

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**YAPAY SİNİR AĞLARI İLE
ENFLASYON TAHMİNİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Ömer Fatih AYDIN

İSTANBUL, 2019

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**YAPAY SİNİR AĞLARI İLE
ENFLASYON TAHMİNİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Ömer Fatih AYDIN

Öğrenci No:

160820046

Danışman:

Dr. Öğr. Üyesi Atınç YILMAZ

İSTANBUL, 2019

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Yapay Sinir Ağları İle Enflasyon Tahmini**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlâk ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 13/06/2019

Ömer Fatih AYDIN



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

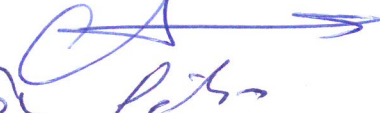


YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 160820046 no'lu Ömer Fatih Aydın'in 13.06.19 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda 45 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliğiyle, başarılı kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : Bilgisayar Mühendisliği
Programı : Bilgisayar Mühendisliği
Tez Başlığı³ : Yapay Sinir Ağları ile Enflasyon Tahmini

<u>Tez Sınav Jürisi</u>	<u>Öğretim Üyesi</u>	<u>İmza</u>
Danışman	: <u>Dr. Öğr. Üyesi Atıf Yılmaz</u>	
Üye	: <u>Prof. Dr. Bekir Dilahtaroğlu</u>	
Üye	: <u>Dr. Öğr. Üyesi Ediz SAMKOL</u>	

¹ Jüri üyeleri, söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45, en çok 90 dakikadır. Jüri üyeleri, sınav öncesi yapılacak toplantıda, kendi aralarından danışman dışında bir üyeyi başkan seçer. Tez sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-cevap bölümünden oluşur. Tez sınavı, öğretim elemanları, lisansüstü öğrenciler ve alanın uzmanlarından oluşan dinleyicilerin katılımına açık ortamlarda gerçekleştirilir. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda, jüri en geç on beş gün içinde toplanarak adayın tez savunma sınavına alır. (05 Ağustos 2017 tarihli 30145 sayılı Resmi Gazetede Yayınlanan Değişiklik-Madde 29-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında salt çoğunlukla “kabul”, “düzeltme” veya “ret” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış karar tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve birinci fıkradaki usule göre tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Süresi içerisinde “düzeltme” savunmasına girmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir. (Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde 29-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

Adı ve Soyadı : Ömer Fatih AYDIN
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Atınç YILMAZ
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans Tezi, 2019
Alanı : Bilgisayar Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Yapay Zeka, Yapay Sinir Ağları, Enflasyon

ÖZ

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ENFLASYON TAHMİNİ

Günümüzde yapay zeka teknikleri ekonomi ve finans alanında geleneksel olan istatistiksel yöntemlere oranla oldukça fazla kullanılmaya başlanmıştır. Geçmiş dönem verilerine dayanarak geleceğe yönelik tahminler yapay zeka teknikleri ile gerçeğe daha yakın sonuçlar ortaya koymuş ve her konuda kendisine uygulama alanı bulmuştur.

Ekonomi ve finans alanında tahmin yöntemi ile öngöründe bulunmak oldukça zordur. Alanın yapısından kaynaklanan ve tahmini zorlaştıran nedenler; yüksek belirsizlik durumu ve oynaklıktır. Tahmin edilen değerlerin gerçeğe en yakın şekilde bulunması yüksek risk taşıyan ekonomi ve finans alanı için oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, Matlab üzerinde Anfis modeli ve K-means algoritması kullanılmıştır. Veri seti enflasyonu etkileyen faktörlerinden seçilmiştir. Anfis ve K-means aracılığıyla eldeki veri setinden en etkili girdiler seçilmiş ve modele uygulanarak geleceğe yönelik tahmin yapılmıştır.

Name and Surname : Ömer Fatih AYDIN
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Atınç YILMAZ
Degree and Date : Master Thesis, 2019
Major : Computer Engineering
Keywords : Artificial Intelligence, Artificial Neural Networks, Inflation

ABSTRACT

INFLATION ESTIMATION WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Nowadays, artificial intelligence techniques have been used in comparison to the statistical methods which are traditional in economics and finance. Based on the data of the previous period, the predictions for the future showed the results closer to reality with artificial intelligence techniques and found its application area in every field.

Forecasting in the field of economics and finance is difficult to predict. High uncertainty and volatility are the reasons for the estimation of the area. The fact that the estimated values are found to be the closest to the reality is very important for the high-risk economy and finance area. As a result of the studies conducted in the literature, it has been observed that the artificial neural network method is successful compared to many other applications.

In this study, Anfis model and K-means algorithm were used on Matlab. The data set was selected from the factors affecting inflation. Anfis and K-means selected the most effective inputs from the available data set and applied the model to predict the future.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TABLolar LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
KISALTMALAR	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BENZER ÇALIŞMALAR.....	2
-------------------------------	----------

İKİNCİ BÖLÜM

ENFLASYON.....	4
1. ENFLASYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	5
2. TÜRKİYE’DE ENFLASYON VE ETKİLERİ.....	6
3. TARİHTEKİ ÖNEMLİ EKONOMİK KRİZLER VE NEDENLERİ.....	8

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YAPAY ZEKA	10
1. MAKİNE ÖĞRENMESİ.....	11
1.1. Makine Öğrenmesi Tipleri	13
1.1.1. Gözetimli (Supervised) Öğrenme.....	13
1.1.2. Gözetimsiz (Unsupervised) Öğrenme	13
2. YAPAY SİNİR AĞLARI	13
3. YAPAY SİNİR AĞI MODELLERİ VE YAPILARI.....	15
3.1. Sinir Ağı.....	15
3.2. Katmanlar.....	16
3.2.1. Tek Katmanlı Sinir Ağları (Perceptron).....	17

3.2.2. Çok Katmanlı Algılayıcılar	18
3.2.2.1. İleri Beslemeli Ağlar	19
3.2.2.2. Geri Beslemeli Ağlar	19
3.3. Yapay Sinir Ağlarının Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları	20
3.4. Yapay Sinir Ağlarının Olumsuz Yönleri	21
3.5. Yapay Sinir Ağlarının Ekonomi Alanında Kullanımı.....	22

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA	23
1. ANFİS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi- Adaptive Neuro- Fuzzy Inference System).....	24
2. VERİLERİN HAZIRLANMASI.....	25
2.1. Verilerin Normalizasyonu	29
2.2. K-Means İle Kümelere Ayrılması	30
2.3. ANFİS İle Girdi Seçimi	30
2.4. Eğitim ve Test Verilerinin Hazırlanması	32
3. METADOLOJİ VE BULGULAR.....	33
3.1. KÜME-1 BULGULARI.....	33
3.2. KÜME-2 BULGULARI.....	41
3.3. ANFİS VERİMLİLİK BULGULARI.....	47
SONUÇ	53
KAYNAKÇA.....	54
ÖZGEÇMİŞ	58

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. Veri Seti Kaynağı.....	25
Tablo 2. Örnek Eğitim Veri Seti	32
Tablo 3. Örnek Test Veri Seti	32
Tablo 4. Üyelik Fonksiyonu Açıklamaları.....	35
Tablo 5. Küme-1 Üyelik Fonksiyonları ve Hata Değerleri.....	35
Tablo 6. Küme-2 Üyelik Fonksiyonları ve Hata Değerleri.....	42
Tablo 7. ANFIS Girdilerinin Üyelik Fonksiyonu ve Hata Değerleri.....	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Biyolojik Sinir Sisteminin Yapısı.....	14
Şekil 2. Yapay Sinir Ağı Yapısı	15
Şekil 3. Yapay Sinir Ağı Örneği.....	16
Şekil 4. Tek Katmanlı Sinir Ağları.....	17
Şekil 5. Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli.....	18
Şekil 6. ANFIS Ağ Mimarisi.....	24
Şekil 7. Enflasyon Oranı (TÜFE) Verileri.....	26
Şekil 8. Para Arzı Verileri	26
Şekil 9. Dolar Verileri	27
Şekil 10. ÜFE Verileri	27
Şekil 11. İhracat Verileri	28
Şekil 12. İşsizlik Verileri	28
Şekil 13. ANFIS Editor Ekranı.....	33
Şekil 14. GENERATE FIS Ekranı	34
Şekil 15. Küme-1 ANFIS Eğitim Ekranı.....	36
Şekil 16. Küme-1 ANFIS Eğitim Verilerinin Test Ekranı	37
Şekil 17. Küme-1 ANFIS Test Verilerinin Test Ekranı	38
Şekil 18. ANFIS Model Yapısı.....	39
Şekil 19. Dörtlü Girdi Kombinasyonlarının Etkisi.....	39
Şekil 20. ANFIS Modeli Kural Görüntüsü.....	40
Şekil 21. Küme-2 ANFIS Eğitim Ekranı.....	42
Şekil 22. Küme-2 ANFIS Verilerinin Test Ekranı	43
Şekil 23. Küme-2 Test Verilerinin Test Ekranı.....	44
Şekil 24. Küme-2 Model Yapısı	44
Şekil 25. İkili Girdi Kombinasyonlarının Etkisi.....	45
Şekil 26. Küme-2 Modelinin Kural Yapısı.....	46
Şekil 27. ANFIS Girdilerinin Eğitim Ekranı	48
Şekil 28. ANFIS Girdi Verilerinin Eğitim Test Ekranı	49

Şekil 29. ANFIS Girdi Verilerinin Test Ekranı	50
Şekil 30. ANFIS Girdi Model Yapısı	51



KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ART	: Adaptive Resonance Theory
ÇDR	: Çoklu Doğrusal Regresyon
ÇKA	: Çok Katmanlı Algılayıcı
GRNN	: Generalized Regression Neural Networks
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IMF	: International Monetary Fund
KİT	: Kamu İktisadi Teşekkülleri
LISP	: List Processing
LVQ	: Learning Vector Quantization
MPL	: Multi Layer Perceptron
PNN	: Probabilistic Neural Network
RBF	: Radial Basis Function
SOM	: Self Organizing Map
TL	: Türk Lirası
TÜFE	: Tüketici Fiyat Endeksi
ÜFE	: Üretici Fiyat Endeksi
XOR	: Exclusive Or
YSA	: Yapay Sinir Ağları

GİRİŞ

Gerek ekonomi alanında gerekse de finans alanında geçmiş dönem verilerine dayanarak geleceğe yönelik tahmin yapmak günümüz dünyasında ilgi gören konulardan birisi olmuştur. Geçmişten bugüne çeşitli yollarla öngörülebilirliğe ulaşmaya çalışılmış; piyasalar, sektörler, ekonomistler ve daha birçok alanda öngörülen değerlere göre alanlar kendilerini hazırlamışlardır. Karar almak veya karar vermek gibi sorumlulukları bulunan tüm kuruluşlar o andaki durumlarını korumak, düzeltmek veya geliştirebilmek için, gelecekteki olası durumları kestirebilmek ve sağlam bir program çerçevesinde mantıklı çözümler bulma zorunluluğundadırlar. Finans ve ekonomi alanında tahminin amacı, ekonominin gidişatını belirleyerek ortaya çıkabilecek sorunlara önceden tedbir almaktır.

Bilgisayarlar üzerinde yapılan çalışmalar, zaman içerisinde insan beynini modelleyerek yapay zeka kavramını hayatımızın bir parçası haline getirmiştir. Tarihsel gelişim içerisinde yapay zeka kavramından sonra yapay sinir ağları kavramı ortaya atılmış ve bu kavram üzerinde yoğunlaşma yaşanmıştır. Çağdaş bir yöntem olan YSA'lar, bireylerin sezgi ve deneyimine dayalı öngörü yeteneğini bilgisayarlara modelleme şeklinde tanımlanabilir. Yapay sinir ağlarına öğretme işlemini gerçekleştirdikten sonra model kendisi bir şeyler üretebilir ve çıktılar olarak sonuçları karşılaştırabilir. Modelin sahip olduğu yeteneklerinden dolayı bu kavram doğrusal olmayan problemlerin çözülmesinde kullanılmış ve etkin bir yöntem olarak kendisini ispatlamıştır.

Çalışmada, her ülkenin bir sorunu haline gelen enflasyon olgusu ve enflasyona yönelik tahminleme üzerinde durulmuştur. MATLAB üzerinde geliştirilen ANFIS modeli ve K-means algoritması kullanılmıştır. K-means ile elde edilen kümeler ile Anfis modelinin veri seti içerisinde en verimli olarak seçtiği veri kümesi karşılaştırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

BENZER ÇALIŞMALAR

Bu bölümde yapay sinir ağları ile finans ve ekonomi alanında daha önceden yapılan çalışmalar incelenecektir.

Enflasyon tahmini yapan bir çalışmada TUFİE değerleri incelenmiş ve yapay sinir ağları kullanılarak öngörülere ulaşılmıştır. YSA modellerinin ortaya çıkardığı tahmin değerleri girdi olarak kullanıldığı melez bir yaklaşım önerilmiş ve savunulmuştur. Bu çalışmada modelin en iyi tahmini olan değer 0,3604'ken, gerçek enflasyon değeri -0,73 olarak gerçekleşmiştir.¹

Bir diğer çalışmada ise; YSA kullanılarak 7 işletmenin hisse senetlerinin fiyatı öngörülme çalışılmıştır. Günlük veriler ile birlikte YSA ve doğrusal regresyon yöntemleri uygulanmıştır. YSA'nın regresyona göre daha gerçeğe yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.²

Enflasyonu konu alan başka bir çalışmada, 1923-2014 tarihleri arasındaki işsizlik oranı 1969-2014 tarihleri arasındaki enflasyon oranları veri olarak kullanılmıştır. YSA modeli olan ÇKA ve ARIMA modeli olan Box-Jenkins ile yapılan çalışmada bulunan bulguların resmi tahminlere göre daha doğru sonuçlar olduğu savunulmuştur.³

Aynı şekilde yapay zeka teknikleri kullanılan bir çalışmada, 1968 tarihinden 1992 yılına kadar üçer aylık girdiler kullanılarak GSYİH büyümesi için tahminler oluşturulmuştur. İncelemede, ARIMA, Lineer model ve yapay sinir ağlarından yararlanılmıştır. Üç uygulamanın sonuçları kıyaslanmış ve YSA'nın bilhassa uzun

¹ N. Alp Erilli, Erol Eğrioğlu, Ufuk Yolcu, Hakan Aladağ ve Rezan Uslu, *Türkiye'de Enflasyonun İleri ve Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarının Melez Yaklaşımı İle Öngörüsü*, Doğu Üniversitesi Dergisi, Cilt:11, Sayı: 1, Yıl:2010, ss.42-55.

² Arzu Tektaş ve Abdulmecid Karataş, *Yapay Sinir Ağları ve Finans Alanına Uygulanması: Hisse Senedi Fiyat Tahmini*, Boğaziçi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 18, Sayı:3-4, Eylül 2004.

³ Oktay Kızılkaya, *Türkiye'nin Enflasyon ve İşsizlik Oranının Yapay Sinir Ağları ve Box-jenkins Yöntemi İle Tahmini*, Social Sciences Studies Journal, Cilt:3, Sayı:12, Yıl:2017.

dönem tahminleri üzerinde daha gerçeğe yakın sonuçlar verdiği tespitine ulaşılmıştır.⁴

Bir diğer çalışmada ise, Malezya 'nın ekonomik durumunu için GSYİH tahmini yapılmış YSA ve ekonometrik yaklaşımlar karşılaştırılmıştır. Bulunan bulgular ilgili uygulama olan YSA'nın daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.⁵

Benzer şekilde 1987/1 – 2007/3 dönemleri için Türkiye'de GSYİH tahmininde bulunulmuş ve YSA ile ARIMA modelleri kullanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuç benzerinden farklı olarak ARIMA modelinin daha başarılı olduğunu göstermiştir.⁶

Liliana ve Napitupulu isimli yazarlar GSYİH öngörüsünde bulunurken YSA modelini ele almışlardır. Ortaya çıkan tahminler hükümetçe yayınlanan tahminlerden daha başarılıdır.⁷

IMKB'nın endeks öngörüsünde Aygören vd. yapay sinir ağlarını, ARMA modelini ve Newton modelini kullanmış ve sonuçları karşılaştırmışlardır. YSA yöntemi, kullanılan diğer yöntemlere oranla daha sağlıklı sonuçlar elde edilmiştir.⁸

⁴ Tkacz, G., *Neural Network Forecasting of Canadian GDP Growth*, International Journal of Forecasting, 17 2011, 57-69

⁵ M.Z.H.M. Junoh, *Predicting GDP Growth in Malaysia Using Knowledge-Based Economy Indicators: A Comparison Between Neural Network and Econometric Approach*, Sunway College Journal, Vol:1, 2004, pp. 39-50.

⁶ R. Düzgün, *A Comparison of Artificial Neural Networks and ARIMA Models Success in GDP Forecast*, Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt:XXV, Sayı:2, ss.165-176.

⁷ Liliana & Napitupulu, *Artificial Neural Network Application in Gross Domestic Product Forecasting an Indonesia Case*, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol:45, No:2, pp.410-415.

⁸ Hakan Aygören, Hakan Sarıtaş, Tuncay Morali, *IMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Numerik Arama Modelleri İle Tahmini*, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 4-1, ss.73-88.

İKİNCİ BÖLÜM

ENFLASYON

Ekonomi tarihine bakıldığında, ilk önemli enflasyon olayı 16'ncı yüzyıl Avrupa'sında meydana gelmiştir. Amerika'nın keşfedilmesinden sonra, İspanyolların bu ülkede buldukları altınları ülkelerine getirmeleri ile ürün fiyatları bundan etkilenmiş ve enflasyon olgusu ortaya çıkmıştır.⁹ Doktrin incelendiğinde enflasyonun tarihi bir hayli gerilere dayanmaktadır. Enflasyon ve tutarsızlığın büyüme ilişkisi hakkındaki tartışmaları bilhassa İkinci Dünya Savaşı'nı takiben kendisini göstermiştir. Fiyatlar genel seviyesindeki yükseliş savaş zamanına kadar hissedilir seviyede olmadığından, dönemde bir sorun olarak algılanmamıştır. Ancak savaştan sonraki dönemde enflasyon oranları ülkelerde hissedilir hale gelmiş ve ekonomik büyümeyi de negatif etkilemeye başlamıştır.

Enflasyon dinamik bir yapıya sahip olup, çeşitli faktörlerin birbirleri ile ilişkisine dayanan bir olgudur. Ülke ekonomilerinde meydana gelen para arzındaki yükselişlerin, o ülkede tüketicilere sunulan mal ve hizmet miktarlarından fazla olması durumuna enflasyon adı verilmektedir. Başka bir ifadeyle, fiyatlardaki yaşanan bu yükselişin sebebi, para arzındaki istikrarlı artışlardan kaynaklanmaktadır. Sunulan ürün miktarının para karşılığındaki ederi kadar tedavülde para mevcutsa, bu fiyatta herhangi bir yükselme gözlenmeyecektir.¹⁰

Farklı bir açıklamaya göre ise enflasyon; fiyatlar genel seviyesinin kesintisiz olarak artması durumudur. Cari fiyat düzeyinin üzerinde gerçekleşen toplam talebin, toplam arzı aşmasından kaynaklanan enflasyon ortaya çıkmaktadır.¹¹

Enflasyon ekonominin işleyişini etkileyen bir istikrarsızlık veya bir aksama halidir. Enflasyonun ortaya bir sorun olarak çıkması onun şiddeti ile bağlantılıdır. Örneğin, %2-3'lük bir fiyat artışına ekonomik hayat çok kolay adapte olur, ülke için

⁹ Esenay Aydoğan, *1980'den Günümüze Türkiye'de Enflasyon Serüveni*, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt:11, Sayı:1, Yıl:2004, s.92. (91-110)

¹⁰ İbrahim Erol, *Para-Banka Teori ve Politika*, 4.Baskı, Manisa, 2002, s.52.

¹¹ Ahmet Kılıçbay, *Türk Ekonomisinde Enflasyonun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Yayını, No:507, İstanbul, 1984, s.3.

sorun teşkil etmez aksine üretime teşvik edici bir durum yaratacağından yararlı olabilir.¹² Ancak yüksek oranlardaki enflasyon ülkedeki ekonomik durumu elbette ki negatif açıdan etkileyecektir.

Tanımlara ek olarak enflasyon olgusu “şişkinlik” olarak da açıklanmaktadır. Başka bir ifade ile piyasalarda dolaşan para hacminin şişmesidir. Burada önem arz eden hususlar; tedavüldeki paranın karşılıksız olması ve ihtiyaç fazlası halinde bulunmasıdır.¹³

1. ENFLASYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yapılan ampirik çalışmalar incelendiğinde birçok iktisadi faktörlerin enflasyon üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Enflasyonu etkileyen faktörler incelendiğinde döviz kuru değişimlerinin yurtiçi enflasyonun açıklanmasında önemli bir rolü bulunmaktadır.¹⁴ Enflasyon üzerinde etkili faktörlerden birisi olan döviz kurlarına bakıldığında ise, efektif döviz kuru, işsizlik ve enflasyon ilişki gözlemlenmiştir. Bulunan sonuçlarda bu faktörler arasında sıkı bir ilişkinin var olduğu saptanmıştır.¹⁵

Döviz kuru ve işsizliğe ek olarak enflasyonu etkileyen başka bir faktör ise para arzı faktörü, faiz oranları ve bütçe açıklarıdır.¹⁶ Asgari ücret ve enflasyon ilişkisinin sıkı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Enflasyon hiç şüphesiz, ücretli çalışanların hayat standartlarını otomatik olarak geriletmektedir. Türkiye durumundaki benzer ekonomilerde fiyatlar asıl olarak “maliyet + kar marjı” olarak belirlenmektedir. Karlar maliyetlere katılan belirli oranlarla oluşturulmaktadır. Dolayısıyla maliyetlerde ortaya çıkan sürekli artışlar fiyatlar genel düzeyini sürekli olarak arttırıp enflasyona neden olmaktadır.¹⁷

¹² Sadun Aren, *Para ve Para Politikası*, Gerçek Yayınevi, 6.Baskı, İstanbul, 2000, s.141.

¹³ Yüksel Birinci, *Enflasyon, Para Politikası ve Stratejileri*, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, Cilt:47, Sayı:1-4, 1989, s.20. (19-30).

¹⁴ Ara Volkan, Cem Saatçioğlu ve Levent Korap, *Impact Exchange Rate Changes on Domestic Inflation: The Turkish Experience*, Turkish Economic Association, Discussion Paper, 2007.

¹⁵ Sibel Selim ve Emine Güven, *Türkiye’de Enflasyon, Döviz Kuru ve İşsizlik Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi*, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt:10, Sayı:1, 2014, s.199. (79-204)

¹⁶ Mehmet Özmen ve İdil Koçak, *Enflasyon, Bütçe Açığı ve Para Arzı İlişkinin ARDL Yaklaşımı İle Tahmini: Türkiye Örneği*, Çukurova Üniversitesi, İİBF Dergisi, Cilt:16, Sayı:1, s.18. (1-19).

¹⁷ Nuray Girginer ve Füsün Yenilmez, *Türkiye’de Enflasyonun Ekonometrik Olarak İncelenmesi (1982-2002)*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:6, Sayı:1, Haziran 2005, s.106. (101-116).

Ülkelerdeki sürekli olarak artan dış borçlar ve bütçe açıkları para arzında düzen kurmayı engellemekte ve fiyatlar seviyesinde artışa neden olmaktadır. Para arzının kontrol altına alındığı zamanlarda dahi, dolaşım hızında oluşan yükselişler enflasyonist patlamalara yol açabilmektedir.¹⁸

Dünyada, genelde tüm gelişmekte olan ülkelerde enflasyon, gelişmiş ülkelere kıyasla bir hayli yüksektir. Dünya üzerinde gelişmekte olan ülkelerde enflasyonun en önemli faktörü ise genellikle döviz kurlarıdır. Kur hareketleri gerek iç siyasi/ekonomik olaylar gerekse de dış jeopolitik riskler nedeniyle gerçekleştiğinden, ithalat fiyatlarına geçişlilik ortaya çıkmaktadır. Türkiye’den örnek verilecek olursa 2013-2014 sürecinde de enflasyonun yükselişi şu şekilde gerçekleşmiştir; TL’nin değer kaybetmesi bir ölçüde ihracatı yükseltmiş olmasına rağmen enflasyondaki ve ithal fiyatlarındaki artış tüketici fiyatlarını artırarak tüm vatandaşları fakirleştirmiştir.¹⁹

Literatürde, bütçe açıklarını ve buna bağlı olan enflasyonu inceleyen teoriler Keynesyen görüş ve monetarist görüştür. Keynesyen görüşe göre, toplam talepte değişiklikler yaratması sebebiyle bütçe açıkları enflasyonist olarak tanımlanmıştır. Monetarist görüşe bakıldığında, bütçe açıkları para arzında belirli bir yükselişe sebebiyet verdiğinden enflasyonist olduğu anlatılmıştır. Bu sebeple enflasyon bağıntısını açıklamada oluşan bu açıkların finansman kaynağı önem arz etmektedir.²⁰ Özetleyecek olunursa enflasyon üzerinde görüldüğü gibi birden fazla iktisadi değişkenin etkisi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; döviz kuru, işsizlik, para arzı, faiz oranları, nominal ücret, bütçe açıklarıdır.

2. TÜRKİYE’DE ENFLASYON VE ETKİLERİ

Türkiye ekonomisi, Cumhuriyet döneminden günümüze gelen sürede enflasyon ve sebep olduğu sorunlarla yüzleşmiştir. Dünyadaki ekonomik ve siyasal değişikliklerin/gelişmelerin yanı sıra Türkiye’deki benzer gelişmeler enflasyon nezdinde çeşitli durumlara yol açmıştır.

¹⁸ Girginer ve Yenilmez, s.106.

¹⁹ Deniz Gökçe, *Döviz Kurunun Enflasyona Etkisi Güçlü*, Akşam Gazetesi, <https://www.aksam.com.tr/deniz-gokce/yazarlar/doviz-kurunun-enflasyona-etkisi-guclu/haber-327630> Erişim Tarihi: 01.03.2019.

²⁰ Evren İpek ve Sevda Akar, *Bütçe Açığı ve Enflasyon Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz*, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:38, Sayı:2, Aralık 2016, s.170. (167-189).

Türkiye’de yaklaşık 20 yılı aşkındır, yüksek rakamlı enflasyon kendisini göstermektedir. Buna göre; 1939 yılı ile 1949 yılı arasında ortalama enflasyon %14.3 şeklinde gerçekleşirken, 1950 yılı ile 1959 yıllarında bu enflasyon oranı %8.8’lere kadar küçülmüştür. 1939 – 1996 döneminde, en düşük ortalama enflasyon 1960 yılından başlayıp 1969 yılına kadar uzanan dönemde enflasyon oranı %4.4 olarak gerçekleşmiştir. İlerleyen dönemlerde enflasyon oranları oldukça artmış ve 1980’den başlayıp 1989’ a kadar uzanan dönemde %50.7 olarak gerçekleşmiş; 1990’dan başlayıp 1996 dönemindeki rakam ise %78.7 düzeyine ulaşmıştır.²¹

Türkiye’deki enflasyon gelişimini 1970 – 1990 ve 1990 – günümüz olarak ele alınacak olur ise 1970’lerin başlangıcında dünya konjonktürünün elverişli bir ortamda olduğu söylenebilir. Bu gelişmenin nedeni 1967 yılında başlayan ortak pazara erişimin bulunması ve o zamana kadar mamul şeklinde üretilen eşyaların, piyasalardaki rekabet ortamını tetiklemesidir. Siyasal olan kamu kesiminde, piyasa ekonomisine kıyasla daha kolay bir biçimde gerçekleşen ücret gibi artışlar, yavaş yavaş özel ekonomide de oluşmaya başlamıştır. O zaman diliminde uygulanan yumuşak para politikası ise hali hazırdaki enflasyonu körüklemiştir. 1970 yılında meydana gelen Büyük Petrol Krizi sebebi ile yapılan devalüasyon ile de artma eğilimine geçen ücret/fiyat yarışı 1971 tarihinde ülkemizde gündemde olan meselelerden biridir.²²

Türkiye ekonomisinde 1970’li dönemlerin sonlarına doğru kötüleşen ekonomik durumlar, yaşamın her yanında insanları etkilemiş ve bu durum 1980’li dönemlerde enflasyonu üç haneli boyutlara ulaştırmıştır.²³ 1970’ten başlayan ve 1980 dönemlerine kadar süregelen enerji/döviz sıkışıklıkları en başta sanayi sektöründe kendisini belirli etmiş, bu durumun sonucunda “eksik kapasite” kullanımına zemin hazırlamıştır. Yaşanan bu gerileme sonucunda GSMH’yi etkilemiş ve yaşanan duruma paralel olarak halkın refahında düşüşler yaşanmıştır. Yaşanan durumlar sonucunda hizmet sektörü de bu durumdan etkilenmiştir. Ülkede ekonomi alanında yaşanan bunalım/darboğazlar sanayi piyasasında etkili olduğundan

²¹ Kılıçbay, s.4-8.

²² Girginer ve Yenilmez, s.103.

²³ Enflasyon oranı 1977 yılında %24.4, 1978 yılında %43.8, 1979 yılında %71.1 ve son olarak 1980 yılında üç haneli rakamlara ulaşarak %103.8’e kadar yükselmiştir.

işsizlik oranlarında da artış kaydedilmiştir. 1970 yılında ki mevcut işsizlik oranı % 9.7 iken 1980’de %14.4, 1981 tarihinde ise %14.8 olarak gerçekleşmiştir.²⁴

24 Ocak 1980 yılında uygulanmaya başlayan istikrar kararları sonucunda ithalatın özgürleştirilmesi, TL’nin devalüe edilmesi, oynak döviz kurunun ülkeye yerleşmesi, ülkede ihracatın ve yabancı sermayenin özendirilmesi, mevcut olan fiyat sınırlandırmalarının azaltılması ve sıkı-maliye-politikasının uygulaması kararları verilmiştir. Programın ilk çıktıları beklenen gelişmelerin yaşandığını göstermiştir. Fakat uluslararası ekonomilerden alınan krediler desteği ile acil olan dış ekonomi sorunları çözülmüş, döviz darboğazından çıkılmış, ödemeler bilançosundaki açıklar daraltılmış ve enflasyon yavaş yavaş azalma dönemine girmiştir.²⁵

3. TARİHTEKİ ÖNEMLİ EKONOMİK KRİZLER VE NEDENLERİ

Dünya ülkelerinde 1820 yılından 1929 yılına kadarki zamanda pek çok kriz ortaya çıkmış ve ekonomileri etkilemiştir. Bu krizler şu şekilde sıralanabilir; 1825’ten başlayan ve sonrasında 1836, 1857 ve 1929 krizleri şeklinde devam eden krizler bunlardan bazılarıdır.²⁶

- 1825 Krizi: İngiliz sermayedarlarının yanlış girişimleri ile ortaya çıkmıştır. Krizden etkilenen ödemeler bilançosu 1932’de kendisini toparlayabilmiştir.
- 1836 Krizi: Yine bu kriz de İngiliz zenginlerinin yanlış yatırımları sonucu patlak vermiştir. Etkileri Belçika, Fransa gibi pek çok ülkeye sıçrayan bir krizdir. Kapitalizm karşısında etkili bir grup oluşturmuştur.
- 1857 Krizi: Bu krize para kaynaklı değişkenler neden olmuştur. Ülkelerde keşfedilen altın madenleri piyasaları etkilemiş ve pek çok gelişmiş ülkede etkisi görülmüştür.
- 1929 Krizi: Şüphesiz ekonomi tarihinde yaşanan en etkili ve sarsıcı krizlerden birisidir. Bankaların mali bunalıma girmesi ile başlayan kriz tüm ABD’yi etkilemiştir. Krizden etkilenen sadece ABD olmamış, yavaş yavaş diğer ülkelerde de hissedilmiştir. 1929’daki bu büyük kriz ile pek çok banka iflas etmiş ve ülkelerin GSYİH değerlerinde yaklaşık 1/3’lük düşüşler yaşanmıştır.

²⁴ Aydoğan, s.93.

²⁵ Hüseyin Şahin, *Türkiye Ekonomisi*, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2006, s.199-200.

²⁶ Coşkun Can Aktan ve Hüseyin Şen, *Ekonomik Kriz: Nedenler ve Çözüm Önerileri*, Yeni Türkiye Dergisi Ekonomik Kriz Özel Sayısı, Cilt:2, Sayı:42, Kasım – Aralık 2001, s.1248. (1225 - 1230)

Günümüzde yaşanan ekonomik krizler bilhassa az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde yaşanmaktadır. Yakın geçmişin en kritik krizleri şu şekilde sıralanabilir; Meksika krizi, Asya Pasifi Krizi, Rusya/Brezilya krizi ve ülkemizde yaşanan 2000-2008 krizleridir.

Ekonomide meydana gelen bu krizler, finansal piyasaları da derinden etkilemektedir. Sadece ekonomik sebeplere dayanmayan krizler doğal afetlerden, savaşlardan ve benzeri durumlardan da etkilenebilmektedir. Bunlara ek olarak siyasal etkiler, ekonomik tabanlı etkiler hatta ekolojik alanlarda yaşanan aktif değişimde krizleri meydana getirebilir. (Hükümet bunalımları ve askeri darbeler gibi) Son olarak seri değişimler, dış ticaretin özgürleşmesi ve yeni oluşan piyasa pazarları da krizlere ortam hazırlamaktadır.²⁷

²⁷ Aktan ve Şen, s.1229.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YAPAY ZEKA

Günümüz dünyasında gerek bilgisayarlar gerekse de onlara bağlı sistemler hayatımızın odak noktasında yer almaya başlamışlardır. İnsanların ellerindeki telefonlardan mutfaklarında bulunan fırınlarına kadar pek çok aletleri bilgisayar sistemleri ile çalışmaktadır. Teknolojinin gelişim sürecine bakıldığında önceleri sadece verileri transfer etmek ve karışık hesapları çözmek üzere geliştirilen bu aletler, zamanla çok büyük miktarlarda bilgileri süzerek, kısaltarak ve onları kullanarak durumlar hakkında kanılar oluşturan özelliklere sahip olmuşlardır.²⁸

İnsanların beyin yapısı sözel işlemlerin yanı sıra sayısal hesaplamaları kısa zamanda yapma yeteneğinin yanında; yorum yapma ve anlama gibi pek çok işlemi de hızlıca gerçekleştirebilmektedir. Bilgisayardaki durumlara bakıldığında ise, karmaşık sayısal hesaplamaları hızlıca öğrenebilme ve sonuçlandırmalarına karşılık, karar verme gibi özellikler yönünden eksiktirler. İkili durum kıyaslandığında insan beyin yapısının bilgisayarlara oranla daha etkin ve üstün yetenek sergilemesinin nedeni verileri iyi kullanabilmesi şeklinde açıklanmaktadır. Yapay zeka olgusu tam da burada kendisini göstermektedir. Yapay zeka, insan beyninin algılamasını kopyalayarak, bilgisayarlara bu algılamaları model olarak sunmaktadır.²⁹

Günümüzde bilgisayarlar geldikleri noktada, hem olgular üzerinde tercihlerde bulunabilmekte hem de bu olgular arasındaki bağıntıları açıklayabilmektedir. Bilgisayar sistemlerine bu yetenekleri tanımlayan ve değişmesini sağlayan uygulamalar “yapay zeka” olarak isimlendirilmektedir. Yapay zeka üzerine ilk çalışmalar 1884 yılında Charles Babbage tarafından zeki davranışlar göstermesini istediği makineler üzerinde deneyler yapmasıyla başlamıştır. Geliştirilen ilk program dillerinden olan LISP (List Processing) McCarthy tarafından 1957 de ortaya konmuştur.³⁰

²⁸ Ercan Öztemel, *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Yayıncılık, 2.Baskı, Ekim 2006, s.13.

²⁹ Atınç Yılmaz, *Yapay Zeka*, Kodlab Yayınları, 5.Baskı, Ocak 2019, s.4-5.

³⁰ Öztemel, s.13; Yılmaz, s.6.

Yapay zeka ve yapay sinir ağları araştırmacıların oldukça ilgi gösterdiği bir araştırma alanı olmuş ve her alanda kullanılan bir bilim dalı haline dönüşmüştür. Bu alanlara örnek verecek olunursa; sağlık sektöründeki kullanımı hastalıkların teşhisi, endüstriyel alanda üretim ve kontrol, askeri alanda ise hedef tespiti sayılabilir. Bunlara ek olarak bilgisayar oyunları gibi alanlarda yapay zeka sıklıkla kullanılmaktadır. Yapay zeka teknikleri şu şekilde sıralanabilmektedir; bulanık mantık, yapay sinir ağları, sinirsel bulanık mantık, uzman sistemler ve genetik algoritmalar.

1. MAKİNE ÖĞRENMESİ

Gerek sosyal bilimler gerekse de fen bilimleri alanında araştırmacılar bazı karmaşık durumları ve olayları anlamaya ve bunların üzerinde öngörüde bulunmaya çalışırlar. Bu karmaşık işlemlerde kullanılan makine öğrenmesi geleneksel istatistik yöntemlerinin yanında çok daha avantajlı sonuçlar verebilmektedir. Doğrusal olmayan, yüksek boyutlu veriler üzerinde işlemler yapabilmekte ve eksik verileri değerlendirebilmektedir.

Makine öğrenmesi kökleri yapay zeka ve istatistiğe dayanan veri setlerinden bilgiler üretilmesine olanak sağlayacak tekniklere sahip bir çalışma alanıdır. Bu bilgiler MÖ algoritmaları aracılığı ile öğrenilmesi sonucunda tahminlerde bulunmayı sağlayan modellerden elde edilmektedir. Temelde bir öğrenme algoritmasının girişleri eğitim verilerden oluşmaktadır. Bahsedilen eğitim verileri deneyimler neticesinde elde edilen verilerdir. Çıkışlar ise, deneyimler kullanılarak elde edilen, başka sistemlerinde kullanabileceği ve üzerinde fikir yürütebileceği yeni bilgilerdir. Makine öğrenmesi, bilgisayarların belirli bir durumun niteliklerini yaşamış gibi öğrenerek, yaşamadığı olaylara çıkış yolları üretebilmesidir. Bilgisayarların deneyim yolu ile olayları öğrenebilmesinin nedeni, aletlere sorun hakkında yeterli verinin eklenmesi/sunulması ile gerçekleşmektedir.³¹

Gündelik hayatta yapılan birçok rutin işin veya hayvanların sahip oldukları birçok davranışın (ses veya görüntü tanıma) programlanmış bir sistem tarafından yapılması, oldukça karışık yapılar içerisinde çalışmayı gerektirebilmektedir. Oldukça

³¹ Yılmaz, s.44.

geniş alanda kullanılan MÖ yöntemleri uygulandığı bazı alanlar şu şekilde sıralanabilir;

- Metin veya belge sınıflandırma
- Optik karakter tanıma
- Doğal dil işleme
- Bilgisayar görmesi (yüz tanıma, resim tanıma)
- Oyunlar (satranç, tavla vb)
- Tıbbi teşhis
- Sürücüsüz araç kontrolü (yön bulma, robot)
- Arama motorları
- Bilgi çıkarma sistemleri
- Dolandırıcılık tespiti
- Ağa izinsiz girme
- Konuşma sentezi
- Konuşmacı doğrulama

Makine öğrenmesinde problemlerin çözümüne yönelik temel yaklaşımlar şu şekildedir:

- **Sınıflandırma:** Her veri örneğinin kendisine özel bir kategorik özelliği bulunmaktadır. Sınıflandırma ile her verinin bu kategorik özelliği bulunmaya çalışılır.
- **Kümeleme:** Örnekleri homojen olarak bölmek için kullanılmaktadır. Genel olarak çok büyük veri setlerini analiz ederken kullanılmaktadır.
- **Regresyon:** Ekonometri alanında oldukça sık kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçme amacı ile kullanılmaktadır. Bağımlı bir değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi analiz ederek ilişkinin gücü hakkında bilgi edinilir.
- **Sıralama:** Verilen belirli bir kritere göre sıralama işlemidir.

1.1. Makine Öğrenmesi Tipleri

1.1.1. Gözetimli (Supervised) Öğrenme

Bu tip makine öğrenmesinde sistemin olayı öğrenebilmesi için bir öğretici yön vermektedir. Öğretici sisteme öğrenilecek durumun benzerlerini girdi ve çıktı olarak işlemektedir. Diğer bir deyişle, bütün benzer durumlar için girdiler ve çıktılar sisteme öğretilmektedir. Böylelikle olayın input ve output'ları arasındaki bağıntılar açıklanabilmektedir. ÇKA'lar bu sistemlere örnek olarak gösterilebilir.

1.1.2. Gözetimsiz (Unsupervised) Öğrenme

Bu oluşumda sisteme destekte bulunan bir öğretici mevcut değildir. Verilen benzer olaylardaki bağıntıyı sistemin kendiliğinden öğrenmesi beklenmektedir. Bu strateji sınıflandırma problemleri için kullanılmaktadır. Yalnızca sistem öğrenmesi neticesinde çıktılarının hangi manalara geldiğini açıklayan "etiketleme" işlevi kullanıcılar aracılığı ile yapılmaktadır. "ART" ağırları örnek olarak gösterilebilir.

2. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağırları; insan beyninin çalışmasından esinlenerek geliştirilmiş, öğrenerek farklı çıktılar üretebilme, oluşturabilme gibi yeteneklerin yardıma gereksinim duymadan oluşturmak için geliştirilmiş sistemlerdir.

