

Konut Piyasası Trendlerinin Çözülmesi: Türkiye'de Toplam Konut Satışlarının Tahmini

Ahmet AKUSTA 

Öğr. Gör. Dr., Konya Teknik Üniversitesi, Konya, Türkiye, ahmetakusta@hotmail.com

| Makale Bilgileri | ÖZ |
|--|---|
| <p>Makale Geçmişi</p> <p>Geliş: 01/03/2024 Kabul: 05/06/2024 Yayın: 30/06/2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Konut Satışları, Makine Öğrenmesi, Finansal Modelleme, Finansal Tahmin, Mevsimsel Ayırıştırma</p> <p>Jel Kodları: E37, R30, G17</p> | <p>Bu çalışma, Türkiye'deki aylık gayrimenkul satışlarını analiz etmek ve gelecekteki satışları tahmin etmek amacıyla SARIMA (Sezonluk Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama) modelini kullanmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanan 01/2013-03/2023 tarihleri arasındaki aylık konut satış verileri kullanılmıştır. Veri seti, modelin eğitim aşaması (%85) ve tahmin aşaması (%15) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Fark alma ve z- score normalizasyonu kullanılarak veri analizi yapılmıştır. Mevsimsel ayırıştırma teknikleriyle veri setindeki mevsimsel, trend ve artık bileşenler belirlenmiş ve ADF testi ile verinin durağan hale geldiği doğrulanmıştır. SARIMAX modeli, bilgi kriterleri (AIC, BIC, HQIC) ve tahmin doğruluğu (MAPE, MSE, MAE) kullanılarak değerlendirilmiş ve en uygun model olarak belirlenmiştir. Modelin AIC, BIC ve MSE değerleri, modelin tahmin yeteneğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Modelin tahmin sonuçları ile gerçekleşen konut satışları arasındaki uyum, grafiksel ve istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve modelin mevsimsel etkileri doğru bir şekilde yakaladığı ve gelecekteki satışları güvenilir bir şekilde tahmin edebildiği görülmüştür. Bu çalışma, gayrimenkul piyasasındaki paydaşlar, ekonomistler, politika yapımcılar ve yatırımcılar için önemli bir bilgi kaynağı sunmaktadır.</p> |

Deciphering Housing Market Trends: Forecasting Total Housing Sales in Türkiye

| Article Info | ABSTRACT |
|--|---|
| <p>Article History</p> <p>Received: 01/03/2024 Accepted: 05/06/2024 Published: 30/06/2024</p> <p>Keywords: Housing Sales, Machine Learning, Financial Modeling, Financial Forecasting, Seasonal Disaggregation</p> <p>Jel Codes: E37, R30, G17</p> | <p>This paper uses the SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) model to analyze monthly real estate sales in Turkey and forecast future sales. Monthly real estate sales data provided by the Turkish Statistical Institute (TurkStat) between 01/2013 and 03/2023 are used. The data set is divided into two phases: the training phase (85%) and the estimation phase (15%). Data analysis is performed using differencing and z-score normalization. Seasonal decomposition techniques are used to identify seasonal, trend and residual components in the data set and the ADF test is used to verify that the data are stationary. The SARIMAX model is evaluated using information criteria (AIC, BIC, HQIC) and estimation accuracy (MAPE, MSE, MAE) and is determined as the most appropriate model. The AIC, BIC and MSE values of the model indicate that the model has high predictive ability. The fit between the model's forecasting results and actual home sales is evaluated graphically and statistically, and it is found that the model accurately captures seasonal effects and reliably predicts future sales. This study provides an important source of information for stakeholders in the real estate market, economists, policy makers and investors.</p> |

Atıf/Citation: Akusta, A. (2024). Konut Piyasası Trendlerinin Çözülmesi: Türkiye'de Toplam Konut Satışlarının Tahmini, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 113-127.



"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

GİRİŞ

Günümüzde konut piyasası ve gayrimenkul satışları ekonomi ve toplumun çeşitli yönlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Gayrimenkul satışları, hükümet gelirleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle tek ailelik konut pazarındaki fiyat değişiklikleri, hükümet gelirleri üzerinde asimetrik etkilere neden olabilir. Fiyat artışları, gerçek kişi başına gelirleri zorunlu olarak artırmazken, düşüşler gelirleri azaltma eğilimindedir. Bu durum, piyasa fiyatlarındaki değişikliklerle değerlendirme değerleri arasındaki gecikmeler, değerlendirme artışlarına yönelik sınırlamalar ve ev fiyatlarındaki artışlara cevaben milaj oranlarının azalması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Alm vd., 2011). Ayrıca, ev fiyatları ile yerel hükümet gelirleri arasında dolaylı bağlantılar bulunmaktadır; gayrimenkul devir vergileri, ev inşaat malzemelerine yönelik satış vergi gelirleri, inşaatla ilgili istihdam üzerinden gelir vergileri ve ev değerlerinin satış vergi gelirleri üzerindeki zenginlik etkileri gibi. Ancak, bu dolaylı bağlantılar genellikle küçüktür, ancak etkisi olumlu olan etki ücretleri vardır ve birçok yerel hükümet için önemlidir (Alm vd., 2011).

Gayrimenkul sektörü, genel ekonomi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Gayrimenkul yatırımı makroekonomik ortamdan etkilenir ve gayrimenkul yatırımdaki değişiklikler ulusal ekonomi için sonuçları olabilir (Gupta ve Newell, 2020). Gayrimenkul sektörü ulusal gayri safi yurtiçi hasılaya katkıda bulunur ve ekonomiyi canlandırmada önemli bir rol oynar (Huang ve Mao, 2022). Ancak, gayrimenkul sektörü aynı zamanda özellikle para politikaları tarafından etkilenebilir. Para politikalarındaki genişlemeler, artan para arzı ve düşük faiz oranları gibi, gayrimenkul piyasasına yönelik yatırım ve tüketimde artışa neden olabilir, bu da konut fiyatlarının hızlı bir şekilde artmasına yol açabilir (Yan, 2019).

Gayrimenkul satışları, istihdam ve insan kaynakları gelişimi için de sonuçlar doğurur. Kurumsal gayrimenkul profesyonelleri tarafından gereken beceri ve bilgi, yönetim, kiralama, geliştirme, gayrimenkul finansmanı, satın alma ve satış gibi alanlara odaklanmaktadır (Poon, 2014). Kurumsal gayrimenkul yöneticileri, teknik ve finansal beceriler yerine stratejik ve yönetim becerilerine daha çok önem vermektedir (Poon, 2014). Bu nedenle, gayrimenkul kursları ve eğitim programları, mezunların sektörde iş bulunabilirliğini artırmak için bu becerilerin geliştirilmesine öncelik vermelidir (Poon, 2014). Ayrıca, gayrimenkul satışları piyasa belirsizliğinden, politika değişikliklerinden ve teknolojik ilerlemelerden etkilenir. Gayrimenkul belirsizliği, konut satışlarının büyümesinin tahminine ve yatırım stratejilerine etki edebilir (Cepni vd., 2019a). Küresel politika ve yerel piyasa durgunlukları gibi politika değişiklikleri, yabancı gayrimenkul yatırımlarını etkileyebilir (Ma vd., 2019).

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'deki aylık gayrimenkul satışlarının SARIMA (Sezonluk Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama) zaman serisi modellemesi kullanılarak analiz edilmesi ve gelecekteki satışları tahmin etmektir. Gayrimenkul satışlarının ekonomi ve toplum üzerindeki önemli etkileri göz önünde bulundurularak, bu çalışma, gayrimenkul piyasasındaki eğilimlerin anlaşılmasına ve gelecekteki gelişmelerin öngörülmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları, gayrimenkul sektöründeki paydaşlar, ekonomistler, politika yapıcılar ve yatırımcılar için faydalı olabilir. Elde edilen bulgular, gayrimenkul piyasasına ilişkin stratejilerin geliştirilmesi, risklerin yönetimi ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir yol haritası sunabilir. Ayrıca, bu araştırma, gayrimenkul sektörüne yönelik eğitim ve gelişim programlarının tasarımında da rehberlik edebilir ve sektördeki insan kaynaklarına yönelik beceri ve bilgi gelişimine katkı sağlayabilir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taraması bölümünde, gayrimenkul satışlarının tahmini ve piyasa değerlemesi ile ilgili yapılan çeşitli akademik araştırmalara odaklanılmıştır. Farklı yöntemler ve veri kaynakları kullanılarak elde edilen bulgular, gayrimenkul sektöründe yapılan değerlendirmelerin ve tahminlerin önemini vurgulamaktadır.

