

Kahramanmaraş Depremi'nin İnşaat Maliyetleri ve Faaliyet Hacmi Üzerine Etkileri: 2020–2024 Dönemi Karşılaştırmalı Analizi

Özge ALBOĞA^{1,a}

¹Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Adana, Türkiye

^aORCID: 0000-0002-2848-8373

Makale Bilgileri

Geliş : 24.11.2025

Kabul : 19.12.2025

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1829266

Sorumlu Yazar

Özge ALBOĞA

albogaozge@gmail.com

Anahtar Kelimeler

İnşaat maliyet endeksi

Deprem

Çimento üretimi

İnşaat sektörü

Zaman serisi

Atıf şekli: ALBOĞA, Ö., (2025). Kahramanmaraş Depremi'nin İnşaat Maliyetleri ve Faaliyet Hacmi Üzerine Etkileri: 2020–2024 Dönemi Karşılaştırmalı Analizi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 40(4), 993-1006.

ÖZ

Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremin inşaat sektöründe maliyet baskısı, üretim davranışı ve faaliyet hacmi üzerindeki etkileri, 2020–2024 dönemine ait İnşaat Maliyet Endeksi (İME), çimento üretim miktarları, yapı ruhsatı verilen bina sayıları ve Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) ile ilgili veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Deprem öncesi ve sonrası farkı bağımsız örneklem t-testleri ve çoklu doğrusal regresyon ile değerlendirilmiş; maliyetlerin zamansal yapısını incelemek üzere SARIMA modeli uygulanmıştır. Bulgular, deprem sonrası İME'nin yaklaşık %225 oranında arttığını ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Regresyon sonuçları, deprem ve TÜFE'nin İME üzerinde anlamlı etkiler yarattığını; çimento üretimi ve ruhsat göstergelerinin ise kısa dönemde maliyet değişimini açıklamadığını ortaya koymuştur. SARIMA modeli, trend ve mevsimselliğin varlığını doğrulamış ve deprem sonrası maliyet rejiminin kalıcılığını göstermiştir. Sonuçlar, depremin sektörde yapısal maliyet artışlarına yol açtığını ve üretim–yatırım göstergelerinin daha gecikmeli uyum sağladığını göstermektedir.

The Effects of the Kahramanmaraş Earthquake on Construction Costs and Activity Volume: A Comparative Analysis of the 2020–2024 Period

Article Info

Received : 24.11.2025

Accepted : 19.12.2025

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1829266

Corresponding Author

Özge ALBOĞA

albogaozge@gmail.com

Keywords

Construction cost index

Earthquake

Cement production

Construction industry

Time series

How to cite: ALBOĞA, Ö., (2025). The Effects of the Kahramanmaraş Earthquake on Construction Costs and Activity Volume: A Comparative Analysis of the 2020–2024 Period. Çukurova University, Journal of the Faculty of Engineering, 40(4), 993-1006.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of the February 6, 2023 earthquake in Kahramanmaraş on cost pressures, production dynamics, and activity levels within the construction sector, utilizing data from the Construction Cost Index (CCI) for the period 2020–2024, cement production amounts, the number of given building permits, and the Consumer Price Index (CPI). The disparity before and after the earthquake was assessed utilizing independent sample t-tests and multiple linear regression; the SARIMA model was employed to analyze the time course of costs. The results indicate that the CPI increased by almost 225% following the earthquake, and this rise is statistically significant. The regression analysis indicated that the earthquake and CPI significantly influenced the IME, however cement output and permit indicators did not account for short-term cost variations. The SARIMA model validated the existence of trends and seasonality, indicating that the post-earthquake cost regime has become permanent. The findings demonstrate that the earthquake resulted in heightened structural costs within the industry, but production-investment metrics adjusted with a significant delay.

1. GİRİŞ

Türkiye, deprem açısından yüksek riskli bir ülkedir ve tarih boyunca pek çok yıkıcı depreme maruz kalmıştır. Yıkıcı depremler yalnızca can ve mal kayıplarına yol açmakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik dengeleri, üretim kapasitesini ve sektörel faaliyetleri önemli ölçüde etkilemektedir [1]. Son altmış yılda deprem kaynaklı kayıpların, ülkedeki tüm afet türlerinden kaynaklanan toplam kayıpların yaklaşık %70'ine karşılık gelmesi [2], bu etkinin sürekliliğini ve kapsamını açık şekilde ortaya koymaktadır. Bu durum, depremlerin ülke ekonomisi ve sektörler üzerindeki etkisinin kapsamlı ve sürekli bir nitelik taşıdığını göstermektedir.

Bu çerçevede, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli olarak meydana gelen ve 11 ili etkileyen depremler hem doğrudan fiziksel yıkımın boyutu hem de ortaya çıkardığı geniş kapsamlı ekonomik sonuçlar itibarıyla yakın dönemin en büyük ölçekli afetlerinden biri olarak değerlendirilmektedir [3,4]. Dünya Bankası'nın değerlendirmelerine göre, bu depremlerin yol açtığı doğrudan fiziksel hasarın yaklaşık 34,2 milyar dolar, yeniden inşa ve iyileştirme maliyetlerinin ise bu rakamların çok daha üzerinde gerçekleşeceği tahmin edilmektedir [5]. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yapılan hasar tespit çalışmaları da afetin ölçeğini desteklemekte olup, acil yıkılacak, yıkık veya ağır hasarlı konut sayısı 518.009, orta hasarlı konut sayısı 131.577, az hasarlı konut sayısı ise 1.279.727 olarak raporlanmıştır [6]. Bu hasar tablosu, bölgenin yeniden inşa sürecinin uzun yıllara yayılacağını ve inşaat sektörünün afet sonrası ekonomik toparlanmanın merkezinde yer aldığını göstermektedir.

Depremi ardından inşaat sektörü hem talep hem arz yönlü baskıların aynı anda arttığı bir dönem yaşamıştır. Talep tarafında, konut yenileme ve yeniden inşa ihtiyacı, güçlendirme çalışmaları, hasarlı yapı stoğunun hızlı dönüşümü ve kamu destekli projelerin hızlanması sektörel faaliyet hacmini genişletmiştir. Arz tarafında ise, malzeme fiyatlarında dalgalanmalar, tedarik zinciri kesintileri, lojistik maliyetlerinde artış, çimento ve çelik gibi temel girdilerde kapasite baskıları, işçilik maliyetlerindeki yükseliş ve üretim süreçlerindeki kesintiler gibi unsurların maliyet artışları üzerinde baskı oluşturduğu değerlendirilmektedir. Nitekim Şubat 2023 döneminde İME'nin bir önceki yılın aynı ayına göre %72,37 oranında artması [7] sektördeki maliyet şokunun büyüklüğünü açık biçimde göstermektedir.

Uluslararası literatürde, büyük ölçekli depremlerin üretim kayıpları, maliyet artışları, tedarik zinciri kesintileri ve yatırım kararlarındaki belirsizlikler yoluyla ekonomiyi çok boyutlu biçimde etkilediği belirtilmektedir [8,9]. Afet sonrası dönemde özellikle inşaat sektörüne yönelik talebin arttığı, konut yenileme ve yeniden inşa ihtiyaçlarının malzeme piyasalarında kısa vadeli baskı oluşturduğu vurgulanmaktadır [9-12]. Türkiye'de de 6 Şubat depremleri sonrasında hem konut talebinde hem inşaat malzemesi talebinde güçlü artışlar gözlemlendiği ve bu durumun fiyat baskılarında belirgin bir artışa katkı sağladığı değerlendirilmektedir [13].

Literatürde deprem etkilerine ilişkin çalışmalar çoğunlukla konut fiyatları, finansal piyasalar ve firma performansları gibi makro göstergelere odaklanmakta; buna karşılık inşaat sektörünün maliyet yapısı, üretim süreçleri ve faaliyet hacmi üzerindeki etkiler daha sınırlı biçimde ele alınmaktadır [12–23]. Bu çalışmada, inşaat sektörünün temel göstergeleri olan İME, çimento üretimi, yapı ruhsatı verilen bina sayısı ile genel fiyat düzeyini temsil eden TÜFE değişkeni birlikte ele alınmıştır. Bu kapsam, maliyet davranışlarının sektörel arz–talep koşulları ve makroekonomik fiyat hareketleri çerçevesinde incelenmesine imkân tanımaktadır. Böylelikle depremin maliyet, üretim ve faaliyet hacmi üzerindeki olası etkilerinin daha bütüncül bir değerlendirme ile ele alınması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı, 6 Şubat depremlerinin ardından inşaat sektöründe ortaya çıkan maliyet dinamiklerini ve ilgili sektörel göstergelerdeki değişimleri nesnel bir çerçevede incelemektir. İnşaat maliyetlerindeki değişimin üretim ve ruhsat göstergeleriyle birlikte ele alınması, deprem sonrası sektörün içinde bulunduğu ekonomik ve operasyonel koşulların daha sağlıklı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda maliyet davranışlarını açıklayan ilişkileri incelemek için çoklu doğrusal regresyon modeli; serinin zaman içindeki hareketlerini değerlendirebilmek için ise SARIMA yaklaşımı kullanılmıştır. Böylece depremin sektörel etkileri hem ekonomik belirleyiciler hem de zamansal dinamikler yönünden ele alınmış; elde edilen bulguların sektörün yeniden yapılanma sürecine ilişkin değerlendirmelere ışık tutması beklenmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Depremlerin ekonomik etkileri üzerine yapılan çalışmalar, afetlerin yalnızca fiziksel hasarla sınırlı kalmadığını, makroekonomik göstergelerden sektörel faaliyetlere, maliyetlerden tedarik zincirlerine kadar geniş bir alanda etkiler yarattığını göstermektedir. İlgili literatür genel olarak üç ana eksenle şekillenmektedir: makroekonomik etkiler, konut ve gayrimenkul piyasaları ile inşaat sektörü ve girdi piyasalarına ilişkin bulgular.

Makroekonomik etkiler üzerine yapılan çalışmalarda, büyük ölçekli depremlerin üretim kapasitesinde geçici veya kalıcı düşüşlere yol açtığı; kamu harcamalarını artırdığı, ekonomik büyüme, istihdam ve yatırım kararlarını etkilediği belirtilmektedir. Antoniadou [14], afetlerin düşük gelirli ülkelerde ekonomik toparlanmayı yavaşlattığını, gelişmekte olan ekonomilerde ise maliyetleri artırarak kamu finansmanı üzerinde baskı yarattığını belirtmiştir. Aquino ve arkadaşları [8], büyük depremlerin tedarik zinciri kesintileri, altyapı hasarları ve üretim kayıpları yoluyla ekonomik sistemde çok boyutlu etkiler yarattığını göstermektedir. Benzer şekilde Dinçer ve arkadaşları [15] tarafından yapılan çalışmada da 6 Şubat depremlerinin işgücü, tedarik zinciri, pazarlama faaliyetleri ile işletmelerin finansal ihtiyaçları ve kırılganlık düzeyleri üzerinde çeşitli makroekonomik etkiler yarattığı belirtilmiştir.

Konut ve gayrimenkul piyasaları özelinde yapılan çalışmalar ise deprem sonrası fiyat dinamiklerini ortaya koymaktadır. Mikawa [16] tarafından yapılan çalışmada Japonya'da 2011 depreminin, zemin koşullarına bağlı olarak arazi ve konut fiyatlarını düşürdüğünü vurgulanmıştır. Cheung ve arkadaşları [17] ise Oklahoma'da orta ve yüksek şiddetteki depremlerin konut fiyatlarını düşürüp satış sürelerini uzattığını belirtmişlerdir. Buna karşılık, Toparlak [18] tarafından 6 Şubat depremlerinin etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, depremden etkilenen bölgeler ve çevre şehirlerde artan konut talebinin fiyatlara anlamlı biçimde yansımadağı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada bu durum, Türkiye'de konut fiyatlarının 2019 sonrasında enflasyon, yatırım amaçlı talep ve inşaat maliyetleri gibi faktörler nedeniyle zaten güçlü bir yükseliş eğiliminde olmasıyla açıklanmaktadır.

İnşaat sektörü ve girdi piyasaları üzerine yapılan çalışmalar ise daha çok maliyet yapıları, malzeme arz-talep dengesi, üretim süreçleri ve yeniden inşa faaliyetleri üzerine odaklanmaktadır. Chang ve arkadaşları [19], 2008 Wenchuan depreminde tuğla, agrega ve çimento gibi en çok ihtiyaç duyulan yapı malzemelerinde %30-127 oranında fiyat artışı yaşandığını vurgulamaktadır. Çimento üretimi, birçok ülkede yeniden inşa faaliyetlerinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmekte; talep baskısı, üretim planlaması ve kapasite kullanım oranlarına ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır [20]. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde betonarme yapılaşmanın yaygın olması, çimentoyu afet sonrası üretim ve maliyet dinamiklerinin en hızlı tepki veren bileşenlerinden biri hâline getirmektedir [21,22].

Yapı ruhsatları ise literatürde inşaat faaliyetlerinin öncü göstergesi olarak kullanılmaktadır. Ruhsat hareketliliği, yatırım kararlarının yönünü yansıtmakta ve inşaat faaliyet hacmine ilişkin önemli sinyaller üretmektedir [23]. Afet sonrası dönemlerde ruhsat sayılarında geçici düşüşler yaşanması, belirsizlik ortamı ve idari süreçlerdeki yavaşlamayla ilişkilendirilirken, yeniden inşa sürecinin başlamasıyla birlikte ruhsat hareketliliğinin artabileceği ortaya konmuştur [9,24].

Literatürde 6 Şubat depremleri sonrası yapılan çalışmalar genellikle firmaların ekonomik performansları, konut fiyatları, bölgesel hasar analizleri, demografik etkiler ve afet yönetimi süreçlerine odaklanmıştır [9,13,21,24,25]. Oysa deprem gibi büyük ölçekli bir şokun, sektörün üretim kapasitesi, maliyet yapısı ve yeni yapılaşma eğilimleri üzerindeki etkisinin bütüncül olarak değerlendirilmesi, hem yeniden inşa sürecinin dinamiklerini anlamak hem de politika yapıcılar için kanıta dayalı bir çerçeve oluşturmak açısından önem taşımaktadır [12].

Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 depreminin inşaat maliyetleri ve sektörel faaliyet hacmi üzerindeki etkileri İME, çimento üretim hacmi, yapı ruhsatı verilen bina sayısı ve genel fiyat düzeyini temsil eden TÜFE kullanılarak incelenmektedir. Türkiye'de çimento üretiminin betonarme yapılaşmadaki merkezi rolü [26], bu göstergenin sektörel üretim dinamiklerini değerlendirmede önemli bir konuma sahip olmasını sağlamaktadır [20]. Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği (TÜRKÇİMENTO) tarafından yayımlanan aylık üretim verileri, deprem öncesi ve sonrası dönemin karşılaştırılmasına olanak tanıyan uygun bir zaman serisi yapısı sunmaktadır. Ayrıca TÜFE'nin modelde yer alması maliyet artışlarının yalnızca sektörel dinamiklerden değil, aynı zamanda makroekonomik koşullardan etkilenip etkilenmediğini

değerlendirebilmeye olanak sağlayarak analiz çerçevesini güçlendirmektedir. Öte yandan zaman serisi yaklaşımının kullanılması ise deprem sonrası dönemde maliyetlerde gözlenen trend değişimleri ve mevsimsel döngülerin belirlenmesine imkân tanıyarak zamana bağlı etkilerin daha kapsamlı biçimde incelenmesini sağlamaktadır.

Sonuç olarak, maliyet, üretim ve faaliyet hacmi göstergelerinin birlikte ele alınması, afet sonrası inşaat sektöründe ortaya çıkan yapısal ve zamansal değişimlerin daha açık biçimde izlenmesine imkân vermiştir. Elde edilen bulgular, yeniden inşa sürecine yönelik ekonomik değerlendirmelerin yapılmasında yararlı olabilecek güncel bir analitik çerçeve sunmakta ve literatürdeki çalışmaları tamamlayıcı nitelikte katkılar sağlamaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada Türkiye’de 6 Şubat 2023 depreminin inşaat sektörü üzerindeki etkisini incelemeye olanak tanımak amacıyla İME, çimento üretim miktarları, TÜFE ve yapı ruhsatları ile ilgili veriler deprem öncesi ve sonrası dönemleri (2020 Ocak – 2024 Aralık) kapsayacak şekilde toplanmıştır. İME ile yapı ruhsatlarına ilişkin aylık veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan resmi istatistiklerden elde edilmiştir. Çimento üretim hacmine ilişkin aylık seri ise TÜRKÇİMENTO tarafından sağlanan sektör verilerinden oluşturulmuştur. Böylelikle maliyet, üretim ve yatırım göstergeleri aynı dönem aralığında ve karşılaştırılabilir nitelikte analiz edilebilmiştir.

3.2. Yöntem

Çalışmada, depremin inşaat sektörü üzerindeki etkilerini belirlemek için amacıyla tanımlayıcı istatistikler, t-testi, çoklu doğrusal regresyon modeli ve zaman serisi analizi bir arada kullanılmıştır. Analizler Microsoft Excel, Python 3.12 ve SPSS (v22) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

3.2.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı istatistikler bir veri setinin istatistiksel olarak genel özelliklerini tanımlayan ölçülerdir. Bu çalışmada da veri setinin yapısını değerlendirmek amacıyla İME, çimento üretimi, yapı ruhsatları ve TÜFE değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Ortalama, standart sapma ve minimum–maksimum değerleri kullanılarak değişkenlerin dağılımı analiz edilmiştir.

3.2.2. T-Testi

T-testi, iki ayrı olay grubunun ortalamalarını veya tek bir olay grubunun farklı zamanlardaki ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmaktadır [27]. Bu çalışmada da depremin göstergeler üzerindeki kısa dönemli etkisini ortaya koymak amacıyla deprem öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda İME, çimento üretimi, TÜFE ve yapı ruhsatlarının aylık ortalamaları hesaplanmış ve iki dönem arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı bağımsız örneklem t-testleri ile değerlendirilmiştir. Deprem öncesi ve sonrası dönemlerin karşılaştırılması, çalışmanın sonraki aşamalarında uygulanacak olan analizlerin yorumlanması açısından da temel bir çerçeve sunmaktadır.

3.2.3. Çoklu Doğrusal Regresyon

Çoklu doğrusal regresyon bir bağımlı değişkenin birden fazla bağımsız değişkenle sebep sonuç ilişkisini inceleyen matematiksel bir modeldir [28]. Bu çalışmada da İME’deki değişimlerin hangi faktörlerle ilişkili olduğunu ortaya koymak amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Modelde, İME bağımlı değişken olarak ele alınmış; çimento üretimi, yapı ruhsatı sayıları, TÜFE ve deprem dummy değişkeni bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Ayrıca deprem nedeniyle oluşan zaman kırılmasını temsil etmek amacıyla, literatürde yaygın olarak kullanılan bir ‘etki dönemi’ kukla değişkeni (deprem öncesi = 0, deprem sonrası=1) modele eklenmiştir [18,24]. Bu değişken, deprem sonrası dönemde ortaya çıkan genel makroekonomik koşulların (yeniden inşa faaliyetleri, arz-talep değişimleri, tedarik zinciri etkileri vb.) İME

üzerinde ortalama bir seviye etkisi oluşturup oluşturmadığını test etmeyi sağlamaktadır. Böylece model, maliyet değişiminin üretim kapasitesi ve yatırım eğilimlerini ne ölçüde ilişkili olduğunu değerlendirmeye imkân vermektedir. Regresyon analizinin varsayımlarını değerlendirmek amacıyla bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantı Variance Inflation Factor (VIF) değerleri ile kontrol edilmiştir.

3.2.4. Zaman Serisi Analizi

İME'nin zamana bağlı yapısını değerlendirmek ve regresyon modeliyle elde edilen bulguları zaman serisi perspektifinden tamamlayıcı biçimde incelemek amacıyla, Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama'nın (ARIMA) mevsimsel uzantısı olan ve serinin trend ile mevsimsel bileşenlerini birlikte modelleyebilen Sezonsal Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (SARIMA) yaklaşımı uygulanmıştır. ARIMA modeli, bir zaman serisinin kendi geçmiş değerleri ve geçmiş hata terimleri kullanılarak geleceğe yönelik tahminler üretilmesine olanak sağlayan parametrik bir yöntemdir [29]. Modelin üç bileşeni bulunmaktadır: AR (p): Serinin geçmiş gözlemlerine dayalı otoregresif kısmı, I (d): Seriyi durağanlaştırmak için uygulanan fark alma derecesini, MA (q): Geçmiş hata terimlerinin modele dahil edildiği hareketli ortalama kısmını ifade eder [30]. Mevsimsel etkilerin bulunduğu serilerde ise SARIMA modeli tercih edilmektedir [31]. SARIMA, ARIMA'nın mevsimsel bir uzantısı olup serideki mevsimsel otoregresif, mevsimsel fark alma ve mevsimsel hareketli ortalama bileşenlerini ayrıca modele dahil eder. Böylece hem serinin genel trendi hem de tekrarlayan dönemsel hareketleri aynı model çerçevesinde tahmin edilebilir. Bu çalışmada İME serisinin aylık yapısı nedeniyle SARIMA yaklaşımı tercih edilmiştir. Model seçiminde önce auto_arima yöntemi kullanılmış; bu yöntemin bulunmadığı durumlarda ise farklı (p, d, q) ve mevsimsel (P, D, Q, m) parametre kombinasyonlarının denendiği bir grid-search yaklaşımı ile en düşük AIC değerine sahip model belirlenmiştir. Elde edilen optimal model, seriyi durağanlaştırmak için gerekli olan fark alma (d) ve mevsimsel fark alma (D) işlemlerini içermektedir. Deprem etkisini zaman serisi perspektifinden inceleyebilmek amacıyla model yalnızca deprem öncesi dönem verileriyle eğitilmiş ve deprem sonrası dönem için ileriye yönelik tahminler üretilmiştir.

3.2.5. Tahmin Performansının Değerlendirilmesi

Çalışmada, regresyon ve zaman serisi modellerinin tahmin performansını karşılaştırmak için literatürde yaygın kullanılan iki hata ölçütü olan Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MAE) ve Kök Ortalama Kare Hatası (Root Mean Square Error, RMSE) değerleri kullanılmıştır [32,33]. MAE, tahmin edilen değerler ile gerçekleşen değerler arasındaki farkların mutlak değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmakta ve hataların ortalama büyüklüğünü doğrudan yansıtmaktadır. RMSE ise hata terimlerinin kareleri üzerinden hesaplandığı için özellikle büyük sapmalara daha duyarlı bir ölçüt sunmaktadır. Her iki ölçüt de regresyon modeli tarafından üretilen tahminler ile SARIMA modeli tarafından oluşturulan ileriye dönük tahminler için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, Kahramanmaraş depreminin inşaat maliyetleri ile sektörün faaliyet hacmi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen istatistiksel analizlerin bulguları sunulmaktadır. İlk olarak deprem öncesi ve sonrası dönemlerde temel göstergelerde ortaya çıkan düzey farklılıklarını inceleyen tanımlayıcı istatistikler incelenmiştir. İlk olarak çalışmada incelenen tüm değişkenlerin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Deprem öncesi ve sonrası dönemlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Dönem	Ortalama	Std. sapma	Minimum	Maksimum	Değişim (%)
İME	Deprem öncesi	390	195	202	829	230
	Deprem sonrası	1.288	282	847	1.616	
Çimento üretimi	Deprem öncesi	6.181.918	1.146.460	3.621.857	7.939.482	11
	Deprem sonrası	6.887.093	1.045.000	3.886.281	8.403.672	
Yapı ruhsatları	Deprem öncesi	10.902	4.098	4.736	23.375	14
	Deprem sonrası	12.473	4.723	6.815	27.293	
TÜFE	Deprem öncesi	681	245	446	1.203	187
	Deprem sonrası	1.956	488	1.241	2.685	

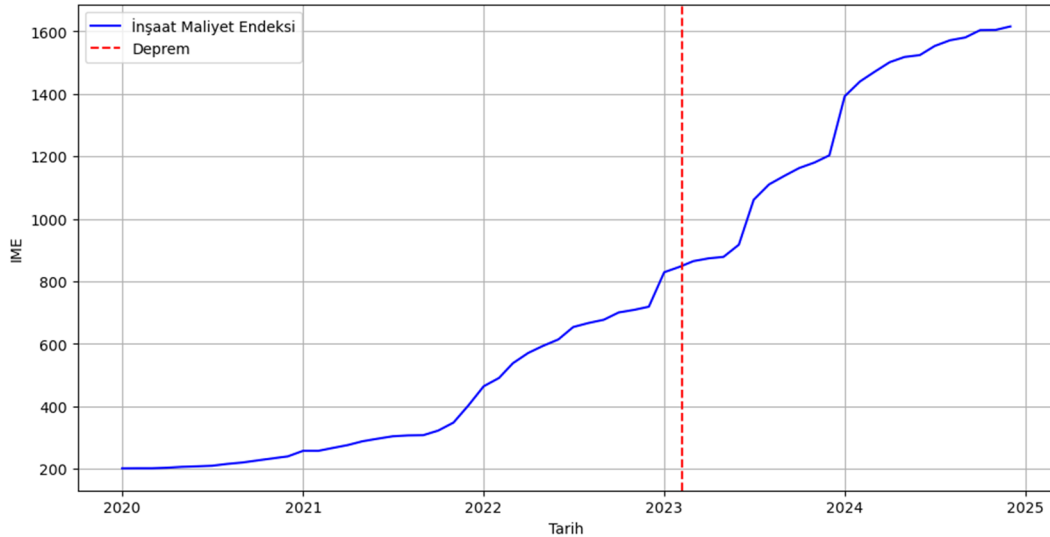
Çizelge 1 incelendiğinde deprem öncesi ve sonrası dönemler arasında tüm temel göstergelerde belirgin düzey farklılıkları olduğunu göstermektedir. İME, deprem öncesi ortalama 390 seviyesinden deprem sonrası 1.288'e yükselmiş ve bu artış yaklaşık %230 oranına karşılık gelmiştir. Çimento üretimi 6.181.918 tondan 6.887.093 tona çıkarak yaklaşık %11, yapı ruhsatı sayıları ise 10.902'den 12.473'e yükselerek %14 oranında artış göstermiştir. TÜFE göstergesi de 681'den 1.956'ya yükselerek yaklaşık %187'lik bir artış sergilemiştir. Bu bulgular, ele alınan tüm değişkenlerin deprem sonrası dönemde anlamlı bir farklılaşma gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Söz konusu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek amacıyla bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Analizlerde istatistiksel anlamlılık değerlendirmesi %95 güven düzeyi esas alınarak yapılmıştır. Buna göre $p < 0,05$ düzeyinde elde edilen bulguların istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir [13,34]. Analiz sonucunda dört göstergeden üçünde deprem sonrası dönemde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişim meydana geldiğini, bir göstergede ise artışın yön olarak tutarlı olmakla birlikte anlamlılık düzeyine ulaşmadığını göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. T-testi sonuçları

Değişken	t	p
İME	-14,551	<0,001
Çimento üretimi (ton)	-2,395	0,020
Yapı ruhsatı verilen bina sayısı	-1,362	0,179
TÜFE	-13,440	<0,001

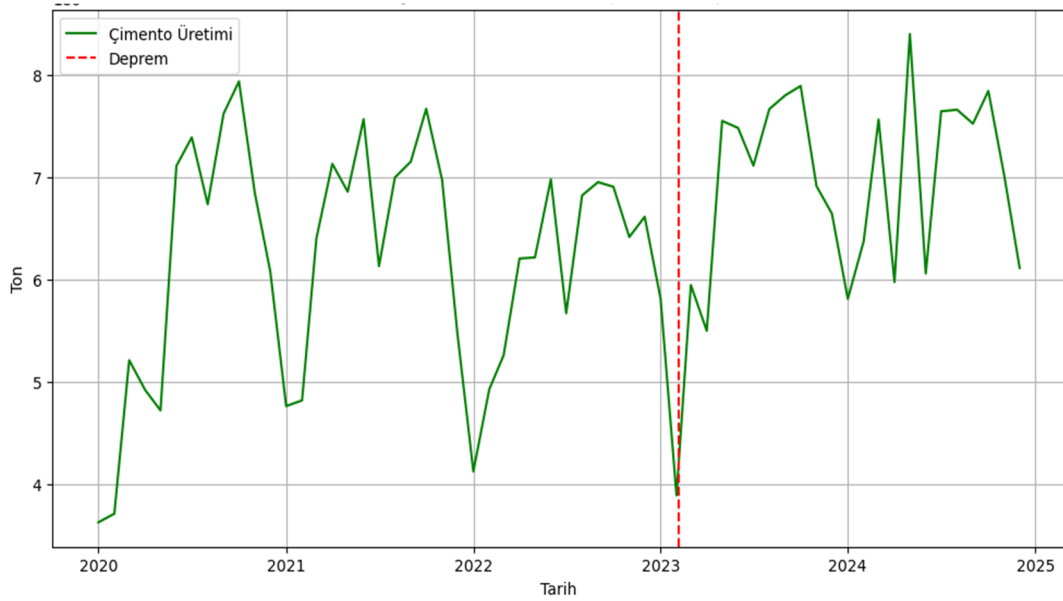
Çizelge 2'de sunulan t-testi sonuçları, İME'nin deprem öncesi ve sonrası dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır ($t = -14,551$; $p < 0,001$). Tanımlayıcı istatistiklerde hesaplanan yaklaşık %225'lik düzey farkı, bu istatistiksel bulguyu desteklemektedir. Bu sonuç, deprem sonrası dönemde inşaat maliyetlerinin belirgin bir sıçrama yaşadığını ve İME'nin yeni bir seviyeye taşındığını göstermektedir. Literatürde büyük ölçekli afetlerin maliyet dinamikleri üzerinde benzer etkiler yarattığı bulguları da bu durumu desteklemektedir [8,15,35–37]. Bu çerçevede Şekil 1'de İME'nin deprem sonrası dönemde deprem öncesi döneme göre daha dik bir artış eğilimine girdiği açıkça görülmektedir.



Şekil 1. 2020-2024 arası inşaat maliyet endeksinde yaşanan değişimler

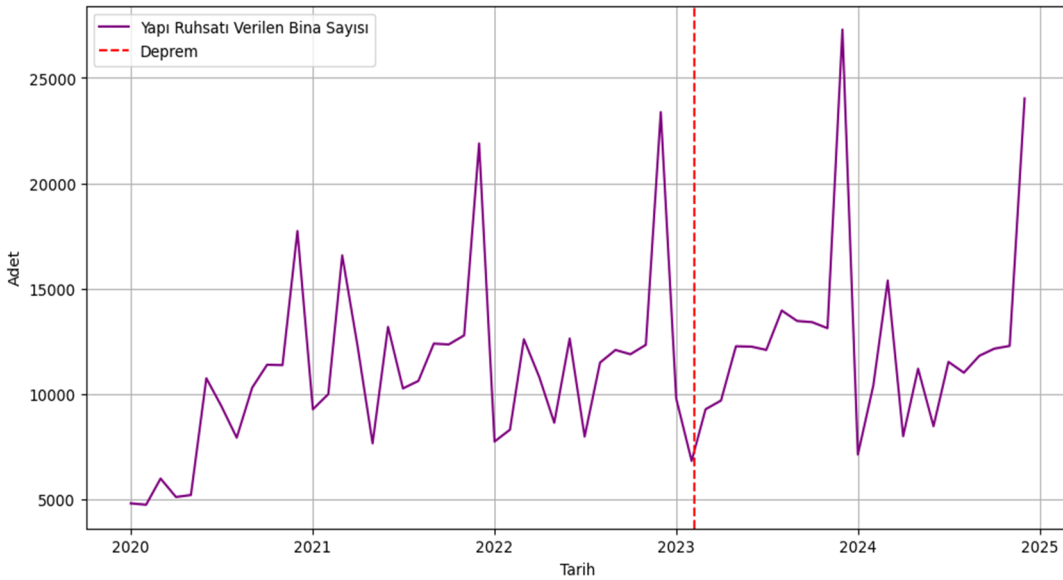
Çimento üretimindeki değişim de deprem sonrası belirgin bir artış göstermekte olup t-testi sonuçlarına göre bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = 0,020$). Şekil 2'de görüldüğü üzere üretim ilk aşamada kısa süreli bir düşüş yaşamıştır. Deprem bölgesinde faaliyet gösteren 10 fabrikanın çimento üretme kapasitesi Türkiye toplam kapasitesinin %16,4'ünü oluşturmaktadır [38]. Depremi ilk aşamasında bu tesislerin bir kısmında enerji iletim hatlarındaki hasarlar, ulaşım altyapısındaki kesintiler ve güvenlik amaçlı geçici durdurular yaşanmış olması, başlangıçtaki üretim düşüşünü açıklamaktadır. Ancak acil barınma ve yeniden inşaat ihtiyacının hızla ortaya çıkmasıyla birlikte bölgedeki çimento talebi artmış; bu talep baskısı üretimin çok kısa sürede toparlanmasına ve deprem sonrası dönemde belirgin bir artış eğilimine girmesine yol açmıştır.

Bu durum, afetlerin üretim kapasitesinde geçici kesintilere yol açsa da yeniden inşa talebinin üretimi hızla yukarı çektiğine işaret eden literatürle tutarlıdır [39-41].



Şekil 2. 2020-2024 arası çimento üretiminde yaşanan değişimler

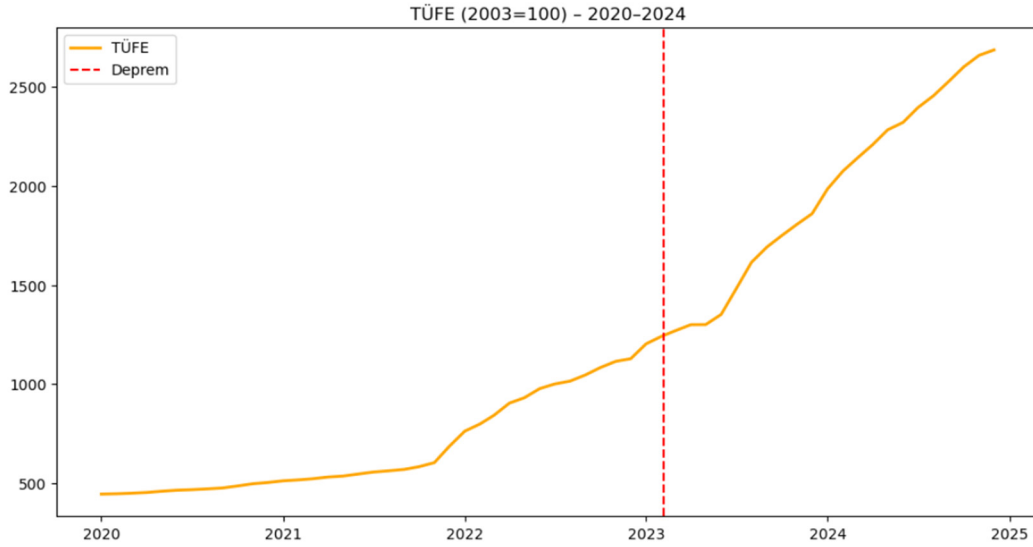
Yapı ruhsatı verilen bina sayısı ise deprem sonrası dönemde artış göstermesine rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p = 0,179$). Şekil 3'te yer alan zaman serisi grafiği, ruhsat hareketliliğinin deprem ayı civarında belirgin bir düşüş yaşadığını, toparlanmanın ise birkaç ay gecikmeyle başladığını göstermektedir. Bu durum yatırımcı belirsizliği, hasar tespit ve planlama süreçlerinin zaman alması ve bürokratik izin mekanizmalarının gecikmesiyle açıklanabilir. Nitekim literatürde de afet sonrası yatırım kararlarının üretim ve maliyet göstergelerine kıyasla daha geç tepki verdiği belirtilmektedir [9,18,42].



Şekil 3. 2020-2024 arası yapı ruhsatı verilen bina sayısında yaşanan değişimler

Çizelge 2'de yer alan t-testi sonuçları, TÜFE'nin deprem sonrası dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır ($p < 0,001$). Tanımlayıcı istatistiklerde hesaplanan yaklaşık %187'lik düzey farkı, deprem sonrasında genel fiyat seviyesinin belirgin biçimde yükseldiğini ve maliyet baskılarının sektörel göstergelere paralel şekilde arttığını göstermektedir. Şekil 4'te görüldüğü üzere TÜFE, deprem ayı sonrasında keskin bir yukarı yönlü kırılma sergilemiş ve takip eden aylarda daha yüksek bir bandta kalmıştır.

Bu eğilim, afetlerin ardından ortaya çıkan arz kısıtları, enerji maliyetlerindeki hareketlilik ve yeniden inşa sürecinin yarattığı talep baskısının fiyat dinamiklerine hızla yansıdığına işaret eden literatürle uyumludur [43,44].



Şekil 4. 2020-2024 arası yapı ruhsatı verilen bina sayısında yaşanan değişimler

Çalışmanın bir diğer aşamasında İME' nin belirleyicilerini incelemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 3 ve Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Regresyon modeli uyum istatistikleri

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahmin std. hatası	p	F
0,995	0,990	0,990	50,260	<0,001	1425,360

Çizelge 3'te sunulan model uyum istatistikleri, kurulan çoklu doğrusal regresyon modelinin İME değişimlerini açıklamada oldukça yüksek bir performansa sahip olduğunu göstermektedir. Modelin R² ve düzeltilmiş R² değeri 0,990 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler bağımsız değişkenlerin İME'deki toplam varyansın yaklaşık %99'unu açıkladığını ortaya koymaktadır. ANOVA sonuçları da modelin genel anlamda istatistiksel olarak anlamlı olduğunu doğrulamaktadır (F = 1425,360; p < 0,001).

Model artıklarına ilişkin inceleme, hata değerlerinin bazı dönemlerde kümelenme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, aylık verinin trend ve şok unsurlarına duyarlı yapısından kaynaklanmakta olup, doğrusal modellerin zaman içi dalgalanmaları tam olarak temsil etmekte sınırlı kalabileceğini düşündürmektedir.

Çizelge 4. İnşaat maliyet endeksi (İME) için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	Std. hata	Beta	t	p
Sabit	-34,533	38,314	–	-0,901	0,371
Çimento üretimi (ton)	0,000	0,000	0,001	0,050	0,960
Yapı ruhsatları (adet)	-0,001	0,002	-0,009	-0,629	0,532
TÜFE	0,638	0,019	0,923	33,413	<0,001
Deprem kukla değişkeni	85,220	27,263	0,084	3,126	0,003

Çizelge 4'te sunulan katsayılar, İME'nin deprem sonrası dönemde hangi değişkenlerden etkilendiğine ilişkin önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. İlk olarak, TÜFE'nin katsayısı pozitif ve yüksek düzeyde anlamlıdır (p<0,001). Bu bulgu, deprem sonrası dönemde maliyet baskısının yalnızca sektörel gelişmelerden değil, makroekonomik fiyat hareketlerinden de etkilendiğini göstermektedir [45]. Deprem kukla değişkeni de istatistiksel olarak anlamlıdır (p = 0,003) ve depremin İME üzerinde ek bir düzey artışı

yarattığını göstermektedir. Bu sonuç, afet sonrası dönemde arz darboğazları, lojistik güçlükler ve yeniden inşa faaliyetleriyle artan talebin maliyetlere doğrudan yansıdığını düşündürmektedir [8,37]. Ayrıca literatüre paralel şekilde deprem sonrası dönemde inşaat sektöründe fiyat baskılarının belirgin biçimde arttığını göstermektedir [44,46].

Buna karşılık, çimento üretimi ($p = 0,960$) ve yapı ruhsatları ($p = 0,532$) modelde anlamlı değildir. Çimento üretimine ilişkin katsayının son derece düşük bir değere sahip olması, üretim hacmindeki değişimlerin kısa dönemli maliyet baskılarını açıklamada sınırlı bir rol oynadığını göstermektedir. Yapı ruhsatlarının etkisinin anlamsız çıkması ise, yatırım kararlarının maliyet hareketlerine kıyasla daha gecikmeli bir dinamikle tepki verdiğini düşündürmektedir. Bu iki değişkenin anlamsızlığı, sektör göstergelerinin deprem sonrası farklı hızlarda uyum sağladığını işaret etmekte olup, t-testi sonuçlarıyla da uyumludur. Literatürde de bazı çalışmalarda büyük ölçekli depremlerin tüm sektörel göstergeler üzerinde anlık ve istatistiksel olarak anlamlı bir etki yaratmadığı rapor edilmiştir. Örneğin 2024 yılında yapılan bir çalışma [18], deprem kukla değişkeninin konut fiyatları üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını belirtmiş ve depremin bazı ekonomik göstergelerde gecikmeli etkiler oluşturduğunu vurgulamıştır.

Bu bulgular, bağımsız değişkenlerin İME üzerindeki etkilerini ortaya koymakla birlikte, modelin güvenilir biçimde yorumlanabilmesi için değişkenler arasındaki olası çoklu bağlantı sorunlarının da değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Çizelge 5'te regresyonda kullanılan değişkenlere ilişkin Tolerance ve VIF değerleri sunulmuştur.

Çizelge 5. Çoklu bağlantı (multicollinearity) tablosu

Değişken	Tolerance	VIF
Çimento üretimi	0,792	1,262
Yapı ruhsatları	0,826	1,210
TÜFE	0,228	4,394
Deprem	0,240	4,173

Tolerance ve VIF değerleri, modelde ciddi bir çoklu bağlantı sorunu bulunmadığını göstermektedir. Tüm VIF değerlerinin kritik eşik olarak kabul edilen 10'un oldukça altında olması, regresyon katsayılarının güvenilir biçimde yorumlanabileceğini ortaya koymaktadır [47]. TÜFE ve deprem değişkenlerinde VIF değerlerinin diğer değişkenlere kıyasla daha yüksek olması (≈ 4) beklenen bir durumdur; zira deprem sonrası dönemde enflasyonist baskıların hızlanması bu iki değişken arasında doğal bir eş hareketlilik yaratmaktadır. Nitekim afetlerin maliyet bileşenleri üzerinde yarattığı ortak baskıların literatürde de vurgulandığı görülmektedir [15,21].

Regresyon katsayılarının ve çoklu bağlantı analizinin ardından, modelin hata yapısını değerlendirmek amacıyla artık değerlerin dağılımı incelenmiştir. Çizelge 6'da sunulan özet istatistikler, tahmin hatalarının büyüklüğü ve olası aykırı gözlemlerin varlığına ilişkin önemli bilgiler sağlamaktadır.

Çizelge 6. Artık (residual) istatistikleri tablosu

İstatistik	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. sapma
Artık değer	-130,61	104,53	≈ 0	48,53
Std. artık değer	-2,599	2,080	-0,007	0,966

Çizelge 6'da sunulan artık istatistikleri, modelin tahmin performansının genel olarak tutarlı olduğunu göstermektedir. Artık değerlerin ortalamasının sıfıra yakın olması, sistematik bir yönlü hata bulunmadığını; artık değerlerin hem pozitif hem negatif yönde dağılması ise modelin belirli bir yöne eğilimli olmadığını göstermektedir. Standartlaştırılmış artık değerlerin tamamının ± 3 aralığında kalması, literatürde önerilen eşiklere göre modelde aşırı uç ya da sapan gözlem bulunmadığını göstermektedir [48]. Hata değerlerinde deprem sonrasına denk gelen aylarda nispeten daha yüksek oynaklık gözlenmesi, afet sonrası maliyet dinamiklerinde görülen ani kırılmaların model hata yapısına yansıdığını ortaya koymaktadır [6,23,28].

Genel olarak değerlendirildiğinde, model sonuçları İME' deki en güçlü ve belirgin kırılmanın deprem etkisinden kaynaklandığını göstermektedir. Deprem kukla değişkeninin anlamlı ve pozitif katsayısı, afetin maliyet seviyesini yapısal biçimde yukarı taşıdığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık çimento üretimi ve yapı ruhsatı sayıları, kısa dönemli maliyet dinamikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturmamıştır. TÜFE'nin güçlü etkisi ise, deprem sonrası maliyet artışının yalnızca sektörel koşullarla değil, aynı zamanda makroekonomik baskılarla şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, literatürde afetlerin malzeme fiyatları, işçilik maliyetleri, lojistik süreçler ve tedarik zincirlerinde ani baskı yaratarak üretim maliyetlerini hızla artırdığına yönelik bulgularla uyumludur [8,15,21]. Ayrıca bulgular, deprem sonrası politika tasarımlarında maliyet baskılarının dikkatle izlenmesi, yeniden inşa sürecinin planlanmasında fiyat dinamiklerinin gözetilmesi, özellikle malzeme arz kapasitesine yönelik kırılganlıkların azaltılması ve ruhsat süreçlerinin bütüncül bir yeniden yapılanma çerçevesinde ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

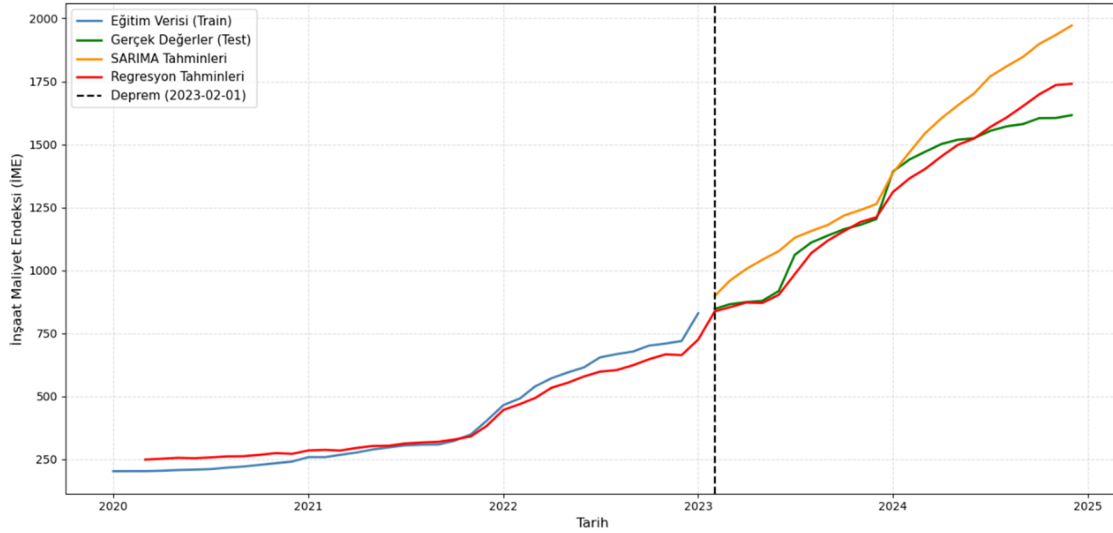
Zaman serisi ve regresyon modellerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi, İME'nin hem ekonomik göstergelerden hem de serinin kendi zamansal bileşenlerinden etkilendiğini göstermektedir. SARIMA (0,2,2)(0,1,0)[12] modelinin AIC değeri 210.92 olup, alternatif yapılandırmalar arasında en uygun model olarak belirlenmiştir. Regresyon modeli, İME'nin ekonomik belirleyicilerini güçlü biçimde açıklamakta ve düşük tahmin hataları üretmektedir (MAE = 38,41; RMSE = 48,12). SARIMA modeli, trend, mevsimsellik ve deprem sonrası dönemde gözlenen ani değişimleri dikkate alan yapısıyla serinin zamana bağlı davranışını daha yakından izleyebilmektedir. Zaman serisi ayrıştırması ve SARIMA sonuçları, İME'nin yıllık döngüsel bir mevsimsellik içerdiğini ve bu yapının maliyet seviyesinde kısa dönemli oynaklıkları belirgin biçimde etkilediğini göstermektedir. Test dönemindeki hata düzeyleri daha yüksek olmakla birlikte (MAE = 137,0; RMSE = 169,7), model tahminlerinin deprem sonrasında oluşan yeni maliyet seviyesine kısa sürede uyum sağladığı gözlenmektedir. Öte yandan İME serisinin mevsimsel fark içermesi, endekste yıl içinde tekrar eden dalgalanmaların bulunduğuna işaret etmektedir. Türkiye'de inşaat faaliyetlerinin iklim koşullarına bağlı olarak dönemsel olarak değişmesi, bazı aylarda maliyet bileşenleri üzerinde nispeten daha belirgin hareketlerin görülmesine neden olabilmektedir. Özellikle üretim ve şantiye faaliyetlerinin daha yoğun olduğu dönemlerde talep yönlü baskılar artabilirken, daha durgun dönemlerde maliyetlerde görece bir normalleşme oluşabilmektedir. SARIMA modelinin mevsimsel bileşeni de bu düzenli dalgalanmaları yansıtarak endeksin dönemsel yapısını daha tutarlı biçimde temsil etmektedir.

Çizelge 7. Modellerin tahmin performansı

Model	MAE	RMSE
SARIMA	137,01	169,73
Regresyon modeli	38,41	48,12

Model sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi, İME'ye ilişkin tahmin başarısının dönemsel olarak model türüne göre değiştiğini ortaya koymaktadır. Çok değişkenli regresyon modeli yapısal ekonomik ilişkilere duyarlı olduğu için deprem öncesinde daha tutarlı tahminler üretmiş; buna karşın SARIMA modeli trend ve mevsimsellik bileşenleri sayesinde hem yıllık döngüsel hareketleri hem de deprem sonrası dönemde oluşan yeni eğilim seviyesini daha doğru bir biçimde takip edebilmiştir. Test döneminde SARIMA'nın daha yüksek hata seviyelerine ulaşması, serideki ani düzey değişiminin tek değişkenli zamansal yapı tarafından sınırlı ölçüde yakalanabilmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu çerçevede Şekil 5, gerçek İME değerlerini her iki modelin tahminleriyle birlikte sunarak eğilim farklarını görsel olarak ortaya koymaktadır. Şekil, deprem öncesinde regresyon tahminlerinin gerçek değerlere daha yakın seyrettiğini; deprem sonrasında ise SARIMA modelinin trend hızlanmasını daha güçlü yansıttığını göstermektedir. Bu durumun, afet sonrası maliyetlerde ortaya çıkan ani değişimlerin kısa vadede modeller tarafından sınırlı ölçüde yansıtılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir [8,9]. Ayrıca mevsimsel dalgalanmaların belirgin olması, bu yapının regresyon tarafından sınırlı ölçüde temsil edilmesine; SARIMA modelinde ise daha net biçimde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla iki yaklaşımın birlikte ele alınması, deprem sonrası maliyet dinamiklerinin hem ekonomik göstergelerle ilişkili yapısal bileşenlerden hem de serinin trend ve mevsimsellik özelliklerinden etkilendiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 5. İME için SARIMA modeli tahmin sonuçları

Sonuç olarak, çalışmada elde edilen bulgular İME'nin belirleyicilerini açıklama açısından çok değişkenli regresyon yaklaşımının güçlü bir performans sergilediğini ve ekonomik göstergeler ile maliyet dinamikleri arasındaki ilişkileri ayrıştırma konusunda daha yüksek açıklayıcılık sunduğunu göstermektedir. Model, içsel ve dışsal faktörlerin İME üzerindeki etkilerini birlikte değerlendirerek maliyet hareketlerinin hangi bileşenlerden beslendiğine dair kapsamlı bir çerçeve sunmuştur. Buna karşılık SARIMA modeli, tek değişkenli yapısı gereği serinin trend ve mevsimsellik özelliklerini temsil etme konusunda daha başarılı olmuş, özellikle deprem sonrası dönemde oluşan yeni eğilim düzeyini zaman içindeki değişimlere duyarlı yapısıyla yakalayabilmiştir. Sonuç olarak, İME'nin ekonomik belirleyicilerinin değerlendirilmesinde regresyon modeli daha işlevsel bir araç sunarken, SARIMA modeli serinin içsel dinamiklerini tamamlama niteliği taşımaktadır. Her iki yaklaşımın birlikte kullanılması, maliyet endeksinin hem yapısal faktörlere dayalı dışsal etkilerini hem de zaman içindeki içsel hareketlerini anlamada daha bütüncül bir değerlendirme imkânı sağlamaktadır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremin Türkiye'de inşaat sektörüne yansıyan etkileri, 2020–2024 dönemine ait aylık veriler üzerinden çok boyutlu biçimde incelenmiştir. Analiz kapsamında inşaat maliyetleri, çimento üretimi, yapı ruhsatı verilen bina sayısı ve TÜFE birlikte değerlendirilerek, depremin maliyet baskısı, üretim davranışı ve faaliyet hacmi üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, depremin sektörde kısa dönemde hem arz hem de talep kanalı üzerinden belirgin etkiler yarattığını ortaya koymaktadır.

Deprem sonrası dönemde inşaat maliyetlerinin önceki döneme kıyasla belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Grafiksel incelemeler de maliyet seviyesinin depremi izleyen aylarda kalıcı biçimde daha yüksek bir düzeye yerleştiğini ortaya koymaktadır. İnceleme sonuçları, bu artışın dönemsel bir dalgalanmadan ziyade daha yapısal bir nitelik taşıdığını göstermektedir. Regresyon sonuçları, maliyet artışlarının en güçlü belirleyicilerinin deprem etkisi ve genel fiyat düzeyindeki yükseliş olduğunu göstermekte; TÜFE değişkeni yüksek ve anlamlı katsayısıyla bu sonucu desteklemektedir. Buna karşılık çimento üretimi ve yapı ruhsatı sayıları maliyet seviyesindeki değişimleri açıklama gücüne sahip değildir. Modelin düşük hata düzeyleri (MAE = 38,41; RMSE = 48,12) maliyet dinamiklerinin makroekonomik koşullar ve deprem sonrası oluşan arz yönlü baskılarla güçlü şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Üretim göstergeleri incelendiğinde, çimento üretiminin deprem ayında sert bir düşüş göstermesine rağmen sonraki aylarda hızlı bir toparlanma eğilimi sergilediği görülmektedir. Ruhsat verilerinde ise deprem sonrası kısa süreli bir durgunluğun ardından belirgin bir artış yaşanmıştır. Bu eğilim, deprem sonrasında ortaya çıkan onarım ve yeniden inşa gereksinimlerinin yanı sıra ertelenen yatırımların kademeli olarak devreye girmesiyle açıklanabilir.

Zaman serisi analizi, maliyet dinamiklerinin zamana bağlı davranışına ilişkin ek bir değerlendirme sunmaktadır. SARIMA modeli, deprem sonrasında yalnızca ani bir seviyesel sıçrama değil, aynı zamanda trend hızında kalıcı bir yükseliş gerçekleştiğini göstermiştir. Seride düzenli bir mevsimsel yapı bulunduğu ve kısa dönemli dalgalanmaların bu döngüyle uyumlu biçimde tekrarlandığı görülmektedir. Test döneminde elde edilen hatalar (MAE = 137,0; RMSE = 169,7), özellikle depremi izleyen ilk aylarda maliyetlerdeki olağan dışı oynaklığın modele yansımaları göstermektedir. Buna rağmen modelin genel eğilimi başarılı biçimde izlediği anlaşılmaktadır.

Genel olarak çalışma, depremin inşaat maliyetleri üzerinde güçlü ve ani bir etkisi bulunduğunu; buna karşın sektörün üretim ve ruhsat göstergelerinin duruma daha kademeli bir tepki verdiğini ortaya koymuştur. Bu yönüyle bulgular, Kahramanmaraş depremi benzeri büyük ölçekli yıkımla sonuçlanan afetlerin inşaat sektöründe hem kısa dönemli arz daralmaları hem de yeniden inşa kaynaklı talep artışları yoluyla çok yönlü sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, afet sonrası politika tasarımlarında maliyet baskılarının yakından izlenmesi, tedarik zinciri sorunlarının azaltılması, üretim kapasitesinin korunması ve yeniden inşa sürecinin planlı biçimde yürütülmesinin önemine işaret etmektedir.

Öte yandan bu çalışma bazı sınırlılıklara sahiptir. Analizler ulusal düzeyde aylık verilerle gerçekleştirilmiş olup, bölgesel farklılıklara veya il bazında yeniden inşa dinamiklerine ilişkin ayrıntılı bir değerlendirme yapılamamıştır. Kullanılan göstergeler sektördeki tüm maliyet bileşenlerini tam olarak temsil etmemekte; özellikle işçilik, enerji ve lojistik maliyetlerine ilişkin mikro verilerin bulunmaması model sonuçlarının kapsamını sınırlandırmaktadır. Ayrıca çalışma doğrusal regresyon ve SARIMA modelleri üzerine kurulmuş olup, doğrusal olmayan yapısal kırılmaların etkisini test edebilecek daha gelişmiş yöntemler kapsam dışında bırakılmıştır. Bu çerçevede gelecekte yapılacak araştırmalarda daha ayrıntılı bölgesel veri setlerinin, alternatif zaman serisi yaklaşımlarının ve destek vektör makineleri, rastgele ormanlar veya gradyan artırma yöntemleri gibi makine öğrenmesi modellerinin kullanılması, maliyet dinamiklerinin hem zamansal hem de yapısal bileşenlerinin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

1. Artantaş, E. ve Gürsoy, H. (2024). Depremin yıkıcı ve ekonomik etkilerini azaltmaya yönelik stratejiler ve Türkiye'nin deprem deneyimlerinden çıkarılacak dersler, Kahramanmaraş ve Gölcük depremleri örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(1), 192-214.
2. Yanılmaz, Ş. ve Gökler Alkan, L. (2025). Deprem riskini azaltmaya yönelik tasarım ilkeleri üzerine bir değerlendirme. *III. International Scientific Review Studies Congress*, Ankara, 63-94.
3. Arslan, H.M. (2025). Deprem sonrası hasar tespit yöntemlerinin irdelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 40(1), 403-414.
4. Akıncı, A.C. ve Ünlüoğlu, U.C. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri: Sahadan jeolojik veriler, değerlendirme ve Adana için etkileri. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 38(2), 553-569.
5. World Bank Group, (2023). *Earthquake damage in Türkiye estimated to exceed 34 billion USD: World Bank disaster assessment report*.
6. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2023). *Kahramanmaraş ve Hatay depremleri raporu*.
7. Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). *İnşaat maliyet endeksi*.
8. Aquino, D.H.M., Domingo, N. & Atapattu, C. (2025). Evaluating the impacts of earthquake disasters on the building construction sector: A SARIMA-based counterfactual analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 127(1), 105695.
9. Sapeciay, Z., Wilkinson, S. & Costello, S.B. (2017). Building organisational resilience for the construction industry. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 8(1), 98-108.
10. Chang, Y., Wilkinson, S., Brunsdon, D., Seville, E. & Potangaroa, R. (2011). An integrated approach: Managing resources for post-disaster reconstruction. *Disasters*, 35(4), 739-765.
11. Chang-Richards, Y., Wilkinson, S., Seville, E., Brunsdon, D. & Potangaroa, R. (2017). Effects of a major disaster on skills shortages in the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(1), 2-20.
12. Bilau, A.A., Witt, E. & Lill, I. (2015). A framework for managing post-disaster housing reconstruction. *Procedia Economics and Finance*, 21(1), 313-320.

13. Akgemci, A. (2023). Kahramanmaraş merkezli depremlerin firmaların finansal performansları üzerindeki etkisi: İnşaat sektöründe bir uygulama. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(2), 47-60.
14. Antoniadou, A. (2025). Breaking the cycle: Financial stress, unsustainable growth, and the transition to sustainability. *Sustainability*, 17(14), 7830.
15. Dinçer, A.E., Dincer, N.N., Tekin-Koru, A., Yaşar, B. & Yılmaz, Z. (2024). The impact of Kahramanmaraş (2023) earthquakes: A comparative case study for Adıyaman and Malatya. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 110(1), 104647.
16. Mikawa, N. (2025). Impact of the 2011 earthquake on the real estate market in Tokyo. *Japan and the World Economy*, 73(1), 101298.
17. Cheung, R., Wetherell, D. & Whitaker, S. (2018). Induced earthquakes and housing markets: Evidence from Oklahoma. *Regional Science and Urban Economics*, 69(1), 153-166.
18. Toparlak, E. (2024). 6 Şubat 2023 depremi Türkiye’de konut fiyatlarını etkiledi mi? TR71 bölgesi örneği. *3rd International Symposium on Insurance, Banking and Finance*, 21-27.
19. Chang, Y., Wilkinson, S., Seville, E. & Potangaroa, R. (2012). Changes in resource need for post-disaster reconstruction: A longitudinal study in China. *Building Research & Information*, 40(3), 327-336.
20. Akpınar, Y. ve Güngör Karyağdı, N. (2025). 6 Şubat 2023 depremi sonrasında inşaat ve çimento sektörlerinde performans analizi: CRITIC-TOPSIS yöntemiyle bir araştırma. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 38(1), 19-38.
21. Liu, K., Chang-Richards, A., Costello, S.B., L’Hermitte, C. & Li, N. (2024). What factors influence building material supply for post-disaster reconstruction and recovery? A systematic review applying systems thinking. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 114(1), 104981.
22. Singh, B. & Wilkinson, S. (2008). Post-disaster resource availability following a Wellington earthquake: Aggregates, concrete and cement. *Building Resilience: Achieving Effective Post-Disaster Reconstruction*, 33(1), 3-14.
23. Eurostat, (2025). *Building permit index overview*.
24. Baydemir, M. (2025). Deprem ve konut piyasası: Zaman, mekân ve aracı regresyon analizleri. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 8(4), 1017-1027.
25. Acharya, P., Sharma, K. & Liu, F. (2024). Türkiye’s road to recovery after the 2023 Kahramanmaraş earthquake: Lessons from Chile, Japan, and Nepal. *Natural Hazards Review*, 25(1), 1-13.
26. Anagnostou, J., Schlorke, S., Stec, M., Tu, L. & Villar Mallagray, M. (2022). Strengthening sustainability in the cement industry. *FC Sustainability Notes: Manufacturing*, 1(1), 1-16.
27. Aydın, M. ve Karahasanoğlu, H. (2022). Ülke kredi notu görünümünün pay getirileri üzerindeki etkileri: BIST30 endeksi üzerine bir olay analizi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 17(2), 59-73.
28. Zeydan, İ. (2025). Zonguldak merkez ilçedeki satılık konut fiyatlarına etki eden unsurların çoklu regresyon modelleri ile incelenmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 170-189.
29. Aydın, S. (2022). Time series analysis of building construction cost index in Türkiye. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, 5(4), 218-227.
30. Aydın, S. (2024). Impact of unexpected conditions on construction cost forecasting performance: Evidence from Europe. *Construction Management and Economics*, 42(6), 787-801.
31. Pongdatu, G.A.N. & Putra, Y.H. (2018). Seasonal time series forecasting using SARIMA and Holt Winter’s exponential smoothing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 407(1), 1-8.
32. Akusta, A. (2024). Konut piyasası trendlerinin çözülmesi: Türkiye’de toplam konut satışlarının tahmini. *Journal of Faculty of Political Science*, 6(1), 113-127.
33. Demircan Keskin, F. ve Soyuer, H. (2022). Bir çimento firmasında istatistiksel zaman serileri yöntemleri ve derin öğrenme ile talep tahminleme. *European Journal of Science and Technology*, 36, 15-20.
34. Yayla, T. & Şahinöz, U. (2020). Preparedness for earthquake: Knowledge and behavior. *Journal of International Health Sciences and Management*, 6(1), 46-59.
35. Kılıçarslan, A. & Uçar, M. (2023). Performance analysis of Borsa Istanbul companies based on periodic financial ratios. *International Journal of Economic Administrative and Academic Research*, 3(1), 1-23.
36. Doğan, Ö. ve Doğan, Ö. (2023). İnşaat sektörü finansal performansının Entropi tabanlı TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2023(1), 1-18.

37. Alam, I. & Ali, Y. (2023). Studying the effects of Türkiye earthquake disaster and its impact on real estate industry: A risk analysis based on input–output and non-linear optimization models. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 96(1), 103920.
38. Türkiye Çimento Üreticileri, (2024). *Dünyada ve Türkiye’de çimento sektörü*.
39. Bozdoğan, T., Odabaş, A. & Çetin, Ö.O. (2023). Financial performance of BIST-cement companies: Analysis by TOPSIS and ELECTRE methods. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2023(1), 491-510.
40. T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, (2023). *Çimento sektör raporu 2023*.
41. Türkiye İMSAD Derneği, (2023). *Türkiye İMSAD aylık sektör raporu*.
42. Saylam Coşkun, A. ve Narin, M. (2025). Afet yönetimi ve ekonomik etkileri. *Bölgesel Kalkınma Dergisi*, 3(1), 49-66.
43. Apostolaki, S., Riga, E. & Pitilakis, D. (2024). Rapid damage assessment effectiveness for the 2023 Kahramanmaraş Türkiye earthquake sequence. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 111(1), 104691.
44. Geylani, Ö. (2025). Analyzing cost efficiency and project scope in post-disaster housing: Reconstruction cases of TOKİ in Türkiye. *Buildings*, 15(1), 1-23.
45. Çatalbaş Karpat, G. (2007). Türkiye’de para arzı ile enflasyon arasındaki ilişkinin parametrik olmayan regresyon analizi ile incelenmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 197-212.
46. Opabola, E.A. & Galasso, C. (2024). A probabilistic framework for post-disaster recovery modeling of buildings and electric power networks in developing countries. *Reliability Engineering and System Safety*, 242(1), 109679.
47. Büyükuysal, M.Ç. ve Öz, İ.İ. (2016). Çoklu doğrusal bağıntı varlığında en küçük karelere alternatif yaklaşım: Ridge regresyon. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 110-114.
48. Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage Publications.