

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

OFİS KİRALARININ BULANIK REGRESYON YÖNTEMİYLE
BELİRLENMESİ: ANKARA İLİ ÖRNEĞİ

Uğur ŞEN

GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

OFİS KİRALARININ BULANIK REGRESYON YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ: ANKARA İLİ ÖRNEĞİ

Uğur ŞEN
Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. F. Nihan ÖZDEMİR SÖNMEZ
Eş Danışman: Prof. Dr. Furkan BAŞER

Ekonomik dalgalanmalar, sosyal ve teknolojik gelişmeler; işgücünün sektörel yapısını dönüştürerek ofislerdeki taleplerde değişikliklere neden olmaktadır. Bu bağlamda, ofis kira pazarı; ekonomik eğilimlerden ve sektördeki değişikliklerden etkilenmekte ve dolayısıyla kiraların ekonomik, sosyal mekânsal veya çevresel faktörleri birlikte dikkate alan yöntemlerle belirlenmesi gerekmektedir. Ancak geleneksel yöntemler, homojen piyasa varsayımıyla çalıştıkları için, heterojen bir yapıya sahip olan ofis kira pazarında yetersiz kalabilmektedir. Nitekim konum ve bina özellikleri gibi faktörler kirayı önemli ölçüde etkilemekte; bu da ofis pazarının alt pazarlar şeklinde bölünerek analiz edilmesini gerektirmektedir. Bu noktada alt pazarlardaki arz ve talep dinamiklerinin incelenmesini mümkün kılan pazar bölümlendirmesi yaklaşımı, daha gerçekçi ve isabetli değerlendirme sonuçlarının elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Diğer yandan pazar bölümlendirmesinde alt pazar sınırlarının kesin biçimde tanımlanamaması, kullanıcı tercihlerinin ölçülebilirliğindeki belirsizlikler, geleneksel modellerin açıklama gücünü sınırlamaktadır. Bu tür belirsizliklerin yönetilmesinde, matematiksel olarak belirsizliği ifade edebilen Bulanık Regresyon Fonksiyonları yöntemi öne çıkmaktadır. Bu araştırmanın amacı, geleneksel yöntemlerin ofis kira pazarını yansıtamadığını ortaya koymak ve bu bağlamda Makine Öğrenmesi ile pazar bölümlendirmesi yaklaşımlarının değerlemeye katkılarını incelemektir. Bu doğrultuda, belirsizlik ve çok boyutluluğun daha doğru modellenebilmesi için pazar bölümlendirmesi ile Bulanık Regresyon Fonksiyonları birlikte ele alınmış ve çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarıyla karşılaştırılmıştır. Araştırmada, Ankara ili Çankaya ilçesindeki 14 adet ofis binasına ilişkin 2.228 kira verisi kullanılmıştır. Model performansları; kestirim doğruluğu ve hata oranları dikkate alınarak karşılaştırılmış, en yüksek doğruluk pazar bölümlendirmesi ve Bulanık Regresyon Fonksiyonlarıyla desteklenen Rasgele Orman Modelinde elde edilmiştir (RMSE: 0,237305; MAE: 0,187292; rRMSE: 0,039972; rMAE: 0,031545). Bu bulgular, önerilen yaklaşımın hem teorik hem pratik düzeyde daha duyarlı ve güvenilir sonuçlar sunduğunu göstermektedir. Gayrimenkul pazarının artan heterojenliği ve riskleri, değerlendirme çalışmalarında sağlıklı kestirimlerin yapılabilmesi için matematiksel modellerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Mayıs 2025, 200 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ofis kirası kestirim modeli, makine öğrenmesi yöntemleri, mekânsal analiz, pazar bölümlendirmesi, kirayı etkileyen değişkenler

ABSTRACT

PhD Thesis

DETERMINATION OF OFFICE RENT WITH FUZZY REGRESSION METHOD:
THE CASE OF ANKARA PROVINCE

Uğur ŞEN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Real Estate Development and Management

Supervisor: Prof. Dr. F. Nihan ÖZDEMİR SÖNMEZ
Co-Supervisor: Prof. Dr. Furkan BAŞER

Economic fluctuations, coupled with social and technological advancements, have significantly transformed the sectoral structure of the labour force, thereby leading to alterations in the demand for office space. Within this framework, the office rental market is subject to influence by prevailing economic trends and sectoral shifts, which underscores the necessity for comprehensive valuation methodologies that incorporate economic, spatial, and environmental considerations. Nevertheless, traditional valuation techniques, predicated on the assumption of a homogeneous market, frequently prove insufficient in the office rental context, which is inherently heterogeneous. Indeed, factors such as location and building characteristics exert a substantial impact on rental prices, warranting an analysis of the office market through a submarket-based approach. In this regard, the market segmentation methodology, which facilitates the examination of supply and demand dynamics within specific submarkets, enhances the accuracy and realism of valuation outcomes. Conversely, the challenges in precisely delineating submarket boundaries and the uncertainties associated with measuring user preferences restrict the explanatory power of traditional models. To address these uncertainties, the Fuzzy Regression Functions approach, capable of mathematically representing vagueness and imprecision, emerges as a robust alternative. The objective of this study is to demonstrate the limitations of traditional valuation methods in capturing the complexities of the office rental market and, in this context, to explore the contributions of Machine Learning and Market Segmentation techniques to rental value estimation. Accordingly, Fuzzy Regression Functions are integrated with Market Segmentation to better model uncertainty and multidimensional structures, with the performance of the proposed methodology compared against various machine learning algorithms. The empirical analysis utilizes a dataset comprising 2,228 rental observations from 14 office buildings situated in the Çankaya district of Ankara. The evaluation of model performance is based on prediction accuracy and error metrics. The optimal predictive performance is observed in the Random Forest model, which is supported by both Market Segmentation and Fuzzy Regression Functions (RMSE: 0.2373; MAE: 0.1873; rRMSE: 0.0399; rMAE: 0.0315). These findings suggest that the proposed approach yields more sensitive and dependable results, both theoretically and practically. Given the increasing heterogeneity and risks within the real estate sector, the utilisation of advanced mathematical models becomes indispensable for obtaining reliable valuation estimates.

May 2025, 200 pages

Keywords: Office rent estimate model, Machine learning methods, Spatial analysis, Market segmentation, Rental price determinants

TEŞEKKÜR

Doktora tezi kapsamında, eğitim sürecim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana rehberlik eden, her aşamada desteğini esirgemeyen ve çalışmanın gelişimine katkı sunan kıymetli danışman hocalarım: Prof. Dr. F. Nihan ÖZDEMİR SÖNMEZ ile Prof. Dr. Furkan BAŞER'e, en derin teşekkürlerimi iletmek isterim. Tez izleme sürecinde, kıymetli katkıları, yol gösterici değerlendirmeleriyle Tez İzleme Komitesi üyesi Sayın Prof. Dr. Nuray TOSUNOĞLU'na en derin teşekkürlerimi iletirim. Ayrıca, gerek yüksek lisans, gerekse doktora öğrenimim süresince akademik gelişimime önemli katkılar sağlayan ve her zaman desteklerini gördüğüm Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Harun TANRIVERMİŞ'e ve Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalında görev yapan bütün akademik ve idari personele teşekkürü bir borç bilirim. Bu araştırmada ihtiyaç duyulan Ankara ili ofis piyasasına ilişkin veri setini bilimsel araştırma amaçlı olarak paylaşarak çalışmamda önemli katkılar sunan Endeksa Teknoloji Anonim Şirketi yönetici ve çalışanlarına da teşekkürlerimi sunarım. Hayatımın her anında olduğu gibi tez sürecimde de sevgisi, sabrı ve desteğiyle yanımda olan sevgili eşim Esra ŞEN'e, yaşam kaynağım olan çocuklarım Duru ŞEN'e ve Aras ŞEN'e, ayrıca ŞEN ve EROĞLU ailelerinin değerli üyelerine sonsuz şükran ve minnettarlığımı ifade etmek isterim. Onların sevgisi, desteği ve fedakârlıkları, bu çalışmanın tamamlanmasında en büyük motivasyon kaynağım olmuştur. Araştırma sonuçlarının konu ile ilgili olarak yapılacak yeni ve ileri düzeydeki çalışmalara altlık teşkil etmesini ve araştırmacılara yararlı ve yol gösterici olmasını temenni ederim.

Uğur ŞEN

Ankara, Mayıs 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Önemi ve Amacı.....	1
1.2 Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları	4
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	7
2.1 Ofis Pazarı ve Ofis Yapıları	7
2.2 Ofis Kiralarını Etkileyen Değişkenler	11
2.3 Önceki Çalışmalar.....	15
3. KÜRESEL DÜZEYDE VE TÜRKİYE ÖZELİNDE GAYRİMENKUL PAZARI.....	25
3.1 Küresel Gayrimenkul Pazarı ve Uluslararası Sermaye Hareketleri.....	25
3.1.1 Küresel gayrimenkul yatırımlarının sektörel dağılımı.....	34
3.1.2 Küresel gayrimenkul pazarının gelişimine dair tahminler	37
3.2 Türkiye’de Gayrimenkul Pazarının Görünümü	39
3.2.1 Türkiye’de gayrimenkul yatırımlarının sektörel dağılımı	43
3.2.2 Türkiye gayrimenkul pazarının gelişimine dair tahminler.....	45
3.2.3 Ankara ofis pazarının mevcut durumu ve gelişme eğilimleri	48
4. GAYRİMENKUL DEĞERLEMEDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE MATEMATİKSEL MODELLERİN KULLANIM OLANAKLARI.....	52
4.1 Geleneksel Değerleme Yaklaşımları.....	54
4.1.1 Pazar yaklaşımı	55
4.1.2 Gelir yaklaşımı	58
4.1.3 Maliyet yaklaşımı	60
4.1.4 İstatistiksel ve matematiksel değerlendirme yöntemleri.....	61
4.2 Makine Öğrenmesi Yöntemleri.....	65

4.2.1 Çoklu Doğrusal Regresyon.....	69
4.2.2 Ridge Regresyonu	72
4.2.3 Lasso Regresyonu.....	74
4.2.4 Karar Ağaçları	75
4.2.5 Rasgele Orman	77
4.2.6 k-En Yakın Komşu.....	79
4.2.7 Destek Vektör Makinesi	84
4.2.8 XGBoost modeli.....	88
4.2.9 Yapay Sinir Ağları	93
4.3 Gayrimenkul Pazar Bölümlendirmesi.....	96
5. BULANIK REGRESYON FONKSİYONLARI VE GAYRİMENKUL DEĞERLEME ARAŞTIRMALARINDA KULLANIM OLANAKLARI.....	104
5.1 Bulanık Kümeleme Algoritmaları	104
5.1.1 Bulanık c-ortalama kümeleme algoritması.....	106
5.2 Bulanık Regresyon Fonksiyonları	113
5.2.1 Yapı tanımlama ve çıkarım	116
6. ANKARA İLİNDE YAPILAN SAHA ÇALIŞMASININ YÖNTEMLERİ.....	122
6.1 Çalışmada Kullanılan Veriler	122
6.2 Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntemler	142
6.3 Model Performans Ölçütlerinin Değerlendirilmesi	152
7. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	157
7.1 Araştırma Alanına İlişkin Bulgular	157
7.2 Emsal Değer Analizi.....	161
7.3 Makine Öğrenmesi Yöntemlerine İlişkin Bulgular.....	164
7.4 Bulanık Regresyon Fonksiyonları Yöntemine İlişkin Bulgular.....	168
7.5 Modelden Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi.....	172
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	177
KAYNAKLAR	183
ÖZGEÇMİŞ.....	200