



## Yapay Sinir Ağları (YSA) ve ARIMA Modelleri ile Türkiye’de Aylık Sıfır km Otomobil Satış Adetlerinin Tahmin Edilmesi

### Estimating Monthly New Car Sales in Turkey with Artificial Neural Networks (ANN) and ARIMA Models

**Kâmil Abdullah EŞİDİR<sup>1</sup>**

**Yunus Emre GÜR<sup>2\*</sup>**

**Abdolvahap YOĞUNLU<sup>3</sup>**

**Muhammed ÇUBUK<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Fırat Kalkınma Ajansı, Elazığ Yatırım Destek Ofisi, Elazığ, abdullahesidir@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-8106-1758>

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, yegur@firat.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6530-0598>

<sup>3</sup> Fırat Kalkınma Ajansı, Malatya, yogunlu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1214-1014>

<sup>4</sup> Fırat Kalkınma Ajansı, Elazığ Yatırım Destek Ofisi, Elazığ, muhammedcubuk23@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3655-8036>

\* Yazışılan Yazar/Corresponding author

Makale Geliş/Received: 17.06.2022

Makale Kabul/Accepted: 22.08.2022

Araştırma Makalesi / Research Paper

DOI: 10.47097/piar.1132101

#### Öz

Çalışmada, yapay zekâ temelli tahmin modellerinden Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Zaman Serileri Analizi modellerinden Arima ile Türkiye’deki aylık sıfır km otomobil satış adetleri tahmin edilmiştir. Bağımlı değişken aylık sıfır km otomobil satışlarıdır. Bağımsız değişkenler ise aylık otomobil ihracatı (USD), aylık otomobil ithalatı (USD), aylık Amerikan Dolar kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD) ve aylık Türkiye ithalatı (USD)’dir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankasından (TCMB) elde edilen aylık veriler (Ocak 2002-Aralık 2020, 228 ay-19 yıl) kullanılarak, Ocak 2021 ile Mart 2022 arasında gerçekleşen 15 aylık sıfır km otomobil satış adetleri tahmin edilmiştir. YSA modelinin performansı Arima modeli ile karşılaştırılmış, tahminlerin farkları ve sonuçlar yorumlanmıştır. Çalışmada Arima’nın YSA’ya kıyasla daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Otomotiv Sektörü, Yapay Sinir Ağları, Arima ve Tahminleme

#### Abstract

In the study, monthly new car sales in Turkey were estimated with Arima, which is one of the Time Series Analysis models, and Artificial Neural Networks (ANN), which is one of the artificial intelligence-based prediction models. The dependent variable is monthly new car sales. The independent variables are monthly car exports (USD), monthly car imports (USD), monthly US Dollar exchange rates (TL), monthly Turkey exports (USD) and monthly Turkey imports (USD). Using monthly data (January 2002-December 2020, 228 months-19 years) obtained from the Turkish Statistical Institute (TUIK), the Central Bank of the Republic of Turkey (TCMB), the number of new car sales for 15 months, between January 2021 and March 2022 has been estimated. The performance of the ANN model was compared with the Arima model, the differences of the estimations and the results were interpreted. In the study, it was determined that the Arima model have better results than the ANN model.

**Keywords:** Automotive Industry, Artificial Neural Networks, Arima and Forecasting.

**Jel Kodları:** M15, C32, C45.

**Jel Codes:** M15, C32, C45.

## 1. GİRİŞ

Otomotiv sektörü; istihdam oluşturması, teknoloji gelişimine sağladığı katkı ve birçok yan sanayi kollarını desteklemesi ile küresel ekonomiye büyük faydalar sağlayabilmektedir. Dünya genelinde otomotiv sanayinin, Almanya ve Fransa öncülüğünde Avrupa'da doğduğu, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde gelişip, güçlendiği bilinmektedir (Shigeta ve Hosseini, 2020:2). Türk otomotiv sektörünün başlangıcı 1950'li yıllara dayanmaktadır. Daha sonra sektörün, kurulan montaj fabrikaları ile geliştiği görülmektedir. Türkiye'de otomobil alanında yapılan ilk üretim "*Türk Willys Overland Ltd.*" şirketi ile 1954 yılında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu üretimleri 1955 yılında "*Türk Otomotiv Endüstrisi A.Ş.*", ve "*Otosan ve Çiftçiler A.Ş.*" devam ettirmiştir. Bu yılları takiben 1963 yılında ilk otobüs üretimine başlanmıştır. Bununla birlikte, üretilen ilk Türk otomobili "*Devrim*"dir. Ancak bu otomobil, sadece 4 adetlik prototip üretimle sınırlı kalmıştır. Daha sonra 1996 yılında üretilen "*Anadol*" isimli otomobil Türkiye'nin kütleli üretim anlamında ilk ciddi üretimidir (Bedir, 2002:26). Türkiye; Avrupa pazarına yakınlığı, stratejik konumu ve gelişmiş otomotiv yan sanayisi ile otomobil üreten ve satan firmalar için önem arz etmektedir. Ayrıca TOGG markası adı altında yerli üretim elektrikli otomobiller, ilerleyen yıllarda ulusal ve uluslararası pazara giriş yapacaktır.

Otomobil endüstrisi, dünya çapında ekonomik kalkınma için önemlidir. Bir otomobil şirketi, otomobil satışlarını doğru bir şekilde tahmin edebiliyorsa, döküm sürecinde malzeme eksikliklerini ve fazlalıklarını önlemek adına tedarik zinciri için etkin üretim planları düzenleyebilir. Bir otomobil şirketi satışlarını doğru bir şekilde tahmin edebiliyorsa, müşterilerine iyi hizmet sunmak için etkili satış planları geliştirebilir. Bu nedenle, iyi bir otomobil satış tahmin modelinin geliştirilmesi otomobil endüstrisi için önemlidir.

Yöneticilerin daha doğru ve anlamlı planlar geliştirmesine yardımcı olabilecek tahmin, şirketler için iş belirsizliğini azaltmada önemli rol oynamaktadır. Özellikle satış tahmini, pazarlama, satış yönetimi, üretim, tedarik ve lojistik için kesin ve güvenilir planların temelidir ve şirketlere daha iyi hizmetler sunma ve daha fazla fayda sağlama konusunda daha fazla güç verir. Başarılı bir satış tahmini, şirketlerin işlerini başarılı bir şekilde yönetmeleri için önemli bir anahtardır.

Otomobil sektörü; oluşturduğu istihdam, yatırımlar, üretim, pazarlama ve ihracatta edindiği pay ile Türkiye için çok önemli bir sektördür. Çalışmada; Türkiye'de aylık olarak satılan sıfır km otomobil adetleri YSA ve Arima modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Öncelikli olarak otomobil sektöründe, sıfır km otomobil satış talebini etkileyen faktörler belirlenmiştir. Aylık otomobil ihracatı (USD), aylık otomobil ithalatı (USD), aylık Amerikan Dolar kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD) ve aylık Türkiye ithalatı (USD); sıfır km otomobil satış talebini etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir. Bu faktörlere ait resmi veriler, TÜİK ve TCMB web sitelerinden derlenmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak, YSA ve Arima modelleri ile Ocak 2021-Mart 2022 arasında gerçekleşen 15 aylık sıfır km otomobil satış adetleri tahmin edilmiştir. Geliştirilen modellerin tahmin hata testleri yapılmış, elde edilen testleri sonuçlarına göre, modellerin tahmin performanslarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Otomobil satış taleplerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi kaynakların elverişli şekilde kullanılmasında, maliyetlerin azaltılmasında ve gereksiz üretimin önüne geçilmesi açısından önemlidir. Bu kapsamda doğru tahmin yöntemlerinin belirlenmesi, yapılacak olan çalışmaların kalitesini arttıracaktır.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Otomobil satış tahmini ile ilgili literatür incelendiğinde birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir.

Alper ve Mumcu (2000), 1996-1999 yılları arasındaki Türk otomobil pazarına genel bir bakış sunmuştur. Bu doğrultuda, otomobil talep fonksiyonu tahmin etmiş ve 2005 yılı itibariyle talep tahmini yapmıştır. Bucak (2007), otomotiv sanayi kapsamında üretim yapan "İsilsan Makine Sanayi" fabrikası için güncel ekonomik şartlar ve üretim süreleri değişkenlik gösterdiğinde üretim maliyetlerinde nasıl değişimler yaşandığına yönelik tahminde bulunmak amacıyla YSA modelini kullanmıştır. Asilkan ve Irmak (2009), ikinci el otomobil pazarındaki güncel fiyatları belirlemek ve gelecekteki fiyatları tahmin etmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu amaçla 2005-2007 yılları arasında internet ortamındaki ikinci el otomobil ilanlarına ilişkin veriler kullanılarak veri madenciliği analizleri yapmıştır. İkinci el otomobil pazarına yönelik güncel fiyatları modellemek ve otomobiller arasındaki fiyatları arasındaki ilişkiyi belirlemek için regresyon analizi ve YSA kullanılmıştır. Gelecekteki fiyatlarını modellemek için zaman serisi tahmin yöntemleri ile YSA kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, hem güncel fiyatı belirlemek hem de gelecekteki fiyatları tahminlemede YSA'nın daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Akgül (2010), yaptığı bir çalışmada Türkiye'deki Otomotiv Sektörüne yönelik talep tahmin analizi yapmıştır. Çalışmada, talep tahmin analizi için veritabanı oluşturmuştur. Oluşturulan veri tabanındaki bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için regresyon analizi yapmıştır. Çalışmanın sonunda, vergisi düşük araçların daha fazla talep edildiği sonucuna varılmıştır. Yazıcıoğlu (2010), YSA kullanarak otomotiv sektörüne yönelik satışları tahmin etmek amacıyla bir model kurmuştur. Bununla birlikte, regresyon analizi kullanarak otomobil üretimi için talep tahmini yapmış ve sonuçları karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonunda, YSA'nın klasik modellere göre etkin bir talep tahmini modeli olduğunu tespit etmiştir. Wang vd. (2011), Tayvan'daki yeni otomobil satışlarını tahmin etmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, mevcut otomobil satış miktarı, çakışan gösterge, öncü gösterge, toptan eşya fiyat endeksi ve gelir gibi çeşitli değişkenleri dikkate alan bir satış

tahmini metodolojisi geliştirilmiştir. İlk olarak, girdi değişkenleri olarak en etkili değişkenleri seçmek için aşamalı regresyon kullanılmıştır. Ardından, tahmini elde etmek için etkili değişkenleri ve satışları uyarlanabilir ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemine (ANFIS) geçilmiştir. Son olarak model, Arima ve YSA şeklinde iki tahmin modeliyle karşılaştırılmıştır. Ampirik sonuçlar, ANFIS modelinin uygulamasının diğer iki modelden daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir. Sharma ve Sinha (2012), Hindistan'daki bir otomobil endüstrisi olan Maruti Suzuki Ltd.'nin satış tahminini gerçekleştirmiştir. Çalışmada, enflasyon oranı, akaryakıt fiyatı, önceki ay satışları bu şirkette otomobil satış tahminini etkileyen önemli parametreler olarak bulunmuştur. Çalışmada tahmin modeli olarak YSA kullanılmıştır. Model, Bulanık Sinirsel Geri Yayılım Algoritması kullanılarak eğitilmiştir. Bu şekilde elde edilen sonuç, çoklu regresyon modeli gibi diğer istatistiksel modellerle karşılaştırılmıştır. Ancak önerilen algoritma ile elde edilen sonucun, çoklu doğrusal regresyon tekniği ile elde edilen sonuca göre daha üstün olduğu bulunmuştur. Karaatlı vd. (2012), yeni otomobil satış miktarlarının önceden tahmin edilip otomotiv sektörüne yönelik bir takım politikaların daha kolay belirlenmesine katkı sağlamak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla YSA modelini uygulamışlardır. Dwivedi vd. (2013), otomobil endüstrisindeki (maruti arabası) aylık satış tahmini problemini ele almak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, veri seti aylık satışlara dayanmıştır (2008-2012 yılları arası). Bununla birlikte, çalışmaya başlamadan önce, geçmiş veri setini tahmin etmek için Hareketli Ortalama ve Üstel düzğünleştirme olmak üzere iki tahmin modeli kullanılmış ardından bu tahmin edilen değerler ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) modeli için girdi olarak kullanılmıştır. Son olarak, geliştirilen model YSA ve Doğrusal Regresyon adlı diğer iki tahmin modeliyle karşılaştırılmıştır. Ampirik sonuçlar, ANFIS modelinin diğer iki modele göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ecer (2013), ikinci el otomobil fiyatlamasında etkili olan faktörleri tespit etmek ve hedonik ve YSA modellerinin otomobil fiyatlarını belirlemede tahmin performanslarını karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonunda, otomobil fiyatlarının belirleyicileri tespit edilmiştir. Bununla birlikte, YSA modelinin hedonik modele göre tahmin performansında daha güvenilir bir model olduğu gözlemlenmiştir. Akyurt (2015), Türkiye'de üretilmesi planlanan yerli otomobile olan gelecekteki talebi belirleyebilmek amacıyla 2011-2015 yılları arasındaki verilerden faydalanarak YSA modeli uygulamıştır. Çalışmanın sonunda gecikme uzunluğunun 2 ve gizli nöron sayısının 7 olduğu YSA modelinin en iyi tahmin sonucunu verdiğini tespit etmiştir. Sarı (2016), motor yataklarının satış talep tahminini tespit edebilmek amacıyla YSA modelini kullanmıştır. Çalışmada, YSA modelinden üretilen sonuçlar, regresyon analizi ve zaman serileri analizi sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonunda, YSA modelinin gerçeğe daha yakın sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir. Çakar (2017), otomotiv sektörüne yönelik bir maliyet tahmin modeli geliştirmek için YSA modeli kullanmıştır. Çalışmada, bu sektörde geçmişte gerçekleşen maliyet değerlerini kullanarak YSA'yı eğitmiştir. Daha sonra, dört farklı YSA modeli kullanarak, dört farklı unsurun geleceğe yönelik maliyet tahminini tespit etmeye çalışmıştır. Afana vd. (2018), otomobil satıcılarının, üreticiler dâhil olmak üzere otomobillerin birçok özelliğini tanımasına yardımcı olmak için bir YSA modeli kullanmışlardır. Çalışmada, bunların konumu ve otomobillerin çeşitli kategorilere göre sınıflandırılması yapılmıştır. Bu kategoriler, marka, model, tip, menşe, DriveTrain, MSRP, fatura, motor boyutu, silindirler, beygir gücü, MPG\_Highway, ağırlık, dingil mesafesi ve uzunluk kavramlarından oluşmuştur. Araba şehir içinde

sürülürken (MPG\_City) galon başına mil sayısının tahmininde YSA kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları, YSA modelinin MPG\_City'yi %97.50 doğrulukla tahmin edebildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, DriveTrain faktörü, MPG\_City değerlendirmesinde en fazla etkiye sahip olmuştur. Abdellatif vd. (2019), birim satış fiyatı, enflasyon oranı, kişi başına düşen gelir, yakıt fiyatı ve önceki satış gibi satış hacmi üzerindeki en etkili değişkenleri inceledikten sonra Mısır'daki en büyük otomobil üreticisi şirkette otomotiv satış tahminini ele almak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada model, en iyi sonuçları karşılaştırmak ve seçmek amacıyla YSA, Uyarlamalı Nöro-bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) ve Çoklu Doğrusal Regresyonlar (MLR) kullanılarak eğitilmiştir. Çalışmanın sonunda, önerilen model ile sonuçlar elde edilmiş ve YSA modelinin diğer modellere göre daha üstün sonuca sahip olduğunu tespit edilmiştir. Topal (2019), çevrimiçi tüketici bütünleşme ve arama motoru verilerinden faydalanarak bir otomobil markasının satış miktarını tahmin etmeye çalışmıştır. Otomobil markasının Facebook sayfasından 2012-2017 dönemlerine ait 2267 adet gönderi ve bu gönderilere ait verileri Facebook Graph API ile çekmiştir. Daha sonra verileri YSA modeli ile analiz etmiştir. Facebook marka sayfası ve arama motoru verileriyle başarılı satış miktarı tahmini yapıldığı belirlenmiştir. Gültekin ve Organ (2020), ikinci el otomobil pazarındaki araçların fiyatlarını YSA modeli ile tahmin etmeye çalışmışlardır. Bu doğrultuda, YSA'dan elde edilen sonuçlar ile var olan gerçek verileri karşılaştırmışlardır. Civelek (2021), 2016-2019 dönemlerine ait verileri kullanarak YSA modeli uygulayarak traktör satış tahmini gerçekleştirmiştir. Bu doğrultuda, ileri beslemeli geri yayımlı YSA kullanılarak, gerçekleştirilen test sonuçlarına göre en iyi tahminin LOGSIG transfer fonksiyonunun kullanıldığı 3 katmanlı, 1. ara katmanında 2 nöron ve 2. ara katmanında 4 nöron bulunan YSA'nın en iyi sonucu verdiğini tespit etmiştir. Bir başka çalışmada Han vd. (2022), YSA ve Holt-Winters modellerini kullanarak Türkiye'deki yeni otomobil satışlarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmada, bağımlı değişken olarak yeni otomobil satış adetleri, bağımsız değişkenler olarak ise döviz kuru, tüketici güven endeksi, gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYİH) ve reel kesim güven endeksi oluşturmuştur. TÜİK, TCMB ve Otomobil Distribütörleri Birliği'nden (ODD) alınan 2015-2020 yılları arasındaki aylık veriler üzerinde normalizasyon yöntemleri uygulanmış, çoklu regresyon analizi yapılmış ve varyasyon katsayısı incelenmiştir. YSA'nın ileri beslemeli geri yayılım algoritması, minimum hata performansını sağlayan istatistiksel Z-Skor normalizasyon modeli kullanılarak analiz yapılmıştır. Ağ mimarisi ve parametreleri tarihsel verilere dayalı olarak belirlenmiş ve 2019-2020 yıllarına ait yeni otomobil satış miktarları tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları çeşitli hata performanslarına göre değerlendirilmiş ve tahmin hatalarının nedenleri yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda, YSA'nın Holt-Winters modeline göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kaya vd. (2022), YSA, Arima ve zaman serisi ayrıştırma modellerini kullanarak otomobil satışlarını etkileyen önemli faktörleri ortaya çıkarmak ve Türkiye'deki otomobil satışlarını tahmin etmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Tahmin modelinde otomobil satışları, otomobil fiyatları, Euro ve Dolar kuru, istihdam oranı, tüketici güven endeksi, petrol fiyatları ve sanayi üretimi güven endeksi, otomobil satın alma olasılığı, kadın istihdam oranı, genel ekonomik durum, genel beklentiler yer almıştır. Çalışmada regresyon sonuçlarına göre, otomobil satışları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olan dolar kurundaki değişimler, hanehalkının finansal durum beklentisi, mevsimsellikten arındırılmış sanayi üretim endeksi, bir ay öncesi otomobil satışlarının logaritmik şekli, otomobil satışları üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, YSA'nın

MAPE=1.18 ve RMSE=782 değerleri ile Arima ve zaman serisi ayrıştırma modellerine göre daha iyi bir tahmin performansına sahip olduğunu göstermiştir.

### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada; Türkiye'de aylık satılan sıfır km otomobil satış adetleri, Yapay Sinir Ağları modellerinden MultiLayer Perceptron (MLP) modeli ve Zaman Serisi Analiz modellerinden Arima modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Modellerin bağımlı değişkeni aylık sıfır km otomobil satışlarıdır. Bağımsız değişkenler ise aylık otomobil ihracatı (USD), aylık otomobil ithalatı (USD), aylık Amerikan Dolar kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD) ve aylık Türkiye ithalatı (USD)'dir. TÜİK ve TCMB web sitelerinden alınan aylık veriler (Ocak 2002-Aralık 2020, 228 ay-19 yıl) analiz metotlarında kullanılarak, Ocak 2021 ile Mart 2022 arasında gerçekleşen 15 aylık sıfır km otomobil satış adetleri tahmin edilmiştir.

#### 3.1. Yapay Sinir Ağları

Yaradılış, insan beynine von Neumann mimarisinde veya modern paralel bilgisayarlarda bulunmayan özellikleri kazandırmıştır. Bunlar, büyük paralellik, dağıtılmış temsil ve hesaplama, öğrenme özelliği, genelleme yeteneği, uyarlanabilirlik, doğal bağlamsal bilgi işleme, hata toleransı ve düşük enerji tüketimini barındırmaktadır (Jain vd., 1996: 31).

Biyolojik sinir ağlarına dayalı cihazların bu istenen özelliklerden bazılarını sahip olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, modern dijital bilgisayarlar, sayısal hesaplama ve ilgili sembol işleme alanında insanlardan daha iyi performans göstermektedir (Hopfield, 1982: 2544). Bununla birlikte, insanlar karmaşık algısal sorunları dünyanın en hızlı bilgisayarını geçecek kadar yüksek bir hız ve ölçüde zahmetsizce çözebilmektedirler. Biyolojik sinir sistemi mimarisi, von Neumann mimarisinden tamamen farklıdır. Bu fark, her bir hesaplama modelinin en iyi şekilde gerçekleştirebileceği işlevlerin türünü önemli ölçüde etkilemektedir (Lippmann, 1987: 6).

Von Neumann'ın merkezi mimarisine dayalı "akıllı" programlar geliştirmeye yönelik çok sayıda çaba, genel amaçlı akıllı programlarla sonuçlanmamıştır. Biyolojik sinir ağlarından esinlenen YSA, birçok ara bağlantıya sahip çok sayıda basit işlemciden oluşan büyük ölçüde paralel bilgi işlem sistemleridir (Jain ve Mao, 1994:196). YSA modelleri, insan beyninde kullanıldığına inanılan bazı "örgütsel" ilkeleri kullanmaya çalışır. Biyolojik bir sinir sistemini modellemek aynı zamanda biyolojik fonksiyonları anlamaya da yardımcı olabilmektedir. Son teknoloji bilgisayar donanımı teknolojisi bu modellemeyi mümkün kılmaktadır (Jain vd, 1986: 33).

YSA, biyolojik sinir sistemlerinin matematiksel modellerinin genellemeleri olarak geliştirilmiştir. YSA, McCulloch ve Pitts (1943) tarafından basitleştirilmiş nöronların tanıtılmasından sonra ortaya çıkmıştır. YSA temel işleme elemanları "yapay nöronlar, basit nöronlar veya düğümler" olarak adlandırılmaktadır. Nöronun basitleştirilmiş bir matematiksel modelinde sinapsların etkileri, ilgili giriş sinyallerinin etkisini modüle eden bağlantı ağırlıkları, doğrusal olmayan karakteristik ve bir transfer fonksiyonu ile temsil edilmektedir. Nöron impulsu daha sonra transfer fonksiyonu tarafından dönüştürülen giriş sinyallerinin ağırlıklı toplamı olarak hesaplanmaktadır. Yapay bir nöronun öğrenme kabiliyeti, seçilen öğrenme algoritmasına göre ağırlıkların ayarlanmasıyla elde edilmektedir (Abraham, 2005: 901).

Tipik bir yapay nöron ve çok katmanlı bir sinir ağının modellenmesi Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekil 1'e bakıldığında,  $x_1$ , girişlerinden gelen sinyal akışı  $x_1, \dots, x_n$  bir nöronun çıkış sinyali akışı ( $O$ ) gibi oklarla gösterilip tek yönlü olarak kabul edilir. Nöron çıkış sinyali  $O$ , aşağıdaki ilişki ile verilmektedir:

$$O = f(net) = f\left(\sum_{j=1}^n w_j x_j\right) \quad (1)$$

Burada  $w_j$  ağırlık vektörüdür ve  $f(net)$  fonksiyonu bir aktivasyon (transfer) fonksiyonu olarak adlandırılır. Değişken  $net$ , ağırlık ve girdi vektörlerinin skaler bir ürünü olarak tanımlanır,

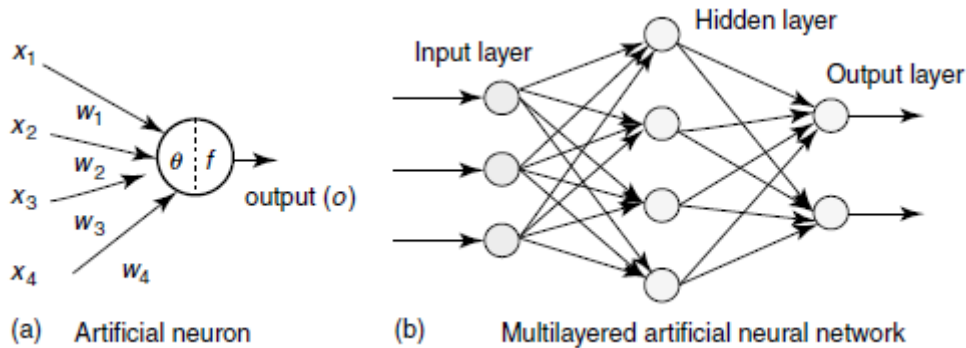
$$net = w^T x = w_1 x_1 + \dots + w_n x_n \quad (2)$$

T bir matrisin devrik olduğu ve en basit durumda, çıkış değeri  $O$  olarak hesaplanır,

$$O = f(net) = \begin{cases} 1 & \text{if } w^T x \geq \theta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

Burada  $\theta$  eşik seviyesi olarak adlandırılır ve bu tip düğüme *lineer eşik birimi* denir.

Şekil 1. Yapay Bir Nöronun Mimarisi ve Çok Katmanlı Bir Sinir Ağı



Kaynak: Abraham, (2005).

YSA, giriş katmanı (Input Layer), gizli katmanı (Hidden Layer) ve çıkış katmanı (Output Layer) katmanları olmak üzere üç katmanlı nöron yapıları ile oluşturulmuştur. Giriş katmanı, özellik setleri ve aktivasyon değerleri ile sayısal bilgi verilerini toplar. Giriş değerleri, birbirine bağlı nöronlar aracılığıyla gizli katmana yayılır. Gizli katmanda, girdi nöronlarının ağırlıklı toplamını hesaplamak için girdi nöronları toplanır ve toplanan nöronlar ayrıca bir aktivasyon (veya transfer) fonksiyonu kullanılarak çıktı katmanında sonuçlar üretmek için birleştirilir. Hem nöronlar hem de bağlantı, öğrenme sürecinde ayarlanabilir ağırlıklar içerir. Aktivasyon fonksiyonu eşiği aşırsa, toplanan nöronlar çıktı katmanında matematiksel olarak dönüşecektir (Vandamme vd, 2007: 407).

YSA'nın giriş değerlerinin beslenmesi ve çıkış değerleriyle sonlandırılması sürecinde bağlantı ağırlıklarının güncellemek için eğitim fonksiyonlarının birkaç kez kullanılması "Epoch" olarak adlandırılmaktadır (Rashid ve Ahmad, 2016:630) Burası yapay nöronların girdilerinin ağırlıklarla çarpıldığı ve bu toplamların sonucunun bir aktivasyon fonksiyonu aracılığıyla çıkış katmanına beslendiği yerdir. Aktivasyon fonksiyonlarının sıklıkla kullanılanları lineer, sigmoid ve hiperbolik tanjant fonksiyonlarını içermektedir. Eğitim, maksimum Epoch değerine ve/veya doğrulama kontrollerine ulaşıldığında sona ermektedir. Daha sonra elde edilen eğitilmiş veriler, YSA performansını incelemek için test verileri ile beslenmektedir (Lau vd, 2019: 2).

YSA'da en yaygın öğrenme kuralı, denetimli bir öğrenme yaklaşımı olan ve derin sinir ağlarının eğitimi için kullanılabilen geri yayımlıdır. Geri yayılım, hesaplanan hatalar aracılığıyla nöronların ağırlıklarını ayarlamakta ve ağırlık eğitim sürecinden öğrenmesini sağlamaktadır. YSA tipik problem çözümü; üç öğrenme tipi içermektedir. Bunlar; denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme olarak adlandırılmaktadır (Köse ve Arslan, 2017: 143-144). Bununla birlikte, YSA paralel dağıtılmış bir yapıdadır. Çok sayıda hücrenin çeşitli şekillerde birbirleri ile bağlanmasından meydana gelmiştir. Sahip olunan bilgi, ağdaki bütün bağlantılar üzerine dağılmıştır.

### 3.2. Zaman Serileri Analizi

Zaman içinde bitişik noktaların örneklenmesiyle ortaya çıkan açık korelasyon, (ilgileşim) geleneksel olarak bu bitişik gözlemlerin bağımsız ve aynı şekilde dağıldığı varsayımına bağlı olarak birçok geleneksel istatistiksel yöntemin uygulanabilirliğini ciddi şekilde sınırlayabilir. Bu zaman korelasyonlarının ortaya koyduğu matematiksel ve istatistiksel soruları yanıtlarken kullanılan sistematik yaklaşıma genellikle zaman serisi analizi denmektedir (Shumway ve Stoffer, 2000: 1).

Örneğin, sürekli olarak günlük borsa kotasyonlarına veya aylık işsizlik rakamlarına maruz kaldığımız ekonomi alanında birçok tanınmış zaman serisi ortaya çıkmaktadır. Sosyal bilimciler, doğum oranları veya okul kayıtları gibi nüfus serilerini takip etmektedir. Bir epidemiyolog, belirli bir zaman diliminde gözlemlenen grip vakalarının sayısı ile ilgilenmektedir. Tıpta, zaman içinde izlenen kan basıncı ölçümleri, hipertansiyon tedavisinde kullanılan ilaçların değerlendirilmesinde faydalı olabilmektedir. Beyin dalgası zaman serisi modellerinin fonksiyonel manyetik tınlama görüntülemesi, beynin çeşitli deneysel koşullar altında belirli uyaranlara nasıl tepki verdiğini incelemek için kullanılabilir (Shumway ve Stoffer, 2000: 2).

Tahmin, işletme ve sanayi, devlet, ekonomi, çevre bilimleri, tıp, sosyal bilimler, siyaset ve finans gibi birçok alanı kapsayan önemli bir sorundur. Tahmin problemleri genellikle kısa vadeli, orta vadeli ve uzun vadeli olarak sınıflandırılmaktadır. Kısa vadeli tahmin problemleri, olayları yalnızca birkaç zaman diliminde (günler, haftalar ve aylar) geleceğe tahmin etmeyi içermektedir. Orta vadeli tahminler 1 ila 2 yıldan geleceğe uzanır ve uzun vadeli tahmin sorunları bunun ötesine uzun yıllar geçebilir. Operasyon yönetiminden bütçelemeye ve yeni araştırma ve geliştirme projelerinin seçilmesine kadar uzanan faaliyetler için kısa ve orta vadeli tahminler gereklidir. Uzun vadeli tahminler, stratejik planlama gibi konuları etkiler. Kısa ve orta vadeli tahmin, tipik olarak, geçmiş verilerde bulunan kalıpları tanımlamaya, modellemeye ve tahmin etmeye dayanmaktadır. Bahsi geçen tahmin



problemleri gibi çoğu tahmin problemi de, zaman serisi verilerinin kullanımını içermektedir. Bir zaman serisi, ilgilenilen bir değişken üzerinde zaman yönelimli veya kronolojik bir gözlem dizisidir (Montgomery vd, 2015: 2).

Tahmin işleminde, günlük, haftalık, aylık, üç aylık veya yıllık veriler kullanılabilir. Ayrıca, veriler anlık olabilir, örneğin ölçüldüğü zaman noktasında bir kimyasal ürünün viskozitesi; bir ürünün ay içindeki toplam satışları gibi birikmiş olabilmektedir. Bunun yanı sıra New York Menkul Kıymetler Borsası'ndaki belirli bir hisse senedinin günlük kapanış fiyatı gibi, değişkenin zaman periyodundaki etkinliğini bir şekilde yansıtan bir istatistik olabilmektedir. Tahminin bu kadar önemli olmasının nedeni, gelecekteki olayların öngörülmesinin, aşağıdaki gibi alanlara uygulanmasıyla birçok planlama ve karar verme sürecinde kritik bir girdi olmasıdır (Montgomery vd, 2015: 2-3):

- Operasyon Yönetimi
- Pazarlama
- Finans ve Risk Yönetimi
- Ekonomi
- Endüstriyel Süreç Kontrolü
- Demografi

Zaman serisi modelleri, tahmin edilmek istenen seriyi tamamen kendi değerlerinin hareketine bağlı olarak tahmin eden modellerdir. Kapalı kutu olarak isimlendirilir ve bu yönleri ile yapay sinir ağlarına benzetilirler. Zaman serileri modelleri içerisinde en gelişmiş olanları Holt-Winter's Üssel Düzgünleştirme ve Arima modelleridir (Pektaş ve Cigizoglu, 2013: 22).

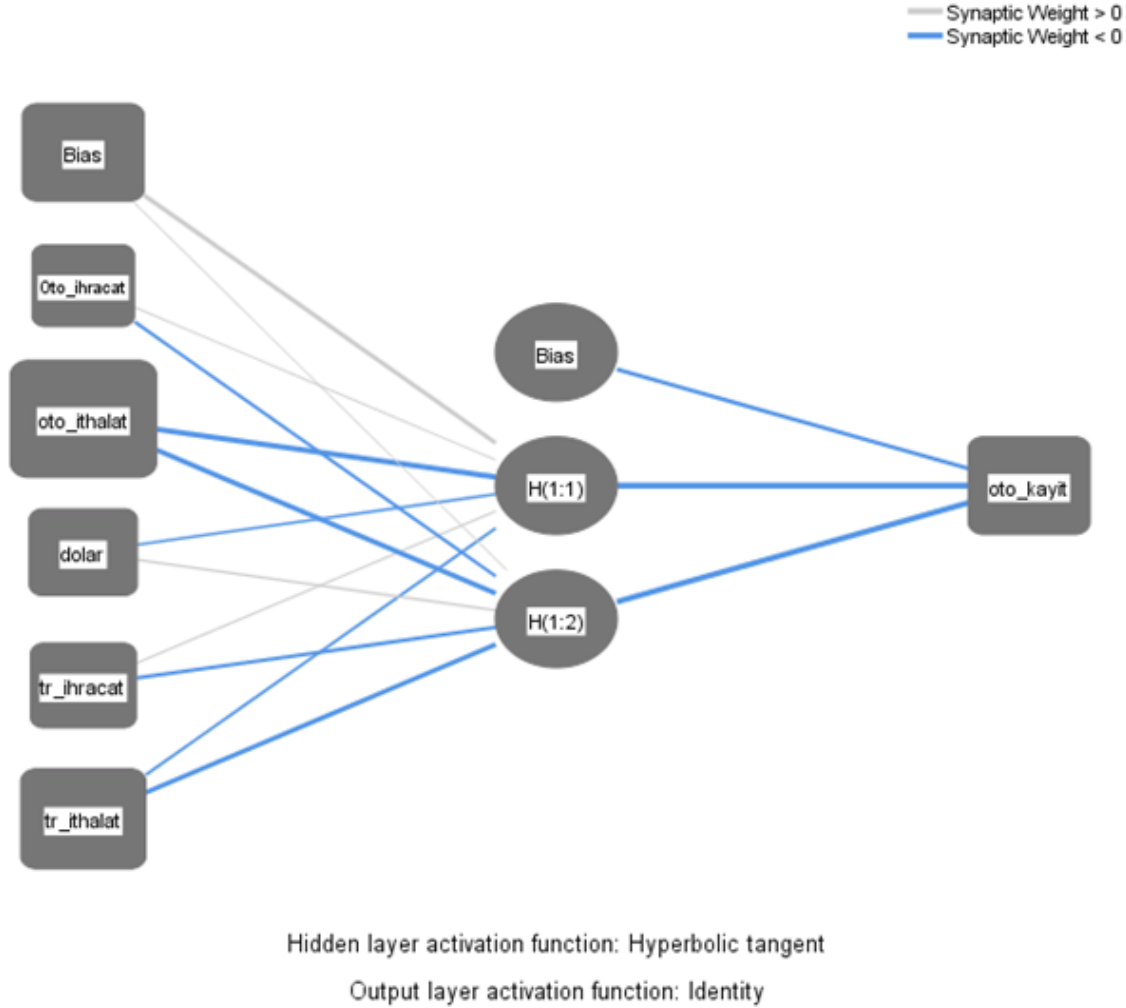
#### 4. UYGULAMA VE SONUÇLAR

Çalışmada, YSA ve Arima modelleri kullanılarak Türkiye'deki aylık sıfır km otomobil satış adetleri tahmin edilmiştir. Analizi gerçekleştirilen modellerde bağımlı değişken aylık sıfır km otomobil satışlarıdır. Bağımsız değişkenler ise aylık otomobil ihracatı (USD), aylık otomobil ithalatı (USD), aylık Amerikan Dolar kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD) ve aylık Türkiye ithalatı (USD)'dir. Uygulamada; TÜİK ve TCMB'den alınan aylık veriler (Ocak 2002-Aralık 2020, 228 ay-19 yıl) kullanılarak, Ocak 2021 ile Mart 2022 arasında gerçekleşen 15 aylık sıfır km otomobil satış adetleri SPSS yazılımı kullanılarak tahmin edilmiştir.

Uygulamada kullanılan YSA modeli, benzeri tahmin işlemlerinde genelde tercih edilen ileri beslemeli ve geri yayımlı bir model olarak tasarlanmıştır. YSA modeli, SPSS 25 paket programında Neural Network MultiLayer Perceptron kullanılarak oluşturulmuştur. MultiLayer Perceptron (MLP), başarısını ispatlamış bir yapay sinir ağı alt modelidir. MLP modelinde temel amaç, ağdan beklenen çıktı ile üretilen çıktı arasındaki hatayı minimum seviyedeki değerlere indirmektir. MLP ağlarının tahmin amacı ile kullanımında, ağın mimarisi önemlidir. Ağ mimarisi tasarlanırken, ağın kaç katmandan oluşacağı, katmanlarda kaç sinir hücrelerinin bulunacağı ve aktivasyon fonksiyonunun belirlenmesi türünden işlemler hesaba katılmaktadır. MLP özellikle sınıflandırma ve genelleme yapma durumlarında etkin olarak çalışmaktadır. Çalışmada tasarlanan MLP modelinin; 5 girdi katmanı, bir gizli

katmanı ve bir de çıktı katmanı vardır (Bias hariç). Bias değeri, aktivasyon fonksiyonunu sağa veya sola ötelenmesini (shift) sağlamaktadır. Giriş sinyallerinin toplamı 0 olduğunda öğrenme gerçekleşmemektedir. Çıkış değerleri hep 1 olan bias nöronları, nöronların giriş sinyallerinin sürekli sıfırdan farklı olmasını sağlamaktadır. Şekil 2'de tasarlanan YSA modelinin giriş, çıkış ve gizli katmanları gösterilmiştir.

Şekil 2. Tasarlanan YSA Modelinin Mimarisi ve Katmanları



Şekil 2'de mimarisi gösterilen YSA modelinin, tahmin işlemini yapması için belirlenen sıfır km otomobil satış miktarını etkileyen beş adet bağımsız değişkene ait aylık veriler, Ocak 2002 tarihinden Aralık 2020 sonuna kadar 228 aylık (19 yıl) olarak düzenlenmiştir. Tasarlanan YSA modelinin bağımlı değişkeni, aylık sıfır km otomobil satış miktarıdır. YSA modelinin bağımsız değişkenleri ise; aylık otomobil ihracatı (USD), aylık otomobil ithalatı (USD), aylık Amerikan Dolar Kuru, aylık Türkiye ihracatı (USD) ve aylık Türkiye ithalatı (USD) değerleridir. Tablo 1'de tasarlanan YSA modelinin giriş-gizli-çıkış katmanları ve katmanların detayları gösterilmiştir.

Tablo 1. YSA Modelinin Giriş-Gizli-Çıkış Katmanları

<b>Giriş Katmanı</b>	Bağımsız Değişkenler	1. Aylık Otomobil İhracatı (USD)
		2. Aylık Otomobil İthalatı (USD)
		3. Aylık Amerikan Dolar Kuru (TL)
		4. Aylık Türkiye İhracatı (USD)
		5. Aylık Türkiye İthalatı (USD)
	Giriş Katmanı Değişken Sayısı <sup>a</sup>	5
<b>Gizli Katman</b>	Gizli Katman Sayısı	1
	Gizli katmandaki birim sayısı <sup>a</sup>	2
	Aktivasyon Fonksiyonu	Hiperbolik Tanjant
<b>Çıktı Katmanı</b>	Bağımlı Değişken sayısı	1
	Çıktı katmanındaki birim sayısı	1
	Aktivasyon Fonksiyonu	Identity
	Hata Fonksiyonu	Kareler Toplamı
	Bağımlı Değişken	Aylık Yeni Otomobil Adedi

a: Bias birimi hariç

Tablo 1'de görüldüğü üzere YSA modelinde, aktivasyon fonksiyonu olarak Hiperbolik Tanjant fonksiyonu kullanılmıştır. Modelin giriş katmanındaki değişken sayısı 5'tir. YSA modelinin bir gizli katmanı bulunup, gizli katmandaki birim sayısı 2'dir. YSA'nın çıktı katmanında bir adet bağımlı değişken olup, hata fonksiyonu olarak Kareler Toplamı kullanılmıştır. Çıktı katmanında Aktivasyon Fonksiyonu olarak Identity Fonksiyonu tercih edilmiştir.

Çalışmada ele alınan 5 seriye ait 228 aylık (19 yıl) veriden program tarafından rastgele seçilen %68,9'u (157 adet) eğitim, yine rastgele seçilen %31,1'i (71 adet) test seti olarak belirlenmiştir.

**Tablo 2.** YSA'da İşleme Tabi Tutulan Test ve Eğitim Verileri

		Adet	Yüzde
Örneklem	Eğitim Verisi	157	%68,9
	Test Verisi	71	%31,1
Geçerli Veriler		228	%100
Hariç Tutulan Veriler		0	%0
<b>Toplam Veri</b>		<b>228</b>	

Çalışmanın sonraki aşamasında ise, tahminleme için Arima(1,1,12) modeli kullanılmıştır. Arima modelinde, zaman serisindeki değerler geçmiş değerler üzerinden modellenir ve gelecek dönemler için tahmin işlemi gerçekleştirilir. İlk olarak Box ve Jenkins tarafından bulunmuş ve bu yüzden Box-Jenkins modelleri olarak ta bilinmektedir. Arima modelleri, zaman serisi verileri analizleri için yaygın şekilde kullanılmaktadırlar. Analiz edilen herhangi bir seri durağan olsun ya da olmasın, mevsimsel unsur içersin veya içermesin SPSS programı ile analiz edilebilmektedir. SPSS yazılımında Expert Modeler kullanılarak bağımsız değişkenlerdeki veri seti durağan hale getirilmiştir.

Arima modeli ile tahminlemenin yapılmasında, yine YSA ile benzer bir yol izlenmiştir. Aynı seriye ait geçmiş zamanlardaki gözlem değerleri kullanılarak, bağımlı değişkenin gelecekteki değerleri tahmin edilmiştir. YSA modelinde olduğu gibi, sıfır km otomobil satış miktarını etkileyen beş adet değişkene ait aylık resmi veriler, Ocak 2002 tarihinden Aralık 2020 sonuna kadar 228 aylık (19 yıl) veri seti kullanılarak bir Arima modeli geliştirilmiştir. Modelin bağımlı değişkeni, aylık sıfır km otomobil satış miktarıdır. Modelin bağımsız değişkenleri ise YSA modeli ile aynı biçimde; aylık otomobil ihracatı (USD), aylık otomobil ithalatı (USD), aylık Amerikan Dolar kuru, aylık Türkiye ihracatı (USD) ve aylık Türkiye ithalatı (USD) değerleridir.

Tablo 3'te Ağustos 2021'den Mart 2022'ye kadar gerçekleşmiş sıfır km otomobil satış adetleri ile YSA ve Arima modellerinin ürettiği tahmin değerleri ve oluşan tahmin farkları yer almaktadır.

**Tablo 3:** Gelecek 15 Aylık Dönem İçin Tahmin Değerleri ile Gerçekleşen Değerlerin Karşılaştırılması

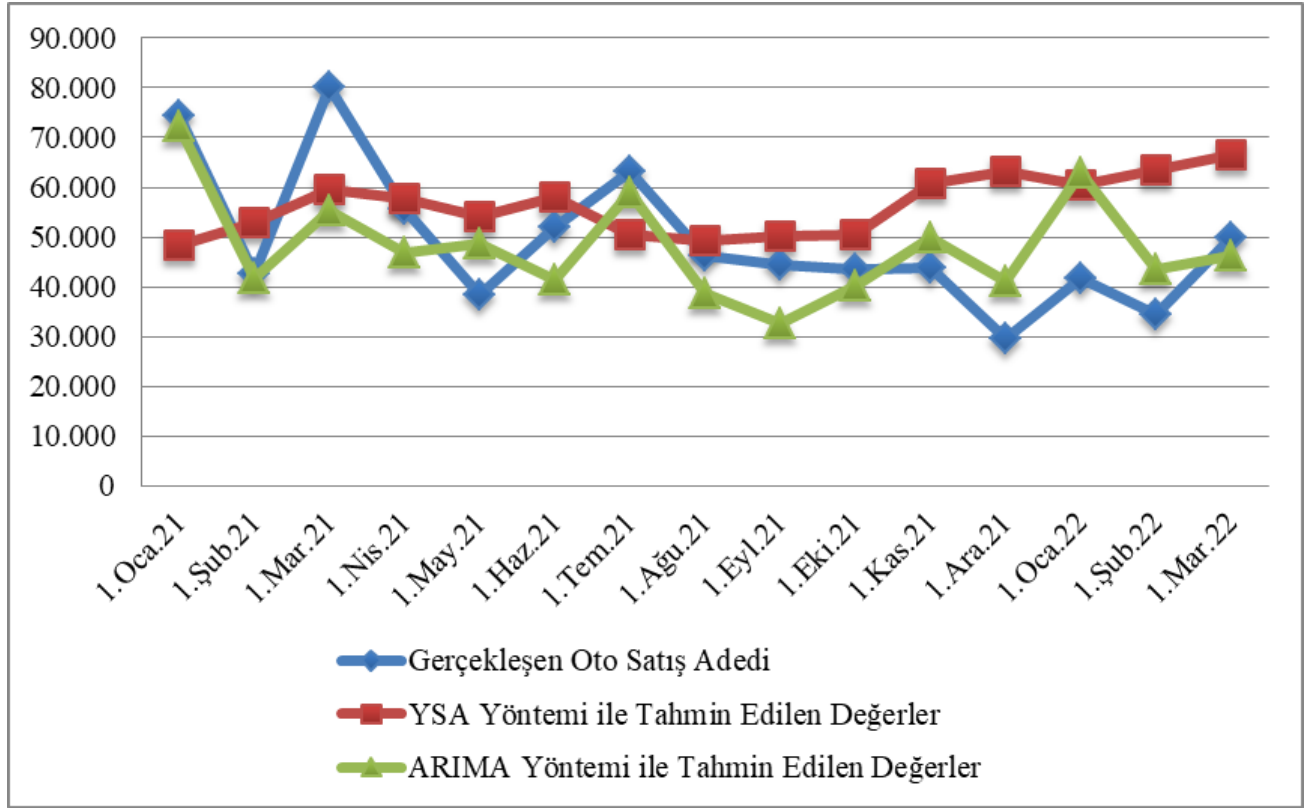
Aylar	Gerçekleşen Sıfır km Otomobil Satış Adetleri	YSA Modeli ile Tahmin Edilen Değerler	Arima Modeli ile Tahmin Edilen Değerler	YSA Modelinde Oluşan Tahmin Farkları	Arima Modelinde Oluşan Tahmin Farkları
1.Oca.21	74.505	48.388	72.356	-26.117	-2.149
1.Şub.21	42.729	52.895	41.825	10.166	-904
1.Mar.21	80.002	59.506	55.253	-20.496	-24.749
1.Nis.21	55.733	57.891	46.747	2.158	-8.986
1.May.21	38.328	53.958	48.748	15.630	10.420
1.Haz.21	51.893	58.008	41.257	6.115	-10.636
1.Tem.21	63.218	50.602	59.099	-12.616	-4.119
1.Ağu.21	46.208	49.358	38.791	3.150	-7.417
1.Eyl.21	44.488	50.120	32.572	5.632	-11.916
1.Eki.21	43.538	50.554	40.249	7.016	-3.289
1.Kas.21	43.837	60.701	49.724	16.864	5.887
1.Ara.21	29.558	63.066	41.099	33.508	11.541
1.Oca.22	41.839	60.363	62.971	18.524	21.132
1.Şub.22	34.421	63.431	43.547	29.010	9.126
1.Mar.22	49.861	66.439	46.145	16.578	-3.716

Tablo 3'te YSA modeli tarafından tahminlenen ve gerçekleşen değerler ve aralarındaki farklar gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi bu farklar, Ocak 2021 tarihinde sapmalar YSA için -26.117 ve Arima için -2.149 ve Mart 2022 tarihindeki sapmalar ise YSA için 16.578 ve Arima için -3.716 olarak gerçekleşmiştir.

YSA ve Arima modellerinin ürettiği tahmin değerleri ile gerçek değerlerin daha iyi karşılaştırılması ve gözlemlenebilmesi için Şekil 3'te çizgi grafiği verilmiştir. Şekil 3'te YSA

ve Arima tarafından tahminlenen ve gerçekleşen otomobil satış miktarlarının birbirlerine yakın değerler olduğu görülmektedir.

**Şekil 3:** YSA ve Arima Modellerinin Tahmin Değerleri ile Gerçekleşen Değerlerin Karşılaştırılması



Modellerin performans, hata ve güvenilirlik sonuçları olarak Korelasyon, Regresyon, Ortalama Hata Kareleri (MSE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) hesaplamaları MS Excel ortamında yapılmış ve sonuçlar Tablo 4'te ifade edilmiştir.

**Tablo 4:** Model Performanslarının Karşılaştırılması, Hata ve Güvenirlik Sonuçları

	YSA Modeli	Arima Modeli
Korelasyon	0,721	0,856
Regresyon	0,519	0,733
MSE	12.165.401	30.162.163
MAPE	0,284	0,163
n sayısı	243	222

MAPE istatistiği yapılan tahminlerin doğruluğunu ölçmek için yaygın olarak kullanılmakta olan yöntemlerdendir. MAPE tahmin hatalarını yüzde olarak belirtir ve yalnız başına da bir anlam taşır. Bu sebepten ötürü analiz çalışmalarında diğer yöntemlere kıyasla daha fazla kabul görmektedir. Çalışmada, YSA modelinin MAPE hata değeri %28,4 ve Arima modelinin MAPE hata değeri %16,3 olarak hesaplanmıştır. MAPE hata değerleri %10 ile %20 arasında olan modeller "doğru" tahmin modelleri şeklinde değerlendirilmektedir. Yani Arima modeli ile yapılan tahminleme işlemi MAPE hata değerine göre "doğru tahmin modeli" olarak açıklanabilmektedir. MAPE istatistiği, farklı birim değerlere sahip modellerin karşılaştırılmasında ortaya çıkabilecek dezavantajları elimine etmektedir.

Regresyon değerleri YSA'da 0,519 ve Arima'da ise 0,733 olarak tespit edilmiştir. Regresyon değerinde Arima modeli daha başarılı sonuç üretmiştir. Regresyon değeri 1'e yaklaştıkça veriler arasındaki ilişkilerin güçlü olduğu değerlendirilmektedir. YSA modelinin Korelasyon değeri 0,721 ve Arima modelinin Korelasyon değeri ise 0,856 olarak bulunmuştur. Ortalama Hata Kareleri (MSE) değerinde ise Tablo 4'ten okunduğu üzere YSA daha başarılı performans sergilemiştir. MSE, (Mean Squared Error) tahminleyicinin performansını ölçmektedir. Öklid mesafesinin karesinden türetildiği için hata sifıra yaklaştıkça azalan hata ile her zaman pozitif bir değerdir. n sayısı YSA'da 243 ve Arima'da 222 olarak hesaplanmıştır. Bu farkın sebebi Arima modelinin yapısından ötürüdür.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada Türkiye'de aylık sıfır km otomobil satış rakamları adet bazında, 2021 yılı tüm ayları ve 2022 yılı ilk 3 ayı için (15 aylık dönem) 2 farklı model ile (YSA ve Arima) analiz edilerek tahmin edilmiş ve elde edilen sonuçlar, gerçekleşen sıfır km otomobil satış rakamları ile kıyaslanmıştır. Her iki analiz modelinin başarısı çalışma içerisinde değerlendirilmiştir. Tahminlemelerin istatistiki hata değerleri ortaya çıkarılmıştır.

Tasarlanan modellerin bağımlı değişkeni aylık sıfır km otomobil satışlarıdır. Bağımsız değişkenler ise aylık otomobil ihracatı (USD), aylık otomobil ithalatı (USD), aylık Amerikan Dolar kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD) ve aylık Türkiye ithalatı (USD)'dir. TÜİK ve TCMB'den alınan aylık veriler (Ocak 2002-Aralık 2020, 228 ay-19 yıl) kullanılarak, Ocak 2021 ile Mart 2022 arasında gerçekleşen 15 aylık sıfır km otomobil satış adetleri tahmin edilmiştir.

Tasarlanan YSA modeli, SPSS 25 paket programında Neural Network Multilayer Perceptron kullanılarak oluşturulmuştur. YSA'da veri setinin yaklaşık %68,9'u eğitim seti, %31,1'i ise test seti için ayrılmıştır. Zaman Serileri Analizinde ise tahminleme modeli olarak Arima(1,1,12) modeli kullanılmıştır. Arima modelinin analizinde, bilgisayar programı olarak yine SPSS 25 paket programı kullanılmıştır. Çalışmada, YSA modelinin MAPE hata değeri %28,4 ve Arima modelinin MAPE hata değeri ise %16,3 şeklinde bulunmuştur.

Türkiye'de son yıllarda sıfır km otomobil pazarında daralma yaşanmaktadır. Ülkeye ithal edilen yeni otomobiller ve içerde montajı yapılan otomobil yedek parçaları döviz kuruna bağlıdır. Alım gücündeki azalma ve TL'nin döviz kuru karşısındaki zayıf pozisyonu sıfır km otomobil satışlarını düşürmüştür. Ayrıca dünya ölçeğinde yaşanan Covid-19 pandemi etkisi ve otomobil üretiminde kullanılan yonga üretiminde yaşanan kriz, otomobil üretim ve satışlarını etkilemiştir.

Satışa sunulan ürünlerin gelecekte oluşturacakları taleplerin doğru ve sağlıklı şekilde tahmin edilmesi ülke ekonomisi açısından önem arz etmektedir. YSA ve Arima analiz modelleri daha farklı sektörler için de kullanılabilir. Modeller farklı sektörler ve ürünlerde üretim, satış, ihracat ve ithalat talebi tahminlerinde kullanılabilir. Çalışma sonuçlarına göre her iki analiz modelinin de geçerli ve güvenli sonuçlar ürettiği görülmüştür. Fakat çalışma özelinde Arima modelinin, YSA'ya kıyasla daha başarılı sonuçlar ürettiği tespit edilmiştir. Her iki analiz modelinin de önümüzdeki süreçte farklı birçok uygulama alanında kullanılması öngörülmektedir.

Türkiye'de sosyal bilimler alanında, YSA ve Zaman Serisi Analizi çalışmaları dünya ölçeğinde yapılan çalışmalara oranla düşüktür. Benzer çalışmayı yürütecek araştırmacılar; çalışmadaki YSA'yı inceleyerek hangi girdi değişkenlerinin kullanılabileceği, ağız mimarisi, gizli katman sayısı, katmanlarındaki nöron sayısı ve aktivasyon fonksiyonları hakkında fikir sahibi olabilirler. Arima ve YSA modellerinde iyileştirmeler ve geliştirmeler yapılarak bu konuda çalışmada bulunanlar için yeni öneriler ve tavsiyeler geliştirilebilir. Gelecek çalışmalarda, daha farklı bağımsız değişkenler kullanılabilir, değişken sayıları arttırılabilir, farklı tahmin modelleri çalışmanın YSA ve Arima modelleri ile karşılaştırılabilir.

#### KAYNAKÇA

- Abdellatif, M., Shaaban, E. & Abu-Raya, K. A. (2019). Egyptian Case Study-Sales forecasting model for automotive section. In 2019 International Conference on Smart Applications, Communications and Networking (SmartNets) IEEE, 1-6.
- Abraham, A. (2005). Artificial Neural Networks. Handbook of Measuring System Design, 901-908.
- Afana, M., Ahmed, J., Harb, B., Abu-Nasser, B. S. & Abu-Naser, S. S. (2018). Artificial Neural Network for Forecasting Car Mileage per Gallon in the City. International Journal of Advanced Science and Technology, Vol. 124, 51-59.
- Akgül, B. (2010). Türkiye'deki Otomotiv Sektörü ve Örnek Bir Talep Tahmin Çalışması. Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Akyurt, İ. Z. (2015). Talep Tahmininin Yapay Sinir Ağlarıyla modellenmesi: Yerli Otomobil Örneği. Ekonometri ve İstatistik Dergisi, (23), 147-157.
- Alper, C. E. ve Mumcu-Serdar, A. (2000). Türkiye'de Otomobil Talebinin Tahmini. Ekonomi ve Ekonometri Merkezi, Boğaziçi Üniversitesi.
- Asilkan, Ö. ve Irmak, A. G. S. (2009). İkinci El Otomobillerin Gelecekteki Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(2), 375-391.
- Bedir, A. (2002). Türkiye'de Otomotiv Sanayii Gelişme Perspektifi. (Vol. 2660), DPT.
- Bucak, S. (2007). Otomotiv Sektöründe Yapay Sinir Ağı Kullanarak Maliyet Tahmini. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Civelek, Ç. (2021). Yapay Sinir Ağları Kullanarak Türkiye Traktör Satış Adedinin Tahmin Edilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (31), 375-381.



- Çakar, T. (2017). Otomotiv endüstrisinde yapay sinir ağı kullanarak maliyet tahmin modeli geliştirme. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 237-249.
- Dwivedi, A., Niranjana, M. & Sahu, K. (2013). A business intelligence technique for forecasting the automobile sales using Adaptive Intelligent Systems (ANFIS and ANN). *International Journal of Computer Applications*, 74(9).
- Ecer, F. (2013). Türkiye'de 2. El otomobil fiyatlarının tahmini ve fiyat belirleyicilerinin tespiti. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(4), 101-112.
- Han, G., Sönmez, E. F., Avcı, S. ve Aladağ, Z. (2022). Uygun Normalizasyon Tekniği ve Yapay Sinir Ağları Analizi İle Otomobil Satış Tahminlemesi. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 19-45.
- Gültekin, S. U. ve Organ, A. (2020). Price estimation of secondhand cars sold on the internet with artificial neural network method. *İnternet Uygulamaları Dergisi*, 11(1), 49-61.
- Hopfield, J.J. (1982). Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities. in *Roc. Nat'l Academy of Sciences*, 2542-2558.
- Jain, A. K., Mao, J. & Mohiuddin, K. M. (1996). Artificial neural networks: A tutorial. *Computer*, 29(3), 31-44.
- Jain, A. K. & Mao, J. (1994). Neural Networks and Pattern Recognition. in *Computational Intelligence: Imitating Life*, J.M. Zurada, R. J. Marks 11, and C.J. Robinson, eds., IEEE Press, Piscataway, N.J., 194-212.
- Karaatlı, M., Helvacıoğlu, Ö. C., Ömürbek, N. ve Tokgöz, G. (2012). Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Otomobil Satış Tahmini. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 8(17), 87-100.
- Kaya, A., Kaya, G. ve Çebi, F. (2022). Forecasting automobile sales in Turkey with artificial neural networks. In *Research Anthology on Artificial Neural Network Applications*, 1478-1489.
- Köse, U. ve Arslan, A. (2017). Optimization of Self-Learning in Computer Science Engineering Course: An Intelligent Software System Supported By Artificial Neural Network and Vortez Optimization Algorithm. *Comput Appl Eng Educ* 25, 142-156.
- Lau, E. T., Sun, L. & Yang, Q. (2019). Modelling, Prediction and Classification of Student Academic Performance Using Artificial Neural Networks. *SN Applied Sciences*, 1(9), 1-10.
- Lippmann, R. P. (1987). An Introduction to Computing with Neural Nets. *IEEEASSP Magazine*, 4 (2), 4-22.
- McCulloch, W. S. & Pitts, W. H. (1943). A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115-133.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L. & Kulahci, M. (2015). Introduction to time series analysis and forecasting. John Wiley & Sons, Second Edition.
- Pektaş, A. O. Ve Cigizoglu, H. K. (2013). ANN Hybrid Model Versus ARIMA and ARIMAX Models of Runoff Coefficient. *Journal of Hydrology*, 500, 21-36.

- Rashid, T. A. & Ahmad, H. A. (2016). Using neural network with particle swarm optimization. *Comput Appl Eng Educ* 24, 629–638.
- Sarı, M. (2016). Yapay Sinir Ağları ve Bir Otomotiv Firmasında Satış Talep Tahmini Uygulaması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Sharma, R. & Sinha, A. K. (2012). Sales Forecast of An Automobile Industry. *International Journal of Computer Applications*, 53(12).
- Shigeta, N. & Hosseini, S. E. (2020). Sustainable Development of The Automobile Industry In The United States, Europe, And Japan With Special Focus On The Vehicles' Power Sources. *Energies*, 14(1), 78.
- Shumway, R. H. & Stoffer, D. S. (2000). *Time series analysis and its applications (Vol. 3)*. New York: springer.
- Topal, İ. (2019). Çevrimiçi Tüketici Bütünleşmesi Ve Arama Motoru Verileri Kullanılarak Yapay Sinir Ağları İle Otomobil Satış Tahmini, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 9(2), 534-551.
- Vandamme, J. P., Meskens, N. & Superby, J. F. (2007). Predicting Academic Performance by Data Mining Methods. *Educ Econ*, 15(4), 405-419.
- Wang, F. K., Chang, K. K. & Tzeng, C. W. (2011). Using Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System To Forecast Automobile Sales. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10587-10593.
- Yazıcıoğlu, N. (2010). Yapay Zekâ ile Talep Tahmini. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa.