

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KRİPTO PARA TAHMİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilara ŞENOL

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Berrin DENİZHAN

Haziran 2022

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KRİPTO PARA TAHMİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilara ŞENOL

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez.....tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr.
Jüri Başkanı

Doç. Dr.
Üye

Dr. Öğr. Üyesi
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Dilara ŞENOL

10.06.2022

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca kıymetli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Doç. Dr. Berrin DENİZHAN'a ve hayatım boyunca sevgi ve saygı ile bağlı olduğum, desteklerini daima hissettiğim değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÖZET.....	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR TARAMASI.....	3
BÖLÜM 3.	
KRİPTO PARALAR.....	6
3.1. Kripto Paranın Özellikleri.....	6
3.2. Kripto Paraların Dünyadaki Durumu.....	8
3.3. Tahmin Uygulamasında Kullanılan Kripto Paralar	9
3.3.1. Bitcoin	9
3.3.2. Ethereum.....	10
3.3.3. Cardano.....	11
BÖLÜM 4.	
UYGULANACAK YÖNTEM.....	12
4.1. Regresyon Analizi	12
4.1.1. Tek değişkenli regresyon analizi	13

4.1.2. Çok değişkenli regresyon analizi.....	13
4.1.2.1. Enter metodu	15
4.1.2.2. İleri doğru seçim metodu	15
4.1.2.3. Geriye doğru eleme metodu	16
4.1.2.4. Adım adım seçme metodu.....	16
4.2. Yapay Sinir Ağları.....	17
4.2.1. Yapay sinir ağları’nın uygulama alanları	20
4.2.2. Yapay sinir ağları’nın avantajları ve dezavantajları	21
4.2.3. Biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir hücresi	22
4.2.4. YSA’ların yapılarına göre sınıflandırılması	25
4.2.4.1. İleri beslemeli ağlar	25
4.2.4.2. Geri beslemeli ağlar	26
4.2.4.3. Geri yayılım algoritması	27
 BÖLÜM 5.	
UYGULAMA	29
5.1. Regresyon Analizi ile Tahminleme	30
5.1.1. BTC Fiyat değerinin regresyon analizi ile tahmin edilmesi	30
5.1.2. ETH Fiyat değerinin regresyon analizi ile tahmin edilmesi	35
5.1.3. ADA Fiyat değerinin regresyon analizi ile tahmin edilmesi	38
5.2. Yapay Sinir Ağı ile Tahminleme	41
5.2.1. BTC Fiyat değerinin ysa ile tahmin edilmesi	47
5.2.2. ADA Fiyat değerinin ysa ile tahmin edilmesi	51
5.3. YSA ve Regresyon Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	53
 BÖLÜM 6.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	71
 KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	76

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BTC	: Bitcoin
ETH	: Ethereum
ADA	: Cardano
ETC	: Ethereum Classic
YSA	: Yapay Sinir Ağları
ANN	: Yapay Sinir Ağları
BNN	: Bayesian Sinir Ağları
SANN	: Yığılmış Sinir Ağları
SVM	: Destek Vektör Makinası
LSTM	: Uzun-Kısa Süreli Hafıza
TL	: Türk Lirası
EUR	: Euro
USD	: Amerikan Doları

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Dijital para ve kripto para arasındaki farklar	7
Tablo 4.1. Biyolojik sinir sistemi elemanları ve yapay sinir sistemindeki karşılıkları.....	24
Tablo 5.1. Bağımlı ve bağımsız değişkenler	29
Tablo 5.2. BTC için regresyon modelinin özeti	33
Tablo 5.3. BTC ANOVA tablosu.....	33
Tablo 5.4. BTC için katsayılar	34
Tablo 5.5. ETH için regresyon modelinin özeti	36
Tablo 5.6. ETH ANOVA tablosu.....	37
Tablo 5.7. ETH için katsayılar	37
Tablo 5.8. ADA için regresyon modelinin özeti	39
Tablo 5.9. Ada ANOVA tablosu.....	40
Tablo 5.10. Ada için katsayılar	40
Tablo 5.11. BTC için regresyon analizi ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi.....	54
Tablo 5.12. BTC için yapay sinir ağı ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi..	57
Tablo 5.13. BTC tahmin sonuçlarının analizi	59
Tablo 5.14. ETH için regresyon analizi ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi	60
Tablo 5.15. ETH için yapay sinir ağı ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi..	62
Tablo 5.16. ETH tahmin sonuçlarının analizi	64
Tablo 5.17. ADA için regresyon analizi ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi	65
Tablo 5.18. ADA için yapay sinir ağı ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi.	67
Tablo 5.19. ADA tahmin sonuçlarının analizi	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Kripto paralar ile ilgili kilometer taşları	7
Şekil 3.2. Ülkelere göre kripto paraların google’da araştırılması	8
Şekil 4.1. Yapay sinir ağlarının tarihsel gelişimi	19
Şekil 4.2. YSA ile gerçekleştirilebilecekler (Fyfe, 2000)	20
Şekil 4.3. Biyolojik sinir ağlarının genel yapısı	23
Şekil 4.4. Yapay sinir ağlarının genel yapısı	24
Şekil 4.5. YSA’ların yapılarına göre sınıflandırılması (Jain & Mao, 1996)	25
Şekil 4.6. İleri beslemeli bir ağ	26
Şekil 4.7. Geri beslemeli bir ağ	27
Şekil 5.1. Bitcoin’e ait regresyon analizi yapılacak veri seti	30
Şekil 5.2. Veri setine regresyon analizi uygulanması	31
Şekil 5.3. Regresyon analizi için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seçimi	31
Şekil 5.4. Regresyon analizi için istatistik bilgileri	32
Şekil 5.5. Veri seti ile ilgili çizilecek grafiklerin seçimi	32
Şekil 5.6. BTC’nin bir sonraki gün kapanış fiyatı histogram grafiği	34
Şekil 5.7. BTC’nin dağılım diyagramı	35
Şekil 5.8. Ethereum’a ait regresyon analizi yapılacak veri seti	36
Şekil 5.9. ETH’nin bir sonraki gün kapanış fiyatı histogram grafiği	38
Şekil 5.10. ETH’nin dağılım diyagramı	38
Şekil 5.11. Cardano’ya ait regresyon analizi yapılacak veri seti	39
Şekil 5.12. Ada’nın bir sonraki gün kapanış fiyatı histogram grafiği	41
Şekil 5.13. Ada’nın dağılım diyagramı	41
Şekil 5.14. Matlab’da normalize edilmiş kripto para fiyatları	44
Şekil 5.15. Nntool data manager penceresi	45
Şekil 5.16. Nntool veri yönetim ekranı	46
Şekil 5.17. YSA oluşturma ekranı	46

Şekil 5.18. Oluşturulan yapay sinir ağı modeli	47
Şekil 5.19. BTC için YSA eğitim ekranı	48
Şekil 5.20. BTC tahmin sonuçları	49
Şekil 5.21. ETH için YSA eğitim ekranı	50
Şekil 5.22. ETH tahmin sonuçları	51
Şekil 5.23. ADA için YSA eğitim ekranı.....	52
Şekil 5.24. ADA tahmin sonuçları	53
Şekil 5.25. BTC için gerçekleşen ve tahmin değerleri grafiği	54
Şekil 5.26. ETH için gerçekleşen ve tahmin değerleri grafiği	59
Şekil 5.27. ADA için gerçekleşen ve tahmin değerleri grafiği	65



ÖZET

Anahtar kelimeler: Yapay sinir ağıları, regresyon analizi, zaman serisi analizi, kripto para tahmini

Günümüzde insanlar gelirlerini arttırmak amacıyla farklı borsalarda alım-satım işlemleri yapmaktadırlar. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte kripto para borsaları da insanların daha fazla gelir elde etmek amacıyla kullandığı borsalardan biri olmuştur. Borsalarda alım-satım işlemleri yapılırken teknik ve temel analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Teknik analiz, geçmiş verilerden yola çıkarak gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etme işlemidir. Teknik analiz yapılırken çok büyük verilerle karşılaşılabilir. Bu sebeple verilerin analizi zorlaşmakta ve teknik analiz sonucu elde edilecek verilerin hatalı olma ihtimali artmaktadır. Bu durum sonucunda büyük verileri doğru analiz edemeyen yatırımcıların büyük zararlarla karşılaşma ihtimali artmaktadır.

Kripto paraların yakın gelecekte ortaya çıkması sebebiyle, kripto para fiyatının tahmin edilmesi ile ilgili literatürde çok fazla çalışma mevcut değildir. Kripto para tahmini hem yatırımcılara doğru karar almak için hem de bilimsel alanda uygulamalara açık olduğu için değerlidir. Bu sebeple bu çalışmada, kripto para hareketliliği en yüksek olan kripto paralar arasından 3 adet kripto para seçilerek fiyat tahmini çalışması yapılmıştır. Seçilen kripto paralar; Bitcoin, Ethereum ve Cardano'dur. Verilerin büyük olması sebebiyle ve karar etkenlerinin analizi açısından Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi yöntemleri ile bu kripto paraların açılış, kapanış, gün içindeki en küçük ve en büyük değerleri kullanılarak bir sonraki günün kapanış değeri tahmin edilmiştir. Sonrasında tahmini değerlerle gerçek değerler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Çalışma sonucunda Yapay Sinir Ağları ile yapılan tahmin çalışmasının Regresyon Analizi ile yapılan tahmin sonucundan daha başarılı performans sergilediği gözlemlenmiştir.

ESTIMATION OF THE VALUE OF CRYPTO CURRENCY USING NEURAL NETWORKS

SUMMARY

Keywords: Neural networks, regression analysis, time series analysis, cryptocurrency, forecasting

Today, people make purchases and sales transactions in different exchanges in order to increase their income. With the development of technology, cryptocurrency exchanges have become one of the exchanges that people use to earn more income. Technical and fundamental analysis methods are used while trading in stock markets. Technical analysis is the process of predicting future price movements based on historical data. When performing technical analysis, very large data can be encountered. For this reason, the analysis of the data becomes difficult and the probability of the data to be obtained as a result of technical analysis increases. As a result of this situation, investors who cannot analyze big data correctly are more likely to face big losses.

Due to the emergence of cryptocurrencies in the near future, there are not many studies in the literature on predicting the price of cryptocurrencies. Cryptocurrency prediction is valuable both for investors to make the right decision and because it is open to applications in the scientific field. For this reason, in this study, estimation was carried out by choosing the 3 cryptocurrencies with the highest cryptocurrency mobility. Selected cryptocurrencies; Bitcoin, Ethereum and Cardano. Due to the large size of the data and in terms of the analysis of decision factors, the closing value of the next day was estimated by using the opening, closing, smallest and largest values of these cryptocurrencies with Artificial Neural Networks and Regression Analysis methods. Afterwards, a comparison was made between the estimated values and the actual values. As a result of the study, it was observed that the estimation study made with Artificial Neural Networks performed more successfully than the estimation result made with Regression Analysis.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsan, ihtiyaçlarını karşılama arzusuyla yaşayan bir varlıktır. Tarih boyunca insanların kendi başlarına bu ihtiyaçları karşılamaları mümkün olmamıştır. Tarihin ilk zamanlarında mal alım satım işlemleri bugün olduğu kadar yaygın değildir. Üretimin ve kaynakların sınırlı olması sebebiyle insanlar, kendinde olmayan malları bir başkasından temin etmek istemiş bunun için de trampa yöntemini kullanmıştır. Başka bir deyişle, ticari değere sahip olan bir mal başka bir mal ile takas edilmiştir. Aristoteles, trampa sistemini tarihteki en eski ticaret sistemi olarak tanımlamıştır (Tekin, 2008). Trampa ekonomisi her ne kadar kolay gözükse de detaylı incelendiğinde aslında oldukça zor bir yöntem olduğu gözlemlenmektedir. Bu ekonomide birbirinin malına ihtiyaç duyan iki kişinin rastlantısı gereklidir. Ayrıca bu kişilerin takas oranında da anlaşmış olmaları gereklidir. Bu oldukça zor ve zahmetli, dolayısıyla büyük işlem maliyetleri gerektiren bir süreçtir (Kamalak, 1980).

Ticaretin ilk dönemlerinde temel gıda maddeleri, hayvanlar ve diğer mallar para olarak kullanılmıştır. Daha sonraları doğada az bulunan ve elde etmesi zor olan değerli maden külçeler para olarak kullanılmaya başlanmıştır (Keş & Turgut, 2015). Bu sayede insanlığın tümünde değer kavramı ortaya çıkmıştır. Ticaret ve ekonominin gelişmesi ve daha karmaşık hale gelmesi ile beraber başka madenler ve kağıttan üretilen paralar kullanıma girmiştir. Bu sebeple, toplumun değişen ihtiyaçları ve finansal teknolojide yaşanan gelişmeler zaman içerisinde çeşitli para formlarını ortaya çıkarmıştır. İnsanlar sınırlı olan kaynakları çeşitlendirmek ve kazançlarını arttırmak için borsalarda işlem gören döviz, altın, tahvil, hisse senedi, repo, mevduat gibi yatırım araçlarını kullanmaktadırlar. Teknolojinin hızla gelişmesiyle artıkinsanlar kripto para borsalarını da yatırım aracı olarak kullanmaya başlamıştır.

Kripto paralar, kriptografi temelli blokzinciri olarak adlandırılan bir yapı kullanılarak oluşturulan, fiziksel varlıkları bulunmayan, herhangi bir merkezi olmayan, herhangi bir otorite tarafından kontrol edilemeyen, taraflararası hızlı, düşük maliyetli ve güvenli bir para transferi sağlayan sanal paralardır (Şahin, 2018). Bu tezde analizi yapılacak olan kripto paralar Bitcoin, Ethereum ve Cardanodur. Çalışmanın üçüncü bölümünde seçilen kripto paralarla ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

Tüm borsalarda olduğu gibi kripto para borsalarında da alım-satım stratejileri belirlenirken teknik ve temel analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Teknik analiz, eğilimleri belirlemek ve piyasaların gelecekte nasıl hareket edeceğini tahmin etmek için piyasa verilerindeki modellere bakar. Temel analiz ise finansal durumu, kullanıcı topluluğunu ve varlığın gelecekte gerçek dünyada sunacağı faydayı inceleyen, büyük resmi görmeye yönelik bir yaklaşımdır (Seo & Hwang, 2018). Teknik analiz yapılırken çok büyük verilerle karşılaşmaktadır. Bu noktada yatırımcı bu verilerinin hangilerinin anlamlı hangilerinin anlamsız olduğunu bilmeden alım-satım stratejilerini belirlemek zorunda kalmaktadır. Bu durumun sonucunda hatalı strateji uygulama olasılığı artmaktadır ve yatırımcılar bu durumdan zarar görebilmektedir. Literatürde kripto para fiyatlarının tahmin edilmesiyle ilgili bilimsel çalışmaların sayısı azdır. Bu sebeple çalışmada tahmin performansı yüksek olan regresyon analizi ve yapay sinir ağları yöntemleriyle tahminleme çalışması yapılacaktır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde regresyon analizi ve yapay sinir ağları ile ilgili bilgi verilmiştir. Regresyon analizi çeşitlerinden ve çoklu regresyon analizi metodlarından bahsedilmiştir. Yapay sinir ağlarının uygulamaya alanlarından, güçlü ve zayıf yanlarından, sınıflandırılmasından ve YSA modellerinden bahsedilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde BTC, ETH ve ADA kripto paraları için açılış değeri, kapanış değeri, gün içindeki en yüksek değer ve gün içindeki en düşük değerler girdi olarak kullanılarak ertesi günün kapanış değeri tahmin edilmiştir. Regresyon analizi yöntemi IBM SPSS programı kullanılarak, yapay sinir ağları yöntemi MatlabR2021b programı kullanılarak uygulanmıştır. Sonuçlar gerçek verilerle karşılaştırılmıştır. Analiz sonrası elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılmıştır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

Kripto paraların fiyat seyrinin belirlenebilmesi yatırımcılar için oldukça önem arz etmektedir. Bu anlamda birçok matematiksel, istatistiksel ve ekonometrik modellemeler fiyat tahminleri için kullanılmaktadır. Kripto para fiyatlarının tahmin edilmesi ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelendiği zaman, bazılarında makine öğrenme yöntemleri kullanılırken, bazılarında derin öğrenme yöntemleri kullanıldığı gözlemlenmektedir.

Bilinen ilk kripto para olan Bitcoin'e ait fiyat tahmini üzerine ilk araştırmalardan biri Shah & Zhang (2014) tarafından yapılan Bayes Lineer Regresyonu modeli ile Bitcoin fiyatlarının tahminidir. 2014 yılının şubat ve temmuz ayları arasındaki Bitcoin fiyat hareketleri zaman serisi olarak alınmıştır. 200 milyondan fazla veri üzerinde k-ortalama (k-mean) kümeleme makine öğrenme yöntemi uygulanmıştır. Bu işlemi yapabilmek için güçlü bilgisayarlar kullanılmıştır. Daha sonra normalize edilmiş verilerle Python programı kullanılarak yine aynı tipte bir bilgisayarla çok daha verimli sonuçlar elde edilebileceği ortaya konmuştur. Yapılan uygulama göstermiştir ki eğer makine öğrenme sonuçlarına göre yapılacak olan yatırıma yön verilirse yatırımın değeri ikiye katlanabilir.

Almeida (2015), tarafından yapılan çalışmada geçmiş tarihlere ait fiyatları kullanıp gelecek Bitcoin fiyatını tahmin etmek amaçlanmıştır. Çalışmada yapay sinir ağı yöntemi uygulanmıştır ve Bitcoin fiyatını tahmin etmede oldukça başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Jang & Lee (2017), yaptıkları çalışmada Bitcoin fiyat değerine ait zaman serilerini inceleyerek Bayesian sinir ağlarının (BNN) tesirini ortaya koymayı hedeflemişlerdir. Ayrıca Bitcoin arz ve talebine dahil olan Blockchain bilgilerinden en ilgili özellikleri

seçip parametre oluşturarak model geliştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda Bayesian sinir ağı ile Bitcoin fiyatı zaman serisinin modellenmesi ve tahminini diğer doğrusal ve doğrusal olmayan modeller ile karşılaştırmışlar ve BNN'nin Bitcoin fiyatına ait zaman serilerini tahmin etmede ve son Bitcoin fiyatının yüksek volatilitelerini açıklamada iyi bir performans sergilediğini ortaya koymuşlardır.

Amjad & Shah (2017), yaptıkları çalışmada geçmiş verilerden faydalanarak gelecek fiyatları tahmin etmede matematiksel bir algoritma oluşturmuşlardır. Oluşturdukları algortmada Bitcoin fiyatının artması, azalması ve değişmediği varsayımı olacak şekilde üç durumu göz önünde bulundurmuşlardır. Bitcoin fiyatına ait tahmin sonuçları doğruluk oranının söz konusu yöntem sayesinde yüksek olduğunu göstermişlerdir. ARIMA yöntemi ile karşılaştırdıklarında daha doğru sonuçlara ulaştıklarını göstermişlerdir.

Gencer (2017), yaptığı uygulamada Bitcoin fiyatını yapay sinir ağları ile tahmin etmeyi hedeflemiştir. Çalışmanın sonucunda Bitcoin kapanış fiyatını 2018 Mayıs ayı ortalaması için \$8955 olarak tahmin etmiştir. Fakat, araştırmada kullanılan örneklem sayısının yetersiz olmasından sebep, elde edilen tahmin sonuçları başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Catania vd. (2018), yapılan çalışmada en yüksek işlem hacmine sahip kripto paralardan olan, Bitcoin, Litecoin, Ripple ve Ethereum'un fiyatlarını tahmin etmek için tek değişkenli ve çok değişkenli modellerin karşılaştırmasını yapmışlardır. Sonuç olarak, tek değişkenli modellere ait gerçek değerler ile tahmin değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar olduğunu göstermişlerdir.

McNally (2018), yaptığı çalışmada Bitcoin fiyatının USD cinsinden hangi yöne gideceğini tahmin etmeyi amaçlamıştır. ARIMA ve derin öğrenme yönteminin zaman serileri tahminindeki başarısını karşılaştırmış ve çalışma sonucunda doğrusal olmayan derin öğrenme yöntemlerinin ARIMA yöntemiyle yapılan tahminden daha iyi performans gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Lahmire & Bekiros (2019), çalışmalarında en büyük işlem hacmine sahip para birimleri arasında üç dijital para biriminin, yani Bitcoin, Digital Cash ve Ripple'ın fiyat değerlerini geçmiş verilerin ışığında tahmin etmek için derin öğrenme yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda derin öğrenmenin, kripto para birimi piyasalarının doğal kaotik dinamiklerini tahmin etmede oldukça başarılı performans gösterdiği çıkarımına ulaşmışlardır.

Mudassir vd. (2020), çalışmalarında 2013-2019 arasındaki Bitcoin fiyat verisi ile Yapay Sinir Ağları (ANN), Yığılmış Sinir Ağları (SANN), Destek Vektör Makinası (SVM) ve Uzun Kısa-Süreli Hafıza (LSTM) makine öğrenme yöntemleri ile fiyat hareket yönü tahmini yapmışlardır. Günlük tahminlerde SANN iyi sonuç verirken, kısa vadeli tahminlerde SVM, uzun vadeli tahminlerde ise ANN ve LSTM'nin daha iyi doğruluk sonucuna ulaştığı gözlemlenmiştir.

BÖLÜM 3. KRIPTO PARALAR

Kripto paralar, teknolojideki hızlı gelişmeler ile beraber ortaya çıktığı ilk günden bugüne dek hızlı bir şekilde gelişim göstererek işlem görmeye başlamıştır. Bu bölümde kripto paralar ile ilgili detaylı bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Kripto Paranın Özellikleri

Crypto ve currency sözcüklerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş olan crypto currency deyimi kripto(şifreli) para anlamına gelmektedir.Kripto para; internet aracılığıyla kullanılan, herhangi bir merkezi otoriteye ya da aracı kuruma bağlı olmayan, sanal para birimini ifade etmektedir.Kripto paralar ancak belirli şifreler kullanılarak yerleştirildiği sanal cüzdanlardan yine şifreler aracılığıyla çıkarılıp kullanılabilirdiği için bu adı taşımaktadır.Kripto para birimleriyle kişiler ya da kurumlar tıpkı gerçek parayla yaptıkları gibi harcama ya da yatırım yapabilirler (Çetinkaya, 2018).

Günümüzde bugün itibariyle iki binden fazla kripto para çeşidi vardır.Bu paralardan bazıları şunlardır; Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin, Dash, Monero, Neo, Nem vb. Sanal para olmalarının sebebi yalnızca bilgisayar sisteminde kayıtlı olmalarından kaynaklıdır.Yani bu paralar Euro, Dolar, Sterlin, Türk Lirası gibi basılı halde fiziksel olarak bulunmamaktadır.Aynı zamanda bu paralar gibi maden değerinden ya da devlet itibarıyla kaynaklanan bir değeri yoktur.Kripto paraların değeri, kullanıcıların onu bir emtia gibi görmelerinden kaynaklanmaktadır.Piyasadaki anlık arz ve talep koşullarına göre değeri belirlenmektedir (Eğilmez, 2017).

Kripto paraların miktarıyla piyasaya hangi şekilde ve ne zaman arz edileceği sistem kurulurken belirlenmektedir. Herhangi bir hükümet, kurum ya da kuruluş kripto para

üretmemektedir ve başkalarının sahip olduğu kripto paralara da el koyamamaktadır. Kripto paraların korunması ve transferinde sistemin güvenilir olması gerektiğinden dolayı gönderici ve alıcı haricinde üçüncü bir kişi ya da aracı bulunmamaktadır (Çarkacıoğlu, 2016).

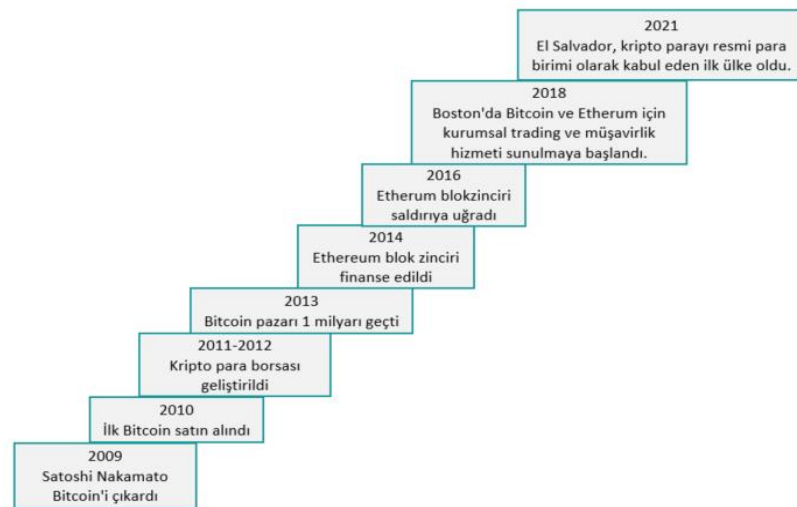
Kripto paralar, yüksek güvenlik gerektirdiğinden bankacılık gibi alanlarda da kullanılan blockchain(blok-zincir) teknolojisiyle saklanmaktadır. Blockchain ağında, şifrelenmiş işlemler hiçbir merkeze bağlı olmadan takip edilir. Bu sistemdeki alışverişlerin tamamı kayıt altındadır (Alptekin, 2017).

Tablo 3.1.'de dijital paralar ile kripto paralar arasındaki farklardan bahsedilmiştir.

Tablo 3.1. Dijital para ve kripto para arasındaki farklar

Dijital paralar	Kripto paralar
Merkezi yapı	Merkeziyetsiz yapı
İşlemler açık	İşlemler gizli
Dalgalanma az	Dalgalanma fazla
Fiziki cüzdan	Sanal cüzdan
Siber saldırılara karşı daha zayıf	Siber saldırılara karşı çok güçlü
Yasal düzenlemelere tabii	Az sayıda ülke tarafından düzenlemeye tabi

Şekil 3.1.'de kripto para borsasındaki önemli gelişmeler yer almaktadır.



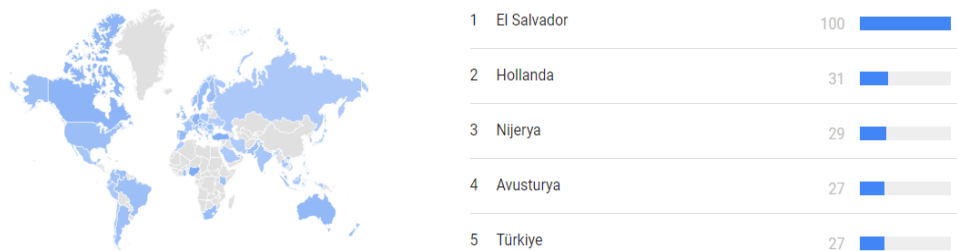
Şekil 3.1. Kripto paralar ile ilgili kilometre taşları

3.2. Kripto Paraların Dünyadaki Durumu

Kripto paraların Y kuşağının yatırımcı olarak piyasaya girişi ile birlikte her geçen gün popülaritesini artırmasıyla özellikle Afrika ve Asya'da yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Dünyanın en büyük 74 ekonomisi olan Avrupa, Amerika, Asya ve Afrika ülkeleri üzerinden yapılan bir araştırmada, Nijerya yüzde 33 kripto para kullanımıyla ilk sırada yer almıştır. Vietnam yüzde 21 ile 2'nci, Filipinler yüzde 20 ile 3'üncü sırada yer alırken Türkiye yüzde 16 ile dünyada 4'ncü, Avrupa'da ise ilk sırada yer almıştır. ABD merkezli banka Union Bank da ayrıca Filipinlerin önemli şehirlerinden Makati'de, kripto para birimlerinin ülkedeki ana akıma nasıl yavaş yavaş girdiğini gösteren bir Bitcoin ATM'si kurmuştur.

