

## Gayrimenkul Piyasasında Regresyon Yöntemleri ile Veri Madenciliği

Fatih ŞEVGİN

Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Yüksek Okulu, İnşaat Bölümü, İnşaat Teknolojisi Programı, Muş/Türkiye.  
ORCID: 0000-0002-1984-8162

Sorumlu Yazar: f.sevgin@alparslan.edu.tr

Geliş tarihi:13.09.2023

Kabul tarihi:18.12.2023

### Özet

Gelişen ve küreselleşen dünyamızda insanoğlu yerleşim ve yerleşke üzerindeki tecrübesini her geçen gün farklı metot ve modellerle geliştirmektedir. Asıl amaç ev yapmayla beraber evin düşük maliyet ve kaliteli malzeme kullanılarak daha iyi yapılmasıdır. Lakin günümüz Türkiye'sinde mühendis ve müteahhitlerin çoğu malzeme noktasında zafiyet gösterirler. Yani yapı inşasında kalitesiz veya eksik malzeme kullanarak yapıyı maliyetin altında yaparlar ve satış noktasında değerinin çok fazla üstünde satmaya çalışırlar. Bu durum emlak piyasasında çok ciddi dengesizliklere davetiye çıkarmaktadır. Konut fiyatlarını belirlemek ciddi bir emek ister. Konut fiyatlarının tespiti için birden fazla istatistik ve kara kutu yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada Lineer Regresyon, YSA, Gradient Boosting (Gradyen Arttırıcı Regresyon), Karar Ağaçları yöntemleri kullanılmıştır. Amaç metre kare fiyatı olarak en yakın sonucu bulmaya çalışmaktır. Yapılan istatistiksel çalışma ve karşılaştırma sonucunda ortalama mutlak hata değerleri küçükten büyüğe doğru Karar ağaçları 5.27, Lineer Regresyon 6.06, YSA 13.52 ve Gradient Boosting 14.84 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla konut maliyet analizlerinde daha az hata payı için Karar ağaçları yöntemini kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Regresyon Yöntemleri, Veri Madenciliği, Emlak, Fiyat Analizi

### Data Mining with Regression Methods in the Real Estate Market

#### Abstract

In our developing and globalizing world, human beings are improving their experience of settlements with different methods and models. The main purpose of building a house is to make it better by using low-cost and quality materials. However, in today's Turkey, most engineers and vendors tend to use low-quality materials to maximize their profit. However, they try to sell it much higher than its value. This attitude has been creating serious imbalances in the real estate market. There are several statistics and black box methods to estimate real estate prices. Among them, Linear Regression, ANN, Gradient Boosting and Decision Trees were utilized in this study. The main objective is finding the closest result for the price of a real estate in terms of its square meter. In the statistical study and comparison, the average result absolute error values were changed from smallest to largest as Decision trees 5.27, Linear Regression 6.06, ANN 13.52 and Gradient Boosting 14.84. Therefore, the Decision Trees can be used for less margin of error in construction cost analyses.

**Keywords:** Regression Methods, Data Mining, Real Estate, Price Analysis

## 1. GİRİŞ

Geçmiş tarihlerden beri insanlar sürekli olarak barınma ihtiyacı hissetmişlerdir. İlk çağlarda evlerin amacı günümüzdeki gibi konfor amaçlı değil hayatta kalma çabası gütmektedir. İlk yerleşim yerlerinde höyüklerdeki yapılarda yaşamını sürdüren insanlar sonrasında daha karmaşık yapıları yapmaya başlamışlardır. Bunun yanında özellikle mağara yaşamı insanlar için o dönemde son derece koruyucu ve kurtarıcı olmuştur. Mağaraların yüksek olması yırtıcı hayvanların ulaşımı yönünden oldukça zordu. Zamanla barınma ihtiyacı gelişen teknoloji ve artan nüfusla beraber büyümüştür. Bundan dolayı yapılaşma için gerekli yerin ve kullanılacak malzemelerin araştırılması ve elde edilmesi sonucunda binalar yükselmeye başlamıştır. Binalarla beraber satış sektörünü yönetecek emlakçılar bu piyasada görev almaya başlamıştır. Konut sektörü önemli ölçüde yerli sermayeye bel bağlaması, istihdam hacminin büyüklüğü yönünden oldukça önemlidir. Ayrıca yüksek katma değer üretmesi, başlangıçta imalat olmak üzere farklı sektörlerle sıkı bir girdi-çıkı ilişkisi içinde olması sebebiyle lider ve lokomotif bir sektördür [1].

