



Turizm ve İşletme Bilimleri Dergisi

www.turib.org



NARX Sinir Ağı Yöntemi ile Safranbolu Turist Sayısının Analizi*

Şeyma Nur ÜNAL^{a**}

^a Bağımsız Araştırmacı, seyma-gnr-hotmail.com, ORCID: 0000-0002-3475-7226

Öz

Turizm, ekonomi için ana sektörlerden biri haline geldi. Küreselleşmenin ilerlemesiyle birlikte, son yıllarda turist sayısı her geçen yıl artmaktadır. Yerli ve yabancı turistlere ev sahipliği yapan Safranbolu 1990'lı yılların başından bu yana küçük ve orta ölçekli turistik tesislerin oluşumu ile ilçe ekonomisindeki yerini hissettirmeye başlamıştır. İnsan beynini taklit ederek çalışan yöntemlerden biri olan yapay sinir ağları, tahmin ve analiz yöntemlerinde kullanılmaktadır. Yapay Sinir Ağı modeli olan NARX tekrarlayan sinir ağları, doğrusal olmayan sistemleri ve özellikle zaman serilerini modellemek için çok uygun oldukları kanıtlanmış güçlü bir model sınıfıdır. NARX sinir ağı, ağın birkaç katmanını çevreleyen geri besleme bağlantılarına sahiptir. Bu çalışmada 2003 -2021 yılları arası aylık döviz kuru, tüketici fiyat endeksi ile NARX (Nonlinear Autoregressive Exogenous) sinir ağı modeli kullanılarak Safranbolu'ya gelen turist sayısına yönelik analiz yapılmıştır. Veriler MATLAB ortamında eğitilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Safranbolu turist sayısı analizinde NARX sinir ağının yüksek ve etkili bir performans yöntemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: NARX, Turizm, YSA.

Jel kodu: J88, L83, C45

Analysis of Number of Tourist in Safranbolu with NARX Neural Networks Method

Abstract

Tourism is one of the major sectors for economy. Along with the progress of globalization, the number of tourist has been increasing in recent years. Safranbolu, which hosts domestic and foreign tourists, has started to make its place in the economy of the district with the formation of small and medium-sized touristic facilities since the early 1990s. Artificial Neural Networks, one of the methods that work by imitating human brains, are used in prediction and analysis methods. NARX recurrent neural networks, an Artificial Neural Network model, are powerful class of models that have proven to be very suitable for modelling nonlinear systems and especially time series. The NARX neural network has feedback links that surround several layers of the network. In this study an analysis of the number of the tourists coming to Safranbolu was made using the monthly exchange rate, NARX (Nonlinear Autoregressive Exogenous) with consumer price index model between 2003-2021. The data are trained in MATLAB environment. As a result of the study, it was concluded that NARX Neural Network is high and effective performance method in the analysis of the number of tourists in Safranbolu.

Keywords: ANN, NARX, Tourism.

Jel Code: J88, L83, C45

Makalenin Geçmişi:

Gönderim Tarihi : 27.11.2023

Birinci Düzeltme :10. 01.2023

Kabul : 22. 01.2023

Makale Türü : Araştırma Makalesi

Ünal, N.S. (2024). Narx Sinir Ağı Yöntemi ile Safranbolu Turist Sayısının Analizi. *Turizm ve İşletme Bilimleri Dergisi*, 4(1), 219-231

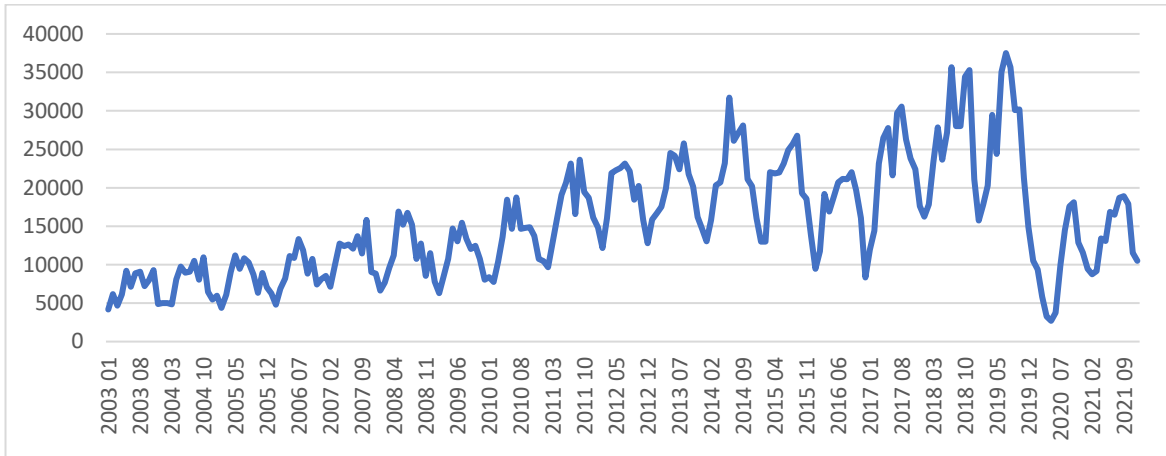
* Bu araştırma etik kurul karar gerektirmeyen araştırmalar arasında yer almaktadır.

** Sorumlu yazar e-posta: seyma-gnr@hotmail.com

1. Giriş

Turizmi çekici bir ekonomik kalkınma seçeneği haline getiren çeşitli özellikler vardır ve bunda kilit nokta, turizmin iş yaratma ve destekleme ve istihdamı artırma potansiyelidir (UNWTO, 2022). Turizm sektörü yerli ve yabancı turistlere ulaşım, konaklama, yeme-içme ve eğlence hizmetleri olmak üzere birçok hizmetin bütünleşik olarak verildiği bir iş koludur. Batı Karadeniz bölgesinde yer alan tarihi Safranbolu ilçesi, bulunduğu coğrafi konum sebebiyle çok eski zamanlardan beri yerleşim alanı olarak kullanılmaktadır (Güner, 2016, s. 92) Karadeniz kıyılarını, Batı, Kuzey ve Orta Anadolu'ya bağlayan yol üzerinde yer alan tarihi Safranbolu Şehri, coğrafi konumu nedeniyle çok eski devirlerden beri yerleşim görmektedir. 14. yy'ın başlarından bu yana Türklerin hakimiyetinde olan Safranbolu, özellikle 18. yüzyılda Asya ve Avrupa arasındaki ticaretin önemli bir merkezi olmuştur. Türk kentsel tarihinin bozulmamış bir örneği olan bu şehir, geleneksel şehir dokusu, ahşap yığma evleri ve anıtsal yapılarıyla bütünü sit ilan edilmiş ender kentlerden biri olarak UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer almaktadır (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2022). Şekil 1'de 2003-2021 yılları arasındaki Safranbolu turist istatistiği verilmektedir. Grafik 2003 yılından 2020 yılına kadar inişli çıkışlı bir görünüm verirken 2020 yılında yaşanan pandemi nedeniyle düşüş yaşandığı gözlemlenmektedir.

Şekil 1: 2003-2021 Yılları Arası Safranbolu Turist İstatistiği Grafiği



Kaynak: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Safranbolu Turizm Danışma Bürosu (2022)

Finansal hizmetler, dış ticaret, turizm gibi çeşitli sektörlerde zengin veri kaynakları bulunmaktadır. Bu alanlarda yenilikçi algoritmaların ve yeni yöntemlerin bulunabilirliği, yapay zekânın faydalarından yararlanma fırsatını yaratmaktadır (Siami-Namini, Tavakoli, & Namin, 2019). Doğru tahmin yöntemlerinin geliştirilmesi, araştırmaların önemli bir konusudur. Son yıllarda, biyoloji, psikoloji, tıp, ekonomi, matematik, istatistik ve bilgisayar gibi alanlarda YSA çalışmaları büyük ilgi uyandırdı. (YSA) yöntemi ilk olarak 1990'ların sonlarında turizm talep tahmini ile tanıştırıldı (Constantino, Fernandes, & Teixeira, 2016).

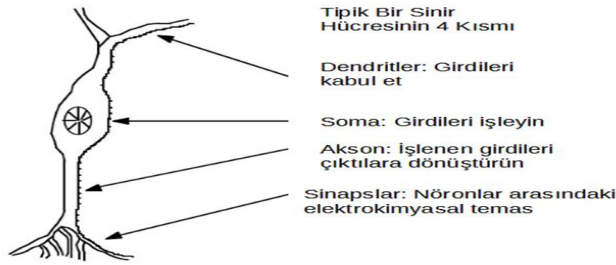
2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Ysa

Yapay sinir ağları, insanlar tarafından geliştirilmiş örnekleri (gerçek beyin fonksiyonlarının ürünü olan örnekleri) kullanarak öğrenebilen, çevreden gelen olaylara karşı nasıl tepkiler üretebileceğini belirleyen bilgi-

sayar sistemleridir (Öztemel, Yapay Sinir Ağları, 2020). Bir sinir ağının temel işleme unsuru bir nörondur. Tüm doğal nöronlar aynı dört temel bileşene sahiptir. Şekil 2'de bu dört bileşen gösterilmektedir. Bu bileşenler dendritler, soma, akson ve sinapslar olarak biyolojik isimleriyle bilinmektedirler. Dendritler, soma'nın giriş kanalları gibi davranan saç benzeri uzantıdır. Bu giriş kanalları girdilerini diğer nöronların sinapslarından alır. Soma daha sonra bu gelen sinyalleri zaman içinde işler. Soma daha sonra işlenen değeri akson ve sinapslar yoluyla diğer nöronlara gönderilen bir çıktıya dönüştürür (Anderson & McNeill, 1992).

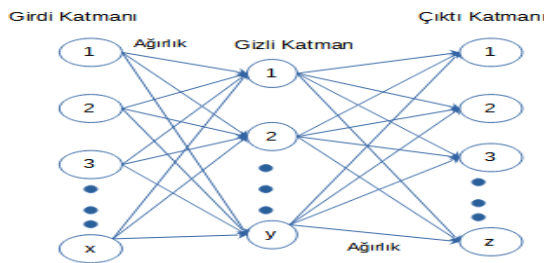
Şekil 2: Basit Bir Nöron Gösterimi



Kaynak: Anderson & McNeill, 1992, s. 3

YSA modeli olan ileri beslemeli sinir ağı çok katmanlı algılayıcılar olarak da bilinmektedir. Tek bir gizli katmana sahip ileri besleme sinir ağlarının, ilgili koşulların karşılanması koşuluyla herhangi bir işlevi istenen doğrulukla tahmin edebildiği kanıtlanmıştır. Muhtemelen en yaygın kullanılan sinir ağlarıdır ve bilgisayar bilimi, mühendislik ve tıp gibi çeşitli disiplinlerden kaynaklanan fonksiyon yaklaşımı, tahmin ve simülasyon dahil çok çeşitli problemlere uygulanmıştır (Ravazi & Talson, 2011).

Şekil 3: İleri Beslemeli YSA Modeli



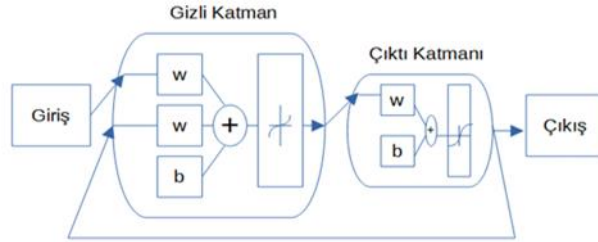
Kaynak: Tanty & Desmukh, 2015, s. 184

Şekil 3 'te ileri beslemeli YSA modeli gösterilmektedir. Bu modelde girdi katmanı bilgileri alarak ağırlıklı yoluyla gizli katmana ve çıkış katmanındaki hücrelere iletir. Yapay Sinir Ağları (YSA'lar), kümeleme, tanıma, örüntü sınıflandırması, optimizasyon, fonksiyon yaklaşımı ve tahmini gibi çok çeşitli sorunlar için kullanılmaktadır. YSA'lar, biyolojik sinir sistemine uyarılan matematiksel araçlar olup bilgileri öğrenmek, depolamak ve geri çağırmak için gerçekten güçlü bir kapasiteleri vardır.

2.2. NARX Sinir Ağı

NARX, (Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ) tekrarlayan dinamik bir sinir ağıdır ve YSA modellerinden biridir. Ağın birkaç katmanını çevreleyen geri besleme bağlantılarına sahiptir. Doğrusal olmayan zaman serileri tahmini için NARX sinir ağının tam performanslarını elde etmek için, tahmin edilen veya gerçek zaman serilerinin geçmiş değerlerini kullanarak hafıza yeteneğini kullanmaktadır (Boussaada, Curea, Remaci, Camblong, & Bellaaj, 2018).

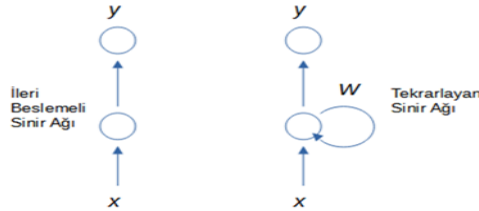
Şekil 4: NARX Sinir Ağı



Kaynak: Buevich, Sergeev, Shichkin, & Baglaeva, 2021, s. 1557

Şekil 4'te NARX sinir ağının görüntüsü verilmektedir. Giriş ve çıkış verisiyle gizli ve çıktı katmanını ağı oluşturmaktadır. Şekil 5'te ise İleri Beslemeli Sinir Ağı ile Tekrarlayan Sinir Ağı gösterilmektedir. İleri Beslemeli Sinir ağı her katmanda döngü olmadan önceki katmandan girdi alırken Tekrarlayan sinir ağında ise her katman önceki katmandan girdi ve önceki zaman adımından çıktı alır.

Şekil 5: Sinir Ağları



Kaynak: Gurari, 2021, s. 15

NARX tekrarlayan sinir ağları, doğrusal olmayan sistemleri ve özellikle zaman serilerini modellemek için çok uygun oldukları kanıtlanmış güçlü bir model sınıfıdır. Gradyan azalan öğrenme gradyan algoritmasına sahip NARX ağları hakkında bazı önemli nitelikler bildirilmiştir. İlki öğrenme, NARX ağlarında diğer sinir ağlarına göre daha etkilidir (gradyan inişi NARX' ta daha iyidir) ikincisi ise bu ağlar çok daha hızlı birleşir ve diğer ağlardan daha iyi genellenir (Diaconescu, 2008).

2.3. Literatür

Cho (2003) ARIMA ve Yapay Sinir Ağları (ANN) modellerini Ocak 1974'ten Aralık 2000'e kadar altı ülkeden (ABD, İngiltere, Singapur, Japonya, Tayvan ve Kore) Hong Kong'a gelen ziyaretçi sayısını tahmin etmek için uygulamıştır. YSA'nın ARIMA'dan daha iyi performans gösterdiği sonucuna ulaşmıştır (Cho, 2003).

Fernandes ve Teixeira (2008)'nin çalışmaları, Ocak 1987 ile Aralık 2005 arası Kuzey Portekiz'deki "Otellerde Aylık Misafir Gecelerini" temsil eden zaman serilerinin işlenmesi, analizi ve modellenmesi üzerinedir. Model, lojistik aktivasyon fonksiyonuna sahip gizli katmanda 4 nöron kullanılarak Esnek Geri Yayılma algoritmasıyla eğitilmiştir. YSA modelinin çıktı tahmin verilerinin analizi, hedef verilere kıyasla oldukça yakın bir sonuç göstermiştir (Fernandes & Teixeira, 2008).

Constantino at al. (2016), Yapay nöral ağ modelleri kullanılarak Ocak 2004 ile Aralık 2013 arası Mozambik'in turizm talebini modellemek ve öngörmeyi amaçlamışlardır. Bir set modelin girdisinde denenen bağımsız değişkenlerin sayısı Güney Afrika, Amerika Birleşik Devletleri, Mozambik, Portekiz ve Birleşik Krallık'ın: Tüketici Giden turizm piyasalarının Fiyat Endeksi, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve Döviz Kurlarıdır. Analiz sonucunda MSE %6,50, Pearson Correlation Coefficient (r) 0.696 bulunmuştur (Constantino, Fernandes, & Teixeira, 2016).

Ulucan ve Kızılırmak (2018) İstanbul'daki beş yıldızlı bir otelin 2013-2016 yılları arasında satılan oda sayıları kullanılarak testler yapmışlardır. Yapay sinir ağı modeli ile elde edilen verilerin gerçek değerlere en yakın sonuçları verdiği gözlemlenmiştir. Bunun üzerine 2017-2018 yılları için satılan oda sayılarına yönelik tahminlemeler yapılmıştır (Ulucan & Kızılırmak, 2018).

Sugiartawan at al. (2018) Bali adasındaki Tanah Lot'un 2007 – 2017 yılları arasındaki verileri kullanarak turist ziyaretlerinin sayısını tahmin etmişlerdir. Tamamen RNN algoritması kullanılarak yapılan eğitim ve testlerin sonucunda MSE değeri 0.00444 iken validasyon yani doğrulama sonucunda ise MSE 0.00474 değerine ulaşmışlardır (Sugiartawan, Hartati, & Musdholifah, 2018).

Alamsyah ve Friscintia (2019) çalışmalarında YSA ile Endonezya'ya aylık turist gelişini doğru tahmin edebilmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın bağımsız değişkenleri GSYİH, TÜFE, Malezya, Çin, Avustralya, Singapur ve Japonya'nın döviz kurlarıdır. Model doğruluğu %99.84 ve ortalama hata değeri 0.0033 bulunmuştur (Alamsyah & Friscintia, 2019).

Nguyen at al. (2022) 2008 ile 2020 arasında Vietnam'ı uluslararası turist veri setleriyle incelemişlerdir. Sonuçlar a göre YSA mimarilerinin doğru seçimi ve önceki 12 aya ait verilerle en iyi YSA modelleri %7,9 ile %9,2 arasında bir MAPE ile gelecek ay için tahmin edilebilmektedir (Nguyen, Fernandes & Teixeira, 2022).

3. Yöntem

3.1. Araştırmanın Amacı ve Modeli

Bu araştırmanın amacı Safranbolu ilçesinin turist sayısı analizinin yapılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda 2003- 2021 yılının Safranbolu turist sayısı, TÜFE ve dolar kuru verileri kullanılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Safranbolu Turizm Danışma Bürosu ve Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) verilerinden faydalanılmıştır. Çalışmada yapay sinir ağları yöntemlerinden biri olan NARX sinir ağı yöntemi kullanılmıştır. Veriler Matlab ortamına girmeden önce 0-1 arasında ölçeklendirilmiş, %70 eğitim %15 doğrulama %15 test olarak verisi olarak ayrılmıştır. Modelde, eğitim için trainlm - Levenberg-Marquardt işlevi vardır. Elde edilen sonuçlar performans ölçütleriyle değerlendirilmiştir. NARX modellerinin performans ölçütleri için Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (Mean Absolute Percentage Error-MAPE) ve Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error-RMSE) kullanılmıştır.

$$\text{RMSE: } \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N ((Y)_{obs,j}) - ((Y)_{com,j})^2}$$

$$\text{MAPE: } \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left| \frac{Y_{obj,j} - Y_{com,j}}{Y_{obj,j}} \right| * 100$$

Burada N , Y_{obs} , Y_{com} sırasıyla örnek sayısını, gözlemlenen verileri, bilgisayar verilerini göstermektedir (Abba, Usman, Danmaraya, Usman, & Abdullahi, 2020, s. 138).

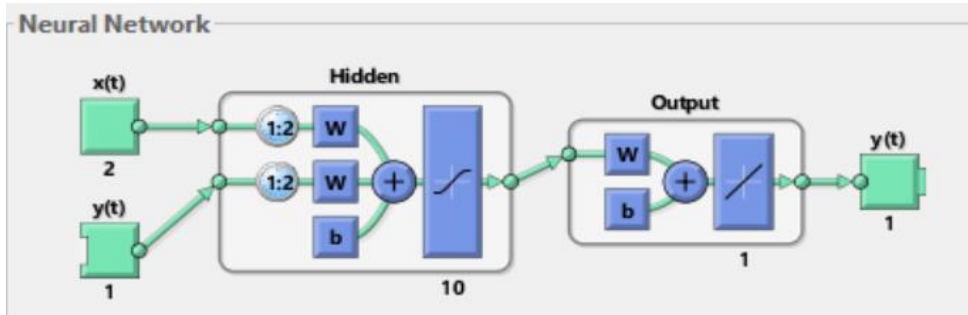
4. Bulgular

Araştırma kapsamında Matlab ortamında analiz edilen veriler performans ölçütleriyle değerlendirmiştir. NARX modeli, regresyon modeli ve doğrulama performans grafikleri verilerek elde edilen performans ölçütleri karşılaştırılmış turist sayısı, döviz kuru değişkenleriyle yapılan analizin RMSE 0.0941, MAPE 0.2644 değerlerinin en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir.

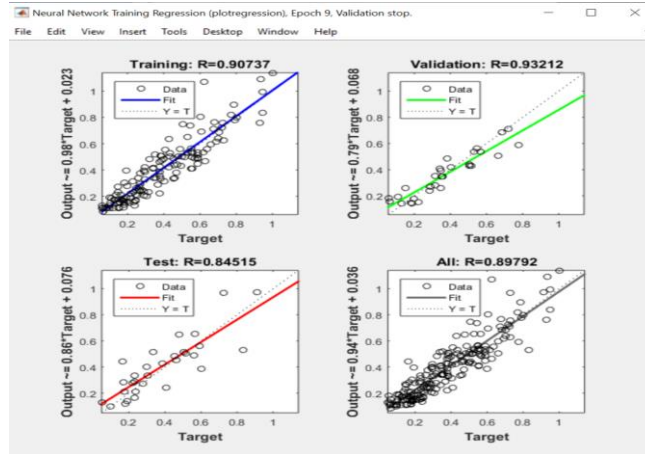
4.1. Turist sayısı, Döviz kuru ve Tüketici fiyat endeksi ile NARX Uygulaması

Turist sayısı, Döviz kuru ve Tüketici fiyat endeksi için şekil 6'ya göre 2 dışsal (eksojen) girdi, ara katmanda 10 sinir hücresi 2 zaman gecikmeli ve her iki katmanda da tansig fonksiyonuyla NARX ağı kullanılmıştır. Eğitim algoritması olarak Levenberg-Marquadt kullanılmış ve en uygun epoch (Eğitim Tur) sayısı 3 olarak seçilmiştir. Giriş verileri döviz kuru ve tüketici fiyat endeksi iken çıkış verisi turist sayısı olarak belirlenmiştir. Uygulanan model sonucunda şekil 7'ye göre R kare = 0.89792'dir. MSE değeri ise 0.73778 elde edilmiştir. Şekil 8'de doğrulama performansı epoch 3'de 0.0053298 olarak bulunmuştur. Modelin yeterli ve başarılı tahmin yaptığını söyleyebiliriz.

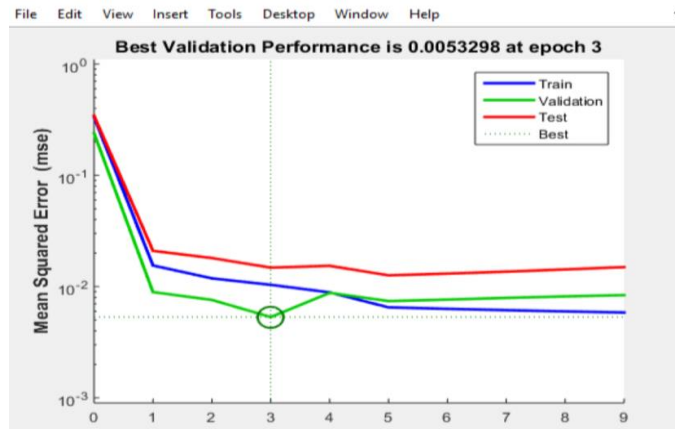
Şekil 6: Turist sayısı, Döviz kuru ve Tüketici fiyat endeksi için NARX modeli



Şekil 7: Regresyon Modeli



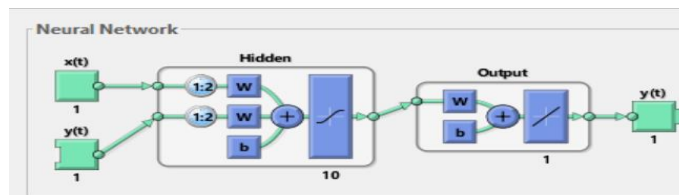
Şekil 8: Doğrulama Performansı



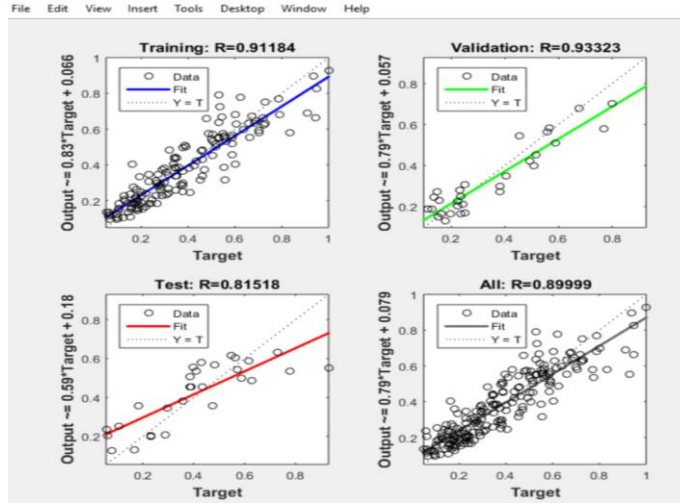
4.2. Turist Sayısı ve Döviz Kuru ile NARX Uygulaması

Turist sayısı ve Döviz kuru için Şekil 9'da gösterildiği üzere 1 dışsal (eksojen) girdili, ara katmanda 10 sinir hücresi 2 zaman gecikmeli ve her iki katmanda da tansig fonksiyonuyla NARX ağı kullanılmıştır. Eğitim algoritması olarak Levenberg-Marquadt kullanılmış ve en uygun epoch (Eğitim Tur) sayısı 8 olarak seçilmiştir. Giriş verileri döviz kuru iken çıkış verisi turist sayısı olarak belirlenmiştir. Uygulanan model sonucunda Şekil 10'da R kare = 0.8999 olarak elde edilirken MSE değeri 0.7181 olarak elde edilmiştir. Şekil 11'deki doğrulama performansı epoch 8'de 0.0056667 olarak bulunmuştur. Modelin yeterli ve başarılı tahmin yaptığını söyleyebiliriz.

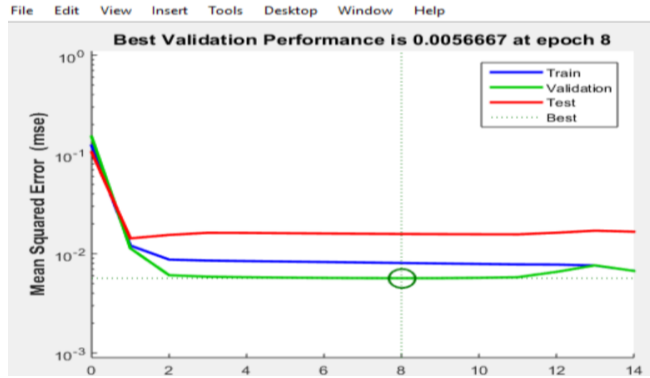
Şekil 9: Turist sayısı, Döviz kuru endeksi için NARX modeli



Şekil 10: Regresyon Modeli



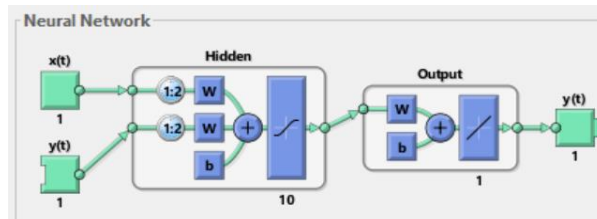
Şekil 11: Doğrulama Performansı



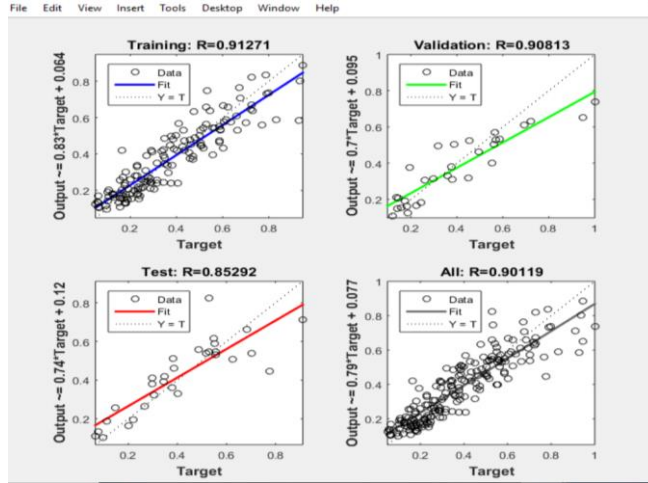
4.3. Turist sayısı ve Tüketici Fiyat Endeksi ile NARX Modeli

Turist sayısı ve Tüketici Fiyat Endeksi için şekil 12'de 1 dışsal (eksojen) girdili, ara katmanda 10 sinir hücresi 2 zaman gecikmeli ve her iki katmanda da tansig fonksiyonuyla NARX ağı kullanılmıştır. Eğitim algoritması olarak Levenberg-Marquadt kullanılmış ve en uygun Epoch (Eğitim Tur) sayısı 4 olarak seçilmiştir. Giriş verileri döviz kuru iken çıkış verisi turist sayısı olarak belirlenmiştir. Uygulanan model sonucunda şekil 13'e göre R kare= 0.9019 MSE= 0.7085 elde edilmiştir. Şekil 14'te ise doğrulama performansı epoch 4'te 0.011123 olarak bulunmuştur. Son olarak modelin yeterli ve başarılı tahmin yaptığını söyleyebiliriz.

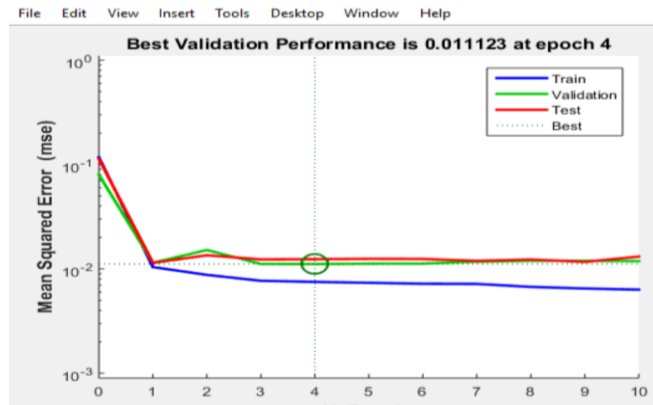
Şekil 12: Turist Sayısı ve Tüketici Fiyat Endeksi İçin NARX Modeli



Şekil 13: Regresyon Modeli



Şekil 14: Doğrulama Performansı



Tablo 1. Safranbolu Turist Sayısı İçin NARX Sinir Ağı'nın Karşılaştırılması

Değişken	NARX Model	
	RMSE	MAPE
Turist sayısı, döviz kuru, tüketici fiyat endeksi	0.1014	0.2554
Turist sayısı, döviz kuru	0.0941	0.2644
Turist sayısı, tüketici fiyat endeksi	0.9366	0.2457

Tablo 1'de performans kriterleri için RMSE ve MAPE değerleri dikkate alınmıştır. Turist sayısı, döviz kuru, tüketici fiyat endeksinin uygulanan model sonucundaki tahminlerin doğruluğunu vermektedir.

5. Sonuç, Tartışma ve Öneri

Turizm, dünyanın en hızlı büyüyen endüstrilerinden biridir ve birçok ülke için önemli bir döviz ve istihdam sağlayıcısıdır. Turizm sektörü yerli ve yabancı turistlere ulaşım, konaklama, yeme-içme ve eğlence hizmetleri olmak üzere birçok hizmetin bütünleşik olarak verildiği bir iş koludur. Batı Karadeniz bölgesinde yer alan tarihi Safranbolu ilçesi, bulunduğu coğrafi konum sebebiyle çok eski zamanlardan beri yerleşim alanı olarak kullanılmaktadır. Tarih boyunca çeşitli uygarlıklara ev sahipliği yapmış olan Safranbolu, doğal güzellikleri, kültür turizmi ve tarihçesiyle yerli ve yabancı turistlerin dikkatini çekmiştir. 1994 yılında UNESCO Dünya

Miras Listesi'ne alınan ilçe kültürel niteliğini daha da arttırmıştır. Finansal hizmetler, dış ticaret, turizm gibi çeşitli uygulamalarda zengin verilerin, yenilikçi algoritmaların ve yeni yöntemlerin bulunabilirliği ile yapay zekanın faydalarından yararlanma potansiyeli çok yüksek olan önemli sektörlerden biri olmaya devam etmektedir. Turizm sektöründe zaman içinde meydana gelecek değişimlerin incelenmesi, turist sayısı konularında gerçekçi analizlerin yapılması son derece önemlidir.

Çalışmada 2003-2022 yılları arasındaki Safranbolu turist sayısı, döviz kuru ve tüketici fiyat endeksi verileri kullanılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Safranbolu Turizm Danışma Bürosu ve Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) verilerinden faydalanılmıştır. NARX sinir ağı yöntemi ile Safranbolu turist sayısı analiz edilerek en iyi mimariyi belirlemek bu makalenin ana amacı olarak benimsenmiştir. NARX modellerinin performans ölçütleri için Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (Mean Absolute Percentage Error-MAPE) ve Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error-RMSE) kullanılmıştır.

Safranbolu ilçesi turist sayısı için yapılan analizlerin regresyon grafiklerine bakıldığında doğrulama, test sonuçları ve R değerlerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Doğrulama performans şekillerine göre turist sayısı, döviz kuru tüketici fiyat endeksi tahmin modeli için ağ eğitimi sırasında ağ performansı sürecinin iyileştirildiğini göstermektedir. Bu tür bir performans, ortalama karesi alınan hata açısından ölçülür ve ağ eğitilirken hızla azalır. Son ortalama kare hatası 'den azdır, test seti hatası ve doğrulama seti hatası, yeterli eğitimi almış ağı gösteren benzer düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Safranbolu turist sayısı için NARX sinir ağının karşılaştırılmasına baktığımız zaman ise turist sayısı, döviz kuru değişkenleriyle yapılan analizin RMSE 0.0941, MAPE 0.2644 değerlerinin en iyi sonucu verdiğini görmekteyiz. NARX tahmin modelinin yanıtına, model çıktılarına bakıldığı zaman hem küçük miktardaki hataları hem de düşük büyüklüklerini gösterdiği için NARX tahmin modelinin yeterli olduğunu varsayabiliriz. Son olarak RMSE ve MAPE değerlerinin tüm değişkenler için düşük çıkması yöntemlerin performans değerlendirmelerinde etkili ve başarılı olduğu sonucuna ulaştırmıştır.

Hata oranı en az olan model ile elde edilmiş Safranbolu turist sayısının analizi incelendiğinde, uygulanan NARX yönteminin güvenilir bir sonuç vermesi açısından literatüre katkı yapabileceği görülmektedir. Ancak hemen hemen her çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da bazı kısıtlar mevcuttur. Aynı çalışma diğer turizm destinasyonlarında veya şehirlerde farklı sonuçlar verebilir. Ayrıca ulaşılan sonuçlara göre aşağıdaki öneriler sunulabilir.

- Çalışma daha geniş bir zaman dilimi kullanılarak geliştirilebilir. Bu durum uygulanan modelin hata oranını azaltabilir.
- Modeldeki performans kriterleri arttırabilir böylece daha fazla kriter karşılaştırılıp değerlendirilebilir.
- Analizi etkileyen diğer verileri ekleyerek modelin uygulanması ve faydası yaygınlaştırılabilir.

Kaynakça

- Abba, S. I., Usman, A. G., Danmaraya, Y. A., Usman, A. G., & Abdullahi, H. U. (2020). Modeling of Water Treatment Plant Performance Using Artificial Neural Network: Case Study Tamburawa Kano-Nigeria. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(3), 135-144.
- Alamsyah, A., & Friscintia, P. B. (2019). Artificial Neural Network for Indonesian Tourism Demand Forecasting. *2019 7th International Conference on Information and Communication Technology*.
- Anderson, D., & McNeill, G. (1992). *Artificial Neural Networks Technology*. State of the Art Report.
- Boussaada, Z., Curea, O., Remaci, A., Camblong, H., & Bellaaj, N. M. (2018). A Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX) Neural Network Model for the Prediction of the Daily Direct Solar Radiation. *MDPI Energies*.
- Buevich, A., Sergeev, A., Shichkin, A., & Baglaeva, E. (2021). A Two-Step Combined Algorithm Based on Narx Neural Network and the Subsequent Prediction of the Residues Improves Prediction Accuracy of the Greenhouse Gases Concentrations. *Neural Computing and Application*, 1547-1557.
- Cho, V. (2003). A Comparison of Three Different Approaches to Tourist Arrival Forecasting. *Tourism Management*, 24(3), 323-330.
- Constantino, H. A., Fernandes, P. O., & Teixeira, J. P. (2016). Tourism Demand Modelling and Forecasting with Artificial Neural Network Models: The Mozambique Case Study. *TÉKHNE - Review of Applied Management Studies*.
- Diaconescu, E. (2008). The Use of NARX Neural Networks to Predict Chaotic Time Series. *Wseas Transaction on Computer Research*, 3(3), 182-191.
- Fernandes, P., & Teixeira, J. (2008). Applying The Artificial Neural Network Methodology For Forecasting The Tourism Time Series. *5 th International Scientific Conference Business and Management*, (s. 653-658).
- Gurari, D. (2021). Recurrent Neural Networks. University of Texas at Austin. https://home.cs.colorado.edu/~DrG/Courses/IntroToMachineLearning/Lectures/10_RecurrentNeuralNetworks.pdf adresinden alındı
- Güner, Ş. N. (2016). Konaklama İşletmelerinin Fiyatlandırma Stratejileri ve Yöntemlerine Yönelik Algıları: Safranbolu Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Karabük: Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Li, Y., & Cao, H. (2018). Prediction for Tourism Flow based on LSTM Neural Network. *Procedia Computer Science*(129), 277-283.
- Nguyen, Q. L., Fernandes, P. O., & Teixeira, J. P. (2022). Analyzing and Forecasting Tourism Demand in Vietnam with Artificial Neural Networks. *MDPI Forecasting*, 36-50.
- Öztemel, E. (2020). *Yapay Sinir Ağları*. Papatya Bilim.
- Ravazi, S., & Talson, B. A. (2011, 10). A New Formulation for Feedforward Neural Networks. *IEEE Transaction on Neural Networks*, 22(10), 1587-1598.

- Siame-Namini, S., Tavakoli, N., & Namin, A. S. (2019). A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series. *17 th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2018*, 1394-1401).
- Sugiartawan, P., Hartati, S., & Musdholifah, A. (2018). Tourist Visits Prediction With Fully Recurrent Neural Network. *The 2018 International Conference on Information Technology, Engineering, Science, and its Applications*, 156-165.
- Sugiartawan, P., Hartati, S., & Musdholifah, A. (2019). Tourist Visits Prediction With Fully Recurrent Neural Network . *International Conference on Information Technology ,Engineering, Science, and its Applications*, 156-165.
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2022). Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü. . <https://kvmgm.ktb.gov.tr/TR-44426/safranbolu-sehri-karabuk.html> adresinden alındı.
- Tanty , R., & Desmukh, T. S. (2015). Application of Artificial Neural Network in Hydrology- a Review. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 4(6), 184-188.
- Ulucan , E., & Kızırlırmak, İ. (2018). Konaklama İşletmelerinde Talep Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları ile İlgili Bir Araştırma. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 15, 89-101.
- UNWTO. (2022). *World Tourism Organization*. UNTWO Academy: <https://www.unwto.org/UNWTO-academy> adresinden alındı

Destek Bilgisi: Bu çalışmanın hazırlanması süresince herhangi bir bireyden ya da kurumdan aynı ya da nakdi bir yardım/destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Çalışmada herhangi bir çıkar çatışması veya kazanç yoktur.

Etik Onayı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara riayet edildiğini yazar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Turizm ve İşletme Bilimleri Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazarına aittir.

Bilgilendirilmiş Onam Formu: Yazar, kendi rızası ile bu çalışmayı hazırlamıştır.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma derleme niteliğinde bir çalışma olup, çalışmada etik kurul kararı gerektiren bir durum söz konusu değildir. Bu sebeple çalışma için etik kurul izni alınmamıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Çalışma, tek yazarlı olarak hazırlanmıştır ve çalışmanın tamamında yazarın kendi katkısı söz konusudur.

Katkı oranı: 1. Yazar = %100

Extensive Summary

Analysis of Number of Tourist in Safranbolu with NARX Neural Networks Method

Şeyma Nur ÜNAL*

There are several characteristics that make tourism an attractive economic development option and key to this is its potential to create and support jobs and increase employment (UNWTO, 2022). The historical city of Safranbolu, located on the road connecting the Black Sea coast to Western, Northern and Central Anatolia, has been inhabited since ancient times due to its geographical location. Since the early 14th century, Safranbolu has been under Turkish rule, and especially in the 18th century it became an important center of trade between Asia and Europe. An unspoiled example of Turkish urban history, Safranbolu, with its traditional urban fabric, wooden masonry houses and monumental buildings, is on the UNESCO World Heritage List as one of the rare cities declared a protected area (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2022).

The development of accurate forecasting methods is an important topic of research. In recent years, ANN studies have aroused great interest in fields such as biology, psychology, medicine, economics, mathematics, statistics and computing. The (ANN) method was first introduced to tourism demand forecasting in the late 1990s (Fernandes & Teixeira, 2008).

Artificial Neural Networks, one of the methods that work by imitating human brains, are used in prediction and analysis methods. NARX recurrent neural networks, an Artificial Neural Network model, are a powerful class of models that have proven to be very suitable for modeling nonlinear systems and especially time series. In this study an analysis of the number of the tourists coming to Safranbolu was made using the monthly exchange rate, NARX (Nonlinear Autoregressive Exogenous) with consumer price index model between 2003-2021.

TUIK, Safranbolu Tourism Information Office and TCMB data were utilized. When we look at the regression graphs of the analyzes, the validation and test results show that the R values are high. According to the validation performance figures, it shows that the network performance process is improved during network training for the number of tourists, exchange rate Consumer Price Index prediction model. The data are trained in MATLAB environment. When we look at the response of the NARX forecasting model and the model outputs, we can assume that the NARX forecasting model is adequate since it shows both small amounts of errors and their low magnitudes. Finally, the low RMSE and MAPE values lead us to conclude that the methods are effective and successful in performance evaluations. As a result of the study, it was concluded that NARX Neural Network is high and effective performance method in the analysis of the number of tourists in Safranbolu.

*Corresponding author at: Bağımsız Araştırmacı,
E- posta: seyma-gnr@hotmail.com