

**İŞSİZLİK SİGORTASI FONUNUN FARKLI  
SENARYOLARA DAYALI AKTÜERYAL  
DEĞERLENDİRMESİ**

**ACTUARIAL VALUATION OF THE UNEMPLOYMENT  
INSURANCE FUND BASED ON DIFFERENT SCENARIOS**

**SAMET GENÇGÖNÜL**

**Dr. Öğr. Üyesi YASEMİN GENÇTÜRK**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2018

SAMET GENÇGÖNÜL'ün hazırladığı “İşsizlik Sigortası Fonu'nun Farklı Senaryolara Dayalı Aktüeryal Değerlendirmesi” adlı çalışma aşağıdaki jüri tarafından AKTÜERYA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Serpil CULA  
Başkan



Dr. Öğr. Üyesi Yasemin GENÇTÜRK  
Danışman



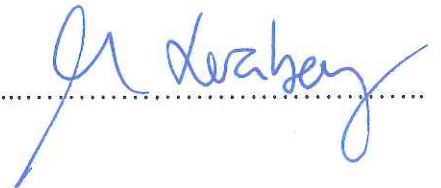
Doç. Dr. Canan HAMURKAROĞLU  
Üye



Doç. Dr. Ş, Kasırğa YILDIRAK  
Üye



Dr. Öğr. Üyesi Uğur KARABEY  
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof.Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun 17.05.2020 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

16 / 05 / 2018



Samet GENÇGÖNÜL

## ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

16/05/2018

SAMET GENÇGÖNÜL



...

## ÖZET

# İŞSİZLİK SİGORTASI FONUNUN AKTÜERYAL DEĞERLENDİRMESİ

**Samet GENÇGÖNÜL**

**Yüksek Lisans, Aktüerya Bilimleri Bölümü**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Yasemin GENÇTÜRK**

**Mayıs 2018, 64 sayfa**

İşsizliğin uzun süreli bireysel, toplumsal ve ekonomik etkilerinin asgari düzeyde tutulması için dünyanın her yerinde ulusal ve uluslararası önlemler alınmaya çalışılmaktadır. Pasif istihdam politikalarından biri olan işsizlik sigortası da, sigortalı çalışanların istemsiz olarak düşen refahını artırmak ve toplumsal etkilerini minimuma indirmek için uygulanmaktadır. 1999 yılında, 4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanunu ile hayatımıza giren işsizlik sigortası, her geçen gün daha fazla işsizlerin faydalandığı önemli bir fon büyüklüğüne ulaştığı için aktüeryal açıdan da dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada önümüzdeki yıllarda gerçekleşecek işsizlik oranı tahmin edilmiş ve farklı kurumlardan da alınan tahminlerle birlikte İşsizlik Sigortası Fonu'nun aktüeryal değerlendirmesi yapılmıştır. İşsizlik oranına etki eden değişkenler belirlenirken Path analizi kullanılmıştır. Değişkenler belirlendikten sonra Yapay Sinir Ağları zaman serisi modeli ile işsizlik oranı tahmin edilmiştir. Son olarak, ulusal veriler ve tahminler ile önceki yıl gerçekleşmeleri de göz önünde bulundurularak tüm değişkenlerin İşsizlik Sigortası Fonu'na olası etkileri farklı senaryolar altında incelenmiştir. Yaşam olasılıklarının da etkisi iki farklı hayat tablosu kullanılarak irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İşsizlik Sigortası, İşsizlik Sigortası Fonu, Path Analizi, İşsizlik Oranı Tahmini, Yapay Sinir Ağları, Aktüeryal Denge.

## **ABSTRACT**

### **ACTUARIAL PREDICTION OF PUBLIC CONTRIBUTIONS TO BE MADE IN UNEMPLOYMENT INSURANCE FUND**

**Samet GENÇGÖNÜL**

**Master of Science, Department of Actuarial Sciences**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Yasemin GENÇTÜRK**

**May 2018, 64 pages**

National and international preventions are being taken everywhere in the world in order to keep the long term individual, social and economic effects of unemployment to the minimum. Unemployment insurance, which is one of the passive employment policies, is also being implemented to increase the involuntary decline of insured employees' welfare and to minimize the social effects. In 1999, unemployment insurance, which entered into our lives with the Law No: 4447 on Unemployment Insurance, attracts attention from the actuarial point of view because it has reached a significant fund value that every day more unemployed benefits.

In this study, the unemployment rate will take place in the coming years is estimated and the actuarial valuation of the Unemployment Insurance Fund was made with the estimations also taken from different institutions. Path analysis was used when determining the variables affecting the unemployment rate. After the variables were determined, the unemployment rate is estimated with the Artificial Neural Networks time series model. Finally, taking into account national data and estimates, as well as previous year events, the probable effects of all variables on the Unemployment Insurance Fund were examined under different scenarios. The effects of life expectancies were examined using two different mortality tables.

**Keywords:** Unemployment Insurance, Unemployment Insurance Fund, Path Analysis, Forecasting Unemployment Rate, Artificial Neural Networks, Actuarial Balance.

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca bilgisi ve sabrıyla bana yol göstermekten çekinmeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yasemin GENÇTÜRK'e

Tez jürisinde yer alan, kıymetli fikirleriyle tezime katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Serpil CULA, Doç. Dr. Canan HAMURKAROĞLU, Doç. Dr. Ş. Kasırga YILDIRAK ve Dr. Öğr. Üyesi Uğur KARABEY'e

Bu çalışmayı sona ulaştırırken hep yanımda olan değerli arkadaşlarım, kardeşlerim M. Asım ÖZALP, Çiğdem KOBAL ve Ömer HALİLOĞLU'na

Bu tezin ellerine ulaşmasını dört gözle bekleyen, ferdi olmaktan gurur duyduğum canım AİLEMe

Gerek bilimsel, gerek manevi tüm destekleri için Betül Zehra KARAGÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER .....	vi
TABLolar .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. İŞSİZLİK VE İŞSİZLİK SİGORTASI .....	3
2.1. İşsizliğin Tanımı, Türleri, Nedenleri ve Sonuçları .....	3
2.2. Nüfus Bilimlerinde Kullanılan Tanımlar .....	7
2.3. İşsizlik sigortası ve Türkiye’de Uygulanan Yapı .....	9
3. İŞSİZLİK ORANINA ETKİ EDEN DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ..	11
3.1. İşsizlik Oranını Etkileyen Faktörler .....	11
3.2. Path Analizi .....	11
3.2.1. Path Katsayıları .....	13
3.2.2. Path Katsayılarının Hesaplanması .....	14
3.3. Path Analizi ile İşsizlik Oranını Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi .....	16
4. YAPAY SİNİR AĞLARI .....	22
4.1. Yapay Sinir Ağları Tekniğinin Temel Yapısı .....	22
4.2. Yapay Sinir Ağları Mimarisi .....	26
4.2.1. Tek Katmanlı İleri Beslemeli Ağlar .....	26
4.2.2. Çok Katmanlı ve İleri Beslemeli Ağlar .....	26
4.3. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme .....	27
4.4. Yapay Sinir Ağlarında Tasarım .....	32
4.5. Sinir Ağlarının Kullanım Alanları ve Avantajları .....	34
4.6. Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle İşsizlik Oranının Tahmin Edilmesi .....	36
4.6.1. Modelin Kurulması .....	36
4.6.2. Girdi Değerlerinin Tahmini .....	38
4.6.3. İşsizlik Oranının Tahmin Edilmesi .....	41
5. İŞSİZLİK SİGORTASI FONU ve AKTÜERYAL DEĞERLENDİRME .....	44
5.1. İşsizlik Sigortası Fonu .....	44
5.2. İşsizlik Sigortası Fonunun Gelir ve Giderleri .....	45

<b>5.3. Fonun Aktüeryal Değerlendirmesinde Kullanılacak Varsayım ve Parametreler.....</b>	<b>47</b>
<b>5.4. Teknik Bilanço .....</b>	<b>49</b>
<b>5.5. Temel Varsayım Altında Teknik Bilanço .....</b>	<b>51</b>
<b>5.6. Duyarlılık Analizi.....</b>	<b>53</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>56</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>58</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>62</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>64</b>



## ŞEKİLLER

Şekil 3. 1	Sebepler arasında korelasyon bulunduğu durumda $x_i$ sebep değişkenleri, $x_e$ hata değişkeni ile $y$ sonuç değişkeni arasında ilişkiyi gösteren path diyagramı[45].	14
Şekil 3. 2	Path Analizi ile Elde Edilen Standartlaştırılmış Sonuçlar	18
Şekil 4. 1	Yapay Sinir Ağlarında Hücre Yapısı	23
Şekil 4. 2	Çok Katmanlı ve İleri Beslemeli Sinir Ağları[52]	27
Şekil 4. 3	İşsizlik Oranı Otokorelasyon Grafiği	37
Şekil 4. 4	İşsizlik Oranı Parçalı Otokorelasyon Grafiği	37
Şekil 4. 5	YSA Zaman Serisi ile Tahmin Performansı Grafiği	38
Şekil 4. 6	YSA Zaman Serisi Gerçek Değer-Tahmin Değeri Grafiği	39
Şekil 4. 7	YSA Zaman Serisi Hata Histogram Grafiği	39
Şekil 4. 8	YSA Zaman Serisi Hata Parçalı Otokorelasyon Grafiği	40
Şekil 4. 9	Cari Denge/GSYH Tüm Veri Grafiği	40
Şekil 4. 10	YSA Zaman Serisi ile İşsizlik Oranı Tahmin Performansı Grafiği	41
Şekil 4. 11	YSA Zaman Serisi İşsizlik Oranı Gerçek Değer-Tahmin Değeri Grafiği	42
Şekil 4. 12	YSA Zaman Serisi İşsizlik Oranı Hata Histogram Grafiği	42
Şekil 4. 13	YSA Zaman Serisi İşsizlik Oranı Hata Parçalı Otokorelasyon Grafiği	43

## TABLULAR

<b>Tablo 2. 1:</b> İşsizlik Türleri[27] .....	4
<b>Tablo 3. 1:</b> Path analizinde kullanılan değişkenler .....	16
<b>Tablo 3. 2</b> Değişkenler arasındaki korelasyonlar.....	17
<b>Tablo 3. 3</b> Enflasyon Oranının İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi .....	19
<b>Tablo 3. 4</b> Yıllık Ortalama Çalışma Saatinin İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi .....	19
<b>Tablo 3. 5:</b> Yüksek Eğitimli İşsizlik Oranının İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi.....	20
<b>Tablo 3. 6</b> Cari Açığın İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi.....	20
<b>Tablo 4. 1</b> Bazı Toplama(Birleştirme) Fonksiyonları[23] .....	24
<b>Tablo 4. 2</b> Aktivasyon Fonksiyonları[23] .....	25
<b>Tablo 4. 3</b> YSA ile Geleneksel Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	35
<b>Tablo 4. 4</b> Modelde Kullanılan Parametreler.....	36
<b>Tablo 5. 1:</b> 2017 yılsonu itibariyle SGK Çalışan Verileri .....	46
<b>Tablo 5. 2</b> 2018 Yılı Temel Senaryo Tahmini SGK Çalışan Verileri.....	46
<b>Tablo 5. 3</b> SGK-2008 Hayat Tablosu ile Temel Senaryo Varsayımıyla Teknik Bilanço...	52
<b>Tablo 5. 4</b> Duyarlılık Analizi Sonuçları.....	55

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>TÜİK</b>	Türkiye İstatistik Kurumu
<b>OKH</b>	Ortalama Karesel Hata
<b>YSA</b>	Yapay Sinir Ağları
<b>ILO</b>	Uluslararası Çalışma Örgütü
<b>ICLS</b>	Uluslararası Çalışma İstatistikçileri Konferansı
<b>OECD</b>	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
<b>SGK</b>	Sosyal Güvenlik Kurumu
<b>EC</b>	Avrupa Komisyonu
<b>İŞKUR</b>	Türkiye İş Kurumu
<b>GSYİH</b>	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

# 1. GİRİŞ

Dünya ekonomisi değişip geliştikçe devletler de ekonomik göstergelerini stabil tutabilmek için aktif ve pasif olmak üzere bir çok istihdam politikası uygulamaya başlamışlardır. Bu politikalardan biri de son yıllarda kalıtsal[1], uzun süreli, büyük sosyo-ekonomik sonuçlar doğuran[2] işsizlik oranının asgari düzeyde tutulmasıdır. Uzun yıllardır birçok farklı tanımı yapılan, olası nedenleri sorgulanan[3] ve sonuçlarının neden olduğu etkilerin tartışıldığı işsizlik kavramı, çokça araştırmaya da konu olmuştur. Bir yandan işsizliğin sınıflandırması yapılmaya çalışılırken[4], diğer bir yandan da gelecek dönemlere ait işsizlik oranları tahmin edilmeye çalışılmış[5] ve bu vesileyle işsizliğe neden olan etmenlere dair yorumlar[6] yapılmıştır.

Yakın dönemde kalıtsal ve yapısal bir karakteri olan işsizlikle mücadele için sosyal ve ekonomik politikalar uygulanmaya başlanmıştır. Bir pasif istihdam politikası olan işsizlik sigortası ise gelişmiş dünya devletlerinde uzun yıllardır uygulanmakta iken ülkemize 1999 yılında 4447 sayılı kanunla birlikte yürürlüğe girmiş, 1 Haziran 2000 yılında uygulamaya başlanmış ve 1 Mart 2002’de de ilk işsizlik ödeneği verilmiştir[1]. Son yıllarda bilinirliğin artması ve giderek yaygınlaşan kullanımıyla işsizlik sigortasından her geçen gün daha fazla kişi faydalanmaktadır[7]. Dolayısıyla işsizlik sigortası fonunun yönetimi ve aktüeryal dengesi gelecek yıllar için büyük önem arz etmektedir.

İşsizlik sigortası daha yaygın uygulanmaya başlandıkça araştırmalar da derinleşmiş[8] ve bu sigorta kolunun nasıl uygulanması gerektiğine dair fikirler vermeye başlamıştır[9]. Pasif bir politika olması yönünden işsizlik sigortası; yapısal işsizliğin çözümüne değil, işsizliğin getirdiği bireysel, sosyal ve ekonomik sonuçların olumsuz etkilerinin en aza indirgenmesine yöneliktir. İşsizlik sigortası uygulamalarında marjinal faydayı bulmayı amaçlayan araştırmalarda[10] işsizlik ödemelerinde uygulanacak azami süreden[11], işsizlik ödeneği için alınması gereken prim oranına[12], işsiz kalan sigortalıların yeni bir iş ararken geçirdikleri süre ve sarf ettikleri efordan[13], işsizlik ödeneğinin miktarına kadar pek çok konu ele alınmıştır.

Ülkemizde Türkiye İş Kurumu(İŞKUR) tarafından yönetilen işsizlik sigortası fonu üzerine ise raporlardan başka bir aktüeryal çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye’de işsizlik üzerine yapılan aktüeryal çalışmanın sadece işsiz kalma sürelerinin modellenmesi[14] ile sınırlı olduğu görülmüş ve işsizlik sigortası üzerine çalışma yapmanın gerekliliği düşünülmüştür. Literatürde finansal piyasa araçlarının tahminine ilişkin çalışmalar[15] tek değişkenli

doğrusal yöntemlerle[16] başlamış daha sonra çok değişkenli doğrusal olmayan[17] modellere doğru evrilmiştir. Son yıllarda makine öğrenmesi[18] ile gündeme gelen yapay sinir ağlarının kullanımı[19] zamana bağlı verilerin çok yönlü tahmin edilebilmesini[20] sağlamıştır. Finansal verilerin zamana bağlı karakteristiğinin incelenmesinde daha ince ayrıntılara ulaşabilen yapay sinir ağları yöntemi geleceği tahmin etmede oldukça popüler olmuştur[21]. Tahmin edilmek istenen işsizlik oranını etkileyen değişkenlerin ölçümünde ise değişkenler arasındaki dolaylı etkilere de yer vermesi sebebiyle path analizi tercih edilmiştir[22]. Hem işsizlik ödeneğinin ilk yıllarına ait verilerdeki tutarsızlık nedeniyle, hem de işsizlik sigortası fonuna ait aktüeryal değerlendirme raporlarının 2011 yılı itibarıyla yayınlanmaya başlaması nedeniyle tahmin yapmak için Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK) tarafından yayınlanan ulusal ekonomik göstergelerin kullanılması tercih edilmiştir.

Bu çalışmada, işsizlik sigortası fonunun, 2018 yılındaki sigortalı verisi baz alınarak sistemdeki kişilerin bu ödenekten faydalanması için fon varlığının yeterli olup olmadığı incelenmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirme, emeklilik yaşının 65 olacağı ve sisteme yeni girişlerin olmayacağı düşünülerek kapalı grup varsayımıyla yapılmıştır.

İkinci bölümde işsizliğin ve işsizlik sigortasının geniş kapsamlı tanımı yapılmış, işsizliğin nedenleri ile sonuçlarından bahsedilmiş ve pasif istihdam politikası olan işsizlik sigortasının bireysel ve toplumsal açıdan finansal etkilerinden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde işsizlik oranına etki eden değişkenlerin belirlenmesi amaçlanmış, bu amaçla path analizi kullanılarak işsizlik oranı sonuç değişkeninin eldeki hangi sebep değişkenleri ile açıklanacağı belirlenmiştir.

Dördüncü bölümde yapay sinir ağlarının(YSA) mimari ve temel yapısı incelenmiş, kullanım alanları ile ve geleneksel yöntemlerle farklarından bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde YSA ile işsizlik oranı tahmini uygulamasına yer verilmiştir ve altıncı bölümde uygulama sonucu bulunan değerler ile TÜİK tarafından yayımlanan Türkiye Nüfus Projeksiyonu'ndan alınan veriler kullanılarak işsizlik sigortası fonunun aktüeryal değerlendirmesi yapılmıştır. İyimser, temel ve kötümser olmak üzere üç farklı ihtimal üzerine iki farklı hayat tablosu kullanılarak fonun gelir ve gider dengesi incelenmiştir. 2018 yılı için tahmin edilen sigortalı ve işsizlik ödeneğinden yararlanması düşünülen kişi sayıları dikkate alınarak fonun dengede olup olmayacağı incelenmiştir.

## 2. İŞSİZLİK VE İŞSİZLİK SİGORTASI

Küreselleşen dünyada birbirinden daha fazla etkilenen ekonomiler içinde işsizlik önemli bir risk haline gelmiştir. Pasif istihdam politikası aracı olan işsizlik sigortası var olan işini kaybetmiş kişilerin geçici bir süreyle veya yeni bir iş buluncaya kadar kendisi ve bakmakla yükümlü olduğu aile bireylerinin geçimini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) işsizlik sigortasını; işsizlik koruma programları içinde bir kriz yöneticisi olarak tanımlamış ve bu planların; işsizlere, işsiz çalışanlara ve ailelerine gelir güvencesi sağladığını böylelikle yoksulluğun önlenmesine, kayıt dışılığa karşı önlemlerin alınmasına ve ekonominin yapısal değişimine katkıda bulunduğunu belirtmiştir[23].

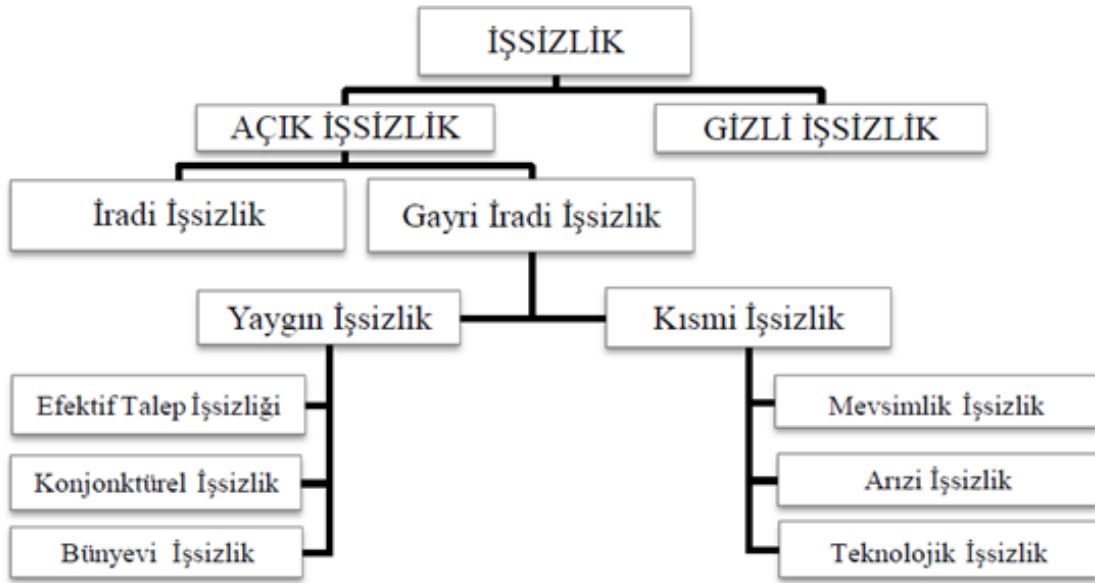
### 2.1. İşsizliğin Tanımı, Türleri, Nedenleri ve Sonuçları

İnsanlığın var olduğu günden bu yana süregelen emek, arz ve talep piyasasının 20. yüzyıldaki yansıması özellikle gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere işsizlik kavramı olmuştur. Dünya piyasaları üretim teknolojilerinin hızla gelişimini takip ederken emek talebinin arz karşısında yetersiz kalışı ile birlikte işsizlikle mücadele bir devlet politikası haline gelmiş ve çeşitli yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır.

Tarih boyunca uzmanlar tarafından farklı tanımları yapılmış olan işsizlik, üretim periyodunda ihtiyaç duyulan işgücüne olan talebe karşılık arz fazlasının oluşması şeklinde yorumlanabilir. “İşsizlik, emek faktörünün fiili olarak üretime katılmaması olup, en yaygın tanımıyla da çalışma arzusunda ve gücünde olan ve cari ücretten çalışmaya razı olmasına rağmen iş bulamayan işgücünün varlığıdır”[24]. Başka bir tanıma göre işsiz; “çalışma isteği ve yeterliliği olmasına karşın, düzenli ve sürekli gelir sağlayabilecek bir işi bulunmayan kişilere, işsizlik ise sosyo-ekonomik nitelikli bu olguyu” ifade etmektedir[2]. İşsiz ve işsizlik kavramları, “Türkçe’de işi olmayan anlamlarına gelen ve iş kökünden türemiş kavramlardır. İşsizlik, üretim faktörlerinden biri olan emeğin tam kullanılmaması durumunu ifade etmek üzere kullanılmaktadır”[4]. Ayrıca, “üç ay içinde başlayabileceği bir iş bulmuş ya da kendi işini kurmuş ancak işe başlamak ya da işbaşı yapmak için çeşitli eksikliklerini tamamlamak amacıyla bekleyenler” de bu kapsamdadır. 1999 tarih 4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanununda: “Sigortalı işsiz; Bu Kanun kapsamına giren bir işyerinde bir hizmet akdine dayalı ve sigortalı olarak çalışırken bu Kanunun ilgili maddelerinde belirtilen nedenlerle işini kaybeden ve Kuruma başvurarak çalışmaya hazır olduğunu bildiren kimse” biçiminde tanımlanmıştır[25].

İşsizlik, her ne kadar ülkelerin sosyo-ekonomik yapılarına ve gelişmişlik düzeylerine göre farklı nedenlerle ortaya çıksa ve farklı sonuçlara yol açsa da genel olarak iki temel nedene dayanır. Bu nedenlerden birincisi talep eksikliği, ikincisi de emek arzı ve talebi arasındaki dengesizlikler ya da emek pazarındaki organizasyon bozukluklarıdır. İlk neden makro-ekonomik ve demografik faktörlerden, ikinci neden ise tamamen emek pazarındaki uyumsuzlıklardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenler aynı zamanda işsizlik olgusunun türünün de belirleyicisidir[26].

İşsizlik olgusu farklı türler içeren bir yapıya sahiptir[3]. Bu türler ile ilgili çeşitli yaklaşımlar vardır. “Yaş, cinsiyet, eğitim durumu, etnik köken gibi çeşitli kişisel karakteristiklere göre bir gruplandırma yapılabileceği gibi coğrafi dağılıma, mesleklere ve işsizliğin süresine ve nedenine göre de sınıflandırma yoluna gidilebilir”[24]. Ancak genel olarak işsizlik Tablo 1.1’deki gibi ikiye ayrılır[27].



**Tablo 2. 1:** İşsizlik Türleri[27]

Gizli İşsizlik; kağıt üzerinde istihdamda görünmelerine rağmen, marjinal verimi oldukça düşük, sıfır, hatta kimi zaman negatif olabilecek işgücünün üretimde yer alması durumudur. Çoğunlukla tarım kesiminde, aile işletmelerinde, marjinal kesimlerde görülür. Marjinal kesim şehirleşememiş, şehirde kamusal ve kurumsal sektörlerce istihdam edilemeyen ve şehrin toplumsal, kültürel, ekonomik değer ve karakterleriyle bütünleşememiş bir kesim olarak tanımlanmaktadır[28]. Bir başka deyişle “üretimde çok az katılan ya da hiç katılmayan, hatta bazen üretim üzerinde verimliliği düşürücü olumsuz

etkisi olan” işgücüdür[26]. Böyle bir işgücünün toplam üretime hiçbir katkısı yoktur. Bu tür işsizliğin sebebi talep eksikliğinden çok[29], anılan kesimlerde olduğu gibi üretim araçlarının, sermayenin ve organizasyonun yetersizliğidir[27]. Gizli işsizlik Türkiye benzeri Meksika, Brezilya gibi geç sanayileşen ülkelerde görülen marjinal sektörün geniş varlığının bu ülkelerin ekonomileri üzerinde yarattığı yükün bir nedenidir. Hızlı nüfus artışıyla birlikte tarım toplumu olmaktan çok sanayi toplumu olmaya yöneliş, özellikle henüz gelişmekte olan ülkelerde çarpık kentleşmeye neden olmaktadır. Çarpık kentleşmenin öne çıkan özelliklerinden biri de kayıt dışı ekonomiyle birlikte ortaya çıkan ve “marjinal sektör” ya da “lumpen sektör” kapsamında önemli bir yere sahip olan seyyar satıcı ve işportacıdır[30]. Gizli işsizlik, hem gelişmiş ülkeleri hem de gelişmekte olan ülkeleri etkilemektedir. Çünkü bu tür işsizlik toplam talep yetersizliğinden oluşan bir işsizlik değildir, yapısal faktörlerin etkili olduğu saklı bir işsizlik durumudur[31].

Açık İşsizlik ise; çalışma arzusunda ve iktidarında olmasına rağmen, cari ücret düzeyinde iş arayan ancak bulamayan bireylerin oluşturduğu işsizlik türüdür. Bu tür işsizliğin nedenlerinin çeşitlilik göstermesi çok sayıda işsizlik türünün varlığına yol açar[3]. İstenen şartlara sahip olan ve iş aradıkları halde bulamayan kişiler, gözle görülür şekilde boş ve atıl kalır. Bunlar açık işsiz olarak tanımlanır. Nedenler arasında kişiden kişiye değişen farklılıklar olduğu gibi, işsiz kalınan süreler, sektörler ve alan bakımından da farklılıklar bulunur. Bu nedenle Açık İşsizlik tek bir grupta ele alınabilecek bir yapıya sahip değildir[32]. Açık İşsizlik, Tablo 2.1 de görüldüğü gibi İradi ve Gayri İradi yani isteğe bağlı ve istem dışı işsizlik olmak üzere ikiye ayrılır.

İradi işsizlik, cari ücret seviyesinde mevcut çalışma koşullarında çeşitli nedenlerle çalışmak istemeyenler tarafından meydana getirilen işsizlik türüdür[33]. Herhangi bir nedenle çalışmaktan kaçmak, verilen işi beğenmemek, ücreti az bulduğu için işi kabul etmemek ve benzeri nedenlerle ortaya çıkmaktadır[27]. Sosyal yapıya ve bireyden bireye farklılık gösterir. Kısaca gönüllü işsizliktir. Bu gruba uzun süre iş arayıp bulamayan ve iş aramaktan vazgeçen, cesareti kırılmış işsizler de dâhil edilebilir.

Gayri iradi işsizlik, sistemin işbölümü ve uzmanlaşma organizasyonuna bağlı olarak ortaya çıkar[34]. Ekonomik bakımdan oldukça önemlidir. Bu tür işsizlik, işsizlik sistemin yarattığı bir olgudur. Bu nedenle işsizlerin işsizlikten kurtulması kendi çabalarına bağlı değildir. İşsizler, yürürlükteki ücret düzeyini ve iş koşullarını kabul etseler bile iş bulamazlar. Genelde talep yetersizliği üretim kapasitesinin tamamını kullanmaya olanak vermemesinden kaynaklanır[29]. Gayri iradi oluşan işsizlik kısmi ve yaygın olarak ortaya

çıkabilir. Kısa sürelerle, sınırlı işyeri ya da iş kolunda belirli zamanlarda ortaya çıkan işsizlik türü Kısmi İşsizlik olarak adlandırılır. Kısmi işsizliğin Mevsimlik, Arızı ve Teknolojik işsizlik gibi türleri vardır.

Mevsimlik İşsizlik, mevsimlere bağlı emek arzı ve talebi arasında denge bulunmasına karşın işçilerin iş değiştirmesi ile ortaya çıkar. Arızı İşsizlik ise firmanın yaptığı teknolojik değişiklikten, özellikle işgücünün yerini makinenin almasından kaynaklanır[27].

Teknolojik İşsizlik ise kısmi işsizlik kapsamında yer almakla birlikte, esasen aşağıda belirtileceği gibi yaygın işsizliğe yol açan yapısal bir olgu ve yapısal değişmeye yol açan bir etken durumundadır. Çünkü emek yerine makinenin ya da daha verimli teknik ve yöntemlerin kullanılmasıyla ortaya çıkar. Teknik ve teknolojik gelişmelerin emek sürecine, üretim organizasyonuna uygulanması işçilerin var olan sayısal kompozisyonunu ve beceri özelliklerini değiştirir. Bu durumda emek gereksinimi azalır. Ayrıca talep edilen beceriler değişir. Bu nedenlerle önemli bir kesim işsiz kaldığı gibi, toplumda kitlesel işsizlik doğabilir. Çünkü yeni teknolojinin girdiği sektörlerde üretim ve verimlilik artarken, emek gereksinimi azaldığından bu sektörlerde çalışanlar işsiz pozisyonuna gelir. Bu sektörlerden diğer sektörlerle doğru emek transferi başlar[27].

Burada önemli olan teknoloji ikamesindeki artışın yarattığı toplam refahtan, zenginlikten işsizlerin pay alıp almamasıdır. Pay alabiliyorsa işsizlik anlam değiştirir, önemsizleşir. Yaygın ya da kitlesel olan işsizliğin sürekliliği ve farklı tipleri oluşabilir. Bunlar sistemin özelliklerine bağlanır. Efektif Talep İşsizliği, Konjonktürel ve Bünyevi İşsizlik böyledir[27].

Bunlardan Efektif Talep İşsizliği, mal ve hizmetlere talebin düşmesiyle birlikte emek piyasasında talebin de yetersiz duruma gelmesi nedeniyle, cari ücret düzeyinde çalışmak isteyen işgücünün tümüne istihdam olanağı sağlanamamasıdır. Bu tür işsizlik ekonomik daralma dönemlerine özgü bir durumdur[26].

Konjonktürel olan işsizlik, üretim hacminde konjonktürün gelişimine ve özelliklerine bağlı olarak zaman zaman ortaya çıkan daralmalardan doğar[33]. Nedeni efektif talep yetersizliğidir. Efektif talep yetersizliği sonucu işsizlik artar. Toplam talep seviyesinin yükseldiği dönemlerde ise işsizlik azalır. Konjonktürel işsizlik uzun dönemlerde görülen ekonomik durgunluk sonucunda meydana gelir. Özellikle de dayanıklı tüketim malı üreten endüstri dallarında görülür[27]. Bunların ne şekilde ortaya çıktığı sanayinin gücüne ve genişliğine bağlıdır.

Emek sürecinde, emek-teknoloji kompozisyonunda, üretim organizasyonunda ve bunlara bağlı olarak ekonomik yapıda oluşan değişimler ise yapısal özellik gösteren işsizliğe yol açar. Bünyevi İşsizlik Teknolojik İşsizlik ile benzer özelliklere sahiptir. Bünyevi İşsizliğin en önemli özelliği geçici değil, süreklilik arz eden bir karaktere sahip olmasıdır. Ekonomik yapı özelliklerine göre ortaya çıkış nedenleri farklılık gösterir. Bünyevi İşsizlik sermaye sahiplerinin sınıfsal siyasalarına, ideolojik tutumlarına, çıkarlarına ve bunlara yanıt veren ekonomi politikalarına bağlı olarak oluşur. Emek sürecinin, üretimin ve pazarın örgütlenmesinin değişmesi, üretim ve bölüşüm ilişkilerinin yeniden kurulması, teknolojik açığın büyümesi, talep yapısındaki köklü değişimler gibi nedenlerle kalıcılık kazanabilir ve işsizliğin anlam ve içerik değişimi yaşamasına yol açar[27].

Kriz dönemlerinde Konjonktürel İşsizlik riski ortaya çıkar. Bu tür krizler kapitalist sistem tarafından istenmez. Kapitalist sistem kriz dönemlerini yeni emek süreçleri ve üretim organizasyonları geliştirerek atlattırma çalışır. Bu yapısal işsizliğin temel nedenidir ve ona işaret eder. Yeni emek süreci ve üretim organizasyonu ile birlikte, üretim sürecine yeni teknolojilerin girmesi emek gücünün arka plana atılmasına ve teknolojik işsizlik türünün oluşumuna neden olur. İşgücündeki artışa rağmen, işgücünün tamamını istihdam edebilecek düzeyde yeni iş olmaması işsizlik oranlarında yükselişe ve istihdam oranlarında da düşüşe neden olur[35]. Bu düşüşler, yapısal uyum ve yeni ekonomi politikalarına rağmen devam edebilir. Bu nedenle işsizlik, istihdam ve ekonomi politikaları arasındaki ilişkinin çalışılması, konunun doğru değerlendirilebilmesi açısından önemlidir.

## **2.2. Nüfus Bilimlerinde Kullanılan Tanımlar**

Günlük yaşam ihtiyaçları, yasal bir düzenlemeye bağlı olarak kurulmuş özel veya tüzel kurum ve kuruluşlar tarafından kısmen veya tamamen karşılanan, kişisel karar alırken ve davranırken otoritenin kurallarına kısmen veya tamamen bağımlı aksiyon alan, ancak bireysel harcamalarına kendileri karar verebilen kişilerin yaşadığı alanlardaki nüfusa kurumsal nüfus denir. Bu tanımdan hareketle; okul, yurt ve oteller ile kreş, huzurevi, hastane ve ceza-tevkif evlerinde, kırsal ile ordu evlerinde ikamet eden kişiler kurumsal nüfusa dâhildir ve hane halkı işgücü anketi hazırlanırken bu kişiler kapsam dışı tutulur[36].

Kurumsal olmayan sivil nüfus ise hanelerde ikamet eden kişilerden oluşmaktadır. Kurumsal olmayan çalışma çağındaki kişiler de kurumsal olmayan nüfusa dahil 15 yaş ve üstü kişilerden oluşur.

Hanehalkı; aralarında akrabalık bağı bulunup bulunmamasına bakılmaksızın aynı hanede veya aynı hanenin bir bölümünde yaşayan, gelir ve giderlerini ayırmayan, hanede yaşayanların hizmetine ve yönetimine birlikte iştirak eden kişilerden oluşan topluluktur[36].

İşgücü, “bir ülkede çalışma çağında yani 15 ve üzeri yaşta olan, istihdam edilenler ile işsizlerin toplamını” ifade etmektedir. Hali hazırda istihdam edilenlerin haricinde, istihdam edilmek isteyen işsizler de işgücü kapsamı içinde sayılmaktadır. İşgücünün ölçümü hususundaki uluslararası standartlar ILO tarafından belirlenmiş olup İşgücüne katılma oranı da; işgücünün kurumsal olmayan 15 yaş üstü nüfusa oranıdır.

İstihdam ve işsizliğin belirlenmesinde kullanılan kriterler ve işgücü istatistiklerine ilişkin diğer tüm tanım ve kavramlar, ILO tarafından üye ülke temsilcilerinin katılımıyla organize edilen Uluslararası Çalışma İstatistikçileri Konferanslarında (ICLS) tartışılmakta ve belirlenmektedir.

İstihdam edilenlerin oranı (İEO), kurumsal olmayan 15 yaş üstü nüfusun yüzde kaçının hali hazırda istihdam edildiğini göstermektedir ve bu oran:

$$İEO = \frac{İES}{KON} \times 100$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Formülde; İES istihdam edilenlerin sayısını ve KON kurumsal olmayan çalışma çağındaki (15 yaş üstü) nüfusu ifade etmektedir.

Referans dönemi dâhilinde istihdam edilmemiş (kâr karşılığı, gündelikli, ücretli veya ücretsiz olarak istihdam edilmemiş ve buna benzer bir iş ile bağlantısı dahi olmayan) kişilerin içinde iş aramak maksadıyla son üç ayda iş arama metodlarından en az birini kullanmış olmakla birlikte iki hafta içinde işbaşı yapabilir durumda olan kişiler işsiz nüfusa dâhil edilirler. Ayrıca, üç ay içerisinde başlayabilecek bir iş bulmuş veya kendi işini kurmuş olup işe başlamak veya işbaşı yapmak üzere eksikliklerini tamamlamak amacıyla bekleyen kişiler de işsiz nüfus kapsamında sayılırlar.

ILO kriterlerine göre çalışabilir çağıdaki kurumsal olmayan kişilerden (15 yaş ve üstü)

- a) Referans döneminde çalışabileceği bir iş sahibi olmayan,
  - b) Çalışabileceği bir iş arayan ve iş bulma konusunda bir girişimi olan,
  - c) İş bulduğu durumda işbaşı yapabilecek olan
- kişiler işsiz olarak tanımlanır.

Ayrıca, bir iş aramayan, ancak “bir iş bulmuş, başlamak için bekleyen ve iki hafta içinde işbaşı yapabilir vaziyetteki kişiler de işsiz olarak kabul edilmektedir.

İşsizlik oranı (İO) toplam işsiz sayısının işgücü içindeki oranıdır:

$$IO = \frac{IS}{IG} \times 100$$

Burada; İS işsiz sayısını ve İG işgücünü ifade etmektedir[36].

### 2.3. İşsizlik sigortası ve Türkiye’de Uygulanan Yapı

“Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD), istihdam programları ile ilgili sınıflandırmasında istihdam piyasalarına yönelik politikaları:

- Kamu işe yerleştirme ve aracılık hizmetleri,
- Mesleki eğitim,
- Gençlere yönelik politikalar,
- İstihdam sübvansiyonu,
- Özürlülere yönelik politikalar,
- İşsizlik sigortası,
- Erken emeklilik,

olmak üzere yedi kategoride toplanmıştır”[4].

Yukarıda yer alan kategorilerden biri olan işsizlik sigortası, hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde uygulanan bir sosyal güvenlik politikasıdır. Bu politika uygulandığı ülkenin sosyal ve ekonomik şartlarına göre değişik özellikler gösteren pasif bir istihdam politikasıdır. Buradan özetle işsizlik sigortasının amacının doğrudan işsizlikle mücadele değil, işsizliğin getirdiği olumsuz şartlarla mücadele etmek olduğu söylenebilir[37]. İşsizlik sigortasının birden çok tanımı vardır. Bu tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

- Ansiklopedik terim olarak işsizlik sigortası; “bir işyerinde çalışmakta iken, kendi istek ve kusuru olmaksızın işini kaybedenlere, uğradıkları kayıpların tamamını karşılayamasa bile en azından bir miktarını karşılamayı amaçlayan ve devlet tarafından kurulan zorunlu bir sigorta çeşididir.”
- İşsizlik sigortası, “işsizlik riski ile karşı karşıya kalan bireylere gelir güvencesi sağlayan sistemdir”[1].