Şüphesiz ki konut ve emlak piyasası birbirinden ayrılmaz iki önemli sektördür. Bazen konut sektörü hızlı olurken emlak piyasası cansız, bazen ise tam tersine konut sektörü yavaş olurken emlak piyasası çok aktif ve canlı olabilmektedir. Taşınmaz mallardaki satış oranlarının artmasının en önemli nedenlerinden biri faiz oranlarındaki azalıştır. Sonrasında farklı firmalar tarafından fazla miktarda yapılan konutların elde kalarak şişmesi sonucu düşük fiyata satılması bir ikinci nedendir. İnşaat kalemlerinin analiz ve maliyetleri çok hassas ve çok sağlam fizibilite isteyen bir işlemdir. Yapılacak en ufak bir hata maliyet noktasında firma sahibini zora sokacak ve zincirleme bir maliyet kazasına sebebiyet verecektir. O yüzden deneyim ve feraset bu sektörde çok önemli iki unsurdur. Ülkemizde maalesef yatırım aracı olarak konut piyasası en başı çekmektedir. Bu yüzden yatırımcı ilk olarak yatırımını direk olarak gayrimenkul üzerine yapmaktadır. Özellikle bir ev almak için karar verirken o evin kuzey, güney, batı, doğu gibi cephesel yönlerine, yaşına, kullanılan malzemeye, kör cephesine, merkeze olan mesafe ve konumuna, kaçınıcı katta olduğuna, elektrik ve su durumuna, o semtte oturan insanların komşuluk ilişkilerine vb. birden fazla etken temel alınır. Karar verme süreci için birden fazla yöntem bulunmaktadır. Özellikle veri madenciliği bu noktadaki açığı kapatmak için son zamanlarda oldukça tercih edilmektedir. Bu analiz yöntemi, çok geniş hacimli verilerin yapısındaki ilişkileri araştırarak aralarındaki bağlantıyı tespit etmeye yardımcı olan ve veri tabanı sistemleri bünyesinde gizli kalmış bilgilerin çekilmesini sağlayan veri analizi yöntemidir [2]. Veri madenciliğinde genel olarak tercih edilen yöntem ise karar ağaçlarıdır. Bu yöntem kolay uygulanabilmesi ve anlaşılabilir sonuçlar vermesi nedeniyle yaygın olarak kullanılan veri madenciliği yöntemlerindedir [3]. Ayrıca yöntem karar alıcıya karar alma aşamasında hangi unsurların göz önünde bulundurulmasını ve her bir unsurun kararın farklı çıktıları ile birlikte geçmişte nasıl bağlantılı olduğunun tespit edilmesi hususlarında yardımcı olur [4]. Bu çalışmada birden fazla yöntem (Lineer Regresyon, YSA, Gradyen Arttırıcı Regresyon, Karar Ağaçları) konut fiyatlarının tahmin etmede kullanılmıştır. Bu modeller arasında karar ağaçları birim m<sup>2</sup> fiyat hesaplarında ortalama mutlak hata olarak en anlamlı sonucu vermiştir. Günümüzde kullanılan model ve teknikler kesin sonuç vermektan ziyade minimum hataya yaklaşma eğilimindedirler. Ayrıca bu modeller olayın fiziksel yönlerini hesaba katmazlar. Çalışmanın bir nebze olsa emlak ve inşaat sektörüne fayda ve yarar sağlayacağı beklenmektedir.

### 1.1. Çalışma ve Modellerle İlgili Mevcut Literatür

Emlak üzerine bilim insanları sayısız çalışmaya imza atmışlardır. Lakin bu piyasa sürekli gelişen, değişen ve kendini yenileyen bir sektördür. Tarihi yapılar ve sanat eserleri hariç kendini yenilemeyen ve yaptığı projelerde sürekli tip proje kullanan firma ya da devletler bu sektörde çok fazla ilerleme imkânı bulamazlar. Küresel ölçekte bu varlık piyasası üzerindeki krizler 1980, 1998, 2001, 2008, 2016 ve 2018 yılları arasında ciddi anlamda bir kırılganlık göstermiştir [5].

Dan (2013) Mortgage sisteminin Amerika'da genel olarak kredi kanalıyla talep edilmesi nedeniyle konut fiyatlarındaki esnemenin Avrupa bölgesine göre daha kolay olduğunu belirtmiştir [6]. Ivanov ve Lavrinovic 2003-2006 yılları arasında artış gösteren ihracat gelirlerinin anamal miktarında artma meydana getireceğini ve kredi büyümesine neden olacağını vurgulamışlardır. Kredi ve parasal büyüme gayrimenkul talebini artıracak ve bu durumda emlak piyasası canlanacaktır [7]. Chen (2001) çoklu VAR modelini kullanarak Tayvan' da 1973-1992 yıl aralığında gayrimenkul fiyatları ve hisse senedi arasındaki ilişkiyi açıklamıştır. Bu çalışma sonucuna binaen konut fiyatları ve hisse senedi arasında çok güçlü bir bağın olduğunu belirtmiştir [8].

