



## GENİŞ EKONOMİK GRUPLARIN İHRACAT DEĞERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİYLE TAHMİNLENMESİ

Tahsin Galip TEKİN\*

### Öz

Bu çalışmada Türkiye dış ticaretine ait geniş ekonomik grupların aylık ihracat değerlerinin tahminlenmesi hedeflenmektedir. Çalışmada ele alınan geniş ekonomik gruplar: Yatırım malları, ham madde ve tüketim mallarıdır. İlgili aylık ihracat değerleri bir yapay zekâ tekniği olan yapay sinir ağı yöntemiyle tahminlenmiştir. Yapay sinir ağı yöntemi analizleri MATLAB 2013 paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası web sayfalarından alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre üç farklı geniş ekonomik grubun ihracat değerlerini tahminlemede kurulan yapay sinir ağı modelleri en başarılı tahminini tüketim malları ihracat değeri tahminlemede gerçekleştirmiştir. Ham madde ihracat değeri ve yatırım malları ihracat değeri tahminlemede kurulan yapay sinir ağı modelleri birbirlerine yakın tahmin performansları göstermekle beraber yatırım malları ihracat değeri tahminlemesi için kurulan model daha başarılı olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Geniş ekonomik gruplar, Yapay sinir ağı, İhracat.

**Jel Kodu:** C02, C45, C53.

### *Estimating the Export Value of Broad Economic Categories by Artificial Neural Networks Method*

#### **Abstract**

In this study, it is aimed to estimate the monthly export values of broad economic categories belonging to Turkey's foreign trade. Broad economic categories discussed in the study: Investment goods, raw materials and consumer goods. Relevant monthly export values are estimated by artificial neural networks method, which is an artificial intelligence technique. Artificial neural network method analyzes were carried out using the MATLAB 2013 package program. The data used in the study were taken from the web pages of the Central Bank of the Republic of Turkey. According to the results obtained, the artificial neural network models established to predict the export values of three different large economic groups made the most successful estimation in the estimation of the export value of consumer goods. Although the artificial neural network models established for the estimation of the export value of raw materials and the export value of investment goods show close estimation performances, the model established for the estimation of the export value of investment goods has been more successful.

**Keywords:** Broad economic categories, Artificial neural networks, Export.

**Jel Code:** C02, C45, C53.

### 1. Giriş

Dış ticaret verileri, ülke ekonomilerini değerlendirmede ve ödemeler dengesinde yüksek öneme sahip unsurlardandır. Bir ekonominin dış ticaret açığı verip iktisadi problemler yaşamaması için ihracat gelirlerini yüksek tutarak döviz girdisi sağlaması ve sağlanacak döviz girdisiyle iktisadi büyüme hedeflerine ulaşılması ekonomi yönetimlerinin öncelikleri arasında yer alır. Küreselleşen dünyanın getirdiği iletişim olanaklarıyla ticari faaliyet alanları genişlemiş ve dış ticaret tüm dünyada yaygınlık kazanmıştır. Türkiye ekonomisine de dünyanın çeşitli bölgelerine farklı sektörlerde yapılan ihracat faaliyetleriyle döviz kazandırılmakta ve iktisadi hedeflere ulaşmaya çalışılmaktadır. Bu

\*Araş. Gör., Batman Üniversitesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler Ana Bilim Dalı, [tahsingaliptekin@gmail.com](mailto:tahsingaliptekin@gmail.com), , <https://orcid.org/0000-0002-2642-5838>

yönüyle ihracat değerleri önem arz etmektedir. İhracat değerlerinin tahminlenmesi araştırmacıların ilgi odağında olmuş ve çeşitli tekniklerle tahminleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapay sinir ağları da bu yöntemlerden biridir.

Yapay sinir ağları makine öğrenimi alanında en çok kullanılan ve hızlı büyüme kaydeden yöntemlerden biridir (Eck, 2018). Yapay sinir ağları gelecek tahminlemesi için verilerdeki özellikleri biyolojik sinir ağını taklit ederek işlemektedir. İnsanlarda öğrenme sinir hücreleri arasındaki bağlantılarla olur, yapay sinir ağlarında ise ağı oluşturan işlem elemanları arasındaki bağlantılara dayanır (Lancashire vd., 2009). Çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak tahminleme çalışması gerçekleştirilecektir.

Çalışmayla geniş ekonomik grupların ihracat değerlerinin tahminlenmesi hedeflenmektedir. Yapılan literatür taramasında yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak geniş ekonomik grupların ihracat değeri tahminlemesini gerçekleştiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Söz konusu bu durum çalışmanın özgün yönünü oluşturmakta ve bu eksikliğin giderilmesiyle literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Çalışmanın giriş kısmı olan birinci bölümünden sonra, ikinci bölümde ilgili çalışmaların özet bilgilerinin yer aldığı literatür taraması kısmı yer almaktadır. Üçüncü bölümde ise çalışmada ele alınan temel konu olan ihracat kavramı detaylandırılmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti ve yapay sinir ağları yöntemi dördüncü bölümde ele alınmıştır. Beşinci bölümde yer verilen bulgular sonrası, altıncı bölümde sonuç, tartışma ve önerilere yer verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

## 2. Literatür Taraması

Literatürde yapay sinir ağları yöntemini kullanarak zaman serisi analizi gerçekleştiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu başlık altında yapay sinir ağları ile ihracat değerleri analizi yapan çalışmaların bir kısmının özet bilgileri verilmiştir. Söz konusu çalışmalarda çoğunlukla tarım ürünleri, sanayi ürünleri ve turizm sektörü verileri analiz edilmiştir.

Co ve Boosarawongse (2007) yaptıkları çalışmada Tayland'ın pirinç ihracatını yapay sinir ağları, hareketli ortalama ve üstel düzeltme metotlarını kullanarak tahminlemişler ve elde edilen sonuçları MAE, MAPE, MSE ve RMSE hata kriterlerine göre karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre yapay sinir ağları tahminlemede hareketli ortalama ve üstel düzeltme metotlarına göre daha iyi performans göstermiştir. Ayrıca Aliahmadi vd. (2013) yaptıkları çalışmada 2006-2012 döneminde yapılan ham petrol ihracatını tahminlemek için regresyon ve yapay sinir ağları yöntemini kullanmışlardır. RMSE, MAE ve  $R^2$  gibi hata metrikleri ile değerlendirme yapılan çalışmada yapay sinir ağları yönteminin regresyon yöntemine göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Özdağ vd. (2017) yaptıkları çalışmada Türkiye ve Almanya arasındaki mobilya ihracatı miktarını yapay sinir ağları yöntemiyle tahminlemişlerdir. Çalışmada 2017-2023 yılları arasındaki dönem tahminlenmiştir. Bağımsız değişken olarak ülke nüfusları, ülkelerin gayri safi yurtiçi hâsılları ve reel döviz kuru endeksleri kullanılmıştır. 16 yıllık veri test ve eğitim olarak ikiye ayrılmış ve toplam 5000 iterasyon gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yapay sinir ağları mobilya ihracatını tahminlemede iyi bir yöntemdir. Bununla birlikte Kurt vd. (2017) yaptıkları çalışmada Türkiye kağıt – karton sanayisi ihracat rakamlarını yapay sinir ağları yöntemini kullanarak tahminlemişlerdir. Çalışmada girdi değişkenleri olarak kağıt – karton üretimi, atık kağıt, endüstriyel odun, tomruk üretimi, nüfus, GSYH, TÜFE, ÜFE, döviz kurları ve ekonomik büyüme değerleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre 2025 yılında 2011 yılına göre yaklaşık %48'lik bir artış, 2015 yılına göre ise %3'lük bir azalış öngörülmektedir.

Urrutia vd. (2019) yaptıkları çalışmada Filipinler'in ihracat ve ithalat miktarlarını tahminlemek için yapay sinir ağları ve hareketli ortalama metotlarının performansını MSE, NMSE, MAE, RMSE, MAPE hata kriterlerini kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışmada veri olarak 1993 yılından, 2017 yılına kadar olan her biri üç aylık olan 100 gözlem değeri kullanılmıştır. Çalışma Filipinler dış ticaret tahmini için yapay sinir ağlarının daha iyi bir yöntem olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Çalışmada 2018 yılı ilk çeyreğinden, 2022 yılı son çeyreğine kadar olan tahmin sonuçları da sunulmuştur. Öte yandan Alam (2019) yaptığı çalışmada Suudi Arabistan'ın yıllık ihracat ve ithalat değerlerini 1968-2017 yılları arasındaki verilerle yapay sinir ağları ve hareketli ortalama metotlarını kullanarak tahminlemiştir. XLSTAT yazılımıyla yapılan analizler sonucu hem yapay sinir ağlarının, hem de ARIMA (1,1,2) ve ARIMA (0,1,1) modellerinin dış ticaret tahminlemesi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca Turaç (2020) yaptığı çalışmada Türkiye'nin toplam ihracatı ve ISIC Rev.3'e göre gıda ürünleri ve içecek ile tekstil ürünleri sektöründe ihracat verilerinin tahminlenmesini yapay sinir ağlarıyla gerçekleştirmiştir. Çalışmada aylık ithalat verileri, TÜFE, dolar kuru, bir ay öncesinin ihracat miktarı, değerli maden fiyatları, imalat sanayi gayri safi yurtiçi hasıla, toplam sanayi ve imalat sanayi endeksleri, Avrupa Brent petrol spot FOB fiyatı, imalat sanayi kapasite kullanım oranı ve iş gücü maliyet endeksi model girdileri olarak kullanılmıştır. Gıda ürünleri ve içecek sektörü ve tekstil ürünleri sektörü için sektörle ilgili diğer değişkenler de yapay sinir ağı modeline dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda yapay sinir ağları tahmin performansı başarılı bulunmuştur.

