

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RIDGE REGRESYONA DAYALI TİP 1 BULANIK
REGRESYON FONKSİYONLARI YAKLAŞIMI İLE
YABANCILARA YAPILAN AYLIK KONUT SATIŞI
ÖNGÖRÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : MİNEL DEMİRKAN PİŞKİN
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

Enstitü Anabilim Dalı : İSTATİSTİK

Tez Danışmanı : DOÇ. DR. EREN BAŞ

**Aralık 2021
GİRESUN**

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RIDGE REGRESYONA DAYALI TİP 1 BULANIK
REGRESYON FONKSİYONLARI YAKLAŞIMI İLE
YABANCILARA YAPILAN AYLIK KONUT SATIŞI
ÖNGÖRÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Minel DEMİRKAN PİŞKİN

Enstitü Anabilim Dalı

:

İSTATİSTİK

Bu tez 09/12/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Doç.Dr.
Taner TUNÇ
Jüri Başkanı**

**Doç.Dr.
Eren BAŞ
Üye**

**Prof.Dr.
Erol EĞRİOĞLU
Üye**

**Doç.Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Minel DEMİRKAN PİŞKİN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Doç. Dr. Eren BAŞ'a ve hayatımın her aşamasında büyük emeği olan, sevgi ve hoşgörülerini esirgemeyen değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

KISALTMALAR LİSTESİ

ANFIS	: Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi
ARIMA	: Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama
BZSA	: Bulanık Zaman Serisi Ağı
ÇNM	: Çarpımsal Nöron Model
DGA	: Diferansiyel Gelişim Algoritması
DOYSA	: Doğrusal Olmayan Yapay Sinir Ağı
DYSA	: Doğrusal Yapay Sinir Ağı
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HKOK	: Hata Kareler Ortalaması Karekök
OMYH	: Ortalama Mutlak Yüzdelik Hata
RDT1FF	: Ridge Regresyona Dayalı Tip 1 Bulanık Regresyon Fonksiyonu
SARIMA	: Mevsimsel Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama
T1FF	: Tip 1 Bulanık Regresyon Fonksiyonu
VAR	: Vektör Otokolerasyon
YAK	: Yapay Arı Kolonisi
YSA	: Yapay Sinir Ağı
YYAKSS	: Yabancılarla yapılan aylık konut satış sayıları

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
KISALTMALAR LİSTESİ	II
İÇİNDEKİLER	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLolar LİSTESİ	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
BÖLÜM 3. BULANIK ÇIKARIM SİSTEMLERİ	9
3.1. Bulanıklaştırma Aşaması.....	9
3.2. Kural Belirleme Aşaması	10
3.3. Durulaştırma Aşaması	10
BÖLÜM 4. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	11
4.1. Bulanık c Ortalamalar Yöntemi	11
4.2. Çoklu Bağlantı Problemi.....	12
4.3. Ridge Regresyon Yöntemi	13
4.4. Ridge Regresyona Dayalı Bulanık Regresyon Fonksiyonları Yaklaşımı... 14	
BÖLÜM 5. ARAŞTIRMA BULGULARI	17
5.1. İllere ve Yıllara Göre Yabancılar Yapılan Aylık Konut Satışları	17
5.2. Ülke Uyruklarına Göre Yıl Bazında Yabancılar Yapılan Aylık Konut Satışları	27
5.3. Yabancılar Yapılan Aylık Konut Satışlarının Analizi.....	33
BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇ	39
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 5.1. 2013 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	18
Şekil 5.2. 2014 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	19
Şekil 5.3. 2015 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	20
Şekil 5.4. 2016 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	21
Şekil 5.5. 2017 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	22
Şekil 5.6. 2018 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	23
Şekil 5.7. 2019 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	24
Şekil 5.8. 2020 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	25
Şekil 5.9. 2021 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	26
Şekil 5.10. 2015 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	27
Şekil 5.11. 2016 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	28
Şekil 5.12. 2017 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	29
Şekil 5.13. 2018 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	30
Şekil 5.14. 2019 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	31
Şekil 5.15. 2020 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	32
Şekil 5.16. 2021 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği	33
Şekil 5.17. 2013-2020 yılları arasında elde edilen, yabancılara yapılan aylık konut satış sayısına ait zaman serisi grafiği	34
Şekil 5.18. RDT1FF yöntemi ile elde edilen öngörüler ile YYAKSS zaman serisinin test kümesinin birlikte grafiği (ntest=6)	36

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 5.1. YYAKSS test verisine ait analiz sonuçları (ntest=6).....	35
Tablo 5.2. YYAKSS zaman serisi için T1FF ve RDT1FF yöntemlerinden elde edilen VIF değerlerinin ntest=6 iken karşılaştırılması.....	36
Tablo 5.3. YYAKSS test verisine ait analiz sonuçları (ntest=12).....	37
Tablo 5.4. YYAKSS zaman serisi için T1FF ve RDT1FF yöntemlerinden elde edilen VIF değerlerinin ntest=12 iken karşılaştırılması.....	38
Tablo 6.1. 2015-2021 ilk 7 ay ülke uyruğuna göre yabancılara yapılan konut satışı	39

RIDGE REGRESYONA DAYALI TIP 1 BULANIK REGRESYON FONKSİYONLARI YAKLAŞIMI İLE YABANCILARA YAPILAN AYLIK KONUT SATIŞI ÖNGÖRÜSÜ

ÖZET

Son yıllarda, klasik zaman serisi analiz yöntemlerinin aksine yapay sinir ağları, bulanık çıkarım sistemleri ve bu gibi yöntemlerin kullanılması ile elde edilen birçok melez yöntem öngörü problemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Zaman serisi öngörü problemine ait literatür incelendiğinde bulanık çıkarım sistemleri yöntemlerinin de öngörü problemlerinde oldukça etkili sonuçlar ürettiği bilinmektedir. Birçok bulanık çıkarım sisteminin kural tabanına bağlı olması ise bu yöntemlerin uygulanmasının en önemli problemlerinden biridir. Kural tabanına bağlı olmayan ve diğer birçok bulanık çıkarım sisteminden daha basit bir yapıya sahip olan Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımı öngörü problemi dahil birçok problemin çözümü için literatürde sıklıkla kullanılmaktadır.

Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımı, üstün öngörü performansına sahip olmasına rağmen bu yöntemin uygulanma sürecinde yöntemin çoklu bağlantı problemine sahip olduğu bilinmektedir. Bu problemi ortadan kaldırmak amacı ile önerilen ridge regresyona dayalı Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımı, hem Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımının sahip olduğu çoklu bağlantı problemini ortadan kaldırmış hem de Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımından daha iyi öngörü sonuçları üretmiştir.

Bu tez çalışmasında yabancılara yapılan konut satışı öngörüsü ilk defa bir bulanık çıkarım sistemi yöntemi olan ridge regresyona dayalı Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Yabancılara yapılan konut satışı öngörüsü için kullanılan ridge regresyona dayalı Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımının performansını değerlendirmek için literatürde öngörü problemi için önerilen birçok yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ridge regresyona dayalı Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımı ile elde edilen öngörü sonuçlarının literatürdeki diğer bazı birçok yöntemden daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık çıkarım sistemleri, tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımı, ridge regresyon, öngörü, konut satışı.

FORECASTING MOUNTLY HOUSING SALES TO FOREIGNERS WITH TYPE 1 FUZZY REGRESSION FUNCTIONS APPROACH BASED ON RIDGE REGRESSION

SUMMARY

In recent years, contrary to classical time series analysis methods, artificial neural networks, fuzzy inference systems and many hybrid methods obtained by using such methods are frequently used in forecasting problems. When the literature on the time series forecasting problem is examined, it is known that fuzzy inference systems methods produce very effective results in the forecasting problems. The fact that many fuzzy inference systems depend on the rule base is one of the most important problems of the application of these methods. Type 1 fuzzy regression functions approach, which does not depend on the rule base and has a simpler structure than many other fuzzy inference systems, is frequently used to solve many problems, including the forecasting problem.

Although the Type 1 fuzzy regression functions approach has superior forecasting performance, it is known that this method has the multicollinearity problem in the application process of this method. Type 1 fuzzy regressions approach based on ridge regression proposed to eliminate this problem is both eliminate the multicollinearity problem of Type 1 fuzzy regression functions approach and produces better forecasting results than Type 1 fuzzy regression functions approach.

In this thesis, the forecasting of house sales to foreigners was realized for the first time with type 1 fuzzy regression functions approach based on ridge regression, which is a fuzzy inference system method. In order to evaluate the performance of the type 1 fuzzy regression functions approach based on ridge regression, which is used for forecasting of house sales to foreigners, the results obtained from many methods proposed in the literature for forecasting problems were compared. As a result of the evaluations, it was concluded that the forecasting results obtained with the type 1 fuzzy regression functions approach based on ridge regression are better than some other methods in the literature.

Keywords: Fuzzy inference systems, fuzzy regression functions approach, ridge regression, forecasting, housing sales.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Konut hane halkının en temel ihtiyaçlarından biri olan güvenlik ihtiyacını gideren bir yapı olma özelliğinin yanında aynı zamanda hane halkı için barınma, sosyal, kültürel, yatırım malı ve tüketim malı olarak karşımıza çıkmaktadır. Konut ihtiyacı 1948 yılında yayınlanan insan hakları beyannamesinde “temel insan hakkı” olarak kabul edilmiştir (Er ve Durucasu (2016)). Dolayısıyla tüm dünyada kabul gören bu düşünce sonucunda mevcut konutlarda hem nicel hem de nitel anlamda artış olmaya başlamıştır. Bu durum konut ihtiyacının artmasına ve yeni konutların inşasına neden olurken yapılan bu konutların kişilere ulaşması için konut satışı da hızla önem kazanmıştır.

Ülkelerin konut alım satımına ilişkin uyguladığı politikalar, toplumların ekonomik düzeyi, refah seviyesi, teknolojik gelişmeler ve kişilerin yapmış oldukları seyahatler konut alım satımını etkileyen önemli unsurlardır. Özellikle küreselleşme ile birlikte dünyanın farklı bölgelerinde yaşayan insan, toplum ve devletlerin yoğun etkileşim içinde olması, dünyadaki ekonomik düzenin yeniden şekillenmesini sağlamıştır (Bayar (2008)). Bu durum, konut satışında yurtiçi talebin yanı sıra yurtdışı talebinde de önemli bir yere sahip olmasına neden olmuştur. Böylelikle küreselleşmenin konut sektöründe yabancılara yapılan konut satışını önemli ölçüde etkilediğini söyleyebiliriz.

Türkiye konut pazarında da küreselleşmenin etkileri yoğun bir şekilde görülmektedir. Bunun yanı sıra Avrupa Birliğine uyum yasaları çerçevesinde yapılan düzenlemeler ve kendi iç dinamiğinin yarattığı ulusal politikalar konut pazarını etkileyen diğer unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Özaktaş (2019)). Türkiye’nin de içinde bulunduğu birçok ülke hem kendi vatandaşları hem de yabancı ülke vatandaşları için destekleme ya da teşvik politikaları uygulamaktadır. Türkiye’de inşaat ve gayrimenkul sektörünü destekleme politikalarını uygulamak amacı ile 1984 yılında sosyal konut üretimi için

kurulan özellikle dar ve orta gelirli vatandaşların barınma ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlayan Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) kurulmuştur. İlerleyen yıllarda ise turizmin artması, kentsel dönüşüm projeleri ve inşaat sektöründeki ilerlemeler ile Türkiye'deki konut satışı hız kazanmıştır. Bununla birlikte, yabancı ülke vatandaşlarına teşvik politikası kapsamında taşınmaz edinerek vatandaşlık hakkı verme politikası da konut satışını hızlandırmıştır. Bu uygulama doğrultusunda Türkiye'de 2018 yılında yapılan son düzenlemeye göre 250.000 ABD doları değerinde gayrimenkul edinerek Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlığı alma hakkı verilmiştir. Türkiye'nin doğal güzellikleri, yaşanılabilir çevre koşulları, özellikle son yıllarda Türk lirasının diğer ülke paraları karşısındaki değer kaybı ve konut sektöründeki teşvikler Türkiye'yi yabancıların yaşamayı tercih ettiği bir ülke konumuna getirmiştir. Bu da yabancılara yapılan konut satışının hızla artmasını sağlamıştır.

Hem kendi vatandaşlarımıza hem de yabancılara yapılan konut satışlarına ait çalışmalar incelendiğinde, ilgili çalışmaların genellikle öngörü problemlerinde sıklıkla kullanılan klasik zaman serisi analiz yöntemleri, yapay sinir ağları ve bu yöntemlerin bir arada kullanıldığı bazı melez yöntemler ile gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu yöntemlerin birçok zaman serisi öngörü problemlerinde başarılı sonuçlar ürettiği bilinmekle birlikte son yıllarda bulanık çıkarım sistemleri de öngörü problemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Bulanık çıkarım sistemleri, bulanık kümelere dayalı olarak çalışan bir sistem olmak birlikte; bulanıklaştırma, kural tabanı oluşturulma ve durulaştırma aşamalarından oluşan bir yapıya sahiptir. Genellikle bir bulanık çıkarım sisteminin işleyişinin en önemli probleminin kural tabanı belirlenme süreci olduğu bilinmektedir. Bu durum literatürde sıklıkla ve yaygın olarak kullanılan Jang (1993) tarafından önerilen uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS), Mamdani ve Assilian (1975) ve Takagi ve Sugeno (1985) gibi bulanık çıkarım sistemlerinin de kullanımının en önemli problemidir.

Diğer birçok bulanık çıkarım sisteminden farklı olarak, Turksen (2008) tarafından önerilen Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları (T1FF) yaklaşımı ise kural tabanına

bağı olmayan ve birçok bulanık çıkarım sistemine göre daha basit bir yapıya sahip bir bulanık çıkarım sistemi yöntemidir. Birçok bulanık çıkarım sisteminin yapısında girdi ve çıktı arasında bağıntılar kurulurken bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımında ise çoklu regresyon analizi kullanılarak elde edilen ve her bir bulanık kümeye karşılık gelen bulanık fonksiyonlar elde edilir. Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımında sistemin orijinal girdilerine ek olarak; bulanık kümeleme ile elde edilen üyelik değerleri ve bu üyelik değerlerinin bazı doğrusal olmayan dönüşümleri de sisteme ek bir girdi olarak ilave edilir. Böylelikle çoklu regresyon analizinin uygulanma sürecinde sisteme daha fazla veri girişi sağlanmış olur. Her ne kadar sisteme daha fazla veri girişi sağlanmış olsa da bulanık fonksiyonların elde edilmesi için kullanılan çoklu regresyon yönteminde açıklayıcı değişkenler arasında anlamlı bir doğrusal ilişki söz konusu olmakta ve bu durum da çoklu bağlantı problemine sebep olmaktadır. Böyle bir durum ise tahmin edicilerin varyansının artmasına ve tutarsız tahmin sonuçlarının elde edilmesine neden olmaktadır.