Guiliodori (2005) 9 Avrupa ülkesi üzerinde VAR modelini kullanarak ayrı ayrı tahminlerde bulunmuş ve ev fiyatlarındaki faize bağlı değişimlerin özel tüketim giderleri üzerine etkisini incelemiştir. Yaptığı çalışma sonucunda ev ve ipotek piyasalarının daha yükselen ve rekabetçi dönemlerinde faiz etkilerinin tüketici giderleri üzerindeki baskısını artırabileceğini belirtmiştir [9]. Taşkın ve ark. (2005) da karar ağaçları yöntemini kullanarak satış hacmi analizini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaya göre işletmenin belli bir zaman diliminde yaptığı satışlar müşterilerin satın alma davranış özelliklerine göre analiz edilmiştir. Yapılan analiz neticesinde müşteriler harcama tutarına göre belli sınıflara ayrılmıştır [10]. Tuna ve ark. (2015) çoklu regresyon analizi ile Ankara Belediyesi sınırları içerisinde yer alan ilçelerde (Çankaya, Akyurt, Gölbaşı, Yenimahalle, Altındağ, Sincan, Etimesgut, Keçiören, Mamak) satışa sunulan konutlara ait verileri kullanarak fiyat tahmini yapmışlardır [11].

Yılmazel ve ark. (2018) yapay sinir ağları yöntemiyle Eskişehir ilindeki konutların fiyatlarını belirlemişlerdir. Konut fiyatlarında etkili olabilecek değişkenlerden oda sayısı, banyo sayısı, konutların büyüklüğü, birinci katta olup olmadığı, evin yer aldığı binadaki toplam kat sayısı, merkezi ısıtma sisteminin olup olmadığı, asansörün, otoparkın, fiber internet bağlantısının ve ankastre mutfağın olup olmadığı gibi farklı fiziksel nitelikleri, bulunduğu mahalle ve tramvaya mesafesi parametreleri girdi olarak kullanılmıştır. Çalışmasında yapay sinir ağları yönteminin ev fiyatlarının tahmin edilmesinde uygun bir araç olarak kullanılabilirliğini belirtmişlerdir [12].

Rossini (1997) hem çoklu regresyon analizini hem de yapay sinir ağlarını konut fiyatlarının tahmininde kullanmıştır. Satışı yapılan konutlarda kullanılan değişkenler; bölge, satış zamanı, arsa alanı, satış fiyatı, mahalle, iyileştirme, eşdeğer inşaat alanı, oda sayısı, çatı tipi, durum, duvar tipi, bina inşaatı ve bina tipi tarihidir. Kullanılan 334 adet veri setinin 223 tanesi eğitim, 111 tanesi ise test için kullanılmıştır. Sonuçta çoklu regresyon analizi %89 doğruluk ve %90 ortalama uyum oranına yaklaşıırken, yapay sinir ağları ise %81 doğruluk ve %78 ortalama uyum oranında kalmıştır [13]. Zurada ve ark. (2011) konut fiyat analizlerinde yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemlerini kullanmışlardır. Hesaplamaya kattıkları değişkenler; banyo adedi, garaj büyüklüğü, ev alanı, şömine, ısıtma sistemi, garaj tipi ve inşaat tipidir. Sonuç olarak yapay sinir ağları ve bulanık mantık

yeterli sayıda veri ve doğru analiz yapılması şartıyla kullanılabilir yöntemler olup, konunun üzerinde durulması gerektiğini belirtmişlerdir [14].

Lu ve ark. (2017) Gradient Boosting ve Lasso yöntemleri ile hibritlenen bir modelle en verimli sonucu bulmuşlardır. Modelde %35 Gradient Boosting ve %65 Lasso kombinasyonu kullanılmıştır [15]. Bilik ve ark. (2019)'da ev halkının konut sahibi olma isteklerini etkileyen sebepler çerçevesinde (hane büyüklüğü, kır-kent yerleşim biçimi, hane geliri, üniversite mezuniyeti, hane reisinin çalışma şekli, medeni durumu ve cinsiyeti) iki farklı yöntemi yani SVR (Destek Vektör Makineleri) ile geleneksel lojistik regresyon yaklaşımının tahmin güçlerini kıyaslamışlardır. Buna göre hane halkının toplam gelirinin ev sahibi olma isteği için en önemli etmen olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmaya göre SVR yönteminin konuta sahip olma ve olmama yönünde en iyi olasılıklarda sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir [16].