Cinel ve Yolcu (2021) yaptıkları çalışmada turizm sektörünün dış ticaret dengesi üzerinde oluşturduğu etkilerin ortaya konulmasını ve turizm gelirleriyle dış ticaret dengesi arasındaki ilişkiyi yapay sinir ağları yöntemiyle tespit etmeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada 2013–2020 dönemi ele alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre turizm gelirleri dış ticaret dengesi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Diğer taraftan Kurt (2022) yaptığı çalışmada Türkiye ekonomisinde ithalat ve ihracatı yapay sinir ağları yöntemiyle tahminlemiştir. Çalışmada 1923–2019 dönemi yıllık verileri ve 1992–2021 dönemi aylık verileri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yapay sinir ağları pandemi dönemi de dâhil olmak üzere başarılı tahminlemelerde bulunmuştur.

### 3. İhracat

İhracat, bir malın ihracat ve gümrük mevzuatlarına uyarak gümrük bölgesi dışına ya da serbest bölgeye çıkışını ifade etmektedir. Dış Ticaret Müsteşarlığı'nın ihracat kabul ettiği diğer çıkışlar da ihracat olarak tanımlanabilir (Bozkurt, 2010). Bir diğer tanıma göre ise ihracat herhangi bir mal ve hizmetin bir ülkenin sınırları içerisinde sınırları dışına belli bir bedel karşılığı satılmasıdır (Başer, 2018). Bir ülke tarafından başka bir ülkeden mal veya hizmet alınması ise ithalat olarak tanımlanmaktadır (Saydam, 2022). İhracat ve ithalat faaliyetlerinin toplamı dış ticaret olarak adlandırılmaktadır.

İhracat, dolaylı ihracat ve doğrudan ihracat olarak iki ayrı kategoride ele alınabilir. Dolaylı ihracat, ihracat yapacak olan firmanın yapacağı işi belirli araçlar vasıtasıyla gerçekleştirmesidir. Bu araçlar ihracat yönetim şirketleri veya dış ticaret şirketleri olabilir (Börühan, 2008). Doğrudan ihracat, ihracatçı işletmenin aracı kullanmaksızın ihracat faaliyetini tek başına yapmasıdır. Bu ihracat türünde aracı kullanılmadığı için daha yüksek risk bulunmaktadır ve daha yüksek kâr oranlarına ulaşmak mümkündür (Sezen, 2008).

Geniş ekonomik gruplar sınıflandırmasında dış ticarete konu mallar dört ayrı kategoride sınıflandırılmaktadırlar. Bu mal grupları yatırım (sermaye) malları, ham madde (ara mallar), tüketim malları ve diğer mallardır (Palyoş & Sandalcılar, 2017). Çalışmaya konu Türkiye ihracatının 2013 – 2021 dönemi incelendiğinde diğer mallar kategorisinde yapılan ihracatın toplam ihracata oranının 0,005 olduğu görülmektedir. Çalışmada diğer mallar kategorisinin verileri analiz edilmemiştir. Her

dört kategori de kendi içinde ayrıca bölümlendirilmektedir. İlgili kategorizasyon tablosu Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Geniş ekonomik grupların kategorizasyonu

Geniş Ekonomik Grup Adı	Alt Kategoriler
Yatırım (Sermaye) Malları	1- Yatırım Malları (Taşımacılık Araçları Hariç) 2- Sanayi ile İlgili Taşımacılık Araç ve Gereçleri
Ham madde (Ara Mallar)	1- Sanayi İçin İşlem Görmemiş Ham maddeler 2- Sanayi İçin İşlem Görmüş Ham maddeler 3- İşlem Görmemiş Yakıt ve Yağlar 4- Yatırım Mallarının Aksam ve Parçaları 5- Taşımacılık Mallarının Aksam ve Parçaları 6- Esası Yiyecek ve İçecek Olan İşlenmemiş Ham maddeler 7- Esası Yiyecek ve İçecek Olan İşlenmiş Ham maddeler 8- İşlem Görmüş Diğer Yakıt ve Yağlar
Tüketim Malları	1- Binek Otomobilleri 2- Dayanıklı Tüketim Malları 3- Yarı Dayanıklı Tüketim Malları 4- Dayanısız Tüketim Malları 5- Esası Yiyecek ve İçecek Olan İşlenmemiş Tüketim Malları 6- Esası Yiyecek ve İçecek Olan İşlenmiş Tüketim Malları 7- Motor Benzini ve Diğer Hafif Yağlar 8- Sanayi ile İlgili Olmayan Taşıma Araç ve Gereçleri
Diğerleri	1- Başka Yerde Belirtilmeyen Diğer Mallar