Heinrich ve diğerleri (2016), Almanya'da 2008 ile 2011 yılları arasında gerçekleştirilen icra satışlarına yönelik bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada, Almanya'daki icra satışlarından etkilenen gayrimenkul varlıklarını temsil eden veri kümeleri analiz edilerek, indirim oranlarının tahmini yapılmış

ve icra fiyatları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, icra satışlarının ulusal ekonomi üzerindeki etkisini anlamaya katkıda bulunmuştur.

Akin vd. (2016), ABD'deki 2007-08 bankacılık krizini incelemiştir. Araştırmada, kriz öncesi (gerçek emlak fiyat zirvesinden önce) 2006 yılından önce beş büyük bankanın yöneticilerinin hisse satışları incelenmiştir. Sonuçlar, içeridekilerin bankalarındaki risk alma konusunda anlayışa sahip olduğunu ve özellikle gerçek emlak balonuna daha yüksek maruziyeti olan bankalar için kriz sırasında bankaların hisse senedi getirilerini önceden tahmin ettiğini göstermiştir. Bu durum, teori, kamu politikası ve kriz anlayışı açısından önemli sonuçlar taşımaktadır.

Ullah vd. (2018), gayrimenkul sektöründe kullanılan devrim yaratan teknolojiler, yani Big9 teknolojileri olarak adlandırılan drone'lar, IoT, bulut bilişim, SaaS, büyük veri, 3D tarama, giyilebilir teknoloji, VR/AR ve AI/robotiklerin kullanımını araştırmışlardır. Bu teknolojilerin gayrimenkuldeki uygulamaları ve paydaşlar üzerindeki etkileri incelenerek, akıllı gayrimenkule geçişi ve tüketicilerin deneyimlerini geliştirmeyi amaçlamışlardır.

Besarria vd. (2018), Brezilya'daki konut piyasasını inceleyerek, olası bir balon olup olmadığını belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada, eşbütünleşme testleri ve fiyat-kira oranı analizi gibi deneysel metodolojiler kullanılmıştır. Sonuçlar, konut piyasasında bir balon olabileceğine dair kanıtların olduğunu göstermiştir, ancak verilerin kısa dönemli olması nedeniyle bulguların yorumlanması konusunda dikkatli olunması gerektiği belirtilmiştir.

Cepni vd. (2019), 1970/07 ile 2017/12 arasında ABD'deki ev satışları büyümesinin koşullu dağılımının tahmin edilmesinde gayrimenkule özgü belirsizliğin rolünü incelemiştir. Araştırmada, model belirsizliğini hesaba katmak için Bayesian Model Averaging (BMA) yöntemi kullanılmış ve gayrimenkule özgü belirsizliğin ev satışları büyümesinin alt ve üst yüzde dilimleri için tahmin edici içeriğe sahip olduğu bulunmuştur.

Baghestani ve Viriyavipart (2019), Baghestani ve Viriyavipart (2019), Michigan Tüketici Anketleri'nden elde edilen tutum verileri ile ABD gerçek gayri safi yurtiçi hasıla büyümesi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada, arttırılmış otoregresif model kullanılmış ve ev fiyatları, mortgage oranları ve uygunluk gibi anket sorularına verilen yanıtların özellikle farklı gelir kategorilerindeki katılımcılar için çıktı büyümesini açıkladığı bulunmuştur.

Awuah ve Gyamfi-Yeboah (2019), Gana'da konut değerlemelerine yönelik kira süresinin dolmamış kalma süresi ve arsa kirasının etkisini incelemiştir. Araştırmada, gayrimenkul değerlemecilerinden veri toplanmış ve veriyi analiz etmek için düzleştirilmiş en küçük kareler ve yüzdeler regresyon modelleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, değerlemecilerin bu faktörlerin önemine yönelik görüşleri ile konut değerlerine verdikleri değer arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Guangliang vd. (2019) gerçek gayrimenkul verileri kullanarak Melbourne, Avustralya'dan alınan gerçek dünya verilerini kullanarak ev fiyatlarını tahmin etmek için çoklu görevli öğrenme (MTL) modellerini kullanarak ince taneli bir konum profili tanımlayan bir tahmin çerçevesi önermişlerdir. MTL tabanlı yöntemler, mevcut yaklaşımlara göre ev fiyatlarını tahmin etmede önemli bir üstünlük göstermiştir.

Zhang vd. (2019), Pekin'deki yeni ortaya çıkan internet emlak aracı platformlarının emlak piyasasına etkisini incelemiştir. Araştırmada, farklılık-in-farklılık modeli kullanılmış ve internet ticaret platformunun politika şok sonrası konut fiyatlarının artışı ve işlem dalgalanmalarını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur.

Kang vd. (2020), Seoul daire müzayedesi verilerini kullanarak, genetik algoritma modelinin özellikle müzayede değerlendirme fiyatına dayalı etkili bölgesel bölümlendirmelerle birleştirildiğinde en iyi performansı gösterdiği tahmin modelleri geliştirmiştir.

Bulczak (2021), Google Trends verilerinin gayrimenkul piyasası tahminlerini iyileştirmek için nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. Çevrimiçi arama verilerinin yatırımcılar ve politika yapımcılar için

ek bir bilgi kaynağı olarak hizmet edebileceğini, gerçek emlak piyasası fiyatlarını ve satış hacmini tahmin etmede rol oynayabileceğini bulmuştur.

Birkeland vd. (2021), Oslo'daki konut gayrimenkul piyasası için otomatik değerlendirme modeli (AVM) geliştirmiştir. Araştırmada, yığınlaştırılmış genelleme ve karşılaştırılabilir piyasa analizi kullanılmış ve medyan mutlak yüzde hata oranının %5.4 olduğu ve konutların %96'dan fazlasının gerçek satış fiyatlarının %20'si içinde tahmin edildiği bulunmuştur. AVM, yerel emlakçılara kıyasla bir değerlendirme aracı olarak umut vaat etmiş olsa da, istikrarlı piyasa dönemlerinde daha az doğru sonuçlar vermiştir.

Shulgan vd. (2021), önemli kentsel yolların çevresine olan etkisini belirlemek için yol etki alanını belirleyerek çevre alanları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada, arsa satış fiyatlarına yönelik veriler kullanılmış ve ekonomik ve istatistiksel modeller geliştirilmiştir, çoklu regresyon analizi dahil. Farklı arsa kullanım amaçları için otoyollara uzaklık temel alınarak para değerlemesi için ayarlama faktörleri sunulmuştur.

Kuru ve Calis (2021), Türkiye'nin İzmir şehrindeki Bayraklı bölgesinde gayrimenkul satış fiyatlarını etkileyen parametreleri incelemiştir. Araştırmada, 17 parametre analiz edilmiş ve uygun satış fiyat aralıklarını belirleyen fonksiyonlar geliştirilmiştir. Gerçek emlak alanı, yaş, mobilya durumu, ısıtma sistemi, oyun alanı, havuz ve spor salonu gibi 13 parametrenin satış fiyatlarını belirlemede istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Guijarro (2021), gayrimenkul değerlemede satış karşılaştırma modeline yeni bir yaklaşım sunmuştur. Makalede, açıklayıcı fiyat değişkenleri ile ilişkili katsayıların tahmin edilmesi için karesel programlama modeli önerilmiştir ve bu katsayıların değerlendirilmesi yapılan mala bağımsız olduğu gösterilmiştir. Araştırma ayrıca, bazı değerlendirme düzenlemeleri tarafından önerilen değişim katsayısının yerine düzeltilmiş fiyatların varyansının minimize edilmesine odaklanmıştır. Bu yaklaşımı göstermek için Medellín, Kolombiya'da bir vaka çalışması sunulmuştur.

Sergoyan ve Bezirganyan (2022), Ermenistan'daki emlak piyasasını, özellikle Yerevan şehrini incelemiştir. Araştırmada, dairelerin metrekare fiyatlarını tahmin etmek için makine öğrenme modelleri kullanılmış ve satılık daire fiyatlarını etkileyen en önemli faktörler belirlenmiştir.

Kobzan vd. (2022), Ukrayna'nın Kharkiv şehrinde kiralama piyasası ve gayrimenkul piyasası arasındaki etkileşimi incelemiştir. Araştırmada, stüdyolar, bir yatak odalı ve üç yatak odalı daireler gibi farklı gayrimenkul piyasası segmentleri için sermaye değerlendirme oranları analiz edilmiş ve satış ve kiralama maliyetlerini önemli ölçüde etkileyen faktörler belirlenmiştir.