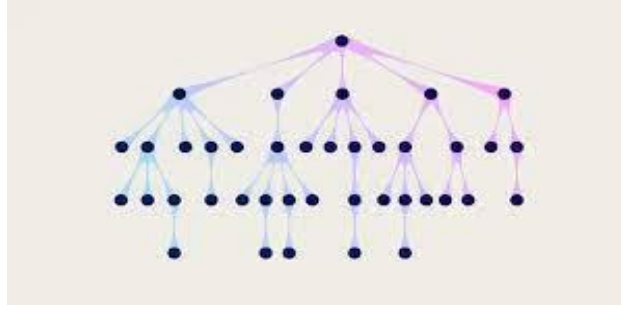
Bu çalışmada konut fiyat analizi ve tahmini için makine öğrenme metotları kullanılmıştır. Genel olarak baktığımızda bu dört modelin konut fiyatlarını tahmin etmede özellikle yaygın olarak kullanıldığını söyleyebiliriz. O yüzden modeller bu çalışmada kullanılmıştır. Dolayısıyla çalışmanın amacı bu modeller arasında en iyi konut tahminini veren fiyatı belirlemektir. Regresyon modellerini kullanmamızın asıl nedeni ortalama mutlak hatayı bulmak içindir. Çalışmada modeller için sınıflandırma yapılmamıştır.

## 2. REGRESYON MODELLERİ

Regresyon iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemeye yarayan, bağımlı değişkenin bağımsız değişkenden ne oranda etkilendiğini hesaplayan istatistiksel bir yöntemdir. Çalışmada verilerin % 67'si eğitim için geriye kalan %33'si ise test verisi olarak kullanılmıştır. Konut fiyatı için kullanılan değişkenler sırası ile evin yaşı, evin kullanım tarihi, toplu taşımaya olan uzaklık, eve yakın mağaza sayısı, enlem ve boylamdır. Birçok regresyon yöntemi olmakla beraber bu çalışmada dört adet yöntem kullanılması yeterli görülmüştür. Modellerin hata metrikleri kendi aralarında değerlendirilmiştir. Bu yöntemleri kısaca açıklamakta fayda vardır.

### 2.1. Karar Ağaçları

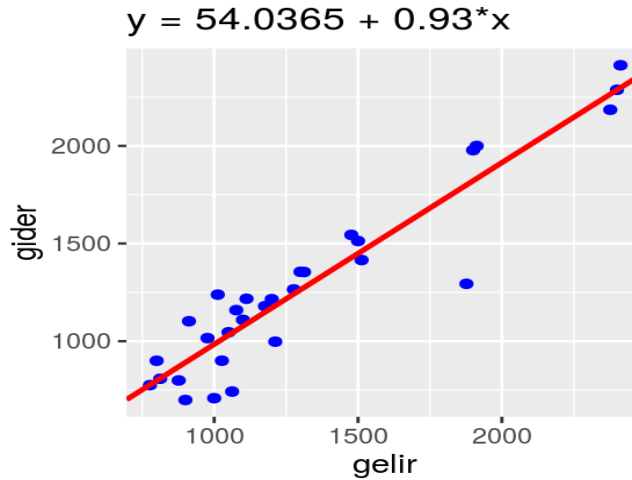
Bu yöntem veri madenciliğinde regresyon modellerini oluşturmak için kullanılan bir metottur (Şekil 1). Özellikle karar analizinde olmak suretiyle kompleks sorunların araştırmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Regresyon modelleri adı gibi tıpkı ağaç gibi bir yapı oluşturularak inşa edilir. Bu tür regresyon yöntemleri eğitici denetimli öğrenmesine sahiptirler. Bu tür özelliğe sahip olan öğretimlerde sonuç kolay bilinir. Kategorik ve sayısal veriler için karar ağaçları sıklıkla kullanılır [10].



Şekil 1. Karar ağaçları [17]

## 2.2. Lineer Regresyon

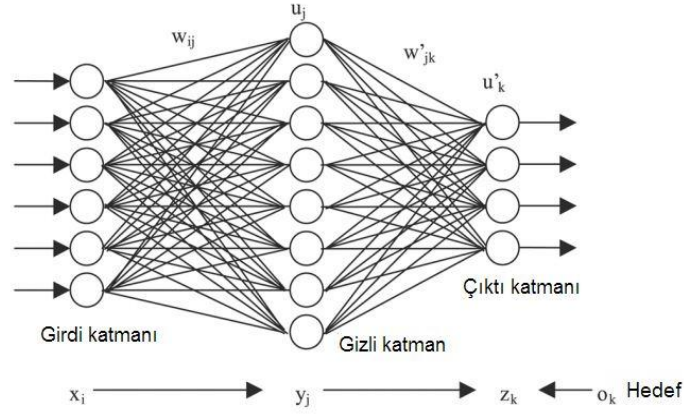
Bu yöntem, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi modellemede kullanılan yöntemler arasında en çok tercih edilendir (Şekil 2). Bağımlı değişkeni bulmak için kullanılan modelde girdi olarak tek bir bağımsız parametre kullanılıyorsa tekli regresyon, birden çok bağımsız parametre kullanılıyorsa çoklu regresyon analizi olarak isimlendirilir. Bağımlı ve bağımsız parametre ya da parametreler arasındaki ilişki doğrusal (lineer) olabileceği gibi eğrisel de olabilir. Regresyon analizi ile bağımlı ve bağımsız parametreler arasındaki ilişkinin varlığı araştırılmaktadır. Eğer ilişki var ise bunun gücü hakkında bilgi edinilmektedir [18].



Şekil 2. Lineer Regresyon [19]

## 2.3. YSA

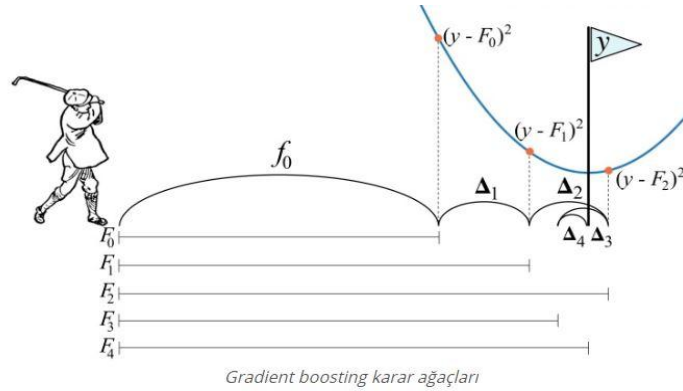
Yapay sinir ağları günümüzde en çok kullanılan makine öğrenimi tekniğidir (Şekil 3). İnsan beynini ve buna benzeyen sistemler göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Çalışma prensibi sinir hücrelerine dayanır. Yapay zekânın bir alt başlığı olup bu alanda araştırma yapanların ilgisi haline gelmiştir. Genel anlamda giriş, gizli ve çıkış katmanı vardır. Katmanlar arası ağırlık hesaplamalarıyla tahmin yapar [20].



Şekil 3. YSA [21]

## 2.4. Gradyen Arttırıcı Regresyon

Makine öğrenmesine ait olan bu yöntem hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerinin analizinde kullanılan bir algoritmadır (Şekil 4). Bu yöntemde yapılacak ilk iş ilk yaprak (initial leaf) oluşturmaktır. Daha sonra tahmin yanılmaları göz önünde bulundurularak yeni ağaçlar inşa edilir. Bu hal karar verilen ağaç adedine ya da modelden daha fazla büyüme kaydedilemeyinceye kadar devam eder. Yöntem Sınıflandırma ve regresyon problemlerinde kendine özgü karar ağaçları barındıran düşük tahmin modelleri üreten makine öğrenim tekniklerinden biridir [22].



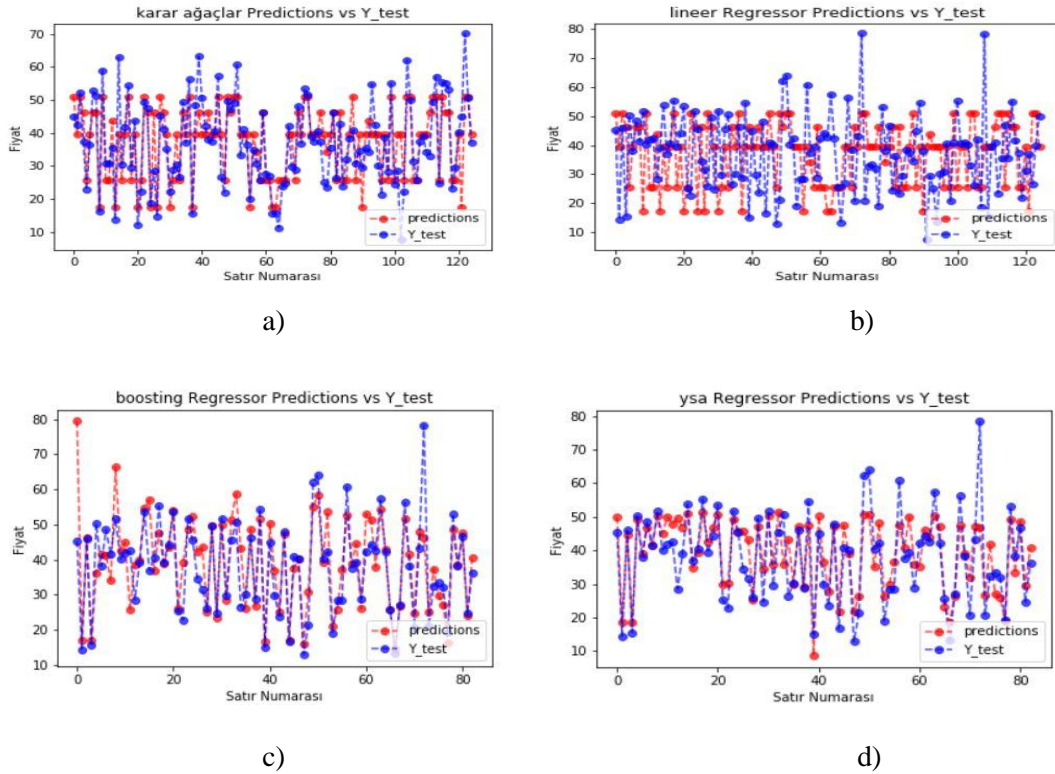
Şekil 4. Gradyen Arttırıcı Regresyon [23]

## 3. UYGULAMA

### 3.1. Regresyon Modellerinin Uygulanması

Bu çalışmada regresyon modellerindeki performansı görmek için MAE (Mean Absolute Error) hata metriği kullanılmıştır. Yapılan çalışmada dört tane regresyon modelini emlak verisine uygulayıp çıkan sonuçlar Şekil 5'deki gibi grafikleştirilmiştir. Mavi noktalar gerçek değerleri, kırmızı noktalar metotların yaptığı tahmini değerleri ifade etmektedir. Grafikler sırasıyla karar ağaçları, lineer regresyon, Gradient Boosting ve YSA (Yapay

Sinir Ağı) şeklinde betimlenmiştir. Buna göre mavi ve kırmızı noktaların üst üste örtüştüğü en iyi senaryo karar ağaçlarında görülmüştür. Bu da yöntemin doğru sonuca yakın tahminler verdiğinin göstergesidir.



Şekil 5. Regresyon modellerine ait grafikler

### 3.2. Modellerin Sonuçları

Tablo 1. Analiz sonuçları ve karşılaştırma

Uygulanan Yöntem	OMT (Ortalama Mutlak Hata)
Karar Ağaçları	5.27
Lineer Regresyon	6.06
YSA (Yapay Sinir Ağı)	13.52
Gradient Boosting	14.84

Ortalama mutlak hata, model tahmini ile hedef değer arasındaki mutlak farkın ortasını verir. Çalışmada model sonuçlarında dört yöntem karşılaştırılmış ve Tablo 1’de de görüldüğü üzere en yüksek hatayı 14.84 ile Gradient Boosting yöntemi verirken en düşük hatayı ise 5.27 ile Karar ağaçları vermiştir. Gradient Boosting’in Şekil 5’de görüldüğü üzere tahmin değer farkları çok fazla olduğu için hata payı daha fazla çıkmıştır. Aslında Lineer Regresyon modelide diğer modeller arasında Karar ağaçlarına en yakın sonucu vermiştir.

Çalışmaya ait veri seti internet sitesinden temin edilmiştir. Verilerin alındığı ülke ise Tayvan’dır [24].

#### 4. SONUÇLAR

Özellikle son yıllarda yaşadığımız 6 Şubat depremi ülkemiz üzerinde toparlanması uzun ve zor olan maddi ve manevi hasarlara yol açmıştır. Yıkılan binaların depreme dayanma noktasındaki çaresizliği konunun üzerinde yeterince durulmadığını göstermektedir. Binaların her ne kadar statik yönden düzgün projesi çizilse de uygulamada kullanılan malzemelerin özellikle betonun mukavemetinin düşük olması ya da belli sıcaklık periyotlarında dökülmemesi, ayrıca kullanılan donatı aralıklarının fazla bırakılması ve bağlantılarında hata yapılması, depremin şiddeti karşısında binaları oldukça zayıf bırakmıştır. Burada emlak sektöründe çalışan kişilerin özellikle inşaat yapım ve satış süreci hakkında yeterli bilgi ve donanıma sahip olması depreme karşı dayanıksız binaların alım ve satımında özellikle bu duruma engel olacak şekilde davranması elzemdir. Bu yüzden emlak sektöründe hem kaliteli hem depreme dayanıklı hem de maliyeti düşük olmak üzere üç ayrı yaklaşımla binaları tercih etmek gerekir. Hemen hemen her kesim ev alırken maliyeti ön planda tutmaktadır. Maliyet için birden fazla hesaplama yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada Lineer Regresyon, YSA, Gradient Bosting, Karar ağaçları yöntemleri tercih edilmiştir. Yapılan çalışma ve karşılaştırma sonucunda ortalama mutlak hata olarak en iyi sonucu veren yöntem Karar ağaçları olmuştur. Buna göre emlak piyasasında Karar ağaçları yöntemi kullanılarak mevcut maliyet en az hatayla hesaplanabilir.

#### KAYNAKLAR

1. Öztürk, N. and E. Fitöz, Türkiye’de konut piyasasının belirleyicileri: ampirik bir uygulama. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 5(10): p. 21-46, 2009.
2. Dunham, M.H., Data mining: Introductory and advanced topics: Pearson Education India, 2006.
3. Nazem, S.M. and B. Shin, Data mining: new arsenal for strategic decision-making. Journal of Database Management (JDM), 10(1): p. 39-42, 1999.
4. Bounsaythip, C. and E. Rinta-Runsala, Overview of data mining for customer behavior modeling. VTT Information Technology Research Report, Version, 1: p. 1-53, 2001.
5. Alan, V.F.K.İ.Y. and K.V.E.F. Arsa, Araştırma Makalesi. 2020.
6. Dan, H., External factors for the monetary policy transmission mechanism. The Annals of the University of Oradea, (1): p. 435-444, 2013.
7. Ivanov, M. and I. Lovrinović, Monetary transmission mechanism and behaviour of asset prices: the case of Croatia. Review of Business Research, 8: p. 1-18, 2008.
8. Chen, N.-K., Asset price fluctuations in Taiwan: Evidence from stock and real estate prices 1973 to 1992. Journal of Asian Economics, 12(2): p. 215-232, 2001.
9. Giuliadori, M., The role of house prices in the monetary transmission mechanism across European countries. Scottish journal of political economy, 52(4): p. 519-543, 2005.
10. Taşkın, G.G.E.V.Ç., Veri madenciliğinde karar ağaçları ve bir satış analizi uygulaması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6(2): p. 221-239, 2005.
11. Tuna, M., T. Türk, and O. Kitapçı, Lineer regresyon ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla ev fiyatlarının tahmin edilmesi: Ankara örneği. TMMOB HKMO, 15, 2015.
12. Yılmazel, Ö., A. Afşar, and S. Yılmazel, Konut fiyat tahmininde yapay sinir ağları yönteminin kullanılması. 2018.
13. Rossini, P., Artificial neural networks versus multiple regression in the valuation of residential property. Australian Land Economics Review, 3(1): p. 1-12, 1997.



14. Zurada, J.M., A.S. Levitan, and J. Guan, Non-conventional approaches to property value assessment. *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 2006. 22(3).
15. Lu, S., et al. A hybrid regression technique for house prices prediction. in *2017 IEEE international conference on industrial engineering and engineering management (IEEM)*. IEEE, 2017.
16. Bilik, M. and Ü. Aydın, Konut sahibi olma kararlarını etkileyen faktörler: Lojistik regresyon ve destek vektör makinelerinin karşılaştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (62): p. 184-199, 2019.
17. [https://www.google.com/search?q=karar+a%20fa%20a%20lar%20b1&sca\\_esv=586941408&tbm=isch&source=lnms&sa=x&sqi=2&ved=2ahukewiq\\_uizke6caxvaaxaihqfdb0q\\_auoaxoecaqqaw&biw=1344&bih=711&dpr=1.25#imgrc=x8c\\_sbojphvuhm](https://www.google.com/search?q=karar+a%20fa%20a%20lar%20b1&sca_esv=586941408&tbm=isch&source=lnms&sa=x&sqi=2&ved=2ahukewiq_uizke6caxvaaxaihqfdb0q_auoaxoecaqqaw&biw=1344&bih=711&dpr=1.25#imgrc=x8c_sbojphvuhm). (Erişim tarihi 30.11.2023).
18. Gujarati, D., *Basic Econometrics 4th edition* McGraw Hill: New York. NY, 2003.
19. [https://www.google.com/search?q=lineer+regresyoan&tbm=isch&ved=caxtruukhxvbcqyq2ccegq1abaa&oq=lineer+regresyoan&gs\\_lcp=cgnpbwcqazokcaaqaqqiguqqzofcaaqaqq6bggaeacqhjohcaaqaqqdogcaaqbraeogg1abcabbcxazolcaaqgaqqsqmqqwe6dggaeiaeeiofeledembogq1abadunpcwlyzyjycawgacab4araboagrayrkgeemc4xozgbakabaaobc2d3cy13axotaw1nwaeb&scient=img&ei=gmpnzebsnzomlqf7gqcw&bih=711&biw=1344#imgrc=fmvftfouz72nm](https://www.google.com/search?q=lineer+regresyoan&tbm=isch&ved=caxtruukhxvbcqyq2ccegq1abaa&oq=lineer+regresyoan&gs_lcp=cgnpbwcqazokcaaqaqqiguqqzofcaaqaqq6bggaeacqhjohcaaqaqqdogcaaqbraeogg1abcabbcxazolcaaqgaqqsqmqqwe6dggaeiaeeiofeledembogq1abadunpcwlyzyjycawgacab4araboagrayrkgeemc4xozgbakabaaobc2d3cy13axotaw1nwaeb&scient=img&ei=gmpnzebsnzomlqf7gqcw&bih=711&biw=1344#imgrc=fmvftfouz72nm). (Erişim tarihi 30.11.2023).
20. Budak, H. and S. Erpolat, Kredi Riski Tahmininde Yapay Sinir Ağları ve Lojistik Regresyon Analizi Karşılaştırılması. *AJIT- e: Online Academic Journal of Information Technology*, 3(9): p. 23-30, 2012.
21. [https://www.google.com/search?q=ysa&tbm=isch&ved=2ahukewid\\_ow3k6caxxcwghhy4tdpwq2ccegq1abaa&oq=ysa&gs\\_lcp=cgnpbwcqazifcaaqaqybqgaeiaemguiabcabdifcaaqaqybqgaeiaemguiabcabdifcaaqaq7azy7azg\\_q1oahaeacaaw-iaobkgedmc4ymaeaoaebqgelz3dzlxdpei1pbwfaaqe&scient=img&ei=1cvpd29mmkfi-gpjqew4a8&bih=711&biw=1344](https://www.google.com/search?q=ysa&tbm=isch&ved=2ahukewid_ow3k6caxxcwghhy4tdpwq2ccegq1abaa&oq=ysa&gs_lcp=cgnpbwcqazifcaaqaqybqgaeiaemguiabcabdifcaaqaqybqgaeiaemguiabcabdifcaaqaqybqgaeiaemguiabcabdifcaaqaq7azy7azg_q1oahaeacaaw-iaobkgedmc4ymaeaoaebqgelz3dzlxdpei1pbwfaaqe&scient=img&ei=1cvpd29mmkfi-gpjqew4a8&bih=711&biw=1344). (Erişim tarihi 30.11.2023).
22. Zemel, R.S. and T. Pitassi. A gradient-based boosting algorithm for regression problems. in *Advances in neural information processing systems*, 2001.
23. [https://www.google.com/search?q=Gradyen+Artt%C4%B1r%C4%B1c%C4%B1+Regresyon&tbm=isch&ved=2ahukewikk9zvl6caxvwi\\_0hhwpsaekq2ccegq1abaa&oq=gradyen+artt%C4%B1r%C4%B1c%C4%B1+regresyon&gs\\_lcp=cgnpbwcqazokcaaqaqqiguqqzofcaaqaqrmwzgmw5oahaeacaawiadkbggedmc4ymaeaoaebqgelz3dzlxdpei1pbwfaaqe&scient=img&ei=lchpzetgdaw9u8p49idyaq&bih=711&biw=1344](https://www.google.com/search?q=Gradyen+Artt%C4%B1r%C4%B1c%C4%B1+Regresyon&tbm=isch&ved=2ahukewikk9zvl6caxvwi_0hhwpsaekq2ccegq1abaa&oq=gradyen+artt%C4%B1r%C4%B1c%C4%B1+regresyon&gs_lcp=cgnpbwcqazokcaaqaqqiguqqzofcaaqaqrmwzgmw5oahaeacaawiadkbggedmc4ymaeaoaebqgelz3dzlxdpei1pbwfaaqe&scient=img&ei=lchpzetgdaw9u8p49idyaq&bih=711&biw=1344). (Erişim tarihi 30. 11. 2023).
24. <https://archive.ics.uci.edu/dataset/477/real+estate+valuation+data+set>. (Erişim tarihi 30. 11. 2023).