Afrika ve Güneydoğu Asya'daki ülkelerin yoğun ilgi gösterdiği kripto paralara Latin Amerika ülkeleri de büyük rağbet göstermektedir. Peru, yüzde 16 kripto para kullanımıyla Türkiye'nin ardından 5'inci sırada yer alırken Brezilya, Kolombiya, Arjantin, Meksika ve Şili de kripto para kullanımında ön sıralardadır. Orta Avrupa ve Britanya ülkelerinin pek fazla rağbet göstermediği kripto paralara Türkiye'den sonra en çok ilgi gösteren Avrupa ülkeleri yüzde 11 ile İsviçre ve Yunanistan olmuştur. Yapılan çalışmada 74 ülke içerisinde en az kripto para kullanan ülkeler ise yüzde 4 ile Japonya ve Danimarka olmuştur.

Google aramaları incelendiğinde, kripto para ile ilgili en çok araştırma yapan ülkeler Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Ülkelere göre kripto paraların google'da araştırılması

3.3. Tahmin Uygulamasında Kullanılan Kripto Paralar

Bu kısımda tez uygulmasında kullanılacak kripto paralar hakkında bilgi verilecektir. Çalışmada piyasa değeri yüksek olan kripto paralar arasından popülerliğe ve işlem hacmine göre 3 adet kripto para seçilmiştir. Bu kripto paralar; Bitcoin, Ethereum ve Cardano'dur.

3.3.1. Bitcoin

Bitcoin 2009 yılında Satoshi Nakamoto adıyla bilinen kişi ya da kişiler tarafından çıkarılmıştır. Bu isim Nakamoto'nun sanal ismidir, gerçek kimliği hala bilinmemektedir. Bu uygulamanın bir parçası olarak ayrıca ilk blok zinciri veritabanını tasarlamıştır. Aralık 2010'a kadar Bitcoin'i geliştirmeye devam etmiştir.

Bitcoin, dijital para ekonomisini oluşturan kavramlar bütünüdür. Açık kaynak kodlu yazılımlardan oluşur. Tamamen dijital olup fiziki temsiline gerek yoktur. İşlem maliyetlerinin düşük olması, küresel olarak kullanılabilmesi, finansal özgürlük sağlaması, her geçen gün kullanım alanlarının artması, güvenli ve anonim olarak değer saklama aracı olarak görülmesi Bitcoin'in popülerliğini her geçen gün arttırmaktadır. Bitcoin yeni sanal bir ekonomiye doğru sınırları zorlamaktadır. Bitcoin, resmi veya özel herhangi bir kurum ya da kuruluşun ihracını gerçekleştirmediği ve yine hiçbir resmi veya özel bir kurum ya da kuruluş tarafından güvence verilmeyen bir sanal para birimidir (Sönmez, 2014).

Bitcoin arzı, merkezi olmayan küresel ağdaki gönüllü bilgisayarların işlemci güçleriyle yapılır. Açık kaynak kodlu madenci yazılımını çalıştırarak bu ağa dahil olan herkes isterse madenci olabilir ve Bitcoin üretebilir. Bitcoin'ler madencilik olarak adlandırılan, transfer işlemleriyle uğraşırken karışık bir matematik problemini birbirleriyle yarışarak çözen madenciler aracılığıyla arz edilir. Problemi çözen madenci belli bir miktar BTC ile ödüllendirilir. Problem git gide zorlaşır ve madencilere verilen ödül yaklaşık olarak dört yılda bir yarıya iner. Maksimum BTC sayısı 21.000.000 ile sınırlıdır. Hiçbir şahıs, hiçbir otorite bu sisteme dışarıdan para

arz edemez. Oysa ki kağıt banknotlar halindeki fiziki paralar merkezi otoriteler tarafından basılar ve istenildiği zaman para arzı sağlanır. BTC sistemi 21.000.000 Bitcoin üretebilecek şekilde sınırlandırılmıştır. Bitcoin'in 21.000.000 milyon sınırına ulaşması için 100 yıldan fazla bir süre öngörülmektedir (Çarkacıoğlu, 2016).

Kullanıcı sayısı, işlem hacmi, piyasa kapitalizasyonu açısından bakıldığında alanında öncü ve bilinirliği en yüksek olan kripto para birimidir (Gültekin & Bulut, 2016). Bu sebeple kripto para piyasası denildiğinde akla ilk gelen kripto para birimidir ve değeri yakından takip edilerek yatırımcıların ilgisini çekmektedir. Esasında Bitcoin, işleyiş bakımından euro, dolar, sterlin gibi para birimleri ile aynı mantığa sahiptir. Başka bir para birimi ile Bitcoin alım ve satımı yapılabilir (Teker, Konuşkan, Ömürbek, & Bekçi, 2017).

Bitcoin, 8 basamağa kadar bölünebilir, yani 0,00000001 Bitcoin'lik bir işlem yapmak mümkündür. En küçük birim Satoshi olarak adlandırılır. Başka bir söylemle 100000000 Satoshi 1 BTC'dir. Bitcoin'in temel aldığı yöntemler oldukça teknik içerikli olsa da kullanımı kolaydır. Cüzdan uygulamalarından herhangi birini yükleyip Bitcoin alıp satmaya hemen başlanabilir. Bitcoin cüzdanları, şahısların sahip olduğu Bitcoinleri saklayan ve üzerinde işlem yapılmasına imkan sağlayan uygulamalardır. Bitcoin istenildiği zaman TL, USD, Euro veya herhangi bir para ile takas edilebilir. Dijital olmayan paraların kullanımında olduğu gibi, Bitcoin'de de yatırımcılar ürün veya hizmet alıp satabilir, ya da başka bir Bitcoin yatırımcısına para aktarabilir. Bu ağ sayesinde Bitcoin alıp satabilir ve takas yapabilirler.

3.3.2. Ethereum

Ethereum, merkeziyetsiz ve açık kaynak kodlu bir blok zinciridir. Ethereum blok zincirinin kurumsal kripto para birimi ise Ether'dir. Ether, kısa adıyla ETH, Bitcoin'den sonra en büyük piyasa değerine sahip sanal para birimidir (Karataş, 2018).

Ethereum, 2013 yılının sonlarında kripto para araştırmacısı ve programcısı Vitalik Buterin tarafından yeni nesil bir blok zinciri olarak önerilmiştir. Ethereum'un geliştirilmesi için gereken maddi kaynak 2014 Temmuz ve Ağustos aylarında kitle fonlaması yöntemiyle internet üzerinden toplanmıştır. Ethereum, 30 Temmuz 2015'te, 11.9 milyon sanal birime karşılık gelecek şekilde "ön madencilik" yöntemiyle hayata geçirilmiştir.

2016 yılında Ethereum 2 farklı blok zincire ayrılmıştır. Yeni oluşan versiyon Ethereum (ETH) olarak bilinmekteyken platformun özgün sürümü ise Ethereum Classic (ETC) olarak yoluna devam etmiştir. ETH, BTC sisteminin 21.000.000 Bitcoin üretebilecek şekilde sınırlandırılması gibi bir kısıtlamaya sahip değildir.

3.3.3. Cardano

Cardano, akıllı sözleşmeler için halka açık bir blockchain platformu çalıştırmayı amaçlayan bir kripto para birimi ağı ve açık kaynaklı bir projedir. Cardano'nun dahili kripto para birimine ADA denir (Buğan, 2021). ADA sistemi 45.000.000.000 Cardano üretebilecek şekilde sınırlandırılmıştır.

Platform, 2015 yılı itibariyle geliştirilmeye başladı ve 2017 yılında Ethereum ve Bit Shares'in kurucularından Charles Hoskinson tarafından başlatıldı. Platform adını Gerolamo Cardano'dan ve kripto para birimiye adını Ada Lovelace'dan almıştır (Fajria & Mahananto, 2022).

Cardano, akademisyen ve mühendislerden oluşan bir ekip tarafından geliştirilmiş ve tasarlanmıştır (Houben & Snyers, 2018).

BÖLÜM 4. UYGULANACAK YÖNTEM

Bu çalışmada tahmin performansları başarılı olduğu için yapay sinir ağları ile birlikte regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu bölümde yöntemler ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

4.1. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, aralarında neden-sonuç ilişkisi bulunan en az iki (basit regresyon) ya da daha fazla değişken (çoklu regresyon) arasındaki ilişkinin denklem ifadesiyle belirleme tekniğidir. Bu denklemin ilişkinin yönü ve derecesi hakkında net bir bilgi sağlanmadığı ileri sürülünce kolerasyon analizine ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır. Bu denklemini kullanarak bağımlı değişken hakkında tahminler ya da çıkarımlar yapabilmek amacıyla sıkça başvurulanan bir istatistiksel analiz tekniğidir (Orhunbilge, 2010). Böylece regresyon analiziyle aynı zamanda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki yapısal ilişkiler de ortaya konmuş olur. Literatürde bağımsız değişkenler yer yer açıklayıcı değişkenler veya tahmin değişkenleri olarak, bağımlı değişkenler ise sorumlu değişkenler olarak da adlandırılmaktadır.

Basit ya da çoklu regresyon modeli kurulduktan sonra, modelin yeterli olup olmadığının kontrolü bu analizin en önemli kısmıdır. Kurulan modelin doğruluğunu garanti etmek ve en küçük kareler regresyon analizinin tüm varsayımlarını sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek gerekmektedir. Modelin yeterliliğini ölçmek için genellikle varyans analizi ve çoklu determinasyon katsayısından (R^2) yararlanılır. Modelin istatistik açıdan yeterli olduğunu ispatlayabilmek için ayrıca t testleri ile araştırılması da gerekmektedir.

Bir tane bağımsız değişkenin var olduğu model tek değişkenli regresyon analizi, birden fazla bağımsız değişkenin var olduğu model de çok değişkenli regresyon analizi olarak isimlendirilir.

4.1.1. Tek değişkenli regresyon analizi

Tek değişkenli regresyon analizi, bir adet bağımlı değişken ve bir adet bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen analiz yöntemidir. Bu analizle bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ifade eden bir doğru denklemi formüle edilmektedir. Bu doğrunun hesaplanması en küçük kareler yöntemiyle yapılmaktadır (Ural, 2005).

Regresyon analizinin sonuçları yorumlanırken, en çok yapılan yanlış yorum regresyon analizinde x bağımsız değişkeninin y bağımlı değişkenine sebep olduğu yorumudur. Çünkü bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimi açıklayabiliyor oluşu, ona sebep olduğunu ispatlamaz. Bir başka deyişle, bağımlı değişken ve bağımsız değişken arasında pozitif ya da negative bir ilişkinin var olması her zaman bağımsız değişkenin bağımlı değişkenin sebebi olduğu sonucunu doğurmayacaktır. İki değişken arasında bir ilişkinin olması için sebepsellik zorunlu değildir. İlişki olmasının sebebi belki de iki değişkenin üçüncü bir değişkenle olan ortak ilişkilerinden kaynaklanıyor olabileceği gibi, söz konusu ilişki tamamıyla tesadüfi olarak da oluşmuş olabilir.

Regresyon analizinin sonuçları yorumlanırken sebepsellik ve ilişkisellik birbiriyle karıştırılmamalıdır. Regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişkinin derecesi ve yapısıyla ilgilenmektedir.

4.1.2. Çok değişkenli regresyon analizi

Çok değişkenli regresyon analizi, bir adet bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen analiz yöntemidir. Çok değişkenli regresyon analizinde bağımsız değişkenler aynı anda yani eş zamanlı olarak bağımlı

değişkendeki değişimi açıklamaya çalışmaktadır. Hesaplama ve yorumlama anlamında tek değişkenli regresyon analizine benzerlik gösterir. Farklı olarak çoklu regresyon analizinde regresyon katsayısı R (multiple R) bir bağımlı değişkende gerçekleşen değişim ile eş zamanlı olarak ele alınan birden fazla bağımsız değişkendeki değişim arasındaki ilişkinin yapısını ve derecesini göstermektedir. Daha basit bir söyleyişle, bağımlı değişkenle beraber ele alınan bir grup bağımsız değişkendeki değişimin ilişkisini ortaya koymaktadır (Güneri & Apaydın, 2004).

Çoklu regresyon modelinde de tıpkı tekli regresyon modelinde olduğu gibi katsayılar hesaplanırken bağımsız değişkenlerin ortalamadan sapmaları kullanılmaktadır. Regresyon katsayıları hesaplanıp tahmin modeli kurulduktan sonra, belirlilik katsayısı olan R^2 hesaplanır. Bu sayede modelin ne kadar anlamlı olduğu ve katsayıların uygunluğu gözlemlenmiş olur. R^2 belirlilik katsayısı çok değişkenli regresyon modellerinde genellikle tek başına yeterli değildir. Çünkü çoklu regresyon modelleri için denkleme yeni bir değişken eklendiği durumlarda R^2 genelde yükselir. Bu sebeple anlamlı bir test yapabilmek için düzeltilmiş R^2 'nin hesaplanması gerekmektedir (Tolon & Tosunoğlu, 2008).

Tekli regresyon modellerinde olduğu gibi çoklu regresyon modellerinde de belirlilik katsayısı 1'e ne kadar yakınsa mevcut model o kadar anlamlıdır. Modelde tahmin edilen katsayıların güvenilirliği standart hata ve varyansın küçüklüğüne bakılıp test edilebilir. Bu bize gerçek değerler ile tahmin değerlerinin uygunluğu hakkında fikir verir.

Regresyon modelindeki bağımsız değişkenlerin katsayıları, modelin anlamlılığı, modelin gücü ve durumu hakkında bilgi verir fakat bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvetini ve yönünü göstermemektedir. Bu sebeple korelasyon analizi ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçmemiz gerekmektedir.

Çok değişkenli regresyon analizi, ekonomi alanında özellikle zaman serisi analizlerinde oldukça sık kullanılır. Ekonomik modeller, genelde birden fazla sebebin

sonucudur. Ekonomik değişkenleri etkileyen faktörlerin tespit edilmesinde ve geleceğe dair tahminler yapılması konusunda kullanım alanı mevcuttur. Ayrıca çok değişkenli regresyon analizi sosyal bilimler ve işletmecilik alanlarında da kullanılmaktadır. Bu alanlarda çok sayıda değişken bir araya gelerek bir diğer değişkeni etkileyebilmektedir. Sosyoloji ve psikoloji gibi bilim dallarında davranışsal hareketlerin tespit edilmesinde ve bu konuda çıkarımlarda bulunulmasında kullanım alanı bulmaktadır (Martínez, Charte, Frías, & Martínez-Rodríguezb, 2021).

Çoklu regresyon analizinde değişkenler seçilirken bazı yöntemler kullanılmaktadır. Değişken seçimindeki asıl amaç, modelde olması gereken faktörlerin ya da değişkenlerin belirlenmesidir. Değişken seçimi, çoklu regresyon analizinde analize bağımsız değişkenin nasıl dâhil edileceği ile ilgilidir (Urgancı, 2012).

Bu çalışmada regresyon analizi yapılırken enter metodu kullanılmıştır. Aşağıda bazı analiz yöntemlerinden bahsedilmiştir.

4.1.2.1. Enter metodu

Enter metodunda bütün bağımsız değişkenler modele bir blok olarak tek adımda girilip değerlendirilir. Bütün değişkenlere ait katsayıların önemi tek adımda istatistiksel olarak kararlaştırılır ve herhangi adımsal bir işlem yoktur.

4.1.2.2. İleri doğru seçim metodu

İleriye doğru seçim yönteminde analize sadece sabit terimin olduğu denklemler başlanır ve değişkenler modele teker teker eklenir. Bağımlı değişken ile en yüksek negatif ya da pozitif kolerasyonu olan bağımsız değişken ilk aşamada modele dahil edilmektedir. Daha sonra girilen değişkenin karsayısının olduğu hipotezi F testi ile yoklanır. Elde edilen değer ile öngörülen F değeri karşılaştırılır. Eğer elde edilen F değeri bu ölçütlere eşit veya küçükse, o bağımsız değişken regresyon değerlendirmesine alınır ve seçim ileri doğru devam eder; büyükse işlem orada durdurulur. Bir değişken seçilip işleme alındığında, geride kalan bağımsız

değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki korelasyonlara bakılır ve en yüksek korelasyona sahip bağımsız değişken bir sonraki aday olur. Bu, aynı zamanda en geniş F değerine sahip değişkenin de seçimi olur (Ergün, 1995).

Skor istatistiği değişkenler modele alınırken, olabilirlik oranının olasılığı da değişkenler modelden çıkarılırken dikkat edilmesi gereken bir konudur.

4.1.2.3. Geriye doğru eleme metodu

İleriye doğru seçim metodunun aksine, ilk aşamada model içine tüm değişkenler dahil edilir. Daha sonraki aşamalarda her defasında bir adet olmak üzere en düşük kısmi F değerine sahip olan bağımsız değişken modelden çıkarılarak işleme devam edilir. Çıkarılan değişkenin katkısı her seferinde test edilir ve istatistiki olarak önemli ise çıkarılma işlemi gerçekleştirilmez ve işlem orada durdurulur.

Bu yöntemde amaç, bağımlı değişkenine etkisi olabilecek bağımsız değişkenlerin neler olduğu teorik olarak belirledikten sonra, bunlar arasından birbiriyle ilişkileri olmayan ve bağımlı değişkeni en çok etkileyen değişkenleri seçmektir. Adımsal seçim yönteminin en önemli yararı, çoklu doğrusal bağlantı sorununa çözüm getirmesidir. Seçimler yüksek korelasyondan düşügedoğru yapılır. Yani adım adım seçmede, hem ileri doğru seçme hem de geriye doğru eleme işlemleri yapılır. Bağımsız değişkenler ölçütlere uyarsa regresyon analizine başlanır (Ergün, 1995).

4.1.2.4. Adım adım seçme metodu

Bu yöntemde amaç, bağımlı değişkenine etkisi olabilecek bağımsız değişkenlerin neler olduğu teorik olarak belirledikten sonra, bunlar arasından birbiriyle ilişkileri olmayan ve bağımlı değişkeni en çok etkileyen değişkenleri seçmektir. Adımsal seçim yönteminin en önemli yararı, çoklu doğrusal bağlantı sorununa çözüm getirmesidir. Seçimler yüksek korelasyondan düşügedoğru yapılır. Yani adım adım seçmede, hem ileri doğru seçme hem de geriye doğru eleme işlemleri yapılır. Bağımsız değişkenler ölçütlere uyarsa regresyon analizine başlanır (Ergün, 1995).

4.2. Yapay Sinir Ağları

İnsana yön veren, hayatta kalmasını sağlayan beyin, olağanüstü bir şekilde organize edilmiş işlem yapısıyla bilim insanlarını her defasında hayrete düşürmüştür. Bu sebepten geçmişte olduğu gibi gelecekte de taklit edilmesi ilgi çeken konulardan biri olacaktır. Bilim insanları son 50 yılda beynin işleme fonksiyonunu incelemek, yapısını taklit ederek özelliklerini kopyalamak için birçok çalışma yapmıştır (Arena, Fortuna, Muscato, & Xibilia, 1998).

Yapay sinir ağları, isminden de anlaşılacağı gibi canlıların vücudundaki sinir sisteminden etkilenerek bilgiyi iletme ve işleme amaçlı geliştirilen, bilgisayarların olayları öğrenmesini sağlayan bir tekniktir. Tıpkı Bulanık Mantık ve Genetik Algoritmalar gibi diğer yapay zeka kavramları altında değerlendirilen sistemler gibi canlı hücrelerin biyolojik ve düşünce özelliklerinin matematiksel modellemesine dayanır. Öğrenme becerisi sayesinde, karmaşık sistemlerin modellemesinde önemli bir yeri vardır. Öğrenme becerisi farklı öğrenme algoritmalarıyla sağlanabilir. Öğrenmenin gerçekleşebilmesi için bir eğitim sürecine tabi tutulmaları, geleneksel yöntemler ile aralarındaki farklardan biridir (İzgi, Öztopal, Yerli, Kaymak, & Şahin, 2012).

YSA'nın insan beyni fonksiyonlarına benzerlik gösterecek şekilde öğrenme, ilişki kurma, sınıflandırma, özellik belirleme, optimize etme ve genelleme gibi uygulama alanları vardır. Sinir ağları insane beynine her ne kadar benzerlik gösterse de, onu modellemek için tasarlanmamıştır. Problem çözme ve bilgi mühendisliği için insana benzer bir yolla faydalı modeller olmaları hedeflenmektedir. İnsan beyni daha karmaşıktır ve bilişsel fonksiyonlarının birçoğu hala tam olarak bilinmemektedir. Fakat insan beyni ne kadar fazla öğrenirse o kadar iyi hesaplama modelleri geliştirilir ve pratikte kullanılmaya başlanır. Bu sebeple, insan beyninin temel özelliklerine bilgi işleme bakış açısından bakmak ve bu özelliklerin yapay sinir ağlarında ne ölçüde gerçekleştirildiğini ölçmek için uğraşılır (Kasabov, 1996).

Bir yapay sinir ağı, biyolojik sinir ağları ile ortak belli başlı performans kriterlerine sahip bir bilgi işleme sistemidir. YSA, sinirsel biyolojinin matematiksel modellerinin genelleştirilmesi olarak geliştirilmiştir. Aşağıdaki varsayımlara dayanmaktadır (Yadav & vd, 2015).

Bilgi işleme işlemi, nöron adı verilen birçok basit bağlantıda gerçekleşir. Sinyaller bağlantı linkleri üzerinden nöronlar arasında iletilir. Her bir bağlantı hattı, tipik sinir ağı içinde iletilen sinyali çarpan ilişkili bir ağırlığa sahiptir. Her nöron, çıkış sinyalini belirlemek için girişe bir aktivasyon fonksiyonu uygular.

Birçok nöron arasındaki muntazam işbirliği geleneksel hesaplama yapılarında karşılığı bulunmayan farklı özelliklerin ortaya çıkmasına sebep olur. Bu özellikler şunlardır (Arena, Fortuna, Muscato, & Xibilia, 1998).

- a) Sağlamlık ve hata toleransı: Birçok nöron beyin verimliliğini çok fazla etkilemeden her gün ölür.
- b) Esneklik: Çevreden öğrenme yeteneğinden kaynaklanan uyum için büyük bir kapasiteye sahiptir.
- c) Veri birleştirme yeteneği: Farklı bilgi türleriyle eşzamanlı olarak uyum sağlayabilir.
- d) Yüksek sayısal hassasiyeti olan bilgileri gerektirmez: Bulanık veya gürültülü olabilir.

Yapay Sinir Ağlarının öğrenme şekli insana benzerdir. Öğrenme işlemi, YSA'yı örüntü tanıma veya veri sınıflandırma gibi belirli bir uygulama için yapılandırır. Biyolojik sistemlerde öğrenmek, YSA'lar için de geçerli olan nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıları ayarlamayı gerektirir (Terzic, Terzic, Nagarajah, & Alamgir, 2012).

Gelişmekte olan bir nöron plastik beyin ile eş değerdir. Plastik olma özelliği, gelişmekte olan sinir sisteminin çevresine uyum sağlamasını sağlar. Plastiklik, insan beynindeki bilgi işleme birimleri olarak nöronların işleyişi için gereklidir, bu sebeple

yapay nöronlardan oluşan sinir ağları ile yapılır. En genel anlamda bir sinir ağı, beynin belirli bir görevini gerçekleştirme biçimini modellemek amacıyla tasarlanmış bir makinedir. Dijital ortamda yazılımlarla simüle edilir (Haykin, Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall International, 1999).

Sinir ağlarına ilgi duyulmasının tarihsel anlamda iki sebebi vardır. Birincisi insan beyninin çalışma prensiplerini anlama isteğidir. İkincisiyse ardışık çalışan, programlanabilir bilgisayarlar için karmaşık görevler yapabilen makinaları üretebilme isteğidir (Mueller, 1995).

Yapay zeka ile ilgili ilk araştırmalar, önermeler mantığı konusunda çalışmalar yapan McCulloch ve Pitts tarafından yapılmıştır. Nöron mantığıyla Yapay Sinir Ağları'nın öğrenme yeteneklerini edinebileceklerini göstermişlerdir. Fonksiyonları sadece “ve” “veya” mantıksal operatörlerini kullanarak modellemeye çalışmışlardır. (Crone, 2004) Hebb, Edmonds, Minsky, Shannon, Mc Carthy ve Rochester gibi bilim insanlarının araştırmaları daha sonraki Yapay Sinir Ağları çalışmalarına yol gösterici olmuştur. Simon ve Newell ilk kuram ispatlayan programlarını ileri sürmüşler ve tanıttıkları Fiziksel Simge Varsayımı, insandan bağımsız yapay zeka sistemleri ile uğraşanların başlangıç noktaları olmuştur (Saraç, 2004).

Şekil 4.1.'de Yapay Sinir Ağlarının tarihsel gelişimi gösterilmektedir.



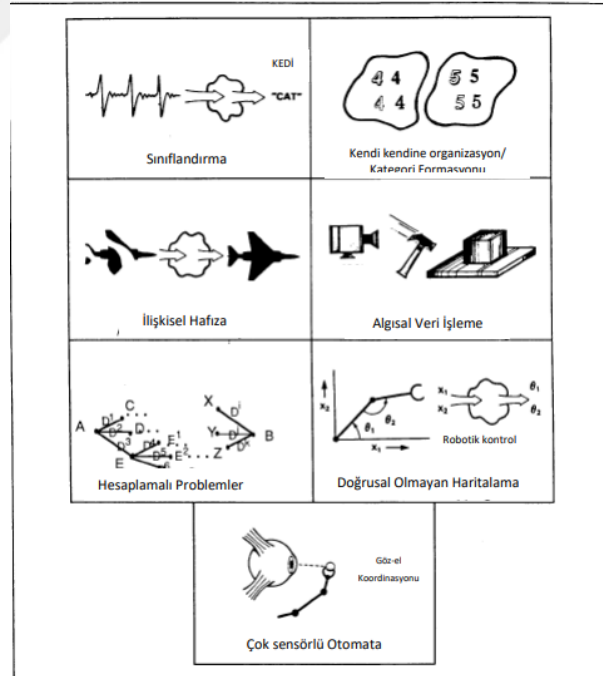
Şekil 4.1. Yapay sinir ağlarının tarihsel gelişimi

Minsky ve Papert 1969 yılında yayınladıkları “Perceptron” adlı kitaplarında tek katmanlı yapay sinir ağlarının Excluisse OR(XOR) problem gibi çok basit problemleri çözümleyemeyeceklerini göstermelerinden sonra Yapay Sinir Ağları çalışmaları yavaşlamış. Fakat sonrasında Amari, Anderson, Arbib, Broomhead, Fukushima,

Grossberg, Hoppfield, Kohonen, Little, Lowe, Malsburg, Parker ve Werbos gibi bilim insanlarının çalışmaları sayesinde YSA geliştirilmiş ve bugünkü halini almıştır. Rumelhart ve McClelland'ın çok katmanlı ağlar için geliştirdikleri Geri Yayılım Algoritmasını (Back-Propagation) kullanan Parker ve Werbos'un çalışmalarıyla 1986 yılında XOR problemi çözülmüştür. 1990'lı yıllardan itibaren YSA çalışmaları hızlanmış, Yapay Sinir Ağları, çeşitli ve hızlı öğrenme algoritmalarının geliştirilmesiyle teorik ve laboratuvar çalışmalarından çıkıp, günlük hayatta karşımıza çıkan sorunların çözümünde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

4.2.1. Yapay sinir ağları'nın uygulama alanları

Yapay sinir ağlarının kullanıldığı alanlar gün geçtikçe artmaktadır. Şekil 4.2.'de görüleceği gibi, sınıflandırma, optimize etme, özellik tanımlama, veri işleme, ilişki kurma, tahmin, kontrol gibi konular yapay sinir ağlarının kullanıldığı problemlere örnek verilebilir (Fyfe, 2000).