- İşsizlik sigortası, “çalışmak arzu ve isteğinde olmasına rağmen, kendi isteği ve iradesi dışında işini kaybeden işçilerin gelir kayıplarını kısmen de olsa gideren bir tazmin yöntemidir. Diğer yandan, işsizlik sigortası kapsamında işçiye yeni bir iş bulmasında yardımcı olunması gibi birtakım sosyal hizmetler de sunulur”[26].
- İşsizlik sigortası, “Kendi iradesi dışında işsiz kalmış işçinin bir ölçüde güvenliğini sağlamak ve durgunluk dönemlerinde ekonomiye yeni satın alma gücü kazandırmak ve terfi oranı sistemi ile işçiye prim ödeyerek istihdama istikrar kazandırmak amacıyla kurulmuş bir kuruluştur”[38].

İşsizlik sigortası, 4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanununda[25]: “Bir işyerinde çalışırken, çalışma istek, yetenek, sağlık ve yeterliliğinde olmasına rağmen, herhangi bir kasıt ve kusuru olmaksızın işini kaybeden sigortalılara işsiz kalmaları nedeniyle uğradıkları gelir kaybını belli süre ve ölçüde karşılayan, sigortacılık tekniği ile faaliyet gösteren zorunlu sigortaya işsizlik sigortası denir.” biçiminde tanımlanır.

İşsizlik sigortası tanımlarından da anlaşılacağı üzere; çalışma, istek ve arzusunda olan sigortalıların iradeleri dışında işsiz kalmış olmaları gerekmektedir.

Diğer yandan işsizlik sigortası sistemine dâhil olmak bir zorunluluk arz etmektedir. İşsizlik sigortası işsiz kalmış sigortalıların işsizlik süreci boyunca hayatlarını garanti altına almaktadır.

İşsizlik sigortası, yaygın sigortacılık ürünlerinin iradi olmasının aksine zorunlu olması ve devlet otoritesinin de katkısını içermesi nedeniyle güçlü bir ekonomik yapı gerektirmektedir[39].

Bahse konu zorunluluk durumu hem işveren hem de çalışanın prim ödemesini de içerdiğinden, bir amacının da toplum temelinde dengeye oturtulmaya çalışılan bir tüketim algısı ve tasarruf alışkanlığı kazandırmak olduğu söylenebilir[40].

İşsizlik oranındaki değişimler ekonomi politikasının, işsizliğin toplum üzerindeki olumsuz etkilerinin iyileştirilmesi ya da işsiz bireylerin ve bakmakla yükümlü oldukları yakınlarının belli sürelerle ekonomik olarak desteklenmesi ise sosyal güvenlik politikasının kapsamındadır[41]. Bu durumda her iki politika birbiriyle ne kadar uyumlu olursa elde edilecek sonuçlar da aynı oranda başarılı olacaktır[42].

### 3. İŞSİZLİK ORANINA ETKİ EDEN DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde işsizlik oranını etkileyen faktörler path analizi yardımıyla belirlenecektir.

#### 3.1. İşsizlik Oranını Etkileyen Faktörler

İşsizlik oranı istihdam oranıyla doğrudan ilişkilidir. İstihdam oranının artması yeni iş alanlarının ortaya çıkması veya bu alanlarda çalışan kişi sayısının artmasıdır. Dolayısıyla istihdam oranının artmasıyla birlikte işsizlik oranının düşmesi beklenebilir. 2001 krizinden önce işsizlik oranının doğrudan istihdama bağlı olduğu görülmüştür. 2001 krizinden sonra istihdamın işsizlik oranı üzerindeki etkisi azalmıştır[43]. Bu durumun en önemli nedeni; işsizlik oranının 2001 krizinden önce yüksek oranda eğitim seviyesi düşük bireylerden kaynaklanırken, 2001 yılından sonra ise eğitim seviyesi yüksek olan bireylerden kaynaklanmasıdır. İşsizlik oranı eğitim seviyesi yüksek bireylerden kaynaklandığından istihdamdaki artışın işsizlik oranı üzerindeki etkisi daha az olacaktır. Bunun yanı sıra cari açıkla gayri safi yurt içi hasılanın(GSYİH) birbirine oranı, istihdam oranı, ithalat, ihracat, ortalama çalışma saatleri, döviz kuru vb. değişkenlerin de işsizlik oranını belirlemede etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca sanayi, kamu ve tarımdaki istihdamın artması işsizlik oranı üzerinde farklı etkilere neden olacaktır.

#### 3.2. Path Analizi

Değişkenler arasındaki ilişki düzeyinin belirlenmesi için korelasyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkileri fonksiyonel olarak açıklamak için de regresyon analizi kullanılmaktadır. Fakat iki farklı değişken için hesaplanan korelasyon katsayısı bir ya da birden fazla başka değişken tarafından etkileniyorsa ya da iki değişkenin arasındaki sebep-sonuç ilişkileri üçüncü bir diğer değişkenin etkisine bağlı ise korelasyon katsayısı bahsedilen ilişkiyi açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Path Analizi, korelasyon ve regresyon analizinin yetersiz kaldığı bu durumlarda değişken grupları arasındaki nedensel ilişkilerin ne kadar önemli ve büyük olduğunu tahmin etmede kullanılabilir.

Standardize edilmiş değişkenler arasındaki ilişkileri ölçmeye yarayan bir analiz yöntemi olarak da değerlendirilebilecek olan Path Analiz tekniği, aralarında sebep-sonuç ilişkisi olduğu kanaatine varılan değişkenler arasındaki ilişkileri ifade eden path diyagramlarının oluşturulması ve değişkenler arasındaki doğrudan ilişkilerin derecesini gösteren korelasyon katsayılarının hesaplanması:

- Doğrudan etkilerin,
- Dolaylı etkilerin ve
- Bileşik path katsayılarının

kullanılması ve analizden elde edilen sonuçların yorumlanması adımlarını kapsar.

Path analizi sonuçlarının yorumlanması başta kurulan diyagrama göredir. Bu sebeple kurulan diyagramın yanlış olması, elde edilen sonuçların yanlış olmasına neden olur.

Aynı sonuç değişkeni ile aynı sebep değişkenleri arasındaki sebep-sonuç ilişkisini gösteren path diyagramları, farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde kurulabilmektedir. Farklı şekillerde kurulan path diyagramlarından elde edilen sonuçların yorumu da farklı olmaktadır. Bu nedenle araştırmacı inceleyeceği konuya bağlı olarak oluşturacağı path diyagramına karar vermeden önce, bu konu ile ilgili olarak önceden yapılmış olan çalışmalardan faydalanabileceği gibi, kendisi de gerçekçi olabilecek biçimde yeni bir path diyagramını oluşturabilir.

Path analizinin korelasyon ve regresyon analizinden farkı, değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkileri analiz edebilmesidir. Path analizinin basit modeli değişkenler arasında sadece doğrudan etkilerin bulunduğu modeldir ve bu model çoklu regresyon analizine benzer. Doğrudan etki, diğer bağımsız değişkenler sabit olduğunda tek bir bağımsız değişkendeki birim değişimin bağımlı değişkende sebep olduğu değişimi vermektedir.

Path analizi modelinde sebep-sonuç değişkenleri arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurulur, tek yönlü ve çift yönlü oklar çizilerek diyagramlar elde edilir. Burada tek yönlü oklar değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri göstermektedir. Modeldeki her bir değişken, bağımlı değişken olarak alınarak diğer değişkenler üzerinden regresyon analizi yapılır. Model tarafından tahmin edilen regresyon ağırlıkları korelasyon matrisi ile karşılaştırılır ve uyum istatistiği hesaplanır. En iyi uyumu gösteren model araştırmacı tarafından seçilir.

Regresyon analizinde bağımsız değişkenler tercih edilirken bazı istatistiksel ölçütler geliştirilmiştir. Bu ölçütlerden biri path katsayılarıdır. Bu katsayılar yardımıyla bağımlı değişkendeki değişimin yorumlanabilen kısmı doğrudan ve dolaylı etkiler olarak analiz edilir ve hangi değişkenlerin modele dâhil edileceğine karar verilebilir[44].

Path analizi, aynı veri seti için değişik path diyagramları çizme ve bunları yorumlamaya olanak tanır. Ancak bu diyagramlardan hangisinin veya hangilerinin kullanılacağı konusundaki belirsizlikler ve path analizi neticesinde elde edilen katsayıların birden büyük

ve negatif değerli olması nedeniyle yorumlamadaki güçlükler path analizinin dezavantajlarıdır.

Path analizinde değişkenler arasındaki ilişkilerin doğru olarak tanımlanması önemlidir. Tahminlerin doğru ve yansız elde edilebilmesi için modelin doğru tanımlanması gereklidir. Aksi durumda hatalar sonuca yansıtacak ve yanlı tahminler elde edilmiş olacaktır.

Path analizi çoklu regresyon analizinin genişletilmiş bir biçimi olduğundan regresyon analizindeki aşağıda verilen varsayımlar geçerlidir:

- ✓ Bağımsız değişkenler değişmezdir.
- ✓ Bağımsız değişkenler hatasız ölçülmüş olmalıdır.
- ✓ Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğrusal olmalıdır.
- ✓ Hataların ortalaması sıfır ve varyansı sabit olmalıdır.
- ✓ Hatalar ile bağımsız değişkenler arasında ilişki olmamalıdır.
- ✓ Hatalar normal dağılımalıdır[22].

### 3.2.1. Path Katsayıları

Herhangi bir sebep-sonuç ilişkisinde, sebep değişkenlerinin sonuç değişkenlerine olası etkilerinin belirlenmesi amacıyla “Path Katsayıları” kullanılmaktadır. “Herhangi bir sebep değişkeni ile sonuç değişkeni arasındaki path katsayısı, ele alınan sebep değişkeni gözlenen sınırlar dâhilinde değiştiğinde ve diğer bütün sebep değişkenleri sabit tutulduğunda, sonuç değişkeninin standart sapma cinsinden göstereceği değişimin, sebep değişkenlerinin hepsi etkiliyken göstermiş olduğu standart sapma cinsinden değişime oranı olup, söz konusu değişkene ait path katsayısı olarak isimlendirilir”.

Dolayısı ile path katsayısı  $P_{yx}$ , herhangi bir sebep değişkeninin buna etkisi olan öteki değişkenlerden her birinden kaynaklanan değişme miktarını gösterir. Path katsayısı;

$$P_{yx} = \frac{\sigma_{y.x}}{\sigma_y} \quad (1)$$

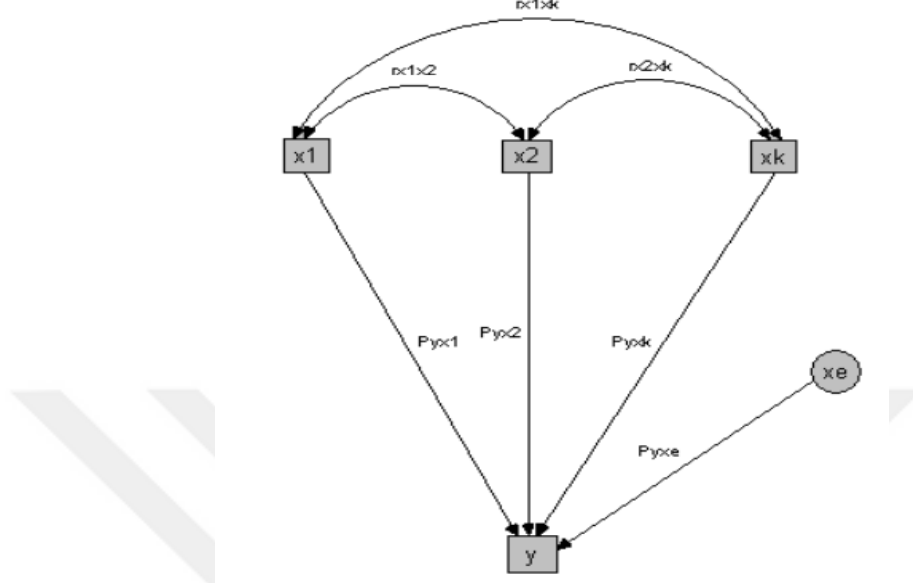
biçiminde hesaplanır. Burada

$\sigma_{yx}$  :y üzerinde yalnızca x sebep değişkeninden dolayı meydana gelen değişim,

$\sigma_y$  :y üzerinde tüm sebep değişkenleri etkili olduğunda gözlenen değişim miktarıdır.

### 3.2.2. Path Katsayılarının Hesaplanması

Path katsayıları hesaplanırken Path diyagramı oluşturulur ve sebep-sonuç değişkenleri arasındaki ilişkileri gösteren path katsayılarının elde edilmesi gerekir.



**Şekil 3. 1** Sebepler arasında korelasyon bulunduğu durumda  $x_i$  sebep değişkenleri,  $x_e$  hata değişkeni ile  $y$  sonuç değişkeni arasında ilişkiyi gösteren path diyagramı[45].

Şekil 3.1’de verilen path diyagramında  $x_1$  değişkeninin  $y$  değişkeni üzerinde doğrudan etkisinin haricinde diğer değişkenlerle korelasyonundan ötürü dolaylı etkisinden de söz edilebilir. Bu durumda iki sebep-sonuç değişkeninin arasındaki korelasyon katsayısı, bir sebep değişkeninin doğrudan etkisi ile diğer sebep değişkenlerinin üzerinden dolaylı etkilerinin toplamını ifade etmektedir:

$$\begin{aligned}
 P_{yx_1} + r_{x_1x_2} P_{yx_2} + \dots + r_{x_1x_k} P_{yx_k} &= r_{yx_1} \\
 r_{x_2x_1} P_{yx_1} + P_{yx_2} + \dots + r_{x_2x_k} P_{yx_k} &= r_{yx_2} \\
 \vdots & \\
 r_{x_kx_1} P_{yx_1} + r_{x_kx_2} P_{yx_2} + \dots + P_{yx_k} &= r_{yx_k}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Burada

$P_{yx_1}$  :  $x_1$ ’in  $y$  üzerindeki doğrudan etkisi,

$r_{x_1x_2} P_{yx_2}$  :  $x_1$ ’in  $x_2$  üzerinden  $y$  üzerindeki dolaylı etkisini göstermektedir.

Sebeb değişkenlerinin korelasyon matrisi A, path katsayısı vektörü olan P ve sebeb değişkenlerinin tümünün sonuç değişkeni ile arasındaki korelasyonlarından meydana gelen sütun vektörü B olmak üzere Eşitlik(2) matris olarak

$$B = AxP$$

$$\begin{bmatrix} r_{yx_1} \\ r_{yx_2} \\ \vdots \\ r_{yx_k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{x_1x_2} & \cdots & r_{x_1x_k} \\ r_{x_2x_1} & 1 & \cdots & r_{x_2x_k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{x_kx_1} & r_{x_kx_2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{yx_1} \\ p_{yx_2} \\ \vdots \\ p_{yx_k} \end{bmatrix} \quad (3)$$

biçiminde yazılabilir[46].

Sebeb değişkenleri arasındaki dolaylı etki miktarları(D), köşegen öğeleri path katsayıları ve geriye kalan öğeleri sıfırdan ibaret K matrisiyle sebeb değişkenlerinin korelasyon matrisi A ile çarpılarak elde edilir.

$$\underbrace{\begin{bmatrix} p_{yx_1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & p_{yx_2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & p_{yx_k} \end{bmatrix}}_K \underbrace{\begin{bmatrix} r_{x_1x_1} & r_{x_1x_2} & \cdots & r_{x_1x_k} \\ r_{x_2x_1} & r_{x_2x_2} & \cdots & r_{x_2x_k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{x_kx_1} & r_{x_kx_2} & \cdots & r_{x_kx_k} \end{bmatrix}}_A = \underbrace{\begin{bmatrix} p_{yx_1} r_{x_1x_1} & p_{yx_1} r_{x_1x_2} & \cdots & p_{yx_1} r_{x_1x_k} \\ p_{yx_2} r_{x_2x_1} & p_{yx_2} r_{x_2x_2} & \cdots & p_{yx_2} r_{x_2x_k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{yx_k} r_{x_kx_1} & p_{yx_k} r_{x_kx_2} & \cdots & p_{yx_k} r_{x_kx_k} \end{bmatrix}}_D$$

$$D = K * A \quad (4)$$

Eşitlik(4)'ten elde edilen D matrisinde i.satır j. sütundaki öğe; j. sebeb değişkeninin sonuç değişkenine i. değişken üzerinden dolaylı etkisini göstermektedir[45].

y sonuç değişkenine ait katsayı genel olarak,

$$r_{yy} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k p_{yx_i} p_{yx_j} r_{x_i x_j} + p_{yx_e}^2 = 1 \quad (5)$$

biçimindedir. Sebeb değişkenlerinin arasında korelasyon olmadığı durumlarda sonuç değişkeniyle sebeb değişkenleri arasında ölçülen korelasyonlar, doğrudan sebeb değişkenlerinin path katsayılarını vermektedir.

$$r_{yy} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k p_{yx_i}^2 + p_{yx_e}^2 = 1 \quad (6)$$

Yukarıda verilen eşitlikler k sebep değişkeni içindir. Bu eşitlikler kurulan diyagrama uyarlanabilir.

### 3.3. Path Analizi ile İşsizlik Oranını Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi

Bu bölümde 31 tane OECD ülkesine ait veriler kullanılarak işsizlik oranına etki eden faktörler path analiziyle incelenmiştir. Analizlerde SPSS 23 ile Lisrel 8.72 programlarından yararlanılmıştır.

<b>İşsizlik Oranı :</b>	İşsizlerin toplam iş yüküne oranı
<b>İthalat :</b>	Yıllık ithalatın GSYİH'ya oranı
<b>İhracat :</b>	Yıllık ihracatın GSYİH'ya oranı
<b>İstihdam :</b>	15-64 yaş arası istihdam oranı
<b>Enflasyon :</b>	Yıllık enflasyon oranı
<b>Döviz Kuru :</b>	Bir birim yerel paraya karşılık gelen dolar miktarı
<b>Çalışma Saati :</b>	Yıllık ortalama çalışma saati
<b>Eğitim :</b>	Yüksek eğitim seviyesine sahip bireylerdeki işsizlik oranı
<b>Cari Açık :</b>	GSYİH'ya oran ile ölçülür. Hükümetin mali pozisyonu olarak adlandırılır.
<b>Tarım :</b>	Tarımdaki istihdamın toplam istihdam içindeki oranı
<b>Sanayi :</b>	Sanayideki istihdamın toplam istihdam içindeki oranı
<b>Hizmet :</b>	Hizmetteki istihdamın toplam istihdam içindeki oranı

**Tablo 3. 1:** Path analizinde kullanılan değişkenler

Çalışmada ele alınan değişkenlere korelasyon analizi uygulandığında elde edilen sonuçlar Tablo 3.2'de verilmiştir.

#### Korelasyonlar

## Correlations

		İssizlik Oranı	İhracat	İthalat	İstihdam Oranı	Enflasyon	Ortalama Çalışma Saati	Yüksek Eğitimli İssizlik Oranı	Hükümet Acığı	Sanayideki İstihdam Oranı	Tarımdaki İstihdam Oranı	Hizmetteki İstihdam Oranı
İssizlik Oranı	Pearson Correlation	1	-.128	-.106	-.353	-.157	.159	<b>,935**</b>	-.181	-.174	.342	-.145
	Sig. (2-tailed)		.491	.571	.052	.398	.393	.000	.331	.351	.060	.437
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
İhracat	Pearson Correlation	-.128	1	<b>,989**</b>	<b>-,366*</b>	-.314	-.112	-.210	.169	<b>,390*</b>	-.157	.116
	Sig. (2-tailed)	.491		.000	.043	.085	.549	.257	.364	.030	.398	.534
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
İthalat	Pearson Correlation	-.106	.989**	1	-.338	-.281	-.092	-.195	.131	<b>,422*</b>	-.134	.131
	Sig. (2-tailed)	.571	.000		.063	.126	.623	.292	.484	.018	.472	.483
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
İstihdam Oranı	Pearson Correlation	-.353	-.366*	-.338	1	-.067	<b>-,400*</b>	<b>-,387*</b>	.063	.004	<b>-,382*</b>	-.036
	Sig. (2-tailed)	.052	.043	.063		.719	.026	.031	.737	.034	.034	.848
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Enflasyon	Pearson Correlation	-.157	-.314	-.281	-.067	1	.136	.024	.256	.011	<b>,504**</b>	.261
	Sig. (2-tailed)	.398	.085	.126	.719		.467	.899	.165	.952	.004	.156
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Ortalama Çalışma Saati	Pearson Correlation	.159	-.112	-.092	-.400*	.136	1	.282	-.015	.185	<b>,655**</b>	.283
	Sig. (2-tailed)	.393	.549	.623	.026	.467		.125	.936	.320	.000	.123
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Yüksek Eğitimli İssizlik Oranı	Pearson Correlation	.935**	-.210	-.195	-.387*	.024	.282	1	-.030	-.205	<b>,508**</b>	-.112
	Sig. (2-tailed)	.000	.257	.292	.031	.899	.125		.871	.269	.004	.548
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Hükümet Acığı	Pearson Correlation	-.181	.169	.131	.063	.256	-.015	-.030	1	.032	.211	-.079
	Sig. (2-tailed)	.331	.364	.484	.737	.165	.936	.871		.865	.254	.674
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Sanayideki İstihdam Oranı	Pearson Correlation	-.174	.390*	.422*	.004	.011	.185	-.205	.032	1	.193	<b>,595**</b>
	Sig. (2-tailed)	.351	.030	.018	.961	.952	.320	.269	.865		.297	.000
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Tarımdaki İstihdam Oranı	Pearson Correlation	.342	-.157	-.134	-.382*	.504**	.655**	.508**	.211	.193	1	.269
	Sig. (2-tailed)	.060	.398	.472	.034	.004	.000	.004	.254	.297		.143
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Hizmetteki İstihdam Oranı	Pearson Correlation	-.145	.116	.131	-.036	.261	.283	-.112	-.079	.595**	.269	1
	Sig. (2-tailed)	.437	.534	.483	.848	.156	.123	.548	.674	.000	.143	
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

\*\* . Korelasyonlar %1 anlamlılık düzeyinde önemlidir.

