



Almanya'dan Konaklama Amacıyla Türkiye'ye Gelen Turist Sayısının Yapay Zekâ Teknikleri Kullanılarak Tahmin Edilmesi

Hande Erdoğan¹, Mustafa Terzioğlu², Mehmet Kayakuş^{3*}

¹ Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Antalya, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0638-4853),
handeerdogan@akdeniz.edu.tr

² Akdeniz Üniversitesi, Korkuteli Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü, Antalya, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-4614-7185), mterzioglu@akdeniz.edu.tr

^{3*} Akdeniz Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Antalya, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0394-5862),
mehmetkayakus@akdeniz.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 16 Ağustos 2021 ve Kabul Tarihi 3 Kasım 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.983323)

ATIF/REFERENCE: Erdoğan, H., Terzioğlu M. & Kayakuş, M. (2021). Almanya'dan Konaklama Amacıyla Türkiye'ye Gelen Turist Sayısının Yapay Zekâ Teknikleri Kullanılarak Tahmin Edilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 961-971.

Öz

Turizmde turist sayısı odaklı talep tahmini çalışmaları, sosyal bilimlerin iktisat, finans ve turizm literatüründe detaylı incelenen konular arasında gelmektedir. Bu çalışmada AB ülkeleri içerisinde Akdeniz Bölgesi'nde önemli destinasyon merkezlerine sahip Türkiye'yi konaklama amacıyla en çok tercih eden Alman turist sayısı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada geleneksel bir yöntem olan çoklu doğrusal regresyon yöntemi ile önemli öğrenme tekniklerinden olan yapay sinir ağı ve destek vektör regresyonu teknikleri kullanılarak bu üç yöntemle oluşturulan modellerin tahmin gücü karşılaştırılmıştır. Araştırmada turist talebinde bulunan Almanya'nın literatürde de kullanılan makroekonomik ve nüfus bilgileri bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. 1998-2019 dönemini kapsayan bu araştırmada diğer tekniklere göre yapay sinir ağı tekniği ile kullanılan tahmin modelinin en yüksek tahmin gücüne sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu yöntemi tahmin gücü açısından sırasıyla çoklu doğrusal regresyon ve destek vektör regresyonu teknikleri ile kullanılarak yapılan tahmin modelleri izlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Turizm, konaklama, çoklu doğrusal regresyon, yapay sinir ağı, destek vektör regresyonu, Almanya, Türkiye

Forecasting The Number of Tourists Coming to Turkey for Accommodation from Germany Using Artificial Intelligence Techniques

Abstract

Demand forecasting studies focused on the number of tourists in tourism are among the topics that are examined in detail in the economics, finance, and tourism literature of social sciences. In this study, it has been tried to estimate the number of German tourists among EU countries, who prefer one of the most important destination centers in the Mediterranean Region, Turkey for accommodation purposes. In the study, the predictive power of the models created by these three methods using multiple linear regression method and artificial neural network and support vector regression techniques, which are important learning techniques, were compared. Macroeconomic indicators and population, which are widely used in the literature, were used as independent variables in determining the German tourist demand. In this study covering the period of 1998-2019, it was concluded that the prediction model used with the artificial neural network technique has the highest predictive accuracy compared to other techniques. This method is followed by prediction models using multiple linear regression and support vector regression techniques, respectively.

Keywords: Tourism, Accommodation, Multiple Linear Regression, Artificial Neural Network, Support Vector Regression, Germany, Turkey

* Sorumlu Yazar: mehmetkayakus@akdeniz.edu.tr

1. Giriş

Turizm insanlar için bir sosyo-kültürel faaliyet olarak değerlendirilse de ülke ekonomileri söz konusu olduğunda sadece gelir getirici bir faaliyet alanı olarak değil ekonomiyi birçok yönüyle harekete geçirmesiyle de önemli bir endüstri koludur. Turizm ile ülkenin sahip olduğu tüm üretim faktör değerleri birbiriyle etkileşime geçmekte ve bu etkileşim, ekonominin ivmelenmesine neden olmaktadır. Bu yüzden akademisyenler ve karar vericiler ülkelerin turizm hareketliliğini tahmin edebilmek ve bu tahminlerden hareketle doğru hedefler koyabilmek için büyük çaba harcamaktadır. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi turizm sosyo-kültürel bir faaliyet olduğu için ülkedeki ekonomik birimler içinde olgulardan ilk etapta etkilenen faaliyet alanıdır. Örneğin, küresel ekonomik şoklar, terörist eylemler, salgın hastalıklar, savaşlar, doğal afetler gibi olgular ekonomi içerisinde ilk önce turizm faaliyetlerini yavaşlatmaktadır. Bu durum turizme yönelik tahmin çalışmalarını titizlikle yapılmasına neden olmaktadır.

Bu titiz çalışma gerekliliği ve turizmin özel yapısı nedeniyle çalışmanın literatür kısmında da görüleceği gibi tahmin doğruluğu açısından ağır basan tek bir tahmin modeli bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar birbirinden çok farklı değişkenleri ihtiva etmektedir. Çalışmada, literatürdeki diğer çalışmalarda da kullanılan makroekonomik değişkenler ele alınmıştır. Bunun nedeni, turizmde hizmet alan ülkenin genel ekonomik ve nüfus verilerinin hizmet veren ülkeye olan turist talebine etkisidir. Seçilen bu bağımsız değişkenler ile oluşturulan modellerin tahmin gücünün daha yüksek olacağı düşünülmektedir.

Turizm talebini tahmin etmeye yönelik ilk çalışmalar regresyon yöntemlerinin kullanıldığı zaman serisi modelleridir ve geçmişte yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar alındığı görülmektedir. Bu modellerde çoğunlukla bağımlı değişken olarak turist talebini ifade eden turist sayısı ele alınmış ve turist sayısını önemli ölçüde etkileyebilecek bağımsız değişkenler ile modeller oluşturulmuştur. Çalışmanın bir diğer amacı da turizm alanında son yıllarda sıklıkla birçok alanda karşılaşılan, insan zekasını simüle eden yapay sinir ağı olarak bilinen yöntemin ve yine bir makine öğrenimi olan destek vektör regresyonunun artık geleneksel diyebileceğimiz regresyon yöntemlerinden biri olan çoklu doğrusal regresyona göre tahmin gücünü karşılaştırmaktır. Bu bakımdan özellikle Türkiye üzerine yapılan diğer turist tahmini çalışmalarından ayrılmaktadır. Aynı zamanda, bu araştırma için oluşturulan yapay sinir ağı ve destek vektör regresyonu teknikleri çoklu doğrusal regresyona göre başarılı bir tahmin gücüne ulaşırsa, turizm endüstrisindeki yöneticiler ve ülkelerdeki karar vericiler için daha doğru planlama ve hedef oluşturmalarına imkân taniyacaktır.

Çalışmada hizmet alan ülke olarak Almanya'nın seçilmesinin iki nedeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki, Alman vatandaşlarının uzun yıllara yayılan Türkiye'ye olan talebidir. Almanya, özellikle 1980'lerde başlayarak Türkiye'nin turizm sektörünü gelişimini katkı veren en önemli ülke konumundadır. 1980'lerden başlayarak 2016 yılına kadar olan dönemde Türkiye'ye konaklama amaçlı en çok tercih eden ülke Almanya'dır. İkinci olarak, Almanya'nın güçlü ekonomik yapısıdır. Bu güçlü ekonomik yapı sayesinde Alman vatandaşlarının Türkiye'ye olan turizm taleplerinde oynaklığın

daha az olacağı düşünülmektedir. Bu durum, yapılacak tahmin çalışmasının başarısını artıracaktır.

Çalışmanın literatür kısmında çalışmanın konusu ve yöntemlerini benzer inceleyen yayımlara yer verilmiştir. Literatürün ikinci kısmında özellikle araştırmamızda turizmde hizmet veren ülke konumundaki Türkiye'ye yönelik çalışmalara yer verilmiştir. Ardından çalışmanın modelleme yöntemleri üzerine bilgiler verilmiş ve bu yöntemlerin analiz sonuçları paylaşılmıştır. Sonuç kısmında bulgular tartışılarak bu araştırmanın önemi özetlenmektedir.

2. Literatür

Turizm talep tahmini çalışmaları literatürde oldukça fazla yöntem ve modelleme çalışması yapılarak ele alınan bir konudur. Bu nedenden ötürü öncelikle bu konu hakkında literatür araştırması ile yapılan çalışmalara yer verilecektir. Daha sonra ise araştırmanın metodolojisine benzer son zamanlarda yapılan literatürdeki örnekler paylaşılacaktır. Literatür araştırmasının son kısmında çalışmanın uygulama örneği olan Türkiye üzerine yapılan çalışmalar incelenecektir.

