regresyon analizleri, konu hakkında genel bir bakış açısı elde edilmesine olanak sağlayacak çıktılar üretebilmektedir.

Bütün bu sayılan noktalar ve benzer sorunlar, klasik regresyon analizlerinin yanında/yerine bulanık regresyon analizlerinin de kullanılması gereğini doğurmuştur.

2.8. Bulanık Regresyon ile Klasik Regresyonun Farklılıkları

Bulanık regresyon analizi ile klasik regresyon analizi arasındaki başlıca farklar şöyle sıralanabilir (Chang ve Ayyub, 2001):

- Bulanık regresyon, bulanık verileri ve net (kesin, sayısal) verileri bir regresyon modeline sığdırmak (bir regresyon modelinde bir arada kullanabilmek) için kullanılırken, sıradan regresyon modelleri sadece net veriler için kullanılabilir.
- İstatistiksel (klasik) regresyon analizi bazı varsayımlara dayanmaktadır¹⁶. Oysa bulanık regresyonlarda veri setinin yapısına ve regresyona ait varsayımlar göz ardı edilebilmektedir.
- Gözlenmeyen hata terimi karşılıklı olarak bağımsız olmalı ve aynı şekilde dağıtılmalıdır. Bu tür varsayımların olmaması, yöntemin etkinliğini etkiler. Bu durumda bulanık regresyon değiştirilebilir.
- Olasılık teorisine dayanan normal regresyonun aksine, bulanık regresyon, olasılık teorisine ve bulanık küme teorisine dayanmaktadır.
- Rastlantısal belirsizlik türünde sıradan regresyon modelleme verileri, ancak rassal belirsizlik türüne sahip verilerle çalışmaya imkân tanırken, bulanık regresyon modellerinde her türlü veri analize dâhil edilebilmektedir.
- Sıradan (klasik) regresyon yöntemlerinde, bir regresyon modeli ile gözlemlenen veriler arasındaki uygun olmayan hatalar rastgele bir değişken olan gözlem hatası olarak kabul edilmektedir. Oysa bulanık regresyon modellerinde aynı uyumsuz hatalar, model yapısının bulanıklığı olarak görülmekte ve bir sorun teşkil etmemektedir.

Burada sayılan noktalar dikkate alındığında, bulanık regresyon modelleri, özellikle insan davranışları gibi sayısallaştırılması ve standardize edilmesi güç olan alanlarda, araştırmacılara ek analiz araçları sunmakta ve böylece literatüre önemli katkılar sağlamaktadır (Azadeh vd. 2012).

¹⁶ Bu konuda EKK yönteminin temel varsayımları için bakınız: Tari (2012: 22 – 27).

2.9. Bulanık Regresyon Analizinde “H Terimi” ve İşlevi

H terimi, gözlemlenen değerler ve tahmini değerler arasındaki uyumun bir ölçüsünü oluşturmaktadır. Klasik regresyon modellerinde bağımlı değişkeni açıklama olasılığı bulunan ancak regresyon modeline alınmayan değişkenlerin yerine, hata terimi (error term: e_t) kullanılır¹⁷. Klasik regresyon analizlerinde model kurma aşamasında yapılan muhtemel hatalar (Örneğin; Modelin matematiksel kalıbının yanlış seçilmesi, eksik ya da fazla değişken kullanımı, aralarında çoklu doğrusal bağlantı sorunu olabilecek değişkenlerin bir arada modele dâhil edilmesi vb.), hata teriminde toplanmış olmaktadır. Bulanık doğrusal regresyon analizlerindeyse; bu hatalar, modeldeki tüm katsayılarına dağıtılmaktadır. Bu durumda, her bir parametre belirli bir bulanıklık seviyesinde tahmin edilir. Söz konusu bulanıklık seviyesi “H terimi” olarak adlandırılır ve $[0, 1]$ aralığında bir değer almaktadır. Bu H değeri, analizde kullanılacak verilerin eksik, yarım ya da tam olma durumuna bakılarak, analizi yapan kişi tarafından belirlenmektedir ve analizlere sabit bir girdi olarak dâhil edilmektedir. Bu ifadelerden de anlaşılacağı üzere; bulanık doğrusal regresyon analizlerinde, değişkenler arasında tam olarak tanımlanamayan bazı belirsiz ilişkileri de regresyon analizine dâhil edebilmek için H terimi kullanılmaktadır (Erdoğan, 2013: 75-77).

2.10. Bulanık Regresyon Analizinin Dezavantajları

Yukarıda sayılan avantajlarının yanında bulanık regresyon analizlerinin bir kısım dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar arasında:

- Veri kümesinin oluşturulmasının güçlüğü,
- H teriminin doğru biçimde belirlenmesinin zorluğu,
- Analizleri yapmanın, klasik regresyon analizlerine göre daha güç olması ve
- Elde edilen bulguların yorumlanmasının, klasik regresyon analizlerindeki kadar net ve kolay olmaması,
- Bulanık regresyon analizinde atıkların (hata terimlerinin) kareleri toplamının minimize edilmesine yönelik bir amaç fonksiyonunun olmaması,
- Bulanık regresyon analizinin aykırı (uç) değerlere (outlier) duyarlı olması,

¹⁷ Yani modele alınmayan değişkenlerin etkileri; hata teriminde ve sabit terimde toplanır ve bu iki kısmın normalden daha büyük çıkmasına neden olur.

- Bulanık regresyon analizinde aralıkların yorumlarının sübjektif olması,
- Modelde kullanılan bağımsız değişken sayısı arttıkça bulanık regresyon modellerinde çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) sorunu ile karşılaşılma olasılığının artması sayılabilir (Gasım, 2014).

Ancak bütün bu sayılan dezavantajları, bulanık regresyon analizinin, ekonometrik analizlere yeni pencereler açtığı gerçeğini değiştirmemektedir.

2.11. Bulanık Regresyon Analizi Yöntemleri

Bulanık regresyon modelinin oluşturulması için iki genel yöntem bulunmaktadır. İlki, değişkenler arasındaki ilişkinin bulanık olduğu modellerdir. Diğeri ise, değişkenlerin kendilerinin bulanık olduğu modellerdir. (Shapiro, 2004). Bulanık regresyon konusunda en yaygın bilinen ve kullanılan yöntemler:

- Doğrusal Programlama Modelleri
- Model Katsayılarının Bulandırılması Yöntemi ve
- Bulanık En Küçük Kareler Yöntemidir.

Bu yöntemler aşağıda detaylı biçimde incelenmiştir.

2.11.1. Doğrusal Programlama Modelleri

Başlıca doğrusal programlama yöntemleri; Tanaka, Hayashi ve Watada (1989) modeli ve Sakawa ve Yano (1992) modeli olup, bu modellerin detayları aşağıda irdelenmiştir.

2.11.1.1. Tanaka, Hayashi ve Watada Modeli

Bulanık doğrusal regresyon analizlerinde kullanılan modellerinin genel yapısı Denklem (10)'da görüldüğü gibidir:

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_1 + \dots + \tilde{A}_k X_k \quad (10)$$

Burada Y ; açıklanan (bağımlı) değişkeni, $i = 1, \dots, n$, n ; gözlem sayısı, $j = 0, 1, \dots, k$, k ; açıklayıcı (bağımsız) değişken sayısını göstermektedir. Bu analizlerde bağımlı değişkene (Y) ait gözlem değerleri, kesin sayılar (reel sayılar) olmasına karşın, bağımlı

değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin bulanıklığı nedeniyle, onlar da bulanık sayı formuna dönüştürülerek analizlerde kullanılırlar. \tilde{A}_j 'ler simetrik üçgensel bulanık sayılar olduğu için \tilde{Y}_i ' de aynı şekilde üçgensel simetrik bulanık sayılara dönüştürülür.

Bulanık regresyon analizlerinde hata miktarı, regresyonda yer alan parametrelerdeki hata miktarlarının (bulanıklığın) toplamına eşittir. Bulanıklığı en aza indirmeye çalışarak, modelin hata miktarı minimize edilmeye çalışılır. Bu kapsamda Tanaka, Hayashi ve Watada (1989) Modelinde, doğrusal programlama yöntemi kullanılarak; tahmin değerlerinin, gözlem değerlerini bir H seviyesinde içermesi kısıtı altında, bulanık parametrelerin toplam yayılımları minimize edilmeye çalışılır. Bu çerçevede Tanaka, Hayashi ve Watada (1989) Modeli, aşağıda yer alan doğrusal programlama probleminin çözülmesiyle elde edilir:

$$\text{Minimize } c_0 + c_1 + \dots + c_k \quad (11)$$

Bu minimize işlemi için kullanılacak kısıtlar:

$$\sum_{j=0}^k (a_j + (1-h)X_{ij}) \geq \hat{y}_i + (1-h)e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

$$\sum_{j=0}^k (a_j + (1-h)X_{ij}) \leq \hat{y}_i + (1-h)e_i, \quad j = 0, 1, 2, \dots, k \quad (13)$$

$$c_j \geq 0 \quad (14)$$

$$c_j x_{ij} \geq 0 \quad (15)$$

Amaç fonksiyonu, toplam yayılımı (bulanıklığı, hatayı) minimize etmeyi hedeflemektedir. Kısıtlar ise gözlem değerlerinin, belirli bir H seviyesinde, tahmin edilen bulanık küme tarafından içerilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu doğrusal programlama problemi çözülerek, bulanık regresyonun parametrelerinin (\tilde{A}_j 'lerin) merkez ve yayılım değerleri hesaplanmaya çalışılır.

Tanaka, Hayashi ve Watada (1989) modeli, bulanık regresyon katsayılarının hesaplanmasında oldukça etkin bir yöntem olmakla birlikte, minimum bulanıklık düzeyine ulaşabilmek güç olabilmektedir. Çünkü gerçek gözlemlerin (Y_i 'lerin) tüm değerlerinin,

tahmin edilen bulanık alt (Y^L) ve bulanık üst (Y^U) sınırları arasında kalması gerekmektedir. Bu varsayım aşağıdaki denklem yardımıyla gösterilebilir:

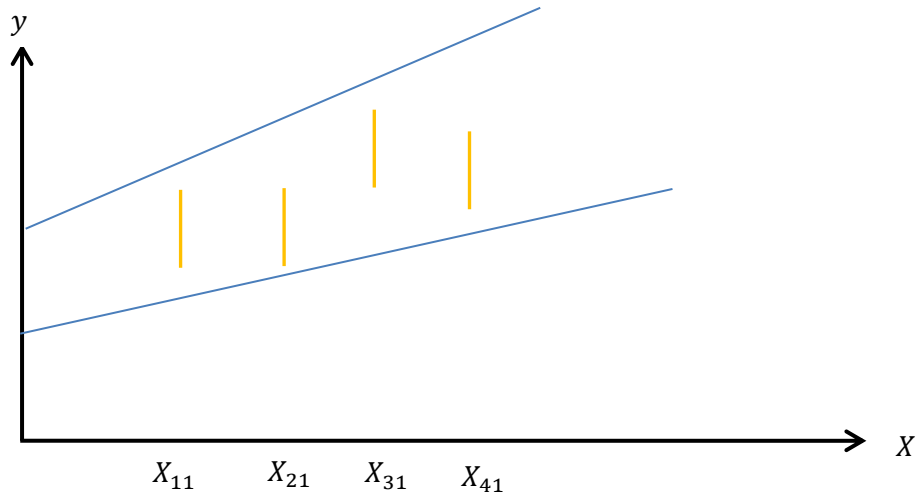
$$y_i \in [\tilde{Y}_i]_h, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

Bu varsayımın gerçekleşebilmesi için \tilde{Y}_i tahminlerinin (aslında burada \tilde{A}_j 'lerin) yayılım ve bulanıklık derecesi artırılmaktadır. Ancak bu, arzu edilmeyen bir durumdur. Modele dâhil edilen veri setinde aykırı değerlerin yer alması, bu yayılım ve bulanıklığı daha da artırmaktadır. Tanaka ve Ishibuchi (1991), Tanaka (1997) ve Tanaka, Taniguchi ve Wang (1999) çalışmalarıyla bu sorunun çözümü için; amaç fonksiyonunun sadece c_j 'lerin minimize edilmesi şeklinde değil, X_{ij} 'leri de kapsayacak şekilde yeniden düzenlenmesini önermiştir:

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^k c_j X_{ij} = \text{Minimize } (c_0 + c_1 + \dots + c_k) \quad (17)$$

Bu şekilde aykırı gözlem değerlerinin de yayılmalar ve bulanıklık parametresiyle birlikte minimize edilebileceği ve sorunun ortadan kalkabileceği beklenmektedir. Tanaka, Hayashi ve Watada (1989) modelinde tahminlerin görünümü Çizelge 20'deki gibi olacaktır (İşbilen Yücel, 2005: 55):

Çizelge 2.13. Tanaka Hayashi ve Watada Modelinde Tahminlerin Görünümü



Kaynak: İşbilen Yücel (2005: 55)'den yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

Çizelge 2.13'den de görüldüğü üzere; Tanaka Hayashi ve Watada (1991) bulanık regresyon modelinde parametreler, turuncu çizgilerle gösterildiği gibi belirli bir aralıkta

değişebilen yaklaşık değerler alacaklardır. Burada mavi çizgiler, bulanıklaştırmanın boyutunu göstermektedir.

2.11.1.2. Sakawa & Yano Modeli

Sakawa ve Yano (1992), Tanaka Hayashi ve Watada (1991) modelindeki varsayımları gevşeterek, yeni bir doğrusal programlama modeli kurmuşlardır. Sakawa ve Yano (1992) bu işlem için Tanaka, Hayashi ve Watada (1991) modelindeki $y_i C[\tilde{Y}_i]_h$ varsayımını gevşeterek yola çıkmışlardır. Buna göre; gözlem değerlerinin hepsinin bu aralığa düşmesi yerine, belirli bir kısmının (en az h kadarının) bu aralığa düşmesi yeterli kabul edilmiştir. Sakawa ve Yano (1992) modelinde amaç fonksiyonu (Hojati, Bector ve Smimou, 2005: 177):

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^n (d_{iU} + d_{iL}) \quad (18)$$

Bu minimize işlemi için kullanılacak kısıtlar:

$$\sum_{j=0}^k (a_j + (1 - H)c_j)X_{ij} \geq \bar{y}_i + (1 - H)e_i - d_{iU}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (19)$$

$$\sum_{j=0}^k (a_j - (1 - H)c_j)X_{ij} \leq \bar{y}_i + (1 - H)e_i - d_{iL}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, k \quad (20)$$

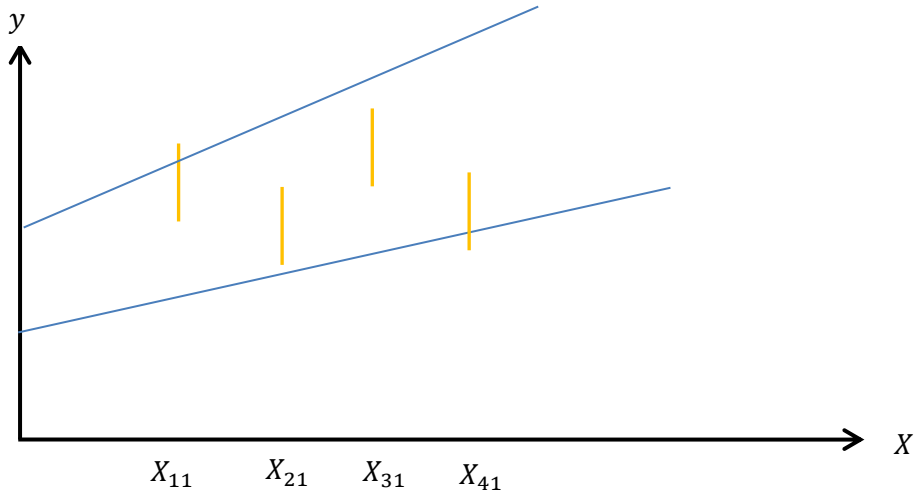
$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^k c_j X_{ij} \leq v, \quad (21)$$

$$d_{iL}, d_{iU} \geq 0 \quad (22)$$

$$\alpha_j = \text{serbest}, \quad c_j \geq 0 \quad (23)$$

Sakawa ve Yano (1992) modelinde de değişkenler bulanıktır. Sakawa ve Yano (1992) modelinde tahminlerin görünümü, Çizelge 2.14'deki gibidir.

Çizelge 2.14. Sakawa ve Yano Modelinde Tahminlerin Görünümü



Kaynak: Hojati, Bector ve Smimou (2005: 178)'ten yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

Çizelge 2.14'den de görüldüğü üzere Sakawa ve Yano (1992) modelinde gözlemlerin tamamının, bulanıklık sınırları içinde kalmaları şart değildir. Sadece belirli bir kısmının bu aralık içinde kalması yeterli kabul edilmiştir.

2.11.1.3. Peters Modeli

Peters (1994) Modeli, Sakawa ve Yano (1992) Modelinin, reel değerli değişkenlere uyarlanması ile elde edilmiştir. Bu yönüyle Peters (1994) Modeli, Tanaka Hayashi ve Watada (1991) Modelinin daha da esnetilmiş bir halidir. Peters (1994) Modelinde amaç fonksiyonu:

$$\text{Maksimize } \lambda_{\text{ortalama}} = \bar{\lambda} \quad (24)$$

Kısıt fonksiyonları ise;

$$\sum_{j=0}^k (a_j + c_j)X_{ij} \geq \bar{y}_i + (1 - \lambda_i)e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (25)$$

$$\sum_{j=0}^k (a_j - c_j)X_{ij} \leq \bar{y}_i + (1 - \lambda_i)e_i, \quad j = 0, 1, 2, \dots, k \quad (26)$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}{n} \quad (27)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^k c_j X_{ij} \leq P_0(1 - \bar{\lambda}), \quad (28)$$

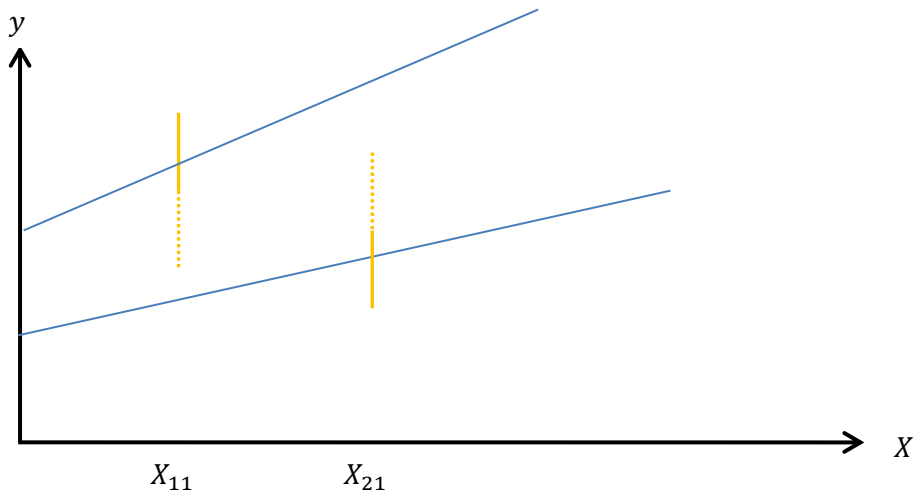
$$0 \leq \lambda_i \leq 1, \quad \bar{\lambda} \geq 0 \quad (29)$$

$$\alpha_j = \text{serbest}, \quad c_j \geq 0 \quad (30)$$

Bu denklemlerde Peters (1994) h yerine λ kullanmıştır. Buradaki fark; denenmek istenen farklı λ seviyeleri yerine λ değerlerinin ortalaması alınarak, tek bir bulanıklık seviyesi kullanılmış olmasıdır. Amaç fonksiyonunun maksimize edilmesiyle birlikte, en büyük $\bar{\lambda}$ değeri bulunarak, $P_0(1 - \bar{\lambda})$ değeri minimize edilmeye çalışılmaktadır. Oysa Tanaka, Hayashi ve Watada (1991) Modelinde amaç fonksiyonu sadece $\sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^k c_j X_{ij}$ şeklinde tanımlanıyordu ve bu değer, başka herhangi bir değerle kıyaslanmaksızın minimize edilmesine çalışılıyordu.

Peters (1994) Modelinin eleştiriyeye açık olan yönü; çözümün P_0 değerine karşı aşırı duyarlı olmasıdır. Bu değer, analizi yapan kişi tarafından belirlenmekte olup, bu noktada hatalı bir seçim yapıldığında, tamamen sapmalı sonuçlar üretilebilmekte, sistem parametrelerinin bulanıklığı Tanaka, Hayashi ve Watada (1991) modelindeki sınırları dahi aşabilmektedir. Peters (1994) Modelinde tahminlerin görünümü Çizelge 22'de yer almaktadır.

Çizelge 2.15. Peters Modelinde Tahminlerin Görünümü



Kaynak: İşbilen Yücel (2005: 57)'den yararlanarak, yazar tarafından çizilmiştir.

Çizelge 2.15’en de görüldüğü üzere Peters (1994) modelinde de gözlemlerin tamamen bulanıklık sınırları içinde kalması zorunluluğu bulunmamaktadır. Her bir gözlemin sadece belirli bir bölümünün bulanıklık sınırları içinde kalması yeterlidir.

2.11.2. Model Katsayılarının Bulunması Yöntemleri

Bulanık doğrusal regresyon yönteminde model katsayılarının bulunabilmesi için en sık kullanılan yöntem; Bulanık En Küçük Kareler (EKK) Yöntemidir. Diamond (1988) tarafından geliştirilen bu yöntemde; tahmin edilen \tilde{Y}_i bulanık bağımlı değişken değeri ile gözlenen Y_i değerleri arasındaki bulanık açıklık minimize edilmeye çalışılmaktadır. Bu işlem, klasik doğrusal regresyon analizlerinde yapılan; gerçek Y_i değerleri ile tahmin edilen \hat{Y}_i değerleri arasındaki farkı (hata terimlerinin; e_{it}) minimize edilmesi¹⁸ ile aynı mantığa dayanmaktadır. Burada tahmin edilecek Bulanık Doğrusal Regresyon (BDR¹⁹) modeli:

$$Y_i = A_0 + A_1 X_{i1} + e_i \quad (31)$$

Bu model tahmin edildiğinde elde edilecek BDR modeli;

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1} \quad (32)$$

Şeklinde dir. Bu modelde $\tilde{A}_0 = (\alpha_0, c_0)$ ve $\tilde{A}_1 = (\alpha_1, c_1)$ şeklinde merkez değerleri α_0 ve α_1 , yayılım değerleri c_0 ve c_1 olan bir yapıya sahiptir. Tek değişkenli BDR modelinde; tahmin (elde) edilen \tilde{Y}_i bulanık bağımlı değişkeni ile Y_i gerçek gözlem değerleri arasındaki fark minimize edilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla kullanılacak eşitlik (İşbilen Yücel, 2005: 60- 62):

$$r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i) = \sum_{i=1}^n (\tilde{Y}_i - Y_i)^2 \quad (33)$$

Denklem (33)’te $r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i)$; bulanıklık mesafesini göstermektedir. Bu eşitliğin sağ tarafı düzenlendiğinde;

¹⁸ Klasik regresyon analizlerinde EKK yönteminde bu işlem yapılırken; doğrudan hata terimlerinin toplamını minimize ederken, farklı işaretli hata terimlerinin birbirini yok etmesi (veya hata terimleri toplamını küçültmesi) söz konusu olabileceği için, Gauss tarafından hata terimlerinin karelerinin toplamının minimize edilmesi önerilmiştir. Yöntemin ismindeki En Küçük Kareler ifadesi de buradan gelmektedir. Yani hata terimlerinin kareleri toplamının en küçük yapılmasına çalışılmaktadır (Karaçay, 2017).

¹⁹ Literatürde bu kavramın İngilizce aslına sadık kalınarak: Linear Fuzzy Regression: FLR kısaltması da kullanılabilir.

$$r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i) = \sum_{i=1}^n (\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1} - Y_i)^2 \quad (34)$$

$$\begin{aligned} r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i) &= \sum_{i=1}^n [(\alpha_0 + c_0 + \alpha_1 X_{i1} + c_1 X_{i1} - y_i - e_i)^2 \\ &+ (\alpha_0 + \alpha_1 X_{i1} - y_i - e_i)^2 \\ &+ (\alpha_0 - c_0 + \alpha_1 X_{i1} - c_1 X_{i1} - y_i - e_i)^2] \end{aligned} \quad (35)$$

Denklem (35)'in 1. dereceden türevi alınıp sıfıra eşitlenir ve elde edilen denklem çözülürse; modelin katsayılarına ait merkez ve yayılım değerleri elde edilmiş olur. Bu işlem sırasında merkez değerlerinin sıfırdan büyük olup olmama durumlarına göre farklı çözümler elde edilir. Bu Alternatif durumlar aşağıda incelenmiştir.

1. Durum: $\alpha_0 > 0, \alpha_1 > 0, c_0$ ve c_1 Kısıtsız Olduğunda:

Böyle durumlarda bulanıklık mesafesinin (Denklem 35'in) α_0 'a göre birinci dereceden türevi alınıp, sıfıra eşitlenerek α_0 değeri bulunabilir. Bu işlemi Denklem (35) üzerinden açıklamak gerekirse;

$$\begin{aligned} \frac{\partial r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i)}{\partial \alpha_0} &= 2 \sum_{i=1}^n [\alpha_0 - c_0 + (\alpha_1 - c_1) X_{i1} - (y_i - e_i) + \alpha_0 + c_0 \\ &+ (\alpha_1 + c_1) X_{i1} + (y_i + e_i) + \alpha_0 + \alpha_1 X_{i1} \\ &- y_i] \end{aligned} \quad (36)$$

Diğer parametreleri bulabilmek için aynı işlem o parametrelere yönelik olarak da uygulanır. Aşağıda bu işlem sırasıyla c_0, α_1 ve c_1 için uygulanmıştır.

$$\begin{aligned} \frac{\partial r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i)}{\partial c_0} &= 2 \sum_{i=1}^n [\alpha_0 - c_0 + (\alpha_1 - c_1) X_{i1} - (y_i - e_i)(-1) + \alpha_0 + c_0 \\ &+ (\alpha_1 + c_1) X_{i1} - (y_i + e_i) + \alpha_0 + \alpha_1 X_{i1} - y_i] \end{aligned} \quad (37)$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i)}{\partial \alpha_1} \\
&= 2 \sum_{i=1}^n X_{i1} [\alpha_0 - c_0 + (\alpha_1 - c_1) X_{i1} - (y_i - e_i) + \alpha_0 + c_0 \\
&\quad + (\alpha_1 + c_1) X_{i1} - (y_i + e_i) + \alpha_0 + \alpha_1 X_{i1} \\
&\quad - y_i]
\end{aligned} \tag{38}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial r(\tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1}, Y_i)}{\partial c_1} \\
&= 2 \sum_{i=1}^n X_{i1} \{ -[\alpha_0 - c_0 + (\alpha_1 - c_1) X_{i1} - (y_i - e_i)] + [\alpha_0 + c_0 \\
&\quad + (\alpha_1 + c_1) X_{i1} - (y_i + e_i)] \}
\end{aligned} \tag{39}$$

Birinci türev alınarak elde edilen bu denklemler sıfıra eşitlenip çözüldüğünde bulanık parametreler aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\alpha_1 = \frac{(n \sum_{i=1}^n X_i y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n y_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)} \tag{40}$$

$$\alpha_0 = \bar{y} - \alpha_1 \bar{X} \tag{41}$$

$$c_1 = \frac{(n \sum_{i=1}^n X_i e_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n e_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)} \tag{42}$$

$$c_0 = \bar{e} - c_1 \bar{X} \tag{43}$$

2. Durum: $\alpha_0 < 0, \alpha_1 > 0, c_0 < 0$ ve c_1 Kısıtsız Olduğunda:

İlk durumdaki işlemler yapılır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

$$\alpha_1 = \frac{(n \sum_{i=1}^n X_i y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n y_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)} \tag{44}$$

$$\alpha_0 = \bar{y} - \alpha_1 \bar{X} \tag{45}$$

$$c_1 = \frac{(n \sum_{i=1}^n X_i e_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n e_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)} \tag{46}$$

$$c_0 = -(\bar{e} - c_1 \bar{X}) \tag{47}$$

3. Durum: $\alpha_0 > 0, \alpha_1 < 0, c_1 < 0$ ve c_0 Kısıtsız Olduğunda:

Yine birinci durumdaki işlemler yapılır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

$$\alpha_1 = \frac{(n \sum_{i=1}^n X_i y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n y_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)} \quad (48)$$

$$\alpha_0 = \bar{y} - \alpha_1 \bar{X} \quad (49)$$

$$c_1 = \frac{(n \sum_{i=1}^n X_i e_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n e_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)} \quad (50)$$

$$c_0 = \bar{e} - c_1 \bar{X} \quad (51)$$

4. Durum: $\alpha_0 < 0, \alpha_1 < 0, c_0 < 0$ ve $c_1 < 0$ Olduğunda:

Yine birinci durumdaki işlemler yapılır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

$$\alpha_1 = \frac{(n \sum_{i=1}^n X_i \bar{y}_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n \bar{y}_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_{i1}^2 - (\sum_{i=1}^n X_{i1})^2)} \quad (52)$$

$$\alpha_0 = \bar{y} - \alpha_1 \bar{X} \quad (53)$$

$$c_1 = -\frac{(n \sum_{i=1}^n X_{i1} e_i - \sum_{i=1}^n X_{i1} \sum_{i=1}^n e_i)}{(n \sum_{i=1}^n X_{i1}^2 - (\sum_{i=1}^n X_{i1})^2)} \quad (54)$$

$$c_0 = -(\bar{e} - c_1 \bar{X}) \quad (55)$$

Buraya kadar yapılan işlemler tek açıklayıcı değişkenli bir bulanık doğrusal regresyondaki bulanık parametrelerin çözümü (tahmini, elde edilmesi) işlemleri idi. Modele dâhil edilen açıklayıcı değişken sayısı arttıkça, parametrelerin elde edilmesi de güçleşecektir. Ancak değişken sayısı çok olduğunda doğrusal programlama daha uygulanabilir bir yöntemdir. Çünkü doğrusal programlama probleminde değişken sayısının artması, yazılan kısıt sayısını değiştirmez, sadece kısıtların içeriği (niteliği) değişir.

3. BÖLÜM

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatür özeti iki alt başlık halinde derlenmiştir: İlk bölümde; konut talebinin belirleyicilerine yönelik çalışmaların özeti sunulurken, ikinci bölümde; bulanık mantık ya da bulanık regresyon analizi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların özeti takdim edilmiştir.

3.1. Konut Talebinin Belirleyicilerine Yönelik Çalışmaların Özeti

Konut talebinin belirleyicilerinin ortaya çıkartılmasına yönelik literatürde yer alan çalışmalardan erişilebilenlerin kısa bir özeti, çalışmaların yayınlanma tarihi sırasına göre aşağıda sunulmuştur.

Lee (1963) çalışmasında konut talebi üzerinde yaş, meslek, bireyin sosyal çevresi ve harcanabilir gelirin etkilerini incelemiştir. Yazar oluşturduğu konut satın alma modeline göre; harcanabilir gelirin konut alma üzerinde güçlü bir etkisi olduğuna ulaşırken, meslek, medeni durum, sosyal çevre ve evin yaşı gibi değişkenlerin konut sahibi olmada etkisinin olmadığı sonuca varmıştır.

Wabe (1971) yılında yapmış olduğu çalışmada Londra kent merkezinde konut fiyatlarını etkileyen değişkenleri incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre konut fiyatları; nüfus ve konutun bulunduğu konuma göre farklılık göstermektedir.

Öztürk ve Fitoz (2009), konut arz ve talep belirleyicileri üzerine yaptıkları çalışmada, kişi başına düşen milli gelir, TÜFE ve ÜFE oranları, faiz oranı, kentleşme hızı, ekonomideki nakit para miktarını (geniş para arzı M2'yi), dikkate almışlardır. Uygulamada kullanılan veriler 1968 - 2006 döneminde yıllık bazlı olarak kullanılmıştır. Çalışmada konut talep ve arzı için oluşturulan modellerin çözümünde EKK yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda; kişi başına düşen milli gelir ile talebi arasında pozitif, konut fiyatları ve faiz oranları ile konut talebi arasında negatif yönlü ilişkiler elde edilirken, demografik faktörler ile konut talebi arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Çalışmada ayrıca; 1994 yılından itibaren konut talebindeki artış oranının yavaşladığı, M2 para arzındaki artışların konut arzını artırdığı da belirlenmiştir.

Ergöz Karahan (2009) çalışmasında hane halkı ve konut talebi dinamiklerinin eşbütünleşik modelini kurarak, konut talebinin nasıl şekillendiği sorularına cevap bulmayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda; İstanbul ilini örnek alarak, yaptığı analiz çalışması sonucunda hane halkını etkileyen faktörlerin; çevresel, toplumsal ve mekânsal faktörlerin, ailelerin yaşam biçimi ve konut talebi üzerinde önemli belirleyiciler olduğunu tespit etmiştir.

Selim ve Demirbilek (2009), Türkiye’de konut kira değerlerini belirleyen faktörleri ortaya çıkartabilmek için 2004 hane halkı bütçe anketi verilerini kullanılarak yaptıkları çalışmada, Hedonik model yardımıyla konutların özelliklerinin, konut fiyatları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Ele alınan model doğrusal olmadığı için yapay sinir ağları metodu kullanılmıştır. Çalışmada; Hedonik regresyon modeli ile yapay sinir ağları modelinin tahmin gücü karşılaştırılmıştır. Ulaşılan bulgulara göre; konutların kira bedelini etkileyen en önemli değişkenler; konutun tipi, yapısı, konut içindeki oda sayısı ve diğer yapısal değişkenler (su sistemi, havuz, doğal gaz, vb.) şeklindedir. Konut kira değerlerinin saptanmasında ise YSA modelinin Hedonik modele göre daha etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İbicioğlu ve Karan (2012), Türkiye’deki konut talebini, konut kredisi talebi üzerinden dolaylı olarak analiz etmiştir. 2005:Q1-2012:Q2 dönemi verilerini kullanarak yaptıkları analizde; faiz oranları, işsizlik oranı ve tüketici güven endeksinden, konut kredilerine ve konut talebine doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri tespit eden yazarlar, VAR modeline dayalı olarak gerçekleştirdikleri varyans ayrıştırması analizinde; konut kredisi talebindeki değişimin en önemli belirleyicisinin, konut kredisi faiz oranları olduğunu bulmuşlardır.

Abar ve Karaaslan (2013), Erzurum Atatürk Üniversitesi’nde görev yapan personelin konut talep yapısını ve talep ettikleri konutların özelliklerini belirleyebilmek için yaptıkları çalışmada; üniversite personeline anket uygulanarak elde edilen verileri, çoklu uyum analizi tekniği ile analiz etmiştir. Bu çalışmanın temel amacı; üniversite personelinin İstanbul, Ankara ve Erzurum illerinde gerçekleştirilmesi mümkün konut projelerindeki talebini belirlemek olarak ortaya konulmuştur. Anket kapsamında; kişilerin görevleri, gelir seviyeleri, konut edinimi için il tercihleri, tercih edilen konut tipi, yaşları, talep ettikleri konut büyüklükleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda; geliri yüksek olan personelin, İstanbul ve Ankara illerinden konut almayı tercih ettikleri, daha düşük gelir düzeyine sahip olan personelin ise Erzurum’da yapılacak konutları tercih ettikleri sonucuna

ulaşmıştır. Yaş ve gelir arttıkça, konut tiplerindeki tercihlerin de değişmekte olduğu gözlenmiştir.

Ören ve Yüksel (2013) çalışmasında, Türkiye'deki konut piyasası ve konut politikalarının belirleyicileri hakkında genel bilgiler vererek, konut sorununa neden olan etmenleri incelemiştir. Bu sebeple konut ve konut sorunun anlamıyla yola çıkarak, konut sorunun nedenlerinden olan; kentleşme, nüfus artışı, göç, gecekondu ve kaçak yapılar, gelir dağılımı eşitsizliği ve işsizlik gibi konulara değinmişlerdir. Yazarlar çalışmalarının sonunda; konut sorunun nasıl çözüleceğine dair öngörülerde bulunmuşlardır.

Yayar ve Gül (2014), Mersin kent merkezinde bulunan apartman dairelerinin fiyatını etkileyen faktörleri belirleyebilmek için gerçekleştirdikleri çalışmada; 739 adet apartman dairesine ait verileri, emlakçılar ile yüz yüze görüşerek elde etmişlerdir. Yazarlar; doğrusal, yarı logaritmik ve tam logaritmik olmak üzere üç farklı fonksiyon tipini deneyerek üç farklı ekonometrik model kurmuşlardır. Yapılan analizler sonucunda; konutların kullanım alanı, mutfak büyüklüğü, semt pazarlarına olan uzaklıkları, evin sahip olduğu banyo sayısı, otopark, merkezi uydu sistemi, özel güvenlik hizmetleri ve asansörün varlığı gibi faktörlerin konutların fiyatlarını arttırdığı belirlenmiştir. Konutların bahçeye sahip olması, bir site içinde yer alması, toplu taşıma araçlarına ait duraklara uzak olması ve eski (yıpranmış) olmasının konut fiyatlarında azalamaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Çakır (2014), Ordu ili kıyı kesimlerinde yaşayan hane halkının sosyo-demografik özellikleri ve ekonomik durumuna göre konut taleplerini incelemiştir. Çalışmada 23 mahallede yaşayan hane halkından rastgele örnekleme yöntemi ile örneklem seçerek, hazırladığı soru formları yardımıyla veriler elde etmiştir. Bu verileri analiz eden yazar; hane içinde yaşayan kişi sayısının artmasının, konut talebinin belirlenmesinde önemi bir rol oynadığını belirlemiştir. Bulgulara genel olarak bakıldığında; eğitim durumu ve gelir seviyesinde meydana gelen değişimlerin de konut talebini etkilediği görülmüştür.

Lebe ve Akbaş (2014), Türkiye'deki konut talebinin kısa ve uzun dönemli belirleyicilerini ortaya koyabilmek ve konut politikasına yön veren bulguları açığa çıkarabilmek amacıyla; 1970-2011 dönemine ait verilere kullanılarak, eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme modeli (VECM) yardımıyla analiz etmişlerdir. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlara göre; kişi başına düşen milli gelir, medeni durum ve sanayileşmenin, Türkiye'deki konut talebi üzerinde pozitif yönde, konut fiyatları ve faiz oranlarının ise

negatif yönde etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Konut talebi üzerinde uzun dönemde en çok etkili olan değişken; gelir olmuştur.

Omtatah (2014), Kenya'nın başkenti Nairobi'deki konut talebinin belirleyicilerini, 1979 – 2009 dönemi için korelasyon analizi yöntemiyle incelemiş ve konut talebi ile en yüksek ilişkili değişkenlerin; hanehalkı sayısı ve milli gelir olduğunu, faiz oranlarındaki artışların ise bu ülkedeki konut talebini azalttığını tespit etmiştir.

Özlük (2014), Türkiye'de konut sektöründeki talep ve arzın belirleyicilerini, tablo ve grafikler yardımıyla analiz etmiş ve konut arzının en önemli belirleyicilerinin; konut fiyatları, konut maliyetleri, vergiler, yerel yönetim imar planları, alt yapı yatırımları ve kentsel dönüşüm programları olduğunu, konut talebinin başlıca belirleyicilerinin ise; konut fiyatları, hanehalkı geliri, konut kredilerinin faiz oranları, kentleşme oranı, nüfus artış hızı, evlenme ve boşanmalar ile iç ve dış göçler olduğu tespit edilmiştir.

Işık (2015) çalışmasında, hedonik fiyat yaklaşımını kullanarak, Erzurum ilinde konut fiyatları ve konut özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma sonunda elde edilen bulgulara göre; konutların oda sayısı, banyo, konut büyüklüğü (m²), ısıtma sistemi, asansöre sahip olması, site içinde yer alması, kamusal alanlara (park, bahçe, metro, istasyon, okul, hastane, vb.) yakınlık ve komşuluk değişkenlerinin konutların değerini artırdığı, konutların yaşı, çok katlı olması, aidatların yüksekliği, eşyalı olması, kent merkezine uzaklığı ve dış cephe kaplama yöntemi değişkenlerinin ise konut değerini azalttığı tespit etmiştir.

Uysal ve Yiğit (2016), Türkiye'de konut talebini etkileyen faktörleri araştırdıkları çalışmalarında konut talebinde etkili olan faktörleri; kişi başına düşen milli gelir, konut fiyatları, kentleşme hızı, faiz ve geniş para arzı (M2) olarak ele almışlardır. Regresyon denkleminde uzun vade ve kısa vade arasındaki ilişkiye bakmak için VECM modelini kullanana araştırmacılar yaptıkları analizler sonucunda; konut talebi ile kişi başına düşen milli gelir, faiz oranı, kentleşme oranı arasında pozitif bir ilişki tespit ederken, M2 para arzı ile konut talebi arasında negatif bir etkileşim bulmuşlardır.

Tafirenyika ve Paul-Francois (2016), konut fiyatları ve yeni konut inşası aktivitelerinin belirleyicilerini, Namibya konut piyasası için, 2000:M01- 2014:M12 dönemi için VAR yöntemi yardımıyla araştırmış ve bu ülkedeki konut piyasasının nüfustaki değişimlere, konut kredisi faiz oranlarına ve enflasyona çok duyarlı olduğunu, konut

fiyatları ile yeni konut inşaatı arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğunu belirlemişlerdir.

Aktürk ve Tekman (2016) çalışmalarında Erzurum ilinde ikamet eden bireylerin konut edinmede etkili olan kararlarını incelemeyi amaçlamışlardır. Konut talebini belirlemek için anket formu kullanarak Erzurum ilinde ikamet eden ve konut almayı düşünen bireylere anket formunu uygulamışlardır. Yapılan analiz sonucunda konut satın almada etkili olan faktörlerin; konutun fiyatı, konutun güvenli bir sitede yer alması, kullanılan malzemenin kalitesi, kent merkezine olan uzaklığı gibi faktörler olduğu belirlenmiştir.

Cohen ve Karpaviciute (2017), Litvanya’da konut fiyatlarının belirleyicilerini, 2001:Q1-2014:Q4 dönemi verilerini kullanarak, Granger nedensellik testi yardımıyla incelemişler ve bu ülkede konut fiyatlarının en önemli belirleyicilerinin milli gelir ve işsizlik oranları olduğunu tespit etmişlerdir.

Yıldırım (2017), Türkiye’de konut piyasasının dinamiklerini, 2010:Q1-2017:Q2 dönemi için DSGD (Dinamik Skolastik Genel Denge) yöntemi ve yapısal VAR (SVAR) yöntemi yardımıyla analiz etmiş ve kısa dönemde; para politikası şoklarının, konut fiyatları üzerinde etkili olduğunu, ancak uzun dönemde konut fiyatlarının ana belirleyicilerinin, konut piyasası dinamikleri olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada ayrıca; konut piyasasına ait şokların, ekonominin geri kalanı üzerindeki etkisinin büyüklüğünün, kredi değer oranlarının aldığı değerlere göre değişmekte olduğu da belirlenmiştir. Buna göre; yüksek kredi değer oranı, para politikası aracılığıyla konut piyasasından tüketim ve hâsıla gibi reel değişkenleri etkilemektedir.

Altun (2017), Karaman ilinde konut satın alma kararını etkileyen faktörleri, 400 kişiye uyguladığı anket yardımıyla elde ettiği verilere, frekans dağılımı, yüzde tabloları, Ki-Kare ve *t* testleri ve tek yönlü varyans analizi yöntemleriyle analiz etmiş ve bu şehirde konut satın almayı etkileyen en önemli faktörlerin; konutun yeni deprem yönetmeliğine uygunluğu, fiyatı ve istenildiği zaman satılabilmesi olduğunu bulmuştur. Ayrıca aile-arkadaş tavsiyesi, satıcının yaklaşımı, reklamlar ve konutta akıllı sistemlerin varlığının da konut talebinde önemli birer değişken olduğu görülmüştür.

Özelçi Eceral ve Uğurlar (2017), Ankara ilindeki konut piyasasının belirleyicilerini, 534 hanehalkına yüz yüze yaptığı anketten elde ettiği verileri analiz ederek ortaya koymaya

çalışmıştır. Yapılan analizler sonucunda; hanehalkının ekonomik yapısı, yaşam biçimi, konut kullanım şekli ve konutun bulunduğu yerleşkenin, Ankara'daki bireylerin konut tercihleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ahmed, Iqbal ve Siddiqui (2018), Pakistan'ın kentsel bölgelerindeki konut talebinin belirleyicilerini, 2004:M05 – 2010:M11 dönemi için iki aşamalı Heckman seçim modeli yardımıyla analiz etmişler ve konut fiyatları ile hanehalkı gelirinin, konut talebinin en önemli belirleyicileri olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çelik ve Kıral (2018) yılında yapmış oldukları çalışmalarında; Türkiye il gruplarının, konut talebini etkileyen faktörleri belirleyebilmek için dengeli (balanced) panel veri analizi yönteminden yararlanmışlar ve elde edilen istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara göre hiyerarşik kümeleme yöntemi uygulamışlardır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçlara göre; konut fiyatları, milli gelir (GSYH), konutların ortalama getirisi, alınan göç sayısı, verilen göç sayısı, evlenme ve boşanma istatistikleri, konut talebini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemektedir.

Yıldız (2018) çalışmasında seçilmiş bazı değişkenler ile konut talebi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu değişkenler; kişi başına düşen milli gelir, tüketici fiyat endeksi, konut kredisi faiz oranları, tüketici güven endeksi ve kentleşme oranıdır. Analiz sonuçlarına bakıldığında; uzun dönemde gelir değişkeni, konut talebini pozitif yönde, kısa dönemde ise gelir değişkeni ile konut kredi faiz oranının, konut talebi üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu kanısına varılmıştır.

Kılıcı (2019), Türkiye'de konut kredilerini faiz oranları ile ipotekli konut satışları arasındaki ilişkiyi, 2013:M01- 2018:M12 dönemi verilerini kullanarak, Fourier SHIN (2016) eşbütünleşme testi ve Fourier Granger (2016) nedensellik testi yardımıyla araştırmış ve konut kredisi faiz oranlarının, ipotekli konut satışları üzerinde, kısa dönemde de uzun dönemde de etkilerinin olduğunu belirlemiştir.

Birlik ve Aydın (2019), Türkiye'de hanehalkının konut sahibi olma kararını etkileyen faktörleri, lojistik regresyon ve destek vektör makineleri (DVM) yöntemleriyle analiz edip, elde ettiği bulguları karşılaştırmıştır. Çalışmada TÜİK tarafından hazırlanan Hane Halkı Bütçe Anketi çalışmasından derlenen 10.000 gözlemden yararlanılmış ve DVM yönteminin, hanehalkının konut sahibi olup-olmama kararlarını daha iyi tahmin ettiği bulunmuştur.

3.2. Bulanık Mantık ya da Bulanık Regresyon Analizi Yöntemleri Kullanılarak Gerçekleştirilen Çalışmaların Özeti

Bulanık kavramı ve ilkeleri hakkında ilk bilgiler, Lütfi Asker Zade (1965) tarafından ortaya atılmıştır. Zadeh (1965)'in bulanık kümeler kavramını tanımlamasının ardından regresyon modelinde bulanık bilgiyi göz önünde bulunduran uygulamalar birçok bilim dalında başarıyla uygulanmaya başlamıştır. Bulanık mantık ya da bulanık regresyon analizi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalardan erişilebilenlerin kısa bir özeti, çalışmaların yayınlanma tarihi sırasına göre aşağıda sunulmuştur.

Tanaka, Uejima ve Asai (1982) yılında yapmış oldukları çalışma ile bulanık regresyondaki ilk uygulamayı önermişlerdir. Bu çalışmada girdi ve çıktı değişkenlerinin bulanık olmadığı, ancak sistemin mantığının bulanık olduğu varsayılmaktadır. Analiz lineer programlama tekniği ile çözümlenmiştir.

Diamond (1988), klasik en küçük kareler (EKK) regresyon yöntemine benzer şekilde bulanık en küçük kareler (BEKK) regresyon yöntemini ortaya koymuştur. Yazar, girdisi kesin sayı, çıktısı bulanık sayı ve girdisi bulanık, çıktısı bulanık sayı olan veriler için bulanık en küçük kareler yöntemine dayanan modeller geliştirmiştir. Yazar ayrıca bulanık veri setlerinin modele uygulanabilirliği için normal denkleme eş kriterler de türetmiştir.

Moskowitz ve Kim (1993), bulanık doğrusal regresyon analizinde bulanık parametrelerin yayılmaları, üyelik fonksiyonları ve H değeri arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, üyelik fonksiyonun aldığı şekil ve H değerine göre yayılmanın duyarlılık derecelerini ortaya koymuşlardır.

Chang ve Lee (1996), örnekleme aykırı değerler olması durumunda üyelik derecelerine göre yapılacak ağırlıklandırmaya dayanan ve karar verici ile etkileşime geçen geliştirilmiş bulanık ağırlıklandırılmış en küçük kareler yöntemini geliştirmişlerdir.

Wang ve Tsaur (2000), Tanaka (1982) tarafından tanımlanan bulanık olmayan bağımsız değişken ve bulanık bağımlı değişkenli problemlerin çözümü için, değiştirilmiş bulanık en küçük kareler yöntemini bulmuşlardır.

Yang ve Lin (2002), bulanık değişkenler için bulanık en küçük kareler yöntemine dayanan iki yeni tahmin yöntemi geliştirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca heterojen veri

kümeleri ve aykırı değerleri (outlier) belirlemek için kümeleme analizinden yararlanmanın gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Lee ve Chen (2003), genelleştirilmiş bulanık doğrusal regresyon modelini tekrar ele almışlar ve bulanık parametreleri belirleyebilmek için doğrusal olmayan programlama modelinin kullanılabilirliğini göstermişlerdir.

Altunkaynak, Özer ve Çakmakçı (2005) yılında yapmış oldukları çalışmada; bağımsız değişken olarak 3 dönemlik su tüketim miktarını ele alarak, gelecek dönemdeki su talep miktarını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Farklı model yapıları için ortalama hata kare değerleri hesaplanıp, en etkili model seçilmiştir. Bu kapsamda TS bulanık regresyon analizi modeli, İstanbul'un aylık su tüketimi dalgalanmalarına uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda; TS bulanık modelinin, istatistikleri koruduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu modelin %10'dan az bir göreceli hata değeri ile tahmin yapmaya yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İşbilen Yücel (2005), bulanık regresyon yöntemi kullanarak, kayıt dışı ekonominin tahminine yönelik gerçekleştirdiği uygulamada; sayısal bilimlerin analiz ihtiyaçlarına klasik regresyon analizi yöntemlerinin kesin ve net sonuçlar verebilmesine karşın, sosyal bilimlerde yapılan çalışmaların analizlerinde, klasik regresyon analizi yöntemlerinin yetersiz kaldığını vurgulayarak, bulanık regresyon analizi yöntemini kullanmayı tercih etmiştir. Yazar bu kapsamda; Türkiye'de 1980-2004 döneminde kayıt dışı ekonomi modelini tahmin etmiştir. Yazar çalışmasının sonunda; klasik yöntemlerle modele alınamayan değişkenlerin, bulanık regresyon yönteminde rahatlıkla modele alınabildiğini ve durum tespiti yapabilme açısından daha başarılı tahminler ortaya konulabildiğini göstermiştir.

Yurtçu ve İçağa (2007), bulanık regresyon yaklaşımını inceledikleri çalışmada; klasik regresyon ile bulanık regresyonun karşılaştırmasında örnek olması açısından sayısal veriler ile bir uygulama yapmışlardır. Çalışmalarının son bölümünde ise bulanık doğrusal regresyon analizi yönteminin gelişimi hakkında bilgi verilip, hidroloji alanında yapılmış bulanık regresyon analizi uygulamalarına ait literatür araştırması özeti sunulmuştur.

Yanartaş (2009) bulanık doğrusal regresyon analiz yöntemlerini ele aldığı çalışmada, bulanık doğrusal regresyon analiz yöntemlerini; doğrusal programlama temeline dayanan yöntemler ve bulanık en küçük kareler yöntemi şeklinde iki ana başlık altında incelemiştir. Çalışmada farklı yöntemler kullanılarak testler yapılmış ve girdisi

kesin, çıktısı bulanık sayı olan veriler için en etkin olan ve tercih edilen yöntemin, en küçük hata kareler ortalaması yöntemi olduğu belirlenmiştir. Girdisi bulanık, çıktısı bulanık sayı olan örneklemeler için ise en çok tercih edilen yöntemin, IDFLS yöntemi olduğu ifade edilmiştir.

Altıntaş (2009), bulanık doğrusal regresyon yöntemlerini ele alarak doğrusal programlama temeline dayalı yöntemleri ve bulanık en küçük kareler yöntemini incelemiştir. Çalışmasında bulanık mantık, bulanık küme hakkında bilgiler veren yazar, teorik olarak açıkladığı bu yöntemleri, sayısal verilerle de örneklendirmiştir.

İçen (2010) bulanık mantığın tarihsel gelişimi ve bulanık kümeleri tanıtarak başladığı çalışmasında; klasik ve bulanık küme işlemleri arasındaki farklılıkları açıklamış, bulanık doğrusal regresyon analizi yöntemlerini ele alıp, bulanık hipotez testlerini incelemiştir. Çalışmanın uygulama bölümünde; Türkiye'deki işsizlik oranı ele alınmış ve bu oran, bulanık doğrusal regresyon analizi yöntemlerinden, katsayıların bulanıklaştırılması yöntemi ve doğrusal programlama yöntemi yardımıyla tahmin edilmiştir.

Gök (2010), klasik regresyon analizi yöntemine alternatif iki yöntem olan bulanık doğrusal regresyon analizi ve lojistik regresyon analizi yöntemlerini kullanarak, modeller oluşturmuş ve bu modellerle örnek bir uygulama yapmıştır. Uygulamada; bankaların sektör paylarının tahmin edilmesine yönelik her iki yöntemi de deneyen yazar, lojistik regresyon analizi yönteminin daha başarılı sonuçlar ürettiğini belirlemiştir.

Pan vd. (2011), kaldırım koşullarını beş üyelik işlevi ile kullanmış ve klasik yöntemlerin belirsizliğini açıklamak için bulanık regresyon analizi yöntemini kullanılarak tahminler yapmıştır. Kaldırım denetim verilerini kullanan bir vaka çalışması üzerinde, tahmini bulanık regresyon denklemleri oluşturan araştırmacılar; karayolu idare birimlerine, öngörülen kaldırım koşulları ile ilgili istenen onarım eylemlerini belirlemelerinde yardımcı olabilecek bir model sunmaya çalışmışlardır.

Armutlu ve Yazıcı (2012), bulanık regresyon analizinin önemini vurguladıkları çalışmalarında, bu analizlerin teorik bilgilerini vermelerinin ardından, 45 adet otomobil markasının verileri ile bir bulanık regresyon analizi gerçekleştirmişler ve elde ettikleri sonuçları, doğrusal regresyon analizi yöntemi olan EKK yöntemiyle karşılaştırmışlar ve bulanık regresyon analizinin, EKK yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir.

Nowaková ve Pokorný (2013), aralıklı ve bulanık regresyon teknolojilerini tartıştıkları çalışmalarında; doğrusal bulanık regresyon modelinin daha uygun bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Bulanık regresyon tanımlamak için genetik algoritma katsayıları kullanan yazarlar, sayısal bir örnek sunarak, belirsiz modelin olasılık alanını da göstermişlerdir.

Kaya (2014) yılında yapmış olduğu çalışmasında; bulanık mantık ve bulanık mantıktan ilerleyerek geliştirilen bulanık regresyon modelinin açıklamasını yapmıştır. Çalışmasının ilk bölümünde; tüketim miktarı ve GSYH verilerini kullanarak, tüketim fonksiyonu kurup, bulanık regresyon modeli ile inceleyen yazar, çalışmasının ikinci bölümde ise ithalat miktarı, GSYH ve kur verileri ile ithalat fonksiyonu kurup, ithalat miktarındaki değişimi, klasik regresyon analizi ve bulanık regresyon analizi ile inceleyerek, elde ettiği sonuçları karşılaştırmıştır. Yazar çalışmasında; bulanık regresyon analizinin klasik regresyon analizine göre daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir.

Chan ve Engelke (2015), öznel görüntü kalitesi değerlendirmesine (IQA) yönelik yöntemlerde insan kararına bağlı bulanıklığın değerlendirmeye alınmadığı durumlarda ortaya çıkabilecek bulanıklığı açıklayan, bulanık bir regresyon yöntemi önermişlerdir. Değerlendirmede, öznel IQA ve objektif IQA'yı ilişkilendiren kalite tahmin modellerinin geliştirilmesinde genellikle ihmal edilen belirsizliği ele alan yazarlar, yaptıkları değerlendirme sonucunda; bulanık regresyon modellerinin, farklı görüntü tiplerinde ve seviyelerinde öznel IQA tahmin edilirken daha etkili veri uyumu ve daha iyi genelleştirme kapasitesi elde ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Bozkurt (2015), Türkiye'nin CDS primleri üzerinde finansal istikrar göstergelerinin etkilerini analiz edebilmek için bulanık regresyon analizi yönteminden yararlanmış ve finansal istikrar ile CDS primleri arasında negatif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Yabuuchi (2017), bulanık regresyon modellerindeki belirsizlik olanaklarını incelediği çalışmada; belirsizliğin bir olasılık derecesine dâhil edildiğini varsayarak, veri dağılımındaki çarpıklığı gidermek için bulanık bir regresyon modeli oluşturmuştur. Yazar bu yolla; bir sayının belirsizliğini, rastgele sayılarla oluşturulan sayısal örnekleri kullanarak, modellerin bozulmasını ortadan kaldırmayı amaçlamıştır. Yazar çalışmasının sonunda; olasılık derecesini en üst düzeye çıkarmanın ve bir notun belirsizliğini ayarlamanın, bir

sistemi aykırı değerlerden etkilenmeden doğru bir Şekilde tanımlayan bulanık bir regresyon modeli oluŐturulmasına izin verdiği sonucuna ulaşmıştır.

Chen ve Nien (2020), bulanık gözlemler kullanarak bulanık parametrelerle, bulanık doğrusal regresyon modellerini formüle etmek için matematiksel programlama probleminde kısıtlamalar için kullanılan FPC operatörünü önermişlerdir. Mevcut yaklaŐımlarla yapılan karŐılaŐtırmalar, net açıklayıcı değişkenler kullanıldığında bile, önerilen yaklaŐımın daha güçlü olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Literatürde yer alan çalışmalara incelendiğinde; bulanık mantık alanında önemli mesafeler kat edildiği ve bu konunun, farklı problemlerin çözümünde, klasik analiz yöntemlerine göre daha başarılı sonuçlar ürettiği görülmektedir. Özellikle sosyal bilimler gibi öznesi insan olan ve insan davranıŐlarının / kararlarının / beklentilerinin deęiŐimine oldukça duyarlı olan alanlarda çalıŐmalar yapılırken, klasik regresyon analizleri yerine, bulanık regresyon analizi yöntemlerinin kullanılması, daha isabetli olacaktır. Bu nedenle, bu çalışmada da Aydın ilinde konut talebinin belirleyicileri incelenirken, bulanık regresyon analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır.

4. BÖLÜM

4. AMPİRİK UYGULAMA

4.1. Veri Seti ve Model

Aydın ilinde konut fiyat tahmininin Bulanık Regresyon Analizi ile elde edilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, verileri elde etmek için R kütüphanesi “*rvest*” kullanılarak veri kazıma (data scraping) teknikleri kullanılmıştır. Veriler online gayrimenkul ilan portallarından elde edilmiştir. Veri seti 1206 gözlem ve 13 değişkenden oluşmaktadır. Bu değişkenler, ilan numarası, il, ilçe, semt, oluşturulma tarihi, emlak tipi, fiyat, bina yaşı, konuttaki toplam kat sayısı, kat numarası, daire büyüklüğü (m²), oda sayısı, banyo sayısı değişkenleridir. Tüm veri seti için veri temizleme ve dönüştürme işlemi yapıldıktan sonra elde edilen veriler 670 daire ilanından oluşmaktadır.

Bu veriler ile 5 adet tek değişkenli Bulanık Doğrusal Regresyon (BDR) modeli oluşturularak, tahmin edilmiştir. BDR modelinde bağımlı değişken “Fiyat” değişkenidir. Bağımsız değişkenler ise, “Konuttaki Banyo Sayısı”, “Daire Büyüklüğü”, “Oda Sayısı”, “Kat Numarası” ve “Konuttaki Toplam Kat Sayısı” değişkenleridir.

Analizler, R programlama dili kullanılarak RStudio ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Bulanık Regresyon Analizi aşamasında R kütüphanesinde varolan “fuzzyreg” paketi kullanılmıştır. Verilerin excel dosyasından R’a aktarılması için “readxl” paketi, veri temizleme/dönüştürme aşamasında ise “stringr” paketi kullanılmıştır.

4.2. Veri Temizleme ve Dönüştürme Aşaması

BDR modelleri oluşturulmadan önce veri setinin temizlenmesi ve gerekli dönüşümlerin yapılması gerekmektedir. Konut fiyat tahmini yapılırken homojen bir veri seti elde etmek amacıyla sadece daire ilanları ele alınmış ve daire ilanları veri setinden seçilmiştir.

Daha sonra aşağıdaki düzenleme ve dönüştürme işlemleri gerçekleştirilmiştir:

- Oda sayılarını düzenleme,
- Banyo sayısı, oda sayısından büyük olan ilanları eleme,

- Villa tipi ve müstakil olan ilanları eleme,
- Bahçe katı, düz giriş, bahçe dublex ilanların katsayılarını 0 olarak belirleme,
- Yüksek giriş ilanların katsayılarını 1 olarak belirleme
- Kot 1,2,3 ve bodrum olan ilanları eleme
- Çatı dubleks ilanlara toplam kat sayısını kat sayısı olarak atama
- Kat sayısı toplam kat sayısından büyük olan daireleri kontrol etme ve eleme
- Bina yaşı için yapılan düzenleme
- Fiyat değişkeni için yapılan düzenleme

Verilerin düzenlenmesinden sonra toplam 670 daire ilanı analize dahil edilmiştir.

4.3. Bulanık Doğrusal Regresyon Modelinin Kurulması ve Bulgular

Bu bölümde Bulanık En Küçük Kareler yöntemi ile oluşturulan modellere ilişkin tahminler sunulmuştur. Öncelikle veri setine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve veri setinin ilçelere göre dağılımları verilmiştir. Konut fiyatları ve daire büyüklüğü için de histogram grafiklerine yer verilmiştir.

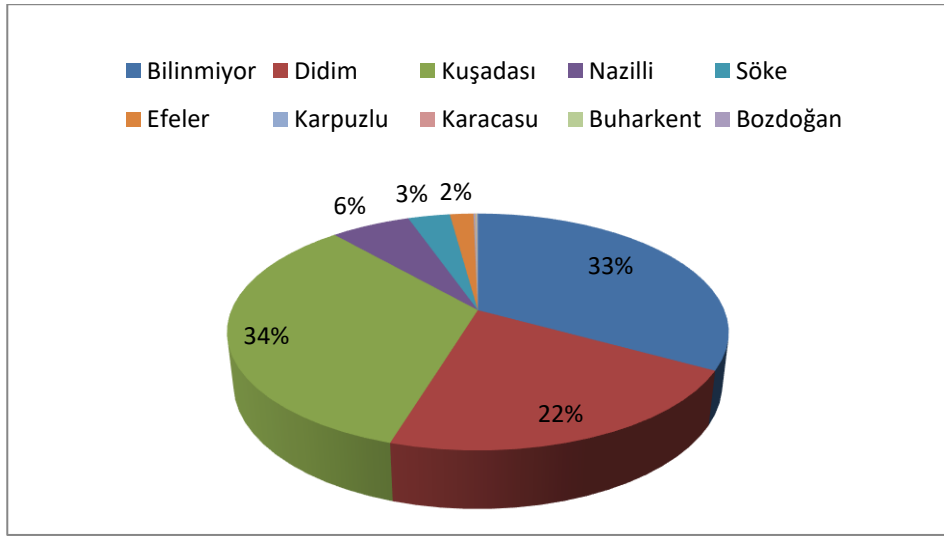
Verilerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 4.1.'te verilmiştir. Tüm veri setinin ilçelere göre dağılımı Çizelge 4.2'te ve veri setindeki daire ilanlarına ilişkin dağılım Çizelge 4.3'te verilmiştir. Konut Fiyatları için Histogram grafiği Çizelge 4.4'da ve Daire Büyüklüğü için Histogram grafiği Çizelge 4.5'de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Veri Setine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	Fiyat	Daire Büyüklüğü	Banyo Sayısı	Kat Numarası	Oda Sayısı	Toplam Kat
Ortalama	322.700	133.77				
Standart Sapma	186.385	50.71				
En küçük değer	90.000	62	1	0	2	1
1. Kartil	220.000	95	1	1	2	3
Medyan	276.500	120	1	2	3	4
3.Kartil	365.000	155	2	3	3	5
En büyük değer	1.800.000	500	4	10	6	15
Skewness	3.17	1.79				
Kurtosis	15.62	5.70				

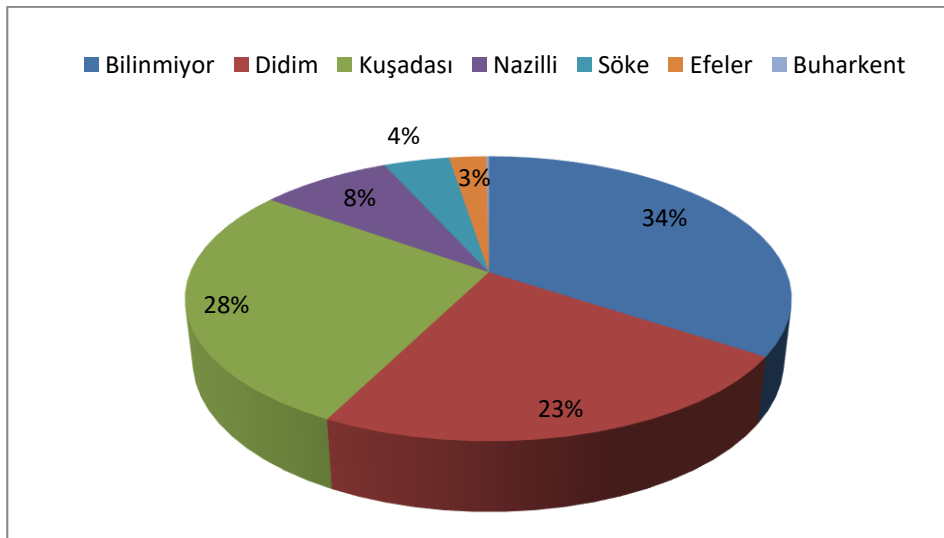
Çizelge 4.1. incelendiğinde, konut fiyatlarının ortalaması 322.700 ve standart sapması 186.385, dairelerin büyüklüğü ortalama 133.77 metrekare, en küçük daire büyüklüğü 62 m² ve en büyük daire büyüklüğü 500 m² olarak belirlenmiştir. Dairelerin sahip olduğu banyo sayısı 1 ile 4 arasında değişmektedir. Oda sayısı en az 2 en fazla 6 olarak belirlenmiştir. Oda sayısının medyanı ise 3 olarak hesaplanmıştır. Dairelerin kat numarası 0 ile 10 arasında ve toplam kat sayısı 1 ile 15 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.2. Tüm Veri Setindeki İlanların İlçelere Göre Dağılımı



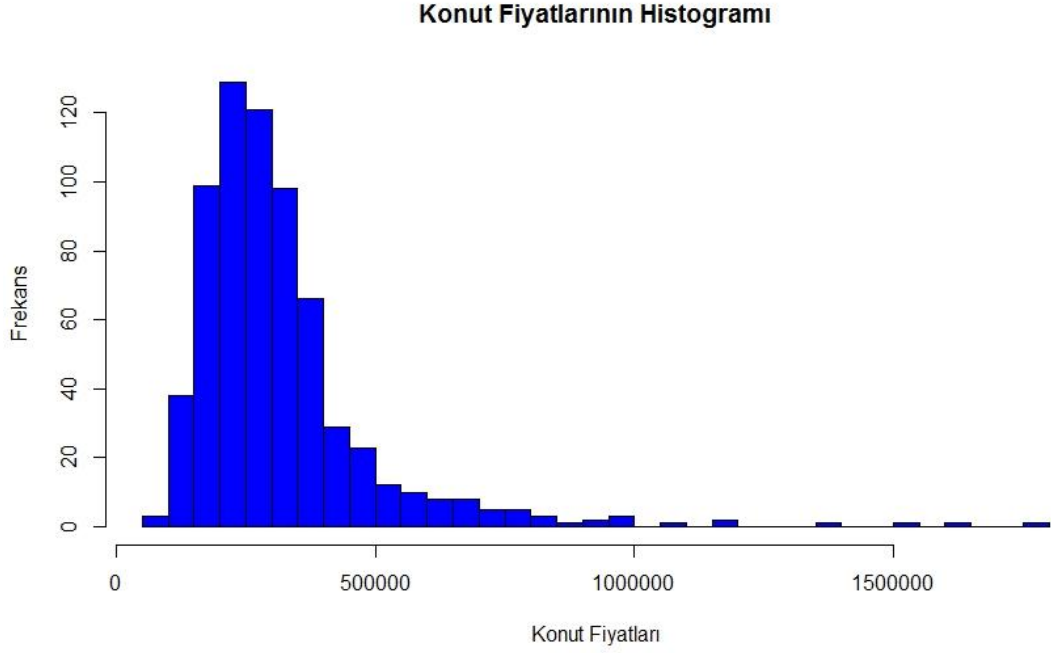
Çizelge 4.2 incelendiğinde konut ilanlarının %34'ünün Kuşadası ilçesine, %22'sinin Didim ilçesine, %33'lük kısmının hangi ilçeye ait olduğu bilinmemektedir. Merkez ilçe olan Efeler ilçesine ait ilan oranı ise %2'dir.

Çizelge 4.3. Daire İlanlarının İlçelere Göre Dağılımı

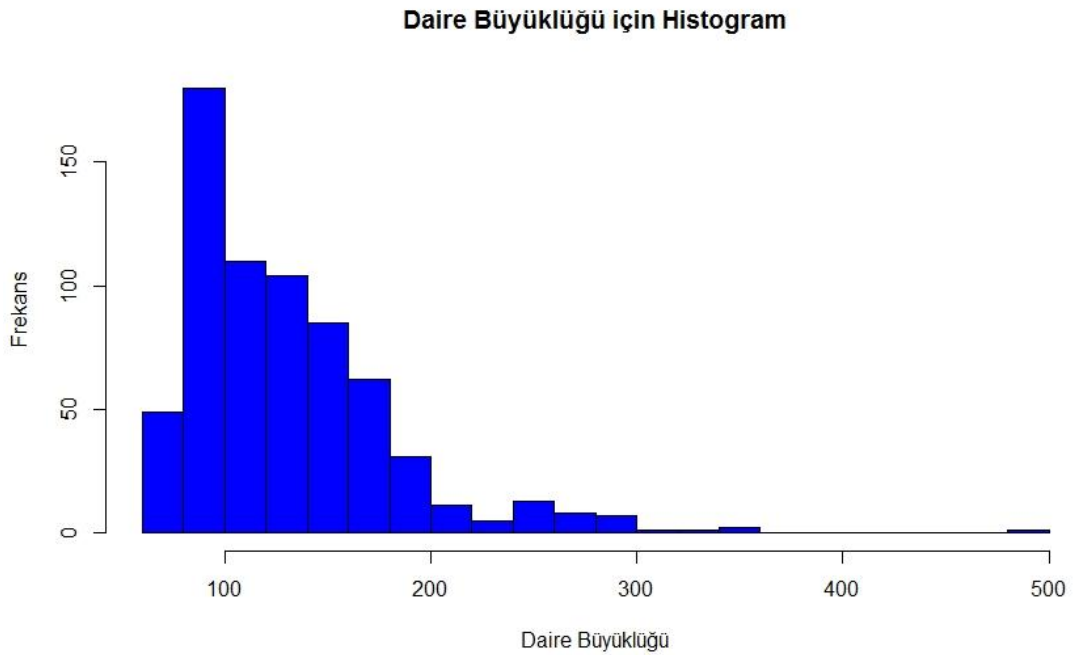


Çizelge 4.3'te verilen ve analizde kullanılan daire ilanlarının ilçelere göre dağılımına bakıldığında, ilanların %28'inin Kuşadası ilçesinde, %23'ünün ise Didim ilçesine ait olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. Konut Fiyatları İçin Histogram Grafiği



Çizelge 4.5. Daire Büyüklüğü için Histogram Grafiği



BDR modelinin kurulması aşamasında öncelikle modelde kullanılacak değişkenlerin bulanık sayıya dönüştürülmesi işlemleri yapılmıştır. Daha sonra, fiyat değişkeninin bağımlı değişken olduğu, konuttaki banyo sayısı, daire büyüklüğü, oda sayısı, kat numarası ve konuttaki toplam kat sayısı değişkenlerinin her birinin bağımsız değişken olduğu 5 adet BDR modeli oluşturulmuştur.

Aydın ilindeki konut fiyatları; konuttaki oda sayısı, dairenin büyüklüğü, konuttaki banyo sayısı, konutun bulunduğu kat numarası ve konuttaki toplam kat sayısına bağlı olduğu durumlar dikkate alınarak oluşturulan modellerin bulanık en küçük kareler yöntemi ile çözümlenmesi ile tahmin edilmiştir. Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlere ait gösterimler aşağıda verilmiştir:

$$Y_i = i. \text{Konutun Fiyatı}$$

$$X_{i1} = i. \text{konuttaki oda sayısı}$$

$$X_{i2} = i. \text{dairenin büyüklüğü}$$

$$X_{i3} = i. \text{konuttaki banyo sayısı}$$

$$X_{i4} = i. \text{konutun kat numarası}$$

$$X_{i5} = i. \text{konuttaki toplam kat sayısı}$$

Model 1:

Diamond (1988) tarafından önerilen BEKK yöntemi ile elde edilecek tahmin denklemi eşitlik 56'da verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i1} \quad (56)$$

Oda Sayısının açıklayıcı değişken olduğu bulanık regresyon modelinin çözümünden elde edilen merkezi eğilim tahmini aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 600340.9 + 108028.324 * X_{i1}$$

Model destek aralığının alt sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = -92283.09 + 170398.5059 * X_{i1}$$

Model destek aralığının üst sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 1292965 + 45658.1421 * X_{i1}$$

Model 2:

Diamond (1988) tarafından önerilen BEKK yöntemi ile elde edilecek tahmin denklemi eşitlik 57'de verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i2} \quad (57)$$

Daire büyüklüğünün açıklayıcı değişken olduğu bulanık regresyon modelinin merkezi eğilimi aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 586400.1 + 1510.9285 * X_{i2}$$

Model destek aralığının alt sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = -114272.6 + 2383.2635 * X_{i2}$$

Model destek aralığının üst sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 1287073 + 638.5935 * X_{i2}$$

Model 3:

Diamond (1988) tarafından önerilen BEKK yöntemi ile elde edilecek tahmin denklemi eşitlik 58'de verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i3} \quad (58)$$

Banyo sayısının açıklayıcı değişken olduğu bulanık regresyon modelinin merkezi eğilimi aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 645780.7 + 153219.723 * X_{i3}$$

Model destek aralığının alt sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = -20608.58 + 241681.1713 * X_{i3}$$

Model destek aralığının üst sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 1312170 + 64758.2747 * X_{i3}$$

Model 4:

Diamond (1988) tarafından önerilen BEKK yöntemi ile elde edilecek tahmin denklemi eşitlik 59'de verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i4} \quad (59)$$

Kat numarasının açıklayıcı değişken olduğu bulanık regresyon modelinin merkezi eğilimi aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 987311.3 + 13053.0379 * X_{i4}$$

Model destek aralığının alt sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 518104.9 + 20589.2128 * X_{i4}$$

Model destek aralığının üst sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 1456518 + 5516.863 * X_{i4}$$

Model 5:

Diamond (1988) tarafından önerilen BEKK yöntemi ile elde edilecek tahmin denklemi eşitlik 60'da verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_{i5} \quad (60)$$

Konuttaki toplam kat numarasının açıklayıcı değişken olduğu bulanık regresyon modelinin merkezi eğilimi aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 1131508 + -6767.0473 * X_{i5}$$

Model destek aralığının alt sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 745553.5 + -10674.0039 * X_{i5}$$

Model destek aralığının üst sınırı aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{Y}_i = 1517462 + -2860.0907 * X_{i5}$$

Bulanık Regresyon Analizi sonucunda, 5 ayrı modelden elde edilen hatalar Çizelge 28’de verilmiştir. Çizelge 28 incelendiğinde en küçük hata “Konuttaki Banyo Sayısı” ve “Dairenin Büyüklüğü” değişkenlerinin bağımsız değişken olarak ele alındığı modellerdir. En küçük hataya sahip olan modeller en iyi tahmin sonucunu veren modellerdir.

Bu sonuçlara göre, konut fiyatını en çok etkileyen ve en iyi açıklayan değişkenler “konuttaki banyo sayısı” ve “daire büyüklüğü” olmaktadır yorumu yapılabilir. Daha sonra, oda sayısı önem kazanmaktadır. Fiyat üzerinde en az etkisi olan değişken ise binadaki toplam kat sayısıdır.

Çizelge 4.6. Model Karşılaştırma Tablosu

	Toplam Hata
Konuttaki Banyo Sayısı	138,26
Daire Büyüklüğü	138,8
Oda Sayısı	141,3
Kat Numarası	153,27
Konuttaki Toplam Kat sayısı	154,61

Elde edilen modeller ve modellere ilişkin olarak hesaplanan hata kareler ortalaması dikkate alındığında aşağıdaki yorumlar yapılabilir:

- Oda sayısının fazla olması, konutun her zaman daha büyük olduğunu göstermemektedir. Örneğin; 90 m² olan bir dairede 2+1 oda var iken aynı büyüklükte başka bir dairede oda sayısı 3+1 olabilmektedir.
- Banyo sayısının fiyat üzerinde etkisinin büyük olması yine daire büyüklüğü ile ilgili bir özelliktir. Banyo sayısının fazla olması, genellikle dairenin daha büyük olduğu durumda olmaktadır.
- Konuttaki toplam kat sayısının fiyat üzerinde çok fazla etkisinin olmaması binaların hemen hemen aynı kata sahip olması ile ilgilidir.
- Kat numarası değerlendirildiğinde, eski binalar genelde 2-3 katlı ve bu durum çok büyük bir önem taşımamaktadır. Yeni binalarda ise özellikle 5 kat ve daha fazla kata sahip binalarda asansör olmak zorundadır ve bu sebeple kat numarasının da fiyat üzerinde çok fazla bir etkisinin olmadığı düşünülebilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, online gayrimenkul sitelerinden veri çekilerek, Aydın ilinde konut fiyatları dolayısıyla talebi etkileyen faktörler Bulanık Regresyon Analizi kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Veri seti düzenlenmeden önceki haliyle 1206 gözlem ve 13 değişkenden oluşmaktadır, veri temizleme ve dönüştürme işleminden sonra 670 gözlem ile analize devam edilmiştir. Değişkenler, ilan numarası, il, ilçe, semt, oluşturulma tarihi, emlak tipi, fiyat, bina yaşı, konuttaki toplam kat sayısı, kat numarası, daire büyüklüğü (m²), oda sayısı, banyo sayısı değişkenleridir. Çalışmanın kullanılan yöntem açısından, ilgili literatüre ve ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Literatürde, konut talebinin en önemli belirleyicileri; konut fiyatları, hane halkının geliri, kredi olanakları, sosyal talep ve demografik faktörler (nüfus) şeklinde olup; konut talebini etkileyen en önemli etken, konut fiyatlarıdır.

BDR modelinin kurulması aşamasında öncelikle modelde kullanılacak değişkenlerin bulanık sayıya dönüştürülmesi işlemleri yapılmıştır. Daha sonra, fiyat değişkeninin bağımlı değişken olduğu, konuttaki banyo sayısı, daire büyüklüğü, oda sayısı, kat numarası ve konuttaki toplam kat sayısı değişkenlerinin her birinin bağımsız değişken olduğu 5 adet BDR modeli oluşturulmuştur.

Bulanık Regresyon Analizi sonucunda, 5 ayrı model kurularak çalıştırılmış ve sonuçlar özetlenmiştir. BDR modellerinde en küçük hataya sahip olan modeller, “Konuttaki Banyo Sayısı” ve “Dairenin Büyüklüğü” değişkenlerinin bağımsız değişken olarak ele alındığı modellerdir. En küçük hataya sahip olan modeller en iyi tahmin sonucunu veren modellerdir. Bu sonuçlara göre, konut fiyatını en çok etkileyen ve en iyi açıklayan değişkenler “konuttaki banyo sayısı” ve “daire büyüklüğü” olmaktadır yorumu yapılabilir. Daha sonra, oda sayısı önem kazanmaktadır. Fiyat üzerinde en az etkisi olan değişken ise binadaki toplam kat sayısıdır.

Aydın ili örnekleme ile yapılan bu çalışma, kullandığı yöntem açısından diğer benzer çalışmalardan farklı olmasının yanı sıra, çalışma sonuçlarından yararlanarak konut piyasasında politika yapıcıların ilgili değişiklikleri sağlaması ve bu çerçevede il ekonomisinin kalkınmasına katkı sağlanması önerilmektedir. Ayrıca, konut talebi arttığında da işgücü piyasasının aktif hale getirilmesi beklenmektedir, bu yönüyle de ülke ekonomisi için fayda sağlanacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abar, H. ve Karaaslan, A.(2013). Konut Talep Edenlerin Özellikleriyle Talep Edilen Konutun Özellikleri Arasındaki İlişkinin Çoklu Uyum Analizi Yöntemi İle İncelenmesi: Atatürk Üniversitesi Personeli Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 27, Sayı: 3, ss. 323 – 329.
- Adak, İ. (2011). Yalova İli Yapı ve İnşaat Sektör Analizi. https://www.ytso.org.tr/uploads/YTSO_inaat_sektoru_raporu_2011.pdf, (Erişim Tarihi: 06.01.2019).
- Ahmed, A., Iqbal, N. and Siddiqui, R. (2018). Determinants of Housing Demand in Urban Areas of Pakistan: Evidence from the PSLM. *The Pakistan Development Review*, Vol: 55, Issue: 1, pp. 1 – 25.
- Aktürk, E. ve Tekman, N. (2016). Konut Talebi ve Erzurum Kent Merkezinde Tüketicilerin Konut Edinme Kararlarını Etkileyen Faktörler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 30 2016 Sayı: 2, ss. 423 – 440.
- Alcı, M. ve Etçibaşı, T. (1998). Bulanık Mantık ile Fonksiyon Tanımlama. *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 1, ss. 21 – 24.
- Altaş, İ. H. (1999). Bulanık Mantık: Bulanıklık Kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, Sayı: 62, ss. 80 – 85.
- Altun, D. (2017). Konut Satın Alma Kararını Belirleyen Faktörler; Karaman İline Yönelik Bir Araştırma. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Altunkaynak, A., Özer, M. ve Çakmakçı, M.(2005). Water Consumption Prediction of Istanbul City by Using Fuzzy Logic Approach. *Water Resources Management*, Vol: 19, pp. 641 – 654, DOI: 10.1007/s11269-005-7371-1
- Armutlu, H. ve Yazıcı, M. (2012). Fuzzy Robust Regresyon'un Diğer Regresyon Teknikleriyle Karşılaştırılması ve Bir Uygulama. *Öneri*, Cilt:10, Sayı: 38, ss.33 – 51.
- Azadeh, A., Seraj, O., Asadzadeh, S. M. and Saberi, M. (2012). An Integrated Fuzzy Regression-Data Envelopment Analysis Algorithm for Optimum Oil Consumption Estimation with Ambiguous Data. *Applied Soft Computing*, Issue: 12, pp. 2014 – 2030.
- Bayat, K. (2001). Türkiye’de Konut Sorunu ve Politikası. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Berberoğlu, M. G. ve TEKER, S. (2005). Konut finansmanı ve Türkiye’ye uygun bir model önerisi. *itüdergisi/b sosyal bilimler Cilt:2, Sayı:1, 58-68 Aralık 2005*.
- Birlik, M. ve Aydın, Ü. (2019). Konut Sahibi Olma Kararlarını Etkileyen Faktörler: Lojistik Regresyon ve Destek Vektör Makinelerinin Karşılaştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 62, ss. 184 – 199.

- Blumenfeld, H. (1944). A Neglected Factor in Estimating Housing Demand. *The Journal of Land & Public Utility Economics*, Vol.20, No.3, pp .264 – 270.
- Bozkurt, İ.(2015). Finansal İstikrar İle CDS Primleri Arasındaki İlişkinin Bulanık Regresyon Analizi İle Tespiti: Türkiye Örneği. *Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, Sayı: 13, ss. 64 – 80.
- Chan, K. and Engelke, U. (2015). Fuzzy Regression For Perceptual İmage Quality Assessment. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol: 43.
- Chang, P. and Lee, E. S. (1996). A Generalized Fuzzy Weighted Least-Squares Regression. *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 82, Issue 3, ss. 289-298.
- Chang, Y. H. O. and Ayyub, B. M. (2001). Fuzzy Regression Methods – A Comparative Assessment. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol: 119, Issue: 2, pp. 187 - 203.
- Chen, L. and Nien, S.(2020). A New Approach to Formulate Fuzzy Regression Models. *Applied Soft Computing*, Vol 86.
- Cohen, V. and Karpaviciute, L. (2017). The Analysis of The Determinants of Housing Prices. *Independent Journal of Management & Production*, Vol: 8, Issue: 1, pp. 49 – 63.
- Çakır, E. (2014). Konut Yatırımları ve Konut Talebini Belirleyen Faktörler: Ordu İl Merkezi Hanehalkı Araştırması. Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Çelik, C. ve Kırıl, G. (2018). Panel Veri Analizi ve Kümeleme Yöntemi ile Türkiye’de Konut Talebinin İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 32, Sayı: 4, ss. 1009- 1026.
- Diamond, P. (1988). Fuzzy least squares. *Information Sciences*, Vol. 46/3, s. 141-157.
- Dinler, Z. (2012). *İktisada Giriş*. (18. Basım). Ekin Yayınevi, Bursa.
- Durkaya, M. (2002). Türkiye’de Konut Piyasasının Talep Yönlü Analizi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Ecer, F. (2007). Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar mı Yamuk Bulanık Sayılar mı? *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 2, ss. 161 – 180.
- Ekodialog (2010). Alternatif Maliyet, Fırsat Maliyeti Nedir? https://www.ekodialog.com/Konular/fir_maliyet.html, (Erişim Tarihi: 02.01.2019).
- Ekonomi Dünya (2017). İnşaat Sektörünün Türk Ekonomisine Etkileri. <https://www.ekonomidunya.com/insaat-sektorunun-turk-ekonomisine-etkileri/12280/>, (Erişim Tarihi: 06.01.2019).
- Emekçi, Ş. ve Tanyer, M. A. (2019). Türkiye’de Alt Gelir Grubunun Konut Sorunu ve Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi (YDMA) Tabanlı Çözüm Önerisi. *Tasarım Kuram*, 15(27), ss. 55 – 63, DOI: 10.14744/tasarimkuram.2019.65265.

- Erdoğan, Y. S. (2013). İnşaat Mühendisliği Yapılarında Akıllı Hesaplama Teknikleri ile Yapısal Tanılama ve Parametre Tahmini. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Erik, D. (2005). İşletmelerin Başarı Kriterlerinin Tanımlanması ve Çalışanları Memnuniyet Kriterinin Bulanık Mantık Yöntemiyle Ölçülmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Sayı 8, ss.131-142.
- Ertürk, H. (1996). *Kent Ekonomisi*. (2. Basım), Ekin Kitabevi, Bursa.
- EVDS (2020). Ödemeler Dengesi Analitik Sunum (6. El Kitabı) (Milyon ABD Doları)(Aylık). <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket>, (Erişim Tarihi: 06.01.2019).
- Fingleton, B. (2008). Housing Supply, Housing Demand, and Affordability. *Urban Studies*, 45(8), pp. 1545–1563.
- Gasım, N. (2014). Sayma regresyon Modeli. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Gelfand, J. E. (1966). The Credit Elasticity of Lower-Middle Income Housing Demand. *Land Economics*, Vol: 42, No:4, pp.464 – 472.
- Göçer, İ. (2013). Türkiye’de Cari Açığın Nedenleri, Finansman Kalitesi ve Sürdürülebilirliği: Ekonometrik Bir Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(1), 213 – 242.
- Gök, A. C.(2010). İşletmelerin Tahminleme Sürecinde Bulanık Doğrusal Regresyon Analizi ve Lojistik Regresyon Analizinin Uygulanması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Gökdeniz, İ. ve Erdal, C. (2017). İşletme Başarı Kriterlerinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Ölçülmesi: Enerji Sektöründe Uygulama. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 10, ss. 319 – 336.
- Gültekin, F. (2013). Ortaöğretimde Tarih Derslerinin Öğrencilerin Akıl Yürütmeleri Üzerindeki Etkisi(Aksaray İli Örneği). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Orta Öğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Tarih Öğretmenliği Bilim Dalı Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Herbert M. and Kwangjae, K. (1993). On Assessing The H Value in Fuzzy Linear Regression. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol 58, Issue 3, 24, ss. 303 - 327.
- Hojati, M., Bector, C. R. and Smimou, K. (2005). A Simple Method for Computation of Fuzzy Linear Regression. *European Journal of Operational Research*, Volume: 166, Issue: 1, pp. 172 – 184.
- Hong Tau L. and Sheu Hua C. (2001). Fuzzy Regression Model with Fuzzy Input and Output Data for Manpower Forecasting. *Fuzzy Sets and Systems*, 119(2), ss. 205 - 213.

- Işık, C. (2015). Erzurum İlinde Konut Fiyatlarının Çevresel, Yapısal ve Sosyal Farklılaşması: Hedonik Fiyatlama Örneği. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (ERZSOSDER)*, VIII-II: 23 - 32.
- İbicioğlu, M. ve Karan, M. B. (2012). Konut Kredisi Talebini Etkileyen Faktörler: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, Cilt 4, No 1,, ss. 65 – 75.
- İçen, D. (2010). Bulanık Doğrusal Regresyon Analizi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- İktisat Sözlüğü (2019). Hanehalkı Nedir? <https://www.iktisatsozlugu.com/tr/icerik/hanehalki/2199>, (Erişim Tarihi: 01.01.2020.)
- İMO (2017). “Türkiye’de Konut Sorunu ve Konut İhtiyacı” Raporu. http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/9ca6617c167713d_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 02.01.2020).
- İşbilen Yücel, L. (2005). Bulanık Regresyon: Türkiye’de 1980-2004 döneminde kayıt dışı ekonominin bulanık yöntemlerle tahminine ilişkin bir uygulama. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Kamer, V. ve Ural, Ş. (2016). VI. Mantık Çalıştayı Kitabı. Mantık Derneği Yayınları, 978-605-66311-1-5 (eKitap).
- Karaçay, T. (2017). En Küçük Kareler Yöntemi. <http://www.baskent.edu.tr/~tkaracay/etudio/ders/prg/pascal/ptest/leastsquare.htm>, (Erişim Tarihi: 10.01.2020).
- Kaya, T. (2014). Bulanık Regresyon ve Ekonometrik Bir Uygulama. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Keskenler, M. F. ve Keskenler, E. F. (2017). Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi. Takvim-i Vekayi, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/393211>, (Erişim Tarihi: 06.01.2020).
- Kılıcı, E. N. (2019). Konut Kredisi Faiz Oranları ile İpotekli Konut Satışları Arasındaki İlişkinin Analizi; Türkiye Örneği. *Turkish Studies Economics Finance Politics*, Vol: 14, Is:1, pp. 95 – 107.
- Kılıç, C. (2014). John Locke: Bilginin Kaynağı ve İdeler Sorunu. *EKEV Akademi Dergisi*, Yıl: 18, Sayı: 58, ss. 455 – 468.
- Kırcı, H. (2016). 2008 Küresel Krizinin Kökeninde Yatan Hatalar ve Dodd-Frank Kanunu Düzenlemeleri. *Yönetim ve Ekonomi*, Cilt: 23, Sayı: 2, ss. 467 – 484.
- Kirzner, I. M. (2000). Arz ve Talep Kanunu. <http://www.libertedownload.com/LD/arsiv/19/09-israel-kirzner-arz-ve-talep-kanunu.pdf>, (Erişim Tarihi: 02.01.2020).
- Lebe, F. ve Akbaş, Y, E. (2014). Türkiye’nin Konut Talebinin Analizi: 1970 - 2011. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 28, Sayı: 1, ss. 57 – 83.

- Lee, H. T. and Chen, S. H. (2003). Using Cpk index with Fuzzy Numbers to Evaluate Service Quality. *International Transactions in Operational Research*, Vol: 9, Issue: 6, pp. 719 – 730.
- Lee, T. H. (1963). Demand for Housing: A Cross-Section Analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 45(2): pp.190-196.
- Li, J., Zeng, W., Xie, J. and Yin, Q. (2016). A New Fuzzy Regression Model Based On Least Absolute Deviation. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol 52, pp. 54 – 64.
- Lin, Y., Ma, Z., Zhao, K., Hu, W. and Wei, J. (2018). The Impact of Population Migration on Urban Housing Prices: Evidence from China's Major Cities. *Sustainability*, 10 (3169), pp. 1 – 14.
- Martin, P. (1966). Aggregate Housing Demand: Test Model, Southern California. *Land Economics*, Vol.42, No.4, pp. 503 – 513.
- Moskowitz, H. and Kim, K. (1993). On Assessing The H Value in Fuzzy Linear Regression. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol: 58, Issue: 3, pp. 303 – 327.
- Muhasebe Türk (2019). Normal Mallar Nedir? <https://www.muhasebeturk.org/nedir/normal-mallar-nedir>, (Erişim Tarihi: 01.01.2020).
- Nowaková, J. and Pokorný M. (2013). Fuzzy Linear Regression Analysis. Mathematics, Computer Science. 12th IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems The International Federation of Automatic Control September 25-27, 2013. Velke Karlovice, Czech Republic.
- OHCHR (2013). Elverişli Konut Hakkı Bir İnsan Hakkıdır! https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Housing/Turkish_handbook.pdf, (Erişim Tarihi: 01.01.2020).
- Omtatah, A. O. (2014). Determinants of Housing Demand in Nairobi, Kenya. University of Nairobi, Master of Arts degree in Economic Policy Management in the School of Economics,
- Ören, K. ve Yüksel, H. (2013). Türkiye’de Konut Sorunu ve Temel Dinamikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı:18, ss. 47 – 84.
- Özelçi Eceral, T. ve Uğurlar, A. (2017). Hanehalkı Konut Hareketliliğini Etkileyen Faktörler: Ankara Örneği. *Planlama*, Cilt: 27, Sayı: 3, ss. 347 – 361.
- Özlük, S. (2014). Türkiye’de Konut Sektöründe Talep ve Arzı Belirleyen Faktörler. Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Özmen, M. B. (2016). Erişim İmkânı Sınırlı Hanehalklarının Barınma Amaçlı Konut Edinmesine Yönelik Finansal Model Önerisi. Türkiye Bankalar Birliği Yayınları.
- Öztürk, N. ve Fitöz, E.(2009). Türkiye’de Konut Piyasasının Belirleyicileri: Ampirik Bir Uygulama. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 5, Sayı 10, ss. 21–46.

- Pan, N., Ko, C., Yang, M. and Hsu, K.(2011). Pavement Performance Prediction Through Fuzzy Regression. *Expert Systems with Applications*, 38 (8), 10010 – 10017.
- Persky, J. (1989). Retrospectives Adam Smith's Invisible Hands. *Journal of Economic Perspectives*, Volume: 3, Number: 4, pp. 195 – 201.
- Peters, G. (1994). Fuzzy Linear Regression with Fuzzy Intervals. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol: 63, pp. 45–55.
- Resmi Gazete (2006). İskân kanunu. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/09/20060926-1.htm>, (Erişim Tarihi: 06.01.2019).
- Sakawa, M. and Yano, H. (1985). Interactive Decision Making for Multiobjective Programming Problems with Fuzzy Parameters. *Stochastic Versus Fuzzy Approaches to Multiobjective Mathematical Programming under Uncertainty*. pp. 191 – 228.
- Sawaka M. and Yano, H. (1992). Multiobjective Fuzzy Linear Regression Analysis for Fuzzy Input–Output Data. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 47, pp. 173–181.
- Selim, S. ve Demirbilek, A. (2009). Türkiye’deki Konutların Kira Değerinin Analizi: Hedonik Model ve Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı. *Aksaray Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 1, ss. 73 - 90.
- Shapiro, A. F. (2004). Fuzzy Regression and The Term Structure of Interest Rates Revisited. In 14th International AFIR 2004, Boston, 7 – 10 November.
- Shapiro, A. F. (2005). Fuzzy Regression Models. Penn State University, USA
- Siso, O. (2009). Türkiye’de Konut Pazarlaması ve Üniversite Öğrencilerinin Gelecekte Konut Satın Alma Kararlarını Etkileyen Faktörler ve Bir Araştırma. Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Skrabanek, P. and Martinkova, N. (2019). Getting Started with Fitting Fuzzy Linear Regression Models in R. <https://cran.r-project.org/web/packages/fuzzyreg/vignettes/GettingStarted.pdf>, (Erişim Tarihi: 09.01.2020).
- Snyder, T. C. (2010). How did Deregulation and Financial Innovations Impact Housing, Wealth, and Output? *Journal of Finance and Accountancy*, <https://www.aabri.com/manuscripts/11807.pdf>, (Erişim Tarihi: 02.01.2020).
- Sözcü (2019). Yabancılar Bir Yılda 5.9 Milyar Dolarlık Konut Aldı. <https://www.sozcu.com.tr/2019/emlak/yabancılar-bir-yilda-5-9-milyar-dolarlik-konut-aldi-3592075/>, (Erişim Tarihi: 06.01.2020).
- Tafirenyika, S. and Paul-Francois, M. (2016). Determinants of House Prices and New Construction Activity: An Empirical Investigation of The Namibian Housing Market. MPRA Paper, No. 86582.
- Tanaka, H. and Ishibuchi, H. (1991). Identification of Possibilistic Linear Systems by Quadratic Membership Functions of Fuzzy Parameters. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol: 41, pp. 145 – 160.

- Tanaka, H., Hayashi, I. and Watada, J. (1989). Possibilistic Linear Regression Analysis for Fuzzy Data. *European Journal of Operational Research*, Vol: 40, pp. 389 – 396.
- Tanaka, H., Uejima, S. and Asai, K.. (1982). Linear Regression Analysis with Fuzzy Model, *IEEE Systems, Trans. Systems Man Cybernet, SMC-2*, 903-907.
- Tanaka, K. (1997). *An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications*. Rassel Inc., New York.
- Tarı, R. (2012). *Ekonometri*. (8. Baskı). Umuttepe Yayınları, Kocaeli.
- Tatlı, H. ve Şen, Z. (2001). Günlük En Büyük Sıcaklıkların Bulanık Kümeler ile Kestirimi. *Turk J Engin Environ Sci*, Vol: 25, pp. 1 – 9.
- TDK (2019). Güncel Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 01.01.2020).
- TDK (2020). Güncel Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 06.01.2020).
- Tektaş, İ. (2014). Bulanık Kümeler. <http://tektasi.net/wp-content/uploads/2014/01/Bulanik-Kumeler.pdf>, (Erişim Tarihi: 07.01.2020).
- TÜİK (2014). İnşaatın İstihdamdaki Oranı Yüzde 7.4. <https://emlakkulisi.com/insaat-instihdamdaki-orani-yuzde-74/288262>, (Erişim Tarihi: 06.01.2020).
- TÜİK (2008). Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması. <http://www.sck.gov.tr/nufus/T%C3%BCrkiye%20N%C3%BCfus%20ve%20Sa%C4%9Fl%C4%B1k%20Ara%C5%9Ft%C4%B1rmas%C4%B1%202008.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.01.2020).
- Ufuktepe, Ü. ve Şen, A. (2006). Olasılık. Mantık, Matematik ve Felsefe IV. Ulusal Sempozyumu, 5-8 Eylül Foça, İzmir.
- Uysal, D. ve Yiğit, M.(2016). Türkiye’de Konut Talebinin Belirleyicileri (1970-2015): Ampirik Bir Çalışma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, Cilt:19 Sayı:1 ss.185-209.
- Wabe, J. S. (1971). A Study of House Prices as a Means of Establishing the Value of Journey Time, the Rate of time Preference and the Valuation of Some Aspects of Environment in the London Metropolitan Region. *Applied Economics*, Volume, pp. 247 - 256.
- Wang, H. and Tsaur, R. (2000). Resolution of Fuzzy Regression Model. *European Journal of Operational Research*, Vol. 126, Issue 3, pp. 637 - 650.
- Wikipedia (2020). G7. wikizeroo.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcG VkaWEub3JnL3dpa2kvRzc, (Erişim Tarihi: 09.01.2020).
- World Bank (2020). World Bank Country and Lending Groups. <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>, (Erişim Tarihi: 09.01.2020).
- Yabuuchi, Y. (2017). Possibility Grades with Vagueness in Fuzzy Regression Models. *Procedia Computer Science*, Volume: 112, pp. 1470 – 1478.

- Yanartaş, S. S. (2009). Bulanık Regresyonda Kullanılan Yöntemler. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Yang, M. and Lin, T. (2002). Fuzzy Least-Squares Linear Regression Analysis for Fuzzy Input-Output Data. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 126, Issue 3, pp. 389 - 399.
- Yayar, R. ve Gül, D.(2014). Mersin Kent Merkezinde Konut Piyasası Fiyatlarının Hedonik Tahmini. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt/Vol.: 14 - Sayı/No: 3, ss. 87-100.
- Yıldırım, M. O. (2017). Türkiye Ekonomisinde Konut Piyasası Dinamiklerinin Analizi. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Yıldız, R. (2018). ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ile Türkiye'deki Konut Talebinin Modellenmesi. Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Yurtçu, Ş. ve İçağa, Y. (2007). Bulanık Doğrusal Regresyona Genel Bir Bakış. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Sayı: 2, ss. 37 - 43.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets, *Information and Control*, Volume: 8, pp. 338 - 353.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Nazlı AYDOĞDU

Doğum Yeri ve Tarihi : Aydın - 10.06.1992

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Sinop Üniversitesi, İstatistik Bölümü 2015

Lisansüstü Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi, Ekonometri Bölümü 2016-

Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi

Kısmi Zamanlı Öğrenci (2014) Sinop Üniversitesi, Strateji ve Geliştirme Daire Başkanlığı,

Mağaza Elemanı (09.09.2014 – 16.06.2015) Yıldız Holding, Bizim Toptan Satış Mağazaları

Ekip Üyesi (21.09.2016-10.12.2017) Anadolu Şirketler Grubu, Mc Donald's, ,

Mağaza Personeli (05.08.2019-) BİM Birleşik Mağazaları A.Ş. File,

İletişim

e-posta Adresi : uyar.92@hotmail.com

Tarih : 17.01.2020

BİLGİSAYAR BİLGİSİ

Microsoft Word , Excel , Power point , Publisher uygulamaları

SPSS , Minitab , MATLAB , E-views, R ve Stata programları

C++ ve Basic programlama dilleri

YAYINLAR:

Ulusal Dergi Makaleleri:

1. Yavuzaslan Kıymet,Damar Özgür,Sönmez Büşra,Özdaş Burcu, **Uyar Nazlı**, Akılotu Eda, Türkiye’de Genç İşsizliğinin Histeri Hipotezi: Ekonometrik Bir Analiz,*Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*,12,2017.
2. Özdamar Giovanis Öznur,Giovanis Eleftherios,Torçun Sibel,Akılotu Eda, **Uyar Nazlı** , Does Increasing Participation Contribute To The Savings?A Panel Data Analysis On The Relationship Between Female Labor Force Participation And Domestic Savings, *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*,,12,2018

Bildiriler:

1. **Özet Bildiri** : Aktürk Hayat Elvan, **Uyar Nazlı**, Bulanık Regresyon İle Enflasyon Tahminlemesi, International Congress on European Union Relations, Economics, Finance and Econometrics (EUREFE’17),