**Kaynak:** <https://evds2.tcmb.gov.tr/> (29/11/2022)

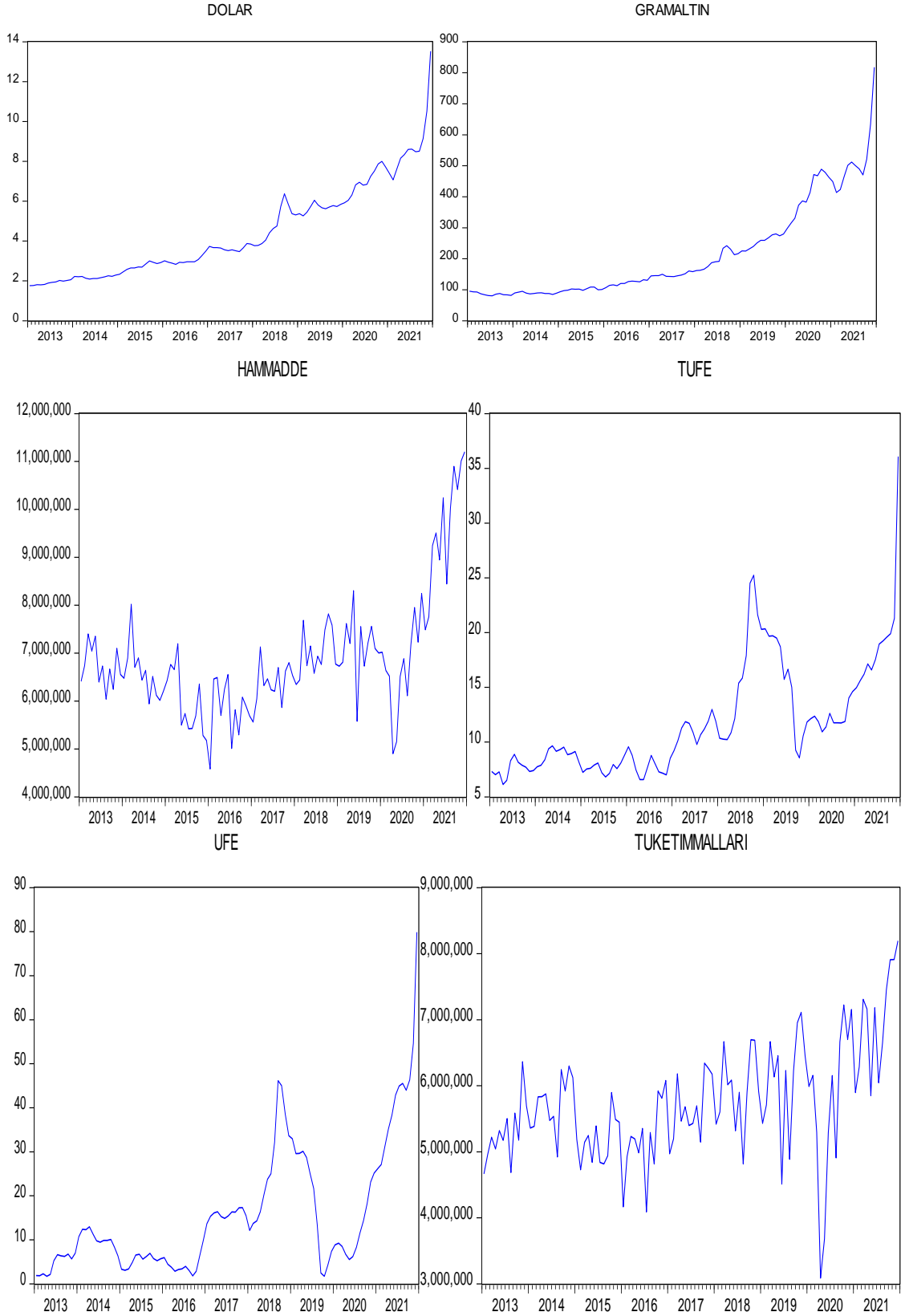
#### 4. Veri Seti ve Yöntem

##### 4.1. Veri Seti

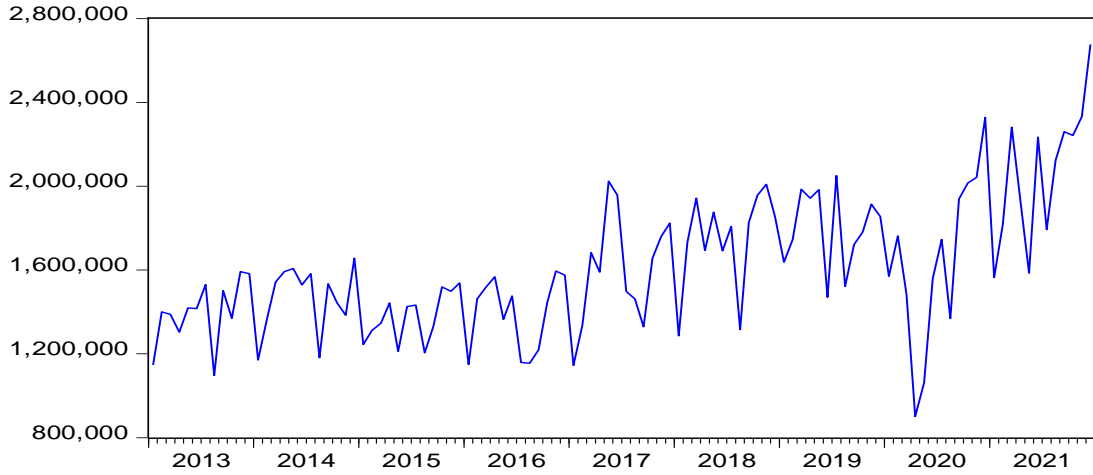
Uygulamada girdi değişkenleri olarak gram altın aylık ortalama fiyatı, Amerikan Doları aylık ortalama kuru, aylık tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ve aylık üretici fiyat endeksi (ÜFE) kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri ise aylık yatırım malları ihracat değeri (\*1000 ABD Doları), aylık ham madde ihracat değeri (\*1000 ABD Doları) ve aylık tüketim malları ihracat değeridir (\*1000 ABD Doları). Tüm veriler 2013 – 2021 dönemi aylık değerlerinden oluşmaktadır. Her seride toplam 108 adet gözlem bulunmaktadır. Tablo 2’de tüm değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler, Şekil 1’de ise tüm değişkenlere ait grafikler verilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler ve grafikler E-Views 10 paket programı aracılığıyla elde edilmiştir.

**Tablo 2.** Tanımlayıcı istatistikler

	Dolar	Gram Altın	TÜFE	ÜFE	Tüketim Malları	Ham madde	Yatırım Malları
Ortalama	4,42	213,62	11,81	15,66	5739795	6876938	1611274
Medyan	3,65	145,61	10,24	10,41	5686916	6662515	1565977
Maksimum	13,53	817,61	36,08	79,89	8195864	11202653	2676150
Minimum	1,76	80,32	6,13	1,70	3086282	4582428	901386
Standart Sapma	2,33	151,43	5,09	14,21	866204,2	1261254	322996,1
Çarpıklık	1,04	1,40	1,64	1,64	0,24	1,46	0,57
Basıklık	3,9	4,52	6,71	6,12	3,69	5,68	3,26
Toplam Gözlem Sayısı	477,62	23071,39	1275,58	1691,41	619.897.884	742.709.351	174.017.614
	108	108	108	108	108	108	108



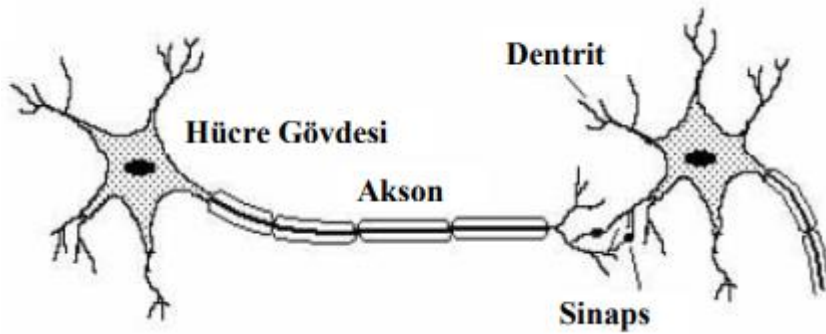
## YATIRIMMALLARI



Şekil 1. Değişkenlere ait grafikler

#### 4.2. Yöntem

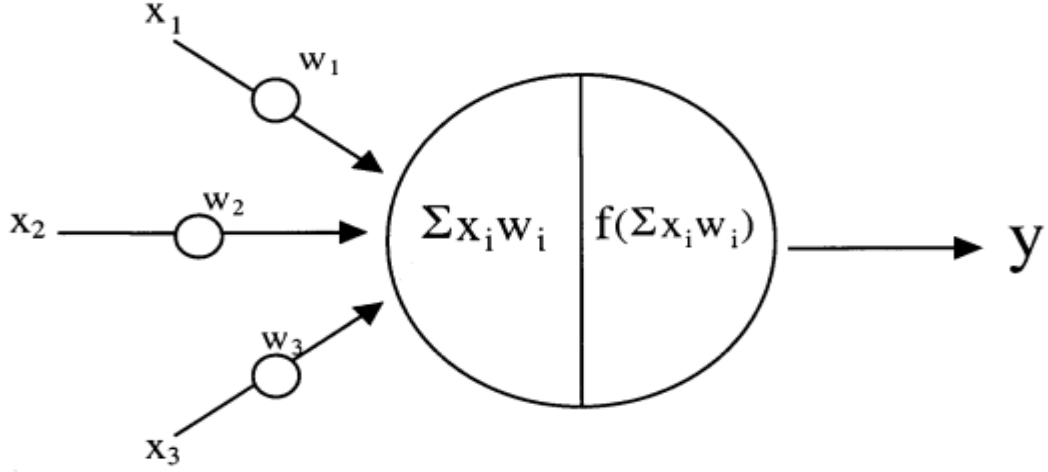
Çalışmada yapılan veri analizinde yapay sinir ağları yöntemi kullanılmıştır. Yapay sinir ağları, bir yapay zekâ teknolojisidir. İnsan öğrenmesini taklit ederek beynin çeşitli fonksiyonlar ile topladığı verilerden yeni veri üretmesi gibi işlevler yürütebilen yazılımlardır (Öztürk & Şahin, 2018). Yapay sinir ağları tahminleme, görüntü tanıma, sınıflandırma, model kurma vd. gibi fonksiyonlarıyla finans alanının yanı sıra birçok başka alanda yapılan çalışmalarda da kullanılmaktadır. Doğrusal veya doğrusal olmayan formda, basit veya karmaşık formda hatta zamanla değişen sistemlerin temsili, ölçülmesi zor değişkenlerin öngörülenmesinde de yapay sinir ağlarından faydalanılır. Öğrenebilme ve genelleme yapabilme özellikleri sayesinde sınırlı bilgi ile model üretebilirler (Çimen vd., 2018). Şekil 2’de yapay sinir ağları sistemlerinin kendisinden esinlenerek çalıştığı insan beynine ait örnek bir sinir hücresi (nöron) görülmektedir.