\* . Korelasyonlar %5 anlamlılık düzeyinde önemlidir.

**Tablo 3. 2** Değişkenler arasındaki korelasyonlar

Tablo 3.2’de verilen değişkenler arası ilişkiler incelendiğinde, işsizlik oranı ile yüksek eğitime sahip bireylerdeki işsizlik oranı arasında aynı yönde ve yüksek anlamlı ilişki bulunduğu görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre işsizlik oranı, ortalama çalışma saati, yüksek eğitimli işsizlik oranı ve tarımdaki istihdam oranıyla pozitif ilişkiyle diğer değişkenlerle negatif yönlü bir ilişkiye sahiptir.

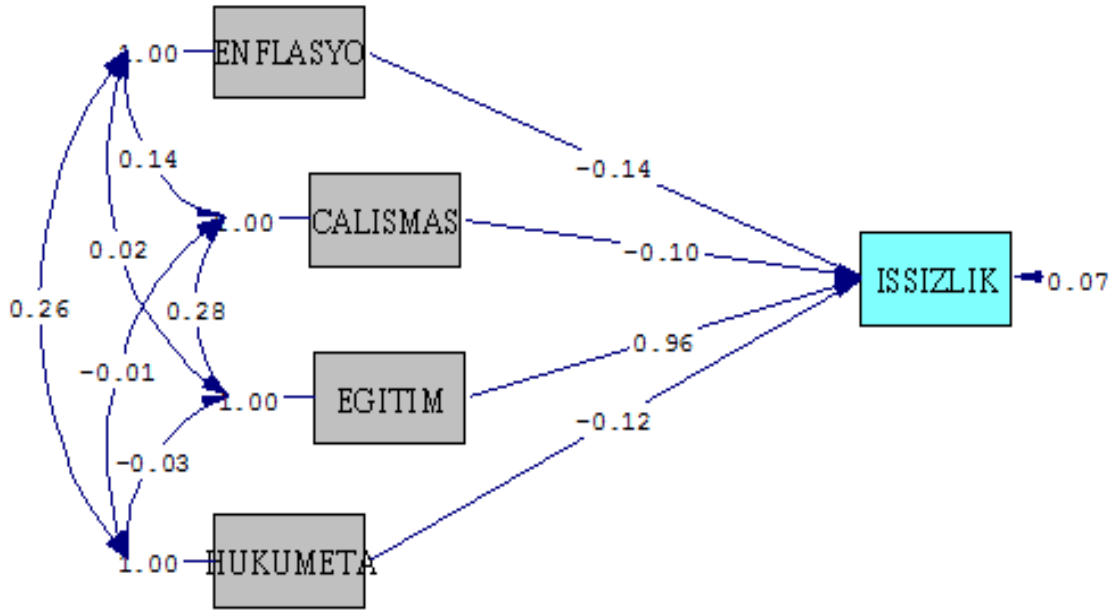
İşsizlik oranı ve enflasyon oranı arasında aynı yönlü bir ilişki beklenirken, korelasyon matrisi incelendiğinde bu durumun gerçekleşmediği gözle çarpılmaktadır. Yani enflasyon oranı arttıkça, işsizlik oranının da artması beklenir. Uzun dönemde enflasyon ve işsizlik oranı arasında pozitif ilişki olmasına rağmen kısa dönemde negatif bir ilişki vardır.

İşsizlik oranı ile istihdam oranı, sanayideki ve hizmetteki istihdam oranı arasında negatif yönlü ilişki vardır. Fakat korelasyon matrisi incelendiğinde tarımdaki istihdam oranı ile

işsizlik oranı arasında pozitif ilişki olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi işsizliğin yüksek eğitilmiş bireylerden kaynaklanmıyor olmasıdır. Bunun bir nedeni yüksek eğitime sahip bireylerin büyük çoğunluğunun sanayi veya kamu sektöründe çalışmayı istemesi olarak düşünülebilir. Ayrıca bir ülkedeki istihdamın tarımdaki yüzdesinin artması, sanayi ve devletteki payının azalması demektir. Bu sebeplerden tarımdaki istihdamın artması işsizlik oranının artmasına neden olacaktır.

Analizde ele alınan sebep-sonuç değişkenleri arasında sadece doğrudan etkilerin bulunmaması, dolaylı etkilerin de olabileceği düşüncesiyle verilere path analizi uygulanmasının daha doğru sonuçların elde edilmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

Path analizinde enflasyon oranı, ortalama çalışma saati, yüksek eğitilmiş bireylerdeki işsizlik oranı ve hükümetteki cari açık sebep değişkenleri ile sonuç değişkeni arasında korelasyonun bulunduğu diyagram oluşturulmuştur.



Ki-Kare Serbestlik D.= 0.00, df=0, p-değeri.= 1.00000, RMSEA=0.000

**Şekil 3. 2** Path Analizi ile Elde Edilen Standartlaştırılmış Sonuçlar

Şekil 3.2’de verilen path diyagramında Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (Root Mean Square Error of Approximation, “RMSEA”) ve p değerine göre oluşturulan path diyagramının anlamlı olduğu söylenebilir. Diyagram incelendiğinde elde edilen sonuç

değişkeni ile sebep değişkenleri arasındaki dolaylı ilişkinin doğrudan ilişkilerden fazla olduğu ve yüksek ilişkinin büyük bir kısmının dolaylı etkilerden kaynaklandığı görülmektedir.

Şekil 3.2'deki diyagramdan elde edilen dolaylı ve doğrudan etkiler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

	Etki Değerleri	Toplam Etkideki Payı %
Enflasyonun Doğrudan Etkisi	-0,14	% 78
Çalışma Saati Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,14)*(-0,10)=-0,014$	% 8
Yüksek Eğitimli İşsizlik Oranı Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,96)*(0,02)=0,0192$	% 10
Cari Açık Oranı Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,26)*(-0,12)=-0,0072$	% 4
Toplam Etki	-0,1732	

**Tablo 3. 3** Enflasyon Oranının İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi

Tablo 3.3'e göre enflasyon oranı değişkeninin işsizlik oranı üzerindeki etkisinin % 78'inin doğrudan, %22'sinin ise diğer bağımsız değişkenlerle dolaylı etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

	Etki Değerleri	Toplam Etkideki Payı %
Çalışma Saati Doğrudan Etkisi	-0,10	% 25
Enflasyon Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,14)*(-0,14)=-0,0196$	% 5
Yüksek Eğitimli İşsizlik Oranı Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,96)*(0,28)=0,2688$	% 67
Cari Açık Oranı Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(-0,01)*(-0,12)=0,012$	% 3
Toplam Etki	0,1504	

**Tablo 3. 4** Yıllık Ortalama Çalışma Saatinin İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi

Tablo 3.4'e göre yıllık ortalama çalışma saati değişkeninin işsizlik oranı üzerindeki etkisinin %25'inin doğrudan, %75'inin ise diğer bağımsız değişkenlerle dolaylı etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

	Etki Değerleri	Toplam Etkideki Payı %
Yüksek Eğitimli İşsizlik Oranının Doğrudan Etkisi	0,96	% 96,3
Enflasyon Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,02)*(-0,14)=-0,0028$	% 0,3
Çalışma Saati Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,28)*(-0,10)=-0,028$	% 3
Cari Açık Oranı Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(-0,03)*(-0,12)=0,0036$	% 0,4
Toplam Etki	0,9328	

**Tablo 3. 5:** Yüksek Eğitimli İşsizlik Oranının İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi

Tablo 3.5'e göre yüksek eğitimli bireylerin işsizlik oranı değişkeninin işsizlik oranı üzerindeki etkisinin %96'sının doğrudan, %4'ünün ise diğer bağımsız değişkenlerle dolaylı etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

	Etki Değerleri	Toplam Etkideki Payı %
Cari Açık Oranının Doğrudan Etkisi	-0,12	% 64
Enflasyon Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,26)*(-0,14)=-0,0364$	% 20
Çalışma Saati Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(0,01)*(-0,10)=-0,001$	%0,5
Yüksek Eğitimli İşsizlik Oranı Üzerinden Dolaylı Etkisi	$(-0,03)*(0,96)= -0,0288$	% 15,5
Toplam Etki	-0,1862	

**Tablo 3. 6** Cari Açığın İşsizlik Oranı Üzerindeki Etkisi

Tablo 3.6'ya göre cari açık oranı değişkeninin işsizlik oranı üzerindeki etkisinin %64'ünün doğrudan, %36'sının ise diğer bağımsız değişkenlerle dolaylı etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

Bu bölümde ülkelerin işsizlik oranına etki eden sebep-sonuç değişkenleri ele alınarak path analizi uygulanmıştır. Korelasyon analizi sonucunda yüksek ilişki bulunan değişkenler arasındaki ilişkilerin büyük bir çoğunluğunun sebep değişkenleri arasındaki dolaylı etkilerden kaynaklandığı path analizi ile görülmüştür. Bölüm 4'te; Path analizi sonucu belirlenen değişkenler kullanılarak gelecekte gerçekleşmesi beklenen 24 aylık işsizlik oranı tahmin edilecektir.



## 4. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay zeka, genel itibariyle bir bilgisayarın öğrenmesi, akıl yürütmesi ve kendini geliştirmesi gibi insan zekası ile doğrudan bağlantılı işlevleri yerine getirme becerisi olarak tanımlanabilir. Yapay zekanın kapsamında desen tanıma, sürecin kontrolü, makine öğrenmesi, sistem uzmanlıkları, bilişsel öğrenme, yapay sinir ağları(YSA) ve genetik algoritmalar gibi geniş bir konu başlıkları zinciri bulunur[47].

Yapay zeka, gerçek yaşamın içindeki sistemlerin mekanizmalarını anlamaya ve davranışını öngörmeye çalışan ve bu işleyişi açıklamayı temel amaç olarak kabul eden bir teknolojidir. Yapay zeka ve makine öğrenmesinde kendine yer bulan yöntemlerden biri de YSA'dır. YSA temel bilimler dışında, mühendislik, tıp, ekonomi ve finansal yönetim, istatistik ve ekonometri gibi bilim dallarında da yaygın olarak kullanılmaktadır[48][49][50].

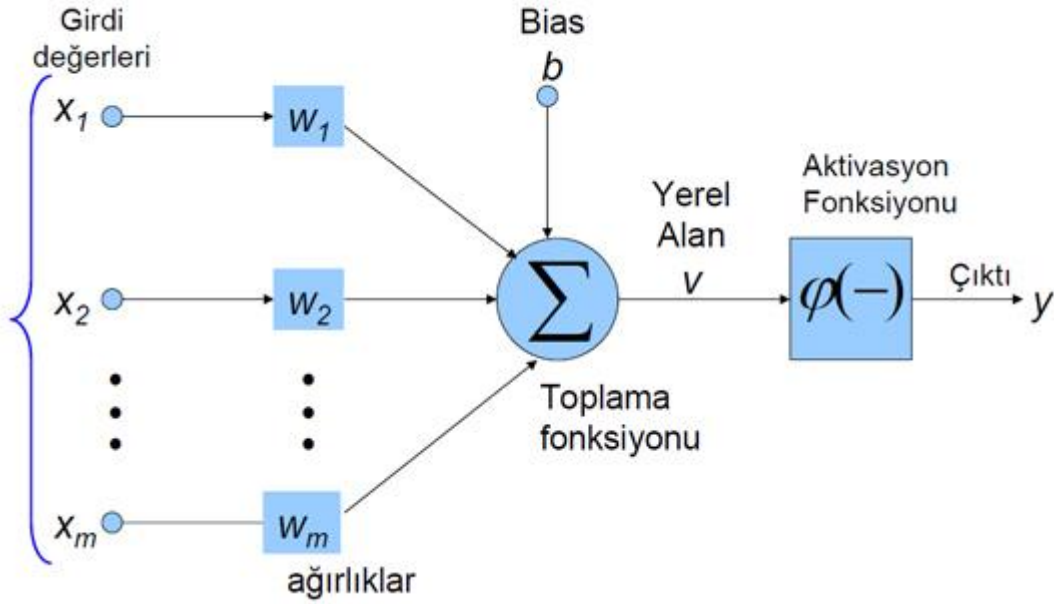
YSA kullanımına artan ilginin nedenleri arasında, mevcut kullanımdaki unsurların hareketleri üzerine önceden varsayımlar yapmaya gerek duymaksızın veriler arasındaki gizli ilişkileri benzetme becerileri bulunmaktadır. En temel örnekler; veri yapısını öğrenebilme, bulanık veya sağlıklı derlenmemiş verilerle başa çıkabilme ve kendi modelini doğrusal olmayan sistemlere başarıyla uyarılma yeteneğidir[51].

Tezin bu bölümünde, YSA analizinin temel yapısı, YSA'nın uygulama adımları, YSA'nın ekonomik analizlerde ve zaman serilerinde öngörüselle kullanımı incelenmektedir.

### 4.1. Yapay Sinir Ağları Tekniğinin Temel Yapısı

Bir sinir ağının oluşturulmasındaki temel fikir, inanılmaz bir veri işleme kapasitesine sahip insan beyninin yapısında saklıdır. İnsanın sinir sistemi, nöron olarak adlandırılan çok sayıda küçük hücreden meydana gelmektedir. Bu nöronlar tüm veri iletimini sağlamak üzere birbirine bağlanır ve sinyaller sinaps adı verilen hücreler arası boşluklardan iletilir. Gelen sinyallerin oluşturduğu değer sınır değerine ulaştığı anda, bu sinyal diğer sinir hücrelerine gönderilir. Sinir hücreleri arasındaki iletişimin bu yapısı YSA ile matematiksel olarak tanımlanabilir. Haykin[52] çalışmasında, biyolojik sinir hücrelerinin işleyişi ile matematiksel YSA modelleri arasındaki ilişkiyi ayrıntılı olarak anlatmaktadır.

İnsanın sinir sistemindeki bir nöronu temsil eden her bir düğüm YSA'nın temel unsurudur. Sinir ağlarına dışarıdan bilgi sağlayan düğümlere, girdi düğümleri denir. Çıktı düğümleri sinir ağlarında sonuçların üretildiği yerdir. Girdi veya çıktı katmanında olmayan düğümler, saklı katmanda yer alan ara düğümlerdir, başka bir ifadeyle gizli düğümlerdir.



Şekil 4. 1 Yapay Sinir Ağlarında Hücre Yapısı

Bir yapay sinir ağı hücresi beş ana katmandan oluşmaktadır;

- Girdi Katmanı
- Ağırlık Katmanı
- Toplama(Birleştirme) Fonksiyonu
- Aktivasyon Fonksiyonu
- Çıktı Katmanı

**Girdi Katmanı:** Nöronlara gelen her türden veriye girdi adı verilir. Bir YSA hücresine girdiler, başka bir YSA hücresinden gelebileceği gibi tamamen dış kaynaklı olarak da gelebilir. Girdi katmanına gelen tüm veriler tıpkı biyolojik bir sinir hücresindeki sürece paralel olarak toplanmak için nöronun merkezine gönderilir.

**Ağırlık Katmanı:** YSA hücresine gelen girdiler nöron merkezine gönderilmeden önce geldikleri kaynak bağlantılarının ağırlıklarıyla çarpılır. Bu yöntem sayesinde her bir girdinin üretilen çıktı üzerindeki etkisi değiştirilebilmektedir. Örneğin bu ağırlık sıfır olarak da verilebilir ve bu sıfır ağırlıklı girdilerin üretilen çıktıya herhangi bir etkisi olmaz.

**Toplama(Birleştirme) Fonksiyonu:** Toplama(birleştirme) fonksiyonu, bir YSA hücresine kendi ağırlıklarıyla çarpıldıktan sonra gelen girdileri toplayarak o hücreye ait net girdileri hesaplayan bir fonksiyondur.

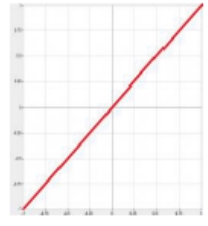
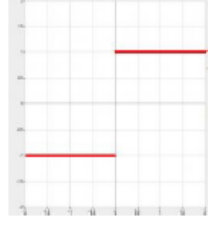
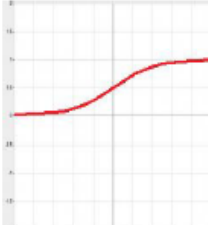
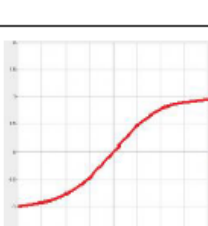
Kimi zaman girdilerin değeri önem arz ederken kimi zaman ise girdilerin sayısı önemli olabilmektedir. Araştırmalarda problem için kullanılması gereken toplama fonksiyonunun

belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş kesin bir yöntem yoktur ve her zaman tüm hücrelerin toplama fonksiyonunun aynı olması gerekmez. Bu hususlarda karar, araştırmacının kendisine aittir.

Toplam $Net = \sum_{i=1}^N X_i * W_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve bulunan değerler birbirleriyle toplanarak Net girdi hesaplanır.
Çarpım $Net = \prod_{i=1}^N X_i * W_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve daha sonra bulunan değerler birbirleriyle çarpılarak Net Girdi Hesaplanır.
Maksimum $Net = \text{Max}(X_i * W_i)$	n adet girdi içinden ağırlıklar girdilerle çarpıldıktan sonra içlerinden en büyüğü Net girdi olarak kabul edilir.
Minimum $Net = \text{Min}(X_i * W_i)$	n adet girdi içinden ağırlıklar girdilerle çarpıldıktan sonra içlerinden en küçüğü Net girdi olarak kabul edilir.
Çoğunluk $Net = \sum_{i=1}^N \text{Sgn}(X_i * W_i)$	n adet girdi içinden girdilerle ağırlıklar çarpıldıktan sonra pozitif ile negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin net girdisi olarak kabul edilir.
Kümülatif Toplam $Net = \text{Net}(\text{eski}) + \sum_{i=1}^N X_i * W_i$	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır. Daha önce hücreye gelen bilgilere yeni hesaplanan girdi değerleri eklenerek hücrenin net girdisi hesaplanır.

**Tablo 4. 1** Bazı Toplama(Birleştirme) Fonksiyonları[23]

**Aktivasyon Fonksiyonu:** Aktivasyon fonksiyonu, YSA hücresine gelen net girdileri işler ve hücrenin bu girdilerin sonucunda üretmesi gereken çıktıyı belirler. Aktivasyon fonksiyonunun seçiminde genel olarak doğrusal olmayan fonksiyonlara yer verilir. Doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonları sayesinde YSA'nın da doğrusal olmama özelliği bulunmaktadır. Aktivasyon fonksiyonunun türevinin kolay hesaplanabilir olması da seçim yapılırken dikkat edilmesi gereken bir konudur. Bu seçim yapılırken, geri beslemeli ağlarda aktivasyon fonksiyonunun türevi hesaplandığından, sürecin gecikmemesi göz önünde bulundurulur. Güncel araştırmalarda büyük ölçüde yer verilen “Çok Katmanlı Algılayıcı” modelinde yaygın biçimde aktivasyon fonksiyonu için “Sigmoid fonksiyonu” kullanılır[53].

Doğrusal (Lineer) Aktivasyon Fonksiyonu		$F(Net)=A \cdot NET$ (A sabit bir sayı)	Doğrusal problemler çözmek amacıyla aktivasyon fonksiyonu doğrusal bir fonksiyon olarak seçilebilir. Toplama fonksiyonundan çıkan sonuç, belli bir katsayı ile çarpılarak hücrenin çıktısı olarak hesaplanır.
Adım (Step) Aktivasyon Fonksiyonu		$F(Net)= \begin{cases} 1 & \text{if } Net > \text{Eşik Değer} \\ 0 & \text{if } Net \leq \text{Eşik Değer} \end{cases}$	Gelen Net girdinin belirlenen bir eşik değerinin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerini alır.
Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu		$F(Net)= \frac{1}{1+e^{-Net}}$	Sigmoid aktivasyon fonksiyonu sürekli ve türevi alınabilir bir fonksiyondur. Doğrusal olmayışı dolayısıyla yapay sinir ağı uygulamalarında en sık kullanılan fonksiyondur. Bu fonksiyon girdi değerlerinin her biri için 0 ile 1 arasında bir değer üretir.
Tanjant Hiperbolik Aktivasyon Fonksiyonu		$F(Net)= \frac{e^{Net} + e^{-Net}}{e^{Net} - e^{-Net}}$	Tanjant hiperbolik fonksiyonu, sigmoid fonksiyonuna benzer bir fonksiyondur. Sigmoid fonksiyonunda çıkış değerleri 0 ile 1 arasında değişirken hiperbolik tanjant fonksiyonunun çıkış değerleri -1 ile 1 arasında değişmektedir.
Eşik Değer Fonksiyonu		$F(Net)= \begin{cases} 0 & \text{if } Net \leq 0 \\ Net & \text{if } 0 < Net < 1 \\ 1 & \text{if } Net \geq 1 \end{cases}$	Gelen bilgilerin 0 dan küçük-eşit olduğunda 0 çıktısı, 1 den büyük-eşit olduğunda 1 çıktısı, 0 ile 1 arasında olduğunda ise yine kendisini veren çıktılar üretilebilir.
Sinüs Aktivasyon Fonksiyonu		$F(Net) = \sin(Net)$	Öğrenilmesi düşünülen olayların sinüs fonksiyonuna uygun dağılım gösterdiği durumlarda kullanılır.

**Tablo 4. 2** Aktivasyon Fonksiyonları[23]

**Çıktı Katmanı:** Aktivasyon fonksiyonundan alınan sonuç YSA hücresinin çıktı değeri olmaktadır. Bu değer istenirse kurulan YSA modelinin çıktısı olarak alınabilir, istenirse de bu değere yeni girdi olarak tekrar ağı içinde yer verilebilir. Her bir hücrenin fazla sayıda girdisi olabilirken tek bir çıktısı bulunmaktadır. Bu çıktı sayı sınırı olmaksızın herhangi bir hücreye yeniden bağlanabilir[53].

## 4.2. Yapay Sinir Ağları Mimarisi

Sinir Ağları, düğümlerin yapıları ve bağlantıları arasındaki farklılıklara göre sınıflandırılmaktadır[54]. Sınıflandırma genel olarak “ileri beslemeli sinir ağları” ve “geri beslemeli sinir ağları” şeklindedir. Bu sınıflandırma sinirlerin iletişimindeki bağlantıların ya da ağ içindeki işaretlerin doğrultularına göre yapılır. Bir ağ, yönlendirilmiş çevrimler içermiyorsa, ileri beslemeli ağ olarak sınıflandırılır veya bu tür çevrimler içeriyorsa tekrar eder veya geri beslemeli sinir ağı olarak sınıflandırılır.

“İleri beslemeli ağlarda işlemci elemanlar genellikle katmanlara ayrılmışlardır. İşaretler, girdi katmanından çıktı katmanına tek yönlü bağlantılarla iletilir. İleri beslemeli YSA’da, hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı, dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan orta (gizli) katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, orta ve çıkış katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir”[55]

### 4.2.1. Tek Katmanlı İleri Beslemeli Ağlar

Bir sinir ağındaki düğümler katmanlar vasıtasıyla düzenlenir[56]. Bir katmanın en basit biçiminde, nöronların çıktı katmanına(hesaplama düğümleri) projelendiren kaynak düğümlerinin giriş katmanı vardır. Bilgiler girdi katmanından çıktı katmanına bir yönde akar. Bu ağa, tek katmanın, ağın çıkış katmanını temsil ettiği tek katlı bir ileri besleme ağı denir[52]. Tek katmanlı ileri beslemeli ağ, çıktı katmanı doğrusal bir aktivasyon fonksiyonu kullandığında doğrusal regresyon modeline karşılık gelir.

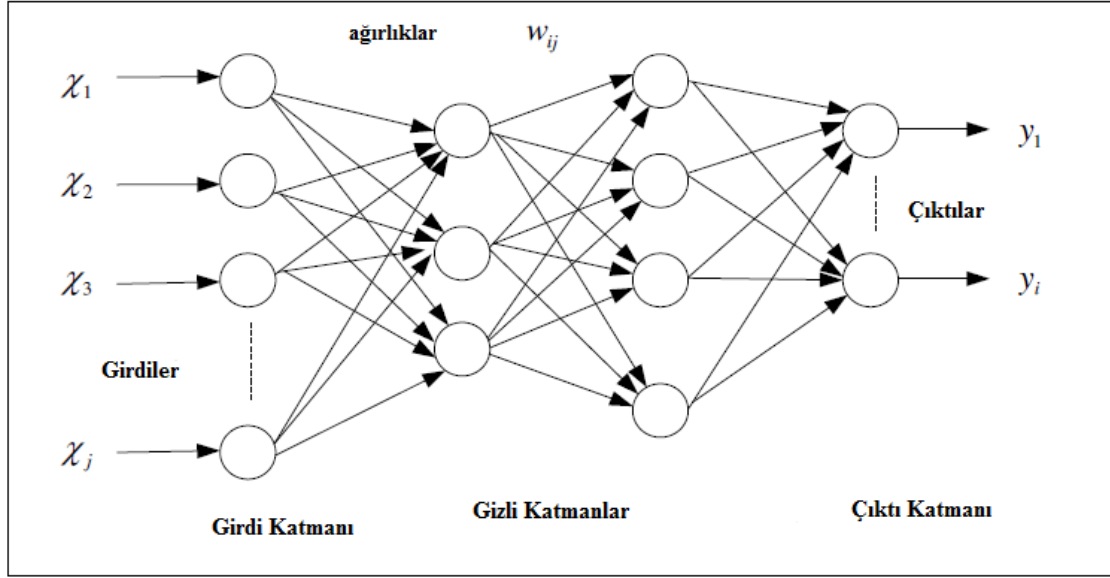
### 4.2.2. Çok Katmanlı ve İleri Beslemeli Ağlar

Çok katmanlı ileri beslemeli bir sinir ağı, mantıksal olarak iki veya daha fazla katmana yerleştirilen bir dizi nörondan oluşur[57]. Girdi katmanı ve çıktı katmanlarına ek olarak, hesaplama düğümlerine gizli nöronlar veya gizli birimler adı verilen bir veya daha fazla gizli katman vardır.

Aktivasyon fonksiyonları ile gizli birimler, gözlemlenen sistemdeki doğrusal olmayan yapıları yakalamak için kullanılır[58]. Gizli düğümlerin doğrusal olmayan yapıları çıkarma yeteneği, incelenen sistem karmaşık olduğunda, girdi katmanının boyutu büyük olduğunda ve girdi ve çıktı birimleri arasındaki temel ilişkinin belirlenemediği durumlarda oldukça değerlidir.

Çok katmanlı ileri beslemeli ağlardaki işlem, giriş katmanından ikinci kata sinyallerin gönderilmesiyle başlar - ilk gizli katman, sinyaller ikinci katmanda işlenir ve ikinci gizli

katmanın çıktıları bir sonraki katmanın girdileri olarak kullanılır. Çıktı katmanındaki nöronların sinyal seti, ağıın genel tepkisini oluşturur. Şekil 4.2, iki gizli katmana sahip olan çok katmanlı bir ileri besleme ağıını göstermektedir.



Şekil 4. 2 Çok Katmanlı ve İleri Beslemeli Sinir Ağları[52]

Çok Katmanlı ve ileri beslemeli sinir ağları içerisinde özellikle bir gizli katmanlı ileri beslemeli ağ türü, literatürde en çok kullanılan model biçimidir[57]. Bir gizli katmanlı ileri beslemeli ağların popülerliği, bu ağların evrensel kestirimciler olması gerçeğinden kaynaklanmaktadır[16].

### 4.3. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme

Yapay sinir ağlarının kendini organize edebilme ve bunun neticesinde öğrenebilme yetenekleri vardır. Kendisine yeni gösterilen durumlara uyarlanmış olması ve devamlı yenilenen olayları da öğrenebilmesi olasıdır ve bilgi, ağıya yayılmaktadır. Yani, ağıın tamamı keşfettiğı olayın bütününi karakterize edebilmektedir.

Yapay sinir ağlarının eğitilebilmesi için eldeki örnekler ağıya gösterilir, ardından ağ kendi etüt prensibi içinde örnekte meydana gelen olaylar arasındaki ilişkileri oluşturur. Ağı eğitmek amacıyla olayları tanımlayacak veriler iki farklı grupta değerlendirilir. İki farklı setten birincisi ağıın öğrenmesini sağlayacak olan **eğitim veri seti** diğeri ise performansın test edilmesi için kullanılan **test veri seti**dir. Ağlar önce eğitim veri seti ile eğitilir. Ardından ağıya daha önce sunulmamış örnekleri içeren test/deneme setindeki örnekler sunulur ve ağıın verdiği cevaplar denetlenerek performansı test edilir. Ağ, bu test veri setine kabul edilebilir doğrulukta yanıt veriyor ise performansının yüksek olduğu kabul edilir.

Yapay sinir ağlarında yapılan tüm bilgiler, öğrenme süreci tarafından belirlenen nöronlar arasındaki arabağlantı ağırlıkları ile kodlanır. Bir ağırlık, bir eğitim dönemi boyunca bağlı özellikler, kavramlar, önermeler veya olaylar arasındaki ilişkinin gücünü temsil eder. Sinir ağı, arabağlantı ağırlıklarının uygun şekilde değiştirildiği eğitim aşamasında uyarılma yoluyla öğrenir. Bu nedenle, öğrenme, ağırlıkların değiştirilmesi olarak basitçe tanımlanabilir, böylece gerekli performans kriterlerine göre gerçekleştirilir[52].

Temelde bir sinir ağını eğitilebilmek için üç öğrenme türü vardır. "Denetimli öğrenme"de, bir öğretmenin veya amirin var olduğu ve bu denetçinin ağı eğitmek için istenen çıktılarıyla ağa bir dizi girdi örneği sunduğu varsayılmaktadır[57].

İkinci temel öğrenme yöntemi "denetlenmeyen öğrenme" dir. Bununla birlikte, kontrolsüz öğrenme girdileri sağlanırken, bu girdilere karşılık gelen çıktılar ağa verilmemektedir. Bu tip öğrenmede varsayım, her bir girdinin çeşitli sınıflardan birinden kaynaklandığı ve ağ çıktılarının, girdisinin bulunduğu sınıfın bir tanımlaması olduğudur. Denetimsiz öğrenme yöntemi, özellikle sınıflandırma problemlerine uygulanabilir.

Üçüncü öğrenme türü, denetlenen öğrenme ve denetimsiz öğrenmenin bir birleşimi olan takviyeli veya pekiştirmeli öğrenme olarak da bilinen "hibrid öğrenme"dir.

Sinir ağlarında öğrenme, öğrenme algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilir. Öğrenme algoritmaları, çoğu durumda bir hata fonksiyonu olan bir maliyet fonksiyonunu en aza indirgeyerek, ağ çıktısı ile hedef çıktısı arasındaki farkları azaltmayı amaçlamaktadır. Denetimli öğrenme algoritmasının en popüler türü geri yayılma algoritmasıdır ve bu algoritma ile gerçekleştirilen öğrenme sürecine (backpropagation) geri yayılma öğrenmesi denir.

Geri yayımlı öğrenme, ağın farklı katmanlarına iki geçişten oluşur: ileriye geçiş ve geri geçiş. İleriye doğru geçişte, eğitim setinden seçilen bir aktivite paterni (giriş vektörü) ağa uygulanır ve etkisi tabaka yoluyla ağ tabakası boyunca yayılır. Son olarak, ağın asıl yanıtı olarak bir dizi çıktı üretilir. İleri geçiş sırasında ağın ağırlıkları sabittir. Geriye doğru geçiş sırasında, ağırlıkların hepsi bir hata minimizasyon kuralına göre ayarlanır. Bir hata sinyali üretmek için şebekenin gerçek cevabı istenen hedef yanıtta çıkarılır. Bu hata sinyali ağ üzerinden ağırlıkların yönüne karşı yayılır. Arabağlantı ağırlıkları ağın gerçek cevabının istatistiksel anlamda istenen yanıtta daha yakın olmasını sağlamak için ayarlanır[52]. Basitçe, geri yayılım algoritmasında ağırlıkları, tüm eğitim paternlerinde toplam hata önceden belirlenmiş tolerans seviyesinin altına düşene kadar sürekli olarak değiştirilir. Bu ağırlık güncellemelerinin etkisinin yavaş yavaş tüm girdi desenlerindeki ortalama karesel

hatayı asgariye indirdiği kanıtı, geri yayılım öğrenme algoritmasının hata fonksiyonunun gradyan inişini (gradient descent) gerçekleştirmesine bağlıdır.

Geri yayılım algoritması ilk geçişle başlar. Ağın ağırlıkları başlatılır ve eğitim setindeki girdi düzenleri, ilk geçişte ağ üzerinden gönderilir.

Gizli düğümlerin net değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$v_j^\mu = f\left(\sum_k w_{jk}^1 * x_k^\mu\right) \quad (8)$$

i'inci çıktı düğümünden gelen çıkış sinyali j'inci gizli düğümünden i'inci çıktı düğümüne giden girdi sinyali olarak Eş. 8 kullanılarak hesaplanır. Eş. 9 i'inci çıktı düğümünden çıkış sinyalinin matematik formülasyonunu verir.

$$y_i^\mu = f\left(\sum_j w_{ij}^2 * v_j^\mu\right) = f\left(\sum_j w_{ij}^2 * f\left(\sum_k w_{jk}^1 * x_k^\mu\right)\right) \quad (9)$$

Yukarıda verilen formüllerde “f” aktivasyon fonksiyonu, “y<sub>i</sub>” i'inci çıktıyı, “x<sub>k</sub>” k'ıncı girdiyi, “v<sub>j</sub>” gizli katman düğümlerini w<sub>jk</sub><sup>1</sup> ve w<sub>ij</sub><sup>2</sup> girdi ve çıktı katmanları arasındaki ağırlıkları ifade etmek için kullanılır ve “μ” p sayıdaki girdi paternlarından oluşan deneme setindeki girdi paternleri için kullanılır.

Eş. 9'da verilen formülasyon yan terimini içermez. Yan terimi formüle eklendiğinde, çıktı sinyali aşağıdaki gibidir:

$$y_i^\mu = f\left(w_{oi}^2 + \sum_j w_{ij}^2 * v_j^\mu\right) = f\left(w_{oi}^2 + \sum_j w_{ij}^2 * f\left(w_{ok}^1 + \sum_k w_{jk}^1 * x_k^\mu\right)\right) \quad (10)$$

Geri yayılım algoritmasının ilk geçişi, ağın gerçek cevabı olan çıktı sinyallerinin hesaplanması ile tamamlanır. İkinci geçişte, ağın gerçek yanıtı, giriş modelinin hedef değerleri ile karşılaştırılır. Ağın ağırlıkları, hedef değerler ve gerçek ağ yanıtı arasındaki farkı en aza indirmeyi hedefleyen bir hata minimizasyon kuralına göre uyarlanır. Kareli hataların toplamı Eş. 11'de verilen geri yayılım öğrenmesinde en popüler performans ölçüsüdür.

$$E = \frac{1}{2} \sum_{\mu i} (o_i^\mu - y_i^\mu)^2 \quad (11)$$

Çıktı katmanından elde edilen hata ağa geri yayılımlıdır ve hata terimine olan bireysel katkıları doğrultusunda ağırlıklar yeniden hesaplanır. Ağırlıkları güncellemek için gradyan

iniş algoritması kullanılır. Eş. 12 hata fonksiyonunun bilinmeyen ağırlıklar  $w_{jk}^1$  ve  $w_{jk}^2$  'nın bir fonksiyonu olduğunu ortaya çıkarır.

$$E = \frac{1}{2} \sum_{\mu} \left( o_i^{\mu} - f \left( \sum_j w_{ij}^2 * f \left( \sum_k w_{jk}^1 * x_k^{\mu} \right) \right) \right)^2 \quad (12)$$

Dolayısıyla, hata fonksiyonunun bir ağırlığa göre kısmi türevi, bu ağırlığa göre hata fonksiyonunun değişim oranını (hata fonksiyonunun eğimi) temsil eder. Ağırlıkları bu eğimden aşağıya doğru hareket ettirmek, hata fonksiyonunda bir azalmaya neden olur. Bu nedenle, hata fonksiyonunun kısmi türevi ağırlıklara göre hesaplanır ve daha sonra hata fonksiyonu artık azalmayana kadar ağırlıklar değişir[59]. Ağırlıktaki değişimin matematiksel gösterimi şu şekilde verilir:

$$\Delta w_{ij}^2 = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}^2} \quad (13)$$

$\eta$  terimi, geri yayılım algoritmasının öğrenme hızı parametresi olarak bilinir. Eksi işareti, ağırlık aralığında eğim inişini hesaplar, ağırlık değişiminde bir yön arar ve hata gidermeyi en aza indirir.

Hata terimi aşağıdaki şekilde de ifade edilebilir:

$$-\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}^2} = -\eta \sum_{\mu} (o_i^{\mu} - y_i^{\mu}) * f' \left( \sum_j w_{ij}^2 * v_j^{\mu} \right) * v_j^{\mu} \quad (14)$$

Ağırlıklardaki değişim Eş. 15'teki gibi de ifade edilebilir.

$$\Delta w_{ij}^2 = -\eta \sum_{\mu} \delta_i^{\mu} * v_j^{\mu} \quad (15)$$

Burada

$$\delta_i^{\mu} = (o_i^{\mu} - y_i^{\mu}) * f' \left( \sum_j w_{ij}^2 * v_j^{\mu} \right) \quad (16)$$

şeklindedir ve bir sonraki ağırlık

$$w_{ij}^2(t+1) = w_{ij}^2(t) + \Delta w_{ij}^2 \quad (17)$$

olarak bulunur. Gizli katman ile girdi katmanı arasındaki ağırlıklar benzer bir biçimde güncellenir:

$$\Delta w_{jk}^1 = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{jk}^1} = -\eta \sum_{\mu} \frac{\partial E}{\partial v_j^{\mu}} * \frac{\partial v_j^{\mu}}{\partial w_{jk}^1} \quad (18)$$

Zincir kuralını genişleterek;

$$\partial w_{jk}^1 = -\eta \sum_{\mu} (o_i^{\mu} - y_i^{\mu}) * f' \left( \sum_j w_{ij}^2 * v_j^{\mu} \right) * f' \left( \sum_j w_{jk}^1 * x_k^{\mu} \right) * x_k^{\mu} \quad (19)$$

$$\Delta w_{jk}^1 = -\eta \sum_{\mu} \delta_i^{\mu} * w_{ij}^2 * f' \left( \sum_j w_{jk}^1 * x_k^{\mu} \right) * x_k^{\mu} \quad (20)$$

$$\Delta w_{jk}^1 = -\eta \sum_{\mu} \delta_j^{\mu} * x_k^{\mu} \quad (21)$$

Burada

$$\delta_j^{\mu} = f' \left( \sum_j w_{jk}^1 * x_k^{\mu} \right) * \sum_{\mu} w_{ij}^2 \delta_i^{\mu} \quad (22)$$

ve sıradaki ağırlık,

$$w_{jk}^1(t+1) = w_{jk}^1(t) + \Delta w_{jk}^1 \quad (23)$$

olarak bulunur.

Gradyan iniş algoritması için, öğrenme hızı (learning rate)  $\eta$  olarak adlandırılan bir adım boyutu belirtilmelidir. Öğrenme hızı, ağırlıktaki değişikliklerin büyüklüğünü belirler. Daha yüksek öğrenme hızları daha az karmaşık veriler için daha iyi olmakla birlikte, daha karmaşık veri setleri için yüksek boyutlu ivmeli düşük öğrenme hızı kullanılmalıdır. En dik iniş algoritması öğrenme hızına çok duyarlıdır. Daha düşük öğrenme hızları, öğrenme sürecini yavaşlatma eğilimi gösterirken, daha büyük hızlar ağırlık alanında salınmaya neden olabilir. Dahası, en dik iniş, yavaş yakınsama, verimsizlik ve sağlamlık eksikliği(hata fonksiyonunun küresel minimumundan ziyade yerel minimale sıkışma) problemlerine maruz kalmaktadır. Orijinal gradyan iniş algoritmasını iyileştirmenin bir yolu, osilasyon eğilimini en aza indirirken daha hızlı yakınsama elde etmek için daha büyük öğrenme oranları sağlamak için ek bir momentum parametresini eklemektir.

Momentum terimi ağırlık değişim eşitlikleri içerisine dâhil edildiğinde aşağıdaki iki eşitlik bulunur:

$$\Delta w_{jk}^1(n) = -\eta \sum_{\mu} \delta_j^{\mu} * x_k^{\mu} + \alpha \Delta w_{jk}^1(n-1) \quad (24)$$

$$w_{ij}^2(n) = -\eta \sum_{\mu} \delta_j^{\mu} * v_j^{\mu} + \alpha \Delta w_{ij}^2(n-1) \quad (25)$$

Momentum ekleme fikrinin amacı bir sonraki ağırlık değişimini bir önceki ağırlık değişikliği ile hemen hemen aynı yönde yapmak ve böylece daha büyük öğrenme hızlarının salınım etkisini azaltmaktır[60]. Öğrenme hızı ve momentum hızın her ikisi de 0

ile 1 arasında değerler alır. Literatürde öğrenme hızı ve momentum terimi için kullanılan belirli bir değer bulunmamakla birlikte, 0,5 gibi nispeten yüksek bir öğrenme hızıyla başlanması ve momentum hızını arttırırken performans ölçütünün en aza indirildiği öğrenme hızının seçilmesi önerilmektedir.

#### **4.4. Yapay Sinir Ağlarında Tasarım**

Bir sinir ağı oluşturmak, ağı tanımlayan ve ağın öğrenme performansını etkileyen çeşitli parametrelerin ve değişkenlerin belirlenmesini gerektirir. Uygun mimarinin, katmanların sayısının, her katmandaki düğümlerin sayısının ve düğümleri birbirine bağlayan yayların sayısının belirlenmesi kritik bir karardır.

##### **Eğitim seti ve veri setinin belirlenmesi**

Diğer ağ tasarımı kararları, “gizli ve çıktı düğümlerinin aktivasyon işlevlerinin fonksiyonlarının seçimi, eğitim algoritması, veri dönüşümü ve normalleştirme yöntemleri, eğitim ve test setleri ve performans ölçümleridir”[56].

Eğitim veri setinin ve test veri setinin boyutlarının belirlenmesi konusunda literatürde herhangi bir görüş birliği bulunmamaktadır. Çoğu araştırmacı, eğitim, test ve doğrulama setlerini %90'a karşı %10 veya %80'e karşı %20 veya %70'e karşı %30'la seçmektedir[56] ve örneklemin %20'sinin test kümesi olarak örnek dışı tahmin değerlendirmesinde kullanılması gerektiğini önermektedir[50]. Örnek büyüklüğü arttıkça sonuçların doğruluğu daha iyi olur[57], ancak gerçekte örneklem boyutu eldeki verilerle sınırlandırılmıştır[56]. Yeterince geniş bir örneklem ile YSA, verideki karmaşık yapıları modelleyebilir ve doğrusal istatistiksel modellerden daha büyük örneklerden yararlanabilir. YSA'ların, iyi performans göstermeleri için doğrusal modellerin gerektirdiği oranlardan daha büyük bir örnek almaları gerekmez[56]. YSA tahmin modellerinin, örnek büyüklüğü 50'den az olduğunda bile oldukça iyi performans gösterdiğini, ancak doğrusal modellerin tipik olarak daha fazla gereksinim duyduğunu belirtmektedir.

##### **Aktivasyon fonksiyonunun belirlenmesi**

Aktivasyon fonksiyonu, bir düğümün ve bir ağın girdileri ve çıktıları arasındaki ilişkiyi belirler. Genellikle ağa doğrusal olmayanlık getirir. Teorik olarak, herhangi bir türevlenebilir fonksiyon bir aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılabilir, ancak uygulamada yalnızca az sayıda fonksiyon kullanılır. Bunlara sigmoid fonksiyonu, hiperbolik teğet fonksiyonu, sinüs veya kosinüs fonksiyonu ve doğrusal fonksiyon dâhildir. Bunların arasında sigmoid fonksiyon en popüler fonksiyondur.

Bununla birlikte, aktivasyon fonksiyonunun kullanımının belirlenmesinde herhangi bir kısıtlama ve fikir birliği yoktur[56]. Lojistik aktivasyon fonksiyonunun, hedef değerlerin

genellikle ikili olduğu birçok sınıflandırma probleminin çıktı düğümleri için çok uygun olduğu bilinmektedir. Sürekli hedef değerlerini içeren tahmin problemleri için, çıktı düğümleri için doğrusal bir aktivasyon fonksiyonu kullanmak mantıklıdır, ancak lineer çıktı düğümleri olan ileri beslemeli sinir ağları, trend içeren bir zaman serisini modellediği sınırlamaya sahiptir.

### **Gizli düğümlerin ve gizli katmanların belirlenmesi**

Gizli katman ve düğümler, sinir ağlarının önemli bir parçasıdır; çünkü ağların verilerin gizli kalıplarını algılamasına ve girdi ile çıktı değişkenleri arasında doğrusal olmayan haritalama yapmalarına izin verir. Gizli düğümler olmaksızın doğrusal çıktı düğümlerine sahip basit algılayıcılar doğrusal istatistiksel tahmin yöntemlerine eşdeğerdir.

Litaratürdeki çalışmalar, tahmin içeren problemlerin pek çoğunun çözümü için ikiden fazla katmana ihtiyaç duyulmadığını göstermektedir. Masters[57], iki gizli katmanı gerektiren bu problemler ile gerçek yaşamda nadiren karşılaşıldığını belirtmektedir. Uygulamada, ağ kesikliğine sahip bir işlevi öğrenmesi gerektiğinde iki gizli katmana ihtiyaç duyulabilir. Gately[50], tüm problemlerin yaklaşık % 85'inin geri yayımlı bir gizli katman ile eğitilebildiğini belirtmektedir. Geri yayılım temelli tek katmanlı gizli sinir ağı kullanımının popülerliği, bir geri yayılım algoritması ve sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanarak, tek bir gizli katmana sahip sinir ağının herhangi bir sürekli fonksiyona yaklaşmak için yeterli olmasından dolayıdır.

### **Durma kriteri**

Geri yayılım öğrenme süreci, önceden tanımlanmış bir kritere ulaşıldığında durdurulmalıdır. Eğitim, eğitim performansı bir hedef performansa ulaştığında veya belirli bir epok(epoch) değerine ulaşıldığında durdurulur. Haykin[52], geri yayılım algoritmasının, epok başına ortalama kareli hatadaki mutlak değişim oranını yeterince küçük olduğunda , (epok başına %0,1 ile %1 aralığında olduğunda) yakınsamış olarak düşünölebileceğini belirtmiştir.

### **Performans ölçümü**

Literatürde sinir ağlarının doğruluğunu değerlendirmek için kullanılan çeşitli performans ölçümleri bulunmaktadır. Tahmin problemlerinde en sık kullanılan ölçümler Tablo 4.3'te verilmektedir. Performans ölçümleri, ağın performansını değerlendirmek için tek tek veya çift olarak kullanılabilir. Ortalama karesel hata(MSE) literatürde en sık kullanılan performans ölçüsüdür.

#### 4.5. Sinir Ağlarının Kullanım Alanları ve Avantajları

Literatür taraması yapıldığında görülmektedir ki sinir ağları çok farklı alanlarda kullanıma sahiptir ve sayısız uygulama yapılmıştır. İlk sinir ağı çalışması bundan yaklaşık 55 yıl önce yapılmış olsa da popülerliği son 20 yılda artmıştır. Bunun sebebi günümüzde fazla sayıda veriyle hızlı çalışabilecek bilgisayarlara sahip olabilmemiz yani teknolojiye gelişmelerdir. Yapay sinir ağı yöntemi; yüksek öğrenim, araştırma, teknolojik ve endüstriyel gelişmeler üzerine, Bulanık Mantık ile Genetik Algoritmalar metotlarıyla beraber oldukça başarılı bir temel oluşturmaktadır. Farklı her yöntemin kendince üstünlükleri bulunmaktadır ve eskiden çok sayıda veriye ulaşamadığı için benzetim yoluyla uygulamalar yapılmakta iken sinir ağlarının yardımıyla çalışmalar günlük hayata dair gerçek verilerle yapılabilir hale gelmiştir.

YSA'nın reel hayatta kapsamlı biçimde uygulandığı alanlara örnek olarak; kalite kontrol, finansal tahmin, ekonomik tahmin, kredi derecelendirme, laboratuarda yapılan araştırmalar, iflas öngörüsü, petrol ve gaz takibatı, sistem modelleme, meteorolojik yorumlama, parmak izi tanılama, otomatik aygıt denetimleri, kalp fonksiyonları benzeri belirtileri izleme ile değerlendirme uygulamaları verilebilir[61].

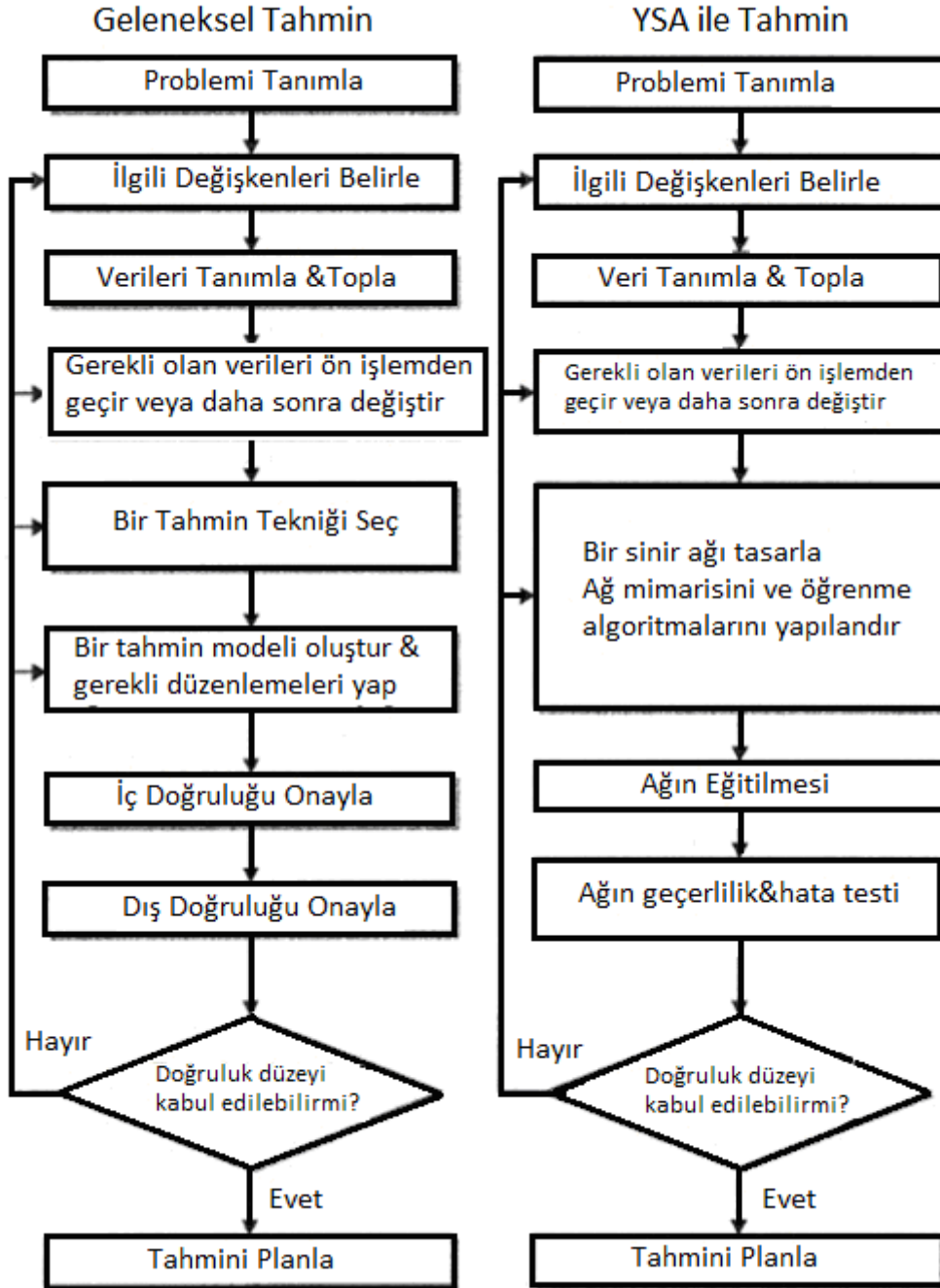
Tıp, mühendislik, savunma sanayi, haberleşme, üretim, kalite analiz ve kontrolü, otomasyon ve kontrol, istatistik gibi pek çok alanda kullanılan sinir ağları finans alanında da; borsa endeks öngörüsü, enflasyon öngörüsü ve ülkelerin finansal veriler ölçüt alınarak kümelenmesi gibi pek çok uygulama için kullanılmaktadır.

“Yapılan uygulamalar incelendiğinde, YSA'nın genel olarak aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştirmek üzere kullanıldıkları görülmektedir:

- Tahmin
- Sınıflandırma
- Veri ilişkilendirme
- Veri filtreleme
- Tanıma ve eşleştirme
- Teşhis
- Yorumlama”[62].

Sinir Ağlarının diğer yöntemlere göre bazı üstünlükleri; örneklerden öğrenebilme, paralel işlem yapabilme, uyarlanabilme, doğrusal olmama, donanımlarının kolay elde edilebilirliği, analiz ve tasarımda kolaylık, hataları yakalayabilme, hazır paketlerinin bulunması, veri dağıtılmış birleşik hafıza yapısı şeklindedir[63][64].

Geleneksel istatistiksel yöntemlerle YSA arasında veri işleme yönünden farklılıklar vardır. Geleneksel istatistiksel yöntemde veri işleme, grup(yığın) içinde ve sıralı olarak, fakat tek seferde yapılırken, sinir ağı yönteminde, örnek olarak alınan veri defalarca iterasyon yapılarak ağa sunulmaktadır. Tüm bu işlemler ağın öğrenmesi sonuçlanana dek sürmektedir. Başka bir fark da, YSA’nda bilgi işleminin, paralel olarak ilerlemesi, akabinde de yapay nöronlar aracılığı ile etkileşimli formda ağa dağıtılmasıdır[65]. Bu durum Tablo 4.4’te özet halinde görülmektedir.



**Tablo 4. 3** YSA ile Geleneksel Yöntemlerin Karşılaştırılması

#### 4.6. Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle İşsizlik Oranının Tahmin Edilmesi

Uygulamada, Türkiye’de 2018 ve 2019 yıllarında gerçekleşecek işsizlik oranının en uygun YSA modeliyle doğru ve etkin bir şekilde tahmin edilmesi amaçlanmıştır. İşsizlik oranını tahmin etmek işsizlik sigortası fonunun ekonomik planlaması açısından çok önemlidir. Tahmin modelinin oluşturulmasında 2005 ile 2017 yılları arasında ölçülmüş hanehalkı işgücü anketi ve diğer ulusal ekonomik hesaplarla elde edilmiş TÜİK temel istatistik verileri kullanılmıştır. Tüm veriler aylık olarak alınmıştır ve her bir değişkene ait 156 tane veri bulunmaktadır. Path analizi ile yapılan etki analizinde anlamlı bulunan ve Tablo 4.4’te verilen değişkenlerin her biri MATLAB ortamında oluşturulan ileri beslemeli geri yayımlı YSA modeli ile zaman serisi metodu kullanılarak tahmin edilmiştir.

Parametreler	Değişken Türü
Çalışma Saati	GİRDİ
Enflasyon Oranı	GİRDİ
Yüksek Eğitimli İŞsizlik Oranı	GİRDİ
Cari Açığın GSYH’ya oranı(Cari Oran)	GİRDİ
İşsizlik Oranı	ÇIKTI

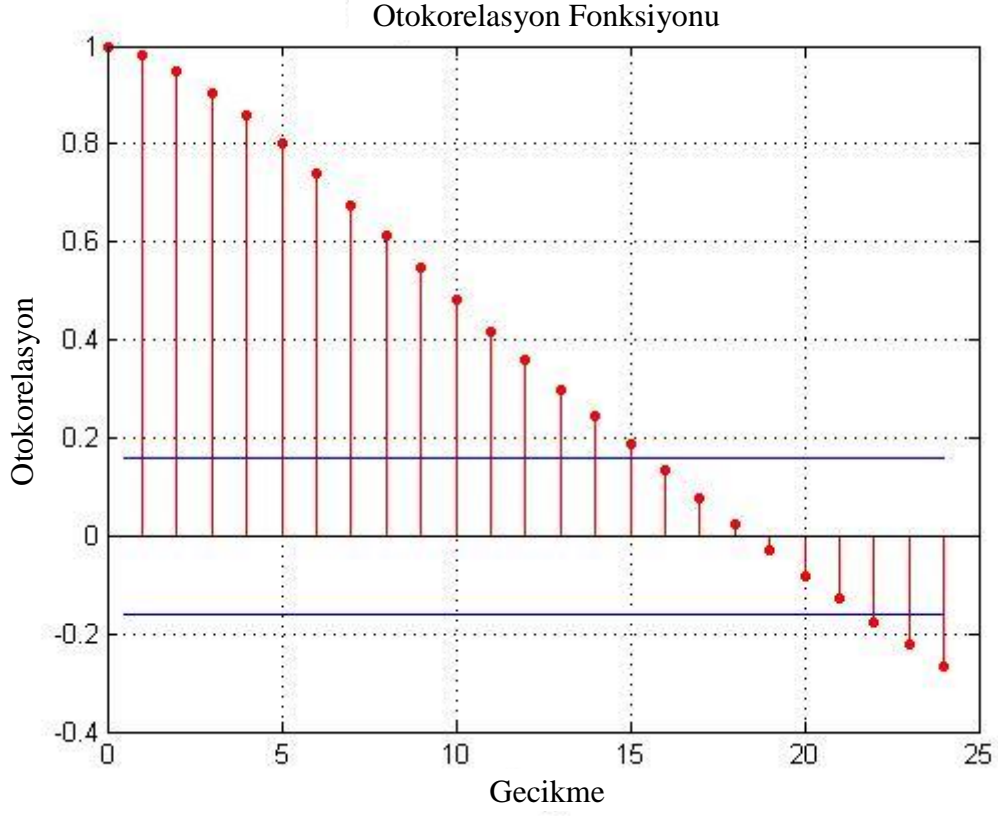
**Tablo 4. 4** Modelde Kullanılan Parametreler

##### 4.6.1. Modelin Kurulması

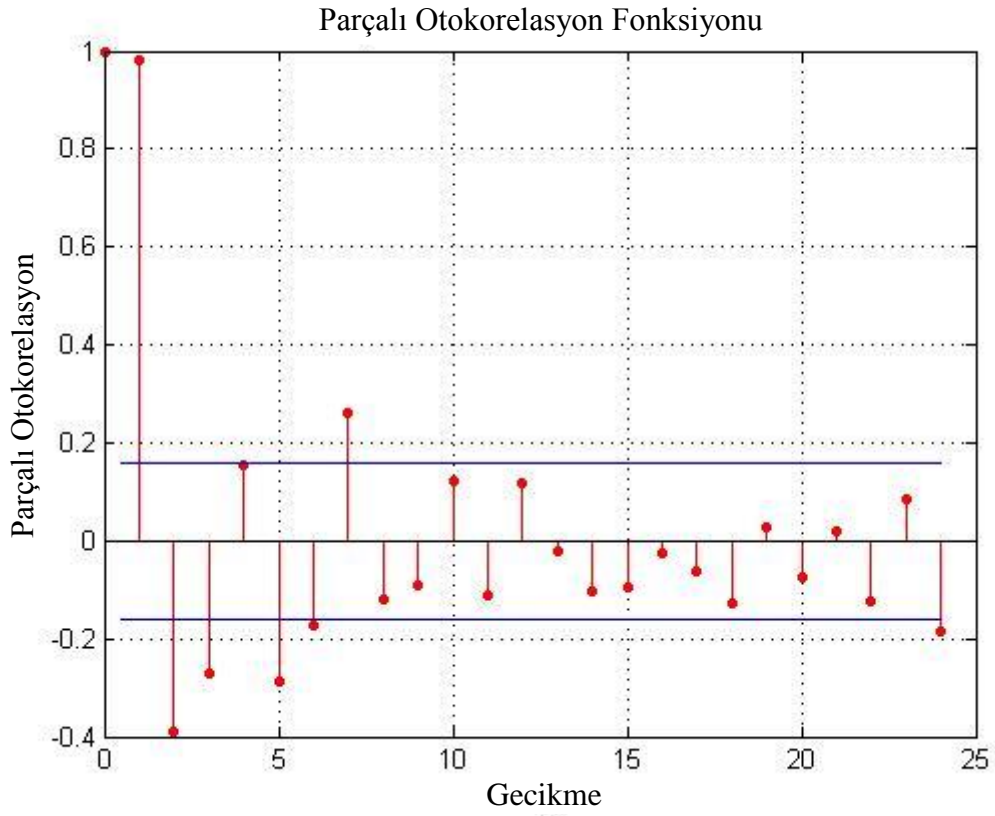
Çalışmada öncelikle her bir girdi parametresinin otokorelasyon ve parçalı otokorelasyon grafikleri incelenmiş ve tahmin modelinde kullanılacak gecikme değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, tüm girdi değerlerinde anlamlı bir otokorelasyon olduğu ve parçalı otokorelasyon grafiklerine dayanarak belli gecikmelerin öngörü tahmini için önemli olduğu anlaşılmıştır.

Şekil 4.4’te verilen işsizlik oranına ilişkin parçalı otokorelasyon grafiği incelendiğinde verilerin zamana bağlı değişiminde anlamlı bir korelasyon olduğu ve 7 gecikmeye kadar olan değerlerin tahmin modeli için önemli olduğu söylenebilir. Girdi değişkenlerine ilişkin grafiklere ekte yer verilmiştir.



Şekil 4. 3 İşsizlik Oranı Otokorelasyon Grafiği

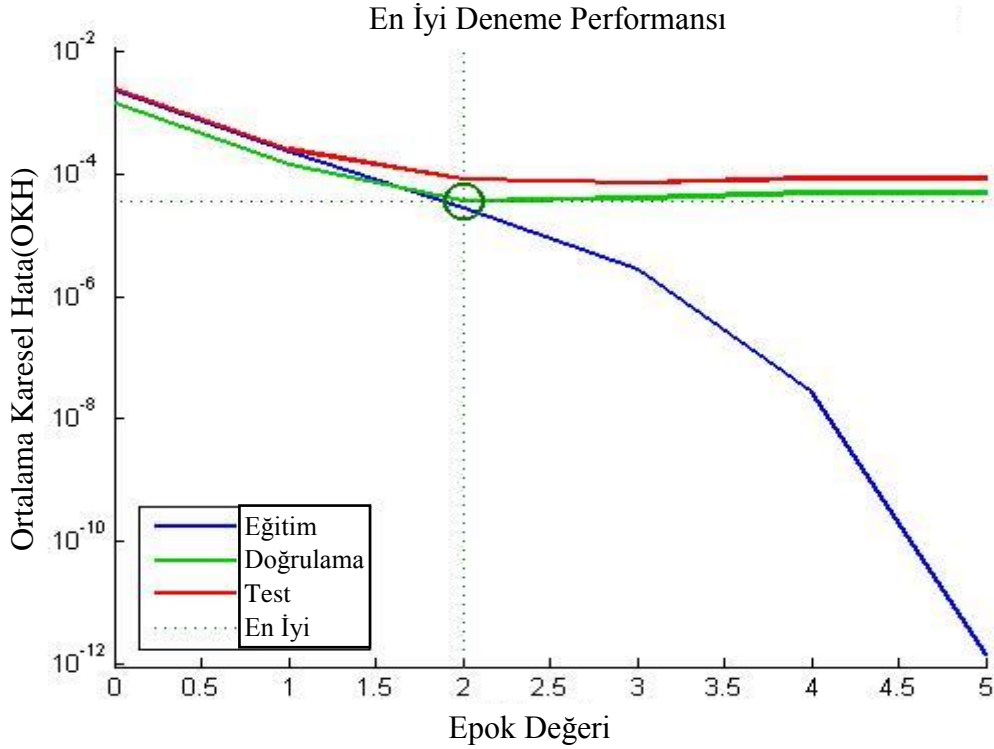


Şekil 4. 4 İşsizlik Oranı Parçalı Otokorelasyon Grafiği

#### 4.6.2. Girdi Değerlerinin Tahmini

Girdi değerlerinin tümü MATLAB ortamında “YSA Zaman Serisi” modülü kullanılarak tahmin edilmiştir. Verilere ait gecikme sayıları ve modele ait gizli katman içindeki nöron sayıları ile eğitim, değerlendirme ve test yüzdeleri, ayrıca gerektiğinde iterasyon sayıları değiştirilerek en düşük Ortalama Karesel Hata değeri bulunmaya çalışılmış, bulunan en düşük hataya sahip olan denemeye ait tüm bilgiler kaydedilmiştir. Cari oran değişkeni için deneme adımları ve tahmin sonuçları aşağıda verilmiştir. Diğer değişkenlere ait gerçekleşen ve tahmin edilen verilerin tümü Ek 1, Ek 2 ve Ek 3’te görülebilir.

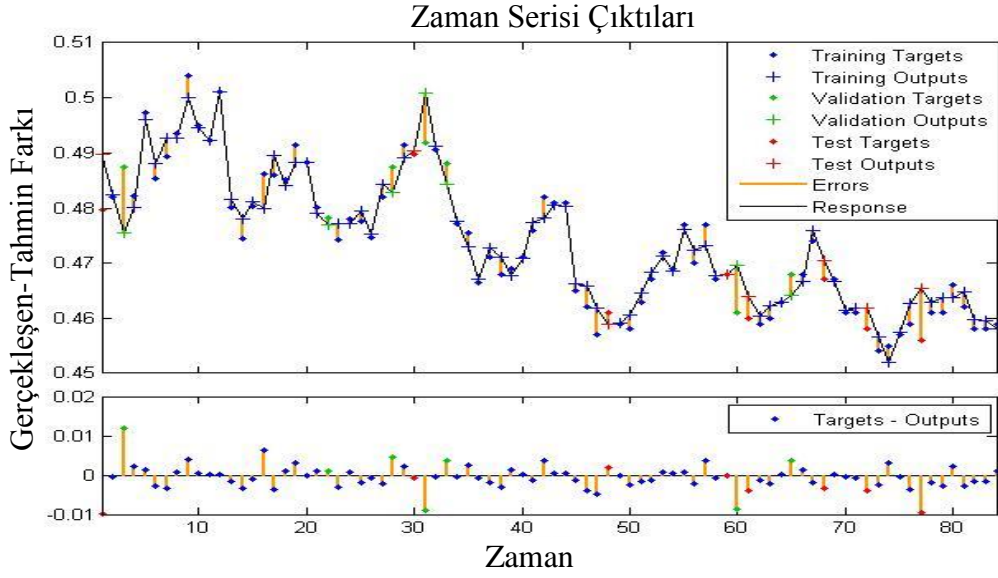
- 1. Adım** Veriler MATLAB programına okutulduktan sonra YSA Zaman Serisi model kurulumu yapılır.
- 2. Adım** YSA Zaman Serisi modülü ile tahmin yapılırken verinin sıra numarası girdi olarak alınır ve en düşük ortalama hata kare değeri elde edilene kadar deneme yapılır.



Şekil 4. 5 YSA Zaman Serisi ile Tahmin Performansı Grafiği

Grafikten de görüleceği üzere en küçük OKH değeri  $3,59 \times 10^{-5}$  olmuştur. Bu sonuç tüm diğer model eğitimi denemelerinden daha iyi bir performansa işaret etmektedir.

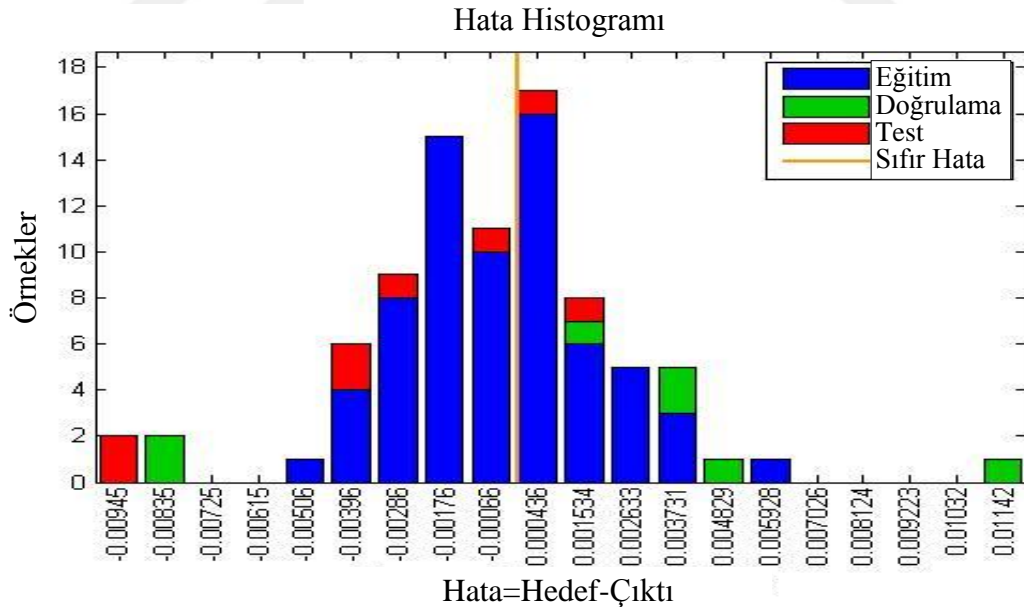
- 3. Adım** Zaman serisinin modelinin tahmini grafik üzerinde de incelenir ve hataların dağılımı görülür.



**Şekil 4. 6** YSA Zaman Serisi Gerçek Değer-Tahmin Değeri Grafiği

Tahmin performansına ek olarak alt kısımda yer alan grafikte hataların neredeyse tamamının 0.01'den küçük olduğu görülmektedir.

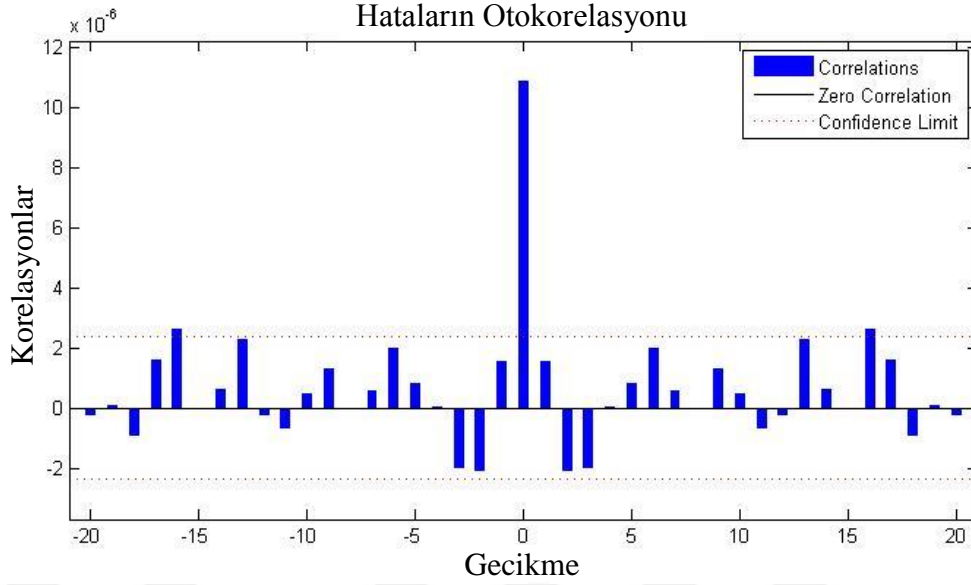
**4. Adım** Ağ performansını incelemenin başka bir yolu da hataların hangi değerler arasında dağıldığını incelemektir.



**Şekil 4. 7** YSA Zaman Serisi Hata Histogram Grafiği

Bu grafikte mavi kısımlar eğitim, yeşil alanlar değerlendirme, kırmızı kısımlar da test kısmını ifade eder. Histogram, aykırı değerler hakkında fikir vermektedir. Bu durumda hataların çoğunun -0,00396 ile 0,003731 aralığında olduğu görülmektedir.

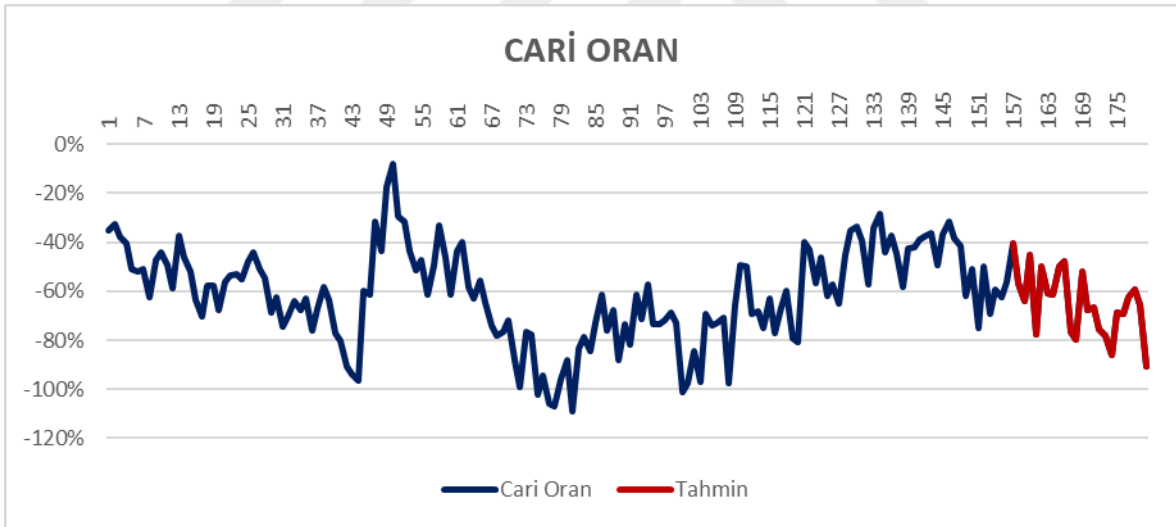
**5. Adım** Tahmin modeline ait parçalı otokorelasyon katsayılarına bakılır.



**Şekil 4. 8** YSA Zaman Serisi Hata Parçalı Otokorelasyon Grafiği

Modelin hataları arasında anlamlı bir otokorelasyon olmadığı Şekil 4.8’de görülmektedir.

**6. Adım** Gerçekleşen veriler ile tahmin verilerinin grafiği çizilir.



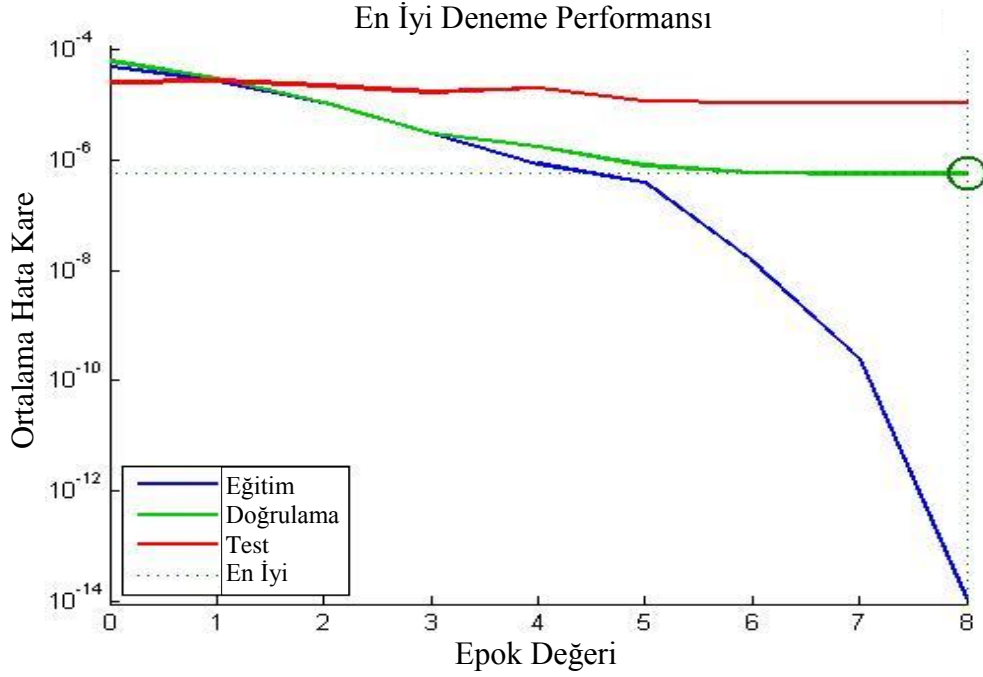
**Şekil 4. 9** Cari Denge/GSYH Tüm Veri Grafiği

Şekil 4.9’da, 156 aylık gerçekleşmiş verinin devamında 24 aylık tahmin verisi olmak üzere toplam 180 aylık veri yer almaktadır.

Ayrıca değişkenlere ait tahmin öncesi gerçekleşen ve tahmin sonrası tüm verilerin otokorelasyonları karşılaştırılmak üzere bir grafik hazırlanmıştır. Bu grafik Ek 4’te verilmiştir.

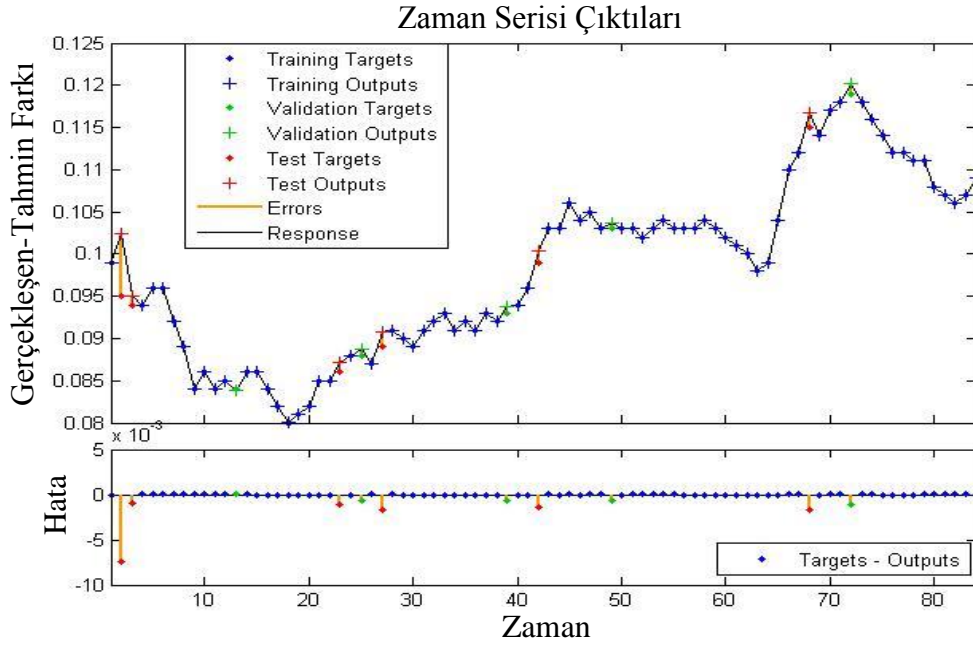
#### 4.6.3. İşsizlik Oranının Tahmin Edilmesi

İşsizlik oranı tahmin edilirken her bir değişkenin en iyi üç sonucu farklı kombinasyonlarla tek tek denenmiş ve en düşük hatayı veren kombinasyon uygulamada kullanılmıştır. İlişki analizinde anlamlı çıkan dört değişkenle elde edilen tahmin sonuçları aşağıda özetlenmiştir.



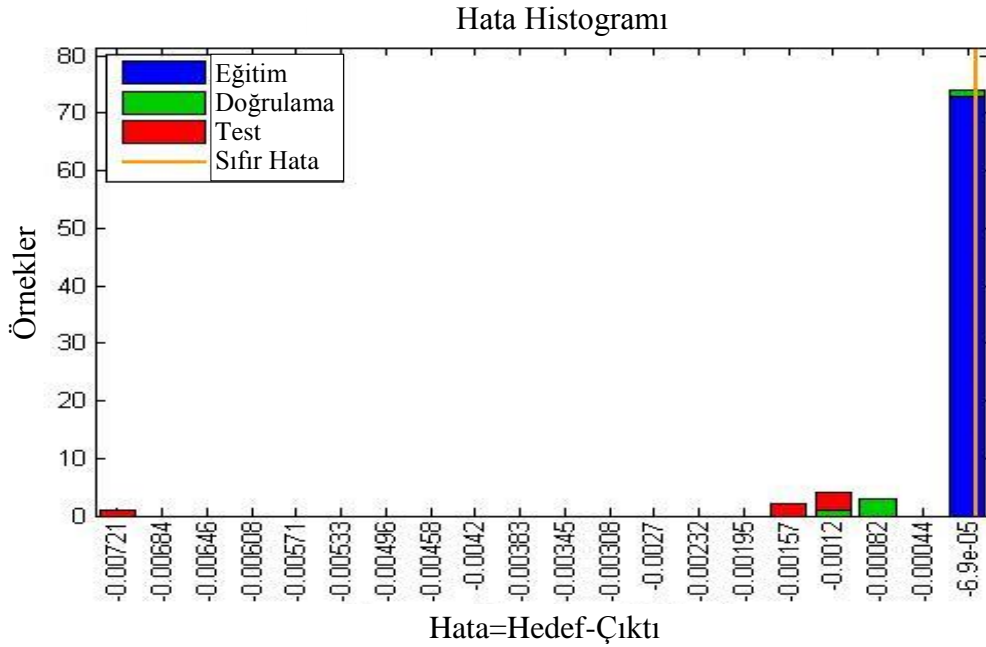
Şekil 4. 10 YSA Zaman Serisi ile İşsizlik Oranı Tahmin Performansı Grafiği

YSA tahmin modelinin en küçük OKH değeri  $5,54 \times 10^{-7}$  olarak elde edilmiştir. Bu değer diğer girdilerin tahminleri de dâhil olmak üzere tüm denemelerden daha düşüktür.



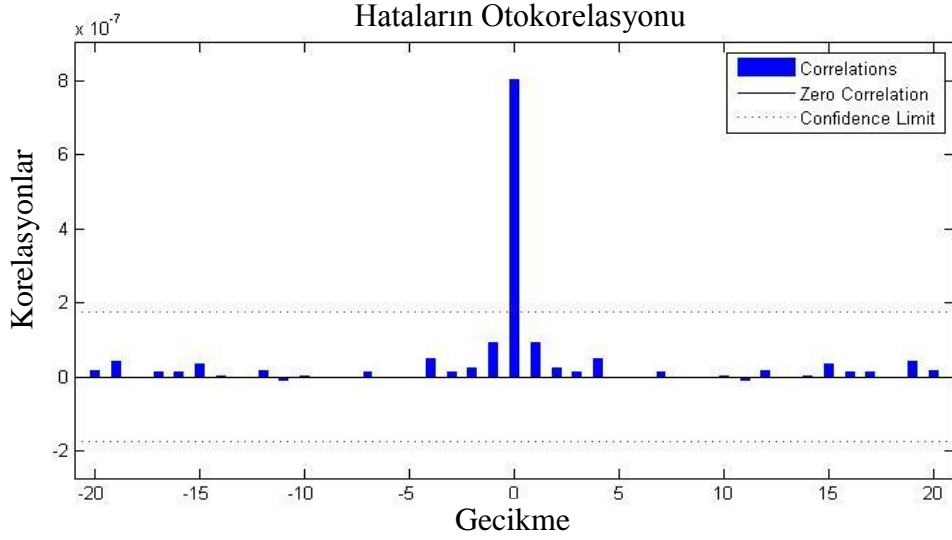
**Şekil 4. 11** YSA Zaman Serisi İşsizlik Oranı Gerçek Değer-Tahmin Değeri Grafiği

Şekil 4.20'den, YSA kullanıldığında hatanın oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tahmin performansına ek olarak model grafiğinin alt kısmında yer alan çizelgede hataların sadece birinin  $5 \times 10^{-3}$ 'ten büyük olduğu görülmektedir.



**Şekil 4. 12** YSA Zaman Serisi İşsizlik Oranı Hata Histogram Grafiği

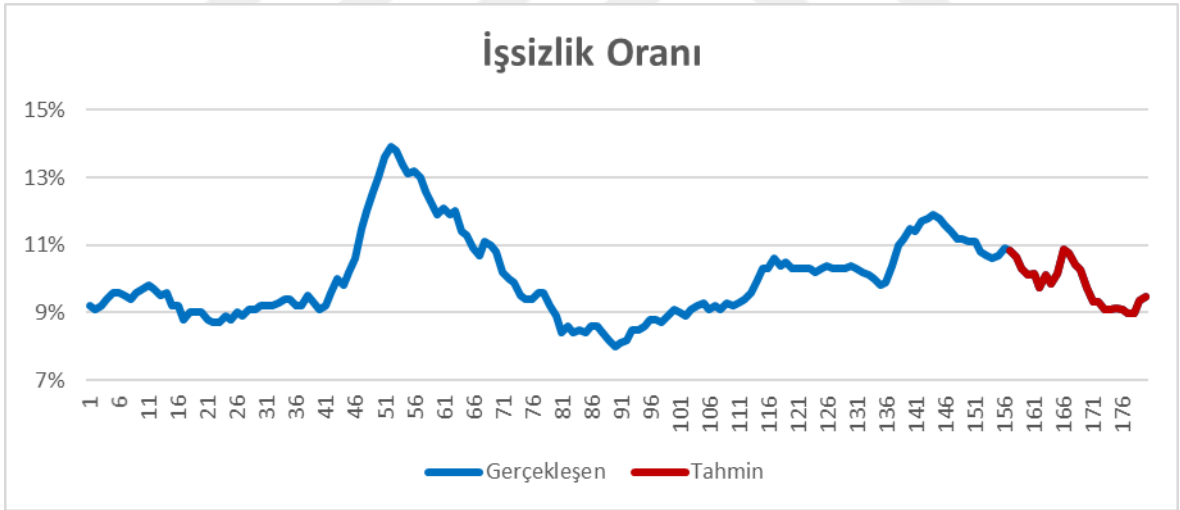
Şekil 4.21'de mavi kısımlar eğitim, yeşil alanlar değerlendirme, kırmızı kısımlar da test kısmını ifade eder. Aykırı değerler hakkında fikir veren bu Histogramdan hataların tamamına yakınının mutlak değerinde 0 ile  $6,9 \times 10^{-5}$  aralığında olduğu söylenebilir.



**Şekil 4. 13** YSA Zaman Serisi İşsizlik Oranı Hata Parçalı Otokorelasyon Grafiği

Şekil 4.13'e bakarak, modelin hataları arasında anlamlı bir korelasyon olmadığı söylenebilir.

2005 yılı Ocak ayından 2017 yılı Aralık ayına kadar gerçekleşen ve 2018 yılı Ocak ayından 2019 yılı Aralık ayına kadar tahmin edilen verilerin grafiği aşağıdaki gibidir:



**Şekil 4. 14** İşsizlik Oranı Tüm Veri Grafiği

2018 yılında gerçekleşmesi beklenen işsizlik oranı %10,33 olarak tahmin edilmiştir. Bu oran, Bölüm 5'te yapılan aktüeryal değerlendirmede iyimser senaryo işsizlik oranı olarak kullanılmıştır.

## 5. İŞSİZLİK SİGORTASI FONU ve AKTÜERYAL DEĞERLENDİRME

Bu bölümde işsizlik sigortası fonunu etkileyen önemli değişkenler belirlenerek, fonun aktüeryal değerlendirmesi yapılmıştır.

### 5.1. İşsizlik Sigortası Fonu

8 Eylül 1999 itibariyle yürürlüğe girmiş olan 4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanununa göre İşsizlik Sigortası:”Bir iş yerinde çalışırken, çalışma istek, yetenek, sağlık ve yeterliliğinde olmasına rağmen, herhangi bir kasıt ve kusuru olmaksızın işini kaybeden sigortalılara işsiz kalmaları nedeniyle uğradıkları gelir kaybını belli süre ve ölçüde karşılayan, sigortacılık tekniği ile faaliyet gösteren zorunlu sigortayı”; Fon ise:”İşsizlik sigortası primleri ile bu primlerin değerlendirilmesinden elde edilen kazanç ve iratların, Devlet tarafından yapılacak katkı ve yardımların, ayrıca bu Kanun gereğince işçi ve işverenlerden alınacak ceza, gecikme zammı ve faizler ile diğer her türlü gelir ve kazançların toplandığı ve Devlet güvencesinde olan İşsizlik Sigortası Fonunu” ifade etmektedir[25].

Kişinin çalıştığı dönemde işveren tarafından ödenen işveren payı ve çalışanın ücretinden İşsizlik Sigortası Fonuna kesilen sigortalı payı ile devletin ödediği katkı payı İşsizlik Sigortası Fonuna aktarılmaktadır. Kişi işsiz kaldığında işsizlik fonundan işsizlik ödeneği ödenmektedir. İşsizlik sigortasının uygulanmasında, Sosyal Güvenlik Kurumu(SGK)'nun işsizlik ödeneği ile alakalı herhangi bir yükümlülüğü yoktur. 4447 sayılı Kanun, SGK'na sadece primlerin toplanması sorumluluğunu vermiştir. İşsizlik sigortası dolayısıyla sigortalıların sahip olduğu haklarla ilgili sorumlulukların yerine getirilmesi ve fonun yönetimi ise İŞKUR'nun sorumluluğundadır[66].

İşsizlik Sigortası Fonu, 1 Haziran 2000 itibariyle uygulamaya koyulmuştur. Bu tarihten itibaren 4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanunu uyarınca kapsam dahilindeki işçi payı %2, işveren payı %3 ve Devlet payı %2 olmak üzere prim kesintilerine başlanmıştır. 2002 yılından itibaren çeşitli bütçe kanunları ile prim oranları düşürülmüştür. 5234 sayılı Kanun ile 2004 yılında yapılan değişiklikle, 4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanunu'nun 49'uncu Maddesinde söz konusu prim oranları; işverenden %2, sigortalıdan %1, Devlet payı olarak da %1 olmak üzere hükme bağlanmıştır. İşsizlik Sigortası Fonu'nda oluşabilecek muhtemel açıklar Devlet tarafından karşılanmak durumundadır. İşsizlik Sigortası Fonu'nun faaliyetleri, altı üyeden müteşekkil Yönetim Kurulu kararları çerçevesinde, İŞKUR

bünyesinde oluşturulan Fon Yönetimi ve Aktüerya Dairesi Başkanlığı'na yürütülmektedir.[67]

Kanunun ilgili maddesi uyarınca işsizlik ödeneği primi ödeyen sigortalıların hizmet akdinin feshinden önceki son 120 gün içinde prim ödemiş ve sürekli çalışmış olması kaydıyla, geçmiş üç yılda işsizlik sigortası primi ödeyerek “600 gün sigortalı olarak çalışmış işsizlere **180** gün, 900 gün sigortalı olarak çalışmış işsizlere **240** gün, 1080 gün sigortalı olarak çalışmış işsizlere **300** gün” süreyle işsizlik ödeneği bağlanmaktadır.

“Günlük işsizlik ödeneği, sigortalının son 4 aylık prime esas kazançları dikkate alınarak hesaplanan günlük ortalama brüt kazancının % 40’dır. Bu şekilde hesaplanan işsizlik ödeneği miktarı, 16 yaşından büyük işçiler için uygulanan aylık asgari ücretin brüt tutarının % 80’ini geçemez”[25].

## **5.2. İşsizlik Sigortası Fonunun Gelir ve Giderleri**

Fonun başlıca gelir ve giderleri 4447 sayılı kanunda aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

### **Fonun Gelirleri;**

- 1) İşsizlik sigortasına ait primlerden,
- 2) Primlerin değerlendirilmesinden elde edilen irat ve getirilerden,
- 3) Devlet katkısından,
- 4) Diğer gelir, kazanç ve bağışlardan oluşmaktadır.

### **Fonun Giderleri;**

- 1) İşsizlik ödeneğinden,
- 2) Genel sağlık sigortası prim ödemelerinden,
- 3) İŞKUR tarafından aktif işgücü hizmetleri bünyesinde Kuruma kayıt olmuş işsizler ve kursiyerler için düzenlenen “İşbaşı Eğitim Programı” giderlerinden
- 4) İşsizlik ödeneği alanların işbaşı yaptığı tarihten önceki aydan başlamak üzere işçi ve işverenden alınan sigorta primleri payı ile genel sağlık sigortası prim giderlerinden,
- 5) Diğer gider ve harcamalardan oluşur[25].

## Sigortalı Çalışan Bilgileri

2017 yılı sonu itibariyle 5510 Sayılı Kanunun 4-a maddesi kapsamında SGK'na prim ödeyen **14.477.817** sigortalının yaş gruplarına göre dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

YAŞLAR	KADIN	KADIN %	ERKEK	ERKEK %	TOPLAM
15-24	855.715	21,286%	1.638.765	15,670%	2.494.480
25-29	767.103	19,082%	1.812.611	17,333%	2.579.714
30-34	673.185	16,746%	1.915.442	18,316%	2.588.627
35-39	675.156	16,795%	1.868.107	17,863%	2.543.264
40-44	537.332	13,366%	1.471.912	14,075%	2.009.244
45-49	299.341	7,446%	1.104.567	10,562%	1.403.908
50-54	147.615	3,672%	443.321	4,239%	590.936
55-59	47.514	1,182%	145.450	1,391%	192.963
60-64	13.388	0,333%	43.366	0,415%	56.754
65 VE ÜSTÜ	3.676	0,091%	14.250	0,136%	17.926
<b>TOPLAM</b>	<b>4.020.026</b>	<b>27,767%</b>	<b>10.457.791</b>	<b>72,233%</b>	<b>14.477.817</b>

**Tablo 5. 1:** 2017 yılsonu itibariyle SGK Çalışan Verileri

SGK verilerine göre 2017 yılında işten çıkarılarak, işsizlik ödeneğine başvuru yapmak için gerekli şartları taşıyanların sayısı **4.239.352**'dir. Bu sayı, yıllık ortalama sigortalı sayısına oranlandığında elde edilen **%29,28** ise sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığıdır. Sigortalı çalışanların işsiz kalmadan önceki prim ödeme sürelerine ilişkin bilgi olmadığından, işsiz kalan her bir sigortalının işsizlik ödeneğine başvurmak için gerekli şartları taşıdığı varsayılmıştır.

2017 yılı gerçekleştirmelerine göre işsizlik ödeneği almaya hak kazanan kişi sayısı **432.348** olmuştur. Dolayısıyla, işsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı **%10,19** olarak hesaplanmıştır.

YAŞLAR	KADIN	KADIN %	ERKEK	ERKEK %	TOPLAM
15-24	862.363	21,286%	1.651.496	15,670%	2.513.858
25-29	773.062	19,082%	1.826.692	17,333%	2.599.755
30-34	678.415	16,746%	1.930.322	18,316%	2.608.737
35-39	680.401	16,795%	1.882.620	17,863%	2.563.021
40-44	541.506	13,366%	1.483.346	14,075%	2.024.853
45-49	301.667	7,446%	1.113.147	10,562%	1.414.814
50-54	148.762	3,672%	446.765	4,239%	595.527
55-59	47.883	1,182%	146.579	1,391%	194.462
60-64	13.492	0,333%	43.702	0,415%	57.195
65 VE ÜSTÜ	3.705	0,091%	14.361	0,136%	18.066
<b>TOPLAM</b>	<b>4.051.255</b>	<b>27,767%</b>	<b>10.539.032</b>	<b>72,233%</b>	<b>14.590.286</b>

**Tablo 5. 2** 2018 Yılı Temel Senaryo Tahmini SGK Çalışan Verileri

Tablo 5.2’de verilen 2018 yılına ait sigortalı çalışan verileri hesaplanırken 2017 yılındaki nüfus ve işsizlik verilerinin birbirine oranından faydalanılmıştır.

### **5.3. Fonun Aktüeryal Değerlendirmesinde Kullanılacak Varsayım ve Parametreler**

Aktüeryal değerlendirmeler, emeklilik, işten çıkarılma, ölüm ve genel ekonomik koşullar gibi birçok faktörden etkilendiğinden ekonomik ve demografik varsayımlar altında yapılır.

#### **Mortalite**

Fonun gelir ve giderlerinin bugünkü değerleri, iki farklı hayat tablosu kullanılarak hesaplanmıştır. Uygulamada SGK tarafından sağlanan verilerin kullanılması nedeniyle SGK 2008 tablosu kullanılmış ve Türkiye’deki demografik yapının incelendiği en güncel çalışma olan TRH 2010 tablosu ise ölümlülük oranlarındaki değişimin fonun aktüeryal dengesine etkisini görmek amacıyla uygulamaya dahil edilmiştir.

#### **Teknik Faiz Oranı**

Aktüeryal değerlendirmede doğrudan etkiye sahip teknik faiz oranının uzun vadede belirlenmesinde yaşanan zorluklar nedeniyle Hazine Müsteşarlığı tarafından kabul edilen %1,8 faiz oranı kullanılmıştır.

#### **İşsizlik Primi Yüzdesi**

Fona aktarılan işçi-işveren payı ve devlet katkısı oranlarının son yıllarda değişim göstermediği görülmüş ve bundan sonraki yıllarda da sabit olacağı öngörülmüştür. Prim gelirinin, zorunlu sigortalılar için 2018 yılındaki günlük ortalama prime esas kazancın %4’ü olacağı varsayılmıştır.

#### **Ortalama Ödenek Alma Süresi**

Son beş yılda, işsizlik ödeneği almaya hak kazanmış kişilerin ödenekten ortalama faydalanma süresinin yaklaşık 6 ay olduğu görüldüğünden, gelecekte faydalanma süresinin ortalama 180 gün olacağı varsayılmıştır. Ancak gerçekleşmesi muhtemel bir kötü senaryo için kanunun ilgili maddesinde üst limit olarak geçen 300 günlük süre de çalışmaya dahil edilerek, bunun etkisi de ayrıca incelenmiştir.

#### **İşsizlik Ödemesi**

Fon’un yükümlülükleri asgari ücrete bağlı olduğu için hesap yapılırken 2018 yılı için geçerli brüt asgari ücret kullanılmıştır.

## **Sigortalı İşsizlerin Ödenekten Yararlanma Olasılığı**

2017 yılında işsizlik ödeneğinden yararlanma olasılığı %10,19 olduğundan bu oran iyimser senaryoda kullanılmıştır. Kriz senaryosunda bu oranın %20,38 olacağı varsayılmıştır. Temel senaryoda ise iyimser ve kötümser senaryo ortalaması olan %15,29 oranı kullanılmıştır.

## **Aktif İşgücü Program Giderleri**

4447 sayılı İşsizlik Sigortası Kanunu 48. Maddesinin “Aktif işgücü hizmetleri kapsamında kurs ve programlar” başlıklı d bendinde “Ayrıca Fon’un bir önceki yıl prim gelirlerinin %30