Abhyankar ve Singla (2021), Pune, Hindistan'daki konut fiyatlarının tahmininde hedonik çoklu değişken regresyon modelini olasılıksal sinir ağı (PNN) tabanlı genel regresyon sinir ağı (GRNN) modeli ile karşılaştırmışlardır. Araştırmada, GRNN modelinin doğru tahminler sağladığı ve konut fiyatlarını tahmin etmede hedonik çoklu değişken regresyon modelini geride bıraktığı bulunmuştur.

Liu (2022), Çin'in gayrimenkul piyasasındaki ev fiyatlarının doğru tahminine odaklanmıştır. Araştırmada, etkileyen faktörler analiz edilmiş ve istatistiksel veriler kullanılarak çoklu doğrusal regresyon modeli oluşturulmuştur. Tahmin modeli, yüksek doğruluk oranıyla ev fiyatlarının verimli ve doğru bir şekilde tahmin edilmesine imkân tanımıştır.

Yuan (2023), gayrimenkul endüstrisinin karşılaştığı mevcut zorlukları ele alarak, sıkı ev alma politikaları, finansal ve arazi kısıtlamaları ve COVID-19 pandemisinin etkisine odaklanmıştır. Makalede, gayrimenkul endüstrisinin dönüşümü ve yenilenmesi üzerinde durulmuş ve finansal risklerle başa çıkmak için finansal yönetimin önemi vurgulanmıştır.

Museleku (2022), Kenya'nın Nairobi Metropol Alanı'nda konut değerlerini etkileyen en önemli faktörleri belirlemeyi ve bu faktörler temelinde bir değerlendirme modeli geliştirmeyi amaçlamıştır. Araştırmada, hedonik fiyatlandırma yöntemi (HPM) kullanılmış ve Nairobi Metropol Alanı'nda son dönemde satılan dairelerin özellikleri analiz edilerek, konut değerlerini etkileyen altı temel faktör tespit edilmiştir.

Cılgın ve Gökçen (2023), Ankara, Türkiye'de 2021 Haziran ve Temmuz aylarına ait gayrimenkul satış verileri üzerinden makine öğrenme yöntemlerini kullanarak gayrimenkul fiyatlarının tahminine odaklanmışlardır. Araştırmada, doğrusal regresyon, Lasso regresyon, Ridge regresyon, XGBoost ve Yapay Sinir Ağları (ANN) gibi farklı makine öğrenme yöntemleri detaylı bir şekilde karşılaştırılmış ve gayrimenkul satış fiyatlarının doğru bir şekilde tahmin edilmesi için XGBoost ve ANN yöntemlerinin önemli alternatifler olduğu bulunmuştur.

Siddiqui (2024) geleneksel pazarlama yöntemlerinden sosyal medya pazarlaması, e-posta kampanyaları, web tasarımı ve video prodüksiyonu gibi dijital tekniklere geçişi tartışmaktadır. Çalışma, emlak acentelerinin rekabetçi bir pazarda başarıyı optimize etmeleri için dijital pazarlamanın şart olduğunu vurguluyor. Temsilciler, dijital araçlardan yararlanarak daha geniş bir kitleye ulaşabilir, mülk görünürlüğünü artırabilir ve satışları artırabilir.

Beck ve Saadatmand (2024), acente ve aracı firma özelliklerinin farklı piyasa koşullarında konut satış fiyatlarını nasıl etkilediğini analiz etmiştir. Chatham County, Georgia'dan elde edilen verileri kullanarak, acente ve firma özelliklerinin soğuk pazarlarda ve düşük fiyatlı evler için daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Bu durum, uzmanlık ve itibarın zorlu piyasa koşullarında çok önemli bir rol oynadığını göstermekte ve bu güçlü yönlerden yararlanan stratejik pazarlama ihtiyacını vurgulamaktadır.

Hari ve Adiputra (2024) Endonezya Borsası'nda işlem gören emlak ve gayrimenkul şirketlerinde satış büyümesi, net kâr marjı ve fiyat-kazanç oranının hisse senedi getirileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. İki yıl boyunca 62 şirketin verilerini kullanarak yaptıkları çalışma, satış büyümesi ve net kâr marjının hisse senedi getirilerini önemli ölçüde etkilemediğini, ancak fiyat-kazanç oranının pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu içgörü, yatırımcıların gayrimenkul sektöründeki finansal performansını değerlendirmelerine yardımcı olmaktadır.

2. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

2.1. Veri Seti Ve Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada, Türkiye'deki konut satışlarına ilişkin verilerin analizi için Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanan resmi veri kaynakları kullanılmıştır. Veri seti, 01/2013-03/2023 tarihleri arasındaki 123 aylık dönemi kapsamaktadır. Bu süre boyunca, Türkiye genelindeki aylık konut satış verileri, konut piyasasının uzun vadeli trendlerini ve mevsimselliklerini anlamak için kullanılmıştır.

Veri seti, modelin eğitim aşaması için kullanılacak olan iki ayrı dönemi içermektedir. Eğitim verisi, veri setinin %85'ini oluşturan 01/2013-08/2021 tarihleri arasındaki 100 aylık dönemi kapsamaktadır. Bu dönemdeki veriler, SARIMA modelinin parametrelerini belirlemek ve modeli eğitmek için kullanılmıştır.

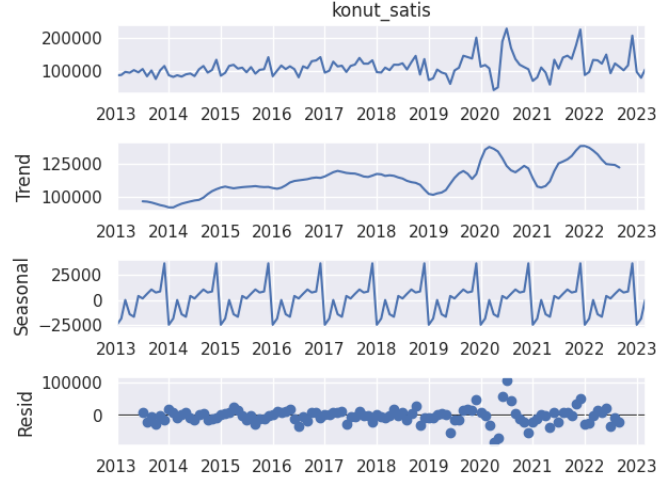
Tahmin edilen dönem, veri setinin %15'ini oluşturan 09/2021-03/2023 tarihleri arasındaki 23 aylık dönemi kapsamaktadır. Bu dönemdeki veriler, eğitilmiş SARIMA modeli kullanılarak gelecekteki konut satışlarının tahmin edilmesi için kullanılmıştır.

2.2. Veri Önleme

Mevsimsel Ayırıştırma, bir zaman serisi analizi yöntemi olup, bir zaman serisini mevsimsel, trend ve artık bileşenlerine ayırmak için kullanılan bir tekniktir. Bu teknik, zaman serisindeki temel desenleri ve dalgalanmaları anlamak için kullanışlı bir yöntemdir, aynı zamanda gelecekteki değerleri tahmin etmek için de kullanılır.

Mevsimsel ayırıştırma süreci, zaman serisini meydana getiren bileşenlere ayırma işlemini içerir: mevsimsel bileşen, trend bileşeni ve artık bileşen. Mevsimsel bileşen, zaman serisinde tekrarlanan desenleri veya döngüleri temsil eder, bu desenler günlük, haftalık veya yıllık desenler gibi zaman serisinde meydana gelen periyodik tekrarlar olabilir. Trend bileşeni, zaman serisinin uzun vadeli yükselme veya düşme hareketini yakalar ve zaman serisinin genel yönünü gösterir. Artık bileşen ise mevsimsel veya trend bileşenleri tarafından açıklanamayan rastgele veya düzensiz dalgalanmaları temsil eder (Bao vd., 2020).

Mevsimsel ayrıştırma, bir zaman serisinin içerdiği farklı bileşenleri ayrıştırarak, zaman serisindeki desenleri ve dalgalanmaları daha iyi anlamamıza ve gelecekteki değerleri tahmin etmemize yardımcı olan önemli bir analitik araçtır.



Şekil 1. Konut Satışlarının Mevsimsel Ayrıştırma Grafiği

Görseldeki birinci grafik orijinal zaman serisi verileri görülmektedir. Konut satışlarına ait aylık verilerin zaman serisi grafiği, yatay eksen üzerinde zaman birimlerini ve dikey eksen üzerinde konut satışlarını gösterir. Bu orijinal zaman serisi, mevsimsellik ve trend gibi zaman içinde değişen kalıpları içermektedir.

Takip eden diğer grafikler ise, "Mevsimsel Ayrıştırma" sonucu elde edilen üç bileşenli zaman serisi görülmektedir:

Trend Bileşeni: Orijinal verilerin genel eğilimini gösterir ve yatay çizgi ile temsil edilmiştir. Trend, zaman içindeki uzun vadeli değişimleri gösterir ve konut satışlarının genel büyüme veya azalma eğilimini yansıtır. Grafığe göre 2013-2017 yılları arasında konut satışları artma eğiliminde, 2017-2019 arasında azalma eğilimindedir. 2020 yılı ve sonrası için kendi belirli bir yön bulamamış dalgalı seyir izlemiştir.

Mevsimsellik Bileşeni: Düzenli ve tekrarlanan desenleri temsil eder ve genellikle bir dönem içindeki tekrar eden dalgalanmaları gösterir. Mevsimsellik bileşeni, aylık bazda konut satışlarının belirli bir dönemde (örneğin yıl içinde belirli bir mevsim) nasıl değiştiğini gösterir. Görselde periyodik şekilde devam eden desenin 12 ayda bir yenilendiği görülmektedir.

Artıklar Bileşeni: Bu bileşen, trend ve mevsimsellikten kalan rastgele değişimleri içerir. Düzensizlik bileşeni, anlık olaylar veya etkiler nedeniyle zaman içindeki dalgalanmaları yansıtabilir. Bu grafığe göre 2020 yılının ortalarından itibaren konut satışlarında öncesine göre volatilitenin fazla olduğu göze çarpmaktadır.

Mevsimsel Ayrıştırma, zaman serisi verilerinin içerdiği bu bileşenleri ayrıştırarak, daha düzenli ve istatistiksel olarak analiz edilebilir hale getirir. Bu aşama, trend ve mevsimsellik etkilerinin anlaşılması ve gelecekteki tahminlerin daha doğru yapılması için önemlidir.

Grafik analizi, veri setinde açıkça mevsimsellik etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Mevsimsellik, 12 aylık periyotlarla düzenli olarak tekrarlanmaktadır. Bu gözlem, kullanılması planlanan ARIMA modelinin mevsimsel etkiyi dikkate alabilen bir türü olan SARIMA modeline dönüşmesini gerekli kılmıştır.

Veri setinin makine öğrenmesi ve diğer ekonometrik modellerle analiz edilmesi için durağan durumda olması gerekir. Fark alma, zaman serisi analizinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir ve durağan zaman serisi verileri elde etmek için kullanılır (Nasseri vd., 2013). Durağanlık, zaman serisi

analizi açısından önemli bir özelliktir çünkü çeşitli istatistiksel yöntemler ve modellerin uygulanmasına olanak tanır (Nasseri vd., 2013). Durağan zaman serileri, zaman içinde sabit ortalama, varyans ve otokovaryansa sahiptir (Hobijn vd., 2004).

Bir zaman serisi durağan değilse, fark alma, onu durağan bir seriye dönüştürmek için kullanılabilir. Fark alma, zaman serisindeki ardışık gözlemler arasındaki farkı almayı içerir. İlk fark, her gözlemi önceki gözleminden çıkartarak elde edilir ve ardışık farklar, fark alma işlemi tekrarlayarak elde edilebilir. İndirgenmiş seri, trendi ve mevsimselliği azalmış bir şekilde sahiplenecek ve daha fazla analiz için uygun hale gelecektir (Nasseri vd., 2013).

Ancak, önemli bir nokta olarak belirtilmelidir ki fazla fark alma, zaman serisindeki değerli bilgilerin kaybedilmesine neden olabilir. Fazla fark alma, fark almanın aşırı uygulandığı durumlarda meydana gelir ve sonucunda seri çok durağan hale gelir ve altındaki verileri doğru bir şekilde temsil etmeyebilir. Bu nedenle, seri durağan hale getirilirken önemli bilgilerin kaybedilmeden uygun fark alma seviyesini dikkatlice düşünmek gereklidir (Nasseri vd., 2013).

Fark alma yanı sıra, zaman serisi analizinde yaygın olarak kullanılan başka bir teknik ise z-skorlarının hesaplanmasıdır (Lepetit ve Strobel, 2013). Z-skorları, bir gözlemin bir dağılımın ortalamasından kaç standart sapma uzakta olduğunu ölçen bir ölçüdür. Z-skorları, bir zaman serisinde aykırı değerleri veya aşırı değerleri tanımlamak için kullanılabilir. Veriyi z-skorlarını kullanarak standartlaştırarak, farklı zaman dilimleri veya değişkenler arasında gözlemleri karşılaştırmak mümkün olur (Lepetit ve Strobel, 2013).

Tablo 1. Veri Durağanlaştırma İşleminde Önce ADF Testi Sonuçları

| Test Statistic | p-value | Lags Used | Observations Used |
|----------------|----------|-----------|-------------------|
| -2.275345 | 0.180043 | 13 | 109 |

Kritik Değerler:

| Critical Value (1%) | Critical Value (5%) | Critical Value (10%) |
|---------------------|---------------------|----------------------|
| -3.49181775886872 | -2.8884437992971588 | -2.5811201893779985 |

ADF Test Statistic: -2.2753453578945386

p-value: 0.1800429032028611

Lags Used: 13

Number of Observations Used: 109

Veri durağanlaştırma işlemi uygulanmadan önce elde edilen ADF testi sonuçlarına göre, test istatistiği -2.275345 ve p değeri 0.180043 olarak hesaplanmıştır. Test istatistiği, 1% ve 5% anlamlılık düzeylerindeki kritik değerlerin üzerindedir, ancak 10% anlamlılık düzeyinde kritik değer altındadır. P değeri, anlamlılık düzeyi olarak kabul edilen 0.05'ten büyük olduğu için, null hipotezi reddetme gücü zayıf olarak yorumlanır. Bu da zaman serisinin birim köke sahip olduğunu ve durağan olmadığını göstermektedir.

Veri durağan olmadığı için, zaman serisinin durağan hale getirilmesi için z-score ve fark alma yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemler literatürde de sıkça kullanılan ve durağanlık sağlamak için etkili yöntemlerdir.

Z-score normalizasyonu, her bir puanın ortalamadan kaç standart sapma uzaklıkta olduğunu belirlemek için kullanılan bir tekniktir (Pandey ve Jain, 2017). Bu yöntem, zaman serisindeki değerleri standart sapmalarına göre ölçeklendirerek, verinin farklı ölçeklerdeki değişimlerini dengeler ve daha homojen bir yapı oluşturur. Z-score normalizasyonu, veriyi orijinal formunda korurken, verinin daha durağan hale getirilmesine yardımcı olur.

Verinin durağanlığını sağlamak için bir diğer yöntem ise differencing yöntemidir. Differencing, zaman serisinden bir zaman birimi geriye doğru değerler arasındaki farkları almak anlamına gelir (Onyekwere vd., 2021). Bu şekilde, zaman serisi verileri farklı dönemler arasındaki değişimleri ve eğilimleri ortadan kaldırarak, verinin durağanlık özelliğini sağlar. Differencing, spurious regression tehdidini ortadan kaldırarak ve zaman serisinde sabit ortalamaları elde ederek veri analizlerinin güvenilirliğini artırır (McGonigle vd., 2022).

Z-score normalizasyonu ve differencing yöntemi, zaman serisi analizinde durağanlığın sağlanması ve daha sağlıklı sonuçlar elde etmek için yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Bu teknikler, zaman serisinin analizine ve tahminlerine dayalı çalışmalarda durağanlık sağlamak amacıyla tercih edilmektedir.

Tablo 2. Veri Durağanlaştırma İşleminin Sonra ADF Testi Sonuçları

| Test Statistic | p-value | Lags Used | Observations Used |
|----------------|----------|-----------|-------------------|
| -5.273640 | 0.000006 | 12 | 110 |

Kritik Değerler:

| Critical Value (1%) | Critical Value (5%) | Critical Value (10%) |
|---------------------|---------------------|----------------------|
| -3.4912451337340342 | -2.8881954545454547 | -2.5809876033057852 |

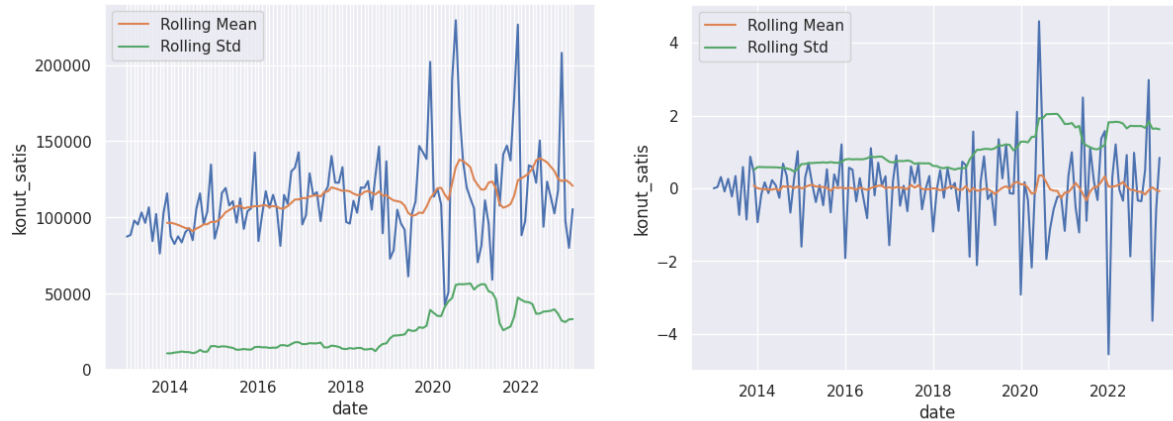
ADF Test Statistic: -5.2736395044499655

p-value: 6.207787239422976e-06

Lags Used: 12

Number of Observations Used: 110

Veri durağanlaştırma işlemi uygulandıktan sonra elde edilen ADF testi sonuçlarına göre, test istatistiği -5.273640 ve p değeri 0.000006 olarak hesaplanmıştır. Test istatistiği, 1% ve 5% anlamlılık düzeylerindeki kritik değerlerin altında olduğu için, null hipotezini reddetme gücü oldukça güçlüdür. Ayrıca, p değeri 0.05 anlamlılık düzeyinden çok daha küçüktür, bu da verilerin birim köke sahip olmadığını ve durağan olduğunu gösterir.



Şekil 2. Durağanlaştırma Önce ve Sonra Konut Satışlarının Grafiği

Sonuç olarak, veri durağanlaştırma işlemi uygulandıktan sonra, zaman serisinin durağan olduğu ve daha istatistiksel olarak analiz edilebilir hale geldiği gözlemlenmektedir. Bu, gelecekteki tahminlerin daha güvenilir olmasına ve durağanlık özelliğine dayanan analizlerin daha sağlıklı sonuçlar vermesine katkı sağlar.

2.3. Teorik ve Metodolojik Gerekçeleştirme

SARIMAX modeli, SARIMA modelini dışsal değişkenleri dahil ederek genişleten zaman serisi tahmini için sağlam bir araçtır. SARIMAX, veri karakterizasyonu, model tanımlama, parametre tahmini, model seçimi ve tahmin dahil olmak üzere çeşitli adımları içerir (Rusyana, Nurhasanah, Marzuki ve Flancia, 2016). Model seçim süreci genellikle otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafiklerinin analizini, Sıradan En Küçük Kareler (OLS) gibi yöntemler kullanılarak parametre tahminini ve parametre anlamlılığı için tanısallık testleri içerir (Saha, Hazra ve Banik, 2016). SARIMAX modellerinin etkinliği Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve Ortalama Kare Hatanın Kökü (RMSE) gibi ölçütler kullanılarak değerlendirilmektedir (Gill, Bhatt, Kaur ve Sandhu, 2023; Alzami, Salam, Rizqa ve Sartika, 2024). SARIMAX modelleri, SARIMA-RF hibrit modelleri gibi diğer tahmin modelleriyle

karşılaştırılmış ve yeni rotalara sahip pazarlarda hava yolculuğu talebinin tahmin edilmesi gibi belirli senaryolarda daha iyi performans göstermiştir (Yang, Wu, Zhang ve Chang, 2023)

Bu bağlamda, dışsal değişkenli Mevsimsel Ototegresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (SARIMAX) çerçevesi, hedef değişken üzerindeki hem içsel hem de dışsal etkileri dahil etme esnekliği ile öne çıkmaktadır. İncelenen konfigürasyonlar arasında, (0,0,2)(1,0,2)[12] ile parametrelendirilen SARIMAX modeli, istatistiksel kriterlerin ve tahmin doğruluğunun bütünsel bir değerlendirilmesiyle desteklenen bir kararla, tahmin amaçlarımız için en uygun model olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Parametrelere Göre Performans Sonuçları

| PARAMETRE | AIC | BIC | HQIC | MAPE | MSE | MAE |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| (0,0,2),(1,0,2)[12] | 2254,57 | 2292,878 | 2270,05 | 231,9246 | 7,23E+08 | 19886,98 |
| (1,0,2),(1,0,2)[12] | 2255,91 | 2296,772 | 2272,421 | 243,0349 | 7,19E+08 | 20021,37 |
| (0,0,2),(2,0,2)[12] | 2256,548 | 2297,41 | 2273,06 | 230,9204 | 7,22E+08 | 19907,13 |
| (2,0,2),(1,0,2)[12] | 2257,789 | 2301,205 | 2275,332 | 235,6507 | 7,17E+08 | 19977,17 |
| (1,0,2),(2,0,2)[12] | 2257,872 | 2301,288 | 2275,415 | 240,8 | 7,18E+08 | 20042,23 |
| (2,0,2),(2,0,2)[12] | 2259,736 | 2305,706 | 2278,311 | 232,7285 | 7,17E+08 | 19972,6 |
| (2,0,2),(0,0,2)[12] | 2261,597 | 2302,459 | 2278,108 | 263,9246 | 7,64E+08 | 20606,81 |
| (0,0,2),(0,0,2)[12] | 2264,887 | 2300,641 | 2279,334 | 280,1727 | 8,19E+08 | 20799,58 |
| (1,0,2),(0,0,2)[12] | 2266,852 | 2305,16 | 2282,332 | 280,8836 | 8,19E+08 | 20801,5 |
| (0,0,1),(1,0,2)[12] | 2275,03 | 2310,93 | 2289,541 | 236,5596 | 7,24E+08 | 19868,5 |

Bilgi Kriterleri: Seçimimizin merkezinde modelin Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) ve Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQIC) gibi çeşitli bilgi kriterlerindeki performansı yer almıştır. Yarışmacılar arasında en düşük AIC değerine sahip olan model, verilere uyum sağlama ve akıcı bir karmaşıklık koruma arasında optimum bir denge örneği oluşturmakta ve böylece aşırı uyum riskini azaltmaktadır. BIC ve HQIC değerleri bu bulguyu desteklemekte ve hem teorik olarak sağlam hem de ampirik olarak dayanıklı bir model yapısına işaret etmektedir. Bu ölçütler ekonometrik model seçiminde kritik öneme sahiptir ve gereksiz karmaşıklık cezalandırarak bizi gelecekte, görülmemiş veriler üzerinde iyi performans göstermesi beklenen bir modele yönlendirir.

Tahmin Doğruluğu: Teorik sadeliğin ötesinde, bir modelin pratik etkinliği tahmin doğruluğu ile ölçülür. Burada seçilen model, Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE) ile kanıtlandığı üzere övgüye değer bir performans sergilemektedir. Mutlak olarak en düşük olmasa da, MAPE değeri modelin tahminlerinin gerçek rakamlara makul ölçüde yakın olduğunu göstermektedir ki bu da karar verme sürecinde bu tahminlere güvenen paydaşlar için önemli bir niteliktir. Tahmin performansının bu yönü, modelin basitliği ile birlikte, onu gayrimenkul satışlarının tahmini için değerli bir araç haline getirmektedir.

Teorik Değerlendirme ve Pratik Çıkarımlar: Seçilen parametre seti, ön analizle uyumlu olarak, durağanlığa ulaşmak için farklılaştırma gerektirmeden mevsimsel dinamikleri ustalıkla yakalayan bir modele işaret etmektedir. Bu özellik, modelin uygulanmasını ve yorumlanmasını basitleştirerek, sınırlı istatistik eğitimi olanlar da dahil olmak üzere daha geniş bir kitle tarafından erişilebilir hale getirmektedir. Mevsimsel bileşenlerin dahil edilmesi, satış modellerinin kayda değer mevsimsel dalgalanmalar sergilediği gayrimenkul tahmininde özellikle önemlidir.

Çeşitli SARIMAX konfigürasyonlarının araştırılması, aşırı uyum tuzaklarından kaçınırken gayrimenkul satış verilerindeki nüanslı kalıpları yakalamak gibi ikili bir hedefle gerçekleştirilmiştir. (0,0,2)(1,0,2)[12] modeli, model karmaşıklığı ve uyum doğruluğu arasındaki üstün dengesiyle bu titiz seçim sürecinin öncüsü olarak ortaya çıkmıştır. Modelin AIC, BIC ve HQIC puanları, verilere uyum sağlamada hem cimri hem de etkili bir yapılandırmaya işaret etmektedir.