Şekil 2. İnsan beynine ait örnek bir sinir hücresi

**Kaynak:** (Dere, 2009).

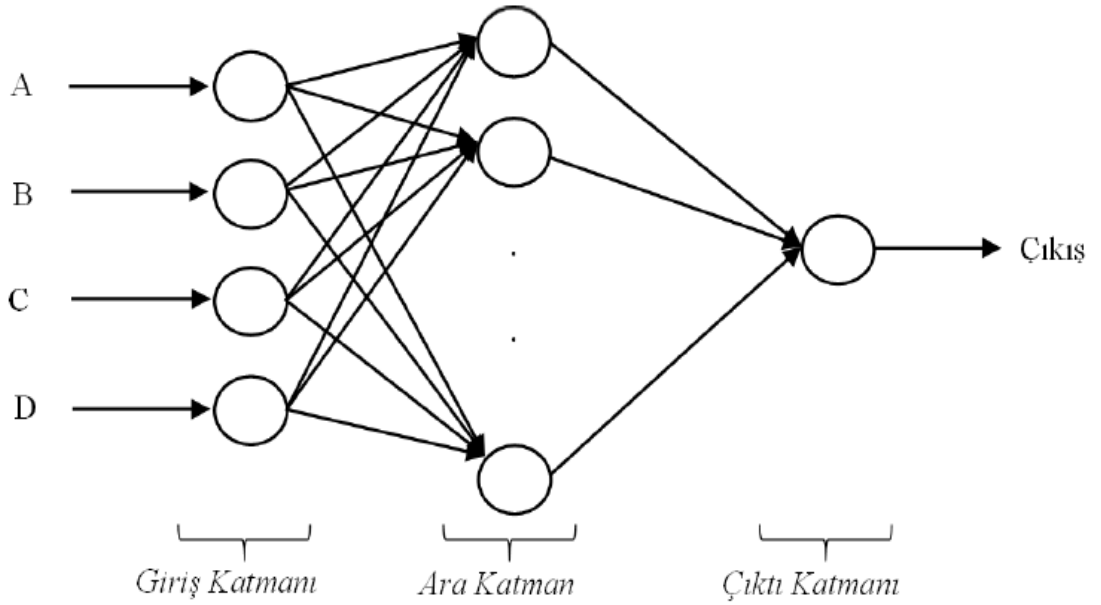
İnsan beyninde yaklaşık olarak 1 trilyon hücre bulunmaktadır. Dentritlerin görevi hücreye olan girişleri toplamaktır. Dentritlerin topladığı bilgiler çekirdeğin bulunduğu hücre gövdesinde birleştirilirler. Ardından eğer sinir hücresi tarafından çıktı üretilmesine karar verilirse, çıktı bilgisi aksonlar vasıtasıyla dışarıya iletilir (Ersoy & Karal, 2012). Sinapslar ise nöron uzantılarının birbirleriyle bağlantı noktalarıdır (Korkmaz & Mahiroğlu, 2007). Şekil 3’te yapay sinir ağları sistemlerinde kullanılan bir örnek hücre verilmiştir.



**Şekil 3.** Örnek bir yapay sinir hücresi

**Kaynak:** (Agatanovic Kustrin & Beresford, 2000).

Şekil 3'te görülen  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$  girdi değerleridir.  $W_1$ ,  $W_2$  ve  $W_3$  ifadeleri ağırlık değerlerini göstermektedir. Yapay sinir hücresinin çekirdeğinde aktivasyon ve dönüşüm işlemleri gerçekleştirilir.  $y$  ise çıktı değerini ifade eder. Yapay sinir hücreleri birleşerek yapay sinir ağlarını oluştururlar. Şekil 4'te bu yapay sinir ağlarının örnek bir modeli görülmektedir.



**Şekil 4.** Örnek bir yapay sinir ağı modeli

**Kaynak:** (Özkişi & Topaloğlu, 2017).

Şekil 4'te giriş katmanına giren A, B, C ve D değişkenleri modelin girdilerini ifade etmektedir. Girdiler giriş katmanında toplanmalarının ardından ara katmana iletilirler. Ara katman işlemlerin gerçekleştirildiği kısımdır. Çıktı katmanında ise modelin ürettiği çıktı dışarıya verilir. Şekildeki örnek modelin giriş katmanında dört, ara katmanda üç, çıktı katmanında ise bir hücre bulunmaktadır.

Yapay sinir ağları sisteme verilen girdilerle eğitilirler. Girilen verilerde oluşan değişikliklerle beraber eğitimin tekrarı gündeme gelir. Ağ, yeni durumlara kolayca adapte olabilir (Çınaroğlu ve Avcı, 2020). Böylelikle değişen gerçek hayat problemlerine uygulanması kolaylaşır.

### 4.3. Araştırma Etiği

Yapılan çalışmada tüm araştırma etik kurullarına uyulmuştur. Çalışmada faydalanılan kaynaklar hem metin içinde, hem de kaynakça bölümünde akademik etik kurallara uyularak gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm veriler herkese açık internet kaynağı olan Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası internet sayfalarından elde edilmiştir.

### 5. Bulgular

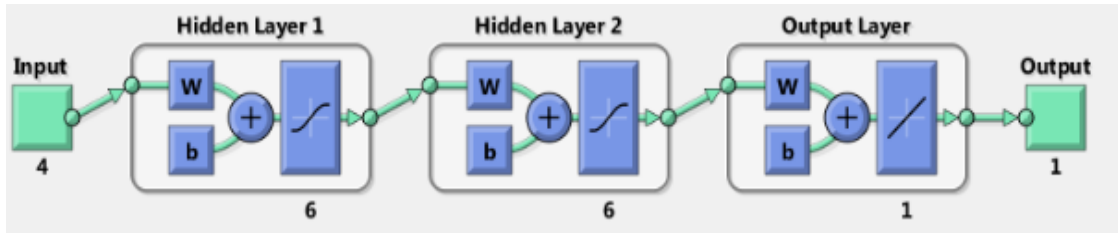
Girdi değişkenleri aynı kalmak üzere üç farklı çıktı değişkeni ile üç ayrı yapay sinir ağı oluşturulmuş, bu ağlarla tahminleme yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Tüm değişkenlerin 2013 Ocak ve 2021 Aralık dönemindeki aylık verileri kullanılarak ağ eğitilmiştir. Eğitim sonunda tahminlenen 2021 yılı aylık ihracat değerleri, gerçek değerlerle karşılaştırılarak MAE, MSE ve MAPE hata kriteri değerleri hesaplanmıştır. MAE değeri hata mutlak değerlerinin ortalamasını, MSE değeri hata karelerinin ortalamasını, MAPE değeri ise ortalama mutlak yüzde hata değerini ifade etmektedir.

Kurulan yapay sinir ağlarında verilerin %70'i eğitim, %15'i doğrulama ve %15'i test verisi olarak kullanılmıştır. Yapay sinir ağı kurulumunda transfer fonksiyonlarının doğrusal olup olmama durumu, katman sayısı ve katmanlarda bulunan nöron sayılarının belirlenmesinde deneme yanılma yöntemi kullanılmıştır. Tüm model için en düşük R değerini veren doğrusal olup olmama durumu, nöron sayısı ve katman sayısı tercih edilmiştir. Ağlara en iyi değeri bulması için 1000 ayrı iterasyon yapma talimatı verilmiştir.

Kurulan tüm yapay sinir ağları modellerinde ileri beslemeli geri yayımlı ağ tercih edilmiştir. Modellerin eğitim fonksiyonu TRAINLM (Levenberg – Marquardt) fonksiyonu, öğrenmesinde ise momentum ağırlıklı LEARNGDM benimsenmiş öğrenme fonksiyonu kullanılmıştır. İleri beslemeli geri yayımlı ağ ile TRAINLM ve LEARNGDM fonksiyonları tahmin çalışmalarında yoğunlukla tercih edilen parametrelerdir.

### 5.1. Yatırım Malları İhracat Değeri Tahminlemesi

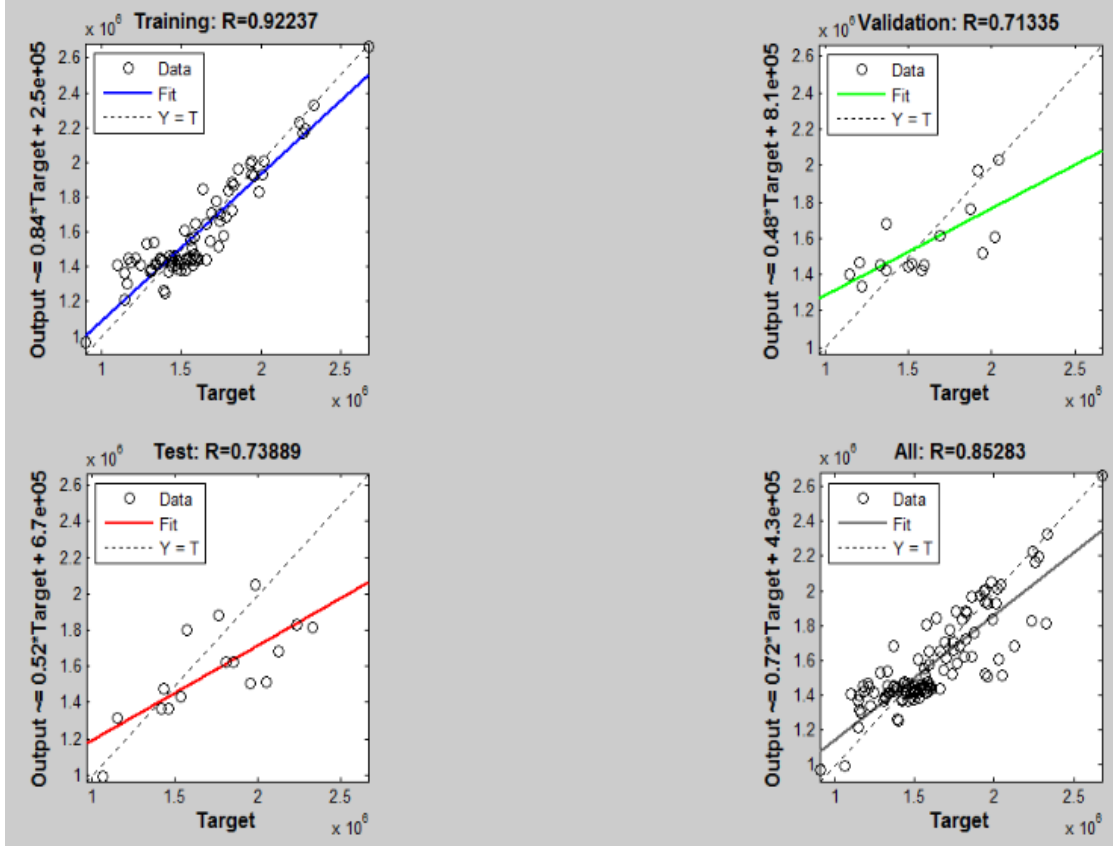
Türkiye'nin yatırım malları ihracat değeri tahminlemesinde kurulan yapay sinir ağı iki gizli katman ve bir çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Gizli katmanlarda altı, çıktı katmanında ise bir nöron bulunmaktadır. Gizli katmanlarda katmana doğrusal olmayan özellik kazandıran TANSIG transfer fonksiyonu, çıktı katmanında ise katmana doğrusal özellik kazandıran PURELIN transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Kurulan ağ Şekil 5'te verilmiştir. Şekilde "Input" ifadesi girdileri, "Hidden Layer 1" ve "Hidden Layer 2" ifadeleri gizli katmanları, "Output Layer" ifadesi çıktı katmanını, "Output" ifadesi ise çıktıyı ifade etmektedir.