Bu problemi ortadan kaldırmak amacı ile Bas ve ark. (2019) tarafından ridge regresyona dayalı Tip 1 bulanık regresyon fonksiyonları (RDT1FF) yaklaşımı önerilmiştir. T1FF yönteminde bulanık fonksiyonlar elde edilirken klasik regresyon analizi kullanılırken Bas ve ark. (2019) tarafından önerilen RDT1FF yaklaşımında ise klasik regresyon analizinin yerine ridge regresyon tekniği kullanılmış, böylelikle çoklu bağlantı probleminin önüne geçilmiş ve ayrıca T1FF yönteminin performansının da arttığı sonucuna varılmıştır.

Literatürde RDT1FF yaklaşımı birçok öngörü probleminde kullanılmasına rağmen henüz yabancılara yapılan konut satışı tahmini için kullanılmamıştır. Bu tez çalışmasında RDT1FF yaklaşımı yabancılara yapılan konut satışı tahmini için ilk kez kullanılmıştır.

Tezin ikinci bölümünde konut satışı ve özellikle yabancılara yapılan konut satışa ile ilgili kaynak araştırması yapılmıştır. Tezin üçüncü bölümünde bulanık çıkarım sistemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Tezin dördüncü bölümü olan materyal ve yöntemler başlığı altında bulanık c ortalamalar yöntemi, ridge regresyon, çoklu

bağlantı ve RDT1FF yöntemi tanıtılmıştır. Tezin beşinci bölümü olan araştırma bulguları başlığı altında, RDT1FF yaklaşımı ile yabancılara yapılan konut satışı tahmininden elde edilen sonuçlar ile literatürdeki birçok yöntemden elde edilen analiz sonuçlarının karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiş ve yabancılara yapılan konut satışları ile ilgili çeşitli değerlendirmelere yer verilmiştir. Son olarak tezin altıncı bölümünde sonuç ve öneriler verilmiştir.



BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yabancılar yapılan konut satışı öngörüsü ile ilgili literatür incelendiğinde, literatürdeki birçok çalışmanın hem model geliştirmeye de hem de uygulamaya yönelik olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, literatürde yabancılar yapılan konut satışı öngörüsü ile ilgili kullanılan yöntemler birkaç kategoriye ayrılabilir.

Bu yöntemler, otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) gibi modelleri kullanan geleneksel istatistiksel tahmin modelleri, yapay sinir ağları, ileri beslemeli çok katmanlı algılayıcı gibi modelleri kullanan yapay zekâ tahmin modelleri ve bahsedilen bu modellerin bir arada kullanıldığı melez modeller olarak kategorileşebilir.

Geleneksel istatistiksel tahmin modelleri ile yapılan çalışmalara değinilecek olursa; Öztürk ve Fitöz (2009) çalışmasında, Türkiye konut sektöründeki konut arz ve konut talebinin belirleyicilerini ortaya koymuştur. Bu amaçla, Öztürk ve Fitöz (2009) çalışmasında, yıllık bazda 1968-2006 dönemine ait verileri kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, 1994 yılından itibaren konut satışlarında bir yavaşlama olduğu ve konut arzını belirleyen değişkenlerinden biri olan likitide genişliği ile konut arzı arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu işaret edilmiştir. Lebe ve Aktaş (2014), Türkiye’de konut politikalarıyla ilişkili olarak kısa ve uzun dönemde konut talebini Türkiye için araştırmıştır. Lebe ve Aktaş (2014) çalışmasında, Türkiye konut talebi analizi eş bütünleşme ve vektör hata düzeltme modeli kullanılarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, Türkiye’de konut talebini faiz, konut fiyatları ve tarımda istihdam negatif yönlü etkilerken; medeni durum, sanayileşme ve kişi başı gelirin Türkiye’de konut talebini pozitif yönlü olarak etkilediği görülmüştür. Aktürk ve Tekman (2016) çalışmasında, konut satın alma kararlarını etkileyen unsurlara ilişkin yaptığı araştırmada Erzurum kent merkezinde ikamet eden tüketiciler üzerine bir analiz yapmıştır. Aktürk ve Tekman (2016) çalışmasında, betimsel tarama modeli

kullanılmıştır. Aktürk ve Tekman (2016) çalışmasının sonucunda, örnekleme oluşturan kişilerin konut edinmesinde fiyat, konutun güvenli sitede bulunması, kullanılan malzemenin kalitesi, konutun büyüklüğü, müteahhit firmanın güvenilir olması, konutun sağlamlığı gibi etkenlerin önemli olduğu görülmüştür. Uysal ve Yiğit (2016) çalışmasında, Türkiye’de konut talebini etkileyen unsurları araştırmıştır. Uysal ve Yiğit (2016) çalışmasında, 1970-2015 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Konut talebini etkileyen unsurlar konut fiyatları, faiz, M2 parasal büyüklüğü, gelir, kentleşme hızı ve kişi başı gelir olarak belirlenmiştir. Yapılan eşbütünleşme testi sonucunda değişkenler arasında en az iki eşbütünleşik denklem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu analizde kullanılan regresyon denkleminde kısa ve uzun dönemli ilişkiyi görmek için vektör hata düzeltme modeli kullanılmıştır. Sonuç olarak kentleşme hızı, kişi başına düşen milli gelir ve faiz oranları ile konut talebi arasında pozitif yönlü bir ilişki; TÜFE ve M2 parasal büyüklüğü arasında negatif yönlü bir ilişki bulunduğu belirtilmiştir. Uyar ve Kılıç (2017) çalışmasında Türkiye’de konut satışlarında bölgesel düzeyde mekân etkisinin varlığını 2015 yılı için incelemiştir. Bu amaçla yapılan çalışmada, mekânsal ekonomik modeller ile analiz gerçekleştirilmiş olup değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan modelin Mekansal Durbin Model’i olduğunu göstermiştir. Özaktaş (2019) çalışmasında, son yıllarda Türk lirasının yabancı paralar karşısındaki değer kaybının yabancılara yapılan konut satışını ne ölçüde etkilediğini analiz etmek amacıyla 70 aylık bir veri seti incelemiştir. Özaktaş (2019) çalışmasında, dinamik en küçük kareler, hata düzeltme modeli ve Engle-Granger eş bütünleşme testi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, reel efektif döviz kurundaki artışın, yabancılara yapılan konut satışının üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapay zekâ tahmin modelleri ile yapılan çalışmalara değinilecek olursa; Nghiep ve ark. (2001) çalışmasında, konut fiyatı tahmini yapmak amacıyla çoklu regresyon analizi ile yapay sinir ağları yöntemlerinin karşılaştırması yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, yapay sinir ağları yönteminin çoklu regresyon analizi yönteminden daha iyi sonuç ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Zainun ve ark. (2010) çalışmasında, Malezya’nın en yüksek şehirleşmiş eyaletlerinden biri olan Johor Bahru’da düşük maliyetli konut talebi tahmini yapmıştır. Söz konusu analiz için yapay sinir ağları yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni düşük maliyetli konut talebi olarak

belirlenmiş ve bağımsız değişkenler nüfus artışı, bebek ölümü oranı, doğum oranı, enflasyon oranı, gelir oranı, konut stoku, GSYİH oranı, işsizlik oranı ve yoksulluk oranı olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yapay sinir ağları yöntemin Malezya'nın Johor Bahru kentinde düşük maliyetli konut talebini tahmin etme yeteneğine sahip olduğu görülmüştür. Ecer (2014) çalışmasında, Türkiye'deki konut fiyatlarının tahmininde yapay sinir ağları yöntemi ile hedonik regresyon yöntemi karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde, konut fiyatı tahmininde yapay sinir ağları yönteminin kullanmasının hedonik regresyon yönteminden daha iyi öngörü sonuçları ürettiği sonucuna ulaşılmıştır. Yılmazel ve ark. (2018) çalışmasında, Eskişehir ili merkez ilçelerinde bulunan konutların satış fiyatları yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Yılmazel ve ark. (2018) çalışmasında kullanılan parametreler konutların büyüklüğü, konutun birinci katta bulunup bulunmadığı, tramvaya uzaklığı, bulunduğu semt, asansörün bulunup bulunmaması, ankastre mutfak ve fiber alt yapının olup olmamasıdır. Yapılan analizler sonucunda yapay sinir ağı yönteminin konutların satış fiyatlarının tahmin edilmesinde etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Yılmaz ve Tosun (2020) çalışmasında, Antalya ili konut taleplerinin tahmin analizi yapılmıştır. Yılmaz ve Tosun (2020) çalışmasında, ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağları ile çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yöntemleri kullanılarak öngörüler elde edilmiş ve elde edilen analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre yapay sinir ağı yönteminin konut satışı modelini analiz etmede daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Melez modeller ile yapılan çalışmalara değinilecek olursa; Temür ve ark. (2019), konut satışları öngörüsü üzerine bir yöntem önermiştir. Önerilen melez yöntemde, ARIMA ve uzun kısa dönem hafıza (LSTM) yapay sinir ağı yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Tahminleri artırmak amacıyla uygulamada oluşturulan hibrid (LSTM ve ARIMA) modeli kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda önerilen melez yöntemin karşılaştırılan diğer analiz yöntemlerinden daha iyi sonuçlar ürettiği görülmüştür.

Diğer tekniklerin kullanıldığı çalışmalara değinilecek olursa; Öztürk ve ark. (2007) çalışmasında turizmin kişiler ve toplum üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla Fethiye bölgesindeki yabancılara yapılan konut satışları incelenmiştir. Bu amaçla

yapılan çalışmada örneklem metoduyla seçilen 150 kişiye anket yöntemi uygulanmıştır. Katılımcılar Fethiye Merkez, Karaçulha ve ölüdeniz bölgelerinden seçilmiştir. Çalışmanın sonucunda katılımcıların %64,3'ü yabancılara yapılan konut satışının turizmi olumsuz etkilediğini, %70,9'u yabancılara yapılan konut satışının yerel yaşantıyı olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Ankete katılanların %79,5'inin ise yabancılara yapılan konut satışının kanunen engellenmesi fikrinde olduğu belirtilmiştir. Güler ve ark. (2019) çalışmasında Rize şehir merkezindeki konut fiyatlarını etkileyen unsurları belirlemiştir. Çalışmada anket yöntemi kullanılmıştır ve söz konusu anket 2016 yılında Rize şehir merkezinde konut sahibi olan 100 hane halkına yapılmıştır. Ankette elde edilen sonuçlara göre konutun net alanı, ısıtma sistemi, konut yapım kalitesi, konutun bulunduğu bölgenin sosyo-ekonomik düzeyi ve manzarası konut fiyatını pozitif yönde etkilerken, konutun yaşı negatif yönde etkilemektedir.

BÖLÜM 3. BULANIK ÇIKARIM SİSTEMLERİ

Bulanık çıkarım sistemleri, bulanık küme teorisi, bulanık “if-then” kuralları ve bulanık akıl yürütme kavramlarına dayanan popüler bir hesaplama yöntemidir. Bulanık çıkarım sistemi, bulanık mantığı kullanan kural tabanlı bir sistem olmakla birlikte girdileri çıktılara eşlemek için bulanık küme teorisini kullanır. Temel bir bulanık çıkarım sistemi, bulanık veya kesin (crisp) girdi yapısına sahip olmakla birlikte, ürettiği çıktılar hemen hemen her zaman bulanık kümelerdir. Bir bulanık çıkarım sistemi genel olarak; bir girdi üyelik fonksiyonlarını kullanarak girdileri bulanıklaştırma, bir kural gücü oluşturmak için bulanıklaştırılmış girdilerin bulanık kurallara göre birleştirilmesi, kural gücü ve çıktı üyelik fonksiyonunu birleştirerek kuralın sonucunu bulma ve durulaştırılmış çıktı elde etme aşamalarından oluşan bir sistematığa sahiptir. Bulanık çıkarım sistemleri, girdi uzayından çıktı uzayına doğrusal olmayan bir eşleme uygular. Bu eşleme, bir dizi belirsiz eğer-ise kuralıyla gerçekleştirilir. Bulanık çıkarım sistemleri, sınıflandırma, uzman sistemler ve öngörü alanlarında başarıyla uygulanmaktadır.

3.1. Bulanıklaştırma Aşaması

Bulanık çıkarım sisteminin ilk adımı, sistemin girdileri almak ve üyelik fonksiyonları aracılığıyla uygun bulanık kümelerin her birine ait olma derecesini belirlemektir. Bulanıklaştırma, bir değerin belirli bir bulanık kümeye üyelik derecesini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu değer bulanık kümenin üyelik fonksiyonunun değerlendirilmesiyle belirlenir. Bulanıklaştırma aşamasında girdi değişkenlerinin üyelik dereceleri, ait oldukları bulanık kümeler ve bu bulanık kümelerinin şekillerine göre elde edilir. Yani bulanıklaştırma aşaması, girdi setlerinden gelen bilgilerin belirli üyelik fonksiyonları yardımı ile $[0,1]$ arasındaki değerlere dönüştürülmesi aşamasıdır.

3.2. Kural Belirleme Aşaması

Bulanık mantık sistemi için bulanık kuralların toplanarak kural tabanı oluşturulması bulanık çıkarım sistemlerinin kural belirleme aşaması olarak bilinmektedir. Bulanık kurallar, bulanık çıkarım sisteminin girdi ile çıktı arasında nasıl bir ilişki olduğunu kontrol etme konusunda nasıl karar vermesi gerektiğini açıklayan bir dilsel ifadeler topluluğudur. Bulanık bir kural, bir koşul ve sonuç içeren basit bir “If / then” kuralıdır. Tek bir if (tek bir girdi) then (çıktı) bulanık kuralı olabileceği gibi ilgilenilen problemin türüne göre if (birinci girdi) ve/veya (ikinci girdi) ... ve/veya (n. girdi) then (çıktı) bulanık kuralı da oluşturulabilir. Enlem derecesi dilsel değişkenine ait bulanık kümeler {az, orta, fazla} ve mutlak nem dilsel değişkenine ait bulanık kümeler {az, orta, fazla} olmak üzere bu iki dilsel değişkenler arasında; “eğer enlem derecesi az ise mutlak nem azdır”, “eğer enlem derecesi fazla ise mutlak nem fazladır”, gibi ilişkiler tek bir bulanık “If / then” kural yapısı için kurulabilecek ilişkilerdendir. Birçok araştırmacı, kuralları belirleme teknikleri üzerine çalışmalar yapmasına rağmen en yaygın olarak kullanılan teknik uzman bilgisidir. Bu teknikte uzmandan sistem hakkındaki bilgileri neden-sonuç ilişkisi şeklinde özetlemesi istenir.

3.3. Durulaştırma Aşaması

Bulanık çıkarım sistemlerinin kural belirleme aşamasında net çıktıya dönüştürülmesi gereken bulanık sonuçlar elde edilmektedir. Bulanık kural tabanı ile edilen bu bulanık çıktının reel değere dönüştürülmesi işlemine durulaştırma adı verilmektedir. Durulaştırma, bulanıklaştırılmış bir çıktıyı bir bulanık kümeye göre tek bir kesin değere dönüştürme işlemidir. Durulaştırma aşamasında kullanılan birçok farklı yöntem olmakla birlikte bu yöntemlerin her birinin kullanımı bulanık çıkarım sisteminin performansı üzerinde oldukça etkilidir. En sık kullanılan durulaştırma yöntemi ağırlıklı ortalama yöntemi olmakla birlikte merkezileştirme, bisector, maksimumların en büyüğü, maksimumların en küçüğü, maksimumların ortalaması yöntemleri de kullanılan diğer durulaştırma yöntemleridir.

BÖLÜM 4. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Bu tez çalışmasında kullanılan materyal ve yöntemler; bulanık c ortalamalar yöntemi, çoklu bağlantı problemi, ridge regresyon yöntemi ve ridge regresyona dayalı bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımıdır.

4.1. Bulanık c Ortalamalar Yöntemi

Bezdek (1981) tarafından önerilen bulanık c ortalamalar yöntemi (FCM), küme merkezlerinin konumlarına dayalı bir amaç fonksiyonunu yineleme yoluyla minimize etmek kullanılan bir kümeleme yöntemidir. FCM yöntemi, klasik kümeleme yönteminden farklılığı ve üstünlüğü gerçek hayat verilerini tanımlarken karşılaşılan belirsizliği yakalamasıdır. FCM yönteminin uygulanmasında öncelikle araştırmacı tarafından bir küme sayısı belirlenir. Daha sonra rasgele bir üyelik matrisi elde edilir ve araştırmacı tarafından belirlenen bulanık küme sayısı kadar küme merkezleri elde edilir. Elde edilen küme merkezlerine göre üyelik değerleri güncellenir ve maksimum yineleme sayısına ulaşılan kadar veya iki yineleme arasındaki katsayıların değişimi ε 'dan fazla olmadığında algoritma sonlandırılır.

FCM için kullanılan amaç fonksiyonu ve kısıtlamalar Eşitlik (4.1) ve (4.2) ile verilmiştir.

$$J(X, \mu, V) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik}^f d^2(x_k, v_i) \quad (4.1)$$

$$0 \leq \mu_{ik} \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1 \quad (4.2)$$

$$0 < \sum_{k=1}^n \mu_{ik} \leq n$$

f bulanıklık indeksi olmakla birlikte $d(x_t, v_i)$, veri ile küme merkezi arasındaki benzerlik ölçüsüdür. c , v_i ($i = 1, 2, \dots, c$) ve μ_{ik} ($i = 1, 2, \dots, c$; $k = 1, 2, \dots, n$) sırası ile bulanık küme sayısı, küme merkezleri ve üyelik değerlerini göstermek üzere her bir yinelemede v_i ($i = 1, 2, \dots, c$) ve μ_{ik} ($i = 1, 2, \dots, c$; $k = 1, 2, \dots, n$) Eşitlik (4.3) ve (4.4) ile güncellenir.

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^f x_k}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^f}, \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (4.3)$$

$$\mu_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{d(x_k, v_i)}{d(x_k, v_j)} \right)^{\frac{2}{f-1}} \right]^{-1}, \quad i = 1, 2, \dots, c; \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (4.4)$$

4.2. Çoklu Bağlantı Problemi

Çoklu bağlantı problemi, regresyon analizlerinde en önemli problemlerden biridir. Çoklu bağlantı problemi, bağımsız bir değişkenin, bir çoklu regresyon modelindeki diğer bağımsız değişkenlerden bir veya daha fazlası ile yüksek düzeyde ilişkili olduğunda ortaya çıkan bir problemdir. Bağımsız değişkenler yüksek düzeyde ilişkili olduğunda, bir değişkendeki değişiklik diğer değişken ya da değişkenlerde de değişikliğe neden olur ve bu nedenle model sonuçları önemli ölçüde etkilenir. Bir veya daha fazla bağımsız değişkenle çok yüksek düzeyde korelasyona sahip olan bağımsız bir değişken, nispeten büyük bir standart hataya sahip olmaktadır. Böyle bir durumda da bağımsız bir değişkenin istatistiksel önemi zayıflamaktadır.

Bir regresyon modelinde çoklu bağlantı problemi olup olmadığını kontrol etmek için literatürde önerilen bazı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden bazıları tüm bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisini çizmek, bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisinin öz değerlerini ve regresyon katsayılarının işaretlerini kontrol etmektir.

Çoklu bağlantıyı kontrol etmek için bir diğer yöntem de her bir bağımsız değişken için Varyans Şişirme Faktörünü (VIF) kullanmaktır. VIF yöntemi en sık kullanılan çoklu bağlantı tespiti yöntemlerinden biri olmakla birlikte bu değer ne kadar yüksek olursa,

bu değişken ile geri kalan değişkenler arasındaki korelasyon da o kadar yüksek olur. VIF değeri 10'dan büyük olan bağımsız değişkenin, genellikle diğer bağımsız değişkenlerle yüksek bir korelasyona sahip olduğu kabul edilir. VIF değeri Eşitlik (4.5) ile elde edilir.

$$VIF_j = \frac{1}{(1-R_j^2)} ; j = 1, 2, \dots, p \quad (4.5)$$

Eşitlik (4.5)'de R_j^2 X_j 'nin modelde geriye kalan $(p - 1)$ regresyon değişkenleri üzerindeki çoklu regresyonundan elde edilen belirtme katsayısıdır.

4.3. Ridge Regresyon Yöntemi

Bir regresyon modelinde çoklu bağlantı problemi olması regresyon modelinin geçerli ve güvenilir bir model olmasını engellemektedir. Bu nedenle modeldeki çoklu bağlantı probleminin giderilmesi gerekmektedir. Bir regresyon modelindeki çoklu bağlantı probleminin giderilmesinde kullanılan bazı yöntemler; yüksek düzeyde ilişkili bağımsız değişkenlerden bazılarının kaldırılması, temel bileşenler analizi veya kısmi en küçük kareler regresyonu gibi yüksek düzeyde ilişkili değişkenler için tasarlanmış bir analiz yönteminin kullanılması olmasına rağmen en sık kullanılan yöntemlerden biri de Hoerl ve Kennard (1970) tarafından önerilen ridge regresyon yöntemidir.

Ridge regresyon, regresyon katsayılarının En Küçük Kareler (EKK) ile tahmin edilmeyen, ancak ridge tahmincisi olarak adlandırılan, yanlış ancak EKK tahmin edicisinden daha düşük varyansa sahip bir tahmin edici tarafından tahmin edilen doğrusal bir regresyon modelidir.

Ridge regresyon yönteminin EKK yöntemine göre iki önemli avantajı vardır. Bunlardan biri çoklu bağlantı problemini çözmek, diğeri ise hata kareler ortalamasını azaltmaktır. EKK yöntemi, regresyon katsayılarını tahmin etmek için Eşitlik (4.6) ile verilen formülü kullanmasına rağmen regresyon katsayılarının ridge tahminleri Eşitlik (4.7) ile verilen formül ile elde edilir.

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y \quad (4.6)$$

$$\hat{\beta}_R = (X'X + kI)^{-1}X'Y \quad (4.7)$$

Eşitlik (4.7) ile verilen formülden de anlaşılacağı üzere, ridge regresyon yönteminde, korelasyon matrisinin köşegen elemanlarına shrinkage parametresi olarak adlandırılan küçük bir k değeri eklenerek hesaplamalar yapılmaktadır.

Ridge regresyon yönteminin kullanılmasındaki esas problemlerden biri, uygun bir shrinkage parametresi (k) değerinin seçilmesidir. Shrinkage parametresinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerinden biri Hoerl ve Kennard (1970) tarafından önerilen ve grafiksel bir yöntem olan ridge izi yöntemidir. Bu grafik, k'nın bir fonksiyonu olarak ridge regresyon katsayılarını gösterir. Ridge izi belirlenirken regresyon katsayılarının stabil olduğu bir k değeri seçilir. Shrinkage parametresinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer yöntem de Hoerl ve Kennard (1976) tarafından önerilen ve Eşitlik (4.8) ile verilen bir iteratif yöntemdir.

$$k = \frac{p\hat{\sigma}^2}{\hat{\beta}'\hat{\beta}} \quad (4.8)$$

4.4. Ridge Regresyona Dayalı Bulanık Regresyon Fonksiyonları Yaklaşımı

Turksen (2008) tarafından önerilen T1FF yaklaşımı, literatürde iyi bilinen birçok bulanık çıkarım sisteminden farklı olarak kolay uygulanabilirliği, basit yapısı ve üstün öngörü performansı ile öne çıkan bir bulanık çıkarım sistemi yöntemidir. Birçok bulanık çıkarım sisteminin yapısında girdi ve çıktı arasında bağıntılar kurulurken bulanık regresyon fonksiyonları yaklaşımında ise çoklu regresyon analizi kullanılarak elde edilen ve her bir bulanık kümeye karşılık gelen bulanık fonksiyonlar elde edilir.

Bu bulanık fonksiyonların elde edilmesinde kullanılan regresyon analizinin yapısında kullanılan girdi veri setini oluşturan açıklayıcı değişkenler arasında regresyon modelinin güvenilir olmayan sonuçlar üretmesine etki eden bir problem olan çoklu bağlantı sorunu bulunmaktadır.

T1FF yaklaşımın sahip olduğu çoklu bağlantı problemini elemine etmek amacı ile Bas ve ark. (2019) tarafından RDT1FF yöntemi önerilmiştir. Bas ve ark. (2019) tarafından

önerilen RDT1FF yönteminde, T1FF yönteminin aksine bulanık fonksiyonlar elde edilirken klasik regresyon analizi yerine bağımsız değişkenlerin yüksek oranda korelasyon gösterdiği durumlarda çoklu regresyon modellerinin katsayılarını tahmin etme yöntemi olarak kullanılan ridge regresyon tekniği kullanılmış, böylelikle çoklu bağlantı probleminin önüne geçilmiş ve ayrıca T1FF yönteminin performansının da arttığı sonucuna varılmıştır. RDT1FF yaklaşımına ait algoritma aşağıdaki algoritma ile adım adım verilmiştir.

Algoritma: RDT1FF yaklaşımı

Adım 1. Bu ilk adımda veri seti öncelikle eğitim ve test kümesi olarak ikiye ayrılır, gecikme sayısı (m) ve bulanık küme sayısı (c) sayısı araştırmacı tarafından belirlenir.

Adım 2. Sistemin girdileri ve çıktılarından oluşan bir matris kurularak, FCM ile kümeleme yapılır ve üyelik değerleri ($u_{ik}, i = 1, 2, \dots, c; k = 1, 2, \dots, n$) elde edilir. Burada n eğitim kümesi uzunluğunu ifade etmektedir.

Adım 3. Küme merkezleri, çıktıya karşılık gelen bileşenin elenmesi ile indirgenerek yeniden üyelik değerleri elde edilir

Adım 4. Alfa kesmesi (α) değerine göre yeterince küçük üyelik değerleri sıfırlanarak normalleştirilmiş üyelik değerleri (μ) Eşitlik (4.9-4.10) ile elde edilir.

$$\gamma_{ik} = \begin{cases} u_{ik} & u_{ik} > \alpha \\ 0 & u_{ik} \leq \alpha \end{cases} \quad (4.9)$$

$$\mu_{ik} = \gamma_{ik} / \sum_{i=1}^c \gamma_{ik} \quad (4.10)$$

Adım 5. Sistemin girdileri ve çıktıları sırası ile Eşitlik (4.11) ve (4.12)'de ile verildiği gibi oluşturulur.

$$X^{(i)} = \begin{bmatrix} \mu_{i1} & \mu_{i1}^2 & \exp(\mu_{i1}) & \ln((1 - \mu_{i1})/\mu_{i1}) & x_{11} & . & . & . & x_{p1} \\ \mu_{i2} & \mu_{i2}^2 & \exp(\mu_{i2}) & \ln((1 - \mu_{i2})/\mu_{i2}) & x_{12} & . & . & . & x_{p2} \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ \mu_{in} & \mu_{in}^2 & \exp(\mu_{in}) & \ln((1 - \mu_{in})/\mu_{in}) & x_{1n} & . & . & . & x_{pn} \end{bmatrix} \quad (4.11)$$

$$Y^{(i)} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ . \\ . \\ . \\ y_n \end{bmatrix} \quad (4.12)$$

Adım 6. Bulanık regresyon fonksiyonlarını tahmin edilir.

Her bir bulanık küme için bulanık regresyon fonksiyonları Eşitlik (4.13) ve (4.14) ile tahmin edilir.

$$\hat{\beta}_R^{(i)} = (X^{(i)'} X^{(i)} + kI)^{-1} X^{(i)'} Y^{(i)} \quad (4.13)$$

$$\hat{Y}^{(i)} = X^{(i)} \hat{\beta}_R^{(i)} ; i = 1, 2, \dots, c \quad (4.14)$$

Eşitlik (4.13)'de k shrinkage parametresi olmakla birlikte, bu k değeri Hoerl ve Kennard (1976) tarafından önerilen ve Eşitlik (4.8) ile verilen yöntem ile elde edilmiştir.

Adım 7. Bulanık regresyon fonksiyonlarından elde edilen çıktılar, karşılık gelen üyelik değerleriyle ağırlıklandırılarak eğitim kümesine ait nihai tahmin değerleri Eşitlik (4.15) kullanılarak elde edilir.

$$\hat{y}_k = \frac{\sum_{i=1}^c \hat{y}_{ik} \mu_{ik}}{\sum_{i=1}^c \mu_{ik}} , i = 1, 2, \dots, c, k = 1, 2, \dots, n \quad (4.15)$$

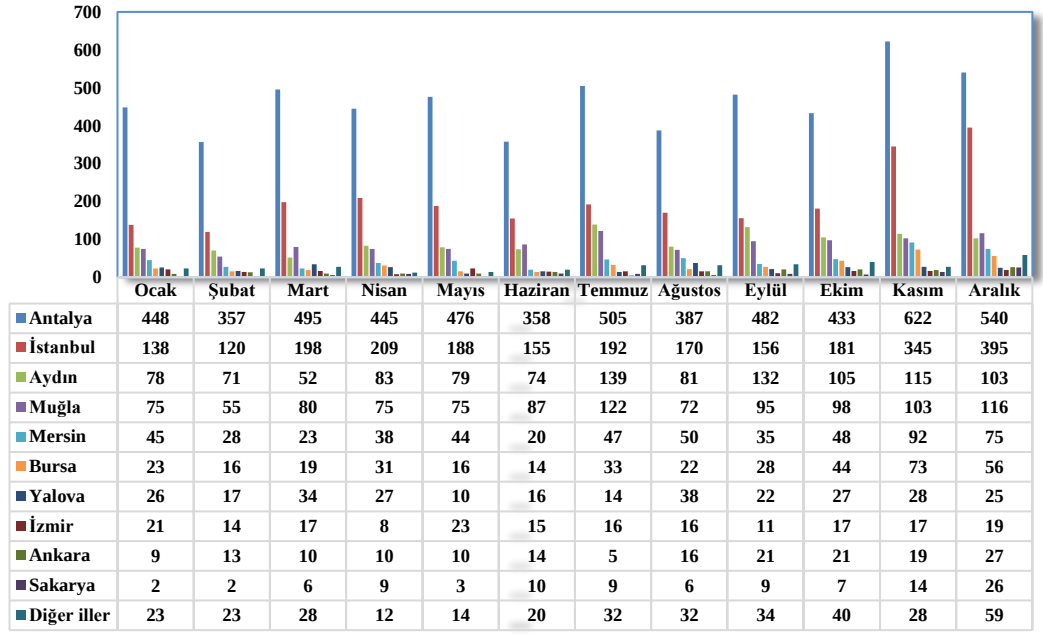
Adım 8. Test kümesi için çıktıların elde edilmesi için $X^{(i)}$ ve $Y^{(i)}$ matrisleri test kümesi göz önünde bulundurularak güncelleştirilir ve Adım 2-7 tekrar uygulanarak test kümesi için çıktılar elde edilir.

BÖLÜM 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu tez çalışmasının araştırma bulguları bölümü üç kısımdan oluşmaktadır. Araştırma bulguları bölümünün ilk kısmında Türkiye İstatistik Kurumundan alınan, yabancılara yapılan aylık konut satışları illere ve yıllara göre değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları bölümünün ikinci kısmında Türkiye İstatistik Kurumundan alınan, ülke uyruklarına göre yıl bazında yabancılara yapılan aylık konut satışları değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları bölümünün üçüncü ve son kısmı ise, 2013-2020 yılları arasındaki yabancılara yapılan aylık konut satışlarına ait zaman serisinin analizi üzerinedir.

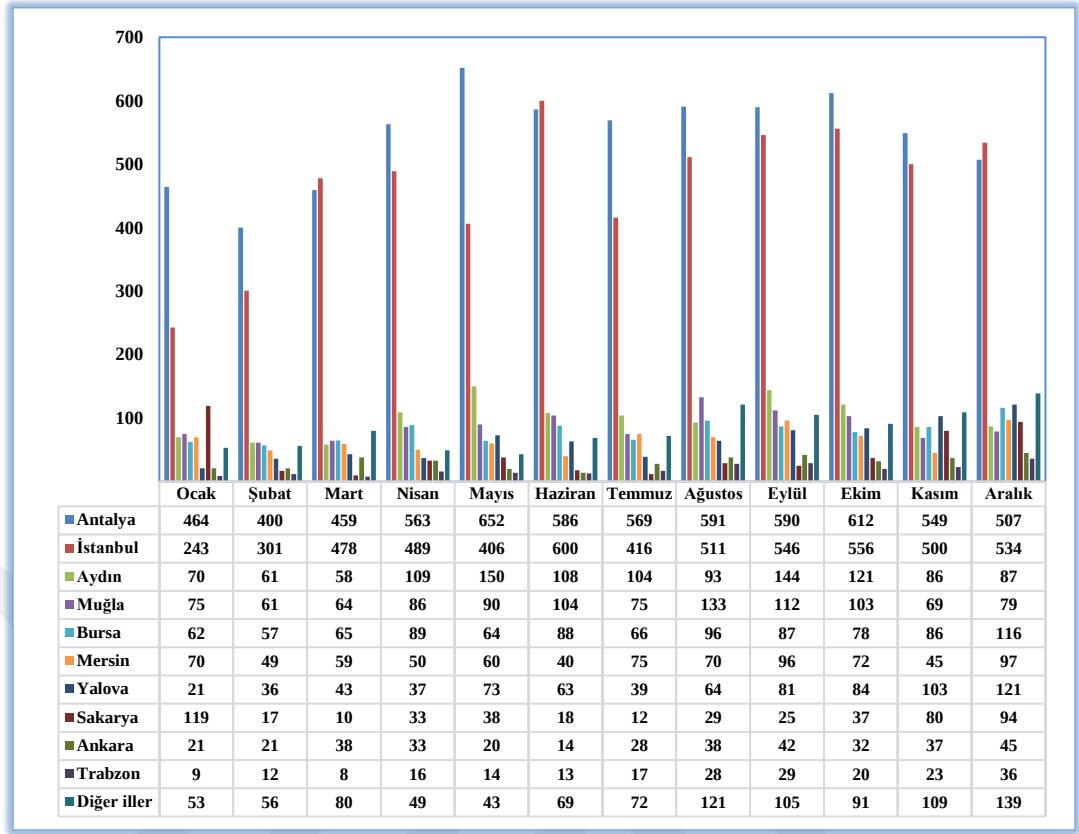
5.1. İllere ve Yıllara Göre Yabancılara Yapılan Aylık Konut Satışları

İllere göre 2013-2021 yılları arasındaki yabancılara yapılan aylık konut satışlarına ait incelemeler, ilgili her bir yıl için ayrı ayrı grafikler ile Şekil 5.1-5.9 ile verilmiştir.



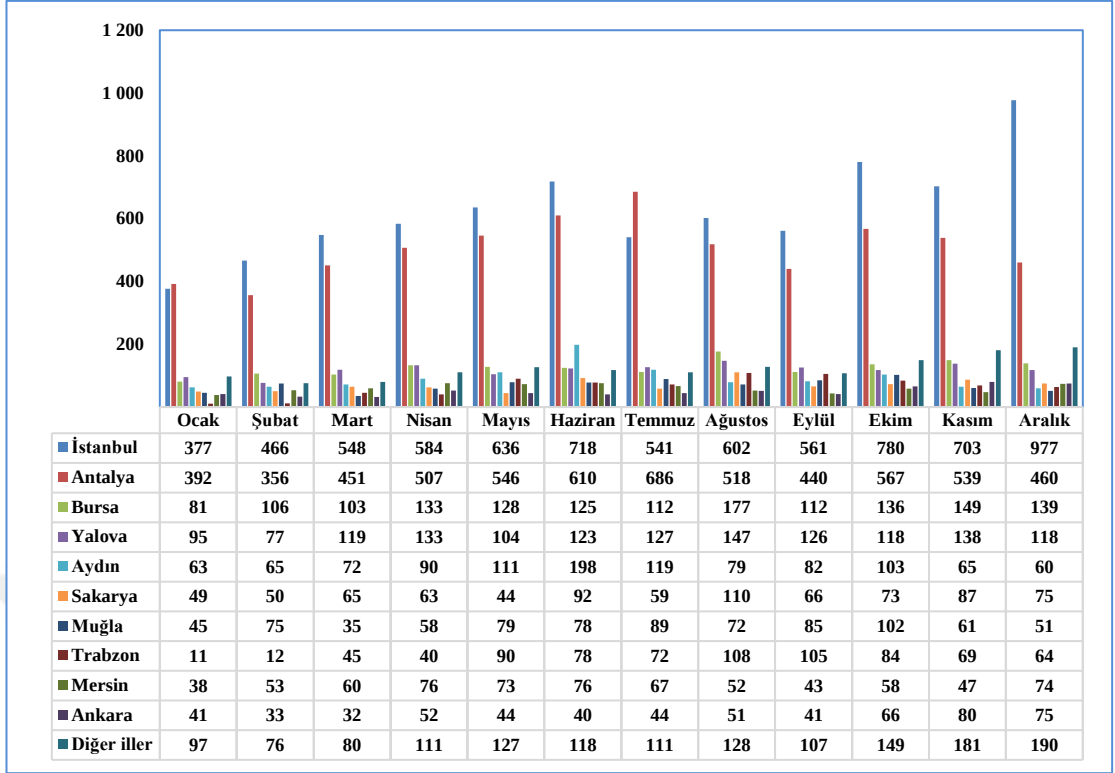
Şekil 5.1. 2013 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2013 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde aynı yıl içinde toplamda 12181 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Antalya ve İstanbul illeri sırasıyla 5584 ve 2447 ile yabancılara en fazla konut satışının yapıldığı iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Sakarya ili ise 103 konut satışı ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olarak görülmektedir.



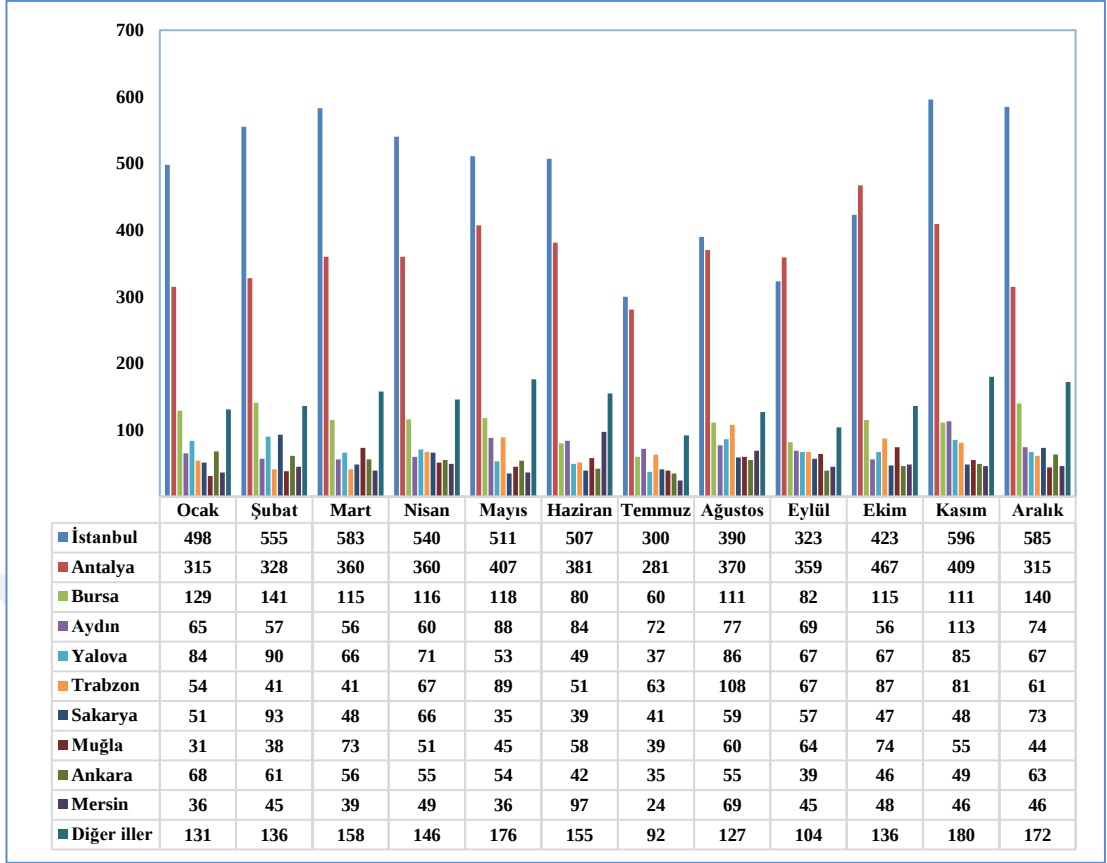
Şekil 5.2. 2014 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2014 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2014 yılında toplamda 18959 adet konut satışı yapılmıştır. Antalya ve İstanbul illeri sırasıyla 6542 ve 5580 ile yabancılara en fazla konut satışının yapıldığı iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Trabzon ili ise 225 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olarak görülmektedir.



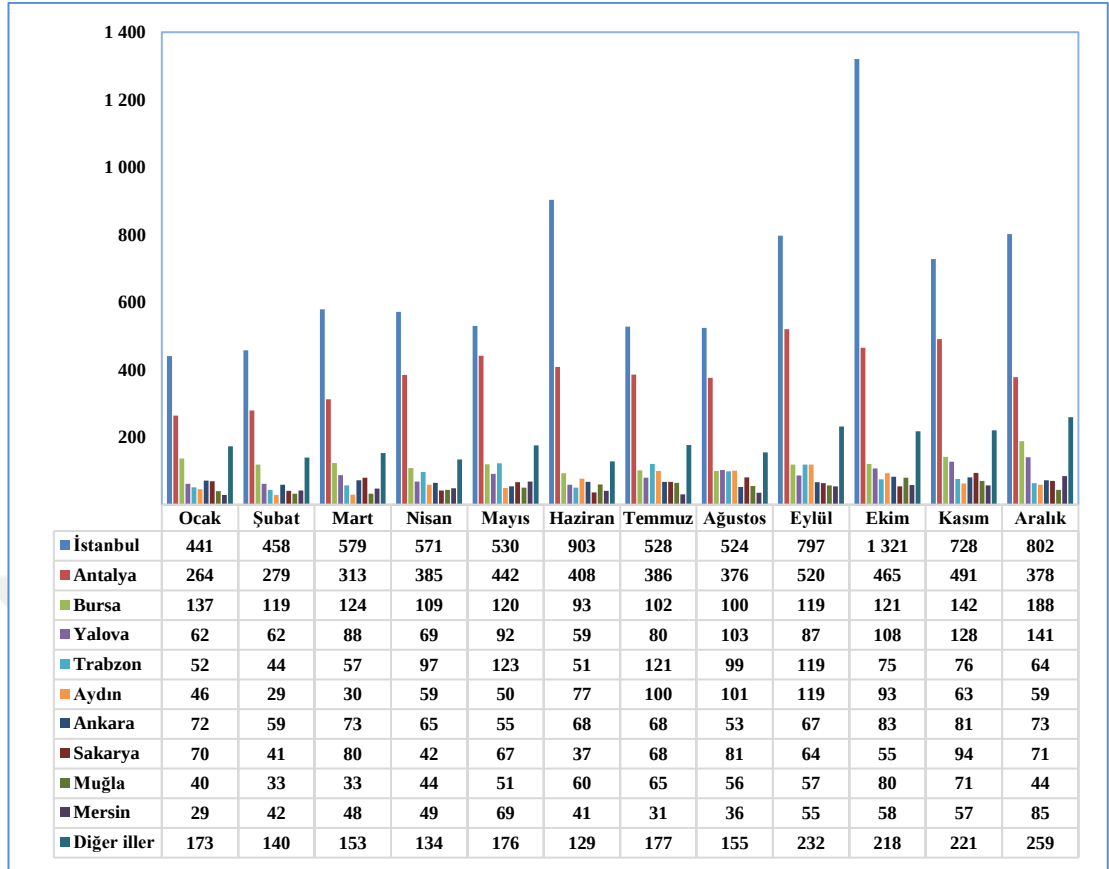
Şekil 5.3. 2015 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2015 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2015 yılında toplam 22.830 adet konut satışı gerçekleşmiştir. İstanbul ve Antalya illeri sırasıyla 7493 ve 6072 ile yabancılara en fazla konut satışının yapıldığı iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Ankara ili ise 599 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olarak görülmektedir.



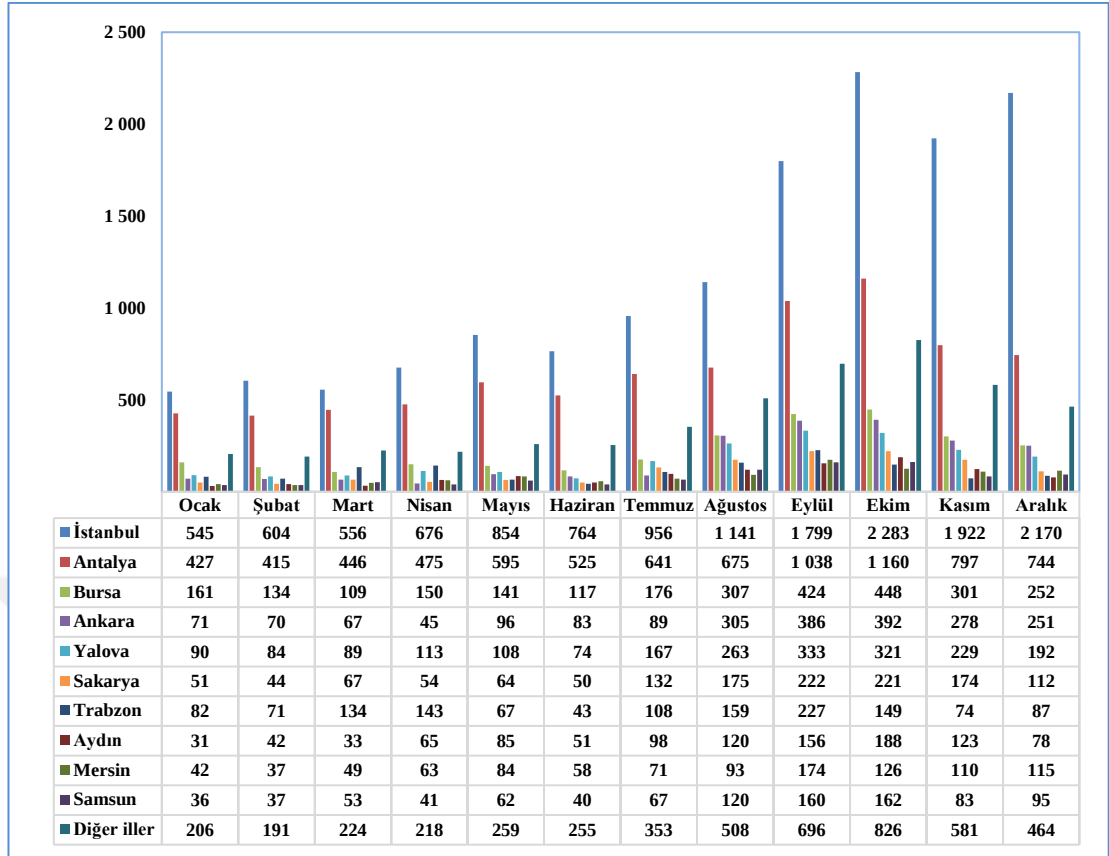
Şekil 5.4. 2016 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2016 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde aynı yıl içinde toplam 18189 adet konut satışı gerçekleşmiştir. İstanbul ve Antalya illeri sırasıyla 5811 ve 4352 ile yabancılara en fazla konut satışının yapıldığı iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Mersin ili ise 580 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olarak görülmektedir.



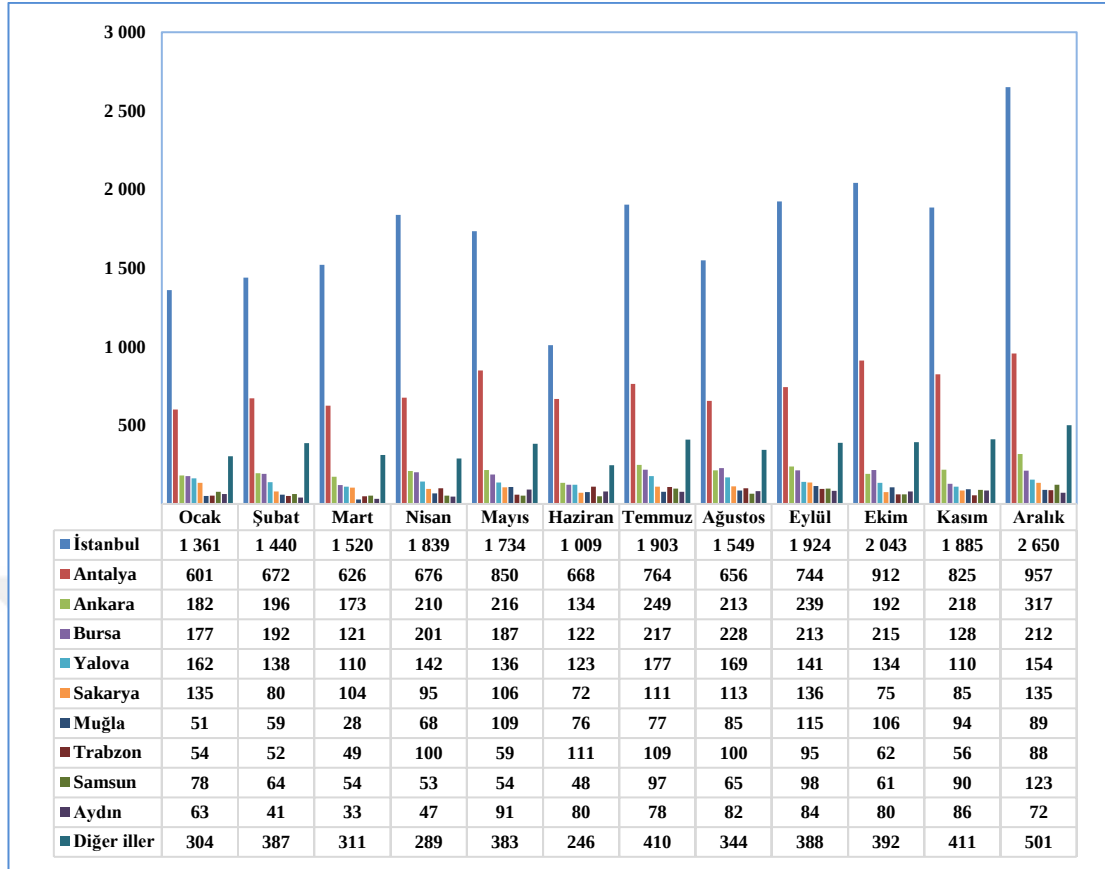
Şekil 5.5. 2017 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2017 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2017 yılında toplam 22234 adet konut satışı olduğu görülmektedir. İstanbul ve Antalya illeri sırasıyla 8182 ve 4707 ile yabancılara en fazla konut satışının yapıldığı iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Mersin ise 600 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olmuştur.



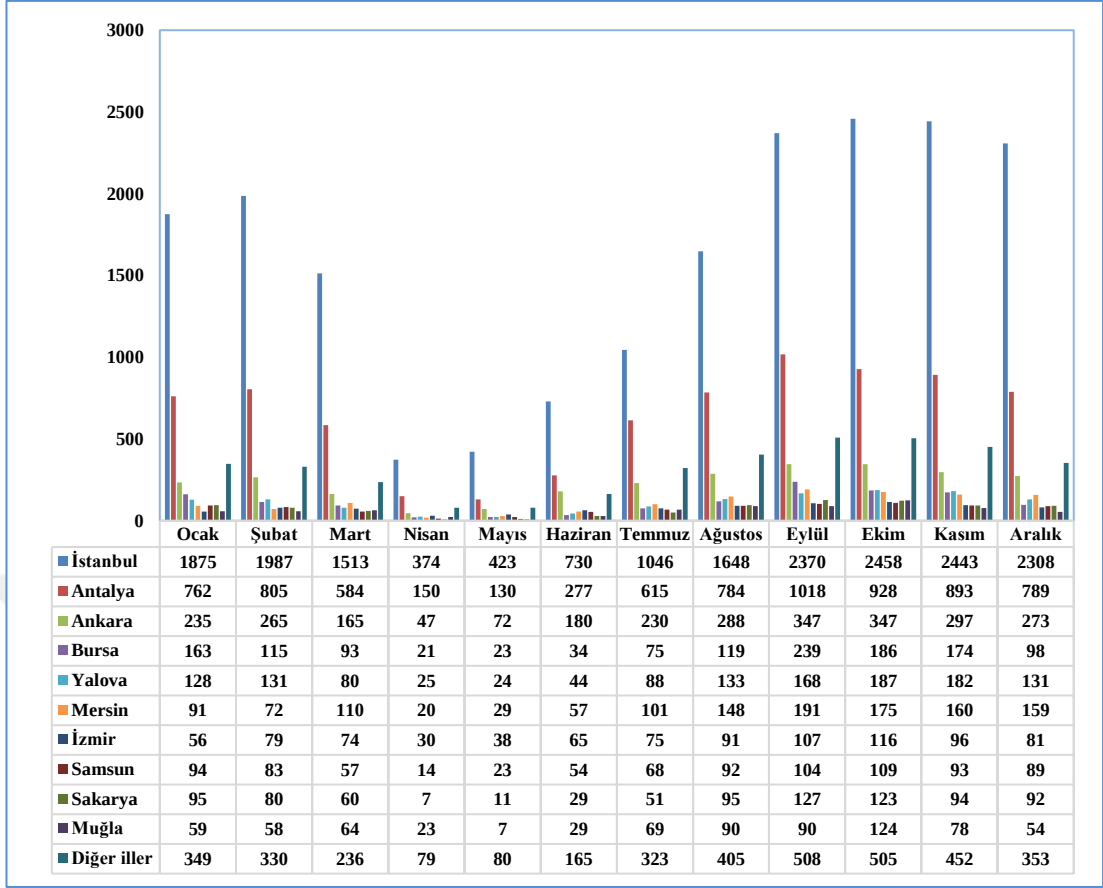
Şekil 5.6. 2018 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2018 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2018 yılında toplam 39663 adet konutun satıldığı görülmektedir. İstanbul ve Antalya illeri ise sırasıyla 14270 ve 7938 ile yabancılara en fazla konut satışının yapıldığı iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Samsun ili 956 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olmuştur.



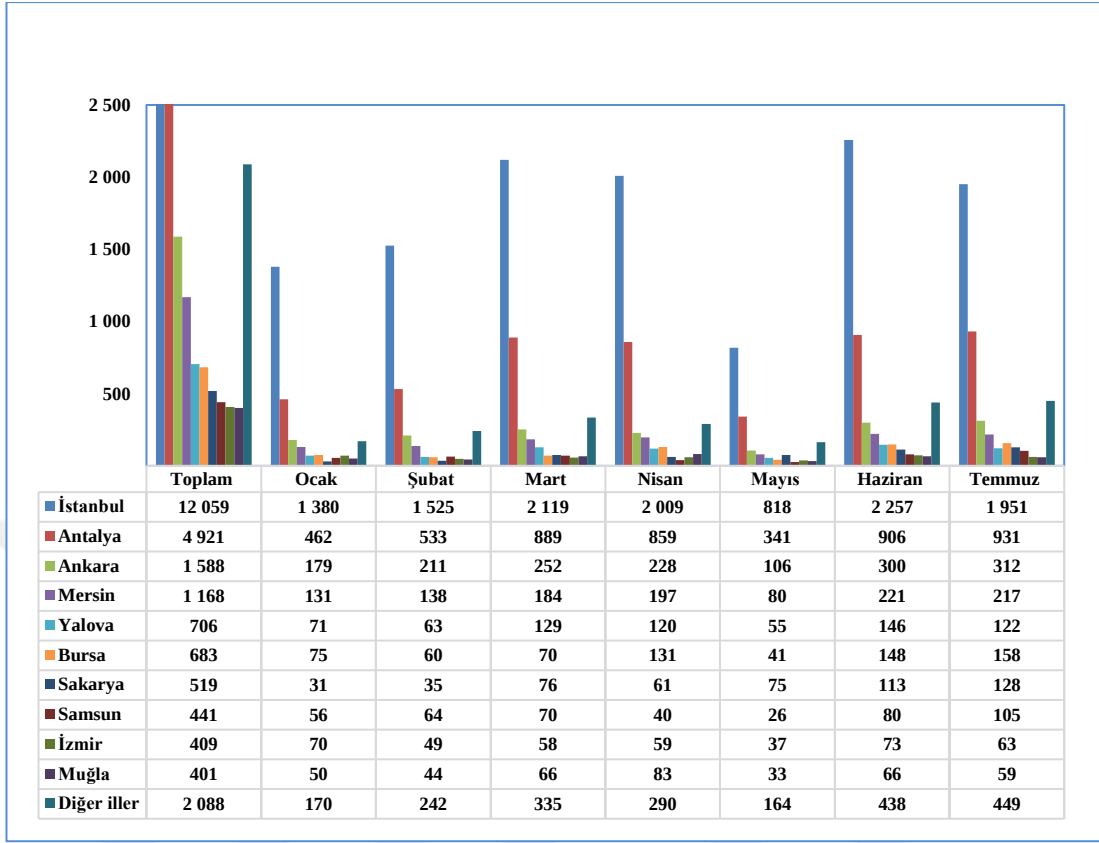
Şekil 5.7. 2019 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2019 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2019 yılında toplam 45483 tane konut satışı yapılmıştır. İstanbul ve Antalya illeri ise sırasıyla 20857 ve 8951 ile yabancılara en fazla konut satışının yapıldığı iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı yıl içinde en az konut satışının yapıldığı il olan Aydın ilinde 837 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı görülmektedir.



Şekil 5.8. 2020 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2020 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2020 yılında yabancılara toplam 40812 adet konut satışı gerçekleşmiştir. En fazla konut satışının sırasıyla 19175 ve 7735 ile İstanbul ve Antalya illerinde olduğu görülmüştür. Muğla ili ise 745 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olarak karşımıza çıkmıştır.



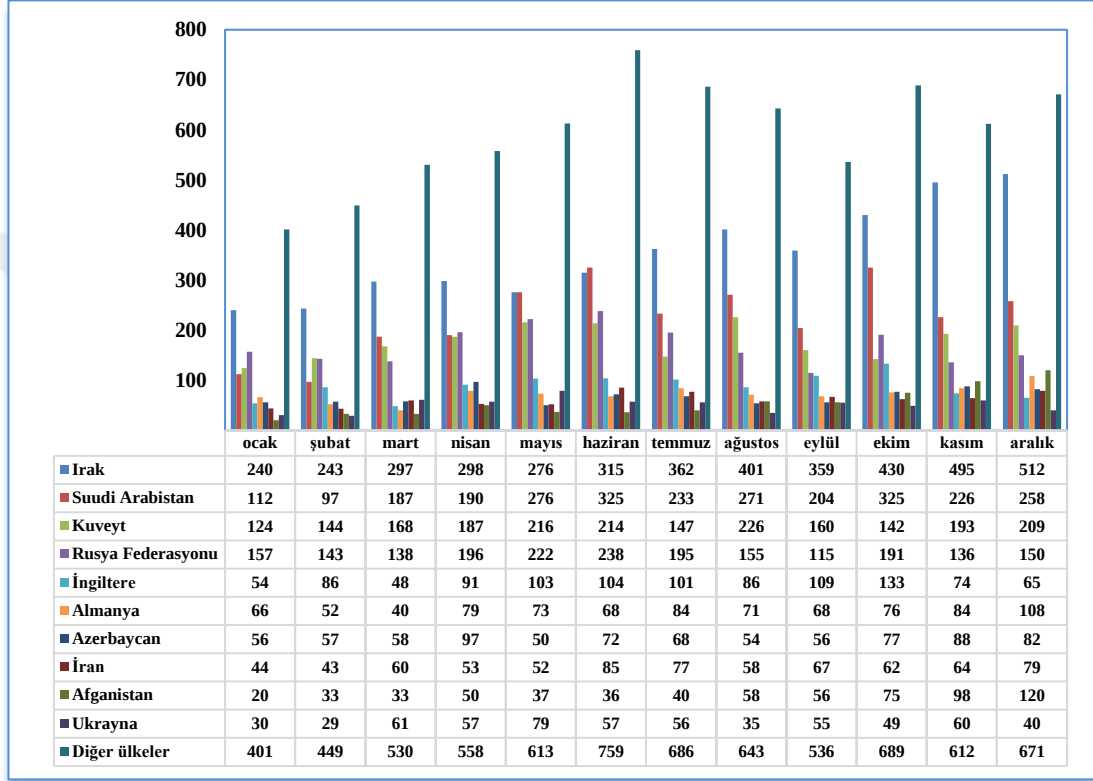
Şekil 5.9. 2021 yılı iller bazında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2021 yılında yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde aynı yılın ilk 7 ayında yabancılara toplam 24983 adet konut satışı gerçekleşmiştir. En fazla konut satışının sırasıyla 12059 ve 4921 ile İstanbul ve Antalya illerinde olduğu görülmüştür. Muğla ili ise 401 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı il olarak karşımıza çıkmıştır.

2013-2021 yılları arasında yabancılara yapılan aylık konut satışları incelendiğinde; 2013 ve 2014 yıllarında konut satışının en fazla Antalya ilinde yapıldığı, 2014 yılından 2021 yılına kadar ise en çok konut satışının İstanbul ilinde yapıldığı görülmüştür. Bu yıl aralığında yapılan konut satışlarında en az satışın olduğu iller ise değişim göstermekle birlikte çoğunlukla Mersin ili ve diğer iller olmuştur.

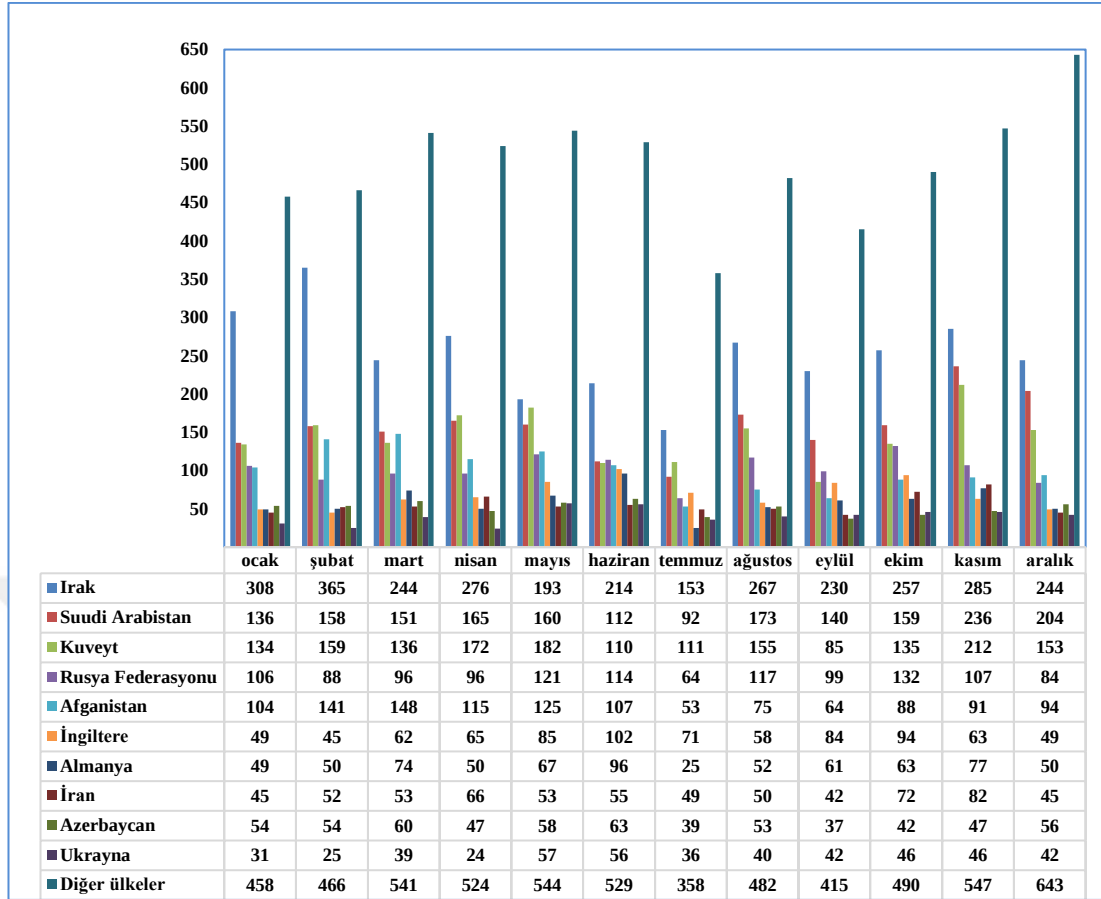
5.2. Ülke Uyruklarına Göre Yıl Bazında Yabancılara Yapılan Aylık Konut Satışları

Ülke uyruklarına göre yıl bazında yabancılara yapılan aylık konut satışlarına ait incelemeler, ilgili her bir yıl için ayrı ayrı grafikler ile Şekil 5.10- 5.1 ile verilmiştir.



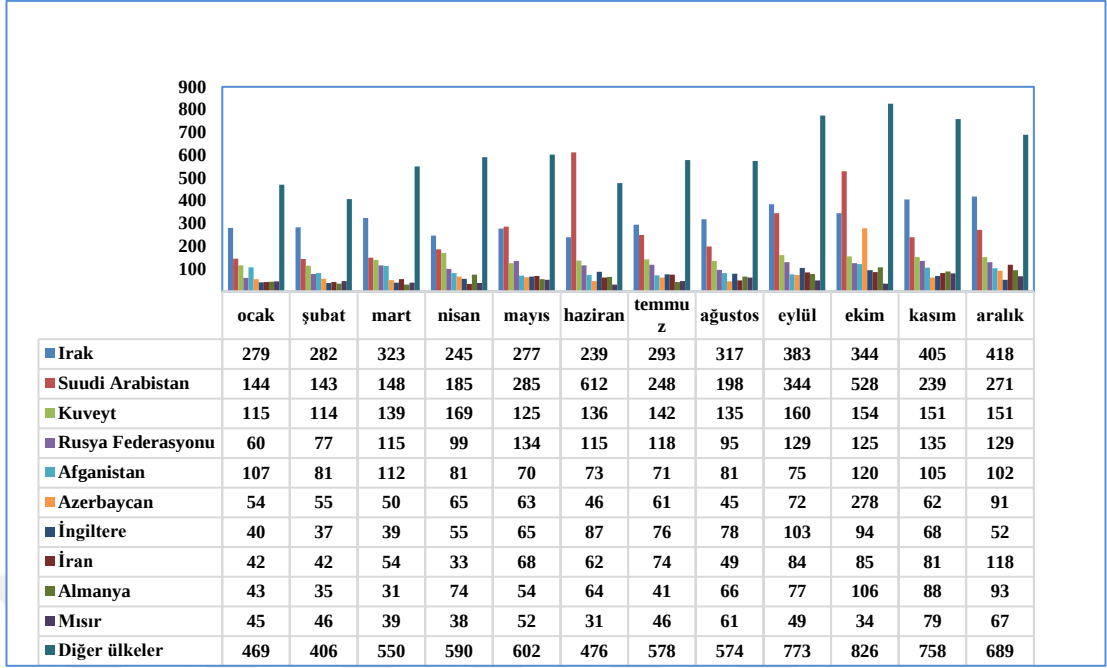
Şekil 5.10. 2015 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2015 yılında ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2015 yılında toplamda 22991 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Yapılan konut satışlarında Irak ve Suudi Arabistan sırasıyla 4228 ve 2704 ile en fazla konut satışının yapıldığı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ukrayna ise 608 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı ülke olarak görülmektedir.



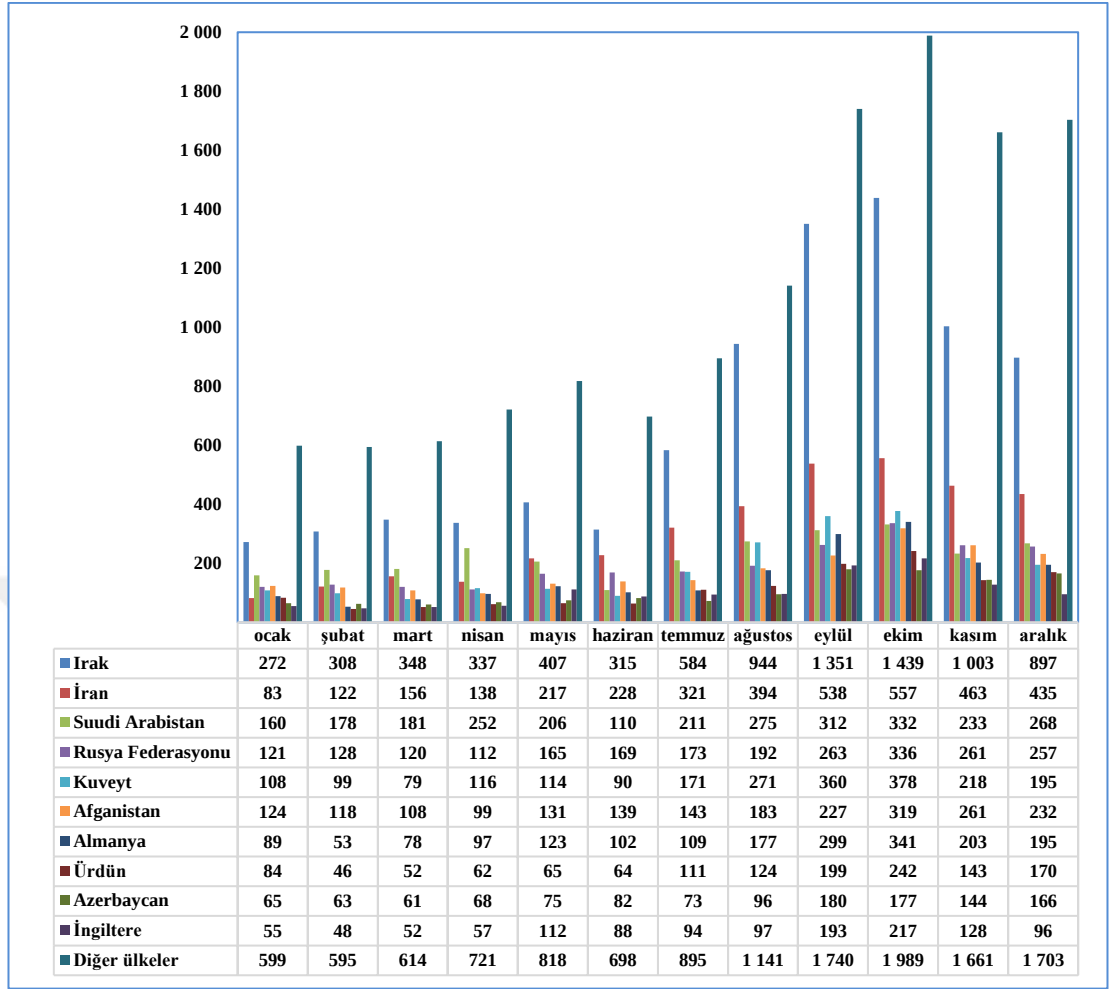
Şekil 5.11. 2016 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2016 yılında ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2016 yılında toplamda 18391 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Yapılan konut satışlarında Irak ve Suudi Arabistan sırasıyla 3036 ve 1886 ile en fazla konut satışının yapıldığı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ukrayna ise 484 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı ülke olarak görülmektedir.



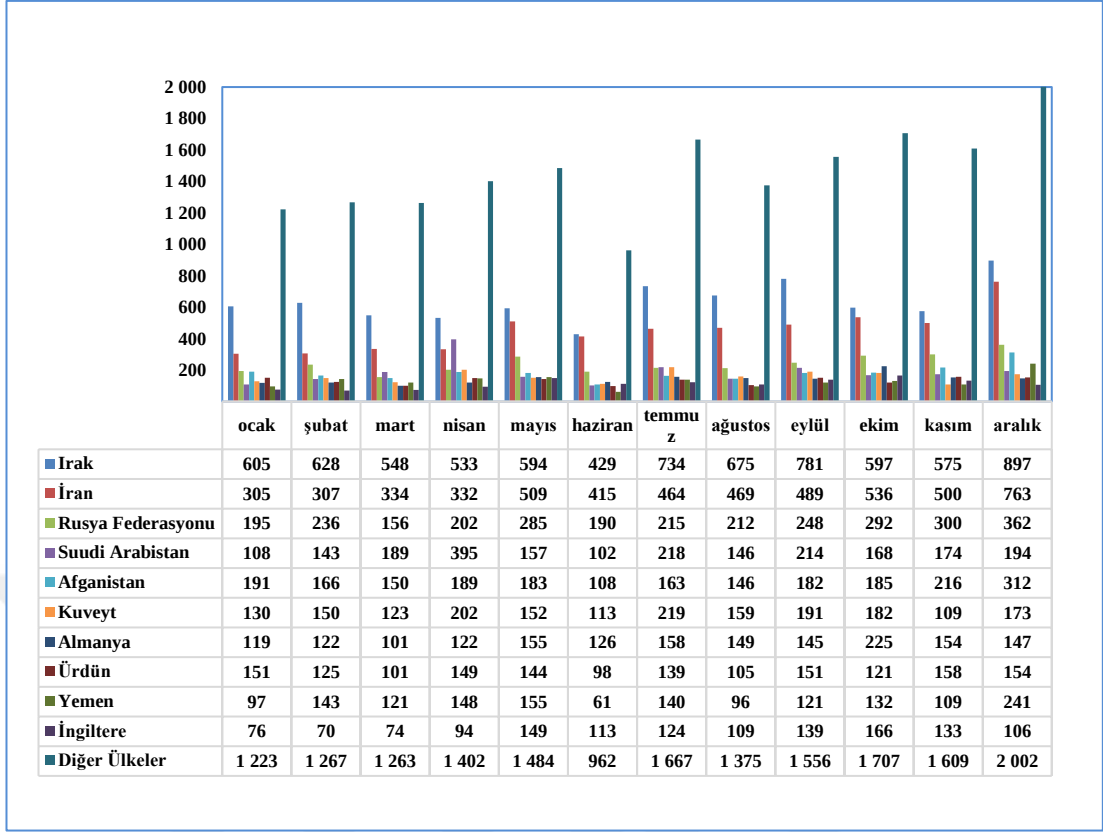
Şekil 5.12. 2017 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2017 yılında ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2017 yılında toplamda 22428 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Yapılan konut satışlarında Irak ve Suudi Arabistan sırasıyla 3805 ve 3345 ile en fazla konut satışının yapıldığı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Mısır ise 587 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı ülke olarak görülmektedir.



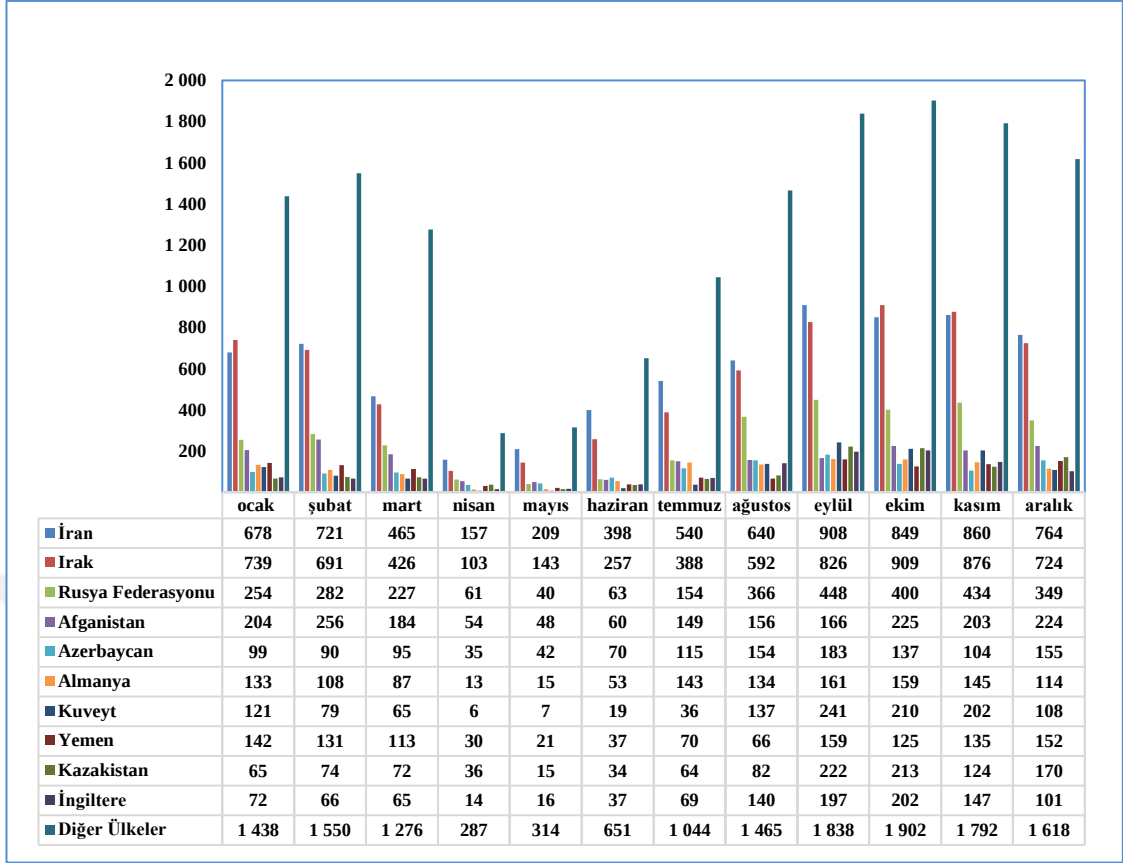
Şekil 5.13. 2018 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2018 yılında ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2018 yılında toplamda 40044 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Yapılan konut satışlarında Irak ve İran sırasıyla 8205 ve 3652 ile en fazla konut satışının yapıldığı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. İngiltere ise 1237 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı ülke olarak görülmektedir.



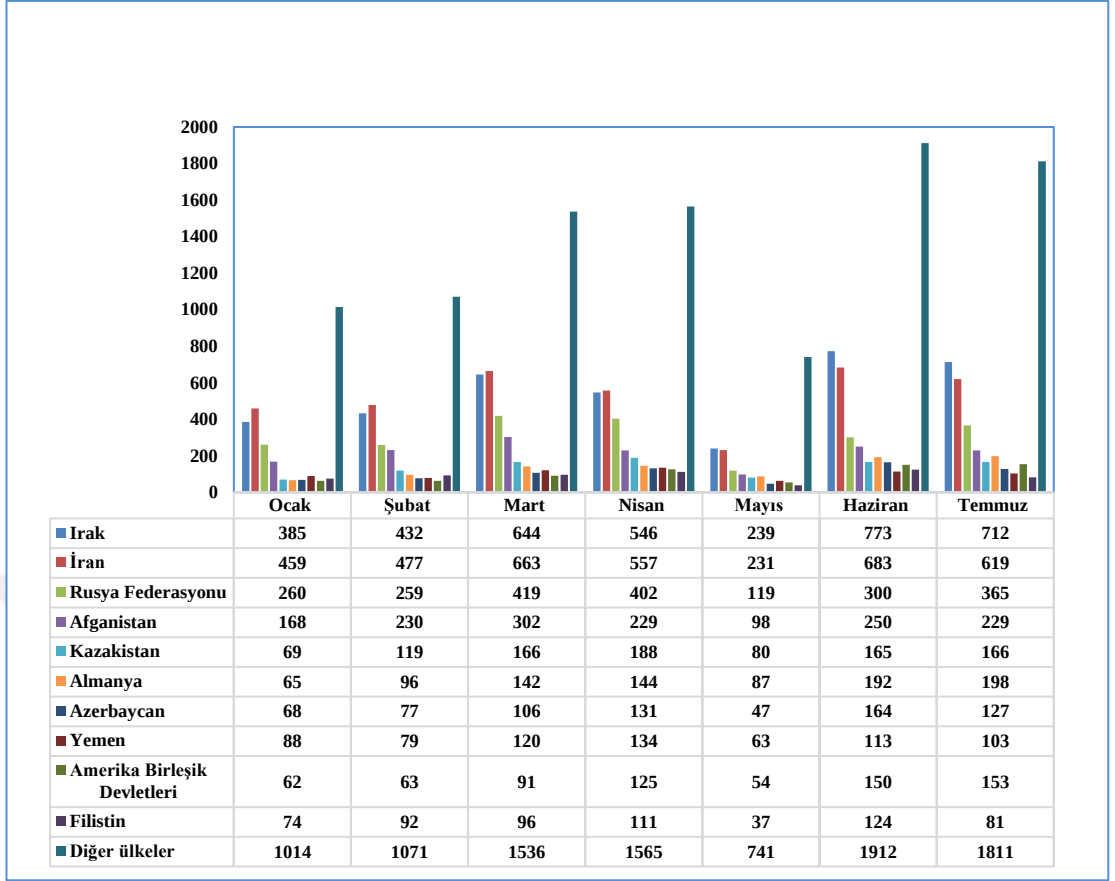
Şekil 5.14. 2019 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2019 yılında ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2019 yılında toplamda 45967 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Yapılan konut satışlarında Irak ve İran sırasıyla 7596 ve 5423 ile en fazla konut satışının yapıldığı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. İngiltere ise 1353 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı ülke olarak görülmektedir.



Şekil 5.15. 2020 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2020 yılında ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2020 yılında toplamda 41298 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Yapılan konut satışlarında İran ve Irak sırasıyla 7189 ve 6674 ile en fazla konut satışının yapıldığı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. İngiltere ise 1126 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı ülke olarak görülmektedir.



Şekil 5.16. 2021 yılı ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği

2021 yılında ülke uyruklarına göre yabancılara yapılan aylık konut satışı grafiği incelendiğinde 2021 yılında ilk 7 ayda toplamda 25310 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Yapılan konut satışlarında Irak ve İran sırasıyla 3731 ve 3689 ile en fazla konut satışının yapıldığı ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Filistin ise 615 ile yabancılara en az konut satışının yapıldığı ülke olarak görülmektedir.

5.3. Yabancılara Yapılan Aylık Konut Satışlarının Analizi

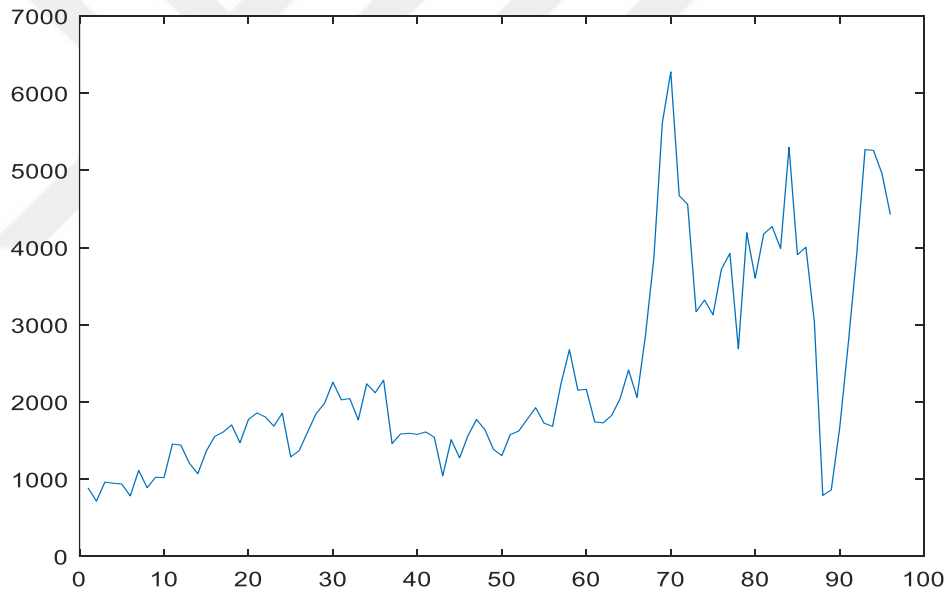
Bu tez çalışmasında grafiği Şekil 5.17. 'de verilen 2013-2020 yılları arasında elde edilen, yabancılara yapılan aylık konut satış sayılarına (YYAKSS) ait zaman serisinin analiz performansı RDTIFF yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Analiz aşamasında ilgili zaman serisinin girdi sayısı bir ile on iki arasında, bulanık küme sayısı da üç ile on arasında değiştirilmiştir. YYAKSS zaman serisinin analizinde, test kümesi uzunluğu

(ntest) 6 ve 12 olacak şekilde ayrı ayrı alınmıştır. Tüm yöntemlerde yineleme sayısı 100 olarak alınmıştır.

YYAKSS zaman serisinin analizinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılmasında Eşitlik (5.3.1) ile verilen Hata Kareler Ortalaması Karekök (HKOK) ve Eşitlik (5.3.2) ile verilen ortalama mutlak yüzde hata (OMYH) kriterleri kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 5.1’de verilmiştir.

$$OMYH = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right| \quad (5.3.1)$$

$$HKOK = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n}} \quad (5.3.2)$$



Şekil 5.17. 2013-2020 yılları arasında elde edilen, yabancılara yapılan aylık konut satış sayısına ait zaman serisi grafiği

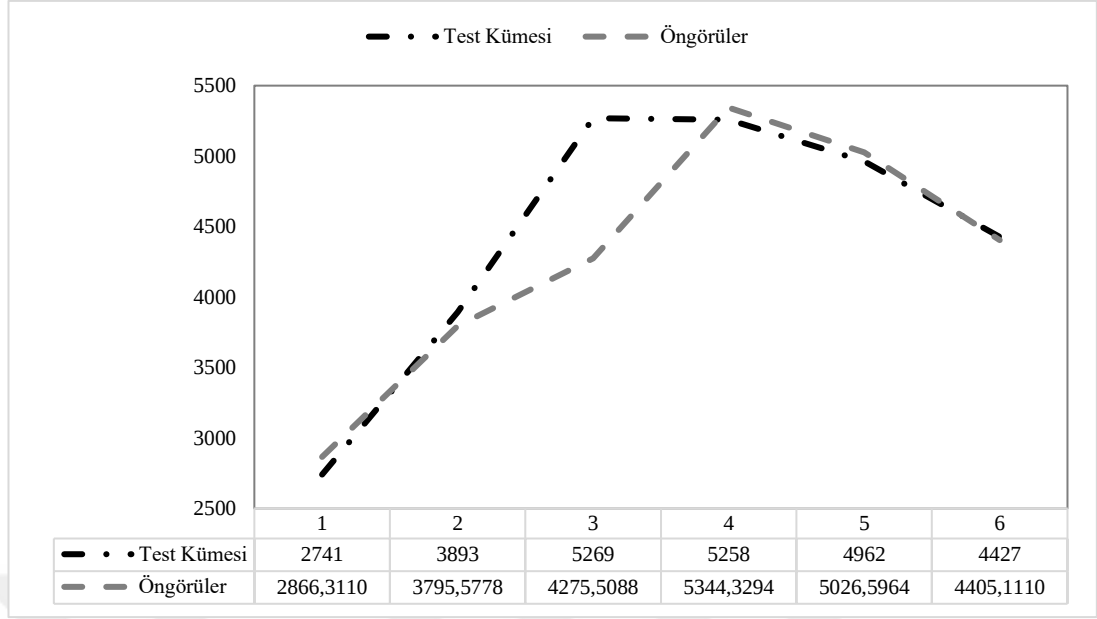
İlgili zaman serisi, RDT1FF yaklaşımı dışında, yapay arı kolonisine dayalı Pi-Sigma yapay sinir ağları ile (PS-YSA-YAK), Chen (1996), Turksen (2008) tarafından önerilen T1FF yaklaşımı, PSO’ya dayalı ileri beslemeli yapay sinir ağları ile (İB-YSA-PSO), Yolcu ve ark. (2013) tarafından önerilen doğrusal ve doğrusal olmayan YSA (D&DO-YSA), Bas ve ark. (2015) tarafından önerilen bulanık zaman serisi ağı (BZSA), Egrioglu ve ark. (2015) tarafından önerilen geri beslemeli çarpımsal nöron

model yapay sinir ağı ile (GB-ÇNM-YSA), Egrioglu ve ark. (2019) tarafından önerilen Medyan-Pi YSA (MP-YSA), Yılmaz ve ark. (2021) tarafından önerilen diferansiyel gelişim algoritmasına dayalı Pi-Sigma yapay sinir ağı ile (PS-YSA-DGA), Shin ve Ghosh (1991) tarafından önerilen PSO'ya dayalı pi sigma YSA (PSO-PS-YSA) yöntemleri ile analiz edilmiştir. İlgili zaman serisinin test kümesi uzunluğunun 6 olduğu durum için, yukarıda verilen her bir yöntemden elde edilen HKOK ve OMYH değerlerine ait analiz sonuçları Tablo 5.1. ile verilmiştir. İlgili zaman serisinin test kümesi uzunluğunun 6 olduğu durum için, girdi sayısı 5 ve bulanık küme sayısı da 3 olarak alınmıştır.

Tablo 5.1. YYAKSS test verisine ait analiz sonuçları (ntest=6)

Yöntemler	HKOK	OMYH
PS-YSA-YAK	1262,0202	0,2535
İB-YSA-PSO	1144,3797	0,2368
Chen (1996)	1044,0725	0,2236
GB-ÇNM-YSA	996,8693	0,1977
PS-YSA-DGA	984,0740	0,2125
BZSA	945,2879	0,2005
MP-YSA	915,2914	0,1988
PSO-PS-YSA	754,5325	0,1589
D&DO-YSA	742,5282	0,1453
T1FF	467,5143	0,0987
RDT1FF	413,1833	0,0489

Tablo 5.1. incelendiğinde, YYAKSS zaman serisinin analiz sonuçlarına göre test kümesi uzunluğunun altı olduğu durumda, RDT1FF yöntemi ile elde HKOK ve OMYH değerlerinin diğer yöntemlerden daha üstün olduğu görülmektedir. RDT1FF yöntemi ile diğer yöntemlere kıyas ile hem daha düşük HKOK hem de daha düşük OMYH değerleri elde edilmiştir. Ayrıca RDT1FF yöntemi ile elde edilen öngörüler ile test kümesine ait gözlemlerin birlikte grafiği test kümesi uzunluğunun 6 olduğu durum için Şekil 5.18 ile verilmiştir.



Şekil 5.18. RDT1FF yöntemi ile elde edilen öngörüler ile YYAKSS zaman serisinin test kümesinin birlikte grafiği (ntest=6)

Şimdi de T1FF fonksiyonları yaklaşımı ile RDT1FF yönteminin çoklu bağlantı problemine sahip olup olmadığına elde edilen VIF değerlerine göre inceleyelim. Test kümesi uzunluğunun 6 olduğu durumda, YYAKSS zaman serisi için T1FF ve RDT1FF yöntemlerinden elde edilen VIF değerlerine ait sonuçlar Tablo 5.2 ile verilmiştir.

Tablo 5.2. YYAKSS zaman serisi için T1FF ve RDT1FF yöntemlerinden elde edilen VIF değerlerinin ntest=6 iken karşılaştırılması

VIF Değerleri	
T1FF	RDT1FF
764,34998	2,8350378
564,30137	6,2598414
507,02626	5,013496
745,43836	2,4291137
4,09E-08	4,08E-08
6,81E-08	6,78E-08
7,77E-08	7,77E-08
7,59E-08	7,59E-08
5,13E-08	5,13E-08

Tablo 5.2 incelendiğinde, bazı VIF değerlerinin 10'dan büyük olması sebebi ile, T1FF yönteminin çoklu bağlantı sorunun sahip olduğu açıkça görülmektedir. RDT1FF yöntemi için ise, tüm VIF değerlerinin 10'dan küçük olması nedeni ile çoklu bağlantı problemi içermediği açıkça görülmektedir.

İlgili zaman serisinin test kümesi uzunluğunun 12 olduğu durum için, yukarıda verilen her bir yöntemden elde HKOK ve OMYH değerlerine ait analiz sonuçları Tablo 5.3'te verilmiştir. İlgili zaman serisinin test kümesi uzunluğunun 12 olduğu durum için, girdi sayısı 7 ve bulanık küme sayısı da 3 olarak alınmıştır.

Tablo 5.3. YYAKSS test verisine ait analiz sonuçları (ntest=12)

Yöntemler	HKOK	OMYH
İB-YSA-PSO	1248,8664	0,5835
PS-YSA-DGA	1155,1550	0,5714
PS-YSA-YAK	1148,8894	0,4768
BZSA	1098,3680	0,4760
GB-ÇNM-YSA	1081,4426	0,5482
MP-YSA	1026,4371	0,4578
D&DO-YSA	989,1552	0,4645
Chen (1996)	976,7137	0,4139
T1FF	894,4459	0,4394
PSO-PS-YSA	864,9551	0,4089
RDT1FF	782.7656	0,4029

Tablo 5.3 incelendiğinde, YYAKSS zaman serisinin analiz sonuçlarına göre test kümesi uzunluğunun 12 olduğu durumda, RDT1FF yöntemi ile elde HKOK ve OMYH değerlerinin tıpkı test kümesi uzunluğunun 6 olduğu durum da olduğu gibi diğer yöntemlerden daha üstün olduğu görülmektedir. RDT1FF yöntemi ile diğer yöntemlere kıyas ile hem daha düşük HKOK hem de daha düşük OMYH değerleri elde edilmiştir.

Test kümesi uzunluğunun 12 olduğu durumda, YYAKSS zaman serisi için T1FF ve RDT1FF yöntemlerinden elde edilen VIF değerlerine ait sonuçlar Tablo 5.4 ile verilmiştir.

Tablo 5.4. YYAKSS zaman serisi için T1FF ve RDT1FF yöntemlerinden elde edilen VIF değerlerinin ntest=12 iken karşılaştırılması

VIF Değerleri	
T1FF	RDT1FF
1089,188893	0,26456305
788,8319838	1,13401201
717,6960925	0,90613346
1056,218426	0,013753628
6,49E-08	6,43E-08
1,11E-07	1,11E-07
1,09E-07	1,09E-07
1,19E-07	1,19E-07
1,10E-07	1,10E-07
1,32E-07	1,32E-07
7,91E-08	7,56E-08

Tablo 5.4 incelendiğinde, bazı VIF değerlerinin 10'dan büyük olması sebebi ile, T1FF yönteminin yine çoklu bağlantı sorununa sahip olduğu açıkça görülmektedir. RDT1FF yöntemi için ise, tüm VIF değerlerinin 10'dan küçük olması nedeni ile çoklu bağlantı problemi içermediği açıkça görülmektedir.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkelerin konut alım satımına ilişkin uyguladığı politikaların son yıllarda özellikle yabancıların konut alımını teşvik eden uygulamalar çerçevesinde önemli değişikliklere uğradığını görmekteyiz. Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de konut alım satımına ilişkin 2018 yılında uygulanan bir politika doğrultusunda yabancılara konut alımının teşvik edilmesi hedeflenmiştir. Buna göre yabancılara Türkiye’den gayrimenkul edinerek Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlığı alma hakkı verilmiştir. Bu uygulama ile birlikte Türkiye’nin doğal güzellikleri, yaşanılabilir çevre koşulları ve son yıllarda Türk lirasının diğer ülke paraları karşısındaki hızlı değer kaybı Türkiye’yi yabancıların yaşamayı tercih ettiği bir ülke konumuna getirmiştir. Bu da yabancılara yapılan konut satışının hızla artmasını sağlamıştır.

Tablo 6.1. 2015-2021 ilk 7 Ay ülke uyruğuna göre yabancılara yapılan konut satışı

Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Irak	4228	3036	3805	8205	7596	6674	3731
İran	744	664	792	3652	5423	7189	3689
Rusya	2036	1224	1331	2297	2893	3078	2124
Afganistan	656	1205	1078	2084	2191	1929	1506
Kazakistan	540	380	334	542	776	1171	953
Almanya	869	714	772	1866	1723	1265	924
Azerbaycan	815	610	942	1250	1191	1279	924
Kuveyt	2130	1744	1691	2199	1903	1231	609
Mısır	318	348	587	725	991	784	561
Ürdün	243	345	483	1362	1596	1080	538
İngiltere	1054	827	794	1237	1353	1126	433
İsveç	541	417	406	723	754	543	393
Diğer ülkeler	8661	6570	7218	13562	13264	12943	8572

Tablo 6.1’de 2015-2021’in ilk 7 aylık verileri incelendiğinde Irak uyruklu yabancılara 2020 yılı dışında en fazla konut satışının yapıldığı görülmektedir. 2020 yılında ise en fazla konut satışı İran uyruklu yabancılara yapılmıştır. Söz konusu yıllar içinde ilk üç

yıl ikinci en fazla konut satışının yapıldığı ülke uyruğu Kuveyt olmakla birlikte 2018, 2019 ve 2021 yılının ilk 7 ayında ikinci en fazla konut satışı İran uyruklu yabancılara yapılmıştır. Rusya uyruklu yabancılar ise tüm yıllarda üçüncü en fazla konut satışının yapıldığı yabancılar olarak görülmüştür. 2015-2021 yılının ilk 7 ayını bölgesel olarak incelediğimizde Ortadoğu ve Kuzey Afrika bölgesinde (Irak, İran, Kuveyt, Mısır, Ürdün) yabancılara yapılan konut satışı toplam 80896 adet olmuştur. Asya bölgesinde (Afganistan, Kazakistan, Rusya, Azerbaycan) yabancılara yapılan toplam konut satışı 37339 adet olmuştur. Bu durum Avrupa bölgesinde (Almanya, İngiltere, İsveç) ise yabancılara yapılan toplam konut satışı 18734 adet olmuştur.

Buna göre bu tez çalışmasında literatürde ilk kez RDT1FF yaklaşımı ile yabancılara yapılan aylık konut satışı tahmini yapılmış ve RDT1FF yaklaşımının öngörü performansı, literatürde iyi bilinen birçok öngörü yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar, RDT1FF yaklaşımının diğer yöntemlerden daha iyi öngörü sonuçları ürettiğini göstermiştir. Bununla birlikte, yabancılara yapılan aylık konut satışı tahmini için kullanılan RDT1FF yaklaşımı ile hem klasik T1FF yaklaşımının sahip olduğu çoklu bağlantı probleminin önüne geçilmiş hem de öngörü performansının arttığı sonucuna varılmıştır.

Gelecek çalışmalara RDT1FF yaklaşımı, farklı ülkelerdeki yabancılara yapılan konut satışı tahmini için de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Aktürk, E., Tekman, N. 2016. Konut talebi ve Erzurum kent merkezinde tüketicilerin konut edinme kararlarını etkileyen faktörler. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 30(2), 423-440.
- Bas, E., Egrioglu, E., Aladag, C. H., Yolcu, U. 2015. Fuzzy-time-series network used to forecast linear and nonlinear time series. Applied Intelligence, 43(2), 343-355.
- Bas, E., Egrioglu, E., Yolcu, U., Grosan, C. 2019. Type 1 fuzzy function approach based on ridge regression for forecasting. Granular Computing, 4(4), 629-637.
- Bayar, F. 2008. Küreselleşme kavramı ve küreselleşme sürecinde Türkiye. Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi, 32, 25-34.
- Bezdek, J. C., Coray, C., Gunderson, R., Watson, J. 1981. Detection and characterization of cluster substructure i. linear structure: Fuzzy c-lines. SIAM Journal on Applied Mathematics, 40(2), 339-357.
- Chen, S. M. 1996. Forecasting enrollments based on fuzzy time series. Fuzzy sets and systems, 81(3), 311-319.
- Ecer, F. 2014. Türkiye'deki konut fiyatlarının tahmininde hedonik regresyon yöntemi ile yapay sinir ağlarının karşılaştırılması. In International Conference On Eurasian Economies (pp. 1-10).
- Egrioglu, E., Yolcu, U., Aladag, C. H., Bas, E. 2015. Recurrent multiplicative neuron model artificial neural network for non-linear time series forecasting. Neural Processing Letters, 41(2), 249-258.
- Egrioglu, E., Yolcu, U., Bas, E. 2019. Intuitionistic high-order fuzzy time series forecasting method based on pi-sigma artificial neural networks trained by artificial bee colony. Granular Computing, 4(4), 639-654.
- Er, F., Durucasu, R. 2016. İllere göre aylık konut satış sayılarının çoklu uyum analizi. İktisadi Yenilik Dergisi, 4(1), 1-15.
- Güler, İ., Başer, U., Bozoğlu, M. 2019. Rize ili merkez ilçesinde konut fiyatlarının hedonik fiyat modeliyle değerlemesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(4), 2294-2302.
- Hoerl, A. E., Kennard, R. W. 1970. Ridge regression: Biased estimation for nonorthogonal problems. Technometrics, 12(1), 55-67.
- Hoerl, A. E., Kennard, R. W. 1976. Ridge regression iterative estimation of the biasing parameter. Communications in Statistics-Theory and Methods, 5(1), 77-88.
- Jang, J. S. 1993. ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system. IEEE Transactions On Systems, Man, and Cybernetics, 23(3), 665-685.

- Lebe, F., Akbaş, Y. 2014. Türkiye'nin konut talebinin analizi: 1970-2011. Atatürk üniversitesi iktisadi ve idari bilimler dergisi, 28(1), 57-83.
- Mamdani, E. H., Assilian, S. 1975. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International journal of Man-Machine Studies, 7(1), 1-13.
- Nghiep, N., Al, C. 2001. Predicting housing value: A comparison of multiple regression analysis and artificial neural networks. Journal of Real Estate Research, 22(3), 313-336.
- Özaktaş, F. D. 2019. Yabancılar konut satışı ve reel efektif döviz kuru: Türkiye örneği ampirik çalışma. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 15(1), 131-147.
- Öztürk, N., Fitöz, E. 2009. Türkiye'de konut piyasasının belirleyicileri: Ampirik bir uygulama. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 5(10), 21-46.
- Öztürk, Y., Akdu, U., Akasya Akdu, S. 2007. Yabancı turistlerin konut/devre mülk satın almalarının yöre halkı üzerindeki sosyal ve kültürel etkileri: Fethiye örneği. Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, (2), 11-29.
- Shin, Y., Ghosh, J. 1991. The pi-sigma network: An efficient higher-order neural network for pattern classification and function approximation. In IJCNN-91-Seattle International Joint Conference on Neural Networks, 13-18.
- Takagi, T., Sugeno M., Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control, in IEEE. Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol.116-132.
- Temür, A. S., Akgün, M., Temür, G. 2019. Predicting housing sales in Turkey using Arima, Lstm and hybrid models. Journal of Business Economics and Management, 20(5), 920-938.
- Türkşen, I. B. 2008. Fuzzy functions with LSE. Applied Soft Computing, 8(3), 1178-1188.
- UYAR, S. G. K., KILIÇ, E. 2017. Yabancıların konut talebinin Türkiye'deki bölgesel konut talebi üzerine etkisi: Mekansal ekonometrik analiz. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(4), 292-306.
- Uysal, D., Yiğit, M. 2016. Türkiye'de konut talebinin belirleyicileri (1970-2015): Ampirik bir çalışma. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi, 19(1), 185-209.
- Yılmaz, H., Tosun, Ö. 2020. Aylık konut satışlarının modellenmesi ve Antalya örneği. Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(21), 141-158.
- Yılmaz, O., Bas, E., Egrioglu, E. 2021. The training of pi-sigma artificial neural networks with differentiale evolution algorithm for forecasting. Computational Economics, 1-13.
- Yılmazel, Ö., Afşar, A., Yılmazel, S. 2018. Konut fiyat tahmininde yapay sinir ağları yönteminin kullanılması. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (20), 285-300.
- Yolcu, U., Egrioglu, E., Aladag, C. H. 2013. A new linear & nonlinear artificial neural network model for time series forecasting. Decision support systems, 54(3), 1340-1347.

Zainun, N. Y. B., Rahman, I. A., Eftekhari, M. 2010. Forecasting low-cost housing demand in Johor Bahru, Malaysia using artificial neural networks (ANN). Journal of Mathematics Research, 2(1), 14.

tr.investing.com/news/inhouse-global-raporu-2020-ylnda-yanacya-konut-satsnda-turkiye-ilk-10da-2089004-., Erişim Tarihi:28.03.2021

www.yabancilar.org/blog/turk-vatandasliginin-kazanilmasi-5/turk-vatandasliginin-turkiyede-gayrimenk-7.html-27.03.2021–%20" .,Erişim Tarihi:28.03.2021



ÖZGEÇMİŞ

Minel Demirkan Pişkin İlk ve orta eğitimini Tokat Namık Kemal İlköğretim okulunda tamamladı. 2011 yılında Antalya Gazi Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2015 yılında başladığı Akdeniz Üniversitesi İşletme Bölümü'nü 2018 yılında bitirdi. 2019 yılında Giresun Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