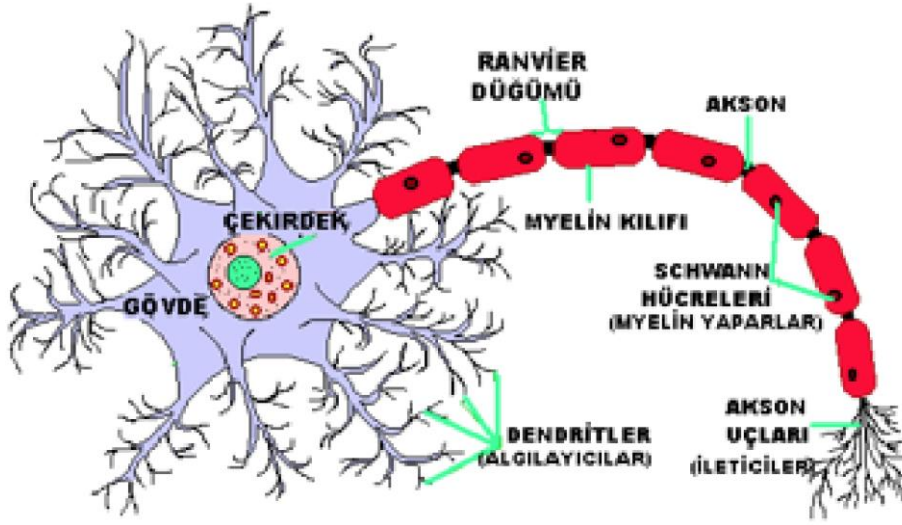
YSA'lar öğrenim yeteneklerinin yanında ezber yapma ve bağıntı kurma niteliklerine de sahiptirler. Biyolojik beyinden ilham alınması sebebi ile onlara benzerler ve bağlanarak oluşurlar.³²

YSA'ların bünyelerinde asıl sinirlerde var olan sinir hücreleri yer almaktadır. Bu nöronların birbirleri ile bağıntı haline girmeleri durumunda ağırlar meydana gelmektedir. Hafızaya kaydetme veya girdiler arasında ilişki oluşturmaktadır. Ağların geliştirilmesindeki temel amaç sistemin insan gibi düşünerek kararlar almasını sağlamaktır.

Yapay sinir ağırları insanın biyolojisindeki sinir sistemini kopyalayarak modelleme yapması sebebi ile öncelikle biyolojik sinir sisteminin yapısının incelenmesi faydalı olacaktır. Biyolojik sinir sisteminde yer alan nöronlar dört farklı

³² Çetin Elmas, *Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)*, Seçkin Yayıncılık 2003. s.18-19

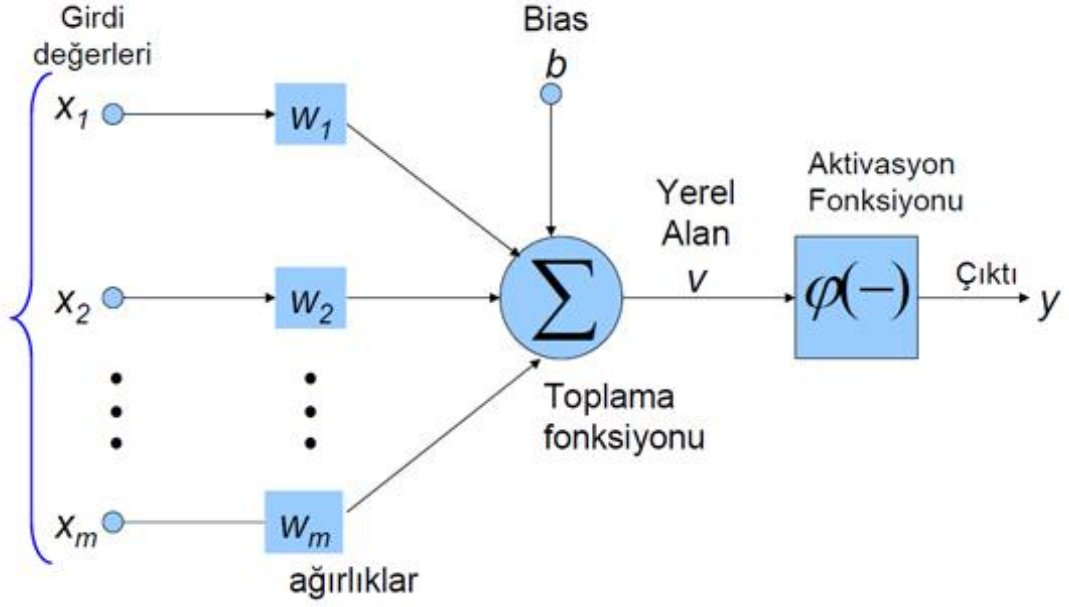
bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler dendrit, çekirdek, akson ve bağlantılar olarak sıralanabilir. (Şekil - 1)



Şekil 1. Biyolojik Sinir Sisteminin Yapısı

Biyolojik beyin birbirlerine ağ olarak bağlanan ve “nöron” adı verilen binlerce sinir hücresinden meydana gelmektedir. Bir nöron hücresi, girdili yapıya (dendrit), hücre gövdesine ve çıktı yapısına (akson) sahiptir. Bir nöron işleve başladığı zaman sinyal meydana gelmekte ve bu sinyali diğer elemanlara iletmektedir. Dendritlerden hücelere ulaşan sinyallerin seviyeleri uygunsa ateşleme gerçekleşir ve diğerlerine iletilir. Alınan sinyalin kuvvetinde sinapslar önemli rol üstlenmektedir. Bunların bağlantılarının derinliği farklılaştıkça öğrenme etkilenmektedir. Bu işlemler neticesinde beyinde karışık görevler gerçekleşmektedir.³³

³³ Tektaş ve Karataş, s.338.



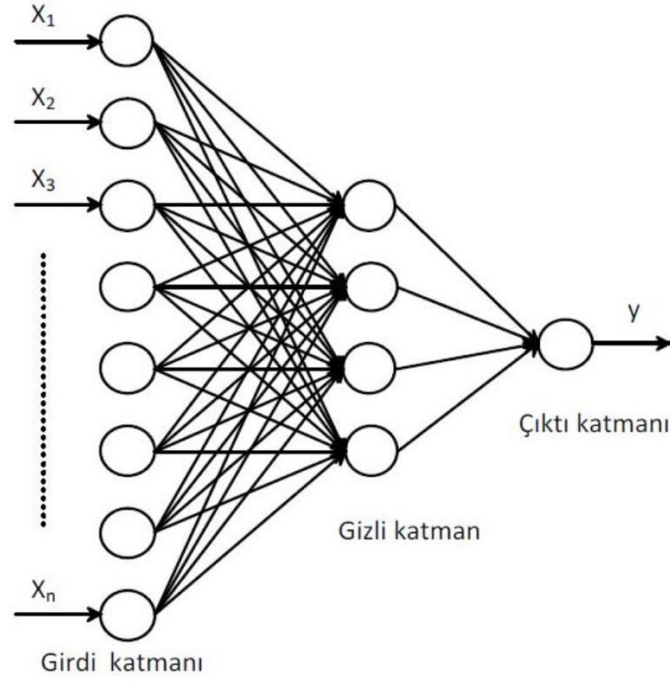
Şekil 2. Yapay Sinir Ağı Yapısı

Sinirler, biyolojik beyni kopyalayarak gelişmişlerdir. Pek çok soruna çözümler yaratacak bir niteliğe sahiplerdir. YSA'lar birbirlerine bağlı olup kendi aralarında paralel şekilde çalışmayı bilen hücrelerden meydana gelmektedir. Yapay sinir ağının esas amacı, veri girdilerine denk şekilde sonuç setleri belirlemeye çalışmaktır. (Şekil – 2)

3. YAPAY SİNİR AĞI MODELLERİ VE YAPILARI

3.1. Sinir Ağı

YSA biyoloji biliminde var olan sinirlerin bir benzeri olduklarından dolayısıyla sinirlere (proses elemanları) sahiptirler. Şekilde girişler X_m sembolü ile gösterilmiştir. Ağı oluşturan proses elemanları, bilgileri işleme yetenekleri ve birbirleriyle bağlantılarının şekilleri ile değişik modelleri oluşturmaktadır. Hem karmaşık hem doğrusal olmayan problemlere çözümler sunmak için sinir ağında gizli katmanların bulunması gerekmektedir. Şekilde gizli katmana sahip üç katmanlı bir yapay sinir ağı gösterilmiştir. (Şekil – 3)



Şekil 3. Yapay Sinir Ağı Örneği

- **Girdi Katmanı:** Burada bulunan elemanlar kendilerine gelen verileri alarak ara katmana aktarmak ile görevlidirler.
- **Gizli Katman (Ara Katman):** Kendilerinden önceki katmandan iletilen verileri işleyerek bir sonraki katmana aktarırlar. Ağ içerisinde birden fazla sayıda gizli katman olabilmektedir. Bu katmanlar sinir ağının türlerine göre farklılık arz ederler. Katmanın içerisindeki nöron sayıları da ağların türlerine göre değişkenlik gösterebilmektedir.
- **Çıktı Katmanı:** Katmanda bulunan prosesler önceki katmandan aktarılan verileri işleyip, girdi setleri için ihtiyaç duyulan çıktıları türetirler. Türetilen çıktılar bu katmandan dışarıya gönderilir.

3.2. Katmanlar

Yapay sinir ağlarında sinir nöronları katmanlarda bulunmaktadır. Belirtildiği gibi ilk katman dışarıdan aldığı bilgileri gizli katmana aktarmakta ve buradan örnekler elde etmektedir. Çıkış katmanında ise üretilen çıktılar dış dünyaya gönderilmektedir. Çok katmandan oluşan bir ağ mevcutsa, ağın girişinde ve çıkışında

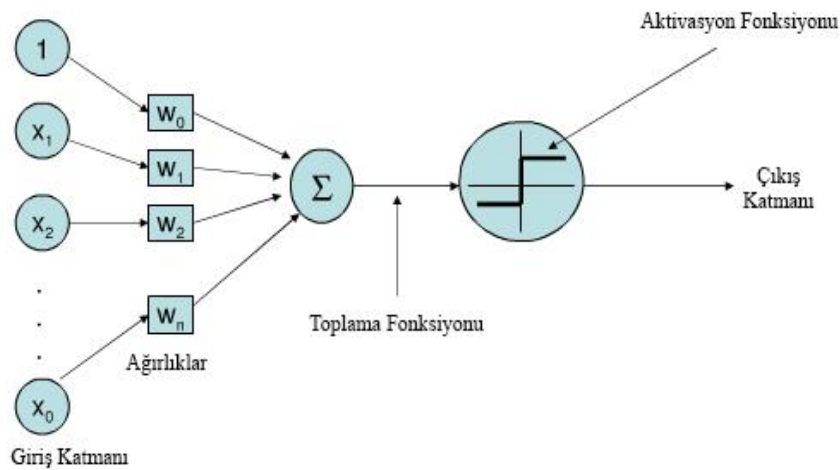
gizli katmanlar bulunmaktadır. Buradaki önemli olan nokta gizli katman sayısının ağa en iyi şekilde destek olacak şekilde seçilmesidir.³⁴

Katmanlar arasında çeşitli bağlantılar mevcuttur. Bu bağlantılar:

- **Tam Bağlantılı:** Katmanlarda bulunan hücrelerin tamamının bir sonraki katmanda yer alan her sinire bağlanmış olmasıdır.
- **Kısmi Bağlantılı:** Katmanlarda bulunan hücreyi takip eden katmandaki hücreler ile kısmi şekilde bağlantılı olmasıdır.
- **İleri Besleme:** Katmanlarda yer alan hücreler bir sonraki katmanda bulunan hücrelere çıkışlarını gönderdikten sonra geriye dönüş almazlarsa ileri beslemeli ağlardan söz edilmektedir.
- **Çift Yönlü:** Katmanlardaki hücreler çıkışları, gerideki katmanlarda mevcut olan hücrelere bağlamaları durumunda oluşan yapı kastedilmektedir.

3.2.1. Tek Katmanlı Sinir Ağları (Perceptron)

Ağda yalnızca girdi katmanı ve çıkış katmanı bulunuyor ise perceptronlar söz konusudur. Bu ağ yapıları karmaşık problemlere cevap verebilme yeteneğinden yoksundurlar. Rosentblatt tarafından 1960'lı yıllarda ortaya çıkarılmıştır. En eski sinir ağlarından olan tek katmanlı ağlar problem çözümü konusunda oldukça sınırlıdır. (Şekil – 4)



Şekil 4. Tek Katmanlı Sinir Ağları

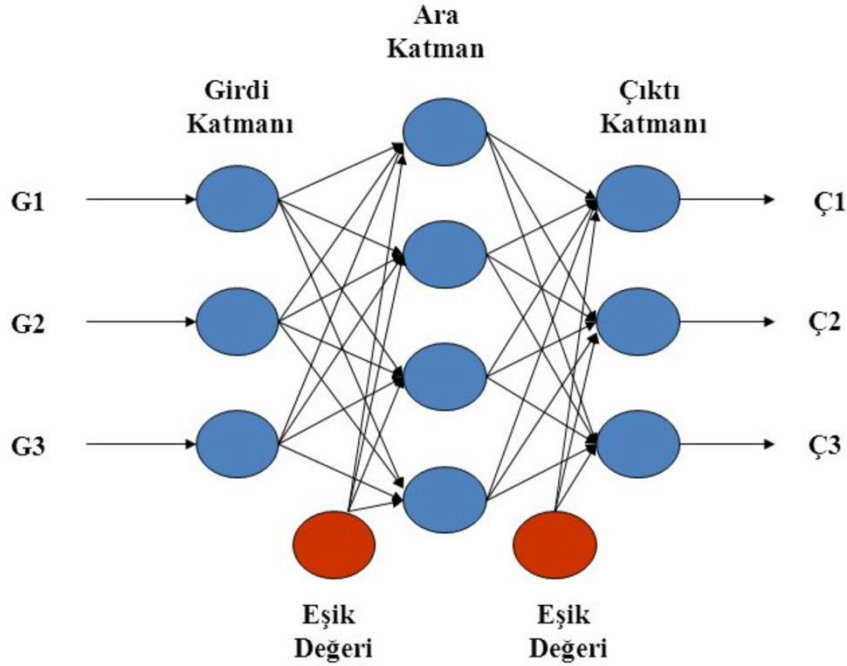
³⁴ Yılmaz, s.79.

Tek katmanlı sinir ağı sistemine girilen girdilerin çıktılarla olan ilişkisinin doğrusal olması durumunda ise çözümlenebilen yetenektedirler. XOR problemine benzer olan başka bir ifade ile doğrusal olmayan durumlara ve olaylara çözüm üretilmez. Bu tip problemler çok katmanlı sinir ağlarının çözüme kavuşturduğu problemlerdir.

3.2.2. Çok Katmanlı Algılayıcılar

Gündelik hayatta karşımıza çıkan problemler genellikle doğrusal olmayan problemlerdir. Bu problemleri çözmek için yapılan denemeler neticesinde ÇKA'lar meydana gelmiştir. Model, Rumelhart ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Hataları geriye yayma (backpropagation network) ismi de verilmektedir. ÇKA, yapay sinir ağları konusunda yaşanan duraklama dönemini sona erdirerek ilgiyi yeniden üzerinde toplamıştır.

ÇKA, XOR problemlerinde kullanılan algılayıcıdır. Bu problemin asıl önemli noktası doğrusal olmayan ilişkileri belirtmesidir. Bu algılayıcılarda Delta Öğrenme Kuralı yöntemi bulunmaktadır. Bu kural aslında ADALINE'nin gelişmiş halidir. Güdülen amaç, beklenen çıktılar ile üretilen çıktılar arasında ortaya çıkacak hataları en az düzeye indirmektir.³⁵



Şekil 5. Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli

³⁵ Öztemel, s.75-76.

- **Girdi Katmanı:** Dışarıdan iletilen verileri ara katmanlara aktarmaktadır. (G1, G2, ...) Bu aşamada işlem gerçekleşmemektedir. Gelen bilgiler değişikliğe uğramadan arkasında yer alan katmana aktarılır. Bu ağa çokça girdi gelebilmektedir. Fakat her proses'in yalnızca tek girdisi ve tek çıktısı vardır. Çıktılar sonraki katmanlarda yer alan tüm proseslere gönderilmektedir.
- **Ara Katmanlar:** Girdi katmanından aldığı verileri değiştirerek arkasında bulunan katmana iletmektedir. Bu tip ağlarda pek çok gizli katman ve her katmanda pek çok proses yer alabilmektedir. Her proses arkasında bulunan bütün proseslere bağımlı bir yapıya sahiptir.
- **Çıktı Katmanı:** Ara katmandan aldığı bilgileri değiştirerek dış dünyadan gelen bilgilere karşılık olarak üretilen çıktılar şeklinde açıklanabilir. (Ç1, Ç2, ...) Veriler bu katmandan çıktıktan sonra dışarıya gönderilir. Çıktı katmanından birden fazla proses yer alabilmektedir ve bu proses elemanları bir önceki katmanlarda yer alan tüm proses elemanlarına bağlıdır. Her proses elemanının yalnızca bir çıktısı bulunur.

3.2.2.1. İleri Beslemeli Ağlar

Bu tip ağlarda elemanların tamamı katmanlar şeklinde görülmektedir. Girdi bölümünden çıkış bölümüne tek yönlü şekilde sinyaller iletilmektedir. Her katmanda bulunan nöronlar arasında tüm nöronlara bir bağlantı mevcuttur. Fakat aynı katman içerisinde bulunan nöronlar kendi aralarında bağlı değildirler. Bu ağlara örnek olarak MLP, LVQ (Learning Vector Quantization) sayılabilmektedir.

3.2.2.2. Geri Beslemeli Ağlar

Bu tipte bulunan ağlar danışmansız öğrenme yolu ile çözümlenebilecek problemler için kullanılmaktadır. Giriş katmanından sonrakilere doğru ileri yönlü bir çözümleme oluşturulurken geri yönde de bir çözümleme yapılabilmektedir. Hafızadaki olay çıkışın hem o anda ki hem de eski değerlerin mevcut olması sebebiyle bu tipte bulunan ağların dinamik bir yapıları bulunmaktadır. Bu tip ağlar için Hopfield, SOM(Self Organizing Map) ve Elman ve Jordan ağları örnek olarak gösterilebilir.

3.3. Yapay Sinir Ağlarının Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Ağ yapıları söylendiği gibi modellere göre değişiklikler arz etmektedirler.

Ancak tüm modeller için genel nitelikler şu şekilde sıralanabilmektedir.

- YSA'larda gerçekleşen öğrenme türü makine öğrenmesidir. Başka bir ifade ile durumları kavrayarak benzer durumlar karşısında fikir yürütmeye çalışmaktadırlar.
- Geleneksel programdan ve yapay zekanın yöntemlerinden oldukça farklı bir veri işleme sistemleri bulunmaktadır.
- Bu ağlarda bilgiler, ağın bağlantısının değerini ölçümlemekte ve bunları saklamaktadır.
- Ağ yapılarının olayları ve durumları öğrenebilmesi için, olaylar ve durumlar hakkında örneklerin ağa tanıtılması gerekmektedir. (adaptif öğrenme)
- Ağların güvenli bir şekilde çalışmalarının sağlanması için ilk önce eğitimden geçmeleri ve teste tabi tutulmalıdırlar.
- Ağ kendisine tanıtılan durumlardan genel bir algı yaratarak önceden bilmediği örnekler türetebilmektedir.
- Algı ile ilgili olay ve durumlarda kullanılabilirler.
- Örüntüleri ilişkilendirebilir ve sınıflandırabilirler.
- Ağın kendi kendisini organize etme yeteneği vardır.
- Ağ yapıları eksik olan verilerle veya bilgilerle çalışabilir.
- Yapılara belirli bir hata toleransı tanımışlardır.
- Belirsiz olan bilgileri işleyebilirler.
- Dereceli bozulma (Graceful Degradation) gösterirler. Bir başka deyişle, hata toleransına sahip olmaları ağlarının bozulmalarının da aşamalı olmasına sebebiyet vermektedir. Bir ağ zaman içerisinde yavaş yavaş ve zarif bir şekilde bozulur.
- Dağıtık belleğe sahiptirler. Bilgiler bütün ağa yayılmış durumdadır.
- Sadece numerik bilgiler ile çalışabilmektedirler. Sembolik ifadeler mevcut ise bunların sayısal bir karşılığının bulunması gerekmektedir.³⁶

³⁶ ÖZTEMEL, s.33-35.

Ağların kullanım alanları arasında sınıflandırma, modelleme yapma veya tahmin yapma olmak üzere birden fazla alan mevcuttur. Optik karakterleri tespit etme, veri madenciliği, çeklerin okunması, bankalara yapılan kredi başvurularını değerlendirme, ürünün pazardaki performansını tahmin etme, kredi kartı hileleri saptama, robotlar için rota tahmini, ses ve parmak izi tanıma, kalite kontrolü, iş çizelgesi ve sıralaması, radar ve sonar sinyalleri sınıflandırma, kan hücreleri reaksiyonları, kan analizi sınıflandırma, kanserin saptanması, kalp krizlerinin tedavisi, beyin modellemesi çalışması, el yazısı ve imza tanıma ve satış tahmini olarak sıralanabilir.³⁷

3.4. Yapay Sinir Ağlarının Olumsuz Yönleri

YSA'ların olumlu özelliklerinin yanında bazı olumsuz yönleri de bulunmaktadır.

- En önemli sorunlarından bir tanesi donanım bağımlı olmasıdır. Ağların en kritik niteliği paralel işlemler yetenekleridir. Fakat bu yeteneklerini bağımlı olarak gerçekleştirmektedirler.
- Problemlere uygulanacak ağ yapılarının öngörülmesinde kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Dolayısıyla ağ yapıları deneme/yanılma yöntemi ile tespit edilmektedir.
- Aynı şekilde ağın parametre değerleri açısından da kesin bir kural bulunmamaktadır. Hücre sayısı veya katman sayısı gibi bilgiler önceden belirlenmemiştir. Ortaya çıkan her sorun açısından değişik yaklaşımlardan bahsedilebilmektedir.
- Ağın öğrenmesi gereken problemin ağa tanıtılması önemli bir husustur. Sinir ağları yalnızca numerik bilgiler ile işleyebileceğinden dolayı simgesel bilgilere bir işlem uygulayamazlar. Bu durum ağın performansını direkt olarak etkilemesi sebebiyle konu kullanıcının ne kadar iyi olduğu ile bağlantılıdır.
- Sinir ağlarının davranışları/hareketleri kesin olarak açıklanamaz. Bu sorun yapay sinir ağlarının en önemli sorunudur. Var olan bir soruna çözüm

³⁷ Elmas 2003, s.42.

üretildiğinde bunun neden ve nasıl olduğuna ilişkin ipucu vermezler. Bu sebeple ağa olan güvende azalma meydana gelir.

3.5. Yapay Sinir Ağlarının Ekonomi Alanında Kullanımı

Ekonomi ve finans alanında değişkenlerin öngörülmesi ve bunların modellenmesi oldukça önemli bir konudur. Ekonomik ve finansal parametreler aracılığı ile gelecek öngörüsünde istatistiksel uygulamalar sıkça kullanılmaktadır.³⁸

Yapay sinir ağlar bilhassa sınıflama ve zaman serilerinin tahmininde gayet başarılı sonuçlar ortaya koyabilmektedirler. Tam da bu özellikleri sebebi ile ekonomi ve finans alanında sıkça kullanılmaktadır.

Sinir nöronlarının ekonomik hayatta kullanım alanlarının başında geleceği öngörme başka bir ifade ile tahmin etme gelmektedir.³⁹ Geleceği tahmin etme konusu özellikle işletmeler için satış ve satın alma, planlama, yatırım oluşturma, geliştirme ve eleman alımı gibi birçok konu açısından önem arz etmektedir.

Yapay sinir ağlarından önce tahmin yapılırken lineer yöntemler kullanılmaktaydı. Eskiden beri kullanılan lineer metotların uygulama kısmı epey kolay ve basit olmasına karşı ekonomik alanda olduğu gibi lineer biçimde olmayan değişkenlerin tahmin edilmesinde çok zayıf kalmaktaydı. Özellikle bu noktada yapay sinir nöronları geleceği tahmin etmede ışık olacak bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü YSA lineer olmayan değişkenler için daha kolay bir yöntemdir. Yapay sinir ağlarının esnekliği sayesinde gerçek hayatta karşılaşılan sorunlara çözüm üretebilmek mümkündür.

Bahsedilen özelliklerden dolayı yapay sinir ağları ve sinir nöronları ekonomik hayatta geleceği öngörebilmek adına oldukça kullanışlı ve esnek bir araç olarak rahatlıkla kullanılabilir. Her ne kadar piyasada birçok kazır program olsa da başarılı bir model kullanıcının bilgisine ve elindeki verilere son derece bağımlıdır.⁴⁰

³⁸ Hasat Yurtoğlu, *YSA Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği*, DPT, Şubat 2005.

³⁹ Danilo P. Mandic ve Jonathon A. Chambers, *Recurrent Neural Networks For Prediction – Learning Algorithms, Architectures and Stability*, Jon Wiley & Sons Ltd, 2001

⁴⁰ Örneğin, bu çalışmada kullanıldığı gibi MATLAB ve üzerinden geliştirilen uygulamalar.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

Son yıllarda, GSYİH büyümesi, hisse senedi getirileri, dolaşımdaki para birimi, enerji talebi ve döviz kurları gibi alanlarda ve ekonomi, finans, işletme ve mühendislik uygulamalarında yapay sinir ağı tahminlerinin incelenmesine büyük ilgi gösterilmiştir. Halen, çeşitli makroekonomik göstergeleri tahmin etmek için YSA metodolojisine dayanan tahmin modelleri kullanılmaktadır. Bu metodolojiye dayanan tahminleri kullanarak, doğru sınıflandırma yapabilir ve hisse senedi seçimi, tahvil derecelendirme, kredi tahsisi, gayrimenkul değerlendirme gibi kararlar alabilir.

Enflasyon tahmini, para politikasının dünyadaki para otoriteleri tarafından oluşturulmasında yol gösterici olarak kullanılmaktadır. Para politikası kararları, farklı modellerden elde edilen bilgilerden ve ekonominin ilgili ekonomik göstergeleri tarafından önerilen diğer bilgilerden elde edilen enflasyon tahminine dayanmaktadır.

Yapay sinir ağı teorisi Yapay Zeka araştırmasından ya da bilişsel yetenekli makinelerin tasarlanmasından ortaya çıkmıştır. Yapay bir sinir ağı, beyin, süreç bilgisi gibi biyolojik sinir sistemlerinden ilham alan bilgi-işlem paradigmasıdır.⁴¹ Bu paradigmanın temel unsuru, bilgi işlem sisteminin yeni yapısıdır. Belirli problemleri çözmek için birlikte çalışan, nöron adı verilen ve birbirine bağlı çok sayıda işlem elementinden oluşur. YSA insanlar gibi deneyimlerle öğrenir. Bir YSA, bir öğrenme süreci boyunca örüntü tanıma ve zaman serisi tahmini gibi bir uygulama için oluşturulmuştur. Biyolojik sistemlerde öğrenmek, nöronlar arasında var olan sinaptik bağlantılara yönelik uyarlamaları içermektedir. Bir beynin ve sinir ağının temel yapı taşı nörondur.⁴²

⁴¹ Simon Haykin, *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall PTR, 1994.

⁴² Russell Beale, Tom Jackson, *Neural Computing: An Introduction*, Adam Hilger, Bristol England, 1990.

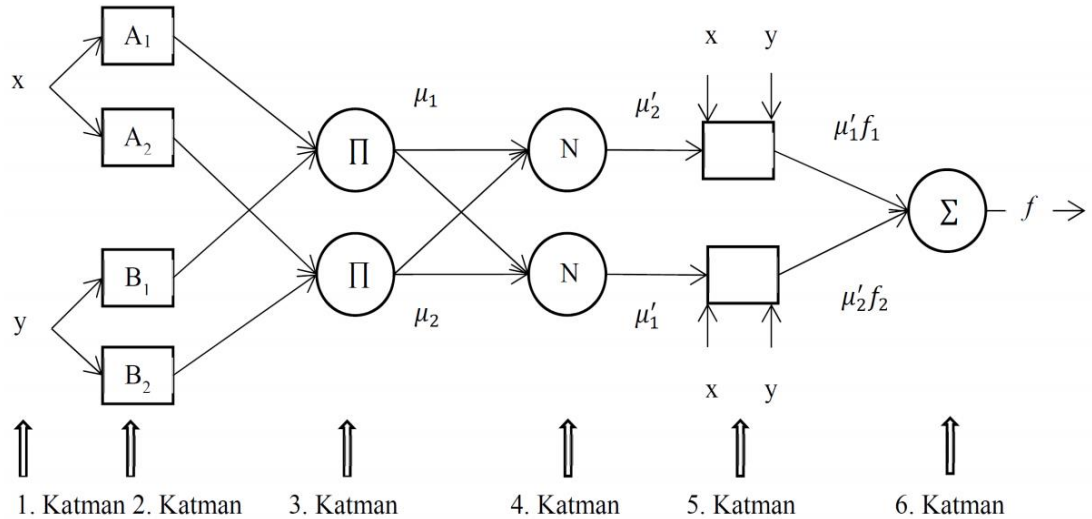
1. ANFİS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi- Adaptive Neuro- Fuzzy Inference System)

ANFIS metodu 1993 tarihinde Jang tarafından ortaya atılmıştır. Geleceğe yönelik öngörü problemlerine çok başarılı sonuçlar üreten yapay zekâ tekniklerinden birisi olan ANFIS model kullanılmıştır. Geleneksel matematiksel yöntem ve araçlarla, problemi oluşturan tüm faktörlerin tespit edilemediği, içerisinde belirsizlik barındıran ve sübjektif kriterlerin probleme dâhil edilmesi gerektiği sistemlerin modellenmesi oldukça zor ve özellikle tahmin başarısı açısından yetersizdir. Bunun aksine bulanık çıkarım sistemleri, bulanık “eğer-o halde” kurallarını insan bilgisi ve akıl yürütme sürecini kullanmak adına sistemlere dahil ederek çok daha iyi sonuçlar üretebilmektedir.

ANFIS bir tek Sugeno tipi modelleri çalıştırmaktadır. Modelin mimarisi ve genel yapısı x ve y gibi iki girişli iki bulanık “eğer-o halde” kurallı eşitlik (1) ve (2) Takagi Sugeno tipi ANFIS mimarisi aşağıdaki gibidir.

$$R_1 \text{ Eğer } x A_1 \text{ ve } y B_1 \text{ ise o halde } f_1 = p_1 x + q_1 y + r_1 \quad (1)$$

$$R_2 \text{ Eğer } x A_2 \text{ ve } y B_2 \text{ ise o halde } f_2 = p_2 x + q_2 y + r_2 \quad (2)$$



Şekil 6. ANFIS Ağ Mimarisi

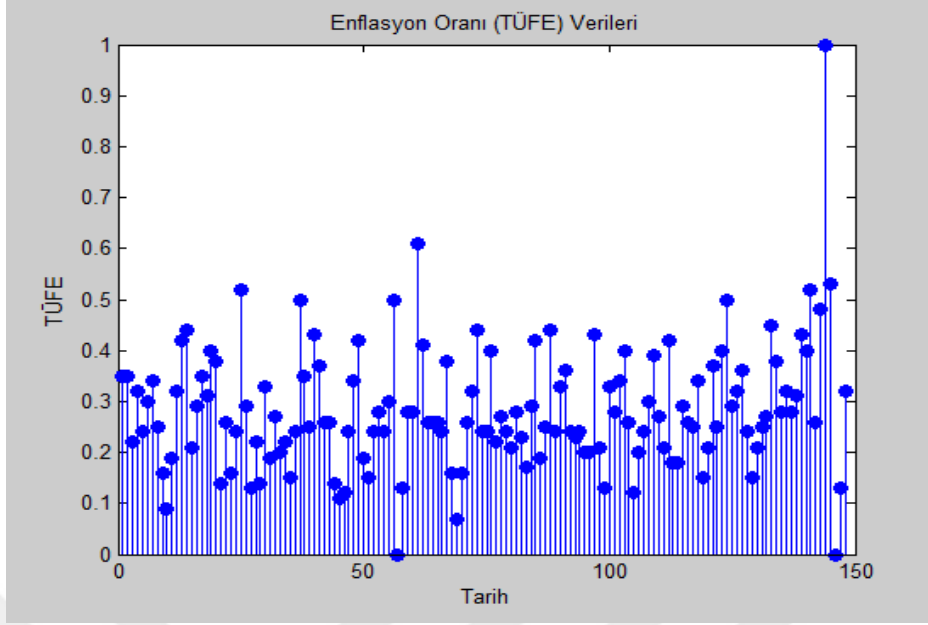
1. *Katman*: İlk katmandaki her düğüm girdi sinyallerini bir diğer katmana herhangi bir toplama ya da aktivasyon işlemi uygulamadan aktarmaktadır.
2. *Katman*: Şekil.6’da kare ile gösterilen düğümler A_i ve B_i gibi birer bulanık kümeyi temsil eder. Bu katmandaki düğümlerin çıkış değerleri girdi örneklerine ve kullanılan üyelik fonksiyonlarına bağlı olan üyelik dereceleridir.
3. *Katman*: Bu katmandaki her düğüm etiketlenmiştir ve tüm girdi sinyallerinin çarpımını ifade etmektedir.
4. *Katman*: Bu katmandaki her düğüm çember ile ifade edilmiş ve “N” ile etiketlenmiştir.
5. *Katman*: Her i düğümü, düğüm işlevi ile uyarlamalı bir düğümdür ve her i düğümü sonuç ağırlıkları değerini hesaplar.
6. *Katman*: Bu katmandaki düğüm çember ile ifade edilmiş olup ile etiketlenmiştir. Bu katmanda gelen bütün sinyallerin toplamı olarak toplam çıktı f hesaplanmaktadır.

2. VERİLERİN HAZIRLANMASI

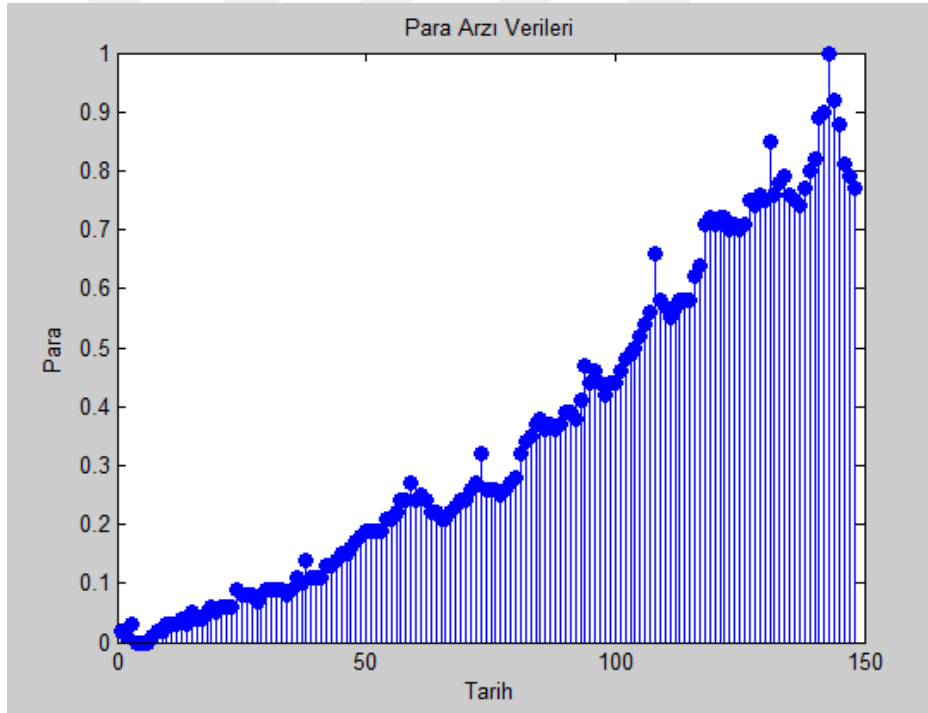
Bu çalışmada, enflasyon tahmini yapabilmek için işsizlik, dolar, ihracat, kamu harcamaları, ÜFE ve para arzı değişkeni bağımsız değişken (girdi) olarak kullanılmıştır. Enflasyon (TÜFE) verisi ise bağımlı (hedef) değişken olarak alınmıştır. Veriler hazırlanırken öncelikle normalizasyon yapılmış sonrasında transpoze K-Means ile kümeleme yapılmıştır. Ayrıca ANFIS Modeli ile model üzerinde en verimli çalışacak girdiler MATLAB üzerinde “exhsrch” komutu kullanılarak bulunmuştur. Çalışmada aylık veriler kullanılmış ve 2006/10-2019/01 dönemini kapsamaktadır.

Tablo 1. Veri Seti Kaynağı

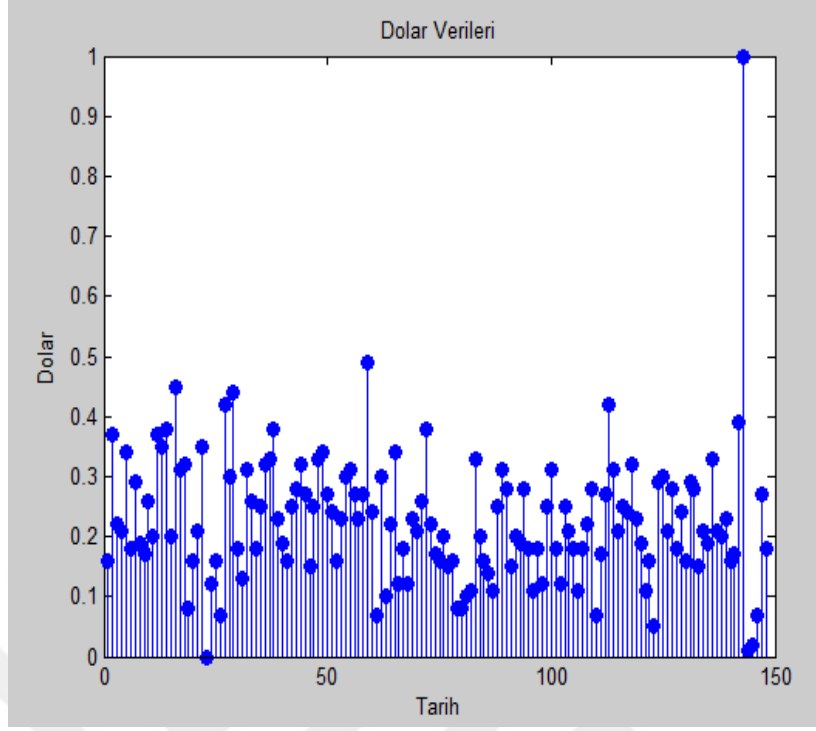
Veri	Kaynak
Enflasyon (TÜFE)	TCMB
İşsizlik	TÜİK
Para Arzı	TCMB
Dolar	TCMB
İhracat	TCMB
Kamu Harcamaları	TCMB
ÜFE	TCMB



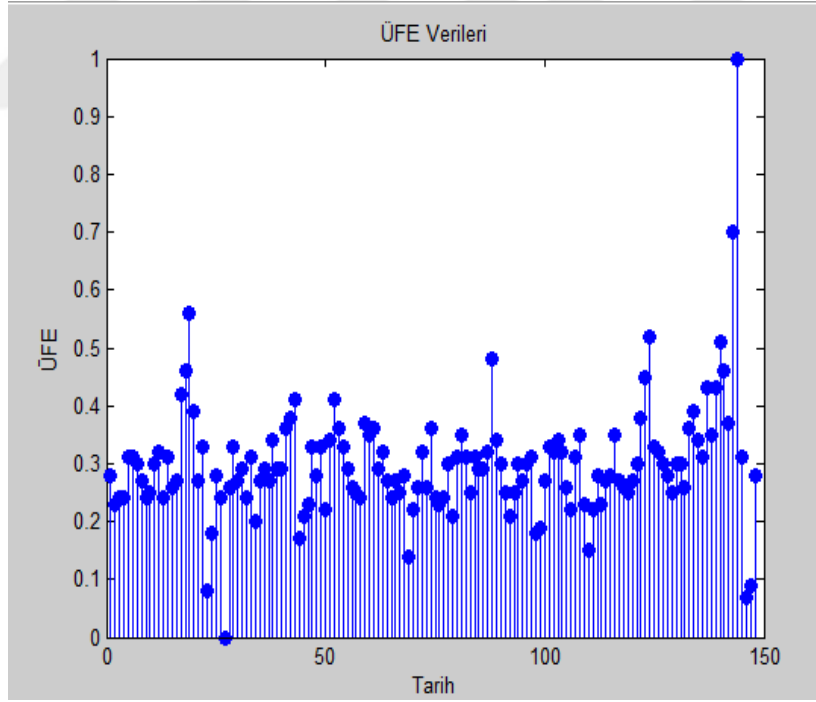
Şekil 7. Enflasyon Oranı (TÜFE) Verileri



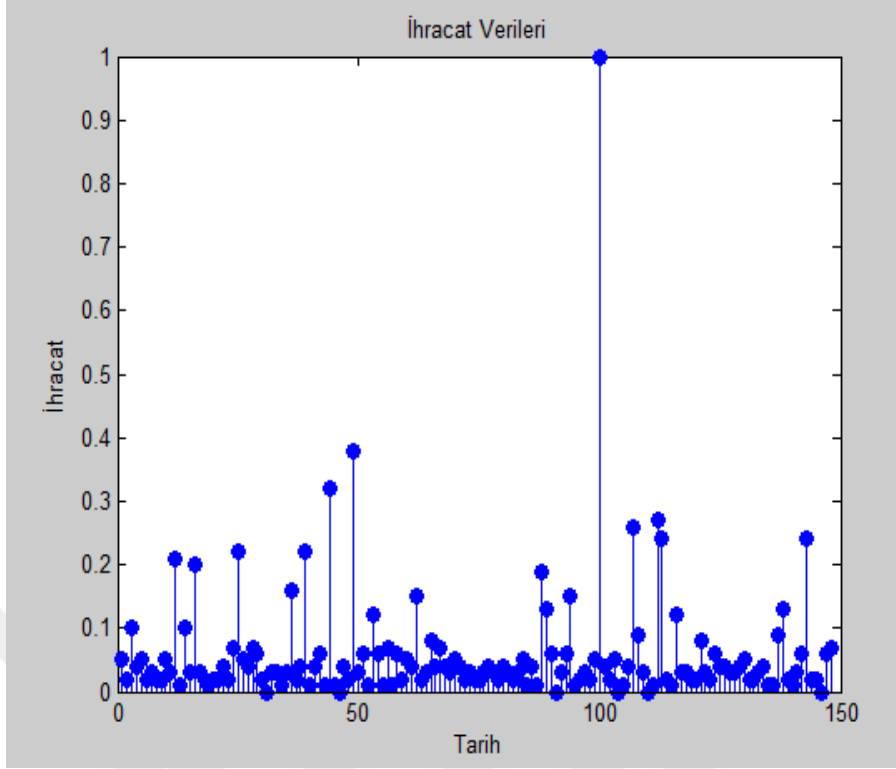
Şekil 8. Para Arzı Verileri



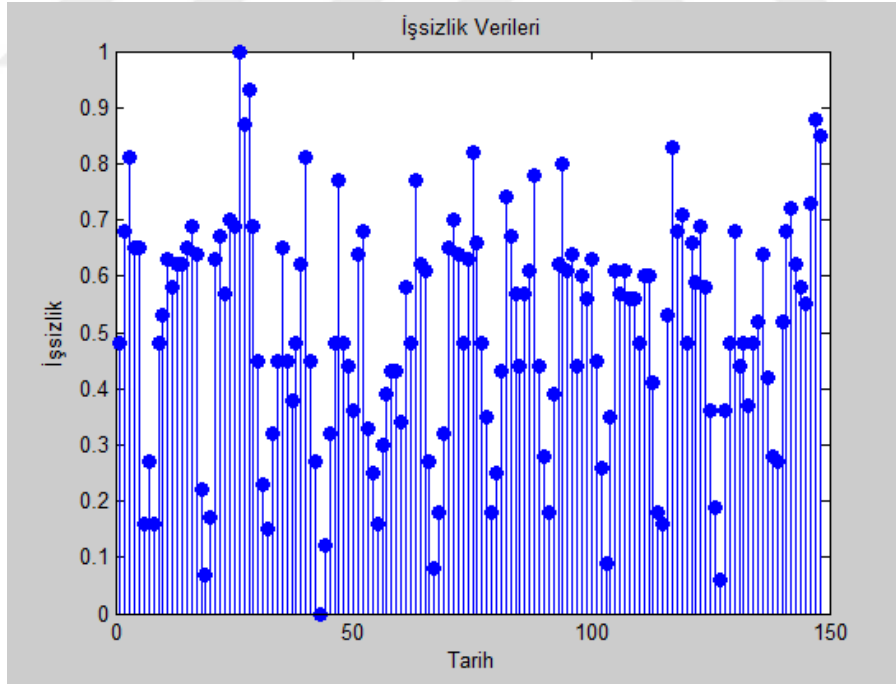
Şekil 9. Dolar Verileri



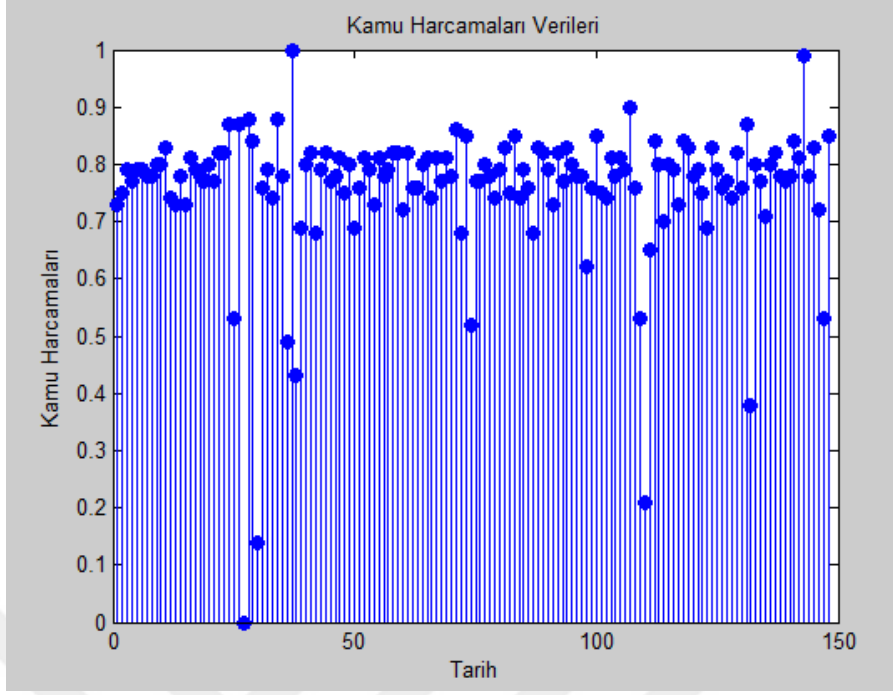
Şekil 10. ÜFE Verileri



Şekil 11. İhracat Verileri



Şekil 12. İşsizlik Verileri



Şekil 13. Kamu Harcamaları Verileri

2.1. Verilerin Normalizasyonu

Yapay zeka uygulamalarına girdi olarak tanımlanacak verilerin öncelikle normalize edilmesi gerekmektedir. Normalizasyon veri tabanı tasarımında en önemli parametrelerden bir tanesidir. Oluşturulacak veri tabanını doğru tasarlamak ve belirli kurallara bağlı kalmak, sonrasında ilgili veri tabanından veri sorgulamayı ve o veri tabanını verimli kullanmayı daha kolay ve daha esnek hale getirecektir. Her şeyden önemlisi iyi bir normalizasyon, veri tabanı yönetim sistemini kolaylaştıran önemli bir unsurdur.

Verilerin normalize edilmesi, girdi olarak alınan değerlerin 0 ve 1 arasına indirgenmesidir. Pek çok normalize etme yöntemi bulunmakta olup çalışmada Min-Max Yöntemi kullanılarak veriler normalize edilmiştir. Min-Max Normalleştirilmesi; Bir popülasyondaki en yüksek ve en düşük değere görece olarak her değer konumunu hesaplamak için kullanılır. İlgili yöntemin aşağıdaki şekilde formülize edilmiştir.

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

2.2. K-Means İle Kümelere Ayrılması

K-means algoritması dünya üzerinde en çok kullanılan algoritmalarından birisidir. Kümeleme algoritmaları otomatik olarak verileri daha küçük kümelere ya da alt kümelere ayırmaya yarayan algoritmalarlardır. Algoritma istatistiksel olarak benzer nitelikteki kayıtları aynı gruba sokar. Bir elemanın yalnızca bir kümeye ait olmasına izin verilir.

Burada en önemli iki amaç şu şekildedir;

- Küme içerisindeki değerleri birbirine en çok benzemeli.
- Kümeler birbirine mümkün olduğunca benzememeli.

Bu çalışma da, K-Means algoritması ile 6 adet veri kümelendi. Kümeleme sonrası veri seti 4'lü ve 2'li olarak 2'ye bölünmüştür. Algoritmanın neticesinde, Küme 1 içerisindeki girdiler; para arzı, dolar, üfe ve ihracat, Küme 2'dekiler ise; işsizlik ve kamu harcamaları olarak çıkmıştır.

2.3. ANFIS İle Girdi Seçimi

Oluşturulan veri seti ANFIS girdi seçimi ile çıktıyı en çok etkileyen girdilerin seçimi işlemi yapılmaktadır. Girdi seçimi gerçekleştirildikten sonra ANFIS modeli kurulup çözülecektir.

Bu çalışmada ANFIS girdi seçimi ile 6 adet verinin çıktıyı en çok etkileyen para arzı, dolar ve ÜFE verileri seçilmiştir. Bu işlemde “exhsrch” komutu kullanılmıştır.

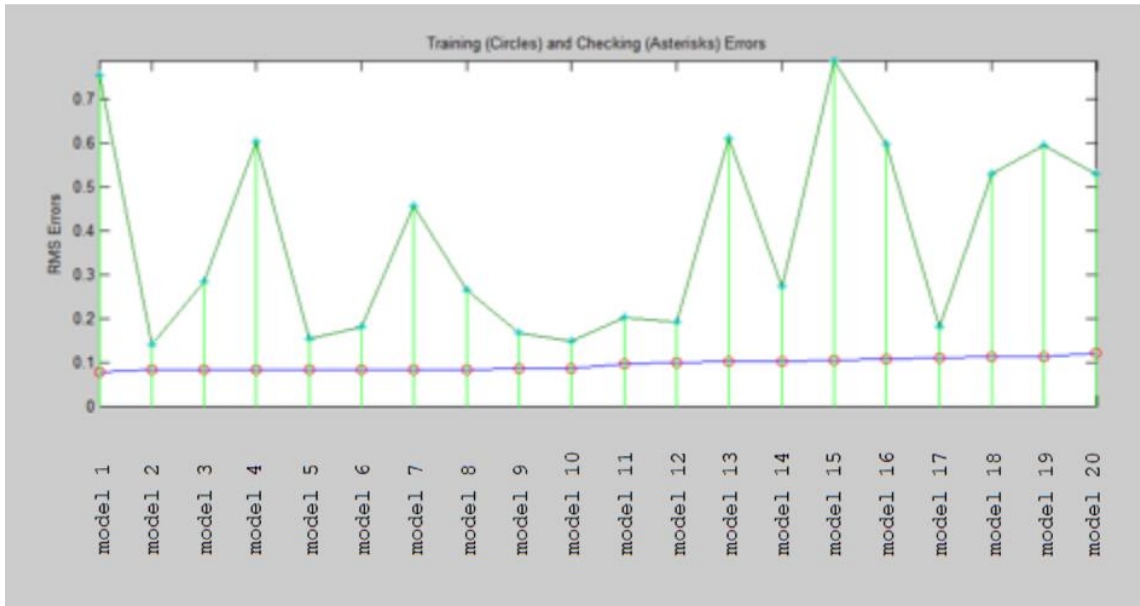
```
exhsrch(3, egitim, test, input_name)
```

Train 20 ANFIS models, each with 3 inputs selected from 6 candidates...

```
ANFIS model 1: Para Arzı Dolar ÜFE --> trn=0.0761, chk=0.7532
ANFIS model 2: Para Arzı Dolar İhracat --> trn=0.0996, chk=0.1913
ANFIS model 3: Para Arzı Dolar İşsizlik --> trn=0.0965, chk=0.2014
ANFIS model 4: Para Arzı Dolar Kamu Harcamaları --> trn=0.1003, chk=0.6103
ANFIS model 5: Para Arzı ÜFE İhracat --> trn=0.0832, chk=0.2628
ANFIS model 6: Para Arzı ÜFE İşsizlik --> trn=0.0818, chk=0.1392
ANFIS model 7: Para Arzı ÜFE Kamu Harcamaları --> trn=0.0827, chk=0.4556
ANFIS model 8: Para Arzı İhracat İşsizlik --> trn=0.1024, chk=0.2713
ANFIS model 9: Para Arzı İhracat Kamu Harcamaları --> trn=0.1078, chk=0.5972
ANFIS model 10: Para Arzı İşsizlik Kamu Harcamaları --> trn=0.1033, chk=0.7873
ANFIS model 11: Dolar ÜFE İhracat --> trn=0.0826, chk=0.1799
ANFIS model 12: Dolar ÜFE İşsizlik --> trn=0.0824, chk=0.1524
ANFIS model 13: Dolar ÜFE Kamu Harcamaları --> trn=0.0824, chk=0.6013
ANFIS model 14: Dolar İhracat İşsizlik --> trn=0.1098, chk=0.1796
ANFIS model 15: Dolar İhracat Kamu Harcamaları --> trn=0.1124, chk=0.5937
ANFIS model 16: Dolar İşsizlik Kamu Harcamaları --> trn=0.1109, chk=0.5282
ANFIS model 17: ÜFE İhracat İşsizlik --> trn=0.0840, chk=0.1675
ANFIS model 18: ÜFE İhracat Kamu Harcamaları --> trn=0.0844, chk=0.1481
ANFIS model 19: ÜFE İşsizlik Kamu Harcamaları --> trn=0.0822, chk=0.2817
ANFIS model 20: İhracat İşsizlik Kamu Harcamaları --> trn=0.1215, chk=0.5276
```

```
ans =
```

```
Para Arzı Dolar ÜFE
```



Şekil 14. Üçlü Girdi Kombinasyonlarının Etkisi

2.4. Eğitim ve Test Verilerinin Hazırlanması

Bu çalışmada her bir girdinin 148 aylık verileri kullanılmıştır. 148 aylık verinin %70'i eğitim verisi, %30'u ise test verisi olarak alınmıştır. Sayısal değerlere dökülecek olursa; 104 adet eğitim verisi, 44 adet ise test verisi oluşturulmuştur.

Tablo 2. Örnek Eğitim Veri Seti

Tarih	Para Arzı	Dolar	ÜFE	İhracat	İşsizlik	Kamu Harcamaları	Aylık Enflasyon (TÜFE)
2010/06	0,15	0,27	0,21	0,01	0,32	0,77	0,11
2010/07	0,15	0,15	0,23	0,00	0,48	0,78	0,12
2010/08	0,16	0,25	0,33	0,04	0,77	0,81	0,24
2010/09	0,17	0,33	0,28	0,02	0,48	0,75	0,34
2010/10	0,18	0,34	0,33	0,38	0,44	0,80	0,42
2010/11	0,19	0,27	0,22	0,03	0,36	0,69	0,19
2010/12	0,19	0,24	0,34	0,06	0,64	0,76	0,15
2011/01	0,19	0,16	0,41	0,01	0,68	0,81	0,24
2011/02	0,19	0,23	0,36	0,12	0,33	0,79	0,28
2011/03	0,21	0,30	0,33	0,06	0,25	0,73	0,24
2011/04	0,21	0,31	0,29	0,01	0,16	0,81	0,30
2011/05	0,22	0,27	0,26	0,07	0,30	0,78	0,50
2011/06	0,24	0,23	0,25	0,01	0,39	0,79	0,00
2011/07	0,24	0,27	0,24	0,06	0,43	0,82	0,13
2011/08	0,27	0,49	0,37	0,02	0,43	0,82	0,28
2011/09	0,24	0,24	0,35	0,05	0,34	0,72	0,28

Tablo 3. Örnek Test Veri Seti

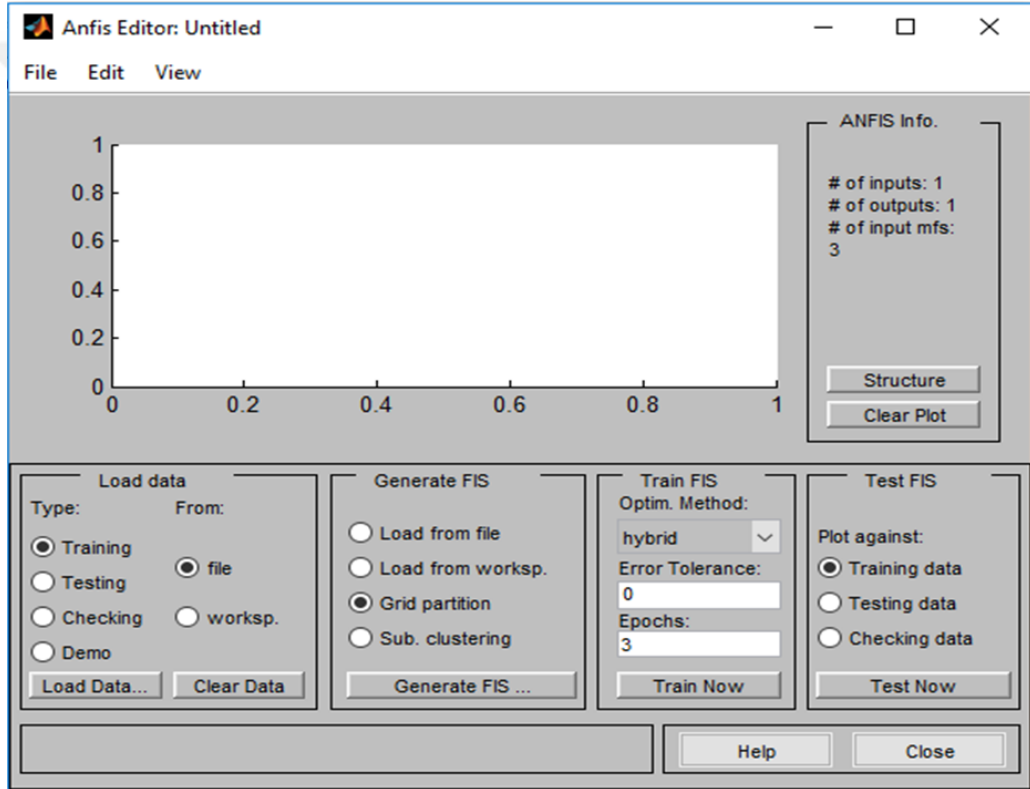
Tarih	Para Arzı	Dolar	ÜFE	İhracat	İşsizlik	Kamu Harcamaları	Aylık Enflasyon (TÜFE)
2006/10	0,02	0,16	0,28	0,05	0,48	0,73	0,35
2006/11	0,01	0,37	0,23	0,02	0,68	0,75	0,35
2006/12	0,03	0,22	0,24	0,10	0,81	0,79	0,22
2007/01	0,00	0,21	0,24	0,04	0,65	0,77	0,32
2007/02	0,00	0,34	0,31	0,05	0,65	0,79	0,24
2007/03	0,00	0,18	0,31	0,02	0,16	0,79	0,30
2007/04	0,01	0,29	0,30	0,03	0,27	0,78	0,34
2007/05	0,02	0,19	0,27	0,02	0,16	0,78	0,25
2007/06	0,02	0,17	0,24	0,02	0,48	0,80	0,16
2007/07	0,03	0,26	0,25	0,05	0,53	0,80	0,09
2007/08	0,03	0,20	0,30	0,03	0,63	0,83	0,19
2007/09	0,03	0,37	0,32	0,21	0,58	0,74	0,32
2007/10	0,04	0,35	0,24	0,01	0,62	0,73	0,42

2007/11	0,03	0,38	0,31	0,10	0,62	0,78	0,44
2007/12	0,05	0,20	0,26	0,03	0,65	0,73	0,21
2008/01	0,04	0,45	0,27	0,20	0,69	0,81	0,29

3. METADOLOJİ VE BULGULAR

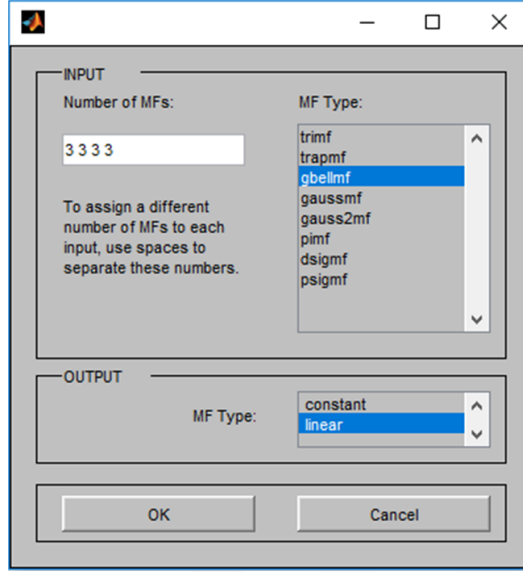
3.1. KÜME-1 BULGULARI

Küme-1 kümesinin içerisinde k-means algoritması sonucunda para arzı, dolar, üfe ve ihracat verileri bir grup oluşturmuştur. Bağımsız değişken olarak TUFİ değeri kullanılmıştır.



Şekil 13. ANFIS Editor Ekranı

Matlab uygulaması üzerinden “anfisedit” komutu ile Anfis Editor ekranı açılır. Daha önce oluşturulmuş olan ve Matlab Workspace alanında bulunan test ve eğitim verileri yüklenir.



Şekil 14. GENERATE FIS Ekranı

Generate FIS ekranı üzerinden üyelik fonksiyonu seçilir, kural sayısı ise 3⁴ (81 adet) olarak belirlenmiştir. Bu ekranda “number of MF’s” kısmına “3 3 3 3” ifadesi yazılarak tüm üyelik tipleri için her bir kritere üç üyelik fonksiyonu tanımlanarak kombine edilmiştir.

Çıktılar doğrusal olduğu için çıktı tipi linear seçilmiştir.

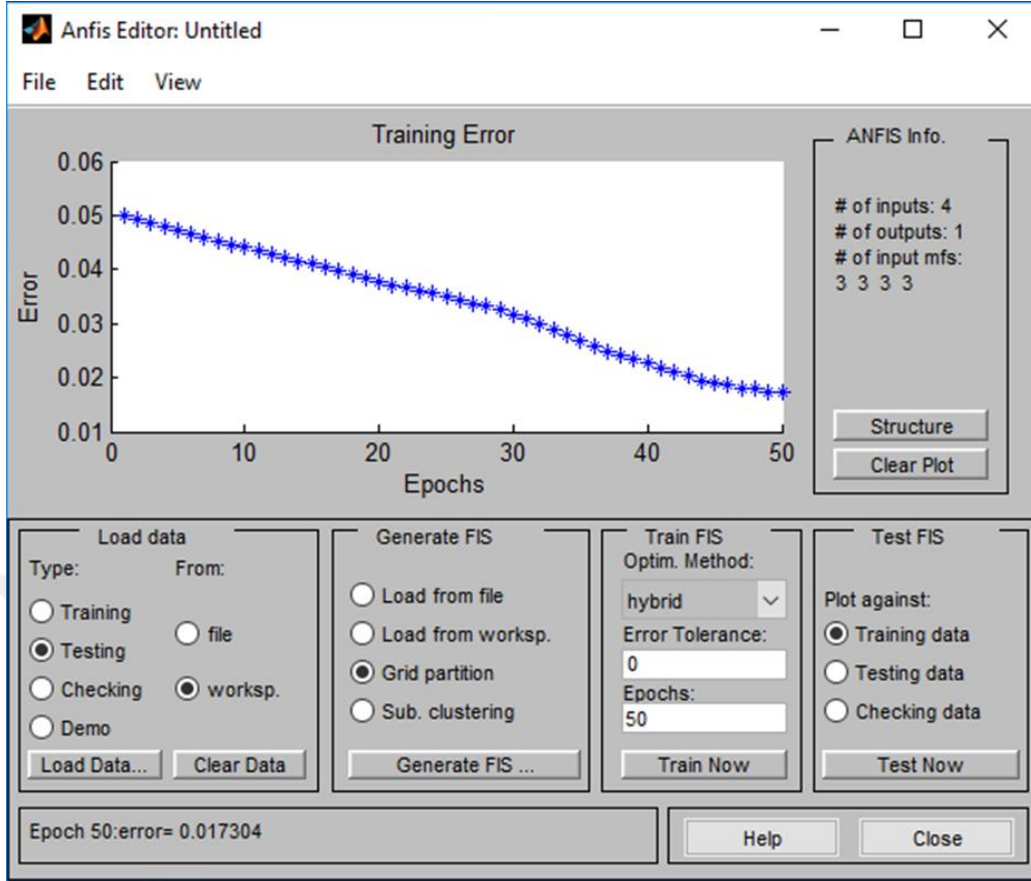
Tablo 4. Üyelik Fonksiyonu Açıklamaları

Üyelik Fonksiyonu Kodu	Üyelik Fonksiyonu Adı
trimf	Triangular-shaped built-in membership function (Üçgen üyelik fonksiyonu)
trapmf	Trapezoidal-shaped built-in membership function (Yamuk üyelik fonksiyonu)
gbellmf	Generalized bell-shaped built-in membership function (Genelleştirilmiş çan eğrisi üyelik fonksiyonu)
gaussmf	Gaussian curve built-in membership function (Gauss üyelik fonksiyonu)
gauss2mf	Gaussian combination membership function (Gauss kombinasyonu üyelik fonksiyonu)
pimf	Π shaped built-in membership function (Π şeklindeki üyelik fonksiyonu)
dsigmf	Built-in membership function composed of difference between two sigmoidal membership functions (İki sigmoid üyelik fonksiyonu arasındaki farktan oluşan üyelik fonksiyonu)
psigmf	Built-in membership function composed of product of two sigmoidally shaped membership functions (İki sigmoid üyelik fonksiyonunun çarpımından oluşan üyelik fonksiyonu)

Tablo 5. Küme-1 Üyelik Fonksiyonları ve Hata Değerleri

Üyelik Fonksiyonu Tipleri	50 Çevrim Hata Değeri
Trimf	0.053629
Trapmf	0.051767
Gbellmf	0.017304
Gaussmf	0.02158
Gauss2mf	0.033427
Pimf	0.051891
Dsigmf	0.026611
Psigmf	0.026611

Hata değerleri tablosu incelendiğinde, en düşük hata değerine sahip olan gbellmf (genelleştirilmiş çan eğrisi üyelik fonksiyonu) üyelik fonksiyonu seçilmiştir. Her bir girdi için üç adet gbellmf üyelik fonksiyonu datanın eğitilmesi için seçilmiştir. 50 çevrim eğitimi sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 15’de yer almaktadır.



Şekil 15. Küme-1 ANFIS Eğitim Ekranı

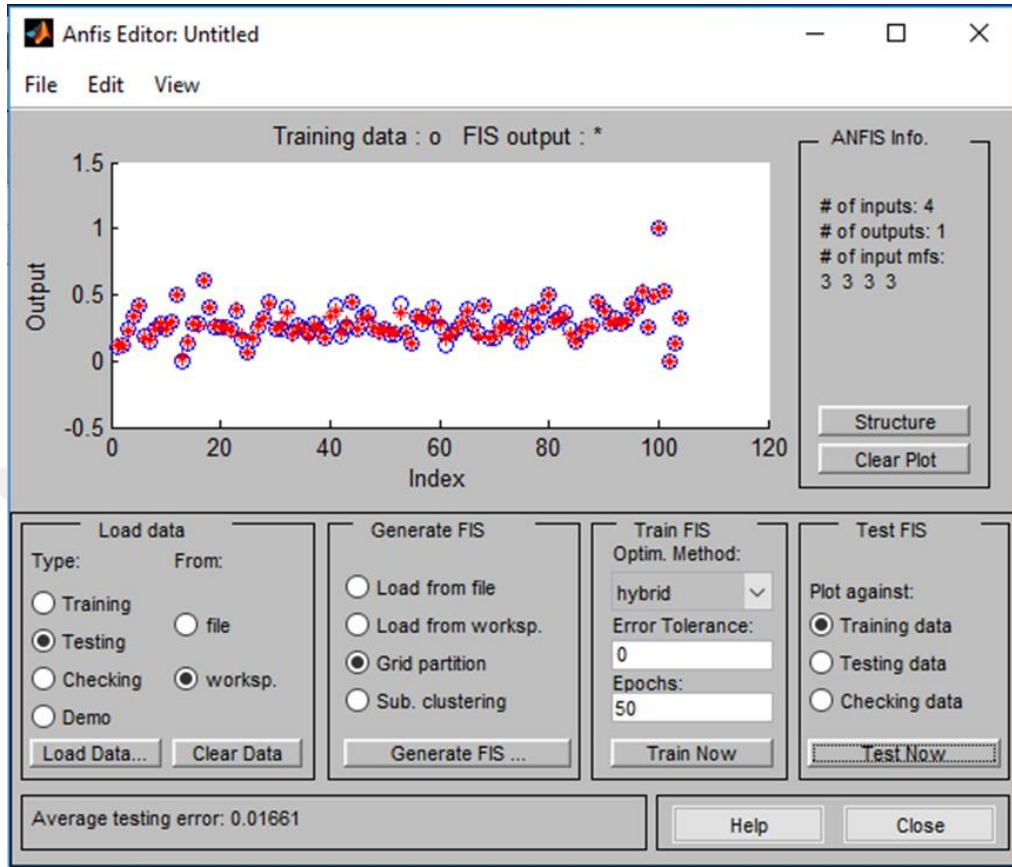
Öğrenme sayısı 50 olarak belirlenmiştir. Minimum öğrenme sayısı ile en büyük başarı oranı alınmaya çalışılmıştır. Daha yüksek sayıda öğrenme modelin ezberlemesine sebep olacağı için minimum öğrenme sayısı seçilmiştir.

Grafikte görüldüğü üzere hata değerleri 48. öğrenmeye kadar düşüş göstermiş sonrasında düz bir çizgi halinde seyretmiştir. Grafiğin x eksenini öğrenme sayısını gösterirken y eksenini ise girdi seçilirken ele alınan RMSE değerlerini göstermektedir.

ANFIS info:

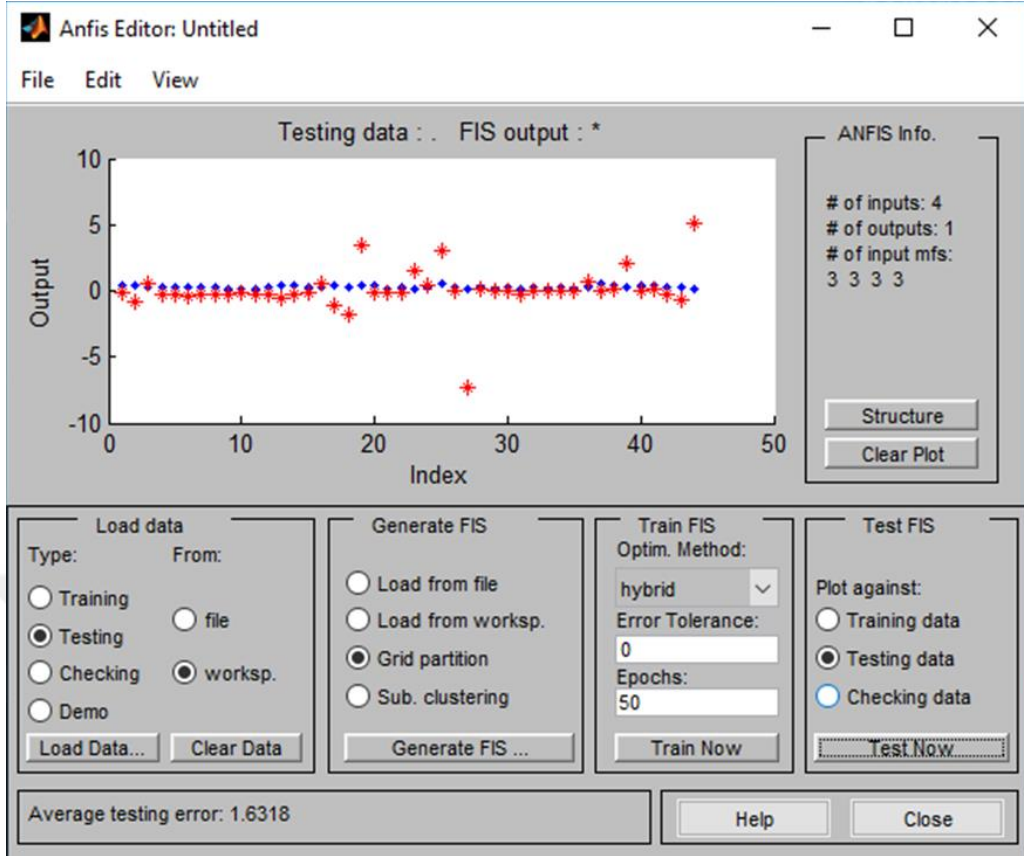
- Number of nodes: 193
- Number of linear parameters: 405
- Number of nonlinear parameters: 36
- Total number of parameters: 441
- Number of training data pairs: 104
- Number of checking data pairs: 0

Number of fuzzy rules: 81



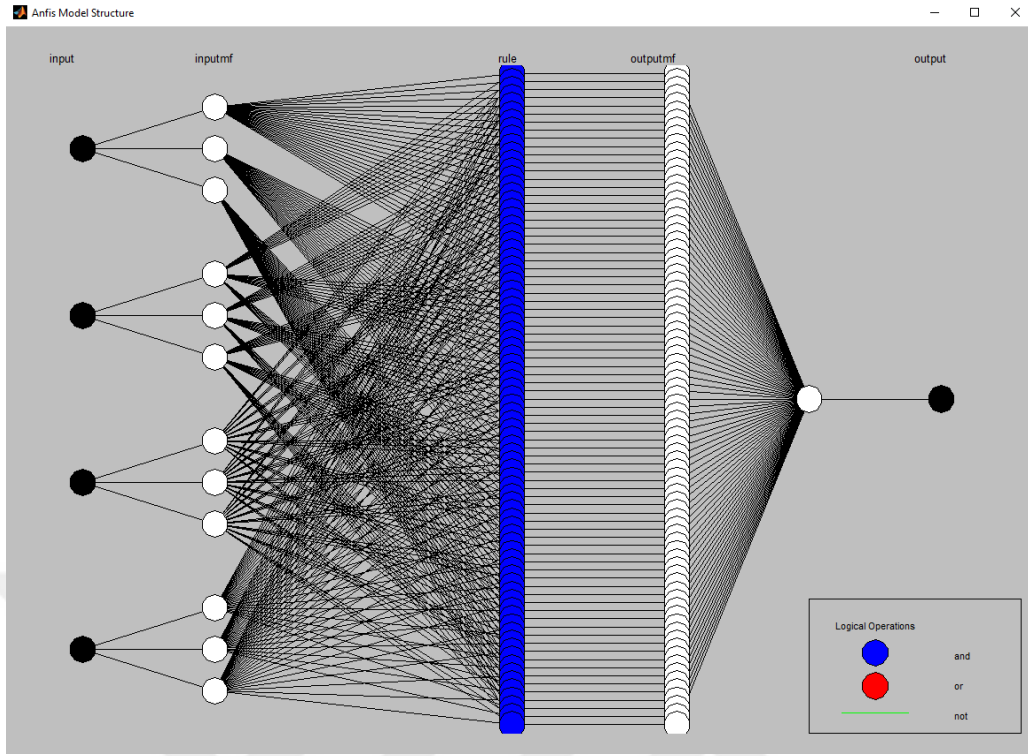
Şekil 16. Küme-1 ANFIS Eğitim Verilerinin Test Ekranı

Şekil 16'daki grafikte yer alan daire şeklinde ki noktalar eğitim datasının gerçek çıktılarını belirtirken yıldızlı semboller ise eğitilen Anfis modeli tarafından hesaplanan çıktıları yansıtmaktadır. İki sembolün birbirinin üzerine gelmesi kurulmuş olan modelin karar verme mantığını ne kadar etkin şekilde yansıttığını göstermektedir. Ortalama test hatasının 0.01661 olduğu görülmektedir.



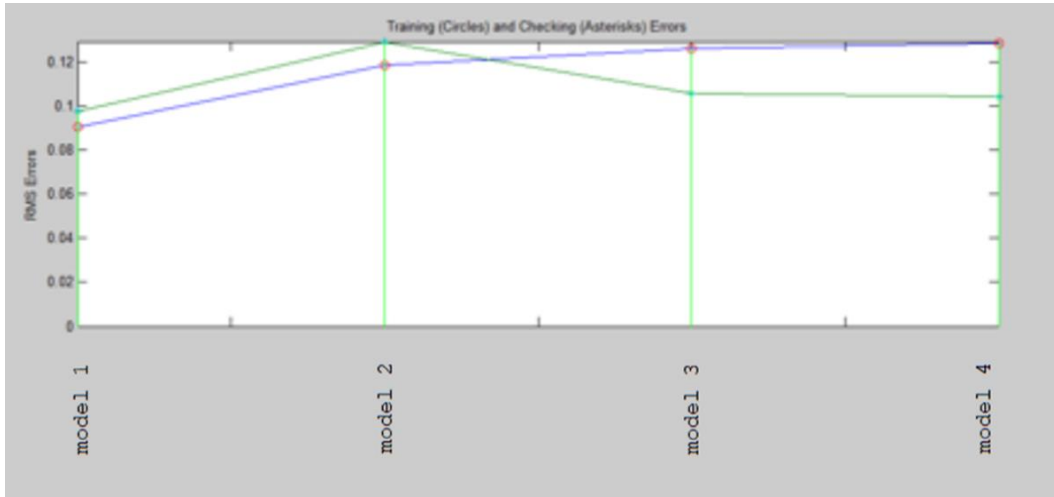
Şekil 17. Küme-1 ANFIS Test Verilerinin Test Ekranı

Şekil 17'de yer alan grafikte test ve eğitim verileri birlikte yer almaktadır. Toplam veri 1.6318 hata büyüklüğü ile tahmin edilmektedir.



Şekil 18. ANFIS Model Yapısı

Anfis kullanıcı ara yüzündeki Anfis Info kısmındaki “structure” butonundan ulaşılır.



Şekil 19. Dörtlü Girdi Kombinasyonlarının Etkisi

“exhsrch(1,egitim, test)” kodu ile yukarıdaki grafik elde edilir.

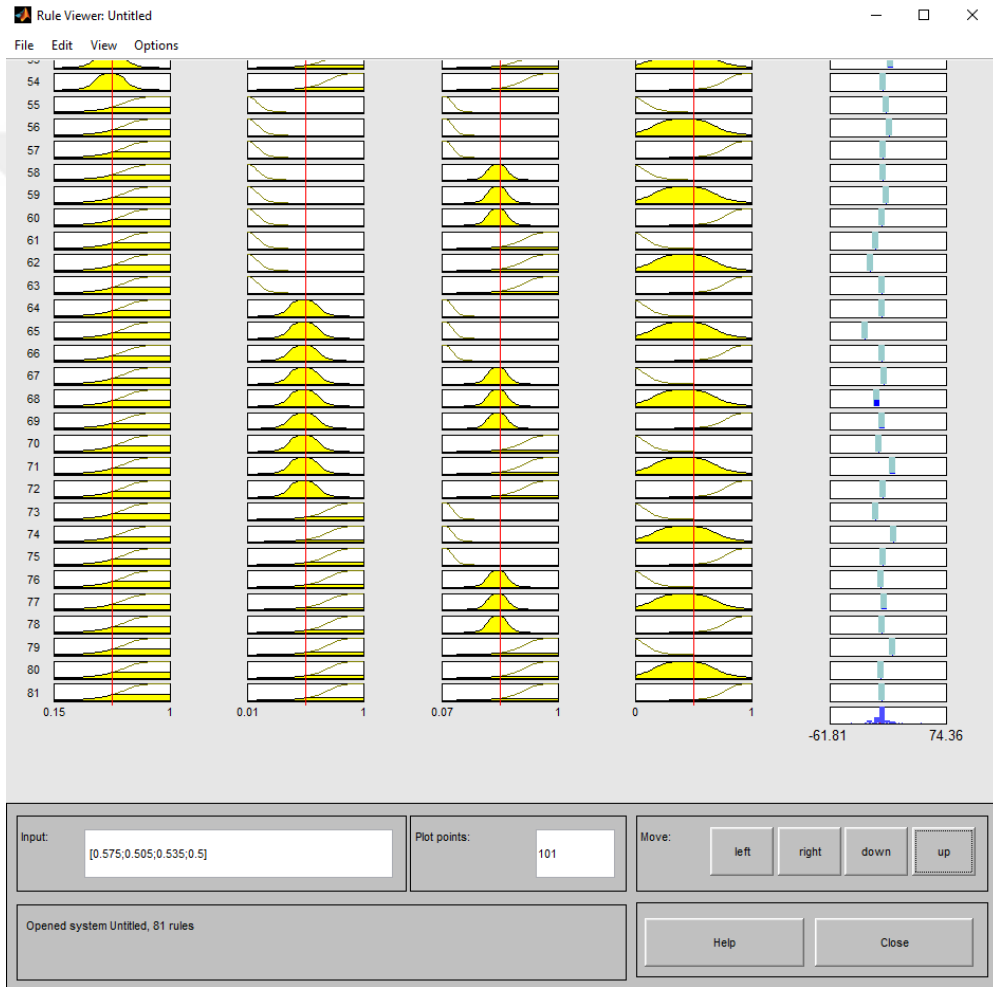
ANFIS model 1: in1 --> trn=0.1185, chk=0.1293

ANFIS model 2: in2 --> trn=0.1261, chk=0.1057

ANFIS model 3: in3 --> trn=0.0908, chk=0.0977

ANFIS model 4: in4 --> trn=0.1287, chk=0.1042

Grafikte tek tek her bir giriş verisinin enflasyon oranını açıklamada ki hata büyüklüğünü göstermektedir. Y eksenini "RMS Errors" olarak isimlendirilen yapı, hatanın büyüklüğünü belirtir. Bu yapı sinirsel ağların performansını ortaya koymada kullanılan önemli göstergelerden bir tanesidir.



Şekil 20. ANFIS Modeli Kural Görüntüsü

Şekilde modelin kural görünümü gösterilmektedir. Anfis ara yüzünde View menüsünün altında yer alan Rules seçeneği ile ulaşılır.