Şekil 4.2. YSA ile gerçekleştirilebilecekler (Fyfe, 2000)

Yapay sinir ağıları, otomotiv, bankacılık, savunma sanayi, tıp, elektronik, havacılık, üretim, sağlık, eğlence, telekomünikasyon, petrol ve gaz, ulaşım gibi sektörlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Hagan, Demuth, Beale, & Jesus, 2014). Özellikle finans sektöründe gayrimenkul değerlendirme, ev kredisi taraması, kurumsal tahvil derecelendirme, döviz fiyatı tahmini, hisse senedi tahmini, kredi hattı kullanımı analizi gibi konulardaki kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır (Fyfe, 2000).

Tüm bunların yanında gelecekteki eğilimler ile ilgili fikir yürütmede tahmin aracı olarak kullanımı da son derece yaygındır. Örnek olarak hava tahmini, ekonomik kriz öngörülmesi verilebilir. Büyük veriler arasındaki ilişkisi analiz etmek ve gözlemlemek amacıyla oluşturulan bu hesaplama sistemi, tahmin sonucu elde edilen veriler ile gerçekleşen sonuçları mukayese edip kendini eğiterek bu alanda kullanıma uygunluğu kanıtlanmıştır.

4.2.2. Yapay sinir ağıları'nın avantajları ve dezavantajları

Yapay sinir ağlarının bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Bilgilerin ağıın tamamında saklanması: Geleneksel programlamadaki gibi bilgiler bir veri tabanında değil ağıın tamamına yayılarak saklanır. Veri setindeki bazı bilgilerin kaybolması ağıın çalışmasına engel değildir.
2. Eksik bilgiyle çalışabilmesi: Yapay sinir ağıları eğitildikten sonra verilerde eksik bilgiler olsa bile çıktı üretebilirler. Buradaki performans kaybı eksik bilginin önemine bağlıdır.
3. Hata toleransına sahip olması: Yapay sinir ağıları bir ya da birden çok hücresi bozulsa bile çıktı üretebilirler. Bu özellik sinir ağılarını hata toleransına sahip kılar.
4. Dağıtık hafızaya sahip olması: Yapay sinir ağılarının öğrenilmesi için öğretilecek örneklerin tespit edilmesi ve bu örneklerinin ağı gösterilerek istenen çıktıya göre ağıın eğitilmesi gerekmektedir.

5. Dereceli bozulma: Bir yapay sinir ağı, zaman içerisinde yavaş ve göreceli bir şekilde bozulmaya uğrar. Ağ problem ortaya çıkar çıkmaz hemen bozulmaz.
6. Makine öğrenmesi yapabilmesi: Yapay sinir ağları olayları öğrenip benzer olaylar karşısında yorum yapıp karar verebilirler.
7. Paralel işlem yeteneği: Yapay sinir ağları birden çok işi aynı anda gerçekleştirebilecek sayısal bir yeteneğe sahiptir.

YSA'ların birçok fayda ve avantajının yanında dezavantajları da vardır. Bu dezavantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) Donanım bağımlı olması: Yapay sinir ağları yapısı gereği paralel işlem yeteneğine sahip işlemcilerle ihtiyaç duyar. Bu sebeple gerçekleştirilmesi sahip olduğu donanıma bağlıdır.
- 2) Ağın davranışlarının açıklanamaması: Yapay sinir ağlarının en önemli sorunu davranışlarının açıklanamamasıdır. YSA bir soruna çözüm ürettiğinde bunun neden ve nasıl olduğuna dair bir ipucu vermez. Bu durum ağa olan güveni azaltır.
- 3) Uygun ağ yapısının belirlenmesi: Yapay sinir ağlarının yapısı belirlenirken belirli bir kural yoktur. Uygun ağ yapısı deneme yanılma yöntemiyle ya da deneyimlere istinaden belirlenir.
- 4) Problemin ağa gösteriminin zor olması: Yapay sinir ağları nümerik bilgilerle çalışmaktadır. Problemlerin yapay sinir ağlarına tanıtılmadan önce nümerik değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Burada belirlenen gösterim mekanizması ağın performansını direkt etkiler.
- 5) Ağın eğitim süresinin bilinmemesi: Ağın örnekler üzerindeki hata oranının belirli bir değerin altına inmesi eğitimin tamamlandığı anlamına gelmektedir. Bu değer bize optimum neticeler vermemektedir.

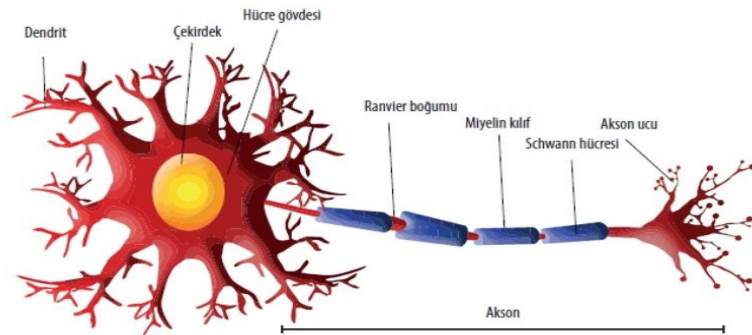
4.2.3. Biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir hücresi

Yapay sinir ağı, insan beynindeki biyolojik nöronların mimarisinden esinlenmiştir. İnsan beyni çok sayıda nöronun bir araya gelmesiyle oluşur. Nöronların yapısının

incelenmesi, yaklaşık 50 yıl önce electron mikroskopunun icadından sonra tüm nöronların şekillerinden ve büyüklüklerinden bağımsız olarak aynı parçalardan oluştuğunu ortaya çıkarmıştır (Mueller, 1995).

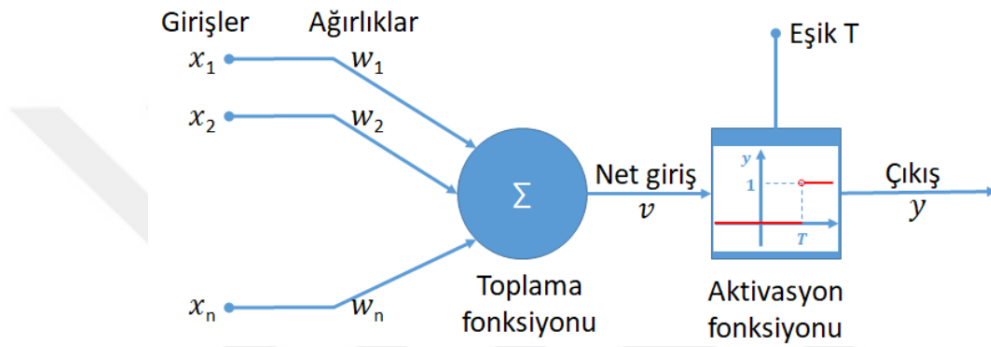
Nöron olarak isimlendirilen sinir hücreleri, merkezi sinir sisteminin temel öğeleridir. Merkezi sinir sistemi yaklaşık olarak 5 milyar nörondan oluşmaktadır. Nöronlar, diğer hücrelere göre çok sayıda noktaya ve birçok farklı özelliğe sahiptir ve beş uzman fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonlar; komşu nöronlardan gelen sinyalleri almak, bu sinyalleri birleştirmek, sinir titreşimlerinin oluşmasını sağlamak, bu titreşimleri yönetmek ve diğer nöronlara iletmektir (Davalo & Naim, 1991).

Bir nöron, Şekil 4.1.'de görüleceği üzere dendritler, hücre gövdesi ve aksondan meydana gelir. Hücre gövdesi soma olarak isimlendirilir ve tıpkı diğer hücreler gibi bir çekirdeğe sahiptir. Dendritler diğer nöronlardan sinyalleri almak için uzanan dallardır ve hücre gövdesine bağlıdır. Akson ise nöronun ileticisidir, komşu nöronlara sinyal göndermekle görevlidir. Bir nöronun aksonunun bitişiyle komşu nöronun dendritleri arasındaki bağlantı, iki nöron arasındaki iletişimi sağlar ve bu iletişim birimi sinaps olarak isimlendirilir. Elektrokimyasal sinyaller sinaps boyunca iletilir. Bir sinirin aldığı toplam sinyal sinapsın eşiğinden yüksek olduğu durumlarda sinir hücresini ateşler, yani komşu sinir hücrelerine elektrokimyasal bir sinyal gönderir. Belleğin temelini oluşturan şeyin bir sinaptik bağlantının gücünün değiştirilmesi olduğu varsayılmaktadır (Cartwright, 2009).



Şekil 4.3. Biyolojik sinir ağlarının genel yapısı

İlk yapay sinir ağı modellemesi 1943 yılında bir nörobilimci olan Warren McCulloch ve bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. Tıpkı biyolojik sinir ağlarının sinir hücrelerine sahip olması gibi yapay sinir ağları da yapay sinir hücrelerine sahiptir. Yapay sinir hücreleri mühendislik biliminde proses elemanları olarak da isimlendirilmektedir. Şekil 4.4.'de görüleceği üzere her prosese ait 5 temel eleman vardır. Bu elemanlar; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılardır (Öztemel, Yapay Sinir Ağları, 2012).



Şekil 4.4. Yapay sinir ağlarının genel yapısı

Biyolojik sinir sistemi elemanları ile her elemana karşılık gelen yapay sinir sistemi elemanı Tablo 4.1.'de verilmiştir.

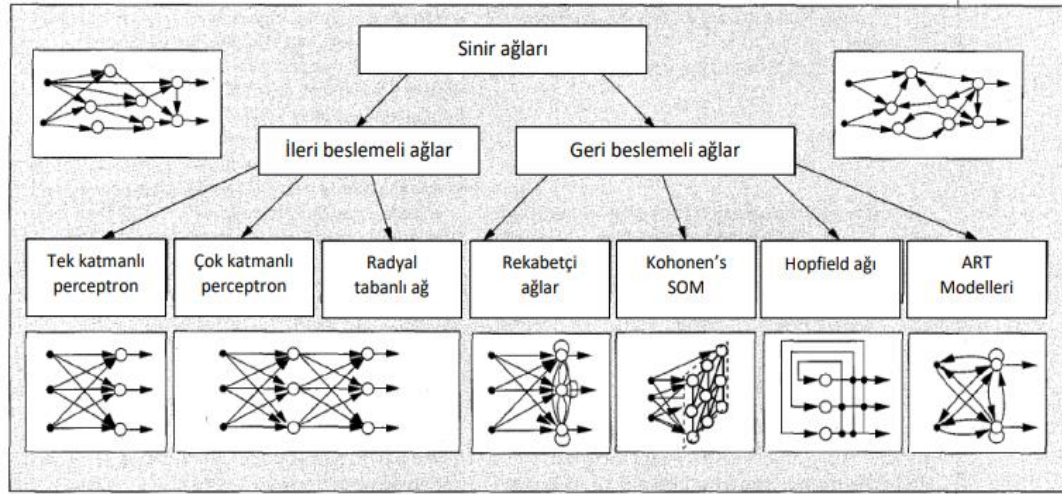
Tablo 4.1. Biyolojik sinir sistemi elemanları ve yapay sinir sistemindeki karşılıkları

Biyolojik Sinir Sistemi	Yapay Sinir Sistemi
Nöron	İşleme Elemanları
Dentrit	Toplama Fonksiyonu
Hücre Gövdesi	Aktivasyon Fonksiyonu
Aksonlar	Çıktılar
Sinapslar	Ağırlıklar

4.2.4. YSA'ların yapılarına göre sınıflandırılması

Yapay sinir ağlarına yapılarına göre sınıflandırmak mümkündür. YSA'lar ağ içindeki işaretlerin akış yönlerine göre ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlar olarak ikiye ayrılmaktadır (Kasabov, 1996).

Şekil 4.5.'de yapay sinir ağlarının yapılarına göre sınıflandırılması gösterilmektedir.



Şekil 4.5. YSA'ların yapılarına göre sınıflandırılması (Jain & Mao, 1996)

4.2.4.1. İleri beslemeli ağlar

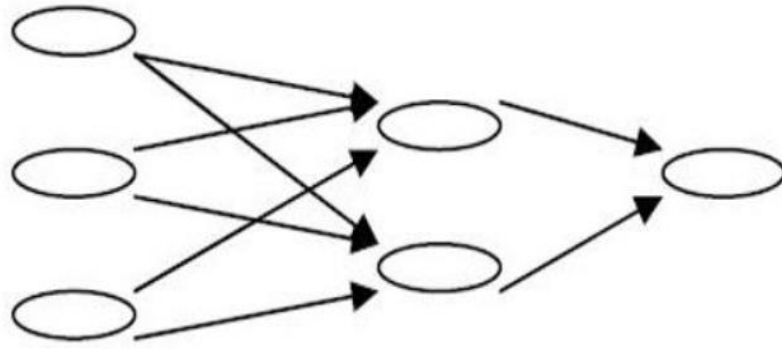
İleri beslemeli sinir ağları, yapay sinir ağlarının en basit şeklidir. (Yadav & vd, 2015) İleri beslemeli yapay sinir ağlarında nöronlar katmanlara ayrılır. Bir katmandaki hücrelerin çıktısı bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden girdi olarak iletilir. Girdi katmanı, dış dünyadan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan gizli katmandaki hücrelere gönderir. Bilgi, gizli ve çıktı katmanının da işlenir ve böylece ağın çıktısı belirlenir. (Çuhadar & Kayacan, 2005)

Girdi ile çıktı katmanlarının arasında gizli katmanlar vardır. Gizli katmanlardaki nöron sayısı problemin gerekliliklerine göre belirlenir, fakat gizli katmanlardaki nöron sayısının optimal sonucunu veren herhangi bir analitik yöntem bu zamana dek

geliştirilmemiştir. Dolayısıyla katman sayısı ve katmanlardaki nöron sayılarının optimal miktarı deneme yanılma yöntemiyle bulunur (Efe & Kaynak, 2006).

İleri beslemeleli ağlarda sinyaller yalnızca girdi katmanından çıktı katmanına doğru tek bir yönde iletilir. Bir katmandan elde edilen çıktı değeri aynı katmandaki nöronları etkilemez, bir sonraki katmanda bulunan nöronlarla bağlantılı olduğundan onları etkiler. İleri beslemeli ağlarda ağın çıktısı tamamıyla ağa giren girdilere bağlıdır. İleri beslemeli ağlar dinamik değildir. Doğrusal ve doğrusal olmayan problemlerde uygulanabilmektedirler (Tolon & Tosunoğlu, 2008).

Şekil 4.6.'da ileri beslemeli ağ modeli gösterilmiştir.



Şekil 4.6. İleri beslemeli bir ağ

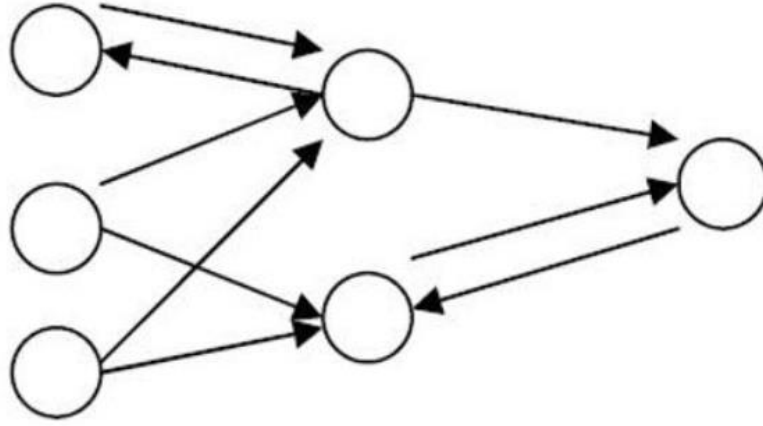
4.2.4.2. Geri beslemeli ağlar

Geri beslemeli sinir ağlarında nöronlar ileri beslemeli ağlardaki gibi katmanlarda bulunur. Fakat katmanlar arası bağlantılar ileri beslemeli ağların aksine tek yönlü değil çift yönlüdür. Geri beslemeli bir ağ çıktı ve ara katman çıktılarının girdi birimlerine ya da önceki ara katmanlara geri beslendiği bir yapıdır. Bu sayede girdiler hem ileri hem geri yönde iletilmiş olur (Kaya, Oktay, & Engin, 2005).

Geri beslemeli ağın yapısında en az bir adet geri besleme çevrimi vardır. Geri besleme aynı katmanda bulunan hücrelerin arasında olabileceği gibi farklı katmanlardaki hücreler arasında ya da nöronun kendisinden de olabilir (Asilkan &

Irmak, 2009). Geri beslemeli ağların belleği dinamiktir. Belirli bir andaki çıktıları önceki girdi ve çıktıların yanında mevcut girdiyi de yansıtmaktadır.

Şekil 4.7.'da geri beslemeli ağ modeli gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Geri beslemeli bir ağ

4.2.4.3. Geri yayılım algoritması

Yapay sinir ağları en çok tahmin etme aracı olarak kullanılmaktadır. Tahmin amacıyla kullanılan yapay sinir ağları içinde en yaygın olarak kullanılan algoritma, geri yayılım algoritmasıdır (Yadav & vd, 2015). Bu algoritma, çok katmanlı ve ileri beslemeli bir ağ mimarisini gerektirir. Geri Yayılım Algoritmasının geliştirilmesi, yapay sinir ağları konusundaki en önemli tarihsel gelişmelerden bir tanesidir. Bu algoritma, uygulamada en çok kullanılan öğretim algoritmasıdır. Yapay sinir ağındaki hata, ağıdaki ağırlıkların bir fonksiyonu olarak görülür. Hataların kareleri ortalaması delta kuralındaki gibi dereceli azaltma yöntemiyle minimize edilmeye çalışılır. Bu algorithmada hatalar minimize edilirken çıkıştan girişe doğru azaltılmaya çalışılır, bundan dolayı geri yayılım algoritması ismini almıştır.

Standart geri yayılım, bir eğim iniş algoritmasıdır. Geri yayılım ifadesi, eğrisi doğrusal olmayan çok oyunculu ağlar için hesaplanma biçimini temsil eder (Siddique & Adeli, 2016).

Geri yayılım öğrenme algoritmasını uygulamak için şunlar gereklidir;

1. Normalleştirilmiş girdiler ve bunlara karşılık gelen hedef çıktılarından oluşan veri seti.
2. Öğrenme oranı.
3. Algoritmayı sonlandıran ölçüt.
4. Ağırlıkların güncellenmesi için yöntem belirlenmesi.
5. Aktivasyon fonksiyonunun seçimi. (Genelde doğrusal olmayan aktivasyonlarda sigmoid fonksiyonu seçilir.)
6. Başlangıç ağırlık değerleri. (Genellikle -0.5 ile 0.5 arasındadır.)

BÖLÜM 5. UYGULAMA

Bu çalışmanın uygulama kısmında seçilen 3 kripto para için hem regresyon analizi ile hem de yapay sinir ağları ile önceki gün trendi verilerine dayanarak 90 gün için kapanış fiyatı tahmini yapılmıştır. Her iki yöntemle de elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Çalışmada 01.10.2021-31.12.2021 arasındaki veriler için tahmin çalışması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler tr.investing.com adlı siteden alınmıştır. Bağımsız değişkenler açılış değeri, kapanış değeri, gün içindeki en yüksek değer ve gün içindeki en düşük değerdir. Bağımlı değişken ise ertesi günün kapanış değeridir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin analizinde regresyon analizi için IBM SPSS programı kullanılarak çoklu doğrusal regresyon yöntemi uygulanmıştır. Yapay sinir ağları için Matlab R2021 programı kullanılarak nntool aracı ile uygulama yapılmıştır. Tablo 5.1.'de bağımlı ve bağımsız değişkenler verilmiştir.

Tablo 5.1. Bağımlı ve bağımsız değişkenler

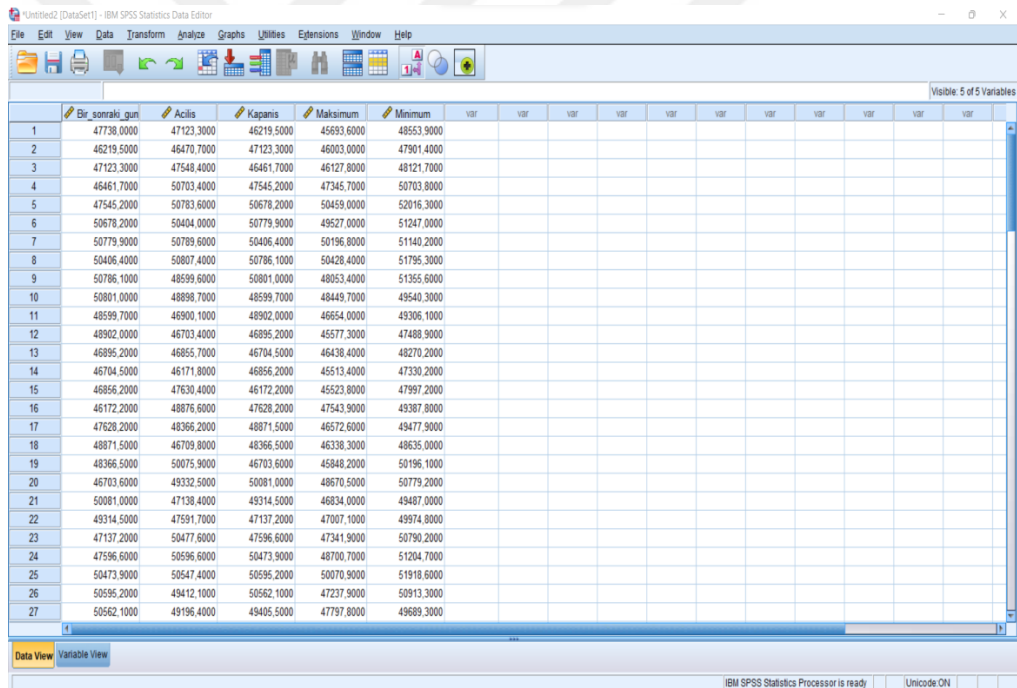
Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken
Açılış Değeri	Ertesi Günün Kapanış Değeri
Kapanış Değeri	
En Büyük Değer	
En Küçük Değer	

5.1. Regresyon Analizi ile Tahminleme

Regresyon analizi, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir araçtır. Bu bölümde seçilen kripto paralar için regresyon analizi yapılacaktır.

5.1.1. BTC Fiyat değerinin regresyon analizi ile tahmin edilmesi

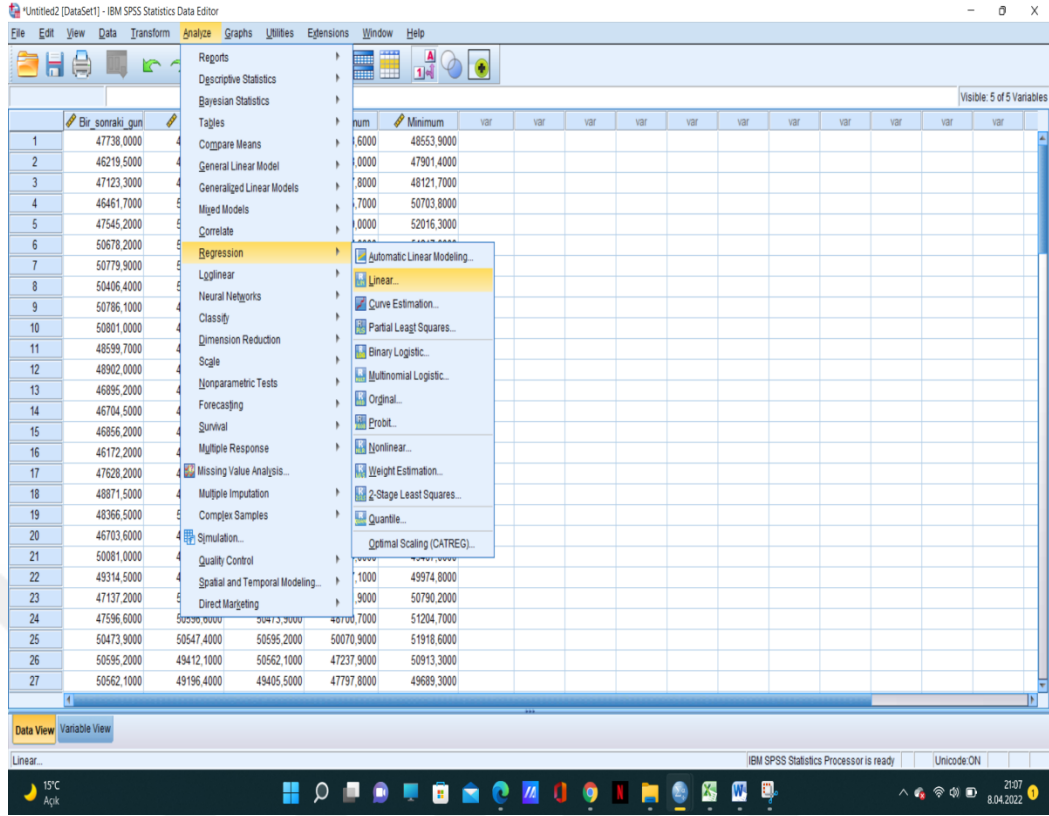
Regresyon analizinde 4 bağımlı değişken 1 bağımsız değişken kullanılacaktır. Şekil 5.1.'de regresyon analizi yapılacak bitcoine ait veri setinin bir kısmının görünümü verilmiştir.



	Bir sonraki_gun	Acilis	Kapanis	Maksimum	Minimum	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08
1	47738.0000	47123.3000	46219.5000	45693.6000	48553.9000								
2	46219.5000	46470.7000	47123.3000	46003.0000	47901.4000								
3	47123.3000	47548.4000	46461.7000	46127.8000	48121.7000								
4	46461.7000	50703.4000	47545.2000	47345.7000	50703.8000								
5	47545.2000	50703.6000	50678.2000	50459.0000	52016.3000								
6	50678.2000	50404.0000	50779.9000	49527.0000	51247.0000								
7	50779.9000	50789.6000	50406.4000	50196.8000	51140.2000								
8	50406.4000	50807.4000	50786.1000	50426.4000	51795.3000								
9	50786.1000	48599.6000	50801.0000	48053.4000	51355.6000								
10	50801.0000	48898.7000	48599.7000	48448.7000	49540.3000								
11	48599.7000	46900.1000	48902.0000	46654.0000	49306.1000								
12	48902.0000	46703.4000	46895.2000	45577.3000	47488.9000								
13	46895.2000	46855.7000	46704.5000	46438.4000	48270.2000								
14	46704.5000	46171.8000	46856.2000	45513.4000	47330.2000								
15	46856.2000	47630.4000	46172.2000	45523.8000	47997.2000								
16	46172.2000	48876.6000	47628.2000	47543.9000	49387.8000								
17	47628.2000	48366.2000	48871.5000	46572.6000	49477.9000								
18	48871.5000	46709.8000	48366.5000	46338.3000	48635.0000								
19	48366.5000	50075.9000	46703.6000	45848.2000	50196.1000								
20	46703.6000	49332.5000	50081.0000	48670.5000	50779.2000								
21	50081.0000	47138.4000	49314.5000	46834.0000	49487.0000								
22	49314.5000	47591.7000	47137.2000	47007.1000	49974.8000								
23	47137.2000	50477.6000	47596.6000	47341.9000	50790.2000								
24	47596.6000	50596.6000	50473.9000	48700.7000	51204.7000								
25	50473.9000	50547.4000	50595.2000	50070.9000	51918.6000								
26	50595.2000	49412.1000	50562.1000	47237.9000	50913.3000								
27	50562.1000	49196.4000	49405.5000	47797.8000	49689.3000								

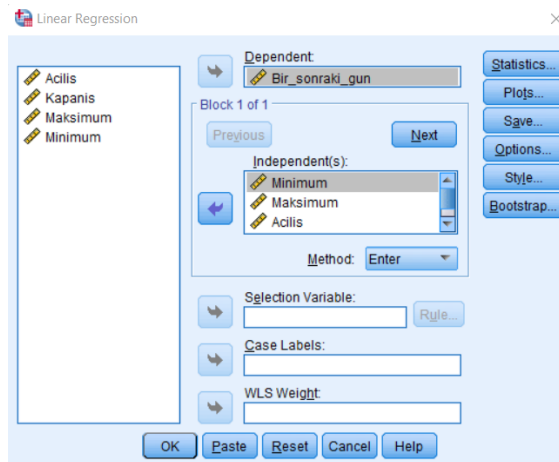
Şekil 5.1. Bitcoin'e ait regresyon analizi yapılacak veri seti

Bu görünüm SPSS programıyla elde edilmiştir. SPSS'de bulunan Data View sekmesinin görünümüdür. Variable View sekmesinde değişkenlerin tipleri ve adları belirlenmiş ve data view görüntüleri yukarıdaki gibi elde edilmiştir.



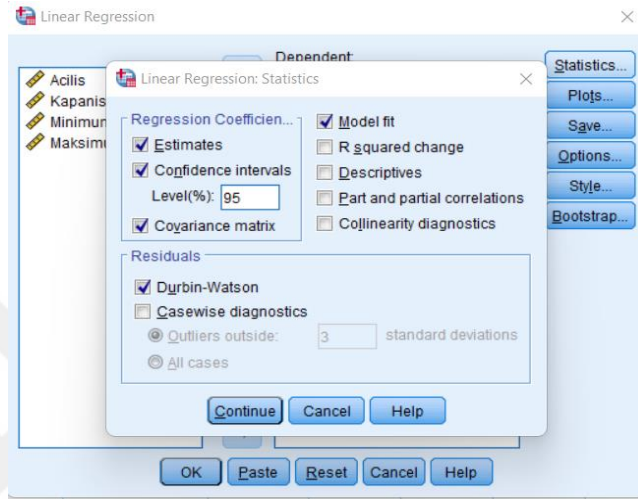
Şekil 5.2. Veri setine regresyon analizi uygulanması

Bağımsız ve bağımlı değişkenlerin değerleri Variable View sekmesinde girildikten sonra model artık regresyon analizi yapılabilir duruma gelmiştir. Şekil 5.2.'de görüldüğü gibi SPSS'de sırayla Analyze, Regression ve Linear sekmeleri seçilecektir.



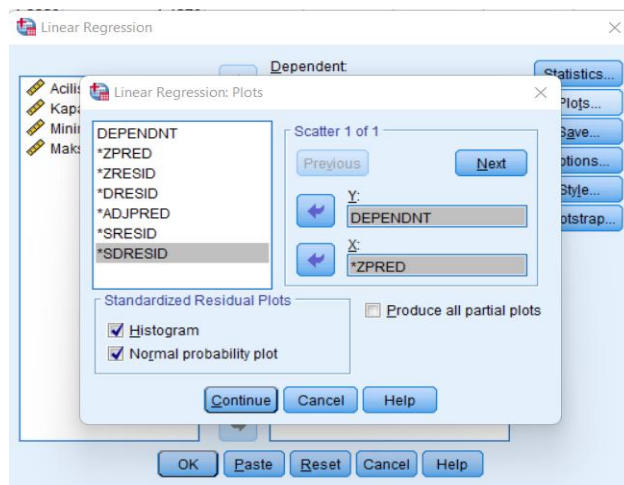
Şekil 5.3. Regresyon analizi için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seçimi

Şekil 5.3.'de görünen sekmeden bağımsız değişkenler ve bağımlı değişkenler seçilir. Dependent yerine Bir_sonraki_gun bağımlı değişkeni yazılır; Independents kısımlarına Acilis, Kapanis, Maksimum ve Minimum bağımsız değişkenleri yazılır. Regresyon metodları arasında yer alan; enter, stepwise, remove, backward, forward arasından enter metodu seçilir.



Şekil 5.4. Regresyon analizi için istatistik bilgileri

Şekil 5.4.'te SPSS'le elde etmek istenen serpmme grafikleri, histogram grafikleri, normal olasılık grafikleri ve Durbin Watson katsayıları gibi istatistiki bilgilerin seçimi yapılır.



Şekil 5.5. Veri Seti ile ilgili çizilecek grafiklerin seçimi

Şekil 5.5.'de veri setiyle ilgili çizilmesi istenen grafiklerin apsis ve ordinat bilgilerinin seçimi görünmektedir.

Tablo 5.2.'de BTC için regresyon modelinin özeti görülmektedir.

Tablo 5.2. BTC için regresyon modelinin özeti

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,957 ^a	0,916	0,912	1851,85183929466000	1,978

BTC için kurulan çoklu doğrusal regresyon modelinde düzeltilmiş R^2 değeri 0,912 çıkmıştır. Yani bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlerdeki değişimi açıklama gücü %91,2'dir. Dolayısıyla bu oran modelin açıklama gücü açısından yeterlidir. Durbin-Watson katsayısı ile hata terimlerinin biririnden bağımsız olup olmadığı test edilir. Hata terimlerinin birbirlerini etkileyip etkilemedikleri yani otokorelasyon olup olmadığını gözlemlemek için bu değerin 0 ile 4 arasında olup olmadığına bakmak gerekmektedir. Bu modelde Durbin-Watson 1,978 olduğu için otokorelasyon sorunu yoktur.

Tablo 5.3.'de BTC için anova tablosu görülmektedir.

Tablo 5.3. BTC ANOVA tablosu

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3240406697,770	4	810101674,443	236,226	,000 ^b
	Residual	298353905,419	87	3429355,235		
	Total	3538760603,189	91			

Kurulan model %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. (p=0,000)

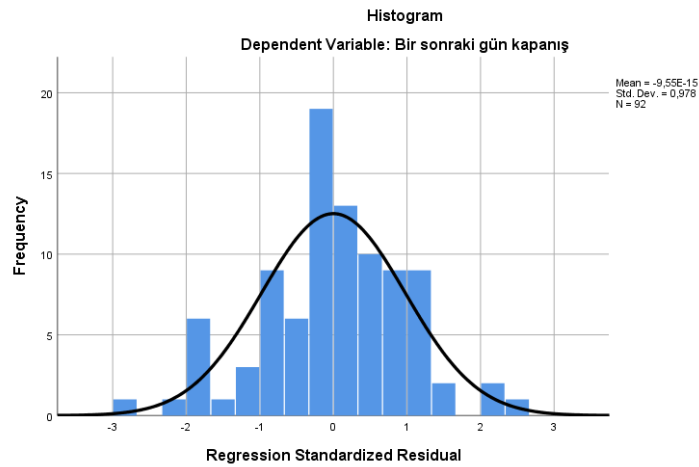
Tablo 5.4. BTC için katsayılar

Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2534,201	1788,844		1,417	0,160
	Açılış	0,028	0,223	0,028	0,125	0,901
	Kapanış	0,960	0,240	0,959	3,993	0,000
	Min	0,080	0,201	0,079	0,399	0,691
	Maks	-0,109	0,299	-0,109	-0,363	0,717

Tablo 5.4.'de BTC için katsayılar tablosu görülmektedir. Bu tabloya göre BTC ertesi gün kapanış verilerinin tahmini için aşağıdaki formül kullanılacaktır.

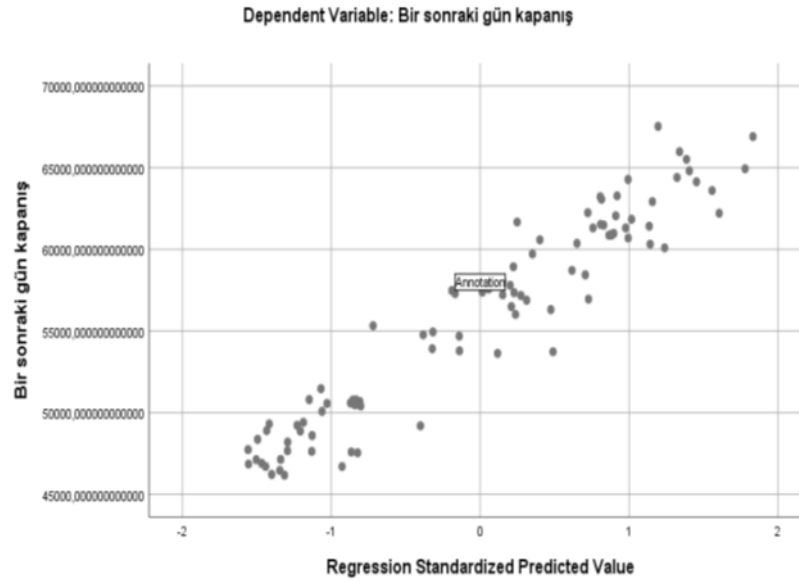
Bir sonraki gün kapanış fiyatı= 2534,201 + 0,028(Açılış fiyatı) + 0,960(Kapanış fiyatı) + 0,08 (Min. Değer) + (-0,109(Maks. Değer))

Açılış fiyatında bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 0,028 birim arttırmaktadır. Kapanış fiyatındaki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 0,960 birim arttırmaktadır. Minimum değerdeki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 0,080 birim arttırmaktayken Maksimum değerdeki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını -0,109 azaltmaktadır.



Şekil 5.6. BTC'nin bir sonraki gün kapanış fiyatı histogram grafiği

Şekil 5.6.'da bağımlı değişken olarak bir sonraki gün kapanış fiyatı, standardize edilmiş artıkların dağılımları ve sıklıkları göstermektedir. Residual (artık değerler) değerlerinin sıfır olması veya sıfıra yakın olması, çalışmanın başarılı olduğu anlamına gelmektedir. Bu değerler çalışmanın başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.7. BTC'nin dağılım diyagramı

5.1.2. ETH Fiyat değerinin regresyon analizi ile tahmin edilmesi

Regresyon analizinde 4 bağımlı değişken 1 bağımsız değişken kullanılacaktır. Şekil 5.8.'de regresyon analizi yapılacak etheruma ait veri setinin bir kısmının görünümü verilmiştir.

	Bir_sonraki_gun	Acilis	Kapanis	Maksimum	Minimum									
1	34.8900	34.5900	34.0600	33.4800	35.6500									
2	34.0600	34.1500	34.5900	33.5700	35.0100									
3	34.5900	34.9300	34.1100	33.8100	35.4400									
4	34.1100	37.6100	34.9100	34.6900	37.6100									
5	34.9100	37.8400	37.5900	37.5700	38.6800									
6	37.5900	38.0800	37.5300	37.8300	38.3200									
7	37.5300	37.4200	38.0800	37.1800	38.7700									
8	38.0800	37.5600	37.3900	37.8500	38.4100									
9	37.3900	35.6900	37.5300	35.2000	37.7000									
10	37.5300	35.3400	35.7000	35.1800	36.5100									
11	35.7000	34.5500	35.3300	34.3500	35.5200									
12	35.3300	34.8300	34.5200	33.5200	35.4200									
13	34.5200	35.0200	34.8700	34.7500	36.1900									
14	34.8700	34.3600	35.0300	33.8400	35.5000									
15	35.0300	35.1300	34.3300	33.2900	35.4600									
16	34.3300	36.1400	35.1600	35.0600	36.7900									
17	35.1600	35.4100	36.1400	33.3500	36.6200									
18	36.1400	34.1900	35.4100	33.7900	36.4400									
19	35.4100	37.8800	34.2000	33.6100	38.0900									
20	34.2000	38.0200	37.9000	36.8300	38.3900									
21	37.9000	36.3400	37.9100	35.6600	38.2700									
22	37.9100	37.5600	36.3400	36.2200	38.9000									
23	36.3400	40.9800	37.5000	37.3500	41.3200									
24	37.5000	39.6400	40.9200	38.9100	41.8200									
25	40.9200	39.3200	39.6100	38.7300	40.4300									
26	39.6100	38.7900	39.3500	35.1400	39.8900									
27	39.3500	39.3100	38.7900	36.9100	40.7000									

Şekil 5.8. Ethereum'a ait regresyon analizi yapılacak veri seti

Kullanılan yöntem, çizilmesi istenen grafikler vb. bitcoin ile aynı olarak seçilmiştir ve yapılan işlemler de aynıdır.

Tablo 5.5.'de ETH için regresyon modelinin özeti görülmektedir.

Tablo 5.5. ETH için regresyon modelinin özeti

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,978a	0,956	0,954	1,733226399100850	2,026

ETH için kurulan çoklu doğrusal regresyon modelinde düzeltilmiş R^2 değeri 0,954 çıkmıştır. Yani bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlerdeki değişimi açıklama gücü %95,4'dür. Dolayısıyla bu oran modelin açıklama gücü açısından yeterlidir. Durbin-Watson katsayısı 2,026 olduğundan hata terimlerinin birbirlerini etkilemedikleri yani otokorelasyon olmadığını söylemek mümkündür.

Tablo 5.6.'da ETH için anova tablosu görülmektedir.

Tablo 5.6. ETH ANOVA tablosu

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5662,484	4	1415,621	471,234	,000 ^b
	Residual	261,354	87	3,004		
	Total	5923,838	91			

Kurulan model %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. (p=0,000)

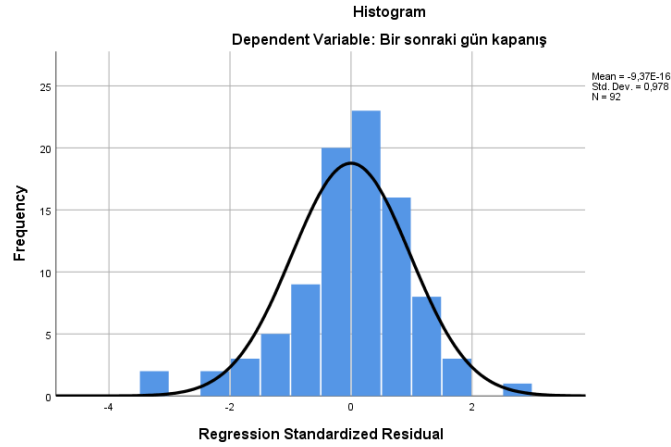
Tablo 5.7. ETH için katsayılar

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	0,052	1,128		0,046	0,964
	Açılış	0,260	0,145	0,253	1,798	0,076
	Kapanış	1,213	0,211	1,198	5,755	0,000
	Min	-0,157	0,132	-0,153	-1,194	0,236
	Maks	-0,317	0,189	-0,322	-1,682	0,096

Tablo 5.7.'de ETH için katsayılar tablosu görülmektedir. Bu tabloya göre ETH ertesi gün kapanış verilerinin tahmini için aşağıdaki formül kullanılacaktır.

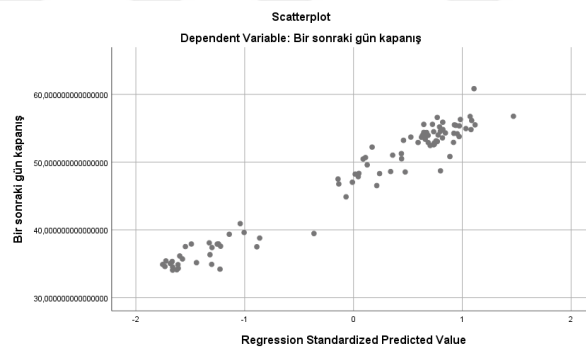
Bir sonraki gün kapanış fiyatı= 0,052 + 0,260(Açılış fiyatı) + 1,213 (Kapanış fiyatı) + (-0,157 (Min. Değer)) + (-0,317 (Maks. Değer))

Açılış fiyatında bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 0,260 birim arttırmaktadır. Kapanış fiyatındaki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 1,213 birim arttırmaktadır. Minimum değerdeki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını -0,157 birim azaltmaktadır. Maksimum değerdeki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını -0,317 azaltmaktadır.



Şekil 5.9. ETH'nin bir sonraki gün kapanış fiyatı histogram grafiği

Şekil 5.9.'da bağımlı değişken olarak bir sonraki gün kapanış fiyatı, standardize edilmiş artıkların dağılımları ve sıklıkları göstermektedir. Residual (artık değerler) değerlerinin sıfır olması veya sıfıra yakın olması, çalışmanın başarılı olduğu anlamına gelmektedir. Bu değerler çalışmanın başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.10. ETH'nin dağılım diyagramı

5.1.3. ADA Fiyat değerinin regresyon analizi ile tahmin edilmesi

Regresyon analizinde 4 bağımlı değişken 1 bağımsız değişken kullanılacaktır. Şekil 5.10.'da regresyon analizi yapılacak cardanoya ait veri setinin bir kısmının görünümü verilmiştir.

	Bir_sonraki_gun	Acilis	Kapanis	Minimum	Maksimum										
1	1,3789	1,3580	1,3090	1,2820	1,3820										
2	1,3090	1,3320	1,3590	1,2990	1,3780										
3	1,3590	1,4000	1,3300	1,3250	1,4370										
4	1,3300	1,5150	1,3980	1,3790	1,5380										
5	1,3980	1,4550	1,5140	1,4510	1,5910										
6	1,5140	1,4530	1,4540	1,4090	1,4670										
7	1,4540	1,3930	1,4530	1,3840	1,4600										
8	1,4530	1,4760	1,3910	1,3830	1,4900										
9	1,3910	1,3270	1,4730	1,3090	1,4900										
10	1,4730	1,2800	1,3270	1,2760	1,3670										
11	1,3270	1,2400	1,2810	1,2270	1,2890										
12	1,2810	1,2430	1,2370	1,2020	1,2600										
13	1,2370	1,2430	1,2450	1,2400	1,3100										
14	1,2450	1,2190	1,2420	1,2010	1,2670										
15	1,2420	1,2390	1,2180	1,1850	1,2580										
16	1,2180	1,3110	1,2400	1,2390	1,3290										
17	1,2400	1,2670	1,3110	1,2950	1,3300										
18	1,3110	1,2240	1,2670	1,2010	1,2820										
19	1,2670	1,3450	1,2230	1,2010	1,3560										
20	1,2230	1,3540	1,3460	1,3210	1,4140										
21	1,3460	1,2110	1,3510	1,1920	1,3610										
22	1,3510	1,2900	1,2120	1,2080	1,3320										
23	1,2120	1,3970	1,2890	1,2890	1,4080										
24	1,2890	1,3790	1,3940	1,3400	1,4230										
25	1,3940	1,4200	1,3780	1,3660	1,4780										
26	1,3780	1,3790	1,4210	1,2560	1,4380										
27	1,4210	1,4200	1,3780	1,2870	1,4340										

Şekil 5.11. Cardano'ya ait regresyon analizi yapılacak veri seti

Kullanılan yöntem, çizilmesi istenen grafikler vb. bitcoin ile aynı olarak seçilmiştir ve yapılan işlemler de aynıdır.

Tablo 5.8.'de ADA için regresyon modelinin özeti görülmektedir.

Tablo 5.8. ADA için regresyon modelinin özeti

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,982 ^a	0,964	0,962	0,069713659595174	2,082

ADA için kurulan çoklu doğrusal regresyon modelinde düzeltilmiş R^2 değeri 0,962 çıkmıştır. Yani bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlerdeki değişimi açıklama gücü %96,2'dir. Dolayısıyla bu oran modelin açıklama gücü açısından yeterlidir. Durbin-Watson katsayısı 2,082 olduğundan hata terimlerinin birbirlerini etkilemedikleri yani otokorelasyon olmadığını söylemek mümkündür.

Tablo 5.9.'da ADA için anova tablosu görülmektedir.

Tablo 5.9. Ada anova tablosu

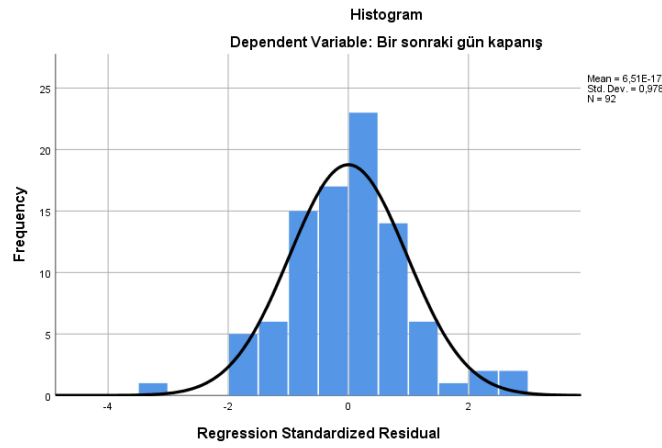
Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	11,270	4	2,818	579,758	,000 ^b
Residual	0,423	87	0,005		
Total	11,693	91			

Kurulan model %5 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. (p=0,000)

Tablo 5.10. Ada için katsayılar

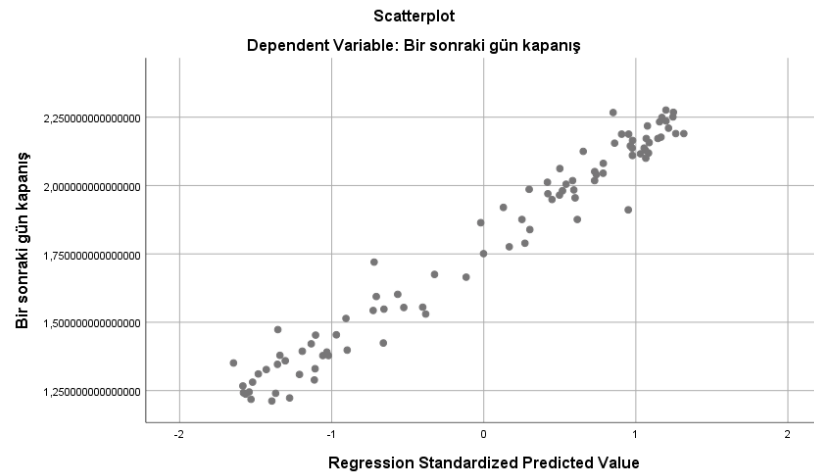
Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	0,044	0,040		1,117	0,267
	Açılış	0,404	0,181	0,402	2,233	0,028
	Kapanış	1,069	0,235	1,071	4,551	0,000
	Min	0,021	0,174	0,021	0,119	0,906
	Maks	-0,508	0,254	-0,510	-1,996	0,049

Açılış fiyatında bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 0,404 birim arttırmaktadır. Kapanış fiyatındaki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 1,069 birim arttırmaktadır. Minimum değerdeki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını 0,021 birim arttırmaktayken Maksimum değerdeki bir birimlik artış bir sonraki gün kapanış fiyatını -0,508 azaltmaktadır.



Şekil 5.12. Ada'nın bir sonraki gün kapanış fiyatı histogram grafiği

Şekil 5.12.'de bağımlı değişken olarak bir sonraki gün kapanış fiyatı, standardize edilmiş artıkların dağılımları ve sıklıkları göstermektedir. Residual (artık değerler) değerlerinin sıfır olması veya sıfıra yakın olması, çalışmanın başarılı olduğu anlamına gelmektedir. Bu değerler çalışmanın başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.13. Ada'nın dağılım diyagramı

5.2. Yapay Sinir Ağı ile Tahminleme

01.01.2021-30.09.2021 arasındaki veriler eğitim verisi, 01.10.2021-31.12.2021 arasındaki veriler test verisi olarak kullanılarak yapay sinir ağı ile tahminleme yapılmıştır. YSA çalışması Matlab R2021 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

YSA'da tahmin etmede en çok kullanılan yöntem, geri yayılım algoritmasıdır. Bu nedenle yapılan çalışmada çok katmanlı ileri beslemeli geri yayılım algoritması kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında oluşturulan tüm modeller giriş katmanı, çıktı katmanı ve gizli katmandan oluşmuştur. Girdi katmanı dört hücreden, çıktı katmanı ise bir hücreden oluşmaktadır. Gizli katmanda ise farklı sayılarda hücre bulunabilir, bunun için ileriki kısımlarda en uygun hücre sayısı bulmak için denemeler yapılmıştır. Yapılan çok sayıdaki denemeler sonucunda en iyi sonucu verdiği gözlemlendiği için nöron sayısı 10 olarak seçilmiştir.

Yine yapılan deneme yanılma çalışmaları sonucunda adaptasyon fonksiyonu için learnngdm fonksiyonu, transfer fonksiyonu için ise logsig fonksiyonu seçilmiştir.

Yapay sinir ağlarında uygulama yapabilmek için veriler önce normalize edilmek zorundadır. Normalizasyon, üzerinde çalışılan verilerin dağılımını daha düzenli bir şekle dönüştürmektir. Bazı zamanlarda veri setinin içinde, veri setinin dağılımını etkileyecek uç değerler bulunabilmektedir. Bu uç değerler, yapay sinir ağının tahmin başarısına olumsuz yönde etki edebilmektedir. Bütün girdilerin 0-1 aralığında ölçeklendirilmesi normalizasyon işlemi olarak adlandırılmaktadır. Bu işlem, hem farklı ortamlardan gelen bilgilerin aynı ölçek üzerine indirgenmesini hem de yanlış girilen değerlerin etkisinin ortadan kalkmasını sağlar (Öztemel, Yapay Sinir Ağları, 2012).

Normalizasyon işlemi girdi nöronlarının ağın kullanımına uygun bir şekilde analizinin yapılması ve ysa uygulamasında kullanılması için gereklidir. Bu sebeple bu çalışmada logaritmik sigmoid fonksiyonu kullanılacağı için, veri normalizasyonu Denklem 5.1'de verilen formülasyon kullanılarak her veri için ayrı ayrı yapılır.

$$P'_i = \frac{P_i - \text{Enk}(P_i)}{\text{Enb}(P_i) - \text{Enk}(P_i)} \quad (5.1)$$

Yukarıdaki denklemde;

- P_i = i. kripto paranın giriş ya da çıkış değeri
- P'_i = i. kripto paranın normalleştirilen giriş ya da çıkış değeri
- $Enk_{(P_i)}$ = giriş ya da çıkış nöronlarına ait veri setindeki en küçük değer
- $Enb_{(P_i)}$ = giriş ya da çıkış nöronlarına ait veri setindeki en büyük değer

BTC, ETH ve ADA coin verileri için denklem 5.1 kullanılarak kripto paralara ait bütün bağımlı ve bağımsız değişken verileri normalize edilmiştir.

Çalışmada kullanılmak üzere bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait dosyalar oluşturulmuştur. Matlab'da kod satırlarına sırasıyla `btc_girdi=[]`, `btc_cikti=[]`, `btc_testgirdi=[]`, `btc_testcikti=[]`, `eth_girdi=[]`, `eth_cikti=[]`, `eth_testgirdi=[]`, `eth_testcikti=[]`, `ada_girdi=[]`, `ada_cikti=[]`, `ada_testgirdi=[]` ve `ada_testcikti=[]` yazılmıştır. Sonrasında bu dosyalara normalize edilmiş girdi ve çıktı verileri eklenmiştir. Çalışmada nntool aracı kullanılmıştır ve bu araç satır şeklinde çalışmaktadır. Kullanılacak veriler sütun şeklinde olduğu için verilerin transpozu alınmıştır. Transpoz alma işlemi excelde devrik dönüşüm fonksiyonu ile yapılacağı gibi matlab programında da yapılabilir. Bu çalışmada transpoz alma işlemi matlab programı aracılığıyla yapılmıştır.

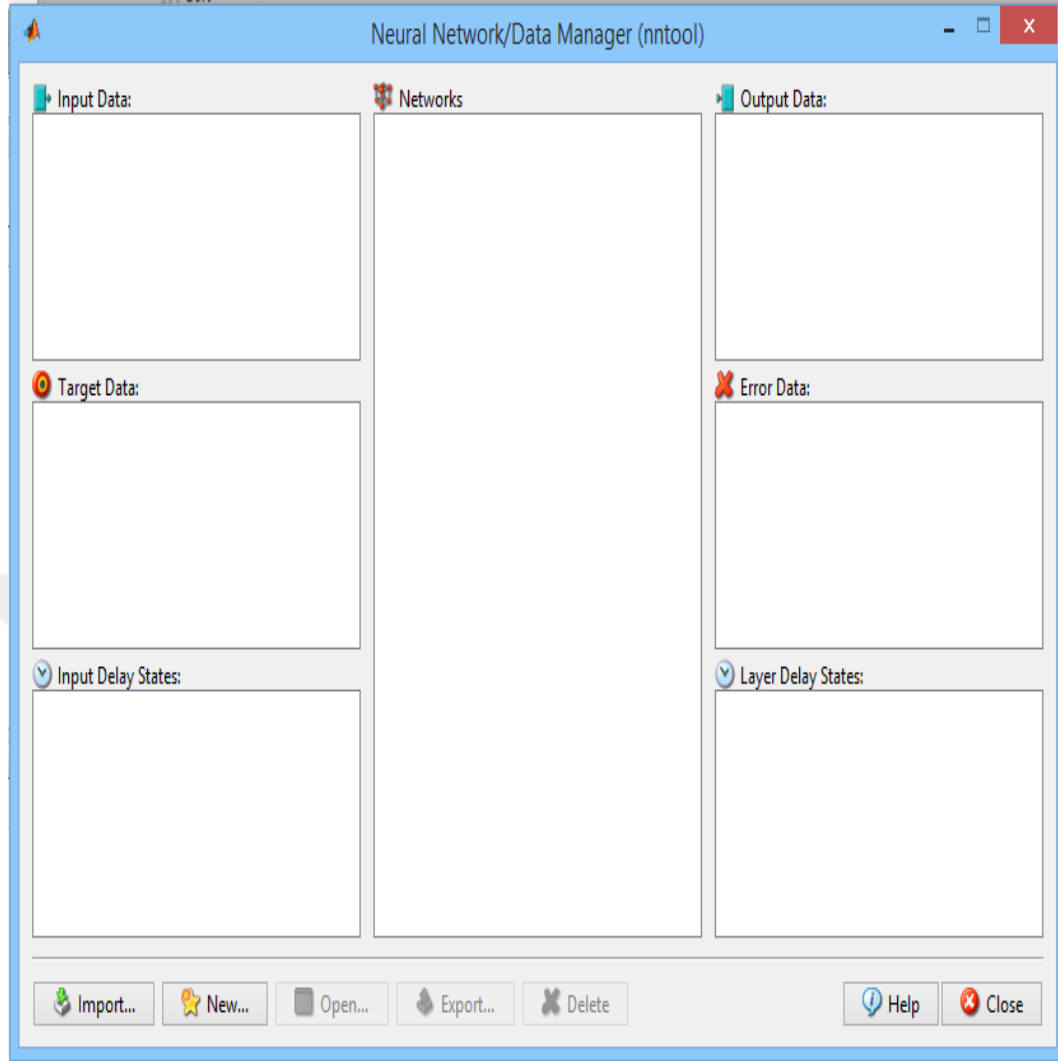
Şekil 5.14.'de çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı verilerinin bir kısmı görülmektedir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.3110	0.3070	0.3090	0.3240	0.3250	0.3280	0.3560	0.3560	0.3130	0.3390	0.3870	0.4020	0.39
2	0.3220	0.3110	0.3070	0.3100	0.3240	0.3250	0.3280	0.3560	0.3560	0.3120	0.3380	0.3870	0.40
3	0.3480	0.3430	0.3440	0.3490	0.3380	0.3560	0.3380	0.3850	0.3450	0.3430	0.3660	0.4320	0.44
4	0.2830	0.2800	0.2930	0.2910	0.2900	0.2990	0.3150	0.3120	0.3110	0.3050	0.3390	0.3510	0.35
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													

Şekil 5.14. Matlab’da normalize edilmiş kripto para fiyatları

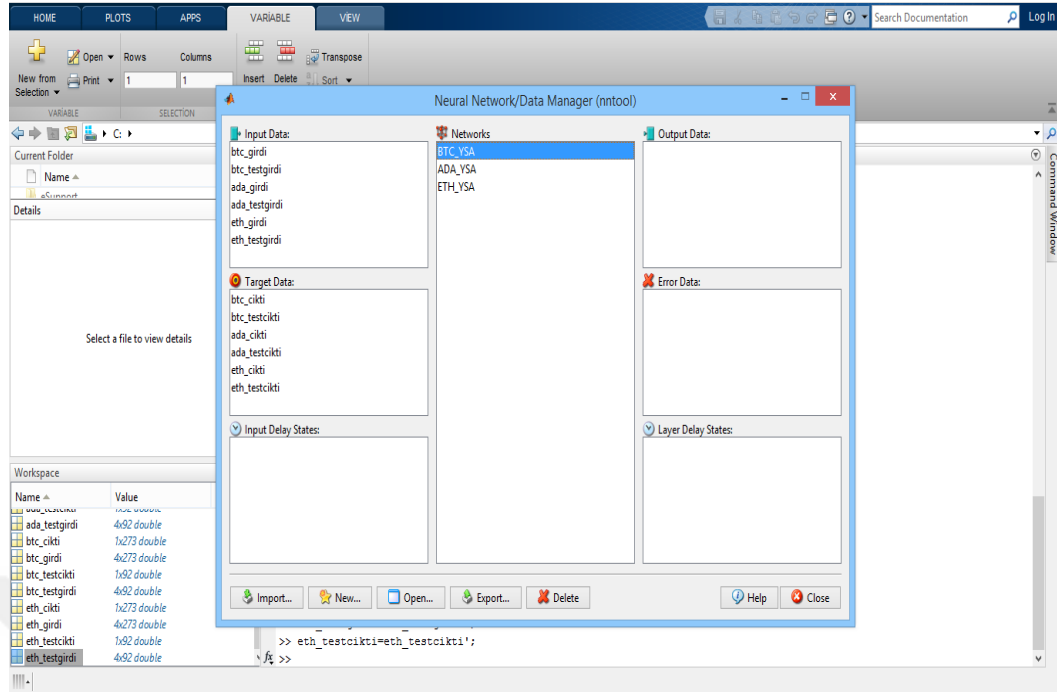
Bağımlı değişken ve bağımsız değişken verileri girildikten sonra model artık analiz yapılmaya hazırdır. 3 kripto para birimi için 3 ayrı yapay sinir ağı oluşturulacaktır. Her bir ağ için toplamda $4 \times 273 = 1092$ adet girdi verisi, $1 \times 273 = 273$ adet çıktı verisi, $4 \times 92 = 368$ adet test girdi verisi ve $1 \times 92 = 92$ adet test çıktı verisi olmak üzere toplamda 1825 adet veri bulunmaktadır.

Bağımsız değişkenler ve bağımlı değişkenleri analiz etmek için Matlab hazır fonksiyonları arasında yer alan Neural Network Tool (nntool) aracı kullanılacaktır. Şekil 5.15.’de Neural Network Data Manager penceresi görülmektedir.



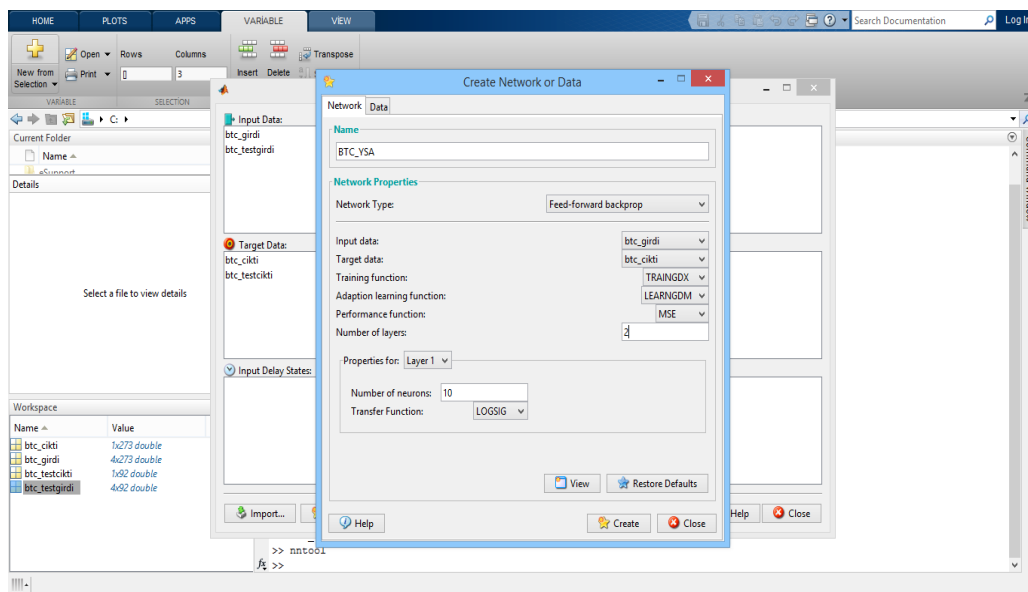
Şekil 5.15. Nntool Data Manager Penceresi

Şekil 5.16.'da görüleceği üzere Input Data bölümüne girdi ve test girdi isimli giriş değerlerimiz, Target Data bölümüne çıktı ve test çıktı değerlerimiz eklenmiştir. Network kısmında en iyi sonucu bulmak için çeşitli kombinasyonlarda oluşturulan YSA modelleri listelenecektir. Test sonuç verileri Output Data, hatalar ise Error Data bölümünde yer alacaktır. Bu veriler istenirse Export seçeneği ile daha sonra kullanılmak üzere kayıt altına alınabilir.



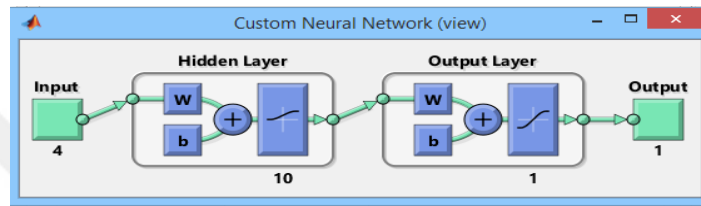
Şekil 5.16. nntool veri yönetim ekranı

Şekil 5.17.'de oluşturulan sinir ağlarına ait özellikler görülmektedir. Burada giriş ve hedef veriler belirtildikten sonra eğitim fonksiyonu, öğrenme fonksiyonu, performans fonksiyonu, katman sayısı, nöron sayısı ve transfer fonksiyonunu değiştirerek deneme yanılma yöntemiyle en iyi sonucu veren fonksiyonlar seçilebilmektedir.



Şekil 5.17. YSA oluşturma ekranı

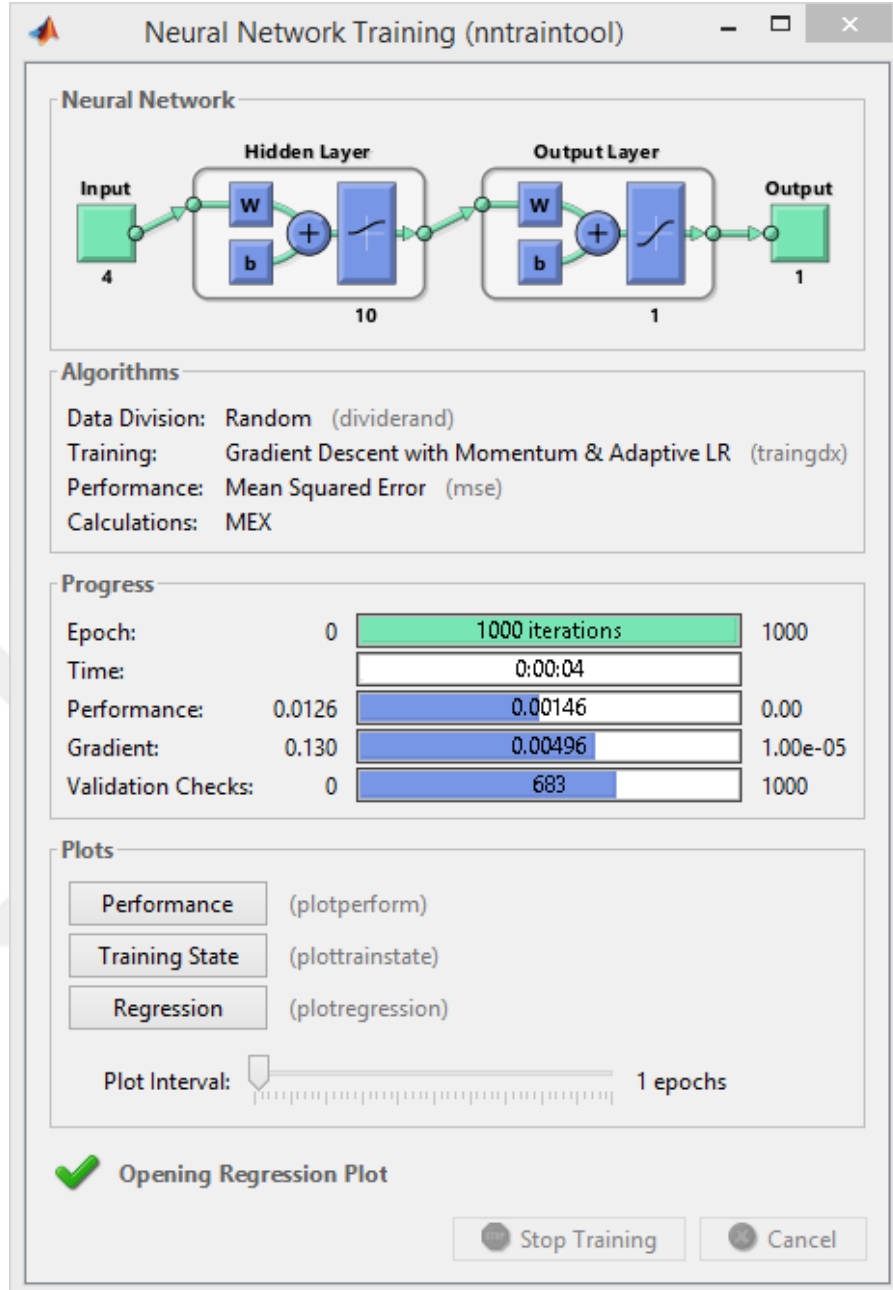
3 kripto para birimi için oluşturulan modelde de geri yayılım algoritması seçilmiştir. Input ve target data bölümlerine girdi ve çıktı dosyaları eklenmiştir. Eğitim fonksiyonu olarak deneme yanılma işlemleri sonucunda en iyi sonucu veren traingdx fonksiyonu seçilmiştir. Adaptasyon fonksiyonu için de learn_gdm fonksiyonu seçilmiştir. Nöron sayısı yine deneme yanılma işlemleri sonucunda iyi sonuç verdiği gözlemlendiği için 10 olarak seçilmiştir. Oluşturulan modellerin transfer fonksiyonu ise logsig fonksiyonudur. Şekil 5.18.'de oluşturulan yapay sinir ağı modeli gösterilmektedir.



Şekil 5.18. Oluşturulan yapay sinir ağı modeli

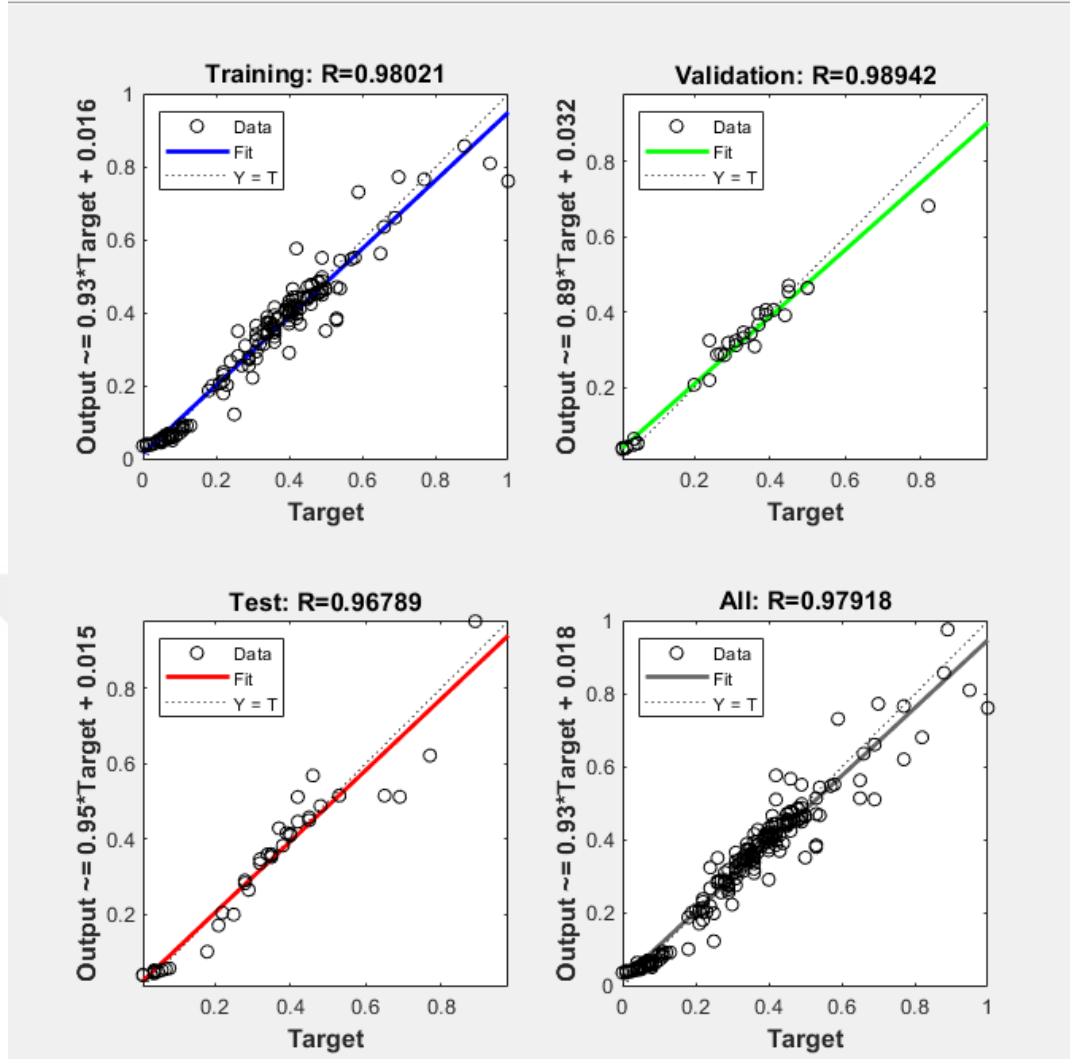
5.2.1. BTC Fiyat değerinin ysa ile tahmin edilmesi

Bitcoin için oluşturulan YSA'nın eğitilmesine ait görüntüsü Şekil 5.19.'da yer almaktadır. Şekil 5.5.'in üst kısmında 4 giriş, 1 çıkış ve 10 nöronlu ara katmanı olan YSA yapısı görülmektedir. Şekil 5.19.'a bakıldığında Eğitimin 1000 iterasyon gerçekleştiğinde bittiği, performans değerinin 0,0126 ve veri değişim oranının 0,130 olduğu görülmektedir.



Şekil 5.19. BTC için ysa eğitim ekranı

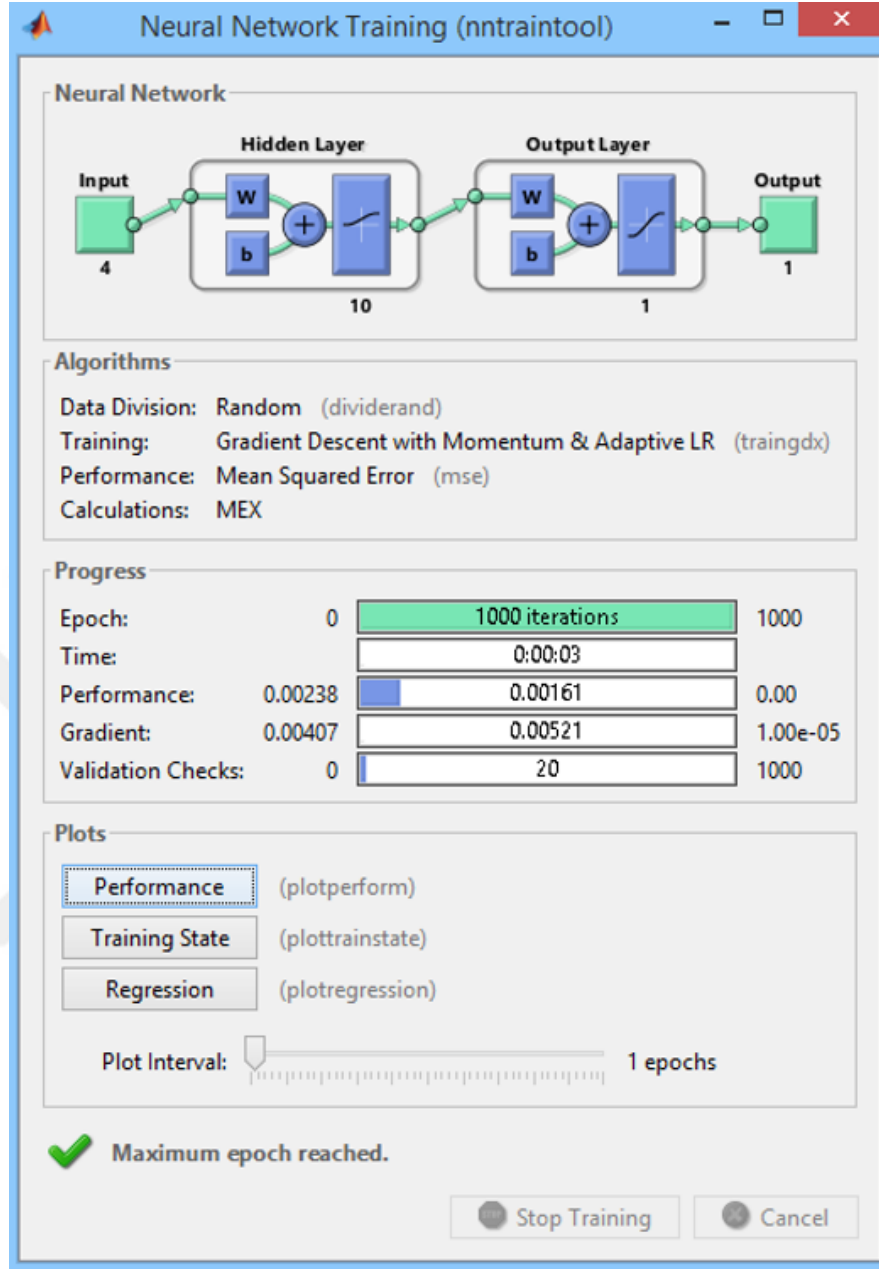
Şekil 5.20.'de ağımızın eğitim, doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı görülmektedir. Eğitim verilerinde başarı oranı %98,021, doğrulama verilerinde başarı oranı %98,942, test verilerinde başarı oranı %96,789'dur. Bitcoin verilerine ait yapay sinir ağımızın toplam başarısı ise %97,918'dir. Bu oran ağımızın oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.20. BTC tahmin sonuçları

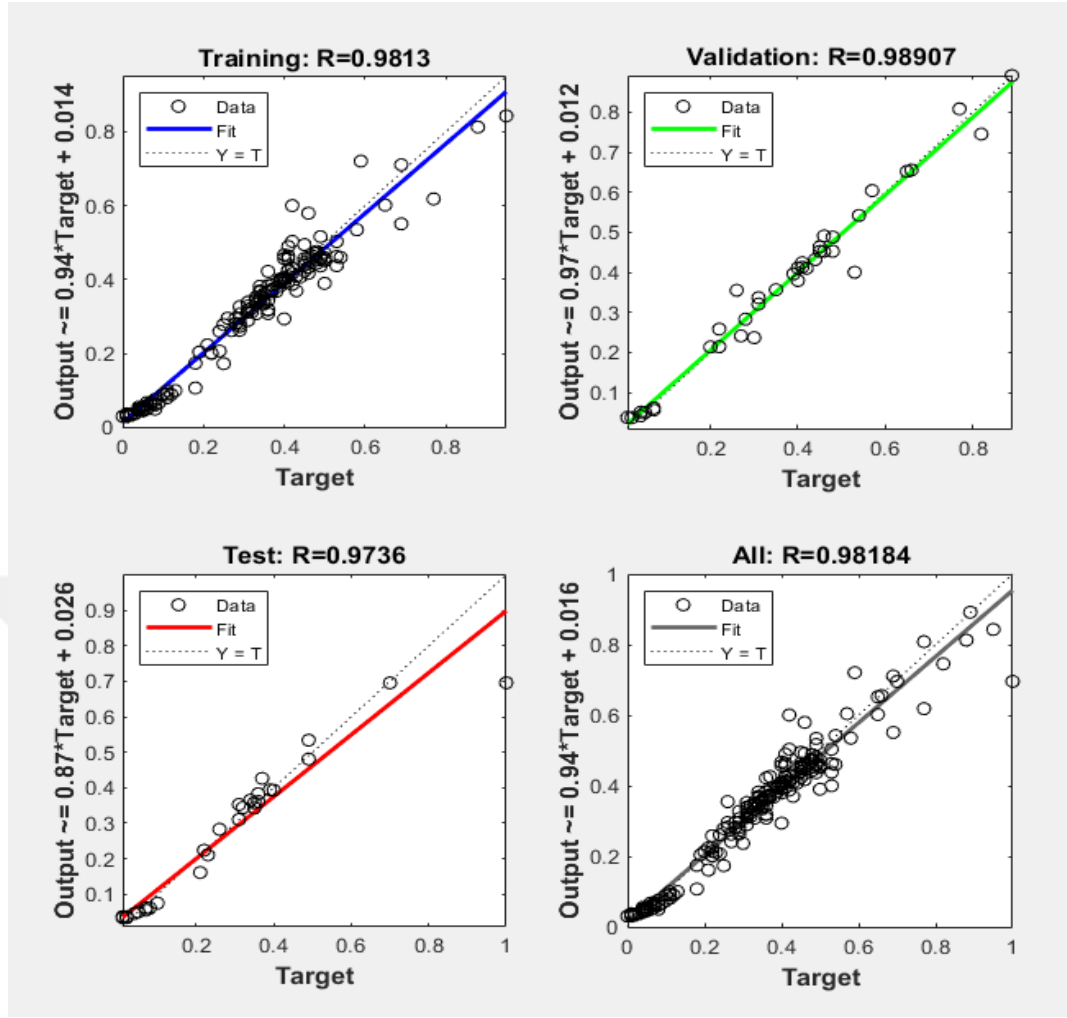
5.2.2 ETH Fiyat Değerinin YSA ile Tahmin Edilmesi

Ethereum için oluşturulan YSA'nın eğitilmesine ait görüntüsü Şekil 5.21.'de yer almaktadır. Şekil 5.21.'nin üst kısmında 4 giriş, 1 çıkış ve 10 nöronlu ara katmanı olan YSA yapısı görülmektedir. Şekil 5.21.'e bakıldığında eğitimin 1000 iterasyon gerçekleştiğinde bittiği, performans değerinin 0,00238 ve veri değişim oranının 0,00407 olduğu görülmektedir.