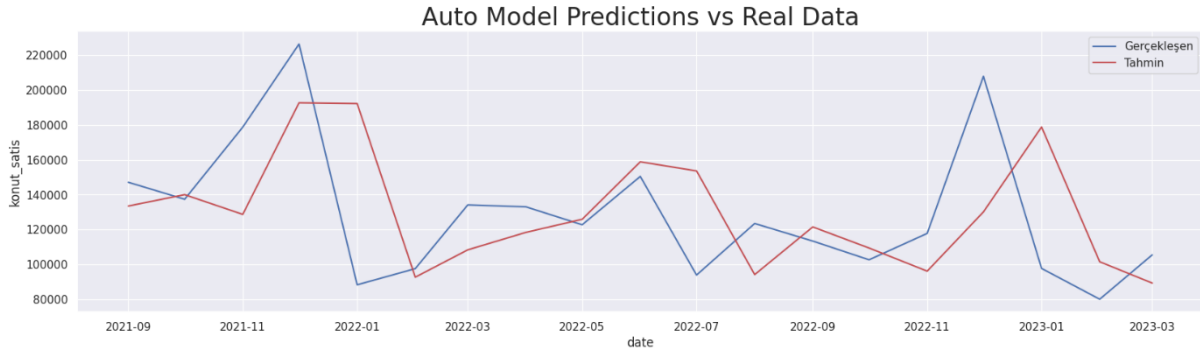
Ayrıca, modelin MAPE, MSE ve MAE ile ölçülen tahmin doğruluğu, pratik faydasının altını çizmektedir. Özellikle gayrimenkul gibi dinamik ve etkili bir sektörde makul bir hata payıyla tahmin

üretme becerisi çok değerlidir. Bu modelin tahmin performansı, teorik temelleri ile birleştiğinde, bilinçli karar verme ve stratejik planlama için sağlam bir temel sunmaktadır.

2.4. Model Uygulaması Ve Tahminlerin Yapılması

Bu çalışmada, SARIMAX (0,0,2)(1,0,2)[12] modeli kullanılarak aylık konut satış miktarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Tahminler ile gerçekleşen konut satışları arasındaki uyumu değerlendirmek için aşağıdaki tablo ve grafik incelenmiştir.

Grafik, kırmızı ve mavi çizgilerle temsil edilen iki önemli bileşeni içerir. Kırmızı çizgi, SARIMAX modeli tarafından tahmin edilen aylık konut satışlarını temsil ederken, mavi çizgi gerçekleşen aylık konut satışlarını göstermektedir. Grafik, 2021 Eylül'den 2023 Mart'a kadar olan dönemi kapsamaktadır.



Şekil 3. Yapılan Tahminler ile Gerçek Konut Satışlarının Karşılaştırılması

Şekil 3'te modelin tahminleri ile gerçekleşen konut satışları arasında benzerlikler ve farklar görülmektedir. Özellikle modelin 2021 sonundan itibaren tahminlerinin gerçekleşen satışlarla uyumlu olduğu ve bu uyumun son dönemlerde daha da arttığı görülmektedir.

Grafikte ve tabloda yer alan veriler, modelin mevsimsel etkileri (12 aylık döngü) yakalama yeteneğini göstermektedir. Mevsimsel dalgalanmaların model tarafından doğru bir şekilde tahmin edildiği görülmektedir.

Sonuç olarak, SARIMAX (0,0,2)(1,0,2)[12] modeli, aylık konut satışlarının tahmininde iyi bir başlangıç yapmış gibi görünmektedir. Ancak, modelin performansının zaman içinde izlenmesi ve gerektiğinde iyileştirilmesi önemlidir, özellikle tahminlerin gerçekleşen satışlarla daha iyi uyum sağlaması için.

3. TARTIŞMA

Türkiye'deki toplam konut satışlarını tahmin etmek için SARIMAX (0,0,2)(1,0,2)[12] modelinin kullanılması, emlak piyasasının inceliklerini analiz etmede metodolojik bir ilerlemeyi temsil etmektedir. Bu çalışmanın bulguları, modelin içsel eğilimleri ve dışsal değişkenleri özümleme kapasitesine ışık tutarak konut piyasası dinamiklerinin incelikli bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, çalışmanın çıktılarının eleştirel bir incelemesi, özellikle modelin yorumlanabilirliği, mevsimselliğin ele alınması ve tahminlerinin daha geniş etkileri ile ilgili olarak hem güçlü hem de sınırlı alanları ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın en önemli yönlerinden biri, konut piyasasına özgü yıllık döngüleri yansıtan 12 aylık mevsimselliğin açıkça dikkate alınmasıdır. SARIMAX modelinin bu mevsimselliği yakalamadaki ustalığı, geleneksel modellerin gözden kaçırabileceği kalıpları incelemedeki faydasının altını çizmektedir. Bununla birlikte, model mevsimsel dalgalanmaları etkili bir şekilde tanımlasa da, bu içgörülerin ayrıntı düzeyi girdi verilerinin doğruluğuna ve kapsamlılığına bağlıdır. Çalışma dönemi boyunca sabit bir mevsimsellik varsayımı, piyasa davranışındaki değişimleri veya dış ekonomik şokları hesaba katmayabilir, bu da modelin iyileştirilmesi için potansiyel bir alan olduğunu göstermektedir.

SARIMAX modelinin tahmin doğruluğu, tahmin edilen ve gerçekleşen konut satışları arasında belirgin bir uyum gösterse de, modelin hızlı piyasa değişikliklerine olan duyarlılığı sınırlı olabilir. Bu

nedenle, modelin duyarlılığını artırmak için ekonomik ve sosyal değişkenlerin entegrasyonu üzerine daha fazla araştırma yapılması önerilir. Ancak, bu tahminlerin geçmiş verilere dayandırılması, modelin öngörülemez piyasa değişikliklerine karşı duyarlılığı konusunda soru işaretleri doğurmaktadır. Konut piyasası, politika değişiklikleri, ekonomik koşullar ve sosyal eğilimlerden kaynaklanan hızlı değişimlere açıktır. Bu nedenle, model istikrarlı koşullar altında övgüye değer bir performans sergilerken, ani piyasa değişimlerine uyum sağlama kabiliyeti daha fazla araştırma için kritik bir alan olmaya devam etmektedir.

Bu çalışmanın pratik sonuçları, gayrimenkul sektöründeki paydaşlar için önemlidir ve piyasa eğilimlerini öngörmek için bir tahmin aracı sunmaktadır. Bununla birlikte, çalışmanın tekil bir metodolojik yaklaşıma dayanması -metodolojik olarak sağlam olsa da- analitik perspektiflerin çeşitliliğine ilişkin sınırlamalar getirmektedir. Alternatif modelleme tekniklerinin kullanılması ya da nitel içgörülerin entegre edilmesi, çalışmanın sonuçlarının sağlamlığını artırabilir.

Ayrıca, çalışmanın durağan olmama durumunu ele almak için farklılaştırma yoluyla elde edilen kritik veri durağanlığı varsayımı, altta yatan piyasa dinamiklerini maskeleyebilir. SARIMAX modelinin uygulanması için gerekli olmakla birlikte, bu süreç konut piyasasındaki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri potansiyel olarak aşırı basitleştirmektedir. Sonuç olarak, modelin uzun vadeli tahmin doğruluğu tehlikeye girebilir ve ortaya çıkan piyasa verilerine karşı sürekli doğrulama yapılması gerekebilir.

Bu çalışmanın SARIMAX modellemesi aracılığıyla Türkiye'deki konut satışlarını incelemesi, gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır. Modelin gerçek zamanlı veri akışlarını içerecek şekilde genişletilmesi veya değişen piyasa koşullarına uyum sağlayan uyarlanabilir algoritmaların geliştirilmesi, tahmin doğruluğunu önemli ölçüde artırabilir. Ayrıca, alternatif ekonometrik veya makine öğrenimi modellerinin kullanıldığı karşılaştırmalı analizler, konut piyasasının dinamiklerinin daha geniş bir şekilde anlaşılmasını sağlayacaktır.

SONUÇ

Bu çalışma, SARIMA (Mevsimsel Ototregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama) zaman serisi modellemesi kullanarak Türkiye'deki aylık gayrimenkul satışlarını analiz etmekte ve gelecekteki satışları tahmin etmektedir. Gayrimenkul satışlarının ekonomi, devlet gelirleri ve istihdam gibi çeşitli alanlar üzerindeki önemli etkisi göz önüne alındığında, bu çalışma gayrimenkul piyasası eğilimlerini anlamayı ve gelecekteki gelişmeleri tahmin etmeyi amaçlamaktadır.

Elde edilen sonuçlar SARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] modelinin performansını değerlendirmek için kullanılan doğruluk metrikleri ile sunulmuştur. Bu metrikler modelin tahmin yeteneği ve doğruluğu hakkında bilgi vermektedir. Log-likelihood değeri -121.059 olup negatif bir değerdir. AIC (Akaike Information Criterion) değeri 252,117, BIC (Bayes Information Criterion) değeri 265,291 ve HQIC (Hannan-Quinn Information Criterion) değeri 257,453'tür. Bu ölçütler modelin verilere uyumunun kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Buna ek olarak, SARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] modelini kullanarak aylık konut satış tahminleri ile gerçek konut satışları arasındaki uyumu görsel olarak inceledik. Grafikteki kırmızı çizgi SARIMAX modeli tarafından tahmin edilen aylık konut satışlarını, mavi çizgi ise gerçekleşen aylık konut satışlarını göstermektedir. Grafik Eylül 2021'den Mart 2023'e kadar olan dönemi kapsamaktadır.

Grafik ve tablo incelendiğinde, modelin tahminleri ile gerçekleşen satışlar arasındaki benzerlik ve farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Özellikle modelin tahminlerinin 2021 sonundan bu yana gerçekleşen satışlarla uyumlu olduğu ve bu tutarlılığın son dönemlerde daha da arttığı görülmektedir. Bu durum, modelin gayrimenkul satışlarını doğru tahmin etme yeteneğini vurgulamaktadır.

Ayrıca, grafik ve tablo verileri modelin mevsimsel etkileri (12 aylık döngü) yakalama kabiliyetini göstermektedir. Modelin mevsimsel dalgalanmaları doğru bir şekilde tahmin ettiği görülebilir. Bu da modelin zaman içindeki değişimleri ve mevsimsel etkileri hesaba katarak güvenilir tahminler yapabildiğini göstermektedir.

Çalışmanın sınırlılıkları arasında, SARIMAX modelinin hızlı piyasa değişikliklerine olan duyarlılığının sınırlı olması öne çıkmaktadır. Model, tahmin edilen ve gerçekleşen konut satışları

arasında uyum gösterse de ani ekonomik veya sosyal değişiklikler karşısında performansı düşebilir. Bu nedenle, modelin duyarlılığını artırmak için ekonomik ve sosyal değişkenlerin entegrasyonu üzerine daha fazla araştırma yapılması önerilir. Ayrıca, sabit mevsimsellik varsayımı piyasa davranışındaki değişiklikleri tam olarak yansıtamayabilir, bu da modelin doğruluğunu etkileyebilir.

Bu çalışma pratik bir analiz ve tahmin modeli olan SARIMA(0,0,2)(1,0,2) [12] kullanarak Türkiye'deki gayrimenkul satışları hakkında önemli bir bilgi kaynağı sağlamaktadır. Sonuçlar, gayrimenkul sektöründeki paydaşlar, ekonomistler, politika yapıcılar ve yatırımcılar için faydalı olabilir. Bu bulgular, emlak piyasası, risk yönetimi ve sürdürülebilirlik stratejileri geliştirmek için önemli bir yol haritası sağlayabilir. Ayrıca, gayrimenkul sektörüne yönelik eğitim ve gelişim programlarının tasarımına rehberlik edebilir ve insan kaynakları için bilgi ve becerilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Bu araştırmanın sonuçları, gayrimenkul piyasasının gelecekteki eğilimlerini ve oynaklığını anlamak isteyen herkes için değerli bir kaynak olabilir.

KAYNAKÇA

- Abhyankar, A. ve Singla, H. K. (2021). Comparing Predictive Performance of General Regression Neural Network (GRNN) and Hedonic Regression Model for Factors Affecting Housing Prices in “Pune-India”. *International Journal of Housing Markets and Analysis*. <https://doi.org/10.1108/ijhma-01-2021-0003>
- Akin, O., Marin, J. J. ve Peydró, J.-L. (2016). Anticipating the Financial Crisis: Evidence From Insider Trading in Banks. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2779048>
- Alm, J., Buschman, R. D. ve Sjoquist, D. L. (2011). Rethinking Local Government Reliance on the Property Tax. *Regional Science and Urban Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2011.03.006>
- Alzami, F., Salam, A., Rizqa, I., Irawan, C., Andono, P. N., Aqmala, D. ve Sartika, M. (2024). Demand prediction for food and beverage SMEs using SARIMAX and weather data. *Ingenierie des Systemes d'Information*, 29(1), 293-300. <https://doi.org/10.18280/isi.290129>
- Awuah, K. G. B. ve Gyamfi-Yeboah, F. (2019). The Effect of Ground Rent and Unexpired Lease Term on Property Values in Ghana. *International Journal of Housing Markets and Analysis*. <https://doi.org/10.1108/ijhma-05-2018-0033>
- Baghestani, H. ve Viriyavipart, A. (2019). Do Factors Influencing Consumer Home-Buying Attitudes Explain Output Growth? *Journal of Economic Studies*. <https://doi.org/10.1108/jes-01-2018-0040>
- Bao, T., Gong, J. P., Shu, X. ve Zhang, K. (2020). The Prediction of Dam Displacement Time Series Using STL, Extra-Trees, and Stacked LSTM Neural Network. *Ieee Access*. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2995592>
- Beck, J. ve Saadatmand, Y. (2024). The impact of real estate agent and firm characteristics on sales prices under different market conditions and price segments. *Business Economics*, 59(1), 31–38. <https://doi.org/10.1057/s11369-023-00340-4>
- Besarria, C. d. N., Paes, N. L. ve Silva, M. (2018). Testing for Bubbles in Housing Markets: Some Evidence for Brazil. *International Journal of Housing Markets and Analysis*. <https://doi.org/10.1108/ijhma-08-2017-0075>
- Birkeland, K. B., D’Silva, A. D., Füss, R. ve Oust, A. (2021). *International Real Estate Review*. <https://doi.org/10.53383/100319>
- Bulczak, G. (2021). Use of Google Trends to Predict the Real Estate Market: Evidence From the United Kingdom. *International Real Estate Review*. <https://doi.org/10.53383/100332>
- Cepni, O., Gupta, R. ve Tiwari, A. K. (2019a). The Role of Real Estate Uncertainty in Predicting US Home Sales Growth: Evidence From a Quantiles-Based Bayesian Model Averaging Approach. *Applied Economics*. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1654082>