Anfis modelinin hem eğitim hem de test verilerinin çıktılarını bir liste halinde ortaya koymak için komut kısmına “evalfis(girdi,model)” yazılır. Örnek çıktı şu şekilde gösterilebilir.

```
>> evalfis(girdi, model)
```

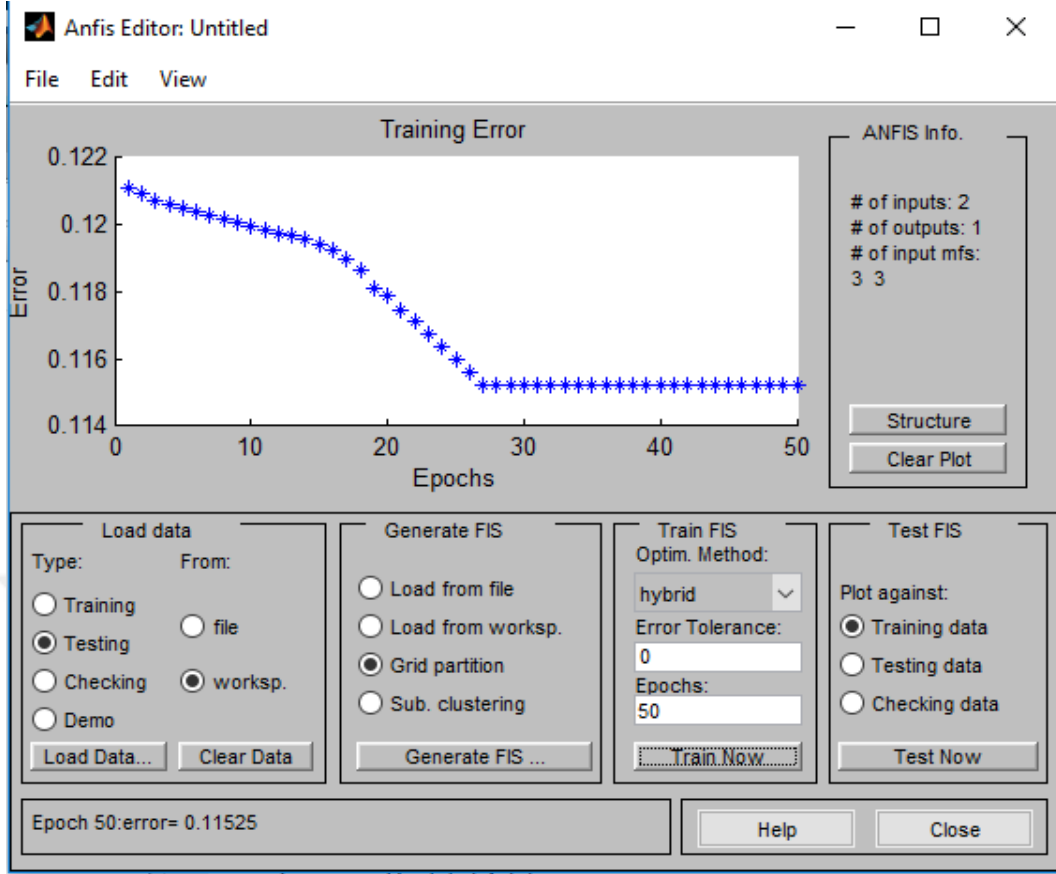
```
ans =
```

```
1.5422  
-1.8870  
1.4909  
2.7152  
0.9967  
0.4752  
1.1238  
1.9578  
3.4537  
0.9107  
0.8466  
-1.3371  
-0.8286  
0.1736  
1.9799  
-2.4799
```

3.2. KÜME-2 BULGULARI

Küme-2 kümesinin içerisinde K-Means algoritması sonucunda işsizlik ve kamu harcamaları verileri bir grup oluşturmuştur. Bağımsız değişken olarak TUFİ değeri kullanılmıştır.

Hata değerleri tablosu incelendiğinde, en düşük hata değerine sahip olan gaussmf (gauss üyelik fonksiyonu) üyelik fonksiyonu seçilmiştir. Her bir girdi için üç adet gaussmf üyelik fonksiyonu datanın eğitilmesi için seçilmiştir. 50 çevrim eğitimi sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 21’de yer almaktadır.



Şekil 21. Küme-2 ANFIS Eğitim Ekranı

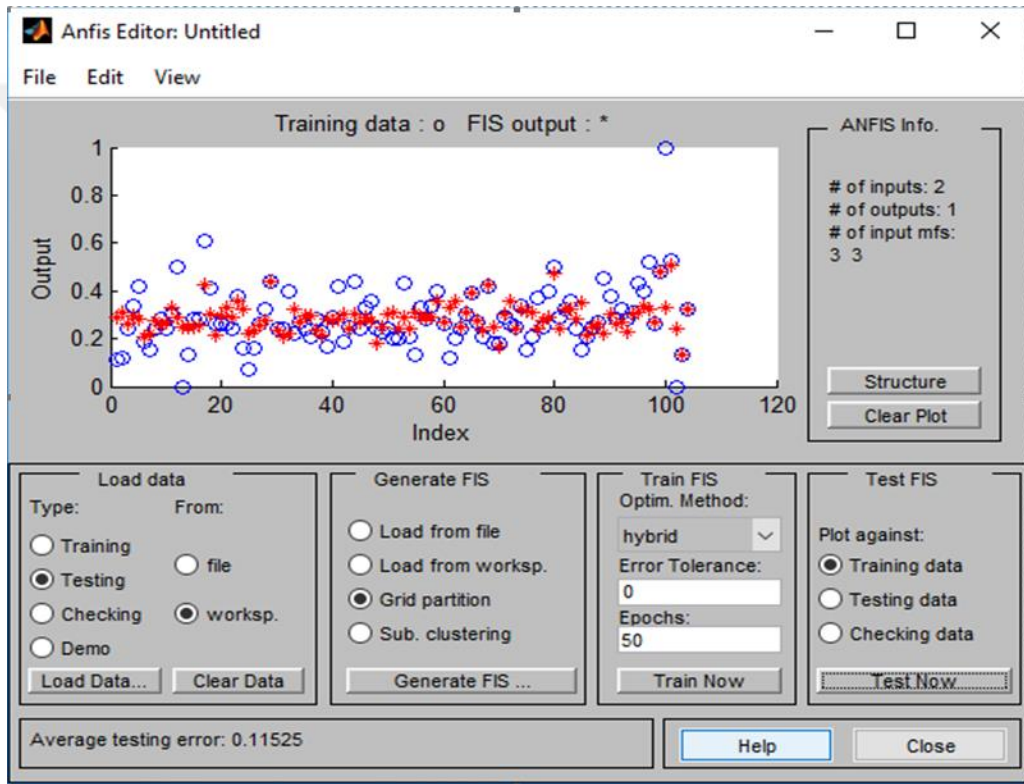
Şekil 21’te görüldüğü üzere hata değerleri 27. öğrenmeye kadar düşüş göstermiş sonrasında düz bir çizgi halinde seyretmiştir. Ortalama test hatasının 0.11525 olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Küme-2 Üyelik Fonksiyonları ve Hata Değerleri

Üyelik Fonksiyonu Tipleri	50 Çevrim Hata Değeri
Trimf	0.1197
Trapmf	0.12149
Gbellmf	0.11607
Gaussmf	0.11525
Gauss2mf	0.11943
Pimf	0.11661
Dsigmf	0.11845
Psigmf	0.11845

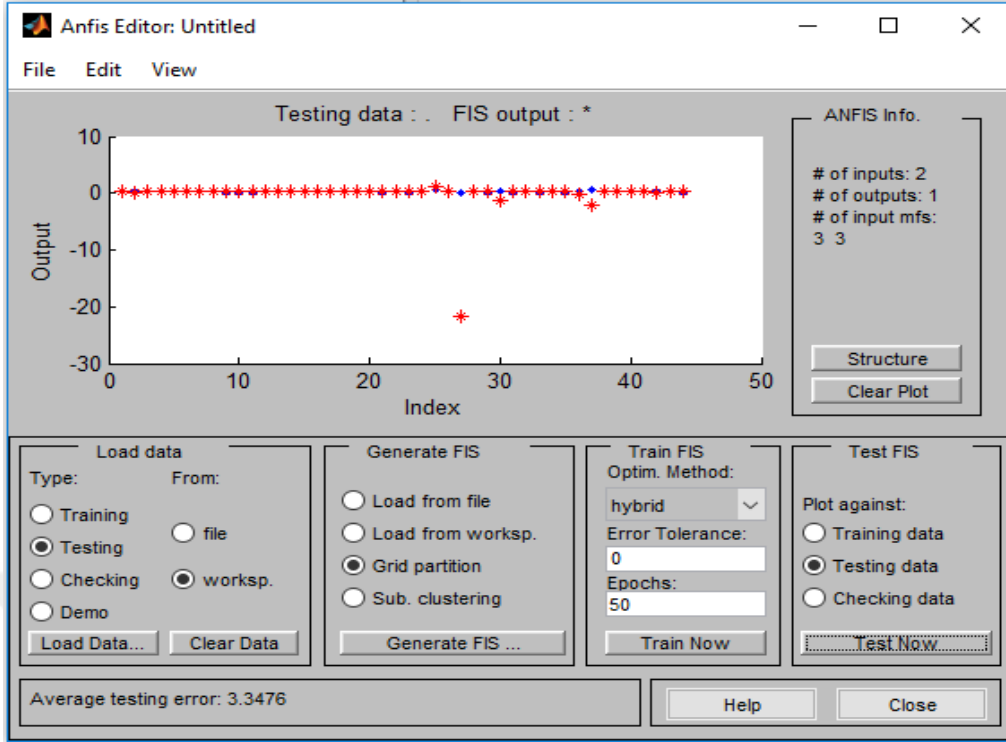
ANFIS info:

- Number of nodes: 35
- Number of linear parameters: 27
- Number of nonlinear parameters: 12
- Total number of parameters: 39
- Number of training data pairs: 104
- Number of checking data pairs: 0
- Number of fuzzy rules: 9



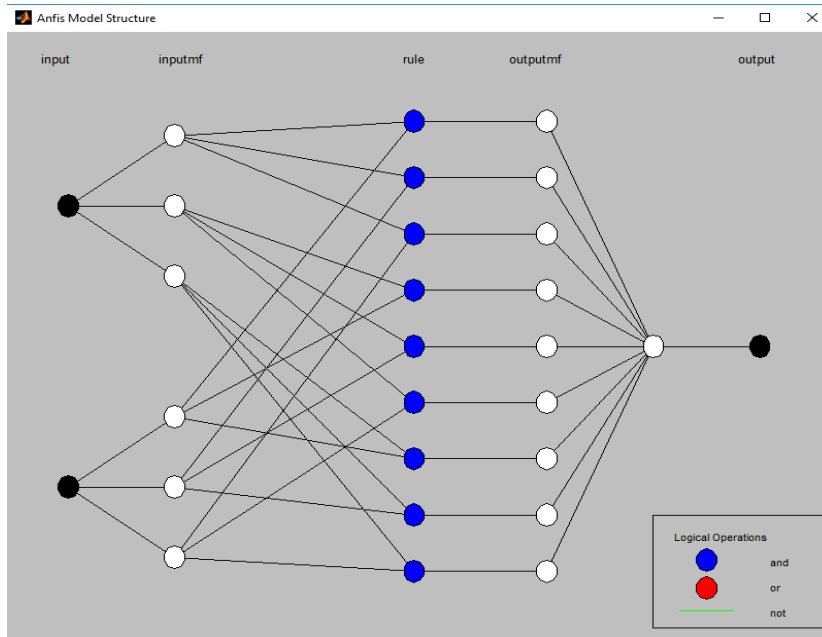
Şekil 22. Küme-2 ANFIS Verilerinin Test Ekranı

Şekil 22'de yer alan grafikte test ve eğitim verileri birlikte yer almaktadır. Toplam veri 0.11525 hata büyüklüğü ile tahmin edilmektedir.



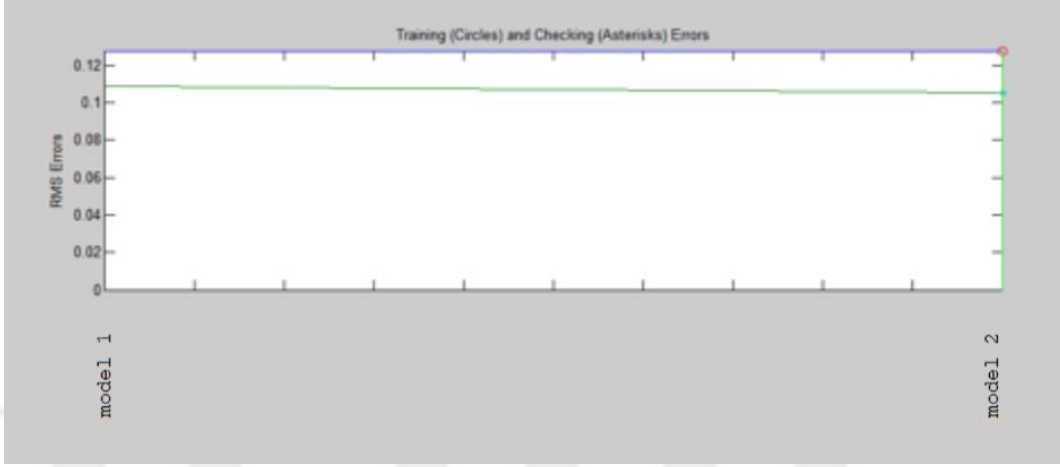
Şekil 23. Küme-2 Test Verilerinin Test Ekranı

Şekil 23’de test ve eğitim verileri birlikte yer almaktadır. Toplam veri 3.3476 hata büyüklüğü ile tahmin edilmektedir.



Şekil 24. Küme-2 Model Yapısı

Anfis kullanıcı arayüzündeki Anfis Info kısmındaki “structure” butonundan ulaşılır.



Şekil 25. İkili Girdi Kombinasyonlarının Etkisi

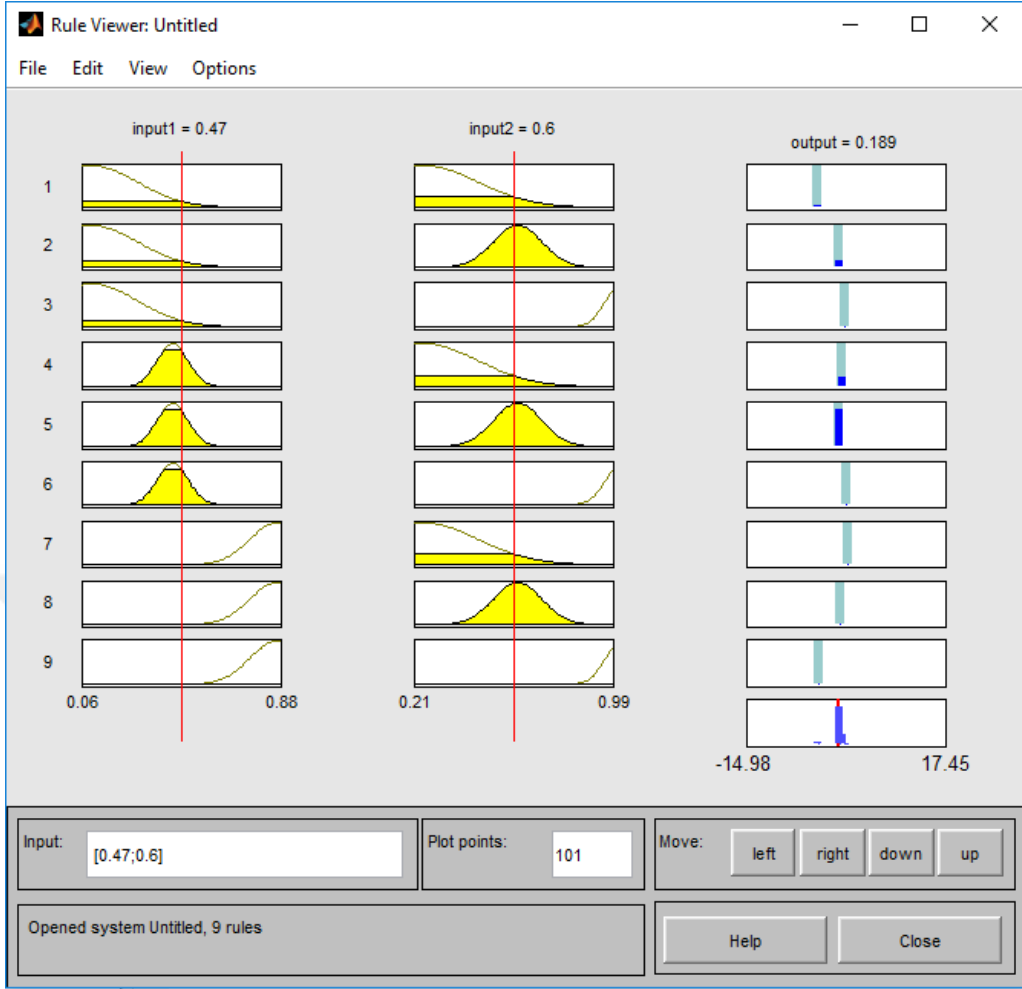
“exhsrch(1,egitim, test)” kodu ile Şekil 25’de bulunan grafik elde edilir.

ANFIS model 1: in1 --> trn=0.1276, chk=0.1090

ANFIS model 2: in2 --> trn=0.1279, chk=0.1052

Grafik tek tek her bir giriş verisinin enflasyon oranını açıklamada ki hata büyüklüğünü göstermektedir.

Y eksenini “RMS Errors” olarak isimlendirilen yapı, hatanın büyüklüğünü belirtir. Bu yapı sinirsel ağların performansını ortaya koymada kullanılan önemli göstergelerden bir tanesidir.



Şekil 26. Küme-2 Modelinin Kural Yapısı

Şekilde modelin kural görünümü gösterilmektedir. Anfis ara yüzünde View menüsünün altında yer alan Rules seçeneği ile ulaşılır.

Aynı şekilde hem eğitim hem de test verilerinin çıktılarını bir liste halinde ortaya koymak için komut kısmına “evalfis(girdi,model)” yazılır.

Örnek Çıktı :

```
>> evalfis(girdi,model)

ans =

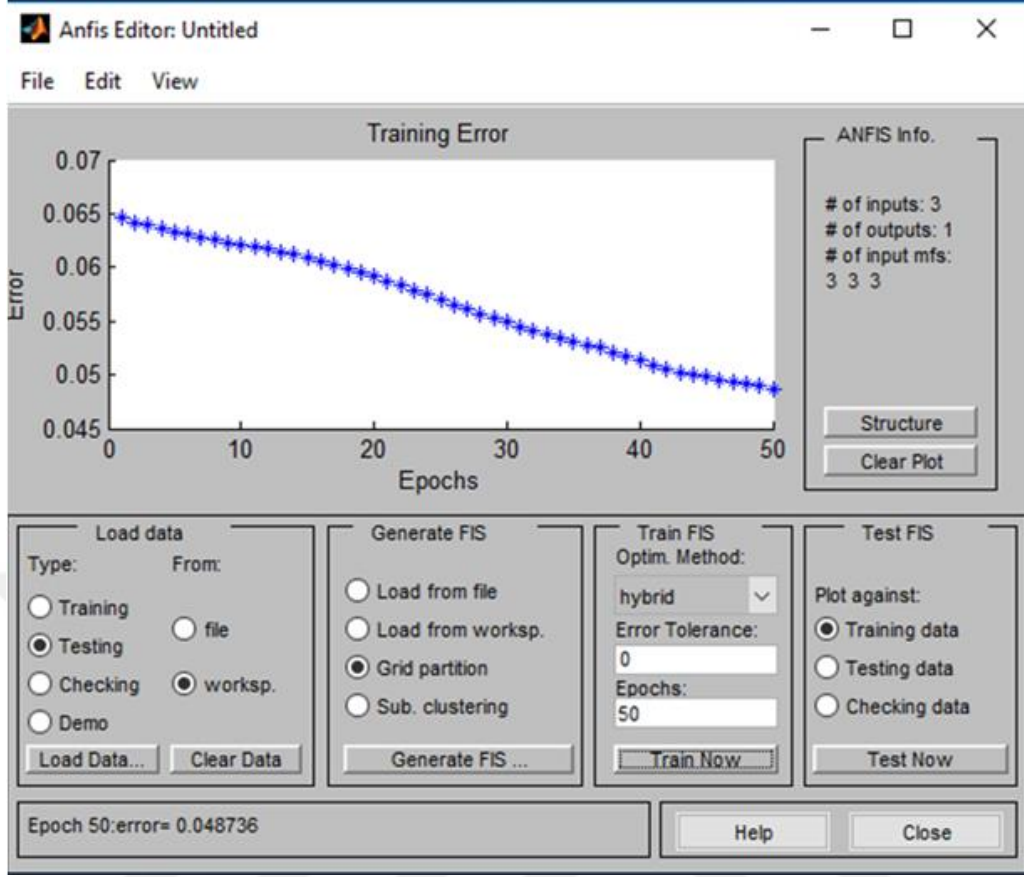
    0.2810
    0.2136
    0.2207
    0.2234
    0.2457
    0.3055
    0.3045
    0.3144
    0.3259
    0.3752
    0.3287
    0.2707
    0.2337
```

3.3. ANFIS VERİMLİLİK BULGULARI

Anfis girdi seçimi sonucunda para arzı, dolar, ÜFE verileri bir grup oluşturmuştur. Bağımsız değişken olarak TÜFE değeri kullanılmıştır. Daha önce oluşturulmuş olan ve Matlab Workspace alanında bulunan test ve eğitim verileri yüklenmiştir. Örnek veri seti Tablo 2 ve Tablo 3’de verilmiştir.

Generate FIS ekranı üzerinden üyelik fonksiyonu seçilir, kural sayısı ise 3^3 (27 adet) olarak belirlenir. Bu ekranda “number of MF’s” kısmına “3 3 3” ifadesi yazılarak tüm üyelik tipleri için her bir kritere üç üyelik fonksiyonu tanımlanarak kombine edilmiştir.

Çıktılar doğrusal olduğu için çıktı tipi linear seçilmiştir.



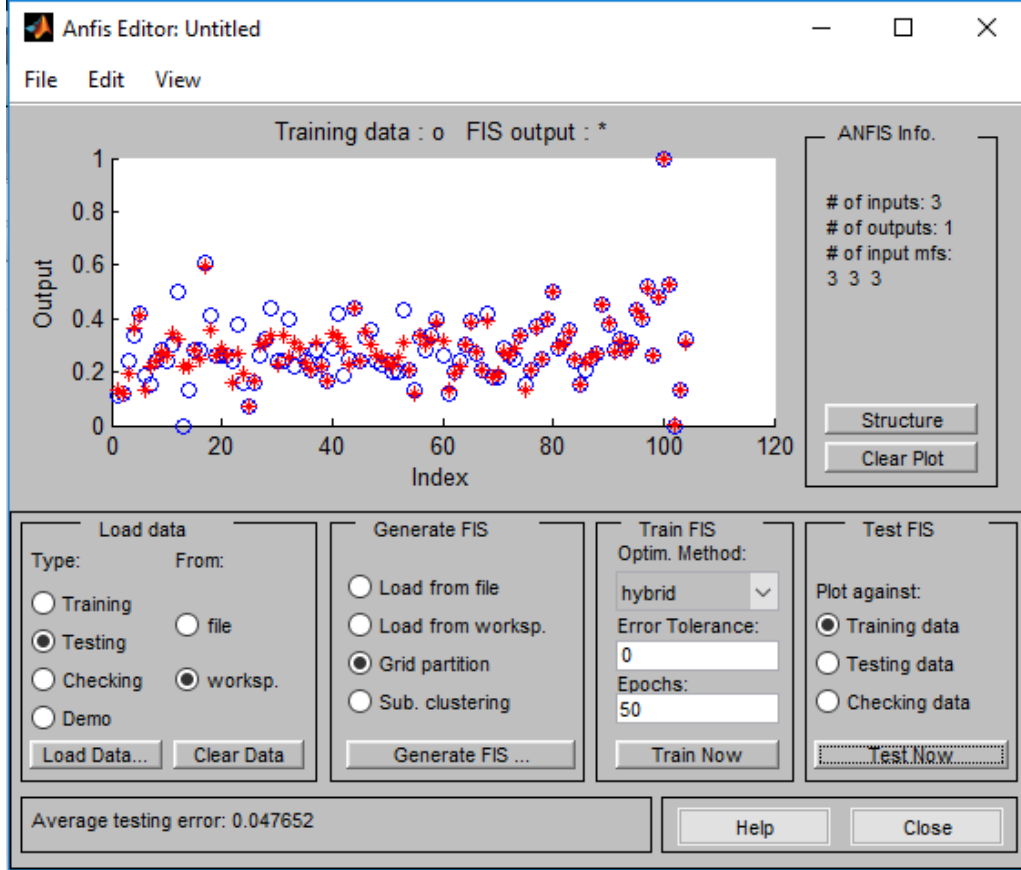
Şekil 27. ANFIS Girdilerinin Eğitim Ekranı

Şekil 27’te görüldüğü üzere hata değerleri 49. öğrenmeye kadar düşüş göstermiş sonrasında düz bir çizgi halinde seyretmiştir. Ortalama test hatasının 0.048736 olduğu görülmektedir.

Hata değerleri tablosu incelendiğinde, en düşük hata değerine sahip olan gbellmf (genelleştirilmiş çan eğrisi üyelik fonksiyonu) üyelik fonksiyonu seçilmiştir. Her bir girdi için üç adet gbellmf üyelik fonksiyonu datanın eğitilmesi için seçilmiştir. 50 çevrim eğitimi sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 27’de yer almaktadır.

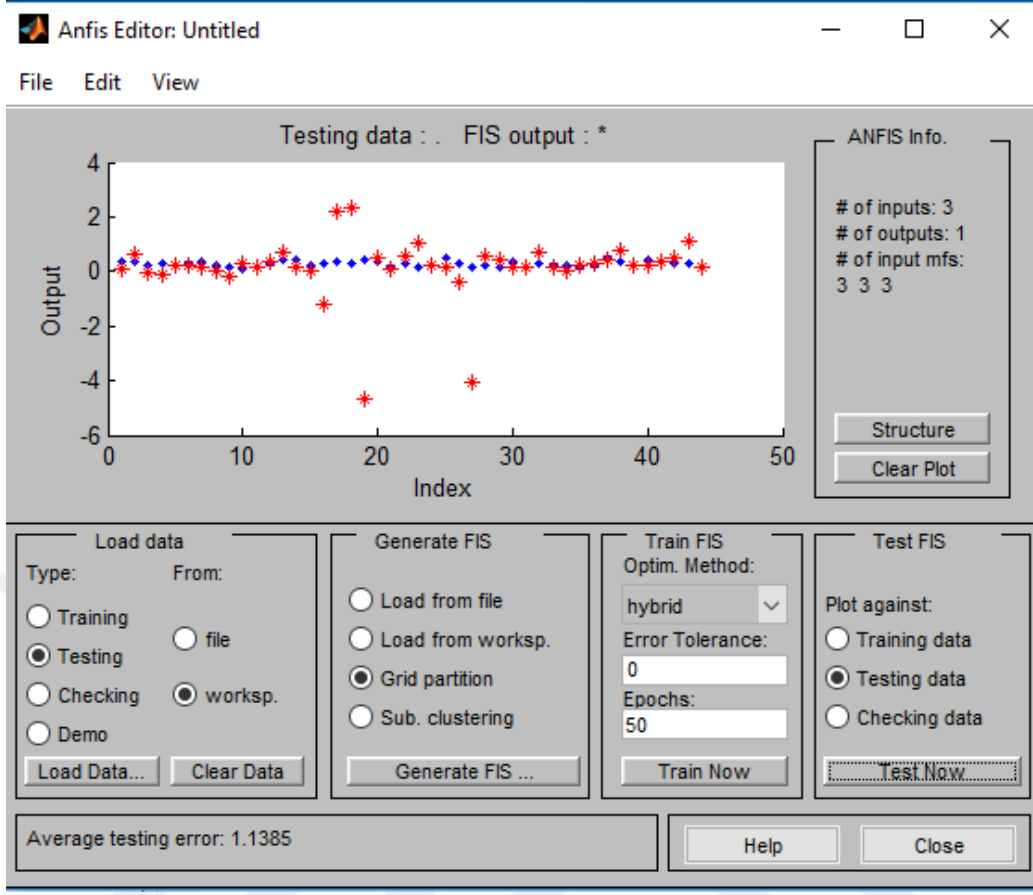
Tablo 7. ANFIS Girdilerinin Üyelik Fonksiyonu ve Hata Değerleri

Üyelik Fonksiyonu Tipleri	50 Çevrim Hata Değeri
Trimf	0.072891
Trapmf	0.06528
Gbellmf	0.048736
Gaussmf	0.05468
Gauss2mf	0.060818
Pimf	0.062502
Dsigmf	0.061421
Psigmf	0.61421



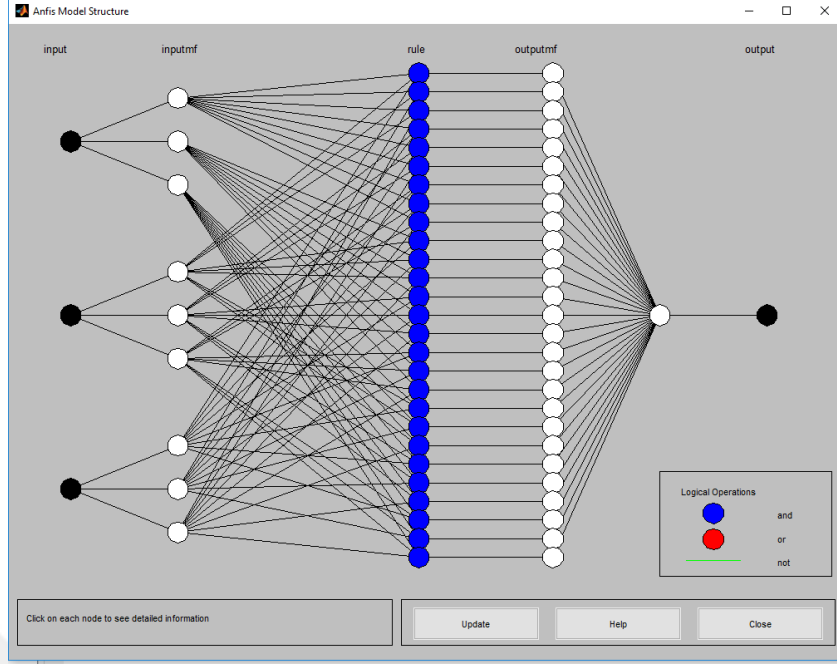
Şekil 28. ANFIS Girdi Verilerinin Eğitim Test Ekranı

Şekil 28'de görüldüğü üzere ortalama test hatasının 0.047652'dir.

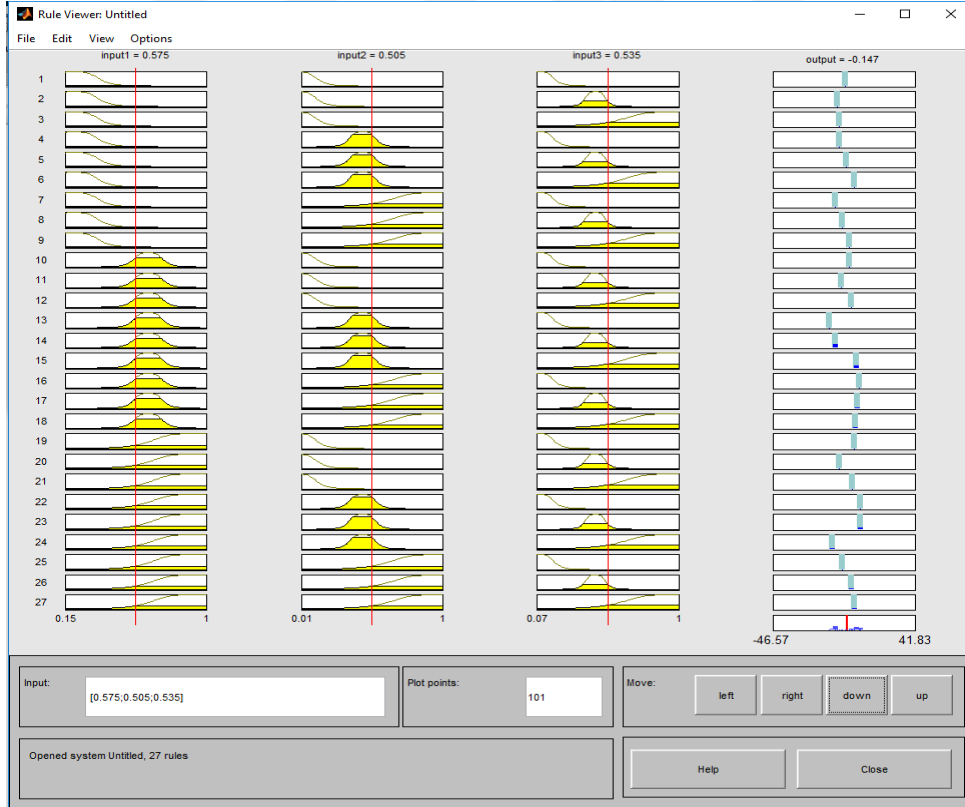


Şekil 29. ANFIS Girdi Verilerinin Test Ekranı

Şekil 29'da test ve eğitim verileri birlikte yer almaktadır. Toplam veri 1.1385 hata büyüklüğü ile tahmin edilmektedir.



Şekil 30. ANFIS Girdi Model Yapısı



Şekil 31. ANFIS Modelinin Kural Yapısı

Şekilde modelin kural görünümü gösterilmektedir. Anfis ara yüzünde View menüsünün altında yer alan Rules seçeneği ile ulaşılır.

Aynı şekilde hem eğitim hem de test verilerinin çıktılarını bir liste halinde ortaya koymak için komut kısmına “evalfis(girdi,model)” yazılır.

Örnek Çıktı :

```
>> evalfis(girdi,model)
```

```
ans =
```

```
0.0697  
0.6051  
-0.0507  
-0.1442  
0.1977  
0.2295  
0.1244  
0.0400  
-0.1766  
0.2647  
0.1858  
0.3739  
0.7281  
0.1753
```


SONUÇ

Enflasyon her ülke için risk ve önem taşıyan konulardan birisi olmuştur. İnsanların ellerindeki para ile yakından ilgili olan bu kavramın önceden bilinmesi ve olacaklara göre hareket edilmesi insan yaşamını kolaylaştırmaktan ekonomik büyümeyi düzeltmeye kadar her konuda önem arz etmektedir.

Belirtildiği gibi geleneksel yöntemlerden olan regresyon ve benzeri modellerin tahmin öngörülerinde ortaya çıkan hata oranları %30 civarında iken yapay sinir ağları modellerinde bu oran %10-12 civarındadır.

Çalışmada öncelikle 148 aylık TÜFE, para arzı, dolar, işsizlik, kamu harcamaları, ihracat ve ÜFE verileri kullanılmış olup 2006/10 ile 2019/01 dönemlerini kapsamaktadır. Bu verilerin %70'i eğitim %30'u ise test verisi olarak kullanılmıştır. Ardından K-Means algoritması ile tüm veri Küme-1 ve Küme-2 olmak üzere kümelenecek, Küme-1'in bağımlı değişken üzerinde daha sağlıklı sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Daha sonra Anfis modeli ile tüm veri setinin en verimli girdileri bulunmuştur. Elde edilen en verimli girdiler tekrar Anfis modeli ile analiz edilmiş ve K-Means algoritması sonucu ortaya çıkan veriler ile karşılaştırılmıştır.

Elde edilen bulgular sonucunda K-Means algoritmasının belirlediği Küme-1, Anfis modelinin çıkardığı en verimli girdilerden oluşan veri seti ile karşılaştırılmıştır. Aynı öğrenme sayısı ile Küme-1 hata payı en düşük çıktıyı vermiştir. Veri setinin modelde çalıştırılmasından önce K-Means algoritması ile kümelere ayrılarak elde edilen kümelerin modelde analizin yapılması hata payını düşürmektedir. Ayrıca K-Means algoritmasının Anfis modeli ile melez bir yapıda kullanılması veri setinin minimize ederek daha doğru ve hata payı daha düşük sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamıştır.

KAYNAKÇA

- Adıyaman, F., **Talep Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması**, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi; İstanbul; 2007.
- Aktan, C.C. ve Şen, H., **Ekonomik Kriz: Nedenler ve Çözüm Önerileri**, Yeni Türkiye Dergisi Ekonomik Kriz Özel Sayısı, Cilt:2, Sayı:42, Kasım – Aralık 2001, ss.1225 – 1230.
- Aren, S., **Para ve Para Politikası**, Gerçek Yayınevi, 6.Baskı, İstanbul, 2000.
- Aydoğan, E., **1980’den Günümüze Türkiye’de Enflasyon Serüveni**, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt:11, Sayı:1, Yıl:2004, ss.91-110.
- Aygören H., Sarıtış H., Moralı T., **İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Numerik Arama Modelleri İle Tahmini**, **Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi**, 4-1, ss.73-88.
- Beale, R. ve Jackson, T., **Neural Computing: An Introduction**, Adam Hilger, Bristol England, 1990.
- Birinci, Y., **Enflasyon, Para Politikası ve Stratejileri**, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, Cilt:47, Sayı:1-4, 1989, ss.19-30.
- Canan, S., **Yapay Sinir Ağları ile GPS Destekli Navigasyon Sistemi**, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 2006.
- Düzgün, R., *A Comparison of Artificial Neural Networks and ARIMA Models Success in GDP Forecast*, **Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi**, Cilt:XXV, Sayı:2, ss.165-176.
- Elmas, Ç., **Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)**, Seçkin Yayıncılık 2003.

Erilli, N.A., Eğrioglu, E., Yolcu, U., Aladağ, H. ve Uslu, R., *Türkiye’de Enflasyonun İleri ve Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarının Melez Yaklaşımı İle Öngörüsü*, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt:11, Sayı: 1, Yıl:2010, ss.42-55.

Erol, İ., **Para-Banka Teori ve Politika**, 4.Baskı, Manisa, 2002.

Girginer, N. ve Yenilmez, F., **Türkiye’de Enflasyonun Ekonometrik Olarak İncelenmesi (1982-2002)**, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:6, Sayı:1, Haziran 2005, ss.101-116.

Gökçe, D., **Döviz Kurunun Enflasyona Etkisi Güçlü**, Akşam Gazetesi, <https://www.aksam.com.tr/deniz-gokce/yazarlar/doviz-kurunun-enflasyona-etkisi-guclu/haber-327630> Erişim Tarihi: 01.03.2019.

Haykırı, S., **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**, Prentice Hall PTR, 1994.

Hu C., Chen, M., ve McCain, S.C., **Forecasting in Short-Term Planing & Management for a Casina Buffet Restaurant**, Journal of Travel & Tourism Marketing, 2008.

İpek, E. ve Akar, S., **Bütçe Açığı ve Enflasyon Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz**, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:38, Sayı:2, Aralık 2016, ss.167-189.

Junoh, M.Z.H.M., *Predicting GDP Growth in Malaysia Using Knowledge-Based Economy Indicators: A Comparison Between Neural Network and Econometric Approach*, **Sunway College Journal**, Vol:1, 2004, pp. 39-50.

Karahan, M., **Yapay Sinir Ağları Metodu İle Ürün Talep Tahmini**, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya, 2011.

Karluk, R., **Türkiye Ekonomisi**, Beta Yayınevi, 7.Baskı, İstanbul, 2002.

- Kazgan, G., **Türkiye Ekonomisinde Krizler (1929 – 2001) : Ekonomi Politika Açısından Bir İrdeleme**, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2005.
- Kılıçbay, A., **Türk Ekonomisinde Enflasyonun Anatomisi**, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Yayını, No:507, İstanbul, 1984.
- Kızılkaya, O., *Türkiye'nin Enflasyon ve İşsizlik Oranının Yapay Sinir Ağları ve Box-jenkins Yöntemi İle Tahmini*, **Social Sciences Studies Journal**, Cilt:3, Sayı:12, Yıl:2017.
- Liliana & Napitupulu, T.A., *Artificial Neural Network Application in Gross Domestic Product Forecasting an Indonesia Case*, **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, Vol:45, No:2, pp.410-415.
- Mandic, D.P. ve Chambers, J.A., **Recurrent Neural Networks For Prediction – Learning Algorithms, Architectures and Stability**, Jon Wiley & Sons Ltd, 2001.
- Norgaard, M. ve Ravn, O., **NNSYS and NNCTRL Tools for System Identification and Control with Neural Networks**, **Computing & Control Engineering Journal**, February, 2001, ss.29-36.
- Özmen, M. ve Koçak, İ., **Enflasyon, Bütçe Açığı ve Para Arzı İlişkisinin ARDL Yaklaşımı İle Tahmini: Türkiye Örneği**, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt:16, Sayı:1, ss.1-19.
- Öztemel, E., **Yapay Sinir Ağları**, Papatya Yayıncılık, 2.Baskı, Ekim 2006.
- Selim, S. ve Güven, E., **Türkiye'de Enflasyon, Döviz Kuru ve İşsizlik Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi**, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt:10, Sayı:1, 2014, ss.79-204.
- Şahin, H., **Türkiye Ekonomisi**, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2006.

Tektaş, A. ve Karataş, A., **Yapay Sinir Ağları ve Finans Alanına Uygulanması: Hisse Senedi Fiyat Tahminlemesi**, Boğaziçi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:18, Sayı:3-4, Eylül 2004.

Tkacz, G., *Neural Network Forecasting of Canadian GDP Growth*, **International Journal of Forecasting**, 17 2011, 57-69.

Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, **Finansal İstikrar Raporu**, Ankara, Haziran 2006.

Volkan, A., Saatçioğlu, C. ve Korap, L., **Impact Exchange Rate Changes on Domestic Inflation: The Turkish Experience** Turkish Economic Association, Discussion Paper, 2007.

Yılmaz, A., **Yapay Zeka**, Kodlab Yayınları, 5.Baskı, Ocak 2019.

Yurtoğlu, H., **YSA Metodolojisi İle Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği**, DPT, Şubat 2005.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında İstanbul'da doğdu. İstanbul Nahit Menteşe Endüstri Meslek Lisesi Veri Tabanı Programcılığı bölümünü bitirdikten sonra Beykent Üniversitesi'nde İşletme Yönetimi alanında önlisansını tamamladı. Ardından yine aynı üniversitede Yönetim Bilişim Sistemleri lisans programından mezun oldu. Kariyer hayatına kurumsal iş tecrübesi anlamında özel bir bankada Fraud alanında başlamış olup 2 yılın ardından şu anda ise E-Ticaret alanında faaliyet gösteren bir şirkette Bilgi Teknolojileri alanında çalışmaktadır.

Ömer Fatih AYDIN