Şekil 5. Yatırım malları ihracat değeri tahminlemesi için kurulan ağ

Ağın 1000 iterasyonluk eğitimi 28 saniye sürmüştür. Ağ en iyi değeri 23. iterasyonda elde etmiştir. Gerçekleştirilen bu eğitim sonrası oluşan regresyon tablosu Şekil 6'da verilmiştir.



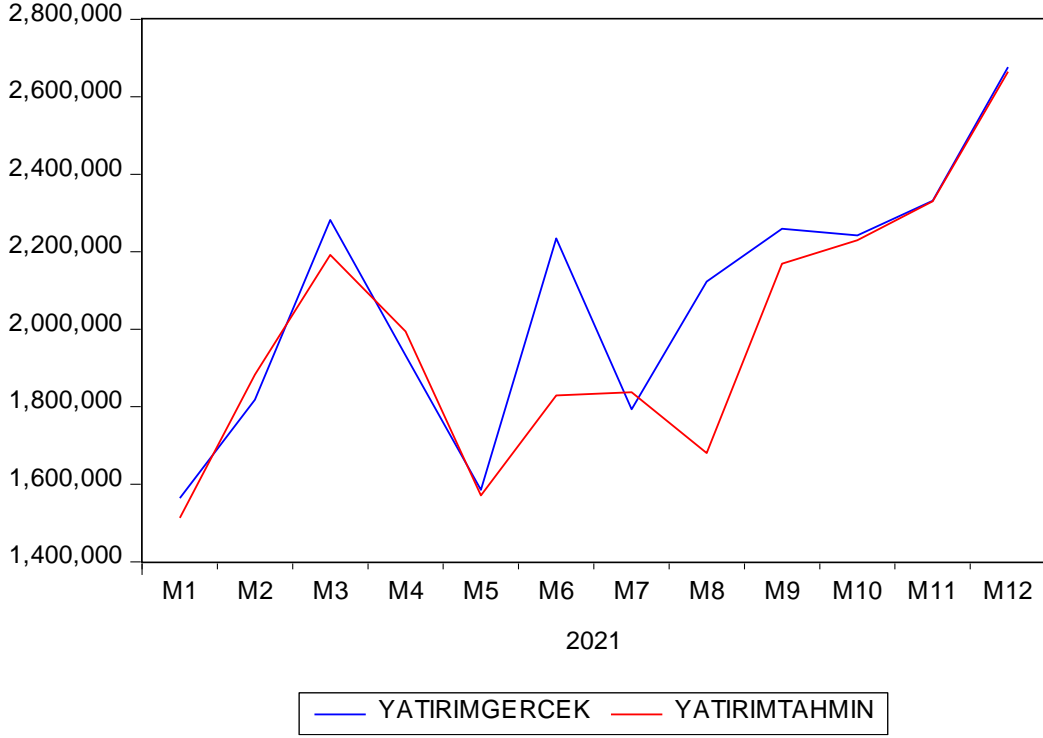


Şekil 6. Yatırım malları ihracat değeri tahminlemesi regresyon tablosu

Kurulan yapay sinir ağının ürettiği tahmin değerleri ve gerçek değerler Tablo 3'te, gerçek değerler ve tahmin değerlerinin grafiği Şekil 7'de verilmiştir. Tahmin sonrası oluşan hata kriterleri (MAE, MSE ve MAPE) değerleri ise Tablo 4'te verilmiştir. MAPE değeri 5,11 olarak oluşmuştur. Bu değer modelin ortalama %5,11 hata ile tahminleme yaptığını göstermektedir.

Tablo 3. Yatırım malları ihracatı için tahmin değerleri ve gerçek değerler

	Tahmin Değeri	Gerçek Değer
2021 Ocak	1.513.155	1.564.288
2021 Şubat	1.882.742	1.818.192
2021 Mart	2.192.225	2.281.995
2021 Nisan	1.994.272	1.932.432
2021 Mayıs	1.571.385	1.585.309
2021 Haziran	1.828.823	2.234.246
2021 Temmuz	1.837.243	1.793.250
2021 Ağustos	1.680.247	2.123.008
2021 Eylül	2.169.007	2.259.434
2021 Ekim	2.229.551	2.241.824
2021 Kasım	2.330.235	2.331.650
2021 Aralık	2.664.566	2.676.150



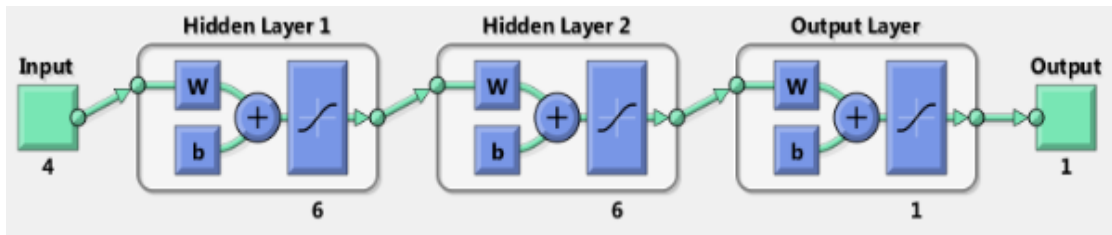
Şekil 7. Yatırım malları ihracatı gerçek değeri ve tahmin değerine ait grafik

Tablo 4. Yatırım malları ihracatı tahmini sonrası oluşan hata kriteri değerleri

MAE	MSE	MAPE
107.424,41	32.471.863.225	5,11

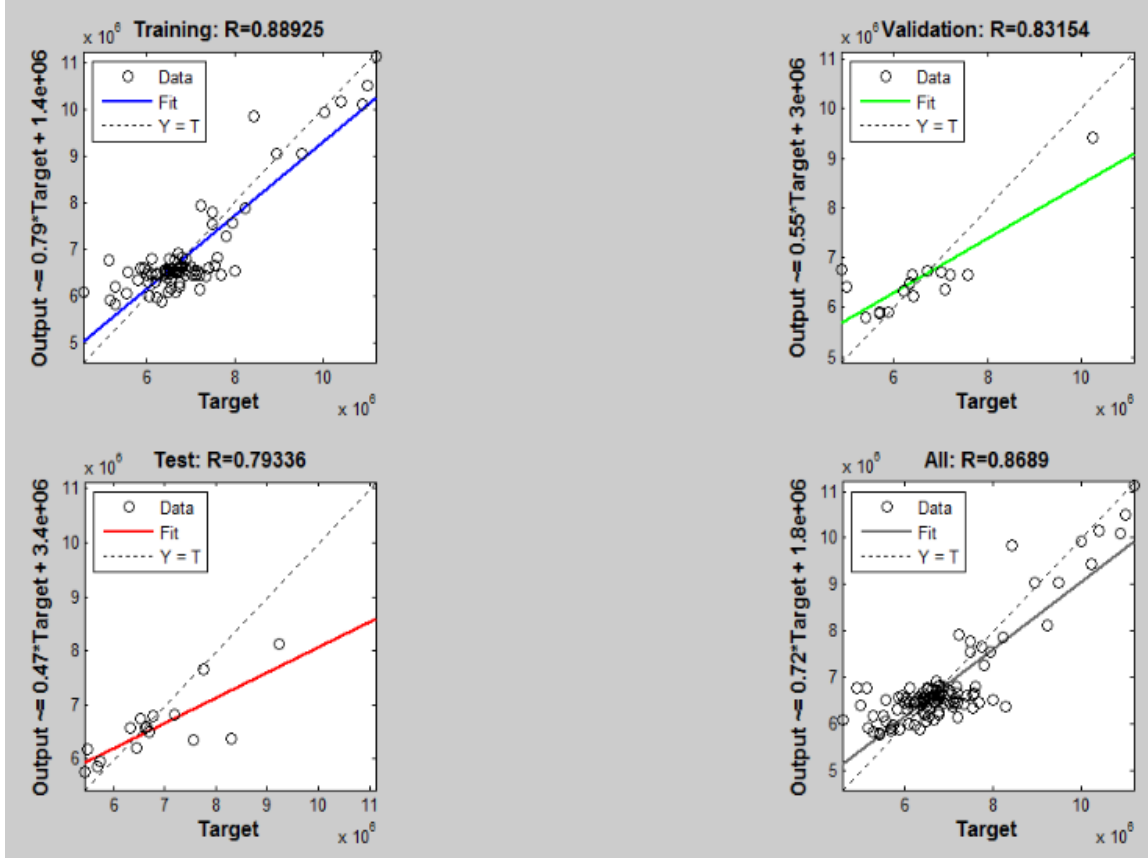
## 5.2. Ham madde İhracat Değeri Tahminlemesi

Türkiye'nin ham madde ihracat değeri tahminlemesinde kurulan yapay sinir ağı iki gizli katman ve bir çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Gizli katmanlarda altı, çıktı katmanında ise bir nöron bulunmaktadır. Gizli katmanlarda ve çıktı katmanında katmana doğrusal olmayan özellik kazandıran TANSIG transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Kurulan ağ Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Ham madde ihracat değeri tahminlemesi için kurulan ağ

Ağın 1000 iterasyonluk eğitimi 27 saniye sürmüştür. Ağ en iyi değeri 1. iterasyonda elde etmiştir. Gerçekleştirilen bu eğitim sonrası oluşan regresyon tablosu Şekil 9'da verilmiştir.

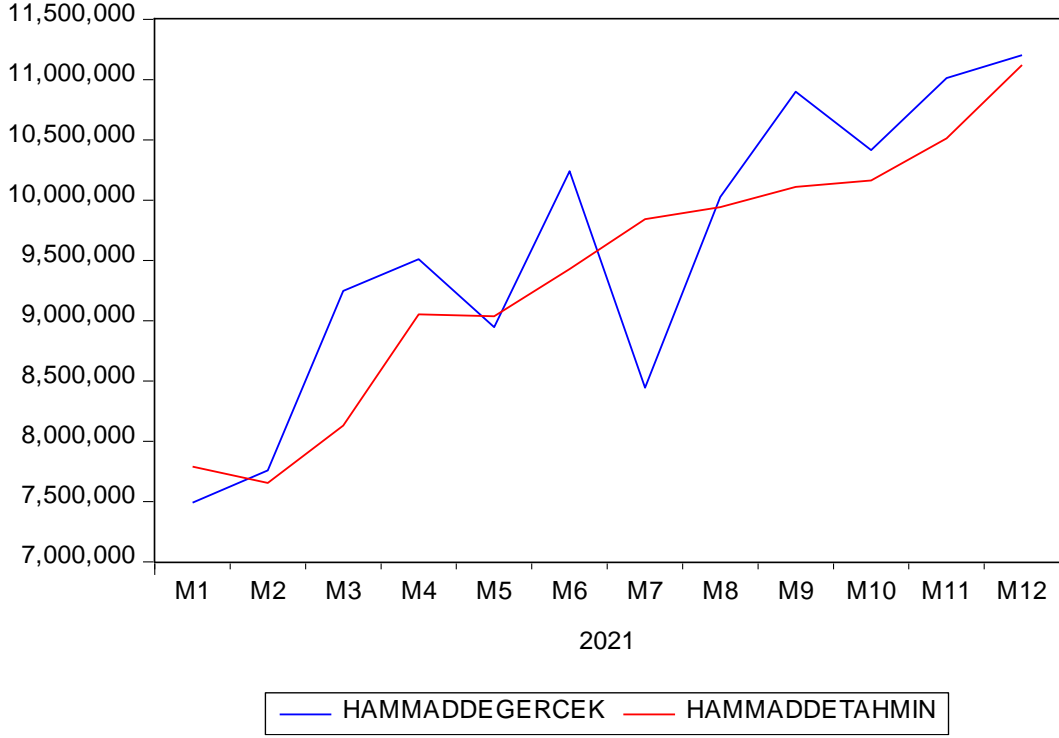


Şekil 9. Ham madde ihracat değeri tahminlemesi regresyon tablosu

Kurulan yapay sinir ağının ürettiği tahmin değerleri ve gerçek değerler Tablo 5'te, gerçek değerler ve tahmin değerlerinin grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Tahmin sonrası oluşan hata kriterleri (MAE, MSE ve MAPE) değerleri ise Tablo 6'da verilmiştir. MAPE değeri 5,29 olarak oluşmuştur. Bu değer modelin ortalama % 5,29 hata ile tahminleme yaptığını göstermektedir.

Tablo 5. Ham madde ihracatı için tahmin değerleri ve gerçek değerler

	Tahmin Değeri	Gerçek Değer
2021 Ocak	7.778.211	7.489.412
2021 Şubat	7.654.483	7.758.451
2021 Mart	8.128.662	9.245.725
2021 Nisan	9.052.274	9.510.429
2021 Mayıs	9.036.095	8.946.214
2021 Haziran	9.428.729	10.240.214
2021 Temmuz	9.842.668	8.443.514
2021 Ağustos	9.941.314	10.025.680
2021 Eylül	10.108.530	10.900.004
2021 Ekim	10.161.554	10.414.775
2021 Kasım	10.512.790	11.011.678
2021 Aralık	11.119.659	11.202.653



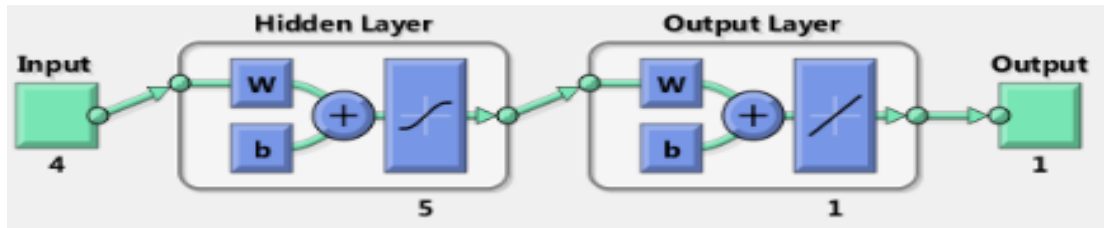
Şekil 10. Ham madde ihracatı gerçek değeri ve tahmin değerine ait grafik

Tablo 6. Ham madde ihracatı tahmini sonrası oluşan hata kriteri değerleri

MAE	MSE	MAPE
499.120,59	427.957.492.116,69	5,29

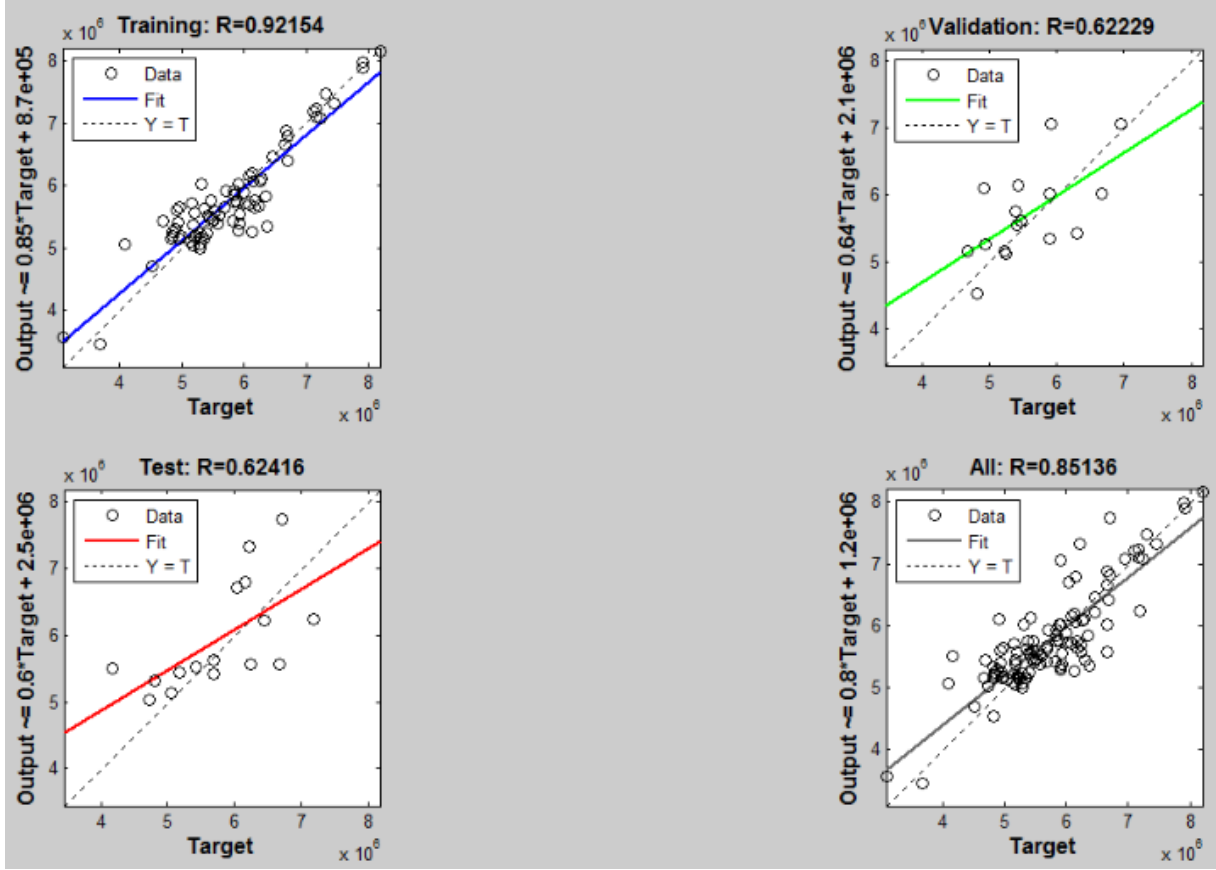
### 5.3. Tüketim Malları İhracat Değeri Tahminlemesi

Türkiye'nin tüketim malları ihracat değeri tahminlemesinde kurulan yapay sinir ağı bir gizli katman ve bir çıktı katmanı olmak üzere iki katmandan oluşmaktadır. Gizli katmanda beş, çıktı katmanında ise bir nöron bulunmaktadır. Gizli katmanda katmana doğrusal olmayan özellik kazandıran TANSIG transfer fonksiyonu, çıktı katmanında ise katmana doğrusal özellik kazandıran PURELIN transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Kurulan ağ Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Tüketim malları ihracat değeri tahminlemesi için kurulan ağ

Ağın 1000 iterasyonluk eğitimi 22 saniye sürmüştür. Ağ en iyi değeri 43. iterasyonda elde etmiştir. Gerçekleştirilen bu eğitim sonrası oluşan regresyon tablosu Şekil 12'de verilmiştir.

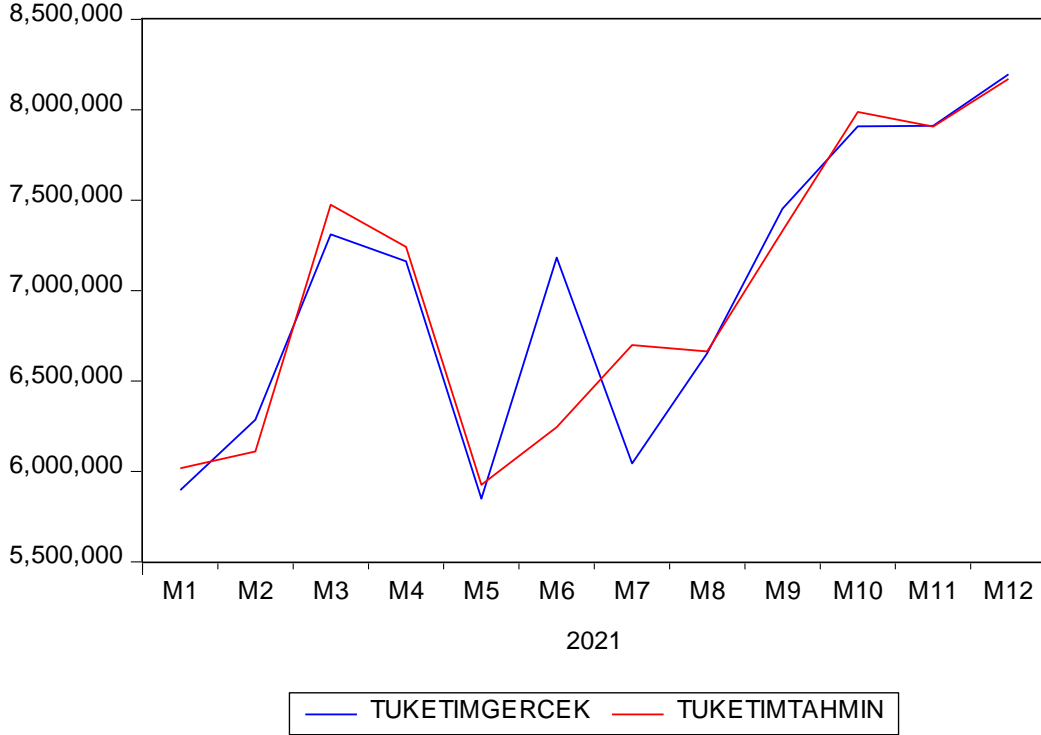


Şekil 12. Tüketim malları ihracat değeri tahminlemesi regresyon tablosu

Kurulan yapay sinir ağının ürettiği tahmin değerleri ve gerçek değerler Tablo 7’de, gerçek değerler ve tahmin değerlerinin grafiği Şekil 13’te verilmiştir. Tahmin sonrası oluşan hata kriterleri (MAE, MSE ve MAPE) değerleri ise Tablo 8’de verilmiştir. MAPE değeri 3,05 olarak oluşmuştur. Bu değer modelin ortalama % 3,05 hata ile tahminleme yaptığını göstermektedir.

Tablo 7. Tüketim malları ihracatı için tahmin değerleri ve gerçek değerler

	Tahmin Değeri	Gerçek Değer
2021 Ocak	6.016.865	5.895.383
2021 Şubat	6.109.619	6.285.424
2021 Mart	7.474.067	7.309.769
2021 Nisan	7.241.875	7.161.031
2021 Mayıs	5.924.890	5.848.955
2021 Haziran	6.244.767	7.181.869
2021 Temmuz	6.698.701	6.043.387
2021 Ağustos	6.663.598	6.652.525
2021 Eylül	7.328.975	7.452.593
2021 Ekim	7.987.817	7.908.177
2021 Kasım	7.906.600	7.910.783
2021 Aralık	8.170.926	8.195.864



Şekil 13. Tüketim malları ihracatı gerçek değeri ve tahmin değerine ait grafik

Tablo 8. Tüketim malları ihracatı tahmini sonrası oluşan hata kriteri değerleri

MAE	MSE	MAPE
204.519,46	117.912.049.705,87	3,05

Üç farklı geniş ekonomik gruba yapılan analizler sonrası her üç gruba ait MAE, MSE ve MAPE değerleri Tablo 9’da verilmiştir. Üç ihracat grubunun da verilerinin tahminlemesi sonrası oluşan MAPE değerleri 10’un altındadır. Bu bulgu, kurulan ağların hata yüzdelere % 10’dan düşük olduğunu göstermektedir. MAPE değeri % 10’dan düşük olan modeller literatürde “Çok İyi” olarak sınıflandırılmaktadırlar (İşin & Çetinkaya, 2022). Bu bağlamda kurulan her üç yapay sinir ağı modeli ve yapılan tahminlemeler “Çok İyi” olarak sınıflandırılabilir.

Tablo 9. Üç gruba ait hata kriteri değerleri

	MAE	MSE	MAPE
Yatırım Malları	107.424,41	32.471.863.225	5,11
Ham madde	499.120,59	427.957.492.116,69	5,29
Tüketim Malları	204.519,46	117.912.705,87	3,05

## 6. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

İhracat gelirlerini arttırmak ve bu hedefe yönelik doğru planlamalar geliştirebilmek ekonomi yönetimlerinin öncelikleri arasında yer almaktadır. Bu bağlamda gelecek ihracat değerlerini doğru tahminleyebilmek araştırmacıların ilgi odağında olan bir konu olmuştur. Literatürde çeşitli nicel tahmin yöntemleri ile farklı ihracat değerlerini tahminleyen çalışmalar bulunmaktadır.

Baxter ve Srisaeng (2018) yaptıkları çalışmada Avustralya’dan hava kargosu yoluyla yapılan ihracat değerini yapay sinir ağları metoduyla tahminlemiştirlerdir. Ağ 1993 – 2016 dönemi verileriyle eğitilmiştir. Çalışma sonucunda yapay sinir ağlarının Avustralya’nın yıllık hava kargo ihracat değerini tahminlemek için ideal bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular dört hata metriğine göre değerlendirilmiştir: MAE, MSE, RMSE ve MAPE. MAE değeri 4100, MSE değeri 170000000, RMSE değeri 13000 olarak, MAPE değeri ise %2,44 olarak oluşmuştur. Çalışma kapsamında kurulan model %2,44 hata oranı ile tahminleme gerçekleştirmiştir. Ayrıca Yaman Selçi ve Akgül (2020)

yaptıkları çalışmada Türkiye'nin ihracat değerlerini yapay sinir ağları yöntemiyle tahminlemiştir. Dokuz katmanlı yapay sinir ağı ile yapılan tahminleme sonucunda elde edilen bulgulara göre MAPE değeri %45,14141 olarak hesaplanmıştır. Öte yandan Eşidir ve Metin (2021) yaptıkları çalışmada Türkiye'nin domates ihracatını yapay sinir ağları yöntemini kullanarak 2020 yılının ilk yedi ayı için tahminlemiştir. Çalışmada iki gizli katmanlı yapay sinir ağı kullanılarak tahminleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre kurulan ağın yaptığı tahminlemede MAPE değeri 0,23584973 olarak oluşmuştur. Model yaklaşık olarak %23 hata ile tahminleme gerçekleştirmiştir.

Bu çalışmada yapay sinir ağları yöntemiyle geniş ekonomik grupların ihracat değerleri kurulan üç ayrı ağ ile tahminlenmiş ve sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en iyi MAPE değeri tüketim malları ihracat değeri tahminlemede 3,05 ile elde edilmiştir. Kurulan yapay sinir ağı tüketim malları ihracat değerini %3,05 hata ile tahmin etmiştir. Diğer iki geniş ekonomik grup olan yatırım malları ve ham madde gruplarının ihracat değeri tahminlemesi sonucu elde edilen MAPE değerleri birbirlerine oldukça yakın değerler olmakla birlikte yatırım malları ihracat değeri tahminlemesi daha başarılı olarak gerçekleşmiştir. Yatırım malları ihracat tahminlemesi sonucu elde edilen MAPE değeri 5,11, ham madde ihracat değeri tahminlemesi sonucu elde edilen MAPE değeri ise 5,29 olarak oluşmuştur. Elde edilen bulgular diğer çalışmalar ile kıyaslandığında, literatürde daha yüksek oranda başarılı olan ve daha düşük oranda başarılı olan çalışmalar olduğu görülmektedir.

Kurulan her üç modelde de MAPE değerleri 10'dan küçük olarak bulunmuştur. Modeller %10'dan az hatayla tahmin yaparak, başarılı tahminlemeler gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, yapay sinir ağları yöntemi Türkiye ekonomisi geniş ekonomik grupları ihracat değeri tahminlemede kullanmak için uygun bir yöntemdir. İleride yapılacak farklı ihracat değerlerinin tahminlemesi çalışmalarında yapay sinir ağları yöntemi kullanılabilir. Ayrıca çalışmada Türkiye'nin geniş ekonomik gruplarının dış ticaret verileri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda başka ülkelerin geniş ekonomik grupları ihracat değerleriyle tahminleme çalışmaları yapılarak karşılaştırmalar gerçekleştirilebilir.

## 7. Kaynakça

- Agatanovic 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. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(99\)00272-1](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(99)00272-1)
- Alam, T. (2019). Forecasting exports and imports through artificial neural network and autoregressive integrated moving average. *Decision Science Letters*, 8(3), 249-260. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2019.2.001>
- Aliahmadi, A., Jafari Eskandari, M., Mozafari, A., & Nozari H. (2013). Comparing artificial neural networks and regression methods for predicting crude oil exports. *International Journal of Information, Business and Management*, 5(2), 40-58.
- Başer, A. (2018). *OECD üyesi ülkelere yönelik Türk beyaz eşya sektörünün ihracat performansı: Türkiye'deki beyaz eşya ihracatçılarına bir model önerisi* (Tez No. 498695) [Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Baxter, G., & Srisaeng P. (2018). The use of an artificial neural network to predict Australia's export air cargo demand. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 8(1), 15-30. [http://doi.org/10.7708/ijtte.2018.8\(1\).02](http://doi.org/10.7708/ijtte.2018.8(1).02)

- Bozkurt, C. (2010). İhracat işlemlerinin değişen Gümrük ve Kambiyo Mevzuatı çerçevesinde değerlendirilmesi. *Mali Çözüm Dergisi*, (99), 189-200.
- Börühan, G. (2008). *Dünya markası geliştirme ve Türk firmaları için uygulamalar* (Tez No. 220238) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Co, H. C., & Boosarawongse, R. (2007). Forecasting Thailand's rice export: Statistical techniques vs. artificial neural networks. *Computers & Industrial Engineering*, 53(4), 610-627. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.06.005>
- Cinel, E.A., & Yolcu, U. (2021). Türkiye'deki turizm gelirlerinin dış ticaret dengesi üzerindeki etkisi: Farklı yapay sinir ağları ile elde edilen öngörülerin karşılaştırılması. *Journal of Social Sciences and Education*, 4(1), 98-118. <https://doi.org/10.53047/josse.913938>
- Çınaroğlu, E., & Avcı, T. (2020). THY hisse senedi değerinin yapay sinir ağları ile kestirimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(1), 1-20. <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.530322>
- Çimen, M. E., Kaçar, S., Güteryüz, E., Gürevin, B., & Akgül, A. (2018). Kaotik bir hareket videosunun yapay sinir ağları ile modellenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(3), 23-35. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.476156>
- Dere, A. (2009). *Yapay sinir ağları yöntemi ile sıvılaştırma analizi ve Adapazarı için örnek bir uygulama* (Tez No. 259115) [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Eck, A. (2018). Neural networks for survey researchers. *Survey Practice*, 11(1), 1-9. <https://doi.org/10.29115/SP-2018-0002>
- Ersoy, E., & Karal, Ö. (2012). Yapay sinir ağları ve insan beyni. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 188-205.
- Eşidir, K.A., & Metin S. (2021). Türkiye domates ihracatının yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi. *5th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference*, Mardin, <https://124.im/3dztuZ>
- İşin, E., & Çetinkaya, N. (2022). Endüstriyel tesislerde GES bağlandıktan sonra reaktif/aktif güç oranının YSA ile belirlenmesi. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 479-494. <https://doi.org/10.36306/konjes.1089016>
- Korkmaz, Ö., & Mahiroğlu A. (2007). Beyin, bellek ve öğrenme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 93-104.
- Kurt, A. S. (2022). Türkiye ekonomisi için ihracat ve ithalatın yapay sinir ağları ile tahmini. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 808-822. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1077683>
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E., & Çabuk Y. (2017). Yapay sinir ağları ile öngörü modellemesi: Türkiye kağıt – karton sanayi örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 99-106. <https://doi.org/10.24011/barofd.334773>
- Lancashire, L. J., Lemetre, C., & Ball Graham, R. (2009). An introduction to artificial neural networks in bioinformatics – application to complex microarray and mass spectrometry datasets in cancer studies. *Briefings in Bioinformatics*, 10(3), 315-329. <https://doi.org/10.1093/bib/bbp012>



- Özdağ, M. E., Yeşilkaya, M., & Çabuk, Y. (2017). Türkiye – Almanya mobilya dış ticaretinin yapay sinir ağları ile tahmini. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 136-143. <https://doi.org/10.24011/barofd.354497>
- Özkişi, H., & Topaloğlu, M. (2017). Fotovoltaik hücrenin verimliliğinin yapay sinir ağı ile tahmini. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(3), 247-253. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.331035>
- Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zeka'ya genel bir bakış. *Takvim – i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Palyoş, E., & Sandalcılar, A. R. (2017). TTIP'in Türk dış ticareti üzerindeki muhtemel etkilerin mal grupları bazında analizi. *Avrasya Etüdüleri*, 51(1), 153-170.
- Saydam, S. G. (2022). *Mikro ihracatta karşılaşılan sorunlar ve mikro ihracat performans ölçeğinin geliştirilmesi* (Tez No. 729535) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Sezen, S. (2008). *Türkiye'de ihracat performansını etkileyen makro değişkenlerin ekonometrik analizi* (Tez No. 241152) [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Turaç, A. (2020). *Yapay sinir ağları ile tahminleme: Türkiye'nin ihracatının tahmini üzerine bir uygulama* (Tez No. 645046) [Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi, <https://evds2.tcmb.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 29 Kasım 2022.
- Urrutia, J. D., Abdul A. M., & Atienza J. B. E. (2019). Forecasting Philippines imports and exports using Bayesian artificial neural network and autoregressive integrated moving average. *AIP Conference Proceedings*, 2192(1), 1-11. <https://doi.org/10.1063/1.5139185>
- Yaman Selçi, B., & Akgül Y. (2020). Türkiye'nin ihracat değerlerinin yapay sinir ağları ile tahmini üzerine bir inceleme. *Nicel Bilimler Dergisi*, 2(2), 29-42.