- Cepni, O., Gupta, R. ve Tiwari, A. K. (2019b). The Role of Real Estate Uncertainty in Predicting US Home Sales Growth: Evidence From a Quantiles-Based Bayesian Model Averaging Approach. *Applied Economics*. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1654082>
- Çılğın, C. ve Gökçen, H. (2023). Machine Learning Methods for Prediction Real Estate Sales Prices in Turkey. *RDLC*. <https://doi.org/10.7764/rdlc.22.1.163>
- Guangliang, G., Zhifeng, B., Jie, C., K. A., Q., Timos, S., Fellow, IEEE ve Zhiang, W. (2019). Location-Centered House Price Prediction: A Multi-Task Learning Approach. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1901.01774>
- Gill, K. K., Bhatt, K., Kaur, B. ve Sandhu, S. S. (2023). ARIMA approach for temperature and rainfall time series prediction in Punjab. *Journal of Agrometeorology*, 25(4), 571-576. <https://doi.org/10.54386/jam.v25i4.2250>
- Guijarro, F., (2021). A Mean-Variance Optimization Approach for Residential Real Estate Valuation. *Real Estate Management and Valuation*. <https://doi.org/10.2478/remav-2021-0018>
- Gupta, A. ve Newell, G. (2020). A Real Estate Portfolio Management Risk Assessment Framework for Nonlisted Real Estate Funds in India. *Property Management*. <https://doi.org/10.1108/pm-04-2020-0023>
- Hari, K.D.T. ve Adiputra, I.M P. (2024). Pengaruh Sales Growth, Net Profit Margin, Dan Price Earning Ratio Terhadap Return Saham: Studi pada Perusahaan Property dan Real Estate yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia. *JIMAT (Jurnal Ilmiah Mahasiswa Akuntansi) Undiksha*, 15(01), 19-30.
- Heinrich, M., Maurin, M. A., Schreck, T. ve Just, T. (2016). Characteristics of German Foreclosed Residential Assets, Their Real Values and Discounts. An Empirical Study. https://doi.org/10.15396/lares-16-heinrich_characteristics_artigo
- Hobijn, B., Franses, P. H. ve Ooms, M. (2004). Generalizations of the KPSS-test for Stationarity. *Statistica Neerlandica*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9574.2004.00272.x>
- Huang, R. ve Mao, S. (2022). Research on Precision Marketing of Real Estate Market Based on Data Mining. *Scientific Programming*. <https://doi.org/10.1155/2022/8198568>
- Kang, J., Lee, H., Jeong, S.-Y., Lee, H. C. ve Oh, K. J. (2020). Developing a Forecasting Model for Real Estate Auction Prices Using Artificial Intelligence. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12072899>
- Kobzan, S., Поморцева, O.E, Ivakhnenko, A. ve Tolsta, M. (2022). Features of Investment in the Real Estate Market. *Municipal Economy of Cities*. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2022-3-170-214-222>
- Kuru, M. ve Calis, G., (2021). Sale Price Classification Models for Real Estate Appraisal. *RDLC*. <https://doi.org/10.7764/rdlc.20.3.440>
- Lepetit, L. ve Strobel, F. (2013). Bank Insolvency Risk and Time-Varying Z-Score Measures. *Journal of International Financial Markets Institutions and Money*. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2013.01.004>
- Liu, G. (2022). Research on Prediction and Analysis of Real Estate Market Based on the Multiple Linear Regression Model. *Scientific Programming*. <https://doi.org/10.1155/2022/5750354>
- Ma, X., Zhang, Z., Han, Y. ve Yue, X.-G. (2019). Sustainable Policy Dynamics—A Study on the Recent “Bust” of Foreign Residential Real Estate Investment in Sydney. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su11205856>
- McGonigle, E. T., Killick, R. ve Nunes, M. A. (2022). Modelling Time-Varying First and Second-Order Structure of Time Series via Wavelets and Differencing. *Electronic Journal of Statistics*. <https://doi.org/10.1214/22-ejs2044>

- Museleku, E.K. (2022). Modelling Apartments Values in the Nairobi Metropolitan Area, Kenya. Property Management. <https://doi.org/10.1108/pm-03-2022-0023>
- Nasseri, A., Neyshabouri, M. R. ve Fard, A. F. (2013). Time Series Analysis of Furrow Infiltration. Irrigation and Drainage. <https://doi.org/10.1002/ird.1756>
- Onyekwere, S. C., Dike, J. ve Eshun, B. A. (2021). The Impact of Oil Price Shocks on Macroeconomic Activity: Searching Evidence From Oil Exporting and Importing Countries Using Unstructured Vector Autoregressive (VAR) Model. Asian Bulletin of Energy Economics and Technology. <https://doi.org/10.20448/journal.507.2021.61.1.29>
- Pandey, A. V. ve Jain, A. (2017). Comparative Analysis of KNN Algorithm Using Various Normalization Techniques. International Journal of Computer Network and Information Security. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2017.11.04>
- Poon, J. (2014). Do Real Estate Courses Sufficiently Develop Graduates' Employability Skills? Perspectives From Multiple Stakeholders. Education + Training. <https://doi.org/10.1108/et-06-2013-0074>
- Rusyana, A., Marzuki, N. ve Flancia, M. (2017). SARIMA model for forecasting foreign tourists at the Kualanamu International Airport. In Proceedings - 2016 12th International Conference on Mathematics, Statistics, and Their Applications, ICMSA 2016: In Conjunction with the 6th Annual International Conference of Syiah Kuala University (pp. 153-158). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMSA.2016.7954329>
- Saha, E., Hazra, A. ve Banik, P. (2016). SARIMA modeling of the monthly average maximum and minimum temperatures in the eastern plateau region of India. *Mausam*, 67(4), 841-848.
- Sergoyan, H. T. ve Bezirganyan, G. V. (2022). Automated Real Estate Valuation With Machine Learning: a Case Study on Apartment Sales in Yerevan. Journal of Architectural and Engineering Research. <https://doi.org/10.54338/27382656-2022.2-012>
- Shulgan, R., Yanchuk, O., Pakharenko, O. ve Pryshchepa, A. M. (2021). Study on the Influence of Roadways on Land Plots According to the Results of Monetary Evaluation. Geomatics and Environmental Engineering. <https://doi.org/10.7494/geom.2021.15.3.5>
- Siddiqui, M. (2024). The impact of Digital marketing on real estate sales. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4816652>
- Ullah, F., Sepasgozar, S. M. E. ve Wang, C. (2018). A Systematic Review of Smart Real Estate Technology: Drivers Of, and Barriers To, the Use of Digital Disruptive Technologies and Online Platforms. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su10093142>
- Yan, N. (2019). Study on the Influence of Monetary Policy on Real Estate Price in China. Journal of Service Science and Management. <https://doi.org/10.4236/jssm.2019.122011>
- Yuan, X. (2023). A Review of Domestic and Foreign Research on Real Estate Financial Management. Proceedings of Business and Economic Studies.
- Yang, F., Wu, X., Zhang, M. ve Chang, X. (2023). Time series forecast of air travel demands with considering the influences of new routes. In 2023 9th International Conference on Computer and Communications, ICC 2023 (pp. 2259-2263). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCC59590.2023.10507681>
- Zhang, W., Chen, S.-F., Guo, D. ve Li, B. (2019). The Impact of Internet Real Estate Intermediary Platform on the Real Estate Market. <https://doi.org/10.1145/3371238.3371259>

EXTENDED ABSTRACT

This study examines the crucial role of real estate sales in the Turkish economy and society. By analysing monthly sales data from January 2013 to March 2023, the research aims to forecast future trends using the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) model. The selection of this particular model is based on a thorough evaluation of information criteria and forecasting accuracy metrics, ensuring its effectiveness in capturing the inherent seasonality of the housing market.

The results of the study show the success of the SARIMA model in accurately predicting total monthly housing sales, particularly from September 2021 onwards. This highlights its potential as a valuable tool for informed decision-making and strategic planning in the property sector. However, the research also acknowledges the inherent limitations of the model, including its reliance on historical data and potential limitations in capturing rapid market changes due to economic, political or social factors.

The study utilizes official data from the Turkish Statistical Institute (TurkStat) spanning January 2013 to March 2023. The chosen model, SARIMA, is specifically designed to analyze and forecast time series data that exhibits seasonal patterns. Through a rigorous evaluation process, the study identifies SARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] as the most suitable model, balancing model complexity and fit accuracy as evidenced by information criteria.

A key finding of the research is the model's robust forecasting capabilities, particularly since September 2021. The model not only accurately predicts the overall trend of housing sales but also effectively captures the 12-month seasonal fluctuations. Additionally, the chosen model demonstrates a good balance between model complexity and fit accuracy, as evidenced by information criteria. However, while the model aligns well with recent sales data, its reliance on historical data necessitates further investigation into its ability to adapt to unforeseen market changes.

Discussion and Conclusion

The study emphasizes the SARIMA model's effectiveness in capturing seasonality, a crucial factor for accurate forecasting in the housing market. Furthermore, the model's accuracy suggests its potential value for stakeholders in the real estate sector seeking informed decision-making. However, the research acknowledges several limitations that warrant further exploration:

- *Data Reliance:* The model's dependence on historical data may limit its adaptability to sudden market shifts driven by external factors like economic changes or policy decisions.
- *Seasonality Assumption:* The assumption of constant seasonality may not fully account for long-term changes in market behavior.
- *Methodological Singularity:* The exclusive use of the SARIMA model potentially overlooks insights from alternative methodologies like machine learning approaches.
- *Data Stationarity:* Data stationarity achieved through differencing might mask underlying market dynamics, potentially impacting long-term forecasting accuracy.

Despite these limitations, this study offers a valuable tool for understanding and forecasting real estate sales in Turkey. The SARIMA(0,0,2)(1,0,2)[12] model demonstrates promising results, but further research is recommended to:

- Integrate real-time data or develop adaptive algorithms for enhanced responsiveness to market changes.
- Employ comparative analyses using alternative models for a more comprehensive understanding.
- Continuously validate the model's long-term accuracy against emerging market data.

By addressing these limitations and pursuing further research, this study lays a foundation for future academic endeavours and provides valuable insights for stakeholders in the Turkish real estate sector. This research has implications for policy formulation, risk management and professional development within the sector, and contributes to a deeper understanding of the dynamics of the Turkish housing market.