Li vd. 2005'teki araştırmalarında 1960-2002 yıllarını kapsayan geniş çaplı araştırmalarında ekonometrik modellerle turizm talebi konusunda yayımlanan 420 çalışma olduğunu tespit etmiştir (Li, Song, & Witt, 2005). Song ve Li (2008) yayımlanan çalışmalarında ise 2000-2006 dönemini kapsayan 171 araştırma olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar önceki dönemlere göre turizm talep tahmin çalışmalarının hem coğrafi çeşitlilik hem de gelişmiş tahmin metodlarının kullanılması nedeniyle iş hayatı kullanıcıları için bir rehber niteliği taşımaktadırlar (Song & Li, 2008). Goh ve Law (2011) yapmış oldukları literatür tarama çalışmasında 1995-2009 dönemini kapsayan turizm talebi tahmini konusunda 155 araştırma makalesini incelemişlerdir. Çalışmaların ekonometrik tabanlı yöntemler, zaman serisi teknikleri ve yapay zekâ modelleri olmak üzere üç kategoride yoğunlaştığını tespit etmişlerdir. Yaptıkları analizler neticesinde eşbütünlük, hata düzeltme modeli, zamanla değişen parametre modeli gibi daha gelişmiş yöntemlerin ve bunların denklem sistemleri ile kombinasyonlarının tahmin doğruluğu açısından daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir (Goh & Law, 2011). Wu vd. 2017'de yayımlanan 2007-2015 dönemindeki 171 akademik yayını inceledikleri çalışmalarında, konaklama sektörüne odaklanan çalışmaların turizm talebine göre nispeten daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca gittikçe daha fazla sayıda çalışmanın toplam turizm talep analizinden uzaklaştığı, buna karşın ayrılmış pazarların ve niş ürünlerin giderek daha fazla ilgi gördüğünü ifade etmişlerdir. Bu dönemde özellikle çevresel faktörler, e-ticaret üzerindeki turist davranışı ve tüketici güveni göstergeleri gibi turizm ve konaklama talebinin dinamikleri üzerine çalışmaların dikkat çekici oranda arttığını ortaya koymuşlardır (D. C. Wu, Song, & Shen, 2017). Khaidi vd. (2019) turizm talebinde kullanılan değişken ve tekniklere yönelik 2010-2018 dönemini araştıran literatür incelemelerinde bağımsız değişken olarak en çok ülkelerin elde ettiği turizm harcaması, döviz kuru ve gayrisafi milli hasıla değişkenlerinin kullanıldığını tespit etmişlerdir. Bunun yanında turizm talebini tahmin etmede zaman serisi analizi, nedensellik teknikleri ve yapay zekâ yöntemlerinin kullanıldığını ortaya koyarak turizm talebi için hangi modellerin en iyi performans gösterdiğini belirlemenin zor olduğunu işaret etmişlerdir. Bununla birlikte, çalışmaların çoğunda, birleşik modellerin tek modelden daha iyi

performans gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır (Khaidi, Abu, & Muhammad, 2019).

Law ve Au 1999'da yayımlanan çalışmalarında 1967-1996 yılları arasındaki dönemde Hong Kong'a konaklama amacı ile gelen Japon turistlerin sayısını doğrusal çoklu regresyon ve ileri beslemeli yapay sinir ağı yöntemleri ile tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmalarında hizmet fiyatı, ortalama otel fiyatı, döviz kuru, nüfus, pazarlama giderleri ve GSYİH (gayrisafi yurtiçi hasıla) verilerini bağımsız değişken (giriş birimi) olarak kullanmışlardır. İleri beslemeli yapay sinir ağı ile kurdukları modellerin doğrusal regresyon ile kurdukları modele göre daha başarılı sonuçlar verdiklerini paylaşmışlardır (Law & Au, 1999). Law'un 2000 yılında yayımlanan makalesinde ise Hong Kong'a konaklama amacıyla gelen Tayvanlı turist sayılarını doğrusal çoklu regresyon, ileri beslemeli ve geri yayımlı yapay sinir ağı yöntemleriyle bağımsız değişken (giriş birimi) olarak hizmet fiyatını, ortalama otel fiyatını, döviz kurunu, nüfusu, pazarlama giderlerini ve kişi başına harcama kalemlerine göre GSYİH verilerini kullanarak tahmin etmiştir. 1967-1996 dönemini kapsayan bu çalışmada Law, geri yayımlı yapay sinir ağı tekniğinin doğrusal çoklu regresyon ve ileri beslemeli yapay sinir ağı tekniğine göre daha başarılı tahmin sonucu verdiğini paylaşmıştır (Law, 2000).

Chen vd. 2012 yılındaki çalışmalarında turizm sektöründe yaşanan çok fazla dalgalanma ve karmaşık ilişkiler nedeniyle melez bir teknik önerisinde bulunmuşlar ve bunu test etmişlerdir. Bu çalışmalarında, turizm talebini (gelenlerin sayısını) tahmin etmek için öncelikle deneysel mod ayrışımına gidilmiş ve sinir ağına dayalı yeni bir tahmin modeli önerilmiştir. Çalışma alanı olarak Ocak 1971'den Ağustos 2009'a kadar Japonya, Hong Kong ve Makao'dan Tayvan'a gelen uluslararası turist gelişleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu melez teknik ile geleneksel otoregresif bütünleşmiş hareketli ortalama (ARIMA) tekniği ve geri yayımlı yapay sinir ağı tekniklerini karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, melez tekniğin klasik tekniklere göre oldukça başarılı sonuçlar sunduğunu göstermiştir (C.-F. Chen, Lai, & Yeh, 2012).

Claveria vd.'nin 2015'teki çalışmalarında konaklama işletmelerine gelen turist sayısı tahminlerini iyileştirmek için yeni bir yaklaşım uygulamayı amaçlayan çalışmalarında turist yollayan ülkelerden turist girişlerinin evrimindeki çapraz korelasyonların sinir ağı modellerinde belirli bir destinasyona dahil edilmesine izin veren çok değişkenli bir model geliştirmişlerdir. Bu çoklu girdi-çoklu çıktı yaklaşımı, tüm turist yollayan ülkeler için aynı anda tahminlerin üretilmesine olanak tanımaktadır. 2001'den 2012'ye kadar Katalonya'ya (İspanya) gelen turistler üzerinde yapılan çalışma, üç farklı ağ ile bir, üç ve altı ay sonrasına ilişkin tahminler oluşturmak için kullanılmıştır. Çalışma, farklı pazarlar arasındaki bağlantıları hesaba katan çok değişkenli mimarilerin, yapay sinir ağlarının tahmin performansını artırabileceğini ortaya koymuştur. Ek olarak, yazarlar yeni bir tahmin doğruluğu ölçüsü geliştirmişler ve radyal temel işlev ağlarının diğer modellerden daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır (Claveria, Monte, & Torra, 2015).

Law vd. (2019) derin öğrenme yaklaşımı, destek vektör regresyonu ve yapay sinir ağı tekniklerini kullanarak Çin ana karasından Makao'ya gelen turist hacmini tahmin etmeye çalışmışlardır. Ocak 2011-Ağustos 2018 dönemini kapsayan çalışmalarından aylık olarak Makao ile ilgili yemek, konaklama, ulaşım, tur, giyim, alışveriş ve rekreasyon gibi anahtar kelimeler

üzerinden Google arama motorunda yapılan sonuçları değişken olarak kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda derin öğrenme yaklaşımının diğer iki tekniğe göre daha başarılı bir tahmin yeteneği olduğunu tespit etmişlerdir (Law, Li, Fong, & Han, 2019).

Zhang vd. (2020) turizm talep tahmini çalışmalarında sıklıkla karşılaşılan sınırlı veri hacmi ve ek açıklayıcı değişken ihtiyacını bertaraf edecek yapay sinir ağı temelli yeni bir tekniği 2012-2018 dönemi arası Hong Kong'a gelen turist sayısı üzerinde test etmişlerdir. İki eğitici katmandan oluşturdukları yeni teknikle ekstra ve bu iki eğitici katmandan geçen veri çıktısı konsantre edilerek yoğun bir eğitici katmandan geçirilmek üzere tekrar hesaplanmıştır. Bu yeni tekniğin standart yapay sinir ağları, destek vektör regresyonu, ARIMA gibi tekniklerden daha yüksek ve güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır (Zhang, Li, Muskat, & Law, 2021).

Ertek vd. 2002 yılında yaptıkları çalışmalarında çift logaritmik çoklu regresyon modeli kullanarak KKTC'ye olan 1998-2010 yılları için turizm talebini trend analizi ile tahminleyerek sektörün ihtiyaç duyduğu yatak sayısı, yatırım miktarı, istihdam sayısı, su-elektrik ihtiyacı ve deniz ve uçak yolu ile KKTC'ye ulaşım ihtiyacının planlanması konusunda karar vericilere yol göstermeyi amaçlamışlardır. KKTC'ye Türkiye, İngiltere ve Almanya olmak üzere üç farklı ülkeden gelen turist tahminlemesi için turistin geldiği ülkedeki fiyat endeksinin turistin gittiği ülkedeki fiyat endeksine bölünmesiyle elde edilen nisbi fiyat bağımsız değişken, turist sayısı ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Elde ettikleri bulgulara göre turistin geldiği ülkelerde gelirin artmasıyla KKTC'ye o ülkelerden gelen turist sayısı artmakta, nisbi fiyatlar, turist gönderen ülkelerdeki fiyatlara nazaran azalırse KKTC'ye daha fazla turist gelmektedir (Ertek, Altınay, & Bıçak, 2002).

Baldemir ve Bahar 2003 yılında yaptıkları çalışmalarında 1984-1999 yılları arasında ülkemize en çok turist gönderen ülkelerden ABD, İngiltere, Almanya, Fransa ve Avusturya turizm talebini geri-beslemeli sinir ağı, çoklu regresyon, saflık (naive) ve hareketli ortalama olmak üzere her ülke için ayrı ayrı tahminlemişler ve her ülkenin en iyi tahmin performansını veren modeli belirlemişlerdir. Belirledikleri ülkelerden gelen turist sayısını bağımlı değişken olarak seçen yazarlar, Türkiye'ye nispeten yabancı TÜFE'nin yurtiçi TÜFE'ye oranını ifade eden hizmet fiyatları, turist başına düşen ortalama harcama miktarını ifade eden hayat standardı, ilgili ülkelerin çapraz döviz kuru, turist gönderen ülkelerin nüfusu, ortalama reklam tanıtım vb. harcamaları ve ilgili ülkelerin GSYİH'si olmak üzere de altı bağımsız değişken belirlemişlerdir. Sinir ağı modelinin diğer modellere göre (İngiltere hariç) hem tahmin sonuçlarına hem de tahmin değerlerinin karşılaştırılmasına göre daha doğru sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir (Baldemir & Bahar, 2003).

Karahan, 2015 yılındaki çalışmada dönem, hava sıcaklığı, turizm geliri, döviz kuru, aylık TUFİ ve yıllık TUFİ olmak üzere altı bağımsız değişkeni ve bağımlı değişken olarak ise aylık turist sayısını kullanarak Ocak 2010-Aralık 2013 dönemi için ileri beslemeli geri yayımlı bir yapay sinir ağı ile tahminleme gerçekleştirmiş, modelin performansını MAPE istatistiği ile değerlendirmiş ve Ocak-Haziran 2014 için aylık Denizli ili için turizm talebini tahminlemiştir. Çalışmanın neticesinde YSA ise turizm işletmelerine olan talebin doğru tahmin edilebildiğini, geleneksel tahminleme yöntemlerinin yanında alternatif olarak da YSA modelinin kullanılabileceğini vurgulamıştır (Karahan, 2015).

Çuhadar ve Kayacan (2005) çalışmalarında Türkiye'de bakanlık belgeli konaklama işletmelerindeki 1990-2002 aylık dış turizm talebine bağlı oluşan doluluk oranlarını ileri sürümlü yapay sinir ağları ile tahmin etmeyi amaçlamışlardır. İşletmelerin aylık doluluk oranlarının bağımsız değişken; aylar itibarıyla toplam tesis sayısının, aylık yatak sayısının, konaklayan yabancı turistlerin aylık toplam sayısının, yabancı turistlerin aylık olarak toplam geceleme sayısının ve yabancı turistlerin aylık olarak ortalama kalış sürelerinin bağımlı değişken olarak alındığı çalışmalarında modelin performansı MSE, RMSE, MAPE teknikleri ile değerlendirilmiştir. Modelden elde ettikleri aylık tahmini doluluk oranları ile gerçekleşen doluluk oranları karşılaştırıldığında YSA'nın gerçeğe çok yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Çuhadar & Kayacan, 2005).

Güngör ve Çuhadar 2005 yılında yaptıkları çalışmalarında Antalya'ya gelen Alman turist talebini tahmin etmek için yapay sinir ağı, çoklu doğrusal regresyon ve çoklu eğrisel regresyon modelini kullanmış ve bu modellerin tahmin performanslarını karşılaştırarak en iyi performans gösteren, daha düşük sapma değerine ve daha yüksek açıklama oranına sahip model olarak yapay sinir ağı modeliyle 2005 ve 2006 yılları için aylık tahminler yapmışlardır. Modellerinde Ocak 1991-Temmuz 2014 yıllarına ilişkin verileri kullanan yazarlar, bağımlı değişken olarak Antalya'ya gelen Alman turist sayıları; bağımsız değişkenler olarak da belirlenen döviz kurları, turist kabul eden ülkedeki tüketici fiyat endeksi, turist gönderen ülkedeki kişi başına harcanabilir net milli gelir ve turist gönderen ülkedeki tüketici fiyat endeksi değişkenlerini seçmişlerdir. İleriye yönelik tahmin çalışması yapan yazarlar, en iyi sonucu veren model olarak yapay sinir ağları ile aylık tahminleme yaparak turizm sektöründeki karar vericilere yol göstermeyi amaçlamışlardır (Güngör & Çuhadar, 2005).

Karagöz, 2008 yılındaki çalışmasında Türkiye'ye gelen turistlerin sayılarını etkileyen faktörleri ve ülkelerin büyüklüklerin akımı artırdığı, uzaklığın ise aşındırıcı etkide bulunduğu temel hipotezine dayanan çekim modeli ile Türkiye'nin ülkelere göre turizm potansiyelini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bu çalışmayla yazar Türkiye turizminin hangi ülkeler için potansiyelinin altında kaldığını, hangi ülkeler için potansiyeline ulaştığını ve hangi ülkeler için potansiyelini aştığını incelemiştir. Çalışmasının bulguları arasında Türkiye'ye gelen turist sayısının, turistleri geldiği ülkenin ekonomik büyüklüğünden olumlu, ülkenin uzaklığından ise olumsuz yönde etkilendiği yer almaktadır. Bunun yanında turistlerin geldiği ülkenin nüfusunun büyük olması, turist gelişini etkilememektedir. Turistlerin geldiği ülkenin Türkiye ile ortak sınıra sahip olması, ortak kültürel-tarihsel vb. bağın olması turist akımını önemli yönde etkilediği, ülkenin Müslüman bir ülke olmasının ise turizm akımı üzerinde anlamlı ancak azaltıcı bir etki gösterdiği ve turistlerin geldiği ülkenin bir Avrupa ülkesi olmasının ise istatistiki olarak anlamlı olmadığı da diğer bulguları arasındadır (Karagöz, 2008).

Önder ve Hasgül (2009) çalışmalarında Türkiye'ye Ocak 1986-Ekim 2007 yılları arasında gelen yabancı turist sayılarını kullanarak Kasım 2007- Aralık 2010 yıllarına ilişkin talep tahminlemesini üstel düzgünleştirme yöntemi, doğrusal ve mevsimsel düzgünleştirme-Winters yöntemi ve Box-Jenkins yöntemini kullanarak gerçekleştirmişler ve sonuçları yapay sinir ağları yöntemleri ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Yazarlar, dış turist sayısının tahmininde yapay sinir ağlarının ürettiği hata değerlerinin daha yüksek çıkmasına

rağmen klasik yöntemlere alternatif kullanılabilceğini tespit etmişlerdir (Önder & Hasgül Kuvat, 2009).

Emir 2010 yılındaki çalışmasında Doğu Karadeniz bölgesinin turist talebini etkileyen faktörleri belirlemeyi ve faktörlerden hangilerinin bölge kontrolünde olduğunu test etmeyi amaçlamış ve bu amaçla bağımlı değişken olarak bölgede konaklayan turist sayısını; bağımsız değişkenler olarak da kişi başı gelir, döviz kurları, tüketici fiyatları endeksi ve turistik işletme belgeli yatak sayısını temel alacak şekilde çoklu regresyon yöntemini tercih etmiştir. Beş ayrı ülkeden bu bölgeye 1985-2000 arası turizm talebini ayrı ayrı tahminlemek için oluşturduğu modeli f ve t testleri ile inceleyen yazar, analizinin sonrasında turist talebini en çok etkileyen değişkenin yatak sayısı olduğunu tespit etmiştir (Emir, 2010).

Kara vd. (2012) çalışmalarında iki aşamalı Engle-Granger, Johansen VAR analizi ve Johansen yöntemine bağlı olarak Granger nedensellik, etki-tepki analizi ve varyans ayrıştırması analiz yöntemlerini kullanarak turizm gelirlerinin farklı makroekonomik değişkenlerle olan ilişkilerini incelemişlerdir. Bu ilişkiyi belirlemek adına turizm gelirleri, reel üretim endeksi, reel döviz kuru, cari işlemler açığı değişkenlerini tercih etmişlerdir. Bu amaçla üç model oluşturan yazarlar model bazında sırasıyla turizm gelirleri ile iktisadi büyüme, turizm gelirleri ile cari işlemler dengesi ve son olarak reel döviz kuru ile turizm gelirleri arasındaki ilişkiyi ölçmeyi hedeflemişlerdir. Analizlerinin neticesinde büyümeden turizm gelirlerine tek yönlü, turizm gelirlerinden cari işlemler dengesine çift yönlü ve döviz kurundan turizm gelirlerine tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Turizm sektörünün seçtikleri makro değişkenleri etkileyen ve bu değişkenlerden etkilenen bir sektör olduğu bulguları arasındadır (Kara, Çömlekçi, & Kaya, 2012).

Çuhadar, 2013 yılındaki çalışmasında Türkiye'nin aylık dış turizm talebini çok katmanlı ileri beslemeli (MLP), radyal tabanlı fonksiyon (RBF) ve zaman gecikmeli (TDNN) yapay sinir ağları ile modellemeyi ve dış turizm talebini tahminlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla Ocak 1987-Aralık 2012 aralığında Türkiye'ye gelen aylık yabancı turist sayılarını kullanan yazar hem girdi katmanındaki nöron sayısı hem de gizli katmandaki nöron sayısı gibi farklı mimarilere sahip üç ayrı yapay sinir ağı modeliyle elde edilen değerlerin tahmin doğruluklarını MAPE istatistiği ile değerlendirmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda en yüksek tahmin doğruluğunu sağlayan model olarak MLP modelini belirlemiş ve bu modeli kullanarak 2013 yılı ileriye yönelik aylık dış turizm tahminlemesi yapmıştır (Çuhadar, 2013).

Zortuk ve Bayrak 2013 yılındaki çalışmalarında Türkiye'ye gelen Alman, Rus ve İngiliz turistlere ilişkin talepleri belirlemek amacıyla gelir, turizm fiyatı, ulaşım maliyeti ve döviz kuru değişkenlerini kullanarak 1999-2013 dönemlerini içeren üçer aylık zaman serisi verileriyle HEGY mevsimsel birim kök incelemesi testi gerçekleştirmişlerdir. İnceledikleri serilere sabit terim, trend ve mevsimsel kukla olarak ifade edilen deterministik bileşenler eklenerek dört ayrı model elde edilmiştir. Her model için sıfır frekanslı serilerde birim kök varlığı kabul edilmiş olup analizlerinin neticesinde gelen turist sayısı ve gelirden mevsimsel birim kök varlığına ulaşılmış, turizm fiyatı, ulaşım maliyeti ve döviz kurunda ise mevsimsel birim kök varlık elde edilmemiştir (Zortuk & Bayrak, 2013).

Çuhadar, 2014 yılındaki çalışmasında Muğla iline yönelik dış turizm talebini Holtz-Winters çarpımsal-mevsimsel üstel düzleştirme ve Box-Jenkins yöntemleri ile modellemiş,

modellerin tahmin performansları ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) istatistiği ile incelemiş ve daha yüksek doğruluk sunan üstel düzleştirme yöntemi ile aylar itibarıyla ileriye yönelik talep tahminlemesi yapmıştır. Hande Yazar, çalışmasında Ocak 2000-Nisan 2012 için Muğla sınırları içindeki hava ve deniz hudut kapılarından giriş yapan aylık yabancı turist sayılarını kullanmıştır. En yüksek tahmin doğruluğunu veren çarpımsal mevsimsel üstel düzleştirme modeli ile 2012 ve 2013 yılları için aylık dış turizm tahminleri üretilmiştir (Çuhadar, 2014).

Buluk ve Duran, 2018 yılında yapmış oldukları çalışmalarında 2016 yılı için Türkiye'nin öncelikle dış turizm potansiyelini belirlemek ve sonrasında potansiyeli farklı pazarları kazanmak amacıyla panel çekim modelini kullanmışlardır. Yazarlar çalışmalarında 2016 yılı ülkemize gelen ve en az bir gece konaklama yapan turist sayısı, turist gönderen ülkenin 2016 yılı kişi başı GSYİH'sı, turist gönderen ülkenin 2016 yılı GSYİH'sı ve turist gönderen ülkenin başkentinin Türkiye'ye olan uzaklığı değişkenlerine ait veriler, Emniyet Genel Müdürlüğü'nden, Dünya Bankası'ndan ve tr.distance.to adresinden elde etmişlerdir. Çalışmalarında elde ettikleri bulgulara bakıldığında turistin geldiği ülkenin ekonomik büyüklüğü, kendi ülkeleri ile Türkiye'nin ortak sınıra ve ortak tarihsel, kültürel ve etnik bağlarına sahip olması ile turistin gelmesi arasında olumlu bir ilişkinin olduğu, ülkelerinin Türkiye'ye olan uzaklığının artması, Türkiye'nin bir Müslüman ülkesi olması ile turistlerin ülkemize gelme kararları arasında olumsuz bir ilişkinin olduğu, bunların yanında geldikleri ülkenin nüfusu ile ve geldikleri ülkenin Avrupa'da olmasının ülkemize gelişleri üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı yer almaktadır. Ayrıca çalışmada çekim modeli tahminleri kullanılarak turizm potansiyeli ve gerçek değer arasındaki fark hesaplanarak ülkelerin potansiyel akım değerleri elde edilmiştir. Bu veriyle turizm akımının ülke bazında potansiyelin altı, potansiyele eşit ve potansiyelin üstü olduğunu göstermişlerdir. Bizim de çalışmamıza konu olan Almanya'nın potansiyelinin üzerinde turist akımına sahip ülkeler arasında ilk sırada yer aldığını belirtmişlerdir. Tespitleri arasında Almanya ve Rusya gibi ülke pazarlarının bölgesel istikrarsızlıklar, terör olayları ve güvenlik açığı gibi olumsuzluklardan daha çok etkilendikleri de yer almaktadır (Buluk & Duran, 2018).

Keskin, 2019 yılında yaptığı çalışmasında 1984-2014 yılları arasında İngiltere, Almanya, Bağımsız devletler topluluğu (BDT), İran gibi Türkiye'ye en çok turist gönderen ülkelerin ülkemize olan turizm talebinin görünürde ilişkisiz regresyon (GİR) yöntemiyle incelenmesini amaçlamış ve bu amaçla Türkiye'ye yönelik turizm talebini araştırmak amacıyla geleneksel talep denklemi temelli ancak bu modelden farklı olarak her ülke için çok denklemlerli bir model kullanmıştır. Modelinde bağımlı değişken olarak ilgili ülkelerden Türkiye'ye gelecek en az bir gece konaklayan toplam turist sayısı; bağımsız değişkenler olarak ise ülkemize turizmde rakip olan Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerin fiyat endeksi, ikame fiyat, ilgili ülkenin kişi başına reel gelir ve Türkiye'nin turizm fiyat endeksi değişkenlerini seçmiştir. GİR ile yapılan analiz sonrasında yazar, Türkiye'nin fiyat endeksinin tüm denklemlerde anlamlı olmadığını, rakip ülkelerin fiyat endekslerinin artmasının İran hariç ülkemize olan talebi arttırdığını, gelir değişkeninin ülkemize olan talebi arttırdığını tespit etmiştir. Ayrıca kişi başına gelir seviyesi düşük ülkelerin tatil için ülke seçimlerinde fiyatın belirleyici olduğunun da altını çizen yazar, GİR yönteminin birçok ülkeden ülkemize yönelik turizm tahminlemesinde kullanılabileceğinin altını çizmiştir (Keskin, 2019).

Zorlutuna ve Bircan 2019 yılında yaptıkları çalışmalarında Türkiye'ye olan turizm talebinin ay bazında tahmin edilmesinde zaman serileri analizlerinden ARMA ve ARIMA yöntemlerini ve yapay sinir ağları yöntemlerinden ileri beslemeli ağ yapısı, danışmanlı öğrenme stratejisini ve MLP modelini kullanmayı ve tahmin performanslarına bakarak en iyi yöntemin belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmalarının sonunda yapay sinir ağlarının zaman serileri analizine göre daha gerçekçi değerlere ulaştığını göstermişlerdir (Zorlutuna & Bircan, 2019).

Çuhadar 2020 yılında yapmış olduğu çalışmasında Türkiye'nin Ocak 2003-Mart 2020 dönemi aktif turizm gelirlerinin Box-Jenkins yöntemi, yapay sinir ağları ve üstel düzeltme yöntemlerini kullanarak tahminlemeyi ve tahmin performansını MAPE istatistiği ile değerlendirerek en yüksek performansı gösteren yapay sinir ağları yöntemiyle 2020 aylık turizm gelirlerini tahmin etmeyi amaçlamıştır (Çuhadar, 2020).

3. Materyal ve Metot

3.1. Veri Seti

Araştırma, 1998-2019 dönemini kapsamakta ve yıllık verilerden oluşmaktadır. Analiz için toplamda 107 veri kullanılmaktadır. Veriler, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası EVDS, World Travel & Tourism Council, knoema.com üzerinden elde edilmiştir. Analizde kullanılan değişkenler Tablo 1'de verilmiştir. Bağımsız değişkenler seçilirken araştırmanın literatür bölümünde de incelenen benzer çalışmalarda sıklıkla kullanılan makroekonomik ve nüfus verilerinden yararlanılmıştır. Aynı zamanda çalışmayı özgün yapan bağımsız değişkenler de ilave edilmiştir. Bunlardan ilki işsizlik oranıdır. Turizm hizmeti zorunlu ihtiyaçlar içerisinde yer almadığı için işsizlik oranındaki değişimlerin de turizm faaliyetlerini üzerinde etkisi olduğu düşünülebilir. Bir diğer literatürde yer almayan bağımsız değişken ise ilgili ülkenin diğer ülkelerde yapılan toplam turizm harcamasıdır. Ülkelerin ilgili yıllarda turizm harcamalarındaki değişimin yine o ülkenin turizm talebinde yaratacağı değişime etkisinin araştırılması tahmin modellerinin başarısını artırabilir. Bu nedenle bu bağımsız değişkenler de modele ilave edilmiş ve modellerde test edilmesi uygun görülmüştür.

Tablo 1. Veri seti değişkenleri

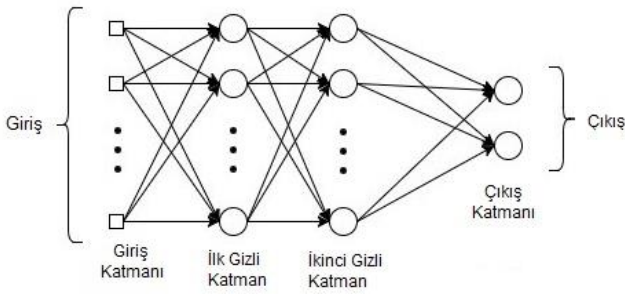
Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken
Almanya nüfusu	Türkiye'de konaklama tesisine gelen Alman sayısı
Almanya enflasyonu (%)	
Almanya işsizlik oranı (%)	
Almanya kişi başı GSYİH (\$)	
Almanya'nın diğer ülkelerdeki turizm harcaması (\$)	
Euro/TL değeri	

3.2. Yapay Sinir Ağı Yöntemi

Yapay sinir ağları (YSA) biyolojik sinir sistemini taklit etmeyi amaçlayan hesaplamalı bir modeldir (W.-W. Wu, 2011). Bir sinir ağı, bir dizi birbirine bağlı yapay nöron, düğüm, algılayıcı ve aktivasyon fonksiyonları aracılığıyla bilgiyi işleyen

ve ileten bir grup işlem biriminden oluşmaktadır (Teixeira & Fernandes, 2012). YSA, düğümlerden oluşan bir ağ modelidir ve düğümlerin ağırlıklarla birbirine bağlı olduğu biyolojik nöron ağına benzemektedir. Bir katmanın düğümleri, bilgi gönderebilecekleri bir sonraki katmanın düğümlerine bağlanmaktadır. YSA'nın performansı temelde bağlantılarının ağırlıklarına bağlıdır. Bilgi, nöronlar arasındaki bağlantıların ağırlıkları ile temsil edilir ve depolanır (Liu, Yuan, & Liao, 2009).

Dış ortamdan gelen sinyal modelin girişi olarak adlandırılmaktadır. Öncelikli olarak giriş değerleri bağlantı ağırlıkları ile çarpılarak toplanmaktadır. Ardından bu nöron için çıktı üretmek üzere bir transfer fonksiyonundan geçirilmektedir. Aktivasyon işlevi, nöron girdilerinin ağırlıklı toplamıdır ve en yaygın kullanılan transfer işlevi sigmoid işlevidir (Agatonovic-Kustrin & Beresford, 2000).



Şekil 1. YSA yapısı (Kayakuş ve Terzioğlu, 2021)

YSA simülasyon, modelleme, sınıflandırma ve tahmin gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. İleri ve geri beslemeli olmak üzere iki ağ yapısı bulunmaktadır. İleri beslemeli bir ağ yapısı üç katmandan oluşmaktadır. Bağımsız değişkenleri içeren giriş katmanı, göze çarpmayan düğümleri veya birimleri içeren gizli katman ve bağımlı değişkeni içeren çıktı katmanıdır. İleri beslemeli bir ağ içinde, bilgi, herhangi bir geri bildirim döngüsü olmaksızın girdi katmanından çıktı katmanına taşınmaktadır (W.-W. Wu, 2011).

Geri yayımlı yapay sinir ağı (GYSSA), en popüler kullanılan ileri sinir ağlarından biridir. GYSSA, geri yayılım hatası olan denetimli bir öğrenme yaklaşımıdır (Wang, Wu, Zhu, & Zeng, 2020). Geri bildirim, bir katmanın çıktısının önceki katmanın girişine veya aynı katmana geri döndüğü başka bir bağlantı türüdür. Geri bildirim mimarisinin çıkıştan giriş nöronlarına bağlantıları vardır. Her nöron, eğitim hatasını en aza indirmek için ağırlıklar üzerinde değişiklikler yapmaktadır (Agatonovic-Kustrin & Beresford, 2000). GYSSA'nın eğitim başarısının sonucu bağlantı ağırlıklarına ve eşiklerine bağlıdır. Ancak, GYSSA'nın bağlantı ağırlıkları ve eşikleri rastgele başlatılır (Wang et al., 2020).

YSA'da birçok farklı öğrenme kuralı bulunmaktadır; ancak en sık kullanılan Delta kuralı veya Geri yayma kuralıdır. Sinir ağı, ağırlıkların yinelemeli olarak ayarlanarak bir dizi giriş verisini eşlemek için eğitilir. Ağırlıklı bağlantıların kullanımı YSA'nın tanıma yetenekleri için gereklidir. Girdilerden elde edilen bilgiler, nöronlar arasındaki ağırlıkları optimize etmek için ağ üzerinden ileriye doğru beslenir. Ağırlıkların optimizasyonu, eğitim veya öğrenme aşamasında hatanın geriye doğru yayılmasıyla yapılır. YSA, eğitim veri kümesindeki giriş ve çıkış değerlerini okur ve tahmin edilen ve hedef değerler arasındaki farkı azaltmak için ağırlıklı bağlantıların değerini

değiştirir. Tahmin hatası, ağ belirtilen doğruluk düzeyine ulaşana kadar birçok eğitim döngüsünde en aza indirilir. Bununla birlikte, bir ağ çok uzun süre eğitime bırakılırsa, aşırı eğitim alacak ve genelleştirme yeteneğini kaybedecektir (Agatonovic-Kustrin & Beresford, 2000).

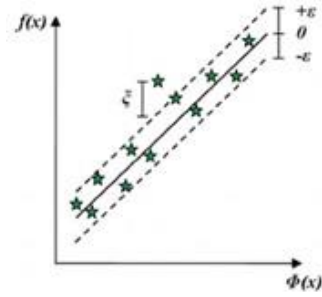
YSA performansı büyük ölçüde seçilen parametrelerden etkilenmektedir. Uygun ayar parametreleri olmadan, ortaya çıkan performans düşük ve yeteriz olabilmektedir (Kayakuş, 2021).

3.3. Destek Vektör Regresyonu

Vapnik 1995 yılında, istatistiksel öğrenme teorisine dayanan destek vektör makinesi (DVM) adında yeni bir öğrenme algoritması geliştirmiştir. Burada eğitim hatasını en aza indirmek yerine genelleme hatasının üst sınırını en aza indirmek amaçlanmakta ve yapısal riski en aza indirme ilkesine bağlı kalmaktadır (Chen & Wang, 2007; Vapnik, 2013).

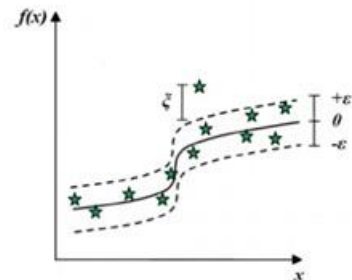
Destek vektör makineleri (DVM), eğitici bir öğrenme yöntemi olup sınıflandırma ve regresyon için kullanılmaktadır. Genellikle sınıflandırma problemleri için kullanılan DVM'nin regresyon için uyarlanması Smola ve arkadaşları tarafından yapılmış olup Destek Vektör Regresyonu (DVR) olarak adlandırılmaktadır (Smola & Schölkopf, 2004).

Doğrusal olarak ayrılabilir bir regresyon modelinde eğitim için kullanılacak N elemandan oluşan verinin $\theta = \{x_i, y_i\}$, $i = 1, 2, \dots, N$ olduğu varsayalım. Burada $y_i \in \{-1, 1\}$ etiket değerleri ve $x_i \in \mathbb{R}_d$ özellikler vektörüdür. Lineer olarak ayrılabilir durumda, Şekil 2'de görüldüğü gibi bu iki değerli veriler direkt olarak bir aşırı düzlem ile ayrılabilir. DVM'lerin amacı bu aşırı düzlemin iki ayrı sınıfta bulunan örnek grubuna eş uzaklıkta olmasını sağlamaktır.



Şekil 2. Doğrusal DVR modeli

Doğrusal olmayan destek vektörlerindeki ana fikir, orijinal giriş uzayının, eğitim verilerinin ayrılabilir olduğu daha yüksek boyutlu bir özellik uzayında haritalandırılabilir olmasıdır. Şekil 3'te doğrusal olmayan DVR modeli görülmektedir.



Şekil 3. Doğrusal olmayan DVR modeli

DVR modeli, verileri doğrusal olmayan bir şekilde daha yüksek boyutlu bir özellik uzayına eşlemektedir. DVR, ampirik hatalar elde etmek yerine, genelleme hatasının üst sınırını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Regresyon işlevi aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$f(x) = (w \cdot \Phi(x)) + b \quad 1$$

Burada w ağırlık vektörünü, b bias'ı, $\phi(x)$ çekirdek fonksiyonu göstermektedir. Amacımız ω ve b 'nin değerini bulmak ve böylece x değerlerinin regresyon riskini en aza indirgeyerek belirlemektir.

$$R_{reg}(f) = C \sum_{i=0}^{\ell} \Gamma(f(\chi_i) - y_i) + \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad 2$$

Burada Γ bir maliyet (cost) fonksiyonu, $C \in \mathbb{R}^+$ ise pozitif sabit bir sayıyı ifade eder. C 'nin görevi deneysel hata ile modelin eğitim verisine aşırı uyumu arasında dengeyi sağlamaktır. Bir DVR için, uygun bir çekirdek seçmek, öğrenme sürecinin başarısı için zorunludur (Karal, 2018). DVR çekirdekleri arasında spline kernel, Gaussian-RBF kernel, linear kernel and polynomial kernel ve radyal temel işlevi (RBF) çekirdekleri bulunmaktadır. Bu çekirdeklerde, RBF çekirdeği en popüler çekirdek işlevidir ve genel olarak daha iyi kararlılığa sahiptir (Hsu & Lin, 2002).

Radyal temel işlevi (RBF) çekirdek fonksiyonu:

$$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma |x_i \cdot x_j|^2) \quad 3$$

Lagrange çarpanları α_i ve α_i^* , tahminleri hedef değer olan y_i 'ye doğru iten kuvvetler olarak hareket eden yukarıdaki (3) no'lu denklem ile ikinci dereceden problemin çözümlerini temsil etmektedir. Lagrange çarpanlarının sadece sıfır olmayan değerleri regresyon hattını tahmin etmede yararlıdır ve destek vektörleri olarak bilinmektedir. C sabiti, tahmin hatalarına verilen cezaları belirlemektedir. w değeri Lagrange çarpanlarına göre çözümlenmektedir. b değişkeni için, Lagrange çarpanlarının ve kısıtlamalarının ürününün 0'a eşit olması gerektiği anlamına gelen Karush–Kuhn–Tucker (KKT) koşulları uygulanarak hesaplanabilir (Hsu & Lin, 2002).

$$\alpha_i(\varepsilon + \xi_i - y_i + (w, x_i) + b) = 0 \quad 4$$

$$\alpha_i^*(\varepsilon + \xi_i^* + y_i - (w, x_i) - b) = 0$$

$$(C - \alpha_i)\xi_i = 0 \quad 5$$

$$(C - \alpha_i^*)\xi_i^* = 0$$

ξ_i ve ξ_i^* , ε -tüpü dışındaki hataları ölçmek için kullanılan değişkenlerdir. $\alpha_i \in (0, C)$ için $\alpha_i, \alpha_i^* = 0$ ve $\xi_i = \xi_i^* = 0$ olduğunda b hesaplaması:

$$b = y_i - (w, x_i) - \varepsilon \quad \text{for } \alpha_i \in (0, C) \quad 6$$

$$b = y_i - (w, x_i) + \varepsilon \quad \text{for } \alpha_i^* \in (0, C)$$

Buralarda çekirdek fonksiyonları olan düzenleme parametresi C 'nin ve ε 'nin değerleri deneyerek ideal değerleri bulunmaktadır.

3.4. Çoklu Regresyon Analizi

Mühendislik, fizik ve kimya bilimleri, ekonomi, yönetim, yaşam ve biyolojik bilimler ve sosyal bilimler dahil hemen hemen her alanda yaygın kullanılan ve istatistiksel anlamda değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmak ve modellemek için kullanılan regresyon analizi, kestirim yapabilme adına güçlü bir karar verme aracıdır (Maaouane, Zouggar, Krajačić, & Zahboune, 2021; Montgomery, Peck, & Vining, 2021).

Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen regresyon analizi, veri açıklama, parametre tahmini, değişken seçme veya inceleme ve bağımlı değişken kontrolü olmak üzere farklı amaçlarla da kullanılabilir (Maaouane et al., 2021; Rencher & Schaalje, 2008)

Bir bağımlı değişken ile sadece bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen regresyon analizine tek değişkenli regresyon analizi, doğrusal regresyon analizi veya basit doğrusal regresyon analizi adı verilmekte ve (7) no'lu denklem ile ifade edilmektedir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad 7$$

β_0 modelin sabit parametresini, β_1 modelin eğim parametresini, ε hata terimini, x bağımsız (sebebe) değişkenini ve y bağımlı (sonuç) değişkenini ifade etmektedir.

Regresyon analizi, regresyon modelindeki bilinmeyen parametreleri tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmakta olup en çok tercih edilen birbirine bağlı olarak değişen iki büyüklük arasındaki bağlantıyı, gerçeğe en yakın şekilde tahmin eden parametre tahmin tekniği, en küçük kareler yöntemi tekniğidir (Erilli, 2015; Montgomery et al., 2021). Bu yöntemle β_0 ve β_1 parametreleri tahmin edilmektedir.

Bir bağımlı değişkenin ve birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen regresyon analizi ise çoklu regresyon analizi olarak adlandırılmaktadır (Rencher & Schaalje, 2008; Uyanık & Güler, 2013). Çoklu regresyon modeli, basit doğrusal regresyon modeline bağımlı değişkendeki değişimlerin nedeni olabilecek değişkenlerin eklenmesi ile oluşan, basit doğrusal modelin uzantısı olan bir modeldir. Nedensel çıkarımlar yapılmasına izin vermemekle birlikte bir dizi bağımsız değişkenin ilgilenecek bir bağımlı değişkenle nasıl ilişkilendirildiğini araştırmaya izin verilmektedir (Tranmer & Elliot, 2008).

Çoklu regresyon analizi en küçük kareler üzerine kuruludur (Hesamian & Akbari, 2021). En iyi modelde, gözlenen ve tahmin edilen parametreler arasındaki karesel hatanın toplamı minimum değer olmalıdır (Abyaneh, 2014).

Denklem 8 ile ifade edilen çoklu regresyon analizi, basit doğrusal regresyonun bir uzantısı olarak da ifade edilmektedir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad 8$$

Denklem 7'deki açıklamalara ek olarak Denklem 8'de β_k bağımsız değişkeni x_k 'deki bir birimlik değişimin bağımlı değişken üzerindeki kısmi etkisini göstermektedir (Erilli, 2015). Denklem 7'de olduğu gibi ε bağımlı değişkendeki bağımsız değişkenler tarafından açıklanmayan kısmı ifade etmektedir bir

başka deyişle gözlemlenen ve uydurulan doğrusal ilişki arasındaki farkı yansıtan bir hata terimidir. Bu farklılığın modele dahil edilmeyen ortak etkisi, modelde açıklanamayan rassal faktörler gibi nedenleri olabilir (Shalab, 2013). Basit doğrusal regresyon analizinde olduğu gibi çoklu regresyon analizinde de nedensel çıkarımlara izin verilmezken, bir dizi bağımsız değişkenin bağımlı bir değişkenle nasıl ilişkilendirildiğini araştırmaya izin verilmektedir (Tranmer & Elliot, 2008)

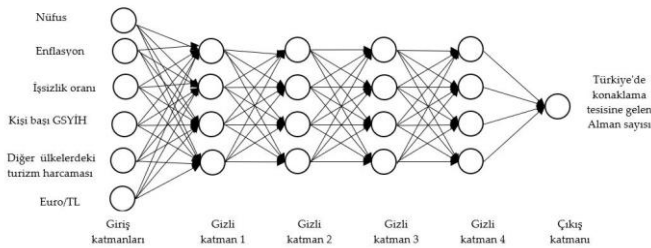
En küçük kareler yöntemi ile parametrelerin tahmin edildiği çoklu regresyon analizinde bu yöntemin uygulanabilmesi için hata terimleri arası otokorelasyonun olmaması, hata terimlerinin varyanslarının aynı olması, hata terimlerinin normal dağılım göstermesi ve bağımsız değişkenlerin birbiriyle çoklu doğrusal bağlantısının olmaması gibi varsayımların yerine getirilmesi gerekmektedir (Karabulut & Şeker, 2018; Karaca & Karacan, 2016). Bu varsayımlardan biri bile gerçekleşmezse elde edilen kestirim sonuçlarının da yanlı olması bu yöntemin en büyük dezavantajlarından biridir. Bunun yanı sıra veri türü de bu yöntemin uygulanabilirliğinde kısıt oluşturabilmektedir (Karabulut & Şeker, 2018).

4. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

4.1. Yapay Sinir Ağları Bulguları

YSA modelinde verilerin modele uyarlanması için min-max normalizasyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada verilerin 0-1 aralığında doğrusal normalizasyonu yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak veriler eğitim ve test verisi olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Eğitim aşamasında, tahminlerdeki hata en aza indirilene ve ağ belirtilen doğruluk düzeyine ulaşana kadar birimler arası bağlantılar optimize edilmektedir. Çalışmada eğitim ve test için ayrılacak veri setini belirlemek için çok sayıda denemeler yapılmış olup en başarılı sonucu verdiği için verilerin %70'i eğitim; %30'u test için ayrılmıştır. Verileri seçerken doğrusal örnekleme tercih edilmiştir. Bu veri seçim yöntemi her zaman ilk ve son satırı içermekte ve kalan satırları tüm tablo üzerinde doğrusal (örneğin her üçüncü satır gibi) olarak seçilmektedir.

Çalışmada yapılan testler sonucunda en başarılı sonucu verdiği için Şekil 4'te görüldüğü gibi 4 gizli katman ve her katmanda 4 nöron olmasına karar verilmiştir. Ayrıca çalışma için tercih edilen maksimum iterasyon sayısı 1000 olarak ayarlanmıştır.



Şekil 4. YSA modeli

Verilerin doğrusal bir eğriye ne kadar iyi uyduğunu gösteren R2 değerinin 1 olması, test verilerinin doğrusal bir eğri

sağlandığını göstermektedir. Çalışmanın sonucunda R2 %95,6 olmuş ve ideal değere çok yakın olduğu görülmüştür. MSE değeri bir regresyon eğrisinin bir dizi noktaya ne kadar yakın olduğunu göstermek için kullanılmaktadır. Sıfırı yakın tahmin modellerinin daha başarılı söylenebilir. Çalışmada sonucu MSE değerinin 0,004 olarak ideal değere çok yakın olduğu görülmüştür. Tahmin ettiği değerler ile gerçek değerleri arasındaki uzaklığın bulunmasında kullanılan RMSE değerinin sıfır olması modelin hiç hata yapmadığı anlamına gelir. Bu yüzden RMSE değerinin sıfır değerine yakın olması istenmektedir. Çalışmada RMSE değerinin 0,063 olduğu ve ideal değere yakın olduğu görülmüştür.

4.2. Destek Vektör Regresyon Bulguları

Destek vektör regresyonunun (DVR) doğrusal ve doğrusal olmayan olmak üzere iki modeli bulunmaktadır. Çalışmada doğrusal olmayan destek vektör regresyon modeli kullanılmıştır. Çalışmada çekirdek fonksiyonlardan Polynomial, Hyper Tangent ve Radial basis function (RBF) yöntemleri kullanılarak yapılan testler sonucu en başarılı sonucu verdiği için Radial basis function (RBF) tercih edilmiştir. Overlapping penalty, giriş verilerinin ayrılabilir olmaması durumunda kullanılan faydalı bir parametredir. Yanlış tahmin edilen her noktaya ne kadar ceza verileceğini belirlemekte böylelikle doğruluk oranının artırılmasını sağlamaktadır. Çalışmada overlapping penalty için farklı değerler test edilmiş ve en başarılı sonucu 100'de verdiği görülmüştür. Sigma değeri içinde yapılan testler sonucu 1,0 olmasına karar verilmiştir.

DVR yönteminde yukarıdaki parametreler kullanılarak yapılan testler sonucu R2 0,622; MSE 0,014; RMSE 0,117 olmuştur. Bu değere göre çıkış değişkenimiz olan tesise gelen Alman turist sayısı toplam varyasyonun %62,2'si ile açıklanabilmektedir. MSE değeri sıfıra yakın olduğu için istenen değerlere yakın olduğu söylenebilir. Tahmin hatalarının standart sapmasını gösteren RMSE değerinin sıfır veya sıfıra yakın olması modelin diğer modellere göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bu yöntemde oluşan 0,117 değeri kabul edilebilir değer aralığındadır.

4.3. Çoklu Regresyon Modeli Bulguları

Çalışmada kullanılan altı bağımsız değişkenle Türkiye'de konaklama tesisine gelen Alman turist sayısı bağımlı değişkeni ile 22 gözlemlerle kurulan çoklu regresyon modeli ile Türkiye'de konaklama tesisine gelen turist sayısındaki varyasyonun %76,9'u (R2) bağımsız değişkenler tarafından açıklanmaktadır

Anova istatistik bilim dalında, grup ortalamaları ve bunlara bağlı olan işlemleri analiz etmek için kullanılan bir istatistiksel modeller koleksiyonudur (Wikipedia, 2021). Anova sonuçlarına göre modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu (0,000425<0.05) ve bağımsız değişkenlerin kullanılmasının uygun olduğu görülmektedir. Tablo 2'ye bakıldığında modeldeki p değerlerinden 0,05'in altında kalan bağımsız değişkenlerin Almanya nüfusu, işsizlik ve Euro/TL değerinden oluşan bağımsız değişkenlerin ve modelin sabit parametresinin anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişkenlerin dışında kalan Almanya enflasyonu, Almanya kişi başı GSYİH ve Almanya'nın diğer ülkelerdeki turizm harcaması değişkenleri ise anlamlı görülmemiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Katsayı ve diğer istatistiksel bilgiler

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95
Kesişim	87981520	28021377	3,1398	0,006746	28255370	1,48E+08
Almanya Nüfusu	-1,07749	0,341546	-3,15473	0,006543	-1,80547	-0,3495
Almanya Enflasyonu	179224,2	317020	0,565341	0,580201	-496488	854936,4
İşsizlik	318437,2	160198,4	1,987768	0,065409	-23017,6	659891,9
Almanya Kişi başı GSYİH (\$)	169,6786	208,9091	0,812213	0,429372	-275,601	614,9578
Almanya Diğer Ülkelerdeki Turizm Harcaması (\$)	-8,5E-05	9,88E-05	-0,85855	0,4041	-0,0003	0,000126
Euro/TL Değeri	967946,7	287941,8	3,361605	0,004282	354213,3	1581680

Anlamli olmayan bu değişkenler modelden çıkarılıp tekrar çoklu regresyon modeli kurulduğunda yeni R2'nin 75.74 olduğu gözlenmiştir. Anlamli bulunmayan değişkenler modelden çıkarıldığında kurulan bu yeni modelin de istatistiksel olarak anlamli olduğu (9,05E-06 <0.05) görülmektedir.

Yeni modeldeki p değerlerine bakıldığında Tablo 3'te görüldüğü gibi hepsinin 0.05'in altında ve anlamli olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Katsayı ve diğer istatistiksel bilgiler

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	89304412	17323781	5,155019	6,65E-05	52908499	1,26E+08	52908499	1,26E+08
Almanya Nüfusu	-1,08968	0,219642	-4,96117	0,000101	-1,55113	-0,62823	-1,55113	-0,62823
İşsizlik	227598,4	111914,1	2,033689	0,056995	-7524,35	462721,2	-7524,35	462721,2
Euro/TL Değeri	902684,8	181040,1	4,986103	9,57E-05	522333,6	1283036	522333,6	1283036

Bu veriler ışığında $y=89304411,72-1,08968*Nüfus+227.598,43*İşsizlik+902.684,8*Euro$ regresyon denklemi kestirim amaçlı kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

Dünya ekonomisinde hızla gelişen sektörlerden biri olan turizm sektörü, sahip olduğu turizm kaynaklarını en etkin şekilde kullanmak suretiyle ülkelerin ekonomik anlamda en yüksek faydayı sağlamalarını amaçlamaktadır. Artan uluslararası turizm ile rekabet edilebilirlikte fark yaratmanın önemini anlayan ülkeler, turizm alanına yapacakları yatırımlarla ekonomilerine katkı sağlamak istemektedirler. Ekonomilerdeki birçok sektörü harekete geçirmesi bakımından diğer sektörlerle göre ülkeler açısından daha önemli olan turizm sektörü, hizmet ettiği ülkede bahsedilen ekonomik katkıyı sağlayabilmek adına başlangıçta turist sayılarını belirlemek ve gerçeğe yakın tahmin ettiği bu sayıları kullanarak turizm planlamasını etkin yönetmek zorundadır. Bu yüzden turizm üzerine yönelik yapılan talep tahmini çalışmalarının doğruluğu ve başarısı hem karar vericiler hem de yöneticiler için kritik bir öneme sahiptir. Ülkeler her sene gelecek turist sayısına göre sezon açılmadan çalışan sayısını, hizmet ve ürün alımını planlamaktadır. Bu yüzden turizm sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin etkin planlama yapabilmeleri için turist talebi sayılarını doğru tahmin etmeleri çok önemlidir. Ancak doğru ve güvenilir bir tahminleme ile sektörde yer alan tüm paydaşların konaklama, ulaştırma, taşıma gibi birçok faaliyeti yönetilebilmeleri mümkün olabilecektir.

Türkiye, turizm alanında ürün ve hizmet arzında birçok çeşitliliğe sahip, dört mevsim hizmet sunma imkânı ve zengin potansiyelleri olan bir ülke olması açısından uluslararası turizm pazarında önemli oyuncularından biridir. Türkiye'nin turizm gelirlerinin artırılması ve dünya çapında tercih edilen bir turizm lokasyonu olabilmesi ancak turist sayısını doğru tahminleyerek, doğru planlama yapması ve böylece kaynaklarını doğru yerlerde kullanması ile mümkün olacaktır.

Bu çalışmada, Türkiye'ye en çok yabancı turist gönderen ülkelerden biri olan Almanya'dan gelen turistlerin sayısını yapay sinir ağları, destek vektör regresyonu ve çoklu regresyon analizi

yöntemleri kullanılarak tahmin edilmesi ve en yüksek tahmin başarısına sahip modelin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada 1998-2019 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak Türkiye'de konaklama tesisine gelen Alman sayısı; bağımsız değişkenler olarak da Almanya'ya ait nüfus, enflasyon, işsizlik oranı, kişi başı GSYİH, diğer ülkelerdeki turizm harcamaları ve son olarak da Euro/TL değeri kullanılan çalışmada, R2 değerleri YSA ile yapılan analiz sonucunda %95,6, DVR ile %62,2 ve çoklu regresyon analizi ile de %75,74 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre en iyi tahmin değeri sırasıyla YSA, çoklu regresyon ve DVR olmuştur. Elde edilen bu sonuçlar, Baldemir ve Bahar (2013), Çuhadar ve Kayacan'ın (2005), Güngör ve Çuhadar'ın (2005), Önder ve Hasgöl'ün (2009), Zorlutuna ve Bircan'ın (2019), Türkiye üzerine yaptıkları çalışmalar ile paralel sonuçlar sunmaktadır. Bu çalışmalarda da yapay sinir ağı öğrenme tekniği, kullanılan diğer tekniklere göre daha başarılı tahminleme gerçekleştirmiştir. Aynı zamanda Law ve Au'nun (1999) Hong-Kong için, Chen vd.'nin (2012) Tayvan için yapmış oldukları turist talebi tahmin çalışmalarında elde edilen sonuçlar, çalışmamızda elde edilen sonuçlar gibi yapay sinir ağı yöntemi ile oluşturulan modellerin tahminleme başarısını ortaya koymaktadır. Çalışmamızı bu çalışmalardan ayıran DVR tekniği ile oluşturulan modelin, tahmin performansı yüksek olmakla birlikte diğer iki yöntemle göre daha düşük bir tahmin başarısı elde etmiştir.

Bu çalışmada kullanılan verilerin sayısının artırılması, yıllık veriler yerine aylık verilerin kullanılması modellerin tahminleme performanslarını daha da artıracaktır. Yapay zekâ modellerinin turist sayısı tahminlemenin yanında Türkiye'nin etkin turizm stratejileri yönetimi için turizmle ilgili tüm kaynakların tahminlenmesi için de kullanılabilmesi söz konusudur. Böylece hem sektördeki karar vericilerin hem politika koyucuların hem de literatürün turizm planlama çalışmalarına ciddi katkı sağlayacaktır. Ayrıca çalışmanın temel konusu her ne kadar turizm sektörü olsa da ileriki çalışmalarda farklı sektörlerin talep tahminlemesi için de önerilen modelin başarılı sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Kaynakça

- Abyaneh, H. Z. (2014). Evaluation of multivariate linear regression and artificial neural networks in prediction of water quality parameters. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1), 1-8.
- Agatonovic-Kustrin, S., & Beresford, R. (2000). Basic concepts of artificial neural network (ANN) modeling and its application in pharmaceutical research. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 22(5), 717-727.
- Baldemir, E., & Bahar, Ö. (2003). Türkiye'ye Yönelik Turizm Talebinin Neural (Sınır) Ağları Modelini Kullanarak Analizi. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 1-14.
- Buluk, B., & Duran, E. (2018). Analysis of Turkey's Foreign Tourism Potential with Panel Gravity Model. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 29(1).
- Chen, C.-F., Lai, M.-C., & Yeh, C.-C. (2012). Forecasting tourism demand based on empirical mode decomposition and neural network. *Knowledge-Based Systems*, 26, 281-287.
- Chen, K.-Y., & Wang, C.-H. (2007). Support vector regression with genetic algorithms in forecasting tourism demand. *Tourism Management*, 28(1), 215-226.
- Claveria, O., Monte, E., & Torra, S. (2015). A new forecasting approach for the hospitality industry. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*.
- Çuhadar, M. (2013). Modelling and Forecasting Inbound Tourism Demand to Turkey by Mlp, Rbf And Tdnn Artificial Neural Networks: A Comparative Analysis. *Journal of Yaşar University*, 8(31), 5274-5295.
- Çuhadar, M. (2014). Modelling and Forecasting Inbound Tourism Demand to Muğla for Years 2012-2013. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*(12).
- Çuhadar, M. (2020). Türkiye'nin dış aktif turizm gelirlerinin alternatif yaklaşımlarla modellenmesi ve tahmini. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Turizm Fakültesi Dergisi*, 23(1), 115-141.
- Çuhadar, M., & Kayacan, C. (2005). Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Konaklama İşletmelerinde Doluluk Oranı Tahmini: Türkiye'deki Konaklama İşletmeleri Üzerine Bir Deneme. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 24-30.
- Emir, G. (2010). Doğu Karadeniz Bölgesine olan turistik talebin ekonometrik bir yaklaşımla tahmini. Paper presented at the Uluslararası Doğu Karadeniz Turizm Sempozyumu.
- Erilli, N. A. (2015). İstatistik-2. Ankara, Turkey: Seçkin Yayıncılık
- Ertek, T., Altınay, M., & Bıçak, H. A. (2002). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ne Yönelik Turizm Talebi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 13(2), 117-128.
- Goh, C., & Law, R. (2011). The methodological progress of tourism demand forecasting: a review of related literature. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 28(3), 296-317.
- Güngör, İ., & Çuhadar, M. (2005). Antalya İline Yönelik Alman Turist Talebinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini. *e-ISSN: 2148-2683*
- Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi (1), 84-98.
- Hesamian, G., & Akbari, M. G. (2021). A robust multiple regression model based on fuzzy random variables. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 388, 113270.
- Hsu, C.-W., & Lin, C.-J. (2002). A comparison of methods for multiclass support vector machines. *IEEE transactions on Neural Networks*, 13(2), 415-425.
- Kara, O., Çömlekçi, İ., & Kaya, V. (2012). The Relation of Tourism Revenues and Various Macroeconomic Indicators: The Case of Turkey (1992-2011). *International Journal of Economic & Social Research*, 8(1).
- Karabulut, R., & Şeker, K. (2018). Effects On Determined Variants On Tax Revenues: Multiple Linear Regression Analysis. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3), 1049-1070.
- Karaca, C., & Karacan, H. (2016). Investigation of Factors Affecting Demand For Electricity Consumption With Multiple Regression Method. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 182-195.
- Karagöz, K. (2008). Türkiye'nin Turizm Potansiyeli: Çekim Modeli Yaklaşımı. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 19(2), 149-156.
- Karahan, M. (2015). Turizm talebinin yapay sinir ağları yöntemiyle tahmin edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(2), 195-209.
- Karal, Ö. (2018). Compression of ECG data by support vector regression method. *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ*, 1, 743-756.
- Kayakuş, M. (2021). Yazılım Çaba Tahmininde Yapay Sinir Ağları İçin Optimum Yapının Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 43-48.
- Kayakuş, M., & Terzioğlu, M. (2021). Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Doğrusal Regresyon Kullanarak Emeklilik Fonu Net Varlık Değerlerinin Tahmin Edilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 14(1), 95-103.
- Keskin, H. İ. (2019). Türkiye'nin turizm talebinin tahmininde görünürde ilişkisiz regresyon modelinin kullanılması. *Journal of Tourism Theory and Research*, 5(2), 182-190.
- Khaidi, S. M., Abu, N., & Muhammad, N. (2019). Tourism demand forecasting—a review on the variables and models. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*.
- Law, R. (2000). Back-propagation learning in improving the accuracy of neural network-based tourism demand forecasting. *Tourism Management*, 21(4), 331-340.
- Law, R., & Au, N. (1999). A neural network model to forecast Japanese demand for travel to Hong Kong. *Tourism Management*, 20(1), 89-97.
- Law, R., Li, G., Fong, D. K. C., & Han, X. (2019). Tourism demand forecasting: A deep learning approach. *Annals of tourism research*, 75, 410-423.
- Li, G., Song, H., & Witt, S. F. (2005). Recent developments in econometric modeling and forecasting. *Journal of Travel Research*, 44(1), 82-99.

- Liu, D., Yuan, Y., & Liao, S. (2009). Artificial neural network vs. nonlinear regression for gold content estimation in pyrometallurgy. *Expert Systems with Applications*, 36(7), 10397-10400.
- Maaouane, M., Zouggar, S., Krajačić, G., & Zahboune, H. (2021). Modelling industry energy demand using multiple linear regression analysis based on consumed quantity of goods. *Energy*, 225, 120270.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). *Introduction to linear regression analysis*: John Wiley & Sons.
- Önder, E., & Hasgül Kuvat, Ö. (2009). Yabancı ziyaretçi sayısının tahmininde box jenkins modeli, winters yöntemi ve yapay sinir ağlarıyla zaman serisi analizi (time series analysis with using box jenkins models and artificial neural network for forecasting number of foreign visitors). *Istanbul University, Business Economy Institute Journal of Management*, 62, 62-83.
- Rencher, A. C., & Schaalje, G. B. (2008). *Linear models in statistics*: John Wiley & Sons.
- Shalab, S. (2013). Multiple linear regression model. In *Regression analysis*. Kanpur, India.: Lecture notes, Department of Mathematics & Statistics, Indian Institute of Technology.
- Smola, A. J., & Schölkopf, B. (2004). A tutorial on support vector regression. *Statistics and computing*, 14(3), 199-222.
- Song, H., & Li, G. (2008). Tourism demand modelling and forecasting—A review of recent research. *Tourism Management*, 29(2), 203-220.
- Teixeira, J. P., & Fernandes, P. O. (2012). Tourism time series forecast-different ANN architectures with time index input. *Procedia Technology*, 5, 445-454.
- Tranmer, M., & Elliot, M. (2008). Multiple linear regression. *The Cathie Marsh Centre for Census and Survey Research (CCSR)*, 5(5), 1-5.
- Uyanık, G. K., & Güler, N. (2013). A study on multiple linear regression analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 234-240.
- Vapnik, V. (2013). *The nature of statistical learning theory*: Springer science & business media.
- Wang, L., Wu, B., Zhu, Q., & Zeng, Y.-R. (2020). Forecasting Monthly Tourism Demand Using Enhanced Backpropagation Neural Network. *Neural Processing Letters*, 52(3), 2607-2636.
- Wikipedia. (2021). Varyans analizi. Retrieved from tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Varyans_analizi&oldid=25111430
- Wu, D. C., Song, H., & Shen, S. (2017). New developments in tourism and hotel demand modeling and forecasting. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*.
- Wu, W.-W. (2011). Beyond Travel & Tourism competitiveness ranking using DEA, GST, ANN and Borda count. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12974-12982.
- Zhang, Y., Li, G., Muskat, B., & Law, R. (2021). Tourism demand forecasting: A decomposed deep learning approach. *Journal of Travel Research*, 60(5), 981-997.
- Zorlutuna, Ş., & Bircan, H. (2019). Türkiye'ye gelen turist sayısı tahmininde zaman serileri analizi ve yapay sinir ağları yöntemlerinin karşılaştırılması. *S.C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 1-22.
- Zortuk, M., & Bayrak, S. (2013). Seçilmiş ülkelere göre Türkiye'nin turizm talebi. *Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal* (19), 38-58