Şekil 5.21. ETH için ysa eğitim ekranı

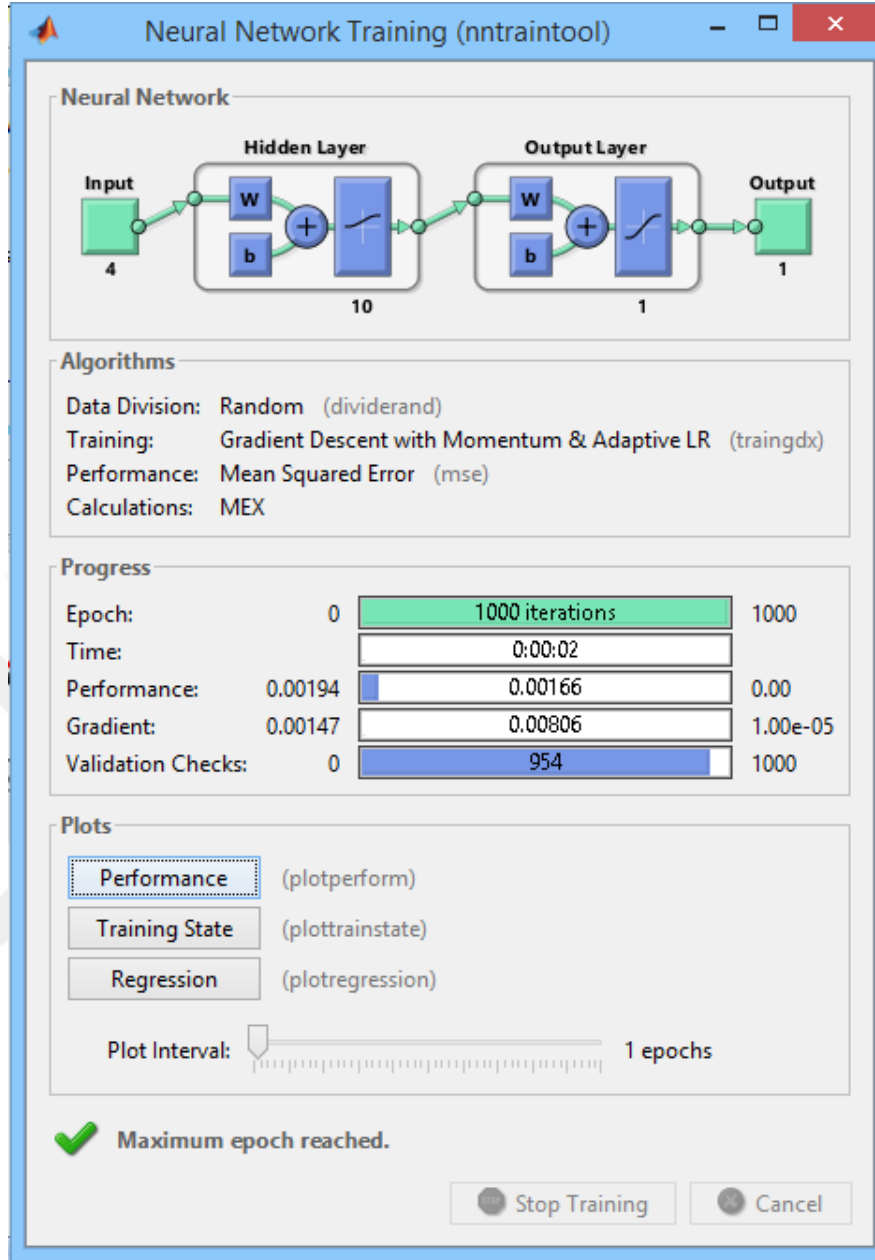
Şekil 5.22.'de ağıımızın eğitim, doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı görülmektedir. Eğitim verilerinde başarı oranı %98,13, doğrulama verilerinde başarı oranı %98,907, test verilerinde başarı oranı %97,36'dur. Ethereum verilerine ait yapay sinir ağıımızın toplam başarısı ise %98,184'dür. Bu oran ağıımızın oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.22. ETH tahmin sonuçları

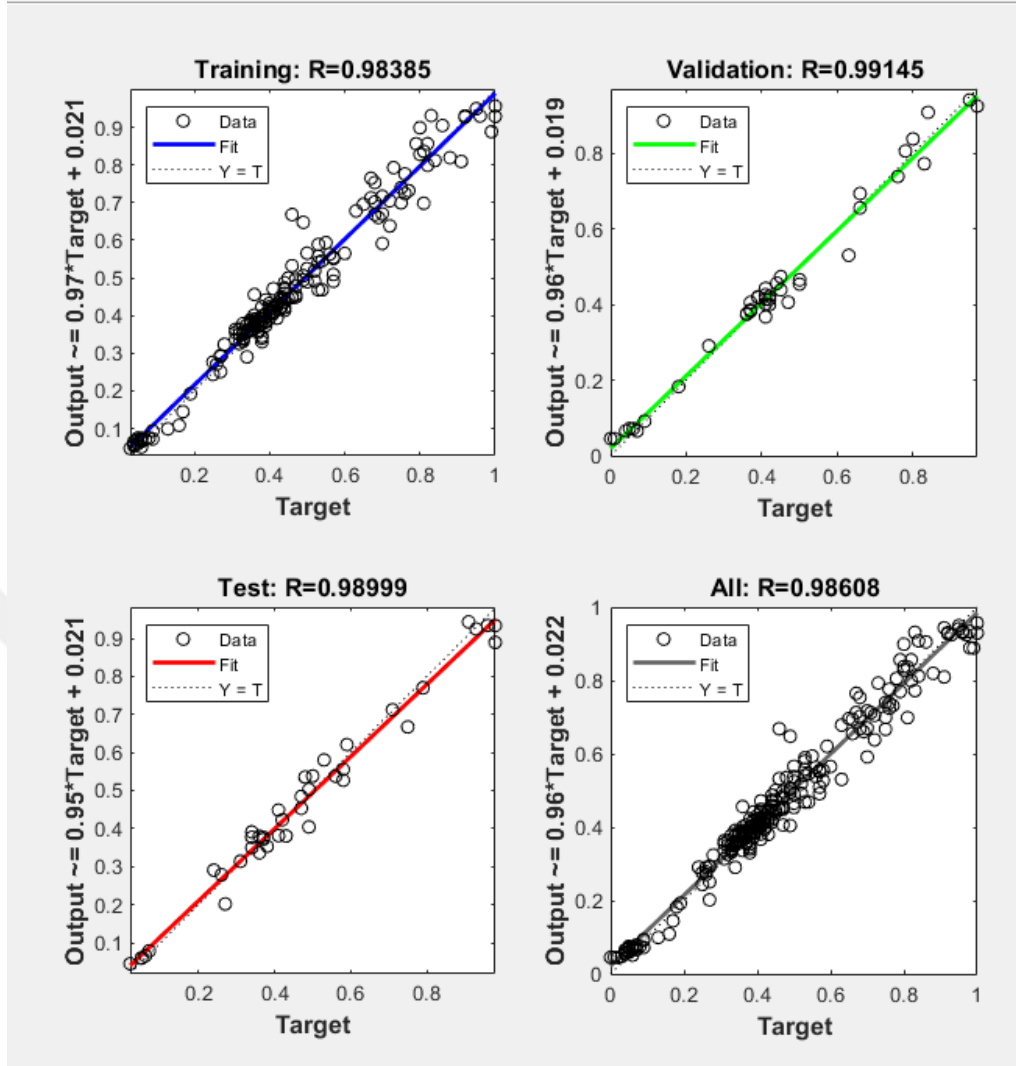
5.2.2. ADA Fiyat değerinin ysa ile tahmin edilmesi

Cardano için oluşturulan YSA'nın eğitilmesine ait görüntüsü Şekil 5.23.'de yer almaktadır. Şekil 5.23.'ün üst kısmında 4 giriş, 1 çıkış ve 10 nöronlu ara katmanı olan YSA yapısı görülmektedir. Şekil 5.23.'e bakıldığında eğitimin 1000 iterasyon gerçekleştiğinde bittiği, performans değerinin 0,00194 ve veri değişim oranının 0,00147 olduğu görülmektedir.



Şekil 5.23. ADA için ysa eğitim ekranı

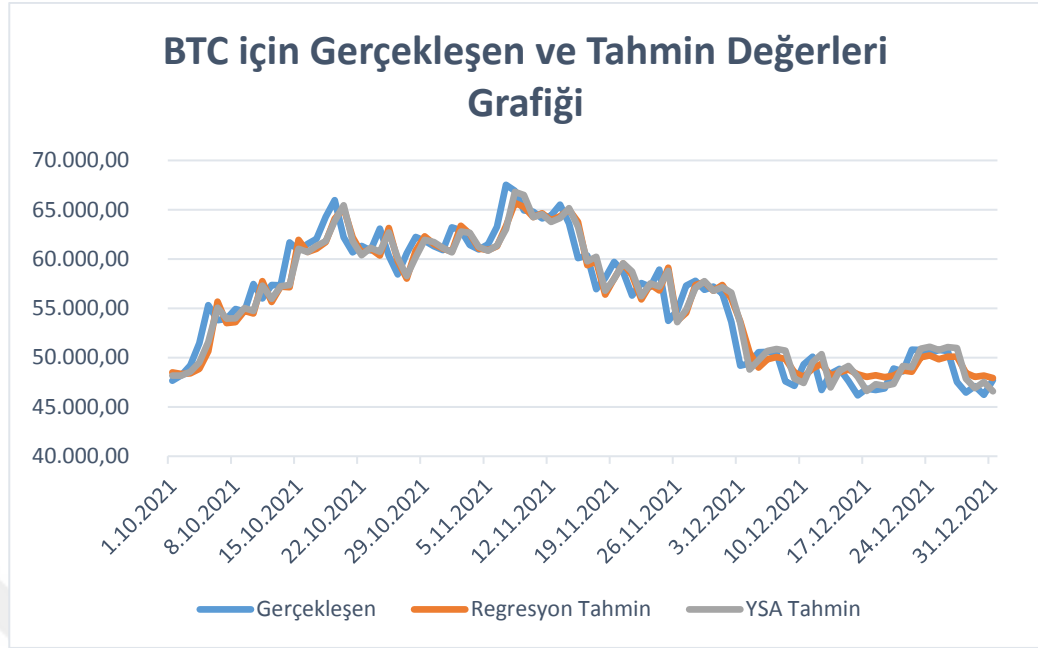
Şekil 5.24.'de ağıımızın eğitim, doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı görülmektedir. Eğitim verilerinde başarı oranı %98,385, doğrulama verilerinde başarı oranı %99,145, test verilerinde başarı oranı %98,999'dur. Cardano verilerine ait yapay sinir ağıımızın toplam başarısı ise %98,608'dir. Bu oran ağıımızın oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.24. ADA tahmin sonuçları

5.3. YSA ve Regresyon Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Şekil 5.25.'de BTC kripto para birimine ait önceki gün trendine göre ertesi gün kapanış değerlerinin yapay sinir ağı ve çoklu regresyon analiziyle yapılan tahminlerin gerçek verilerle karşılaştırılması görülmektedir.



Grafiğe baktığımızda her iki yöntemle yapılan tahminlerin gerçekleşen verilere oldukça yakın olduğunu gözlemleyebiliriz. 2021 Aralık ayında kripto para borsasında ciddi bir düşüş yaşanmıştır. Bazı kripto para yatırım şirketlerinin Evergrande'nin tahvillerine yatırım yaptığını belirten analistler bu düşüşü Evergrande krizine bağlamışlardır. Ani düşüş yaşanan bu dönemde yapay sinir ağının BTC fiyatını tahmin etmede daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 5.11.'de BTC için gerçekleşen değerlerle çoklu regresyonla tahmin edilen değerler analiz edilmiştir.

Tablo 5.11. BTC için regresyon analizi ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi

Tarih	Gerçekleşen	Regresyon Tahmin	Fark	Mutlak Fark	Hata Karesi	Mutlak Yüzde Hata
31.12.2021	47.738,00	47.933,66	195,66	195,66	38.283,17	0,0041
30.12.2021	46.219,50	48.174,47	1.954,97	1.954,97	3.821.898,79	0,0423
29.12.2021	47.123,30	48.037,02	913,72	913,72	834.888,69	0,0194
28.12.2021	46.461,70	48.447,44	1.985,74	1.985,74	3.943.148,57	0,0427
27.12.2021	47.545,20	50.106,77	2.561,57	2.561,57	6.561.662,22	0,0539

Tablo 5.11. (Devamı)

26.12.2021	50.678,20	50.094,17	-584,03	584,03	341.086,01	0,0115
25.12.2021	50.779,90	49.818,90	-961,00	961,00	923.522,28	0,0189
24.12.2021	50.406,40	50.232,77	-173,63	173,63	30.146,41	0,0034
23.12.2021	50.786,10	50.016,87	-769,23	769,23	591.719,91	0,0151
22.12.2021	50.801,00	48.565,32	-2.235,68	2.235,68	4.998.266,22	0,0440
21.12.2021	48.599,70	48.712,46	112,76	112,76	12.714,93	0,0023
20.12.2021	48.902,00	48.191,62	-710,38	710,38	504.644,93	0,0145
19.12.2021	46.895,20	48.024,94	1.129,74	1.129,74	1.276.301,42	0,0241
18.12.2021	46.704,50	48.204,77	1.500,27	1.500,27	2.250.814,45	0,0321
17.12.2021	46.856,20	48.062,76	1.206,56	1.206,56	1.455.777,51	0,0258
16.12.2021	46.172,20	48.320,58	2.148,38	2.148,38	4.615.551,32	0,0465
15.12.2021	47.628,20	48.791,69	1.163,49	1.163,49	1.353.709,36	0,0244
14.12.2021	48.871,50	48.497,20	-374,30	374,30	140.104,19	0,0077
13.12.2021	48.366,50	48.188,14	-178,36	178,36	31.813,94	0,0037
12.12.2021	46.703,60	49.392,00	2.688,40	2.688,40	7.227.488,59	0,0576
11.12.2021	50.081,00	48.891,63	-1.189,37	1.189,37	1.414.589,49	0,0237
10.12.2021	49.314,50	48.058,06	-1.256,44	1.256,44	1.578.647,00	0,0255
9.12.2021	47.137,20	48.500,40	1.363,20	1.363,20	1.858.309,92	0,0289
8.12.2021	47.596,60	49.860,54	2.263,94	2.263,94	5.125.437,67	0,0476
7.12.2021	50.473,90	50.054,88	-419,02	419,02	175.577,91	0,0083
6.12.2021	50.595,20	49.841,32	-753,88	753,88	568.330,81	0,0149
5.12.2021	50.562,10	48.995,64	-1.566,46	1.566,46	2.453.806,03	0,0310
4.12.2021	49.405,50	50.532,61	1.127,11	1.127,11	1.270.369,80	0,0228
3.12.2021	49.195,20	53.674,24	4.479,04	4.479,04	20.061.833,8	0,0910
2.12.2021	53.631,50	56.005,65	2.374,15	2.374,15	5.636.567,43	0,0443
1.12.2021	56.496,00	57.379,24	883,24	883,24	780.120,40	0,0156
30.11.2021	57.210,30	56.768,04	-442,26	442,26	195.590,27	0,0077
29.11.2021	56.882,90	57.651,96	769,06	769,06	591.447,95	0,0135
28.11.2021	57.794,80	57.368,14	-426,66	426,66	182.039,37	0,0074
27.11.2021	57.291,50	54.540,22	-2.751,28	2.751,28	7.569.555,46	0,0480
26.11.2021	54.765,90	53.731,26	-1.034,64	1.034,64	1.070.472,54	0,0189
25.11.2021	53.730,90	59.115,46	5.384,56	5.384,56	28.993.515,0	0,1002
24.11.2021	58.935,10	56.812,89	-2.122,21	2.122,21	4.503.770,69	0,0360
23.11.2021	57.171,70	57.434,34	262,64	262,64	68.980,79	0,0046
22.11.2021	57.573,20	55.920,86	-1.652,34	1.652,34	2.730.215,93	0,0287
21.11.2021	56.308,80	58.357,98	2.049,18	2.049,18	4.199.122,18	0,0364
20.11.2021	58.714,30	59.529,12	814,82	814,82	663.935,81	0,0139
19.11.2021	59.717,60	58.007,96	-1.709,64	1.709,64	2.922.882,42	0,0286
18.11.2021	58.083,40	56.403,50	-1.679,90	1.679,90	2.822.056,24	0,0289
17.11.2021	56.955,30	59.783,26	2.827,96	2.827,96	7.997.331,72	0,0497
16.11.2021	60.367,80	59.377,07	-990,73	990,73	981.545,97	0,0164
15.11.2021	60.089,10	63.779,33	3.690,23	3.690,23	13.617.826,8	0,0614
14.11.2021	63.597,90	65.009,64	1.411,74	1.411,74	1.992.998,13	0,0222

Tablo 5.11. (Devamı)

13.11.2021	65.508,20	64.350,60	-1.157,60	1.157,60	1.340.040,18	0,0177
12.11.2021	64.398,60	63.935,44	-463,16	463,16	214.513,35	0,0072
11.11.2021	64.134,50	64.644,03	509,53	509,53	259.617,02	0,0079
10.11.2021	64.806,70	64.265,82	-540,88	540,88	292.554,61	0,0083
9.11.2021	64.932,60	65.284,06	351,46	351,46	123.521,74	0,0054
8.11.2021	66.904,40	65.687,47	-1.216,93	1.216,93	1.480.928,91	0,0182
7.11.2021	67.527,90	63.331,93	-4.195,97	4.195,97	17.606.146,9	0,0621
6.11.2021	63.273,20	61.289,69	-1.983,51	1.983,51	3.934.325,91	0,0313
5.11.2021	61.483,90	60.915,32	-568,58	568,58	323.282,02	0,0092
4.11.2021	60.974,30	61.084,67	110,37	110,37	12.181,92	0,0018
3.11.2021	61.412,60	62.569,96	1.157,36	1.157,36	1.339.483,76	0,0188
2.11.2021	62.918,50	63.377,21	458,71	458,71	210.411,33	0,0073
1.11.2021	63.221,70	60.741,49	-2.480,21	2.480,21	6.151.463,20	0,0392
31.10.2021	60.915,30	61.057,76	142,46	142,46	20.295,87	0,0023
30.10.2021	61.309,60	61.524,81	215,21	215,21	46.316,52	0,0035
29.10.2021	61.840,10	62.292,98	452,88	452,88	205.097,81	0,0073
28.10.2021	62.242,80	60.852,54	-1.390,26	1.390,26	1.932.835,95	0,0223
27.10.2021	60.582,50	58.022,69	-2.559,81	2.559,81	6.552.619,62	0,0423
26.10.2021	58.438,10	59.811,44	1.373,34	1.373,34	1.886.076,27	0,0235
25.10.2021	60.310,80	63.144,22	2.833,42	2.833,42	8.028.243,17	0,0470
24.10.2021	63.067,00	60.361,99	-2.705,01	2.705,01	7.317.052,78	0,0429
23.10.2021	60.866,50	61.049,43	182,93	182,93	33.465,16	0,0030
22.10.2021	61.312,50	60.617,20	-695,30	695,30	483.448,38	0,0113
21.10.2021	60.690,30	62.205,85	1.515,55	1.515,55	2.296.879,69	0,0250
20.10.2021	62.210,20	65.151,22	2.941,02	2.941,02	8.649.623,03	0,0473
19.10.2021	65.979,10	64.075,32	-1.903,78	1.903,78	3.624.363,13	0,0289
18.10.2021	64.278,50	61.727,91	-2.550,59	2.550,59	6.505.532,62	0,0397
17.10.2021	62.056,30	61.036,62	-1.019,68	1.019,68	1.039.744,39	0,0164
16.10.2021	61.527,50	60.705,82	-821,68	821,68	675.155,34	0,0134
15.10.2021	60.861,10	61.934,20	1.073,10	1.073,10	1.151.546,83	0,0176
14.10.2021	61.672,50	57.152,02	-4.520,48	4.520,48	20.434.743,0	0,0733
13.10.2021	57.345,80	57.210,32	-135,48	135,48	18.354,65	0,0024
12.10.2021	57.380,10	55.660,96	-1.719,14	1.719,14	2.955.426,44	0,0300
11.10.2021	56.015,90	57.764,71	1.748,81	1.748,81	3.058.352,61	0,0312
10.10.2021	57.477,30	54.480,42	-2.996,88	2.996,88	8.981.280,58	0,0521
9.10.2021	54.687,70	54.733,27	45,57	45,57	2.076,90	0,0008
8.10.2021	54.942,50	53.586,47	-1.356,03	1.356,03	1.838.812,14	0,0247
7.10.2021	53.914,70	53.498,91	-415,79	415,79	172.878,37	0,0077
6.10.2021	53.783,90	55.688,51	1.904,61	1.904,61	3.627.552,50	0,0354
5.10.2021	55.323,20	50.659,67	-4.663,53	4.663,53	21.748.481,8	0,0843
4.10.2021	51.469,30	48.849,35	-2.619,95	2.619,95	6.864.135,11	0,0509
3.10.2021	49.227,30	48.416,90	-810,40	810,40	656.752,01	0,0165
2.10.2021	48.200,10	48.331,90	131,80	131,80	17.371,75	0,0027
1.10.2021	47.666,90	48.510,01	843,11	843,11	710.831,91	0,0177

Tablo 5.12.'de BTC için gerçekleşen değerlerle yapay sinir ağılarıyla tahmin edilen değerler analiz edilmiştir.

Tablo 5.12. BTC için yapay sinir ağı ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi

Tarih	Gerçekleşen	YSA Tahmin	Fark	Mutlak Fark	Hata Karesi	Mutlak Yüzde Hata
31.12.2021	47.738,00	46.588,49	-1.149,51	1.149,51	1.321.381,75	0,0241
30.12.2021	46.219,50	47.533,74	1.314,24	1.314,24	1.727.216,26	0,0284
29.12.2021	47.123,30	46.914,75	-208,55	208,55	43.494,40	0,0044
28.12.2021	46.461,70	47.859,23	1.397,53	1.397,53	1.953.090,10	0,0301
27.12.2021	47.545,20	50.975,16	3.429,96	3.429,96	11.764.605,71	0,0721
26.12.2021	50.678,20	51.071,45	393,25	393,25	154.648,71	0,0078
25.12.2021	50.779,90	50.788,92	9,02	9,02	81,29	0,0002
24.12.2021	50.406,40	51.101,05	694,65	694,65	482.536,54	0,0138
23.12.2021	50.786,10	50.911,46	125,36	125,36	15.715,48	0,0025
22.12.2021	50.801,00	49.036,16	-1.764,84	1.764,84	3.114.660,58	0,0347
21.12.2021	48.599,70	49.152,28	552,58	552,58	305.343,44	0,0114
20.12.2021	48.902,00	47.332,18	-1.569,82	1.569,82	2.464.328,24	0,0321
19.12.2021	46.895,20	47.137,10	241,90	241,90	58.516,00	0,0052
18.12.2021	46.704,50	47.292,04	587,54	587,54	345.207,48	0,0126
17.12.2021	46.856,20	46.604,37	-251,83	251,83	63.416,64	0,0054
16.12.2021	46.172,20	48.047,06	1.874,86	1.874,86	3.515.098,52	0,0406
15.12.2021	47.628,20	49.138,81	1.510,61	1.510,61	2.281.947,10	0,0317
14.12.2021	48.871,50	48.680,76	-190,74	190,74	36.380,07	0,0039
13.12.2021	48.366,50	46.969,26	-1.397,24	1.397,24	1.952.270,40	0,0289
12.12.2021	46.703,60	50.352,98	3.649,38	3.649,38	13.317.961,25	0,0781
11.12.2021	50.081,00	49.549,63	-531,37	531,37	282.350,68	0,0106
10.12.2021	49.314,50	47.432,80	-1.881,70	1.881,70	3.540.812,20	0,0382
9.12.2021	47.137,20	47.892,53	755,33	755,33	570.523,41	0,0160
8.12.2021	47.596,60	50.721,59	3.124,99	3.124,99	9.765.584,38	0,0657
7.12.2021	50.473,90	50.868,46	394,56	394,56	155.681,38	0,0078
6.12.2021	50.595,20	50.687,84	92,64	92,64	8.581,82	0,0018
5.12.2021	50.562,10	49.749,67	-812,43	812,43	660.041,69	0,0161
4.12.2021	49.405,50	48.801,65	-603,85	603,85	364.632,65	0,0122
3.12.2021	49.195,20	53.491,77	4.296,57	4.296,57	18.460.481,11	0,0873
2.12.2021	53.631,50	56.583,66	2.952,16	2.952,16	8.715.271,69	0,0550
1.12.2021	56.496,00	57.131,77	635,77	635,77	404.200,82	0,0113
30.11.2021	57.210,30	56.785,99	-424,31	424,31	180.036,43	0,0074
29.11.2021	56.882,90	57.745,20	862,29	862,29	743.552,67	0,0152
28.11.2021	57.794,80	57.088,37	-706,43	706,43	499.045,75	0,0122
27.11.2021	57.291,50	54.882,18	-2.409,32	2.409,32	5.804.832,98	0,0421
26.11.2021	54.765,90	53.602,32	-1.163,58	1.163,58	1.353.919,58	0,0212
25.11.2021	53.730,90	58.802,74	5.071,84	5.071,84	25.723.602,57	0,0944
24.11.2021	58.935,10	57.215,53	-1.719,57	1.719,57	2.956.929,24	0,0292
23.11.2021	57.171,70	57.519,20	347,50	347,50	120.757,29	0,0061
22.11.2021	57.573,20	56.225,92	-1.347,28	1.347,28	1.815.163,67	0,0234
21.11.2021	56.308,80	58.715,18	2.406,38	2.406,38	5.790.672,40	0,0427
20.11.2021	58.714,30	59.561,03	846,73	846,73	716.955,08	0,0144
19.11.2021	59.717,60	57.980,19	-1.737,41	1.737,41	3.018.599,42	0,0291
18.11.2021	58.083,40	56.782,43	-1.300,97	1.300,97	1.692.526,84	0,0224
17.11.2021	56.955,30	60.224,14	3.268,84	3.268,84	10.685.302,52	0,0574
16.11.2021	60.367,80	59.761,14	-606,66	606,66	368.034,66	0,0100
15.11.2021	60.089,10	63.270,84	3.181,74	3.181,74	10.123.478,34	0,0530

Tablo 5.12. (Devamı)

14.11.2021	63.597,90	65.174,46	1.576,56	1.576,56	2.485.556,57	0,0248
13.11.2021	65.508,20	64.149,35	-1.358,85	1.358,85	1.846.480,39	0,0207
12.11.2021	64.398,60	63.768,99	-629,61	629,61	396.405,60	0,0098
11.11.2021	64.134,50	64.548,64	414,14	414,14	171.515,00	0,0065
10.11.2021	64.806,70	64.261,02	-545,68	545,68	297.768,41	0,0084
9.11.2021	64.932,60	66.495,25	1.562,65	1.562,65	2.441.877,84	0,0241
8.11.2021	66.904,40	66.809,64	-94,76	94,76	8.980,12	0,0014
7.11.2021	67.527,90	63.010,02	-4.517,88	4.517,88	20.411.270,42	0,0669
6.11.2021	63.273,20	61.366,27	-1.906,93	1.906,93	3.636.367,53	0,0301
5.11.2021	61.483,90	60.830,37	-653,53	653,53	427.101,07	0,0106
4.11.2021	60.974,30	61.236,90	262,60	262,60	68.959,71	0,0043
3.11.2021	61.412,60	62.655,42	1.242,82	1.242,82	1.544.605,53	0,0202
2.11.2021	62.918,50	62.781,75	-136,75	136,75	18.701,38	0,0022
1.11.2021	63.221,70	60.694,71	-2.526,99	2.526,99	6.385.694,13	0,0400
31.10.2021	60.915,30	61.123,54	208,24	208,24	43.364,44	0,0034
30.10.2021	61.309,60	61.712,54	402,94	402,94	162.361,05	0,0066
29.10.2021	61.840,10	61.948,51	108,41	108,41	11.753,25	0,0018
28.10.2021	62.242,80	60.195,50	-2.047,30	2.047,30	4.191.441,79	0,0329
27.10.2021	60.582,50	58.275,17	-2.307,33	2.307,33	5.323.776,81	0,0381
26.10.2021	58.438,10	60.095,06	1.656,96	1.656,96	2.745.506,83	0,0284
25.10.2021	60.310,80	62.693,45	2.382,65	2.382,65	5.677.031,51	0,0395
24.10.2021	63.067,00	60.745,35	-2.321,65	2.321,65	5.390.070,33	0,0368
23.10.2021	60.866,50	61.145,25	278,75	278,75	77.699,50	0,0046
22.10.2021	61.312,50	60.400,70	-911,80	911,80	831.379,06	0,0149
21.10.2021	60.690,30	61.811,25	1.120,95	1.120,95	1.256.523,75	0,0185
20.10.2021	62.210,20	65.458,97	3.248,77	3.248,77	10.554.521,46	0,0522
19.10.2021	65.979,10	63.870,00	-2.109,10	2.109,10	4.448.300,28	0,0320
18.10.2021	64.278,50	61.808,15	-2.470,35	2.470,35	6.102.624,18	0,0384
17.10.2021	62.056,30	61.317,30	-739,00	739,00	546.114,50	0,0119
16.10.2021	61.527,50	60.707,66	-819,84	819,84	672.131,39	0,0133
15.10.2021	60.861,10	61.041,22	180,12	180,12	32.443,00	0,0030
14.10.2021	61.672,50	57.365,68	-4.306,82	4.306,82	18.548.735,55	0,0698
13.10.2021	57.345,80	57.244,64	-101,16	101,16	10.233,67	0,0018
12.10.2021	57.380,10	55.970,06	-1.410,04	1.410,04	1.988.205,75	0,0246
11.10.2021	56.015,90	57.299,53	1.283,63	1.283,63	1.647.704,18	0,0229
10.10.2021	57.477,30	54.750,74	-2.726,56	2.726,56	7.434.144,70	0,0474
9.10.2021	54.687,70	55.044,85	357,15	357,15	127.559,41	0,0065
8.10.2021	54.942,50	53.990,46	-952,04	952,04	906.380,35	0,0173
7.10.2021	53.914,70	53.964,47	49,77	49,77	2.477,27	0,0009
6.10.2021	53.783,90	55.053,10	1.269,20	1.269,20	1.610.863,82	0,0236
5.10.2021	55.323,20	51.594,87	-3.728,33	3.728,33	13.900.434,15	0,0674
4.10.2021	51.469,30	49.506,20	-1.963,10	1.963,10	3.853.750,22	0,0381
3.10.2021	49.227,30	48.552,76	-674,54	674,54	455.002,32	0,0137
2.10.2021	48.200,10	48.174,23	-25,87	25,87	669,23	0,0005
1.10.2021	47.666,90	48.166,44	499,54	499,54	249.539,61	0,0105

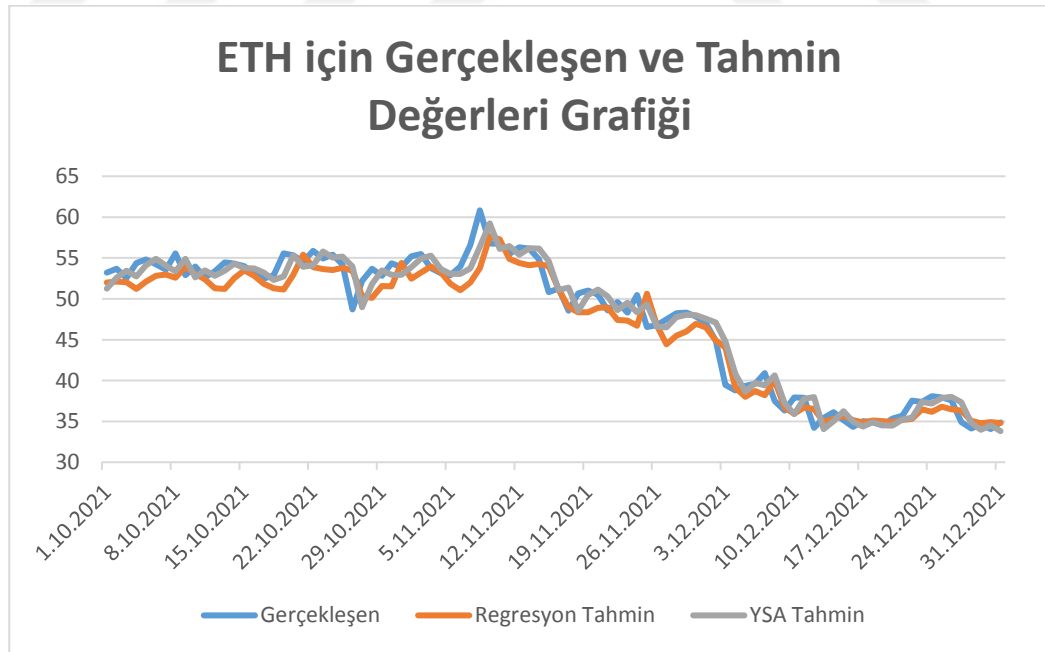
Bu tablolardan elde edileceği üzere, BTC verilerine ait regresyon analizi ve yapay sinir ağı yöntemleri ile elde edilen tahmin sonuçlarının istatistiksel başarısı Tablo 5.13.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.13. BTC tahmin sonuçlarının analizi

	MAD	MSE	RMSE	MAPE
Regresyon Analizi	1464,41	3454393,89	1858,6	2,65
Yapay Sinir Ağları	1368,34	3243298,89	1800,92	2,40

Tablodan görüleceği üzere yapay sinir ağlarının daha başarılı sonuç verdiğini söyleyebiliriz. Regresyon analizi ile yapılan tahminlerin MAPE değerinin 2,65 ve yapay sinir ağı ile yapılan tahminlerin MAPE değerinin 2,40 olduğu hesaplanmıştır.

Şekil 5.26.'da ETH kripto para birimine ait ertesi gün kapanış değerlerinin yapay sinir ağı ve çoklu regresyon analiziyle yapılan tahminlerin gerçek verilerle karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 5.26. ETH için gerçekleşen ve tahmin değerleri grafiği

Grafiğe baktığımızda her iki yöntemle yapılan tahminlerin gerçekleşen verilere oldukça yakın olduğunu gözlemleyebiliriz. ETH fiyatlarında 2021 Aralık ayında yaşanan Evergrande krizi sebebiyle ani düşüş yaşanmıştır. Ani düşüş yaşandığı bu dönemde yapay sinir ağının ETH fiyatını tahmin etmede daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 5.14.'de ETH için gerçekleşen değerlerle çoklu regresyonla tahmin edilen değerler analiz edilmiştir.

Tablo 5.14. ETH için regresyon analizi ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi

Tarih	Gerçekleşen	Regresyon Tahmin	Fark	Mutlak Fark	Hata Karesi	Mutlak Yüzde Hata
31.12.2021	34,89	34,81	-0,08	0,08	0,01	0,0023
30.12.2021	34,06	34,91	0,85	0,85	0,73	0,0250
29.12.2021	34,59	34,78	0,19	0,19	0,03	0,0054
28.12.2021	34,11	35,08	0,97	0,97	0,95	0,0285
27.12.2021	34,91	36,33	1,42	1,42	2,01	0,0406
26.12.2021	37,59	36,48	-1,11	1,11	1,23	0,0295
25.12.2021	37,93	36,80	-1,13	1,13	1,27	0,0297
24.12.2021	38,08	36,17	-1,91	1,91	3,64	0,0501
23.12.2021	37,39	36,46	-0,93	0,93	0,86	0,0248
22.12.2021	37,53	35,32	-2,21	2,21	4,90	0,0590
21.12.2021	35,70	35,18	-0,52	0,52	0,27	0,0147
20.12.2021	35,33	34,92	-0,41	0,41	0,17	0,0117
19.12.2021	34,52	35,04	0,52	0,52	0,27	0,0150
18.12.2021	34,87	35,10	0,23	0,23	0,05	0,0067
17.12.2021	35,03	34,86	- 0,17	0,17	0,03	0,0048
16.12.2021	34,33	35,14	0,81	0,81	0,65	0,0235
15.12.2021	35,16	35,64	0,48	0,48	0,23	0,0137
14.12.2021	36,14	35,32	-0,82	0,82	0,68	0,0227
13.12.2021	35,41	34,93	-0,48	0,48	0,23	0,0137
12.12.2021	34,20	36,53	2,33	2,33	5,41	0,0680
11.12.2021	37,90	36,72	-1,18	1,18	1,40	0,0312
10.12.2021	37,91	35,91	-2,00	2,00	3,98	0,0526
9.12.2021	36,34	36,69	0,35	0,35	0,12	0,0096
8.12.2021	37,50	40,00	2,50	2,50	6,27	0,0668
7.12.2021	40,92	38,20	-2,72	2,72	7,39	0,0665
6.12.2021	39,61	38,73	-0,88	0,88	0,77	0,0222
5.12.2021	39,35	37,99	-1,36	1,36	1,84	0,0345
4.12.2021	38,79	39,15	0,36	0,36	0,13	0,0094
3.12.2021	39,46	44,05	4,59	4,59	21,03	0,1162
2.12.2021	44,87	44,92	0,05	0,05	0,00	0,0011
1.12.2021	47,03	46,53	-0,50	0,50	0,25	0,0107

Tablo 5.14. (Devamı)

30.11.2021	47,85	46,95	-0,90	0,90	0,80	0,0187
29.11.2021	48,33	46,00	-2,33	2,33	5,42	0,0482
28.11.2021	48,22	45,51	-2,71	2,71	7,35	0,0562
27.11.2021	47,50	44,44	-3,06	3,06	9,35	0,0644
26.11.2021	46,77	46,76	-0,01	0,01	0,00	0,0002
25.11.2021	46,53	50,62	4,09	4,09	16,71	0,0879
24.11.2021	50,45	46,70	-3,75	3,75	14,05	0,0743
23.11.2021	48,30	47,31	-0,99	0,99	0,97	0,0204
22.11.2021	49,59	47,39	-2,20	2,20	4,84	0,0444
21.11.2021	48,60	48,94	0,34	0,34	0,12	0,0070
20.11.2021	50,49	48,90	-1,59	1,59	2,53	0,0315
19.11.2021	51,02	48,33	-2,69	2,69	7,22	0,0527
18.11.2021	50,67	48,33	-2,34	2,34	5,46	0,0461
17.11.2021	48,54	48,98	0,44	0,44	0,19	0,0091
16.11.2021	51,25	51,16	-0,09	0,09	0,01	0,0018
15.11.2021	50,82	54,01	3,19	3,19	10,16	0,0627
14.11.2021	54,80	54,27	-0,53	0,53	0,28	0,0097
13.11.2021	56,13	54,10	-2,03	2,03	4,11	0,0361
12.11.2021	56,29	54,39	-1,90	1,90	3,59	0,0337
11.11.2021	55,49	54,90	-0,59	0,59	0,35	0,0107
10.11.2021	56,73	57,28	0,55	0,55	0,30	0,0097
9.11.2021	56,76	57,63	0,87	0,87	0,75	0,0153
8.11.2021	60,83	53,76	-7,07	7,07	49,97	0,1162
7.11.2021	56,59	51,98	-4,61	4,61	21,27	0,0815
6.11.2021	53,94	51,07	-2,87	2,87	8,22	0,0531
5.11.2021	52,88	51,83	-1,05	1,05	1,09	0,0198
4.11.2021	53,14	53,27	0,13	0,13	0,02	0,0024
3.11.2021	53,77	53,96	0,19	0,19	0,04	0,0035
2.11.2021	55,49	53,21	-2,28	2,28	5,20	0,0411
1.11.2021	55,19	52,46	-2,73	2,73	7,43	0,0494
31.10.2021	53,89	54,39	0,50	0,50	0,25	0,0093
30.10.2021	54,36	51,52	-2,84	2,84	8,06	0,0522
29.10.2021	52,82	51,55	-1,27	1,27	1,62	0,0241
28.10.2021	53,69	50,10	-3,59	3,59	12,87	0,0668
27.10.2021	52,21	50,35	-1,86	1,86	3,45	0,0356
26.10.2021	48,71	53,46	4,75	4,75	22,58	0,0976
25.10.2021	54,18	53,81	-0,37	0,37	0,14	0,0068
24.10.2021	55,42	53,52	-1,90	1,90	3,61	0,0343
23.10.2021	54,94	53,63	-1,31	1,31	1,73	0,0239
22.10.2021	55,88	53,87	-2,01	2,01	4,03	0,0359
21.10.2021	54,53	55,40	0,87	0,87	0,76	0,0160
20.10.2021	55,34	52,93	-2,41	2,41	5,83	0,0436
19.10.2021	55,56	51,12	-4,44	4,44	19,73	0,0799
18.10.2021	52,89	51,30	-1,59	1,59	2,51	0,0300
17.10.2021	52,45	51,84	-0,61	0,61	0,37	0,0116
16.10.2021	53,04	52,82	-0,22	0,22	0,05	0,0042
15.10.2021	54,00	53,50	-0,50	0,50	0,25	0,0092
14.10.2021	54,30	52,55	-1,75	1,75	3,07	0,0323

Tablo 5.14. (Devamı)

13.10.2021	54,48	51,19	-3,29	3,29	10,79	0,0603
12.10.2021	53,37	51,29	-2,08	2,08	4,33	0,0390
11.10.2021	52,64	52,38	-0,26	0,26	0,07	0,0049
10.10.2021	53,95	53,06	-0,89	0,89	0,80	0,0165
9.10.2021	52,90	53,93	1,03	1,03	1,06	0,0195
8.10.2021	55,57	52,59	-2,98	2,98	8,89	0,0536
7.10.2021	53,57	52,99	-0,58	0,58	0,34	0,0109
6.10.2021	54,24	52,81	-1,43	1,43	2,06	0,0265
5.10.2021	54,81	52,12	-2,69	2,69	7,23	0,0491
4.10.2021	54,38	51,20	-3,18	3,18	10,10	0,0585
3.10.2021	52,55	52,02	-0,53	0,53	0,28	0,0100
2.10.2021	53,66	52,13	-1,53	1,53	2,34	0,0285
1.10.2021	53,21	52,01	-1,20	1,20	1,44	0,0226

Tablo 5.15.'de ETH için gerçekleşen değerlerle yapay sinir ağılarıyla tahmin edilen değerler analiz edilmiştir.

Tablo 5.15. ETH için yapay sinir ağı ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi

Tarih	Gerçekleşen	YSA Tahmin	Fark	Mutlak Fark	Hata Karesi	Mutlak Yüzde Hata
31.12.2021	34,89	33,80	-1,09	1,09	1,18	0,0312
30.12.2021	34,06	34,52	0,46	0,46	0,21	0,0135
29.12.2021	34,59	33,97	-0,62	0,62	0,39	0,0180
28.12.2021	34,11	34,82	0,71	0,71	0,51	0,0209
27.12.2021	34,91	37,35	2,44	2,44	5,97	0,0700
26.12.2021	37,59	38,00	0,41	0,41	0,17	0,0109
25.12.2021	37,93	37,84	-0,09	0,09	0,01	0,0022
24.12.2021	38,08	37,18	-0,90	0,90	0,81	0,0237
23.12.2021	37,39	37,38	-0,01	0,01	0,00	0,0003
22.12.2021	37,53	35,45	-2,08	2,08	4,34	0,0555
21.12.2021	35,70	35,24	-0,46	0,46	0,21	0,0130
20.12.2021	35,33	34,49	-0,84	0,84	0,71	0,0238
19.12.2021	34,52	34,53	0,01	0,01	0,00	0,0002
18.12.2021	34,87	34,91	0,04	0,04	0,00	0,0012
17.12.2021	35,03	34,36	-0,67	0,67	0,45	0,0191
16.12.2021	34,33	34,93	0,60	0,60	0,36	0,0175
15.12.2021	35,16	36,25	1,09	1,09	1,19	0,0311
14.12.2021	36,14	35,04	-1,10	1,10	1,22	0,0305
13.12.2021	35,41	34,03	-1,38	1,38	1,89	0,0389
12.12.2021	34,20	37,96	3,76	3,76	14,12	0,1099
11.12.2021	37,90	37,76	-0,14	0,14	0,02	0,0038
10.12.2021	37,91	35,88	-2,03	2,03	4,12	0,0535
9.12.2021	36,34	37,23	0,89	0,89	0,80	0,0245
8.12.2021	37,50	40,63	3,13	3,13	9,79	0,0834
7.12.2021	40,92	39,43	-1,49	1,49	2,23	0,0365

Tablo 5.15. (Devamı)

6.12.2021	39,61	39,71	0,10	0,10	0,01	0,0024
5.12.2021	39,35	38,63	-0,72	0,72	0,52	0,0183
4.12.2021	38,79	40,83	2,04	2,04	4,17	0,0527
3.12.2021	39,46	44,77	5,31	5,31	28,18	0,1345
2.12.2021	44,87	47,10	2,23	2,23	4,96	0,0496
1.12.2021	47,03	47,56	0,53	0,53	0,28	0,0112
30.11.2021	47,85	47,98	0,13	0,13	0,02	0,0027
29.11.2021	48,33	48,03	-0,30	0,30	0,09	0,0063
28.11.2021	48,22	47,76	-0,46	0,46	0,21	0,0096
27.11.2021	47,50	46,52	-0,98	0,98	0,97	0,0207
26.11.2021	46,77	46,57	-0,20	0,20	0,04	0,0043
25.11.2021	46,53	49,32	2,79	2,79	7,81	0,0601
24.11.2021	50,45	48,34	-2,11	2,11	4,47	0,0419
23.11.2021	48,30	49,53	1,23	1,23	1,51	0,0254
22.11.2021	49,59	48,63	-0,96	0,96	0,93	0,0194
21.11.2021	48,60	50,33	1,73	1,73	2,99	0,0356
20.11.2021	50,49	51,12	0,63	0,63	0,40	0,0125
19.11.2021	51,02	50,48	-0,54	0,54	0,29	0,0106
18.11.2021	50,67	48,50	-2,17	2,17	4,70	0,0428
17.11.2021	48,54	51,38	2,84	2,84	8,09	0,0586
16.11.2021	51,25	51,11	-0,14	0,14	0,02	0,0028
15.11.2021	50,82	54,63	3,81	3,81	14,50	0,0749
14.11.2021	54,80	56,16	1,36	1,36	1,84	0,0248
13.11.2021	56,13	56,21	0,08	0,08	0,01	0,0014
12.11.2021	56,29	55,39	-0,90	0,90	0,81	0,0160
11.11.2021	55,49	56,45	0,96	0,96	0,92	0,0173
10.11.2021	56,73	56,09	-0,64	0,64	0,41	0,0113
9.11.2021	56,76	59,23	2,47	2,47	6,12	0,0436
8.11.2021	60,83	56,38	-4,45	4,45	19,85	0,0732
7.11.2021	56,59	53,71	-2,88	2,88	8,30	0,0509
6.11.2021	53,94	53,04	-0,90	0,90	0,80	0,0166
5.11.2021	52,88	53,05	0,17	0,17	0,03	0,0033
4.11.2021	53,14	53,63	0,49	0,49	0,24	0,0092
3.11.2021	53,77	55,29	1,52	1,52	2,32	0,0283
2.11.2021	55,49	54,95	-0,54	0,54	0,29	0,0097
1.11.2021	55,19	53,88	-1,31	1,31	1,72	0,0238
31.10.2021	53,89	52,93	-0,96	0,96	0,92	0,0178
30.10.2021	54,36	52,93	-1,43	1,43	2,03	0,0262
29.10.2021	52,82	53,49	0,67	0,67	0,45	0,0127
28.10.2021	53,69	51,79	-1,90	1,90	3,59	0,0353
27.10.2021	52,21	48,98	-3,23	3,23	10,41	0,0618
26.10.2021	48,71	53,94	5,23	5,23	27,40	0,1075
25.10.2021	54,18	55,16	0,98	0,98	0,96	0,0180
24.10.2021	55,42	55,05	-0,37	0,37	0,14	0,0067
23.10.2021	54,94	55,79	0,85	0,85	0,72	0,0154
22.10.2021	55,88	54,11	-1,77	1,77	3,14	0,0317
21.10.2021	54,53	53,93	-0,60	0,60	0,36	0,0110
20.10.2021	55,34	55,31	-0,03	0,03	0,00	0,0006

Tablo 5.15. (Devamı)

19.10.2021	55,56	52,73	-2,83	2,83	8,00	0,0509
18.10.2021	52,89	52,32	-0,57	0,57	0,33	0,0108
17.10.2021	52,45	53,20	0,75	0,75	0,56	0,0142
16.10.2021	53,04	53,71	0,67	0,67	0,45	0,0127
15.10.2021	54,00	53,77	-0,23	0,23	0,05	0,0042
14.10.2021	54,30	54,30	0,00	0,00	0,00	0,0000
13.10.2021	54,48	53,45	-1,03	1,03	1,06	0,0189
12.10.2021	53,37	52,84	-0,53	0,53	0,29	0,0100
11.10.2021	52,64	53,50	0,86	0,86	0,74	0,0164
10.10.2021	53,95	52,64	-1,31	1,31	1,73	0,0243
9.10.2021	52,90	54,89	1,99	1,99	3,95	0,0376
8.10.2021	55,57	53,36	-2,21	2,21	4,88	0,0398
7.10.2021	53,57	54,09	0,52	0,52	0,27	0,0097
6.10.2021	54,24	54,91	0,67	0,67	0,45	0,0124
5.10.2021	54,81	54,12	-0,69	0,69	0,48	0,0126
4.10.2021	54,38	52,73	-1,65	1,65	2,72	0,0303
3.10.2021	52,55	53,45	0,90	0,90	0,80	0,0171
2.10.2021	53,66	52,57	-1,09	1,09	1,20	0,0204
1.10.2021	53,21	51,26	-1,95	1,95	3,79	0,0366

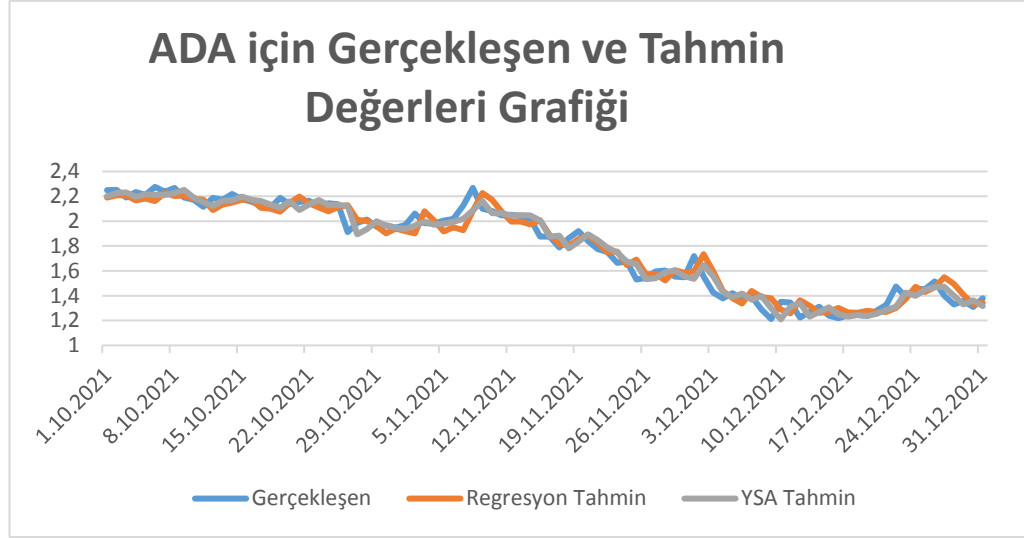
Bu tablolardan elde edileceği üzere, ETH verilerine ait regresyon analizi ve yapay sinir ağı yöntemleri ile elde edilen tahmin sonuçlarının istatistiksel başarısı Tablo 5.16.'da gösterilmiştir.

Tablo 5.16. ETH tahmin sonuçlarının analizi

	MAD	MSE	RMSE	MAPE
Regresyon Analizi	1,56	4,30	2,07	3,30
Yapay Sinir Ağları	1,26	2,84	1,69	2,70

Tablodan görüleceği üzere yapay sinir ağlarının daha başarılı sonuç verdiğini söyleyebiliriz. Regresyon analizi ile yapılan tahminlerin MAPE değerinin 3,30 ve yapay sinir ağı ile yapılan tahminlerin MAPE değerinin 2,70 olduğu hesaplanmıştır.

Şekil 5.27.'de ADA kripto para birimine ait ertesi gün kapanış değerlerinin yapay sinir ağı ve çoklu regresyon analiziyle yapılan tahminlerin gerçek verilerle karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 5.27. ADA için gerçekleşen ve tahmin değerleri grafiği

Grafiğe baktığımızda her iki yöntemle yapılan tahminlerin gerçekleşen verilere oldukça yakın olduğunu gözlemleyebiliriz.

Tablo 5.17.'de ADA için gerçekleşen değerlerle çoklu regresyonla tahmin edilen değerler analiz edilmiştir.

Tablo 5.17. ADA için regresyon analizi ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi

Tarih	Gerçekleşen	Regresyon Tahmin	Fark	Mutlak Fark	Hata Karesi	Mutlak Yüzde Hata
31.12.2021	1,38	1,34	-0,036	0,036	0,001	0,0264
30.12.2021	1,31	1,33	0,022	0,022	0,000	0,0168
29.12.2021	1,36	1,41	0,047	0,047	0,002	0,0348
28.12.2021	1,33	1,49	0,164	0,164	0,027	0,1231
27.12.2021	1,40	1,55	0,151	0,151	0,023	0,1080
26.12.2021	1,51	1,47	-0,045	0,045	0,002	0,0299
25.12.2021	1,45	1,43	-0,025	0,025	0,001	0,0171
24.12.2021	1,45	1,47	0,019	0,019	0,000	0,0132
23.12.2021	1,39	1,37	-0,019	0,019	0,000	0,0134
22.12.2021	1,47	1,30	-0,171	0,171	0,029	0,1158
21.12.2021	1,33	1,27	-0,057	0,057	0,003	0,0426
20.12.2021	1,28	1,27	-0,012	0,012	0,000	0,0098
19.12.2021	1,24	1,28	0,041	0,041	0,002	0,0332
18.12.2021	1,25	1,26	0,018	0,018	0,000	0,0145
17.12.2021	1,24	1,27	0,024	0,024	0,001	0,0193
16.12.2021	1,22	1,30	0,083	0,083	0,007	0,0683
15.12.2021	1,24	1,27	0,030	0,030	0,001	0,0242

Tablo 5.17. (Devamı)

14.12.2021	1,31	1,26	-0,049	0,049	0,002	0,0376
13.12.2021	1,27	1,32	0,052	0,052	0,003	0,0412
12.12.2021	1,22	1,36	0,140	0,140	0,020	0,1142
11.12.2021	1,35	1,26	-0,088	0,088	0,008	0,0653
10.12.2021	1,35	1,29	-0,061	0,061	0,004	0,0454
9.12.2021	1,21	1,38	0,165	0,165	0,027	0,1364
8.12.2021	1,29	1,39	0,099	0,099	0,010	0,0768
7.12.2021	1,39	1,44	0,045	0,045	0,002	0,0320
6.12.2021	1,38	1,34	-0,042	0,042	0,002	0,0302
5.12.2021	1,42	1,38	-0,041	0,041	0,002	0,0285
4.12.2021	1,38	1,44	0,059	0,059	0,004	0,0430
3.12.2021	1,42	1,60	0,171	0,171	0,029	0,1204
2.12.2021	1,56	1,73	0,180	0,180	0,032	0,1155
1.12.2021	1,72	1,59	-0,125	0,125	0,016	0,0727
30.11.2021	1,55	1,58	0,037	0,037	0,001	0,0236
29.11.2021	1,55	1,60	0,050	0,050	0,003	0,0322
28.11.2021	1,60	1,52	-0,080	0,080	0,006	0,0497
27.11.2021	1,59	1,57	-0,019	0,019	0,000	0,0120
26.11.2021	1,54	1,57	0,028	0,028	0,001	0,0183
25.11.2021	1,53	1,69	0,160	0,160	0,025	0,1043
24.11.2021	1,68	1,65	-0,029	0,029	0,001	0,0170
23.11.2021	1,67	1,75	0,090	0,090	0,008	0,0539
22.11.2021	1,75	1,75	0,002	0,002	0,000	0,0013
21.11.2021	1,78	1,82	0,047	0,047	0,002	0,0267
20.11.2021	1,84	1,89	0,050	0,050	0,003	0,0274
19.11.2021	1,92	1,86	-0,064	0,064	0,004	0,0336
18.11.2021	1,86	1,80	-0,064	0,064	0,004	0,0342
17.11.2021	1,79	1,82	0,030	0,030	0,001	0,0165
16.11.2021	1,88	1,89	0,014	0,014	0,000	0,0073
15.11.2021	1,88	2,01	0,130	0,130	0,017	0,0695
14.11.2021	2,02	1,97	-0,045	0,045	0,002	0,0221
13.11.2021	2,04	2,00	-0,044	0,044	0,002	0,0216
12.11.2021	2,05	2,00	-0,055	0,055	0,003	0,0267
11.11.2021	2,05	2,08	0,033	0,033	0,001	0,0160
10.11.2021	2,08	2,17	0,092	0,092	0,008	0,0441
9.11.2021	2,10	2,23	0,126	0,126	0,016	0,0601
8.11.2021	2,27	2,08	-0,184	0,184	0,034	0,0813
7.11.2021	2,13	1,93	-0,197	0,197	0,039	0,0926
6.11.2021	2,02	1,95	-0,067	0,067	0,004	0,0331
5.11.2021	2,01	1,92	-0,088	0,088	0,008	0,0440
4.11.2021	1,98	2,01	0,025	0,025	0,001	0,0124
3.11.2021	1,98	2,08	0,095	0,095	0,009	0,0481
2.11.2021	2,06	1,90	-0,160	0,160	0,025	0,0774
1.11.2021	1,97	1,92	-0,050	0,050	0,002	0,0252
31.10.2021	1,95	1,94	-0,008	0,008	0,000	0,0041
30.10.2021	1,97	1,90	-0,062	0,062	0,004	0,0317
29.10.2021	1,96	1,96	0,007	0,007	0,000	0,0036
28.10.2021	2,01	2,00	-0,010	0,010	0,000	0,0052

Tablo 5.17. (Devamı)

27.10.2021	1,99	2,01	0,024	0,024	0,001	0,0123
26.10.2021	1,91	2,13	0,219	0,219	0,048	0,1145
25.10.2021	2,14	2,11	-0,023	0,023	0,001	0,0109
24.10.2021	2,15	2,08	-0,065	0,065	0,004	0,0303
23.10.2021	2,12	2,11	-0,010	0,010	0,000	0,0046
22.10.2021	2,17	2,14	-0,020	0,020	0,000	0,0094
21.10.2021	2,16	2,20	0,043	0,043	0,002	0,0201
20.10.2021	2,14	2,15	0,009	0,009	0,000	0,0041
19.10.2021	2,19	2,08	-0,112	0,112	0,013	0,0512
18.10.2021	2,11	2,10	-0,011	0,011	0,000	0,0052
17.10.2021	2,13	2,11	-0,021	0,021	0,000	0,0097
16.10.2021	2,16	2,17	0,015	0,015	0,000	0,0069
15.10.2021	2,18	2,17	-0,006	0,006	0,000	0,0027
14.10.2021	2,22	2,15	-0,069	0,069	0,005	0,0310
13.10.2021	2,17	2,13	-0,038	0,038	0,001	0,0174
12.10.2021	2,19	2,09	-0,098	0,098	0,010	0,0446
11.10.2021	2,12	2,17	0,056	0,056	0,003	0,0264
10.10.2021	2,17	2,18	0,008	0,008	0,000	0,0039
9.10.2021	2,19	2,21	0,016	0,016	0,000	0,0073
8.10.2021	2,27	2,20	-0,064	0,064	0,004	0,0282
7.10.2021	2,24	2,23	-0,009	0,009	0,000	0,0040
6.10.2021	2,28	2,16	-0,114	0,114	0,013	0,0501
5.10.2021	2,21	2,18	-0,028	0,028	0,001	0,0127
4.10.2021	2,23	2,17	-0,067	0,067	0,004	0,0298
3.10.2021	2,19	2,21	0,019	0,019	0,000	0,0087
2.10.2021	2,25	2,21	-0,042	0,042	0,002	0,0185
1.10.2021	2,25	2,19	-0,059	0,059	0,004	0,0264

Tablo 5.18.'de ADA için gerçekleşen değerlerle yapay sinir ağılarıyla tahmin edilen değerler analiz edilmiştir.

Tablo 5.18. ADA için yapay sinir ağı ile elde edilen tahmin değerlerinin analizi

Tarih	Gerçekleşen	YSA Tahmin	Fark	Mutlak Fark	Hata Karesi	Mutlak Yüzde Hata
31.12.2021	1,38	1,32	-0,062	0,062	0,004	0,0450
30.12.2021	1,31	1,36	0,053	0,053	0,003	0,0406
29.12.2021	1,36	1,33	-0,030	0,030	0,001	0,0219
28.12.2021	1,33	1,40	0,068	0,068	0,005	0,0513
27.12.2021	1,40	1,47	0,075	0,075	0,006	0,0533
26.12.2021	1,51	1,47	-0,044	0,044	0,002	0,0293
25.12.2021	1,45	1,45	-0,007	0,007	0,000	0,0045
24.12.2021	1,45	1,40	-0,054	0,054	0,003	0,0369
23.12.2021	1,39	1,43	0,034	0,034	0,001	0,0247

Tablo 5.18. (Devamı)

22.12.2021	1,47	1,31	-0,161	0,161	0,026	0,1093
21.12.2021	1,33	1,29	-0,042	0,042	0,002	0,0314
20.12.2021	1,28	1,25	-0,027	0,027	0,001	0,0213
19.12.2021	1,24	1,24	0,001	0,001	0,000	0,0005
18.12.2021	1,25	1,25	0,001	0,001	0,000	0,0006
17.12.2021	1,24	1,23	-0,010	0,010	0,000	0,0077
16.12.2021	1,22	1,25	0,032	0,032	0,001	0,0263
15.12.2021	1,24	1,31	0,067	0,067	0,004	0,0540
14.12.2021	1,31	1,27	-0,044	0,044	0,002	0,0337
13.12.2021	1,27	1,23	-0,036	0,036	0,001	0,0283
12.12.2021	1,22	1,34	0,116	0,116	0,014	0,0951
11.12.2021	1,35	1,31	-0,035	0,035	0,001	0,0259
10.12.2021	1,35	1,21	-0,142	0,142	0,020	0,1047
9.12.2021	1,21	1,30	0,086	0,086	0,007	0,0711
8.12.2021	1,29	1,40	0,108	0,108	0,012	0,0834
7.12.2021	1,39	1,37	-0,025	0,025	0,001	0,0182
6.12.2021	1,38	1,42	0,038	0,038	0,001	0,0276
5.12.2021	1,42	1,39	-0,032	0,032	0,001	0,0223
4.12.2021	1,38	1,43	0,051	0,051	0,003	0,0371
3.12.2021	1,42	1,56	0,132	0,132	0,017	0,0928
2.12.2021	1,56	1,65	0,092	0,092	0,008	0,0592
1.12.2021	1,72	1,53	-0,185	0,185	0,034	0,1076
30.11.2021	1,55	1,56	0,009	0,009	0,000	0,0061
29.11.2021	1,55	1,60	0,049	0,049	0,002	0,0318
28.11.2021	1,60	1,59	-0,013	0,013	0,000	0,0079
27.11.2021	1,59	1,54	-0,054	0,054	0,003	0,0340
26.11.2021	1,54	1,53	-0,010	0,010	0,000	0,0067
25.11.2021	1,53	1,65	0,124	0,124	0,015	0,0812
24.11.2021	1,68	1,67	-0,000	0,000	0,000	0,0003
23.11.2021	1,67	1,75	0,083	0,083	0,007	0,0497
22.11.2021	1,75	1,79	0,037	0,037	0,001	0,0211
21.11.2021	1,78	1,85	0,072	0,072	0,005	0,0403
20.11.2021	1,84	1,90	0,056	0,056	0,003	0,0305
19.11.2021	1,92	1,83	-0,086	0,086	0,007	0,0449
18.11.2021	1,86	1,78	-0,083	0,083	0,007	0,0443
17.11.2021	1,79	1,88	0,095	0,095	0,009	0,0529
16.11.2021	1,88	1,88	0,001	0,001	0,000	0,0004
15.11.2021	1,88	2,00	0,129	0,129	0,017	0,0687
14.11.2021	2,02	2,04	0,027	0,027	0,001	0,0133
13.11.2021	2,04	2,05	0,009	0,009	0,000	0,0044
12.11.2021	2,05	2,05	-0,006	0,006	0,000	0,0028
11.11.2021	2,05	2,06	0,020	0,020	0,000	0,0096

Tablo 5.18. (Devamı)

10.11.2021	2,08	2,06	-0,016	0,016	0,000	0,0077
9.11.2021	2,10	2,16	0,063	0,063	0,004	0,0301
8.11.2021	2,27	2,09	-0,179	0,179	0,032	0,0790
7.11.2021	2,13	2,02	-0,106	0,106	0,011	0,0500
6.11.2021	2,02	1,99	-0,024	0,024	0,001	0,0118
5.11.2021	2,01	1,98	-0,026	0,026	0,001	0,0130
4.11.2021	1,98	1,97	-0,010	0,010	0,000	0,0052
3.11.2021	1,98	2,00	0,013	0,013	0,000	0,0065
2.11.2021	2,06	1,96	-0,097	0,097	0,010	0,0473
1.11.2021	1,97	1,94	-0,033	0,033	0,001	0,0168
31.10.2021	1,95	1,95	-0,003	0,003	0,000	0,0013
30.10.2021	1,97	1,96	-0,001	0,001	0,000	0,0007
29.10.2021	1,96	2,00	0,045	0,045	0,002	0,0229
28.10.2021	2,01	1,94	-0,076	0,076	0,006	0,0379
27.10.2021	1,99	1,89	-0,092	0,092	0,009	0,0466
26.10.2021	1,91	2,12	0,212	0,212	0,045	0,1109
25.10.2021	2,14	2,13	-0,005	0,005	0,000	0,0024
24.10.2021	2,15	2,13	-0,017	0,017	0,000	0,0081
23.10.2021	2,12	2,17	0,051	0,051	0,003	0,0239
22.10.2021	2,17	2,13	-0,032	0,032	0,001	0,0149
21.10.2021	2,16	2,09	-0,064	0,064	0,004	0,0296
20.10.2021	2,14	2,16	0,023	0,023	0,001	0,0105
19.10.2021	2,19	2,11	-0,081	0,081	0,006	0,0368
18.10.2021	2,11	2,13	0,023	0,023	0,001	0,0107
17.10.2021	2,13	2,16	0,034	0,034	0,001	0,0158
16.10.2021	2,16	2,17	0,014	0,014	0,000	0,0066
15.10.2021	2,18	2,20	0,022	0,022	0,000	0,0099
14.10.2021	2,22	2,17	-0,051	0,051	0,003	0,0229
13.10.2021	2,17	2,16	-0,008	0,008	0,000	0,0035
12.10.2021	2,19	2,12	-0,064	0,064	0,004	0,0294
11.10.2021	2,12	2,15	0,035	0,035	0,001	0,0166
10.10.2021	2,17	2,19	0,019	0,019	0,000	0,0089
9.10.2021	2,19	2,25	0,061	0,061	0,004	0,0280
8.10.2021	2,27	2,23	-0,041	0,041	0,002	0,0180
7.10.2021	2,24	2,21	-0,026	0,026	0,001	0,0115
6.10.2021	2,28	2,21	-0,066	0,066	0,004	0,0290
5.10.2021	2,21	2,22	0,006	0,006	0,000	0,0027
4.10.2021	2,23	2,20	-0,038	0,038	0,001	0,0169
3.10.2021	2,19	2,23	0,043	0,043	0,002	0,0195
2.10.2021	2,25	2,23	-0,025	0,025	0,001	0,0110
1.10.2021	2,25	2,20	-0,048	0,048	0,002	0,0215

Bu tablolardan elde edileceği üzere, ETH verilerine ait regresyon analizi ve yapay sinir ağı yöntemleri ile elde edilen tahmin sonuçlarının istatistiksel başarısı Tablo 5.19.'da gösterilmiştir.

Tablo 5.19. ADA tahmin sonuçlarının analizi

	MAD	MSE	RMSE	MAPE
Regresyon Analizi	0,06	0,01	0,08	3,74
Yapay Sinir Ağları	0,04	0,001	0,07	3,05

Tablodan görüleceği üzere yapay sinir ağlarının daha başarılı sonuç verdiğini söyleyebiliriz. Regresyon analizi ile yapılan tahminlerin MAPE değerinin 3,74 ve yapay sinir ağı ile yapılan tahminlerin MAPE değerinin 3,05 olduğu hesaplanmıştır.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yıllar boyunca geçim sıkıntısı insanlar için önemli bir sorun olmuştur ve bu sorun sebebiyle insanlar gelir seviyelerini arttırmak için farklı borsalarda işlem yapmaya başlamıştır. İşlem yaparken teknik ve temel analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Teknik analiz yapılırken çok fazla sayıda verilerle karşılaşılabilmekte ve bu sebepten verilerin analiz ve tahmin edilmesi oldukça zorlaşmaktadır.

Tahmin yöntemleri literatürde oldukça büyük bir öneme sahip olmasına rağmen, kripto paraların yakın gelecekte ortaya çıkması sebebiyle kripto para fiyat tahmini ile ilgili çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmanın amacı çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağlarının performansını analiz etmektir. Bu amaç doğrultusunda, ilk olarak fiyat tahminlemesi yapılacak olan kripto paralar ile ilgili bilgi verilmiştir. Ardından, çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları detaylı olarak ele alınmıştır. Uygulamada kullanılan bağımlı değişkenler; açılış değeri, kapanış değeri, gün içindeki en yüksek değer ve gün içindeki en düşük değer, bağımsız değişkenler ise; bir sonraki günün kapanış değeridir. Kullanılan veriler 01.10.2021-31.12.2021 aralığındaki verilerdir.

Regresyon analizi için IBM SPSS programı, yapay sinir ağları için MATLAB programı kullanılmıştır. İlk olarak Bitcoin, Ethereum ve Cardano'ya ait 3 aylık veri için çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. 3 kripto paraya ait regresyon modeli de %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Regresyon analizi ile edilen formülasyon ile 3 aylık veri için ertesi günün kapanış değeri ile ilgili tahmin yapılmıştır. Daha sonra, benzer işlemler yapay sinir ağları yöntemlerine yapılmıştır. YSA modelinde 4 girdi ve 1 çıktı vardır. En iyi tahmin performansını gösterdiği gözlemlendiği için nöron sayısı 10 olarak seçilmiştir.

Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi Yöntemi arasında yapılan karşılaştırma çalışmaları sonucunda 3 kripto para için de MAPE ortalamalarından hareketle Yapay Sinir Ağları yönteminin daha iyi performans sergilediği gözlemlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde BTC için regresyon analizinin MAPE değeri %2.64, YSA modeline ait MAPE değeri %2.45'dir. ETH için regresyon analizinin MAPE değeri %3.30, YSA modeline ait MAPE değeri %2.70'dir. ADA için regresyon analizinin MAPE değeri %3.74, YSA modeline ait MAPE değeri %3.05'dir. MAPE değerleri %10'un altında olan modeller oldukça iyi kabul edildiğinden dolayı her ne kadar her iki yöntemle de elde edilen sonuçlar oldukça başarılı olsa da yapay sinir ağları ile elde edilen sonuçların başarı oranının bir adım önde olduğu görülmüştür.

Kripto para borsasının son yıllarda popülerleşmesinden dolayı literatürde kripto para fiyat tahmini ile ilgili yeterli sayıda çalışma olmaması sebebiyle, yapay sinir ağları ile kripto para fiyat tahmini konusu araştırmacılar ve yatırımcılar için oldukça ilgi çekici olacağı ve yapılan çalışmanın literatüre oldukça yarar sağlayabileceği düşünülmektedir.

İleride yapılacak çalışmalarda daha fazla veri veya farklı zaman periyotları için analiz genişletilebilir. Ayrıca çalışmaya tahmin işlemi yapılacak kripto paraların seçimi için çok kriterli karar verme teknikleri entegre olabilir.

KAYNAKLAR

- Almeida, J., Tata, S., Moser, A., & Smith, V. (2015). Bitcoin Stock Prediction Using *Artificial Neural Networks*, 1-12.
- Alptekin, E. (2017). Blockchain ve Kripto Paralar, Dünya Ekonomisini Dönüştürüyor. *İzmir Ticaret Odası Ar&Ge Bülten*, 6-12.
- Arena, P., Fortuna, L., Muscato, G., & Xibilia, M. G. (1998). *Neural Networks in Multidimensional Domains: Fundamentals and New Trends in Modelling and Control* (s. 3-4). içinde Springer.
- Asilkan, Ö., & Irmak, S. (2009). Kalite kontrol problemlerinin çözümünde yapay sinir ağlarının kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 375-390.
- Buğan, M. F. (2021). Bitcoin ve Altcoin Kripto Para Piyasalarında Finansal Balonlar. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 165-180.
- Catania, L., & Grassi, S. (2018). Predicting the Volatility of Cryptocurrency Time-Series. *CAMP Working Paper Series*.
- Cartwright, H. (2009). *Artificial Neural Networks: Methods and Applications*.
- Crone, S. F. (2004). Business Forecasting with Artificial Neural Networks. *Institute of Business Forecasting*.
- Çarkacıoğlu, A. (2016). Kripto-Para Bitcoin. *Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu*.
- Çetinkaya, Ş. (2018). Kripto Paraların Gelişimi Ve Para Piyasalarındaki Yerinin Swot Analizi ile İncelenmesi. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 11-21.
- Çuhadar, M., & Kayacan, C. (2005). Yapay sinir ağları kullanılarak konaklama işletmelerinde doluluk oranı tahmini: Türkiye'deki konaklama işletmeleri üzerine bir deneme. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 1-7.
- Davallo, E., & Naim, P. (1991). *Neural Networks*.
- Efe, Ö., & Kaynak, O. (2006). Yapay sinir ağları ve uygulamaları. *Boğaziçi Üniversitesi Yayınları*, 1. baskı.
- Eğilmez, M. (2017). "Kendime Yazılar: Kripto Paralar, Bitcoin ve Blockchain".
- Ergün, M. (1995). Bilimsel Araştırmalarda Bilgisayarlarla İstatistik Uygulamaları. *SPSS for Windows*.

- Fajria, A. I., & Mahananto, F. (2022). Hybrid lightning protocol: An approach for blockchain scalability. *Procedia Computer Science* , 437–444.
- Fyfe, C. (2000). Artificial Neural Networks and Information Theory. *The University of Paisley*, 39-40.
- Gencer, H. (2017). Yapay Sinir Ağları ile Bitcoin Fiyatını Tahminleme.
- Güneri, N., & Apaydın, A. (2004). Öğrenci başarılarının sınıflandırılmasında lojistik regresyon analizi ile sinir ağları yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 170-188.
- Hagan, M., Demuth, H., Beale, M., & Jesus, O. D. (2014). *Neural Network Design*.
- Haykin, S. (1999). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall International. 60-61.
- Houben, R., & Snyers, A. (2018). Cryptocurrencies and Blockchain. *Scientific and Quality of Life Policies* , 103-107.
- İzgi, E., Öztopal, A., Yerli, B., Kaymak, M. K., & Şahin, A. D. (2012). Short-mid-term solar power prediction by using artificial neural networks. *Solar Energy*, 725-734.
- Jain, A. K., & Mao, J. (1996). Artificial Neural Networks: A Tutorial. *IEEE*. içinde
- Kamalak, M. (1980). Para ve Para Sistemleri. *İşletme Dergisi*, 3-4.
- Jang, H., & Lee, J. (2017). An Empirical Study on Modeling and Prediction of Bitcoin Prices With Bayesian Neural Networks Based on Blockchain Information. *IEEE Access*, 5427-5437.
- Karataş, E. (2018). Moodle Öğrenme Yönetim Sistemi için Ethereum Blok Zinciri Tabanlı Belge Doğrulama Akıllı Sözleşmesinin Geliştirilmesi. *Bilişim Teknolojileri*, 399-416.
- Kasabov, N. (1996). *Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering*. The MIT Press.
- Kaya, İ., Oktay, S., & Engin, O. (2005). Kalite kontrol problemlerinin çözümünde yapay sinir ağlarının kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 92-107.
- Lahmiri, S., & Bekiros, S. (2019). Cryptocurrency forecasting with deep learning chaotic neural networks. *Chaos, Solitons & Fractals*, 35-40.
- Martínez, F., Charte, F., Frías, M. P., & Martínez-Rodríguezb, A. M. (2021). Strategies for time series forecasting with generalized regression neural networks. *Neurocomputing*.
- Mudassir, M., Bennbaia, S., Unal, D., & Hammoudeh, M. (2020). Time-series forecasting of Bitcoin prices using high-dimensional features: a machine learning approach. *Neural Computing and Applications*.
- Mueller, K. J. (1995). *Neural Networks: An Introduction*. Springer, 3-18.
- Orhunbilge, A. N. (2010). Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi*.

- Öztemel, E. (2012). Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayınları.
- Saraç, T. (2004). Yapay Sinir Ağları. *Seminer Projesi, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı*, 3-4.
- Seo, Y., & Hwang, C. (2018). Predicting Bitcoin Market Trend with Deep Learning Models. *Quantitative Bio-Science*, 65-71.
- Siddique, N., & Adeli, H. (2016). Synergies of Fuzzy Logic, Neural Networks and Evolutionary Computing. *Wiley & Sons*, 127-136.
- Sönmez, A. (2014). Sanal Para Bitcoin . *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 4(3), 8.
- Şahin, O. N. (2018). TMS & TFRS Işığında Muhasebe, Vergi ve Denetim Açısından Bitcoin ve Diğer Kripto Para Birimleri. *Muhasebe Bilim Dünyası* , 898-923.
- Shah, D., & Zhang, K. (2014). Bayesian regression and Bitcoin.
- Teker, T., Konuşkan, A., Ömürbek, V., & Bekçi, İ. (2017). Bitcoin Ve Kripto Paralar Hakkında Çıkan Haberlerin Bitcoin Fiyatları Üzerine Etkisi. *Bitcoin ile Dünya ve Türkiye'deki Dijital Para Çalışmaları Üzerine Bir İnceleme. 19. Akademik Bilişim Konferansı*.
- Tekin, O. (2008). Antik Nümismatik ve Anadolu (Arkaik ve Klasik). *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*.
- Terzic, E., Terzic, J., Nagarajah, R., & Alamgir, M. (2012). A Neural Network Approach to Fluid Quantity Measurement in Dynamic Environments. *Springer*, 45-49.
- Tolon, M., & Tosunoğlu, G. (2008). Tüketici tatmini verilerinin analizi: Yapay sinir ağları ve regresyon analizi karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 248-259.
- Ural, A. (2005). Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. *SPSS 12.0 for Windows*.
- Urgancı, K. (2012). İstatistik Bölümü Mezunlarının İstihdamında Etkili Faktörlerinin Lojistik Regresyon Analizi İle İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Yadav, A. N., & vd. (2015). An Introduction to Neural Network Methods for Differential Equations. *Springer*, 19-26.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Dilara ŞENOL

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü/ Endüstri Mühendisliği	Devam Ediyor
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği	2018
Lise	Hasan Sabriye Gümüş Anadolu Lisesi	2014

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2022-Halen	Otokar	Maliyet Analiz Uzman Mühendisi
2020-2022	Sanica Isı San. Aş.	Maliyet Analiz Şefi
2018-2020	Onur Air	Maliyet Kontrol Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce