

2023 Kahramanmaraş Depremleri İçin Zorunlu Deprem Sigortası Göstergelerinin Doğrusal Regresyon ve Sistem Benzetimi ile Analizi

Analysis of Compulsory Earthquake Insurance Indicators for 2023 Kahramanmaraş Earthquakes Using Linear Regression and System Simulation

Murat KIRKAĞAÇ^a Büşra ÖZTÜRK^b Nilüfer DALKILIÇ^c

^aKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye. murat.kirkagac@dpu.edu.tr

^bKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye. busra.ozturk@dpu.edu.tr

^cKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye. nilufer.dalkilic@dpu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

Deprem
Zorunlu Deprem Sigortası
Hasar Ödemesi
Doğrusal Regresyon
Sistem Benzetimi

Amaç - Bu çalışmada 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri için poliçe sayısı ve sigorta yaptırılma oranı ile deprem sonunda Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) tarafından yapılabilecek hasar ödeme tutarları arasındaki ilişki incelenmiştir. Zorunlu Deprem Sigortası (ZDS) yaptırılma oranı ile deprem sonrası yapılabilecek hasar ödemeleri arasında anlamlı bir regresyon modeli kurulması amaçlanmıştır.

Yöntem - Bu çalışmada doğrusal regresyon modeli ve sistem benzetimi birlikte kullanılmıştır. Önerilen model, doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Sistem benzetimi ile farklı senaryolar altında deprem sonrasında ne kadarlık hasar ödenebileceği analiz edilmiştir.

Bulgular - Araştırmanın bulguları sigorta yaptırma oranı ne kadar artarsa o kadar fazla hasar ödemesi yapılabileceğini göstermektedir. ZDS Poliçe sayısındaki 1 birim artış hasar ödemesinde 2033 birim artışa imkan sağlamaktadır. Bir başka deyişle: DASK için düzenlenen fazladan bir tane ZDS poliçesi, 2033 TL daha fazla hasar ödenebilmesine olanak sağlamaktadır. Yapılan senaryo analizi sonuçlarına göre 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı yaklaşık 20 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı %100 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesinin %53'lük bir artışla yaklaşık 52 milyar TL olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Gönderilme Tarihi 27 Ekim 2024

Revizyon Tarihi 15 Aralık 2024

Kabul Tarihi 20 Aralık 2024

Makale Kategorisi:

Araştırma Makalesi

Tartışma - Türkiye bir deprem ülkesidir. Ülkemiz bu gerçeği en son 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri ile tecrübe etmiştir. Önümüzdeki yıllarda ise başta İstanbul'da beklenen Büyük Marmara Depremi olmak üzere farklı bölgelerde farklı büyüklükte yıkıcı depremler beklenmektedir. Bu depremlerin yarattığı ekonomik kayıpla devlet tarafından yapılan yardımlar dışında ancak ve ancak sigorta ve reasürans sayesinde baş edilebilir. Bu nedenle başta ZDS sigortalılık oranları %100 dolaylarına gelmeli, ZDS dışında yapılacak Konut ve Yangın sigortalarında da ciddi bir artış yaşanmalıdır.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Earthquake
Compulsory Earthquake
Insurance
Claim Payment
Linear Regression
System Simulation

Purpose - In this study, the relationship between the number of policies and the insurance rate for the February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes and the claim payment amounts that can be made by the Turkish Catastrophe Insurance Pool (TCIP) after the earthquake is examined. It is aimed to establish a significant regression model between the Compulsory Earthquake Insurance (CEI) coverage rate and the claim payments that can be made after the earthquake.

Design/methodology/approach - In this study, linear regression model and system simulation are used together. The proposed model is created using the linear regression method. The amount of claim that can be paid after the earthquake under different scenarios is analyzed with the system simulation.

Findings - The findings of the study show that the more the insurance rate increases, the more claims can be paid. An increase of 1 unit in the number of CEI policies allows for an increase of 2033 units in the claim payment. In other words, one additional CEI policy issued for TCIP allows for 2033 TL more claims to be paid. According to the results of the scenario analysis, it is concluded that if the total number of CEI policies had been approximately 20 million by the end of 2022, that is, if the insurance coverage rate had been 100%, the claim payment to be made by TCIP would have increased by 53%, reaching approximately 52 billion TL.

Received 27 October 2024

Revised 15 December 2024

Accepted 20 December 2024

* 4. Uluslararası Bankacılık Kongresi'nde, (Bozüyük-16-18 Mayıs 2024), "2023 Kahramanmaraş Depremleri İçin Zorunlu Deprem Sigortası Üzerine Sistem Benzetimi Analizi" başlıklı bildiri sunumu yapıldı.

Önerilen Atıf/Suggested Citation

Kırkağaç, M., Öztürk, B., Dalkılıç, N. (2024). 2023 Kahramanmaraş Depremleri İçin Zorunlu Deprem Sigortası Göstergelerinin Doğrusal Regresyon ve Sistem Benzetimi ile Analizi, İşletme Araştırmaları Dergisi, 16 (4), 2707-2721.

Article Classification:
Research Article

Discussion - Türkiye is a country with a very high risk of earthquakes. Our country last experienced this reality with the February 6 Kahramanmaraş Earthquakes. In the coming years, devastating earthquakes of different magnitudes are expected in different regions, especially the Great Marmara Earthquake, which is expected to take place in Istanbul. The economic loss caused by these earthquakes can only be overcome through insurance and reinsurance, apart from the aid provided by the state. For this reason, especially CEI insurance rates should reach around 100%, and there should be a significant increase in Home and Fire insurances to be made outside of CEI.

1. GİRİŞ

Yıllar içinde, insanlar doğada hem kendi elleriyle oluşturdukları tehlikeler hem de doğal afetler sonucu oluşabilecek risklerle sürekli olarak karşı karşıya gelmiştir. Bu tehlikeler, insan yaşamı için ciddi sorunlar doğurabilir. Geçmişte olduğu gibi gelecekte de bu tehlikeler varlığını sürdürmeye devam edecektir (Şahin ve Pehlivan, 2007; 443). Özellikle doğal afetler sonucu oluşabilecek potansiyel riskler büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu afetler, katastrofik risk kategorisinde yer aldıkları için gerçekleştiklerinde ölümler, yaralanmalar, mülk kayıpları, sosyal istikrarsızlık, kaynak kıtlıkları ve ekonomik kayıplar gibi büyük felaketlere yol açabilir (Marangoz ve İzci, 2023; 1). Bu riskler geçmişten günümüze kadar varlığını sürdürmüş, hiçbir zaman yok olmayacak ve ansızın karşılaşılabilecek risklerdir. Dolayısıyla, bu risklere karşı önceden hazırlıklı olunmalı ve korunma önlemleri alınmalıdır. Bu süreçte toplumun bu konularda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Depremler, heyelan, çığ, sel, don gibi diğer afetlerle kıyaslandığında olası kayıpların büyüklüğü öngörülemez bir boyuta sahiptir. Depremler, zaman, büyüklük ve mekân açısından rastlantısal olup, insan yaşamı ve ekonomik açıdan en büyük tehditlerin başında gelmektedir. Yapılan konutların, yapı kalitesi ve çevresel koşulları yetersiz veya gerekli standartlarda olmadığı durumlarda depremin sonucu yıkıcı ve oluşacak hasarların maliyeti yüksek olacaktır (Temocin ve Kestel, 2016; 161). Mevcut teknolojiyi kullanarak da depremin ne zaman, nerede, kaç şiddetinde ve hatta hasara yol açıp açmayacağı da kesin olarak tahmin edilememektedir. Ancak doğru tutulmuş deprem istatistikleri sayesinde birtakım ipuçları yakalayarak önceden fark edilebilir. Bu ipuçlarını yakalamak için, bölgeler bazında meydana gelen depremlerin büyüklüğü, şiddeti ve tekrarlanma süreleri izlenmelidir. Fakat tekrarlanma sürelerinin belirsizliği, depreme karşı önlem almaya ve deprem sigortasına olan ilgiyi olumsuz yönde etkilemektedir (Yalaz, 2023; 2).

Sigorta şirketleri açısından depremler, ideal bir sigortalananabilir risk değildir. Bir riskin ideal olarak sigortalananabilir olması için öngörülebilir ve istatistiksel olarak bağımsız olması gerekir. Deprem, genellikle düşük olasılıklı ve yüksek şiddette felaketlere yol açtığından, meydana gelen kayıpların olasılığı ile ciddiyetinin tahmin edilmesi önemli hatalara yol açabilir. Ayrıca, deprem sonucu oluşan kayıplarda sistematik ve eş zamanlı olarak çok sayıda poliçe sahibini de etkilenmektedir (Athavale ve Avila, 2011; 233-234). Bu sistem düzgün bir şekilde yürütülemez ise büyük bir felaket gerçekleştiğinde ödenmemiş talepler yüzünden sigorta sektörü açısından çok büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Cummins vd., 2002; 558).

Türkiye, birçok afet türünün sıklıkla gerçekleştiği bir ülkedir. Deprem, sel, çığ ve heyelan gibi doğal afetlerin yanı sıra jeopolitik konumu, Türkiye'yi insan kaynaklı afetler olarak sınıflandırılabilir insanı krizlere de açık hale getirmektedir (Yalaz, 2023;2). Türkiye, dünyanın en aktif sismik bölgelerinden birinde bulunmakta ve bu durum Türkiye'yi dünyada deprem riski en yüksek ülkelerinden biri yapmaktadır. (Bommer vd., 2022; 431). 1999 yılına kadar olan çoğu risk yönetim stratejileri, gelecekte doğal afetlerden sonra meydana gelebilecek muhtemel kayıpları azaltmak veya bu tür kayıplara hazırlıklı olmak yerine afet sonrası gerçekleştirilen iyileştirme çabalarına odaklanıyordu. 1999 yılında ise büyük yıkımlar meydana getiren Kocaeli ve Düzce depremleri afet öncesi hazırlık yapılmanın önemini anlamamızı sağlamıştır. Bu depremler sonrasında ülkemiz ciddi bir mali yükü karşı karşıya kalmış ve bu ekonomik kaybı telafi etmek için Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) 2000 yılında kurulmuştur (Başbuğ Erkan ve Yılmaz, 2015; 782). DASK kurulduğu günden bu yana deprem ve diğer doğal afetler sonucu oluşabilecek zararların devlete getirebileceği mali yükü önemli ölçüde azaltmayı amaçlayan ve kâr amacı gütmeyen bir kuruluştur. DASK topladığı sigorta primlerini bir havuzda biriktirerek, deprem sonucu oluşan hasarları poliçe limitleri dâhilinde sigortalıya ödemektedir (Dalkılıç, 2024,255).

DASK, kamu ve özel sektör kaynaklarını bir araya getirerek, gelişmekte olan bir piyasada afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıpları azaltmak için tasarlanmış en iyi kamu-özel sektör ortaklığı uygulamalarından biri olarak kabul edilmektedir (Başbuğ Erkan ve Yılmaz, 2015; 782). Türkiye'de yaşanan bu

gelişmeler, doğal afet sonucu oluşan zararları koruma ve iyileştirme çabaları açısından sigorta sektöründe önemli bir dönüm noktası olmuştur. DASK tarafından sunulmuş olan Zorunlu Deprem Sigortası (ZDS) ile hem vatandaşlar hem de işletmeler doğal afetlerin muhtemel etkilerine karşı daha hazırlıklı olmakta ve geleceklerini daha güvenli bir şekilde kurmaktadır (Dalkılıç ve Kırkağaç, 2024; 51).

Günümüzde 11,2 milyon poliçeye ve %56,40 sigortalılık oranına sahip olan kurumun amacı, sigortalının yükünü paylaşmak, riskleri bir havuzda toplamak, sigorta kültürünü yaygınlaştırmak, depreme dayanıklı binaların inşasını teşvik etmek, binalar için garanti sistemleri sağlamak ve afet sonrası devlet bütçesinde oluşacak ekonomik yükü azaltmaktır. Bu kurumun sunmuş olduğu ZDS ile teminat altına alınan binanın deprem ile deprem sonucu oluşacak yangın, tsunami, infilak ve yer kayması risklerine karşı sigortalıya maddi bir güvence sağlamaktadır (Başbuğ, Erkan ve Yılmaz, 2015; 784; DASK, 2024).

Türkiye’de 2000 yılından günümüze kadar yaşanan büyük depremler arasında 2011 yılında Van’da 7.2 ile 5.6 büyüklüklerinde depremler meydana gelmiş, toplamda 8.819 hasar ihbarı alınarak ödenen tazminat miktarı 117 milyon TL olmuştur. 2020 yılında Elazığ’da 6.8 ve İzmir/Seferihisar’da 6.6 büyüklüğünde deprem yaşanmıştır. Elazığ’da 39.849 hasar dosyasından 392.481.521 TL tazminat ödenmiştir. İzmir/Seferihisar ise 30.381 hasar dosyasından 435.433.733 TL tazminat ödenmiştir. Bu depremler, büyük can ve mal kayıplarına yol açmış ve sigorta sistemi hasar tespit ve tazmin süreçlerinde önemli bir rol oynamıştır (DASK, 2024).

Ülkemizde son dönemde yaşanan 6 Şubat Kahramanmaraş Depremi ise sigortanın önemine bir kez daha vurgulamıştır. Türkiye saati ile 04:17 ve 13:24’de iki büyük deprem meydana gelmiştir. İlk olarak Pazarcık daha sonrasında Elbistan ilçelerinde meydana gelen bu depremler Mw 7.7 büyüklüğünde ve 8.6 km derinliğinde diğeri ise Mw 7.6 büyüklüğünde ve 7.6 km derinliğindedir. 9 Şubat’a kadar geçen sürede ise 1300 yakın deprem meydana gelmiştir (AFAD, 2024). Art arda yaşanan bu iki büyük deprem 50.783 kişinin can kaybına yol açmış ve yaklaşık 9,2 milyon kişiyi etkilemiştir (EMDAT, 2024). Deprem sadece Kahramanmaraş’ta değil aynı zamanda 10 ilde daha yıkıcı bir etki göstermiştir. 12 milyon kişiyi doğrudan etkileyen deprem sonucunda milyonlarca kişinin göç etmesine sebep olmuştur (İme, 2024;460).

Elde edilen verilere göre deprem sonucu oluşan hasarların ülkemize sebep verdiği maliyet yaklaşık 2 trilyon TL olmuştur. Bunun 1,6 trilyon TL’ si maddi hasar iken; 351,4 milyar TL’si ise deprem bölgesine yapılan tüm destek ve harcamalarının yanı sıra milli gelir azalması nedeniyle oluşan kayıp miktarıdır. Oluşan bu miktar 2023 milli gelir beklentimizin ortalama %9 ‘una denk gelmekte olup Marmara Depremi sonucu oluşan maddi hasar ve kaybın 6 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (SBB, 2024). Swiss Re (2023) raporuna göre 21. yüzyılın en maliyetli sigorta olayları; Türkiye ve Suriye’ de meydana gelen deprem, ABD’de meydana gelen şiddetli konvektif fırtınalar ve Meksika’nın Pasifik kıyılarını vuran kasırga sigorta sektörü üzerinde büyük mali etkiler yaratmıştır. Ülkemizde meydana gelen bu büyük olay sonucunda kentsel altyapı, sağlık sistemi ve ekonomik olumsuzlukların yanı sıra depremden etkilenen kişilerin ruhsal hallerinde de olumsuzluklar meydana gelmiştir.

Bu çalışmada 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş Depremleri ele alınarak, bölgedeki poliçe sayısı ve Zorunlu Deprem Sigortası (ZDS) yaptırılma oranının, deprem sonrasında Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) tarafından yapılabilecek hasar ödeme tutarlarıyla olan ilişkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, DASK’ın kurulduğu tarih olan 2000 yılından 2023 yılı sonuna kadar yıllar itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı, sigortalılık oranı, toplam prim, sigorta bedeli, meydana gelen deprem sayısı ve ödenen hasar tutarlarına ilişkin veriler değerlendirilmiştir. Bu veriler kullanılarak doğrusal regresyon modeli oluşturulmuş ve 10.000 tekrarlı bir sistem benzetimi ile farklı senaryolar altında hasar ödemeleri tahmin edilmiştir. Çalışmanın temel amacı, ZDS yaptırılma oranları ile deprem sonrasında ödenecek hasar tutarları arasında anlamlı bir istatistiksel ilişkiyi ortaya koymak ve sigortalılık oranlarının artırılmasının olası ekonomik etkileri ve hasar ödeme yükümlülükleri üzerindeki olası öngörülerini değerlendirmektir.

Çalışmanın ikinci bölümde literatürdeki ZDS, sigortada doğrusal regresyon ve sistem benzetiminin sigortacılıkta kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde kullanılan doğrusal regresyon ve sistem benzetimi yöntemleri kısaca açıklanmıştır. Dördüncü bölümde kurulan modeller sonucu elde edilen bulgular incelenmiş ve farklı senaryolar altında farklı sonuçlar verilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise sonuçlar tartışılarak gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

ZDS ile ilgili çalışmalar incelendiği zaman Yüçemen (2005) Türkiye'deki betonarme binalar için deprem sigortası oranlarının gerçekçi bir tahminini elde etmek için olasılıksal bir model kurmuştur. Bu model ile birlikte farklı bölgelerde yer alan beş şehirde inşa edilen betonarme binalar için deprem sigortası oranları hesaplamış ve bu oranları sigorta şirketleri tarafından halihazırda uygulanan oranlarla karşılaştırmıştır. Kılağız vd. (2010) Sigorta şirketlerine yönelik ZDS kapsamı dışında olan veya ihtiyari deprem sigortası ile teminat altına alınmak istenen binaların deprem sigortası priminin belirlenmesi için yeterli sayıdaki parametre kullanılarak deprem hasar görebilirlik riskini hesaplayan bir bulanık uzman sistem yöntemini önermiştir. Deprem hasar görebilirlik risklerine yönelik prim belirleyerek, uzman görüşlerine göre %96 oranında uyuma tespit edilen sistemin kullanılması ile şirketlerin zarar etmesi önlenecektir. Dilmen vd. (2022) Türkiye'de 2011-2021 yılları arasında yangın ve zorunlu deprem sigortası prim istatistiklerini kullanarak Box-Jenkins modelleri ve yapay sinir ağları oluşturulup iki yıllık prim tahmini yapıp, bu iki modeli birbiri ile karşılaştırmıştır. Sukono vd. (2022) Endonezya'daki doğal afetlerden kaynaklanan kayıpları önlemek için Kolektif Risk Modeli (CRM) kullanarak prim oranını belirlemeyi ve sigorta talebinin büyüklüğünü tahmin etmektedir.

Doğrusal regresyon ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Çekici ve İnel (2013) 1981–2011 yılları arasında prim üretimi değerlerini, basit hareketli ortalama tahmin yöntemi, basit ortalama tahmin yöntemi, ağırlıklı hareketli ortalama tahmin yöntemi, Holt'un iki parametrelili üstel düzeltme tahmin yöntemi, basit üstel düzeltme tahmin yöntemi, doğrusal regresyon modeli ve Brown'nun üstel düzeltme yöntemi kullanarak bir yıllık primini tahminini yapmıştır. Temocin ve Kestel (2016) deprem sigorta primlerine ne kadar eklemek gerektiğini araştırmak amacıyla Türkiye Afet Sigortaları Havuzu ele alınarak değerlendirildiği ve Bayes regresyon yöntemi kullanarak prim tahmini yapılmıştır. Bhardwaj ve Anand (2020) bireysel sağlık sigortası tutarını tahmin etmek için çoklu doğrusal regresyon, karar ağacı regresyon ve gradyan artırma karar ağacı regresyon adlı üç regresyon modeli kullanılmıştır. Daha sonrasında modellerin doğruluğu test edilip karşılaştırıldığında, doğruluğun en iyi %99,5 ile gradyan artırıcı karar ağacı regresyon modelinde olduğu görülmüştür. Kaushik vd. (2022) sağlık sigortası primlerini daha doğru ve etkili bir şekilde tahmin edilmesi için modern makine öğrenmesi tekniklerinin nasıl kullanılabileceğini araştırılmıştır. Bu doğrultuda primleri tahmin etmek amacıyla yapay zeka ağına dayalı regresyon tabanlı bir model oluşturulmuş ve değerlendirilmiştir. Önerilen modelin doğruluk oranı ise %92,72 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, çeşitli faktörler ile ücretler arasındaki ilişkiyi görmek için korelasyon matrisi de çizilmiştir.

Sistem benzetimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Paudel vd. (2013) Hollanda'daki sel riskini tahmin etmek amacıyla Bayes Çıkarımı kullanılarak sigorta primlerinin hesaplanması sürecini detaylandırmıştır. Monte Carlo simülasyonu gerçekleştirerek sel hasarının olasılık yoğunluk eğrileri oluşturulmuş ve bu sonuçlar doğrultusunda sel sigortası primleri, sigortacının risk dağılımını ve hasar verilerinin dağılım oranını farklı şekillerde hesaba katan farklı pratik yöntemler kullanılarak tahmin edilmiştir. Erdemir ve Sucu (2014) Türkiye'de zorunlu trafik sigortasının yıllık primini belirlemek amacı ile poliçe priminin süreci iflasa götürmeyecek bir poliçe primi olabileceğini göstermiştir. Ünal vd. (2017) kayıtlı verilerin olmadığı durumlarda büyük olaylar için beklenen yer hareketi seviyelerinin tahmin edilmesine yönelik bir metodoloji sunmayı amaçlamakta ve bunların sigorta primi hesaplamalarında kullanımını incelemiştir. Bursa bölgesinde geçmiş depremler dinamik köşe frekans modeli ile stokastik sonlu fay yöntemi kullanılarak simüle edilmiştir. Daha sonrasında simüle edilmiş verilerle sigorta primi hesaplamalarının yapıldığı yeni bir uygulama sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde üç farklı prim hesaplama yaklaşımının benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak ZDS için senaryo analizi sonuçları hem doğrusal regresyon hem de sistem benzetimi yöntemleri birlikte kullanılarak elde edilmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. Doğrusal Regresyon

Regresyon analizi, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntemlerden biridir. Böylece bağımsız değişkenlerin bilinen değerleri için bağımlı değişkenin alacağı değer tahmin edilmektedir (Tolon ve Tosunoğlu, 2008; 253). Doğrusal regresyon bir veya daha fazla açıklayıcı değişken arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılan doğrusal bir yaklaşımdır. Basit doğrusal regresyon

bağımsız değişken (X) ile bağımlı değişkendeki (Y) değişimi açıklamayı, bağımsız değişkendeki 1 birimlik değişimin bağımlı değişkendeki değişimini ölçmeyi amaçlamaktadır. Basit doğrusal regresyon denklemi şu şekilde ifade edilir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (3.1)$$

B biçiminde hesaplanmaktadır. Burada β_0 regresyon doğrusunun Y eksenini kestiği noktanın koordinatıdır. B_1 1 birimlik değişimin bağımlı değişken üzerindeki etkisidir, ε hata terimini göstermektedir.

Gerçek hayatta birçok modelin açıklanması için iki veya daha fazla açıklayıcı değişkene ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden çok açıklayıcı değişkenli modeller çoklu regresyon modeli ile gösterilmektedir (Kalaycı, 2016; 259). Çoklu regresyon modeli yönteminde n sayıda bağımsız değişken için kullanılan model

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (3.2)$$

b biçiminde hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte β_0 bağımsız değişkenlerin sıfır değerini alması durumundaki etkiyi, β_1 bağımsız değişken (X_1)'deki 1 birimlik değişimin bağımlı değişken üzerinde kısmi etkisini, β_2 bağımsız değişken (X_2)'deki 1 birimlik değişimin bağımlı değişken üzerinde kısmi etkisini, β_n bağımsız değişken (X_n)'deki 1 birimlik değişimin bağımlı değişken üzerinde kısmi etkisini, ε ise hata terimini göstermektedir.

3.2. Sistem Benzetimi

Sistem yaklaşımında çözümü uygulayan karar vericilerin sistem ve model kavramlarını bilmeleri gerekmektedir. Sistemin genel tanımı, aralarında ilişki bulunan ve birbirlerini karşılıklı olarak etkileyen bileşenlerden oluşan bir yapıdır. Model ise sistemler arasında fiziksel büyüklükler ve sözel ya da matematiksel ifadelerle belirlenen ilişkiler olarak tanımlanmaktadır. Bir matematiksel modelin girdileri karar değişkeni ve sistem parametreleri; çıktıları ise sistem performans indeksi ve durum değişkenleridir (Erdemir ve Kadılar, 2003).

Gerçek hayattaki bir sistemin işleyişini anlamak için, sistemin gerekli parçalarını matematiksel bir dille özetleyen, değişkenler, parametreler, formüller, olasılık dağılımları, ilişkiler, diyagramlar vb. içeren bir matematiksel model kurulmalıdır (Kroese, et al. 2013).

Simülasyon, gerçek dünyada oluşan bir sürecin ya da sistem işleyişinin zaman içinde taklit edilmesidir (Banks vd., 2001). Modelin çözümü analitik yöntemlerle elde edilemiyorsa ve incelenen sistemin modeli stokastik bir yapıya sahipse, diğer bir deyişle sistem belirsizlik içeren değişkenlere sahipse, çözüm, gerekli dağılıma göre rastgele seçilen gözlem örneklerini içeren Monte Carlo simülasyonu ile analiz edilebilir (Tse, 2009). Gelecekte oluşacak riskler için belirsizlik söz konusu olduğundan sigortacılıkta da Monte Carlo tekniğinden yararlanılmaktadır.

Genel bir sistem simülasyon algoritması aşağıdaki gibi verilebilir (Erdemir ve Kadılar, 2003):

- 1. Adım: Problemin tanımlanması
- 2. Adım: Mevcut veri kaynaklarının araştırılması ve veri gereksinimlerinin belirlenmesi
- 3. Adım: Gerekli verilerin toplanması, simülasyon modelinin parametrelerinin tahmin edilmesi
- 4. Adım: Senaryolara ve durum değişkenlerine bağlı olarak karar değişkenlerinin belirlenmesi
- 5. Adım: Sistem simülasyon modelinin bilgisayar programının yazılması
- 6. Adım: Simülasyon modelinin geçerliliğinin test edilmesi. Eğer geçerli değilse, önceki adımlara geri dönülmesi
- 7. Adım: Sonuçların yorumlanması. Eğer tatmin edici değilse, önceki adımlara geri dönülmesi

4. BULGULAR

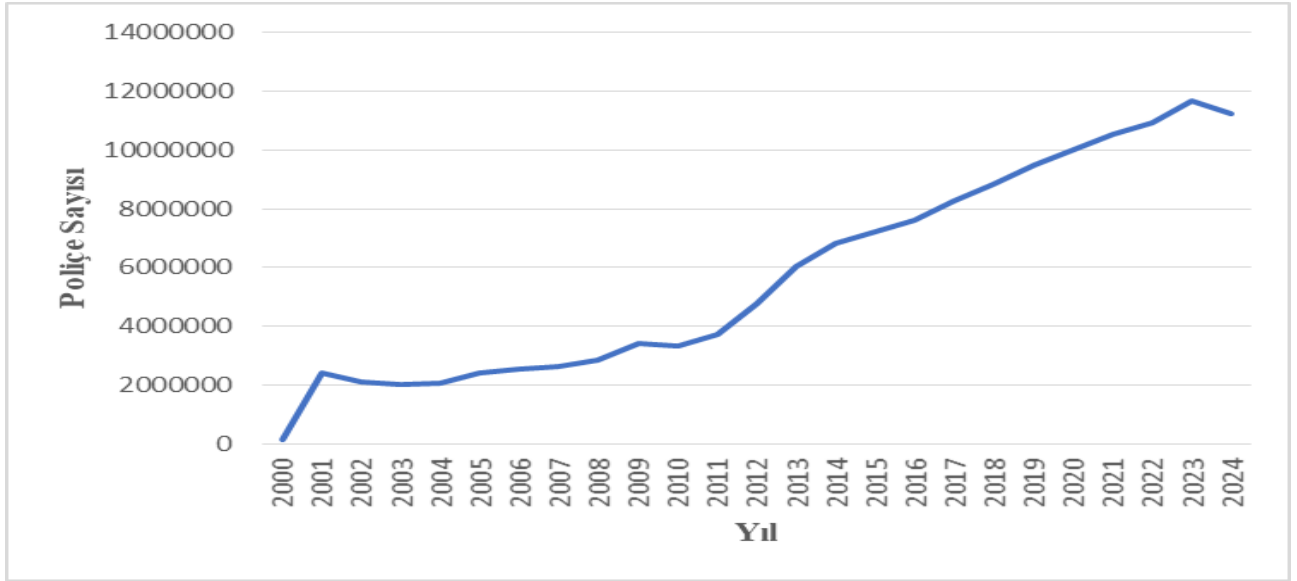
4.1. Kullanılan Veri

Çalışmada DASK kurumundan alınan, DASK'ın kurulduğu tarih olan 2000 yılından 2023 yılı sonuna kadar yıllar itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı, sigortalılık oranı, toplam prim, sigorta bedeli, meydana gelen deprem sayısı ve ödenen hasar tutarlarını içeren veri kullanılmıştır. Tablo 1'de kullanılan veriye ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri gösterilmektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

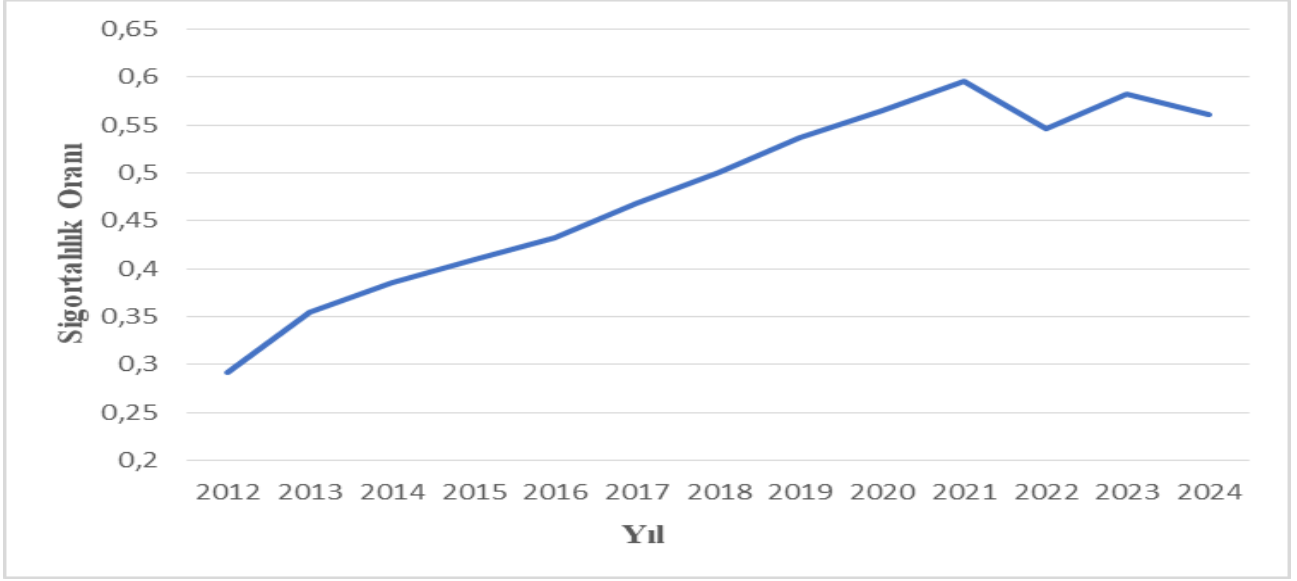
| N | PolSay | | SigOran | | Prim | | SigBedeli | | DepSayı | | Hasar | |
|-----------------------------|---------|------------|---------|-------------|----------|----------|-----------|----|---------|----|-------|--|
| | Geçerli | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | |
| | Kayıp | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Ortalama | | 5,50E+06 | 0,3517 | 8,27E+08 | 5,74E+11 | 46,2083 | 1,50E+09 | | | | | |
| Ortalamanın Standart Hatası | | 7,08E+05 | 0,02996 | 2,13E+08 | 1,59E+11 | 7,5745 | 1,44E+09 | | | | | |
| Medyan | | 4,26E+06 | 0,29 | 4,44E+08 | 2,81E+11 | 37 | 2,18E+06 | | | | | |
| Mod | | 159341,00a | ,20a | 3765932,32a | 2,38E+09 | 37 | 23022,00a | | | | | |
| Standart Sapma | | 3,47E+06 | 0,14678 | 1,04E+09 | 7,78E+11 | 37,10734 | 7,04E+09 | | | | | |
| Varyans | | 1,20E+13 | 0,022 | 1,09E+18 | 6,06E+23 | 1376,955 | 4,95E+19 | | | | | |
| Çarpıklık | | 0,375 | 0,35 | 2,609 | 2,647 | 1,766 | 4,893 | | | | | |
| Çarpıklığın Standart Hatası | | 0,472 | 0,472 | 0,472 | 0,472 | 0,472 | 0,472 | | | | | |
| Basıklık | | -1,295 | -1,154 | 8,379 | 8,323 | 3,496 | 23,956 | | | | | |
| Basıklığın Standart Hatası | | 0,918 | 0,918 | 0,918 | 0,918 | 0,918 | 0,918 | | | | | |
| Aralık | | 11496909 | 0,5 | 4,74E+09 | 3,49E+12 | 163 | 3,45E+10 | | | | | |
| Minimum | | 159341 | 0,1 | 3765932,32 | 2,38E+09 | 1 | 23022 | | | | | |
| Maksimum | | 11656250 | 0,6 | 4,75E+09 | 3,50E+12 | 164 | 3,45E+10 | | | | | |
| Yüzdeler | 25 | 2,46E+06 | 0,2325 | 1,71E+08 | 9,84E+10 | 23 | 904458,25 | | | | | |
| | 50 | 4,26E+06 | 0,29 | 4,44E+08 | 2,81E+11 | 37 | 2,18E+06 | | | | | |
| | 75 | 8,71E+06 | 0,4925 | 1,14E+09 | 7,48E+11 | 53,25 | 2,89E+07 | | | | | |

4.2. Yıllar İçinde ZDS'na İlişkin Temel Göstergeler



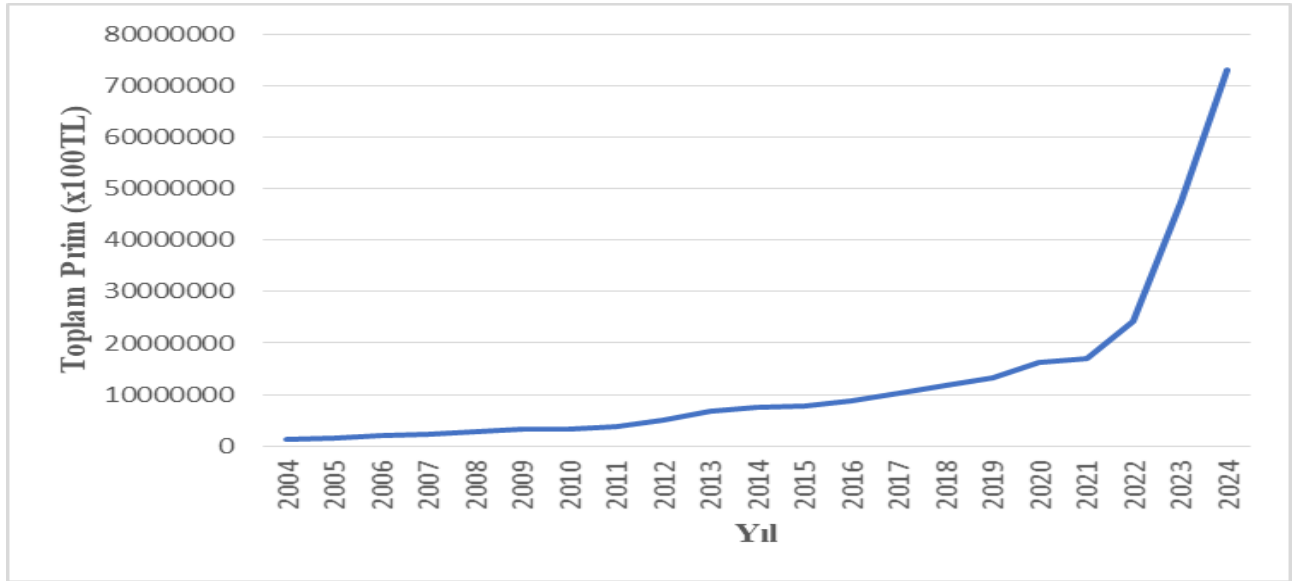
Şekil 1. Yıllara Göre Poliçe Sayıları

Şekil 1'de DASK'ın kuruluş yılı olan 2000 senesinden günümüze kadar ZDS poliçe sayılarındaki değişim gösterilmektedir. Şekil 1'den bazı yıllarda küçük azalmalar olsa da genel eğilimin devamlı artış yönünde olduğu görülmektedir. Artış eğilimleri incelendiği zaman 2012 ve 2023 yılında daha yüksek bir artış olduğu görülmektedir. Bunun nedeni 2011 Van Depremi ve 2023 Kahramanmaraş Depremleridir. 2012 yılında poliçe sayısı 3.725.369'tan 4.786.269'a artarak %28'lik bir artış, 2023 yılında ise poliçe sayısı 10.940.741'den 11.656.250'ye yükselerek %7'lik bir artış yaşanmıştır. Güncel verilere göre 2024 yılı içinde 11.250.680 adet ZDS poliçesi bulunmaktadır. Ülkemizde yıkıcı bir deprem meydana geldiği zaman poliçe sayılarında da keskin bir artış yaşanmaktadır. Fakat takip eden yıllarda bu artış oranı azalmaktadır. DASK'ın temel hedeflerinden bir tanesi de poliçe sayılarındaki keskin artışların sadece depremden sonra değil, tüm yıllara yayılması olmalıdır.



Şekil 2. Yıllara Göre Sigortalılık Oranları

Şekil 2’de 2012 yılından 2024 yılına kadar ZDS sigortalılık oranları gösterilmektedir. Sigortalılık oranı ZDS’na sahip konut sayısının toplam konut sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir. Şekil 1’den ZDS sigortalılık oranının 2012 yılından 2021 yılına kadar artış eğilimini sahip olduğu görülmektedir. 2021 yılı sonu itibarı ile ZDS sigortalılık oranı %59’a ulaşmıştır. 2022 yılı sonu itibarıyla ilk defa bir azalış yaşanarak sigortalılık oranı %55 seviyelerine düşmüştür. Bu düşüşün nedeni 2019 COVID salgını olabilir. Ardından 2023 yılsonu itibarıyla tekrar bir artış yaşanarak ZDS sigortalılık oranı %58’e ulaşmıştır. Bu artışın nedeninin ise 2023 Kahramanmaraş Depremleri olma ihtimali oldukça yüksektir. Fakat bu artış 2024 yılında devam etmemiş, 2024’de tekrar bir azalma yaşanmıştır. Güncel verilere göre 2024 yılı içinde ZDS sigortalılık oranı %56 düzeyindedir. DASK’ın geliştirilmesi konusundaki temel hedef %100 sigortalılık oranına ulaşarak ZDS’na sahip olmayan konutun kalmamasının sağlanmasıdır. Bu orana ulaşılmasının yolu; DASK, Teknik İşletici, düzenleyici otorite olan SEDDK ve diğer sigorta şirketleri ile araçların ortak gayreti ve iş birliği, en önemlisi de vatandaşların sigorta konusunda bilinçlenmesidir.



Şekil 3. Yıllara Göre Prim Üretimi

Şekil 3'te prim üretiminin açıklanmaya başladığı yıl olan 2004 yılından 2024 yılına kadar ZDS prim üretiminin seyri görülmektedir. Şekil 3 incelendiğinde yıllar içinde prim üretiminin devamlı bir artış eğilimi gösterdiği, 2023 ve 2024 yıllarında ise bu artışın diğer yıllara göre çok daha büyük bir seviyede gerçekleştiği görülmektedir. Fakat bu artış poliçe sayısından değil, Türk Lirasında o yıllarda meydana gelen değer kaybından kaynaklanmaktadır. Güncel verilere göre 2024 yılı içindeki prim üretimi 7.298.900.101 TL'dir.

Tablo 2. Yıllara Göre Hasar Ödemeleri

| Yıl | Dosya Sayısı | Ödeme (TL) |
|---------------|----------------|-----------------------|
| 2000 | 6 | 23.022 |
| 2001 | 336 | 126.052 |
| 2002 | 1.558 | 2.292.146 |
| 2003 | 2.504 | 5.203.990 |
| 2004 | 587 | 768.927 |
| 2005 | 3.489 | 8.134.352 |
| 2006 | 500 | 1.303.673 |
| 2007 | 997 | 1.492.767 |
| 2008 | 496 | 2.060.526 |
| 2009 | 268 | 525.174 |
| 2010 | 461 | 936.100 |
| 2011 | 7.936 | 146.285.153 |
| 2012 | 1.667 | 5.969.731 |
| 2013 | 174 | 964.858 |
| 2014 | 831 | 4.802.426 |
| 2015 | 299 | 991.201 |
| 2016 | 204 | 893.911 |
| 2017 | 2.055 | 9.206.265 |
| 2018 | 254 | 889.000 |
| 2019 | 9.720 | 84.022.218 |
| 2020 | 60.238 | 969.436.772 |
| 2021 | 2.869 | 35.499.838 |
| 2022 | 17.498 | 183.967.899 |
| 2023 | 478.530 | 34.532.614.645 |
| TOPLAM | 612.994 | 36.943.056.013 |

Tablo 2'de yıllara göre dosya sayıları ve hasar ödemeleri gösterilmektedir. 2012 yılında birçoğu 2012 Van Depremi'nden kaynaklanan 7.936 tane dosya açıldığı ve bu dosyalar için 146.285.153 TL hasar ödemesi yapıldığı; 2020 yılında birçoğu 2020 Elazığ ve 2020 Ege Denizi depremlerinden kaynaklanan 60.238 dosya açıldığı ve bu dosyalar için 969.436.772 TL hasar ödemesi yapıldığı görülmektedir. 2023 yılında ise birçoğu 2023 Kahramanmaraş Depremlerinden kaynaklanan 478.530 tane dosya açılmış ve bu dosyalar için 34.532.614.645 TL hasar ödemesi yapılmıştır. 2023 Kahramanmaraş Depremleri için 2024 yılında da ödeme yapılmaya devam edilmektedir. DASK'ın kuruluş yılı olan 2000'den bugüne yapılan toplam ödeme tutarı olan 36.943.056.013 TL'nin 34.532.614.645 TL'si yani yaklaşık %93'ü 2023 yılı içinde yapılmıştır. Bu sonuç 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin ne kadar yıkıcı olduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir.

4.3. Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli Sonuçları

ZDS hasar ödemelerini hangi faktörlerin etkilediği incelenmesi amacıyla öncelikle hasar ödemesi ile hangi değişkenlerin arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu incelenmiştir. Bu amaçla hasar ödemesi ve diğer değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucu hasar ödemesi ile arasında anlamlı korelasyon bulunan değişkenler prim ve sigorta bedeli olarak bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Hasar Ödemesi ile Prim ve Sigorta Bedeli Arasındaki Korelasyon Katsayıları

| | | Hasar | Prim | SigBedeli |
|--------------------------------|-----------|-------|-------|-----------|
| Pearson Korelasyonu | Hasar | 1 | 0,809 | 0,807 |
| | Prim | 0,809 | 1 | 0,998 |
| | SigBedeli | 0,807 | 0,998 | 1 |
| Anlamlılık(Tek Taraflı) | Hasar | . | 0 | 0 |
| | Prim | 0 | . | 0 |
| | SigBedeli | 0 | 0 | . |
| N | Hasar | 24 | 24 | 24 |
| | Prim | 24 | 24 | 24 |
| | SigBedeli | 24 | 24 | 24 |

Tablo 3'ten elde edilen bulgulara göre, hasar ödemesi ile prim arasında 0,809 birimlik pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu, hasar ödemesi ile sigorta bedeli arasında ise 0,807 birimlik pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu; ayrıca bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Hasar ödemesi ile arasında anlamlı korelasyon bulunan değişkenler prim ve sigorta bedelidir. Bu nedenle hasar bağımlı değişken, prim ve sigorta bedeli ise bağımsız değişken seçilerek bir regresyon analizi yapılmış, yapılan regresyon modeli sonucu Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Regresyon Modeli Sonuçları

| R | R2 | Düzeltilmiş R2 | Tahmini Standart Hata | Değişim İstatistikleri | | | | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-----------------------|
| | | | | R2 Değişimi | F Değişiklik | df 1 | df 2 | Anl. F Değişim |
| ,810 a | 0,65 5 | 0,622 | 4,32E+09 | 0,655 | 19,961 | 2 | 21 | 0 |

Tablo 4'ten elde edilen bulgulara göre: yapılan regresyon analizi F değeri 0,05'den küçük olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. R² değeri ise 0,655 olarak elde edilmiştir. Buna göre hasardaki değişimin %65'i prim ve sigorta bedeli değişkenleri tarafından açıklanmaktadır. Tablo 5'te varyans analizi (ANOVA) sonuçları verilmektedir.

Tablo 5. Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları

| ANOVA | | | | | |
|--------------|------------------------|-----------|----------------------|----------|--------------|
| Model | Kareler Toplamı | df | Ortalama Kare | F | Anl. |
| 1 | Regresyon | 7,47E+20 | 2 | 3,73E+20 | 19,961 ,000a |
| | Residual | 3,93E+20 | 21 | 1,87E+19 | |
| | Toplam | 1,14E+21 | 23 | | |

Tablo 5'ten elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre sonucun anlamlı olduğu, yani ortalamalar arasında anlamlı bir farklılık olduğu söylenebilir. Yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen katsayı değerleri Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Regresyon Analizi Katsayıları

| Model | Standardize Edilmemiş Katsayılar | | Standardize Edilmiş Katsayılar | t | Anl. |
|--------------|---|----------------------|---------------------------------------|----------|-------------|
| | B | Standart Hata | Beta | | |
| 1 | (Sabit) | -3,17E+09 | 1,43E+09 | -2,218 | 0,038 |
| | Prim | 8,165 | 15,338 | 1,208 | 0,6 |
| | SigBedeli | -0,004 | 0,021 | -0,4 | 0,862 |

Tablo 6'ya göre regresyon modeli şu şekilde elde edilmiştir:

$$Hasar = -3,174E9 + 8,165Prim - 0,004SigBedeli + \varepsilon \quad (4.1)$$

Tablo 6'dan elde edilen bulgulara göre; yapılan regresyon analizi sonucunda primin katsayısı 8,165 olarak elde edilmiştir. Bu katsayı, primdeki 1 birim artışın hasarda 8,165 birim artacağını ifade etmektedir. Bir başka deyişle, DASK için toplanacak fazladan 1 birim, hasar ödemelerinde 8,165 birim daha fazla ödeme yapılmasına olanak sağlamaktadır. Poliçe sayısındaki değişimin prim ödemesine olan etkisini incelemek için prim ile poliçe sayısı arasındaki korelasyon katsayıları incelenerek elde edilen veriler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Prim ile Poliçe Sayısı Arasındaki Korelasyon Katsayıları

| | | Prim | PolSayı |
|--------------------------|---------|-------|---------|
| Pearson Korelasyonu | Prim | 1 | 0,829 |
| | PolSayı | 0,829 | 1 |
| Anlamlılık (Tek taraflı) | Prim | . | 0 |
| | PolSayı | 0 | . |
| N | Prim | 24 | 24 |
| | PolSayı | 24 | 24 |

Tablo 7'den elde edilen bulgulara göre prim ile poliçe sayısı arasında 0,829 birimlik pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu; ayrıca bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Prim ile arasında anlamlı korelasyon bulunan değişken poliçe sayısıdır. Bu nedenle prim bağımlı değişken, prim poliçe sayısı ise bağımsız değişken seçilerek ikinci bir regresyon analizi yapılmış, yapılan regresyon modeli sonucu Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8. İkinci Regresyon Modeli Sonuçları

| R | R Kare | Düzeltilmiş R Kare | Tahminin Std. Hatası | Değişim İstatistikleri | | | | |
|------|--------|--------------------|----------------------|------------------------|------------|------|------|----------------|
| | | | | R Kare Değişimi | F Değişimi | df 1 | df 2 | Anl. F Değişim |
| ,829 | 0,687 | 0,673 | 5,96E+08 | 0,687 | 48,347 | 1 | 22 | 0 |

Tablo 8'ten elde edilen bulgulara göre: yapılan regresyon analizi F değeri 0,05'den küçük olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. R^2 değeri ise 0,687 olarak elde edilmiştir. Buna göre primdeki değişimin %68'i poliçe sayısı değişkeni tarafından açıklanmaktadır. Tablo 9'ta varyans analizi (ANOVA) sonuçları verilmektedir. Yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen katsayı değerleri Tablo 9'ta gösterilmektedir.

Tablo 9. İkinci Regresyon Analizi Katsayıları

| Model | Standardize Edilmemiş Katsayılar | | Standardize Edilmiş Katsayılar | | t | Anl. |
|-------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|-------|--------|-------|
| | B | Std. Hata | Beta | | | |
| 1 | (Sabit) | -5,42E+08 | 2,31E+08 | | -2,343 | 0,029 |
| | PolSayı | 248,946 | 35,803 | 0,829 | 6,953 | 0 |

Tablo 9'a göre ikinci regresyon modeli şu şekilde elde edilmiştir:

$$Prim = -5,420E8 + 248,946PolSayı + \varepsilon \quad (4.2)$$

Tablo 9'tan elde edilen bulgulara göre; yapılan regresyon analizi sonucunda poliçe sayısının katsayısı 248,946 olarak elde edilmiştir. Bu katsayı, poliçe sayısındaki 1 birim artışın prim ödemesinde 248,946 birim artacağını ifade etmektedir. Bir başka deyişle, DASK için düzenlenecek fazladan bir tane ZDS poliçesi, prim ödemelerinde 248,946 birim daha fazla üretim yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Poliçe sayısındaki değişimin hasar ödemesine olan etkisini incelemek için 2 regresyon modeli birlikte analiz edilmiştir. Kurulan 2 regresyon modelinden elde edilen bulgulara göre poliçe sayısındaki 1 birim artış hasar ödemesinde (8,165x248,946=2033) birim artışa yol açmaktadır. Bir başka deyişle: DASK için düzenlenen fazladan bir tane ZDS poliçesi, 2033 TL daha fazla hasar ödenebilmesine olanak sağlamaktadır.

4.4. Benzetim Sonuçları ve Senaryo Analizi

DASK tarafından düzenlenen ZDS poliçe sayısı ile yapılacak hasar ödemesi arasındaki ilişkinin incelenmesi için poliçe sayısının hangi dağılıma uyduğu EasyFit Programı ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda poliçe sayısının Kolmogorov-Smirnov istatistiği kullanılarak elde edilen sonuçlara göre $\lambda = 5.728.440,96$ parametresi ile Poisson dağılımına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen veriler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Poisson Dağılımı İçin Kolmogorov-Smirnov İstatistikleri

| Poisson [#5] | | | | | |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Kolmogorov-Smirnov | | | | | |
| Örneklem Büyüklüğü | 25 | | | | |
| İstatistik | 0,52 | | | | |
| P-Değeri | 8,17E-07 | | | | |
| Sıralama | 4 | | | | |
| □ | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,02 | 0,01 |
| Kritik Değer | 0,2079 | 0,23768 | 0,26404 | 0,29516 | 0,31657 |
| Red mi? | Evet | Evet | Evet | Evet | Evet |

Tablo 10'dan elde edilen bulgulara göre sigortalı sayısı özellikle sigortadaki hasar sayısı modellenirken sıklıkla kullanılan Poisson dağılımına uymaktadır. Poliçe sayısı ve prim değişkeni arasında kurulan ikinci regresyon modeli ile prim ve sigorta bedeli ile hasar sayısı arasında kurulan birinci regresyon modeli kullanarak bir senaryo analizi yapılmış, farklı poliçe sayısı için yapılacak hasar ödemeleri benzetim yoluyla tahmin edilmiştir. MATLAB programlama dili kullanılarak 10.000 tekrarlı bir benzetim çalışması yapılmış, buna bağlı olarak $\lambda = 5.728.440,96$ parametresi ile Poisson dağılımına ait 10.000 poliçe sayıları üretilmiş ve bu poliçelere karşılık gelen ortalama hasar ödemesi tahmin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan, DASK kurumundan elde edilen veriler baz alındığında, 6 Şubat 2023 depremi öncesinde 2022 yılı sonunda toplam ZDS poliçe sayısı 10.940.741'dir. 2022 sonunda Türkiye geneli sigortalılık oranı %55 civarındadır. Bu poliçe sayısı ve sigorta oranı ile DASK tarafından 2023 sonu itibarıyla 34.532.614.645 TL tutarında ödeme yapılmıştır. Eğer sigortalılık oranı %55 değil de daha yüksek olsaydı 6 Şubat 2023 depreminden kaynaklanan 2023 sonu itibarı ile ne kadar ödeme yapılabileceği tahmin edilmiş, elde edilen veriler Tablo 11'de özetlenmiştir.

Tablo 11. Senaryo Analizi Sonuçları

| | Poliçe Sayısı | Sigortalılık Oranı | Hasar Ödemesi | Artış Oranı |
|-----------|---------------|--------------------|----------------|-------------|
| Senaryo 1 | 12.000.000 | 60% | 36.686.096.914 | 6% |
| Senaryo 2 | 14.000.000 | 70% | 40.751.164.283 | 18% |
| Senaryo 3 | 16.000.000 | 80% | 44.816.256.763 | 29% |
| Senaryo 4 | 18.000.000 | 90% | 48.884.145.266 | 41% |
| Senaryo 5 | 20.000.000 | 100% | 52.951.493.629 | 53% |

Eşitlik 4.1 ve 4.2'de verilen iki regresyon modeli ve benzetim sonucu elde edilen ve Tablo 11'de özetlenen bulgulara göre 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 12 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı yaklaşık %60 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %6'lık artışla yaklaşık 36 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 14 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı yaklaşık %70 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %18'lik artışla yaklaşık 40 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 16 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı yaklaşık %80 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %29'luk artışla yaklaşık 44 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 18 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı yaklaşık %90 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %41'lik artışla yaklaşık 48 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı yaklaşık 20 milyon olsaydı, yani

sigortalılık oranı %100 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %53'lük artışla yaklaşık 52 milyar TL olabilirdi.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Deprem yer kabuğundaki aniden meydana gelen kırılmalar sonucu oluşan titreşimlerin yayılarak yer yüzeyini sarsması olayı olup, en büyük doğal afetlerin başında gelmektedir. Ülkemiz de bir deprem ülkesi olması nedeniyle deprem felaketini yıkıcı boyutlarda defalarca kez yaşamıştır.

Türkiye Cumhuriyeti tarihinde yaşanan en yıkıcı deprem olan 2023 Kahramanmaraş depremleri geniş bir alanı etkilemiş olması sebebiyle, büyük maddi ve manevi kayıplara neden olmuştur. Deprem sonucunda 53.537 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 107.204 vatandaşımız yaralanmış, 297 vatandaşımız da kayıp olmuştur. Depremi neden olduğu ekonomik zarar ise 153,9 milyar \$ seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu çalışmada doğrusal regresyon ve sistem benzetimi yöntemleri kullanılarak 2023 Kahramanmaraş Depremi sonucunda yaşanabilecek olası durumlar, bu değişkenlere ait farklı parametreler ve farklı senaryolar altında incelenmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre DASK'ın kuruluş yılı olan 2000 senesinden günümüze kadar ZDS poliçe sayılarındaki değişim incelendiğinde genel eğilimin devamlı artış yönünde olduğu görülmektedir. Artış eğilimleri incelendiği zaman 2012 ve 2023 yılında daha yüksek bir artış olduğu görülmektedir. Bunun nedeni 2011 Van Depremi ve 2023 Kahramanmaraş Depremleridir. 2012 yılında poliçe sayısı 3.725.369'tan 4.786.269'a artarak %28'lik bir artış, 2023 yılında ise poliçe sayısı 10.940.741'den 11.656.250'ye yükselerek %7'lik bir artış yaşanmıştır. Güncel verilere göre 2024 yılı içinde 11.250.680 adet ZDS poliçesi bulunmaktadır. 2023 yılsonu itibarıyla ZDS sigortalılık oranı %58 olarak gerçekleşmiştir.

DASK tarafından yapılan hasar ödemeleri incelendiğinde, 2012'de yaşanan birçoğu Van Depremi'nden kaynaklanan 7.936 tane dosya açıldığı ve bu dosyalar için 146.285.153 TL hasar ödemesi yapıldığı; birçoğu 2020 Elazığ ve 2020 Ege Denizi depremlerinden kaynaklanan 60.238 dosya açıldığı ve bu dosyalar için 969.436.772 TL hasar ödemesi yapıldığı görülmektedir. 2023 yılında ise birçoğu 2023 Kahramanmaraş Depremlerinden kaynaklanan 478.530 tane dosya açılmış ve bu dosyalar için 34.532.614.645 TL hasar ödemesi yapılmıştır. 2023 Kahramanmaraş Depremleri için 2024 yılında da ödeme yapılmaya devam edilmektedir. DASK'ın kuruluş yılı olan 2000'den bugüne yapılan toplam ödeme tutarı olan 36.943.056.013 TL'nin 34.532.614.645 TL'si yani yaklaşık %93'ü 2023 yılı içinde yapılmıştır.

Hasar ile prim arasında kurulan doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre primin katsayısı 8,165 olarak elde edilmiştir. Bu katsayı, primdeki 1 birim artışın hasar ödemelerinde 8,165 birim artacağını ifade etmektedir. Bir başka deyişle, DASK için toplanacak fazladan 1 birim, hasar ödemelerinde 8,165 birim daha fazla ödeme yapılmasına olanak sağlamaktadır. Prim ile poliçe sayısı arasında kurulan ikinci doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre poliçe sayısının katsayısı 248,946 olarak elde edilmiştir. Bu katsayı, poliçe sayısındaki 1 birim artışın prim ödemesinde 248,946 birim artacağını ifade etmektedir. Poliçe sayısındaki değişimin hasar ödemesine olan etkisini incelemek için 2 regresyon modeli birlikte analiz edilmiştir. Kurulan 2 regresyon modelinden elde edilen bulgulara göre poliçe sayısındaki 1 birim artış hasar ödemesinde (8,165x248,946=2033) birim artışa yol açmaktadır. Bir başka deyişle: DASK için düzenlenen fazladan bir tane ZDS poliçesi, 2033 TL daha fazla hasar ödenebilmesine olanak sağlamaktadır.

Sistem benzetimi sonuçları incelendiği zaman, sigortalı sayısının özellikle sigortadaki hasar sayısı modellenirken sıklıkla kullanılan Poisson dağılımına uyduğu görülmektedir. Poliçe sayısı ve prim değişkeni arasında kurulan ikinci regresyon modeli ile prim ve sigorta bedeli ile hasar sayısı arasında kurulan birinci regresyon modeli kullanarak bir senaryo analizi yapılmış, farklı poliçe sayısı için yapılacak hasar ödemeleri benzetim yoluyla tahmin edilmiştir. 10.000 tekrarlı bir benzetim çalışması yapılmış, buna bağlı olarak $\lambda=5.728.440,96$ parametresi ile Poisson dağılımına ait 10.000 poliçe sayıları üretilmiş ve bu poliçelere karşılık gelen ortalama hasar ödemesi tahmin edilmiştir.

Yapılan senaryo analizi sonuçlarına göre 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 12 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı yaklaşık %60 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %6'lık artışla yaklaşık 36 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 14 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı yaklaşık %70 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %18'lik artışla yaklaşık 40 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 16 milyon olsaydı,

yani sigortalılık oranı yaklaşık %80 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %29'luk artışla yaklaşık 44 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı 18 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı yaklaşık %90 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %41'lik artışla yaklaşık 48 milyar TL olabilirdi. 2022 yılı sonu itibarıyla toplam ZDS poliçe sayısı yaklaşık 20 milyon olsaydı, yani sigortalılık oranı %100 düzeyinde olsaydı DASK tarafından yapılacak tazminat ödemesi %53'lük artışla yaklaşık 52 milyar TL olabilirdi.

Bu rakamlar göstermektedir ki ülkemizde ZDS yaptırma oranı mutlaka artmalı, gerekli yaptırımlar gerekirse devlet tarafından uygulanmalıdır. Ülkemiz ne yazık ki bir deprem bölgesidir. 2023 Kahramanmaraş Depremleri ülkemizin yaşadığı ilk yıkıcı deprem değildir, ne yazık ki son yıkıcı deprem de olmayacaktır. Başta İstanbul'da beklenen Büyük Marmara Depremi olmak üzere farklı bölgelerde farklı büyüklükte yıkıcı depremler beklenmektedir. Bu depremlerin yarattığı ekonomik kayıpla devlet tarafından yapılan yardımlar dışında ancak ve ancak sigorta ve reasürans sayesinde baş edilebilir. Bu nedenle başta DASK Kurumu tarafından yapılan ZDS sigortalılık oranları %100 dolaylarına gelmeli, ZDS dışında yapılacak Konut ve Yangın sigortalarında da ciddi bir artış yaşanmalıdır.

Bu çalışma farklı yöntemler ile geliştirilmeye açıktır. Bu doğrultuda gelecekte yapılacak çalışmalarda, yürürlüğe girecek olan Zorunlu Afet Sigortası (ZAS) uygulaması için daha geniş kapsamlı bir çalışma yapılabilir. Ayrıca, reasüransın katastrofik risklerin yönetimindeki kritik rolü göz önüne alınarak, gelecekte yapılacak olan çalışmaların reasürans modellerini de içermesi faydalı olacaktır. Bunun yanı sıra, mevcut doğrusal regresyon modeline ek olarak, farklı istatistiksel yöntemlerin kullanılması, modelin doğruluğunu ve öngörü kapasitesini artırma potansiyeline sahiptir. Bu yaklaşımlar, sigorta sistemi ve risk yönetimi süreçlerine daha güçlü bir analitik temel sunabilir.

KAYNAKÇA

- AFAD (2024), 08 Ağustos 2024 tarihinde https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmaraş%20Depremleri_%20On%20Değerlendirme%20Raporu.pdf adresinden alındı.
- Athavale, M., ve Avila, S. M. (2011). An Analysis Of The Demand For Earthquake Insurance. *Risk Management and Insurance Review*, 14(2), 233-246.
- Banksa J, Carson J, Nelson B, Nicol D. (2001). *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall.
- Başbuğ-Erkan, B. B., ve Yılmaz, O. (2015). Successes And Failures Of Compulsory Risk Mitigation: Re-Evaluating The Turkish Catastrophe Insurance Pool. *Disasters*, 39(4), 782-794.
- Bhardwaj, N., ve Anand, R. (2020). Health Insurance Amount Prediction. *Int. J. Eng. Res*, 9, 1008-1011.
- Bommer, J., Spence, R., Erdik, M., Tabuchi, S., Aydinoglu, N., Booth, E., ... ve Peterken, O. (2002). Development Of An Earthquake Loss Model For Turkish Catastrophe Insurance. *Journal Of Seismology*, 6, 431-446.
- Cummins, J. D., Doherty, N., ve Lo, A. (2002). Can Insurers Pay For The "Big One"? Measuring The Capacity Of The Insurance Market To Respond To Catastrophic Losses. *Journal of Banking & Finance*, 26(2-3), 557-583.
- Çekici, M., ve İnel, M. (2013). Türk Sigorta Sektörünün Direkt Prim Üretimlerinin Tahmin Teknikleri ile İncelenmesi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(1), 135-152.
- Dalkılıç, N. (2024), Türk Sigorta Sektöründe Katastrofik Risklerin Yönetimi, B. Ersoy içinde, *Yüzüncü Yılda Türk Sigorta Sektörü Kapsamlı Bir Bakış ve Politika Önerileri* (s.243-258), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık

- Dalkılıç, N. ve Kırkağaç, M. (2023), Sigortacılığın Tarihsel Gelişimi, Ş. Sevim içinde, Güncel İşletmecilik Araştırmaları-5, (s. 45-60), Ankara: Eğitim Yayınevi.
- DASK (2024), 08 Ağustos 2024 tarihinde <https://dask.gov.tr/tr/dask-hakkinda> adresinden alındı.
- DASK (2024), 08 Ağustos 2024 tarihinde <https://dask.gov.tr/tr/faaliyet-raporlari> adresinden alındı.
- Dilmen, B., Gencer, Ş., Arkel, F., Kayır, Ş., ve Erdemir, Ö. K. (2022). Yangın ve Doğal Afet Sigortası Priminin Box-Jenkins Modelleri ve Yapay Sinir Ağları İle Tahmin Edilmesi. İstatistikçiler Dergisi: İstatistik ve Aktüerya , 15 (2), 60-71.
- EMDAT (2024), 08 Ağustos 2024 tarihinde https://files.emdat.be/reports/2023_EMDAT_report.pdf adresinden alındı.
- Erdemir C, Kadılar C. (2003), Benzetim Tekniklerine Giriş. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Erdemir, C., ve Sucu, M. (2014). Sigorta Priminin Benzetim Yöntemi ile Belirlenmesi Ve Otomobil Sigortası Örneği. İstatistikçiler Dergisi: İstatistik ve Aktüerya, 7(2), 20-28.
- İme, Y. (2024). The Effect Of Online Cognitive Behavioral Group Counseling On Anxiety, Depression, Stress And Resilience İn Maraş-Centered Earthquake Survivors. Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy, 42(2), 459-474.
- Kalaycı, Ş. (2016), SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Kaushik, K., Bhardwaj, A., Dwivedi, A. D., ve Singh, R. (2022). Machine Learning-Based Regression Framework To Predict Health Insurance Premiums. International Journal Of Environmental Research And Public Health, 19(13), 7898.
- Kılağız, Y., Baran, A., ve Ulusu, İ. (2010). Deprem Sigortası Primi Hesaplamasında Kullanılmak Üzere Geliştirilmiş Deprem Hasar Görebilirlik Riski Bulanık Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 20(2), 239-253.
- Kroese DP, Taimre T, Botev ZI. (2013). Handbook Of Monte Carlo Methods. John Wiley & Sons.
- Marangoz, M., ve İzci, Ç. (2023). Doğal Afetlerin Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkilerinin 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Merkezli Depremler Bağlamında Girişimciler Açısından Değerlendirilmesi. Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi, 24(52), 1-30.
- Paudel, Y., Botzen, W. J. W., ve Aerts, J. C. J. H. (2013). Estimation of Insurance Premiums For Coverage Against Natural Disaster Risk: An Application of Bayesian Inference. Natural Hazards and Earth System Sciences, 13(3), 737-754.
- SBB (2024), 08 Ağustos 2024 tarihinde <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf> adresinden alındı.
- Sukono, S., Kalfin, K., Riaman, R., Supian, S., Hidayat, Y., Saputra, J., ve Mamat, M. (2022). Determination Of The Natural Disaster Insurance Premiums By Considering The Mitigation Fund Reserve Decisions: An Application Of Collective Risk Model. Decision Science Letters, 11(3), 211-222.
- SWISS RE (2024) 08 Ağustos 2024 <https://www.swissre.com/dam/jcr:044d1a46-ed3a-4089-a909-bd95af4f9b7b/2023-financial-report-en.pdf> adresinden alındı.

- Şahin, Y., ve Pehlivan, A. (2007). Doğal Afet Risklerini Paylaşma Aracı Olarak "Deprem Sigortası". Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Afet Sempozyumu, 5(7).
- Temocin, B. Z., ve Kestel, S. (2016). Estimation Of Earthquake Insurance Premium Rates: Turkish Catastrophe Insurance Pool Case. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics, 65(2), 161-174.
- Tolon, M., ve Tosunoğlu, N. G. (2008). Tüketici Tatmini Verilerinin Analizi: Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi Karşılaştırması. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(2), 247-259.
- Tse YK. (2009). Nonlife Actuarial Models: Theory, Methods And Evaluation. Cambridge University Press.
- Ünal, B., Askan, A., ve Selcuk-Kestel, A. S. (2017). Simulation Of Large Earthquakes And Its Implications On Earthquake Insurance Rates: A Case Study In Bursa Region (Turkey). Natural Hazards, 85, 215-236.
- Yalaz, H. Ö. (2023). Compulsory Earthquake Insurance And Insurance Subsidy In Turkey.
- Yüccemen, M. S. (2005). Probabilistic Assessment Of Earthquake Insurance Rates For Turkey. Natural Hazards, 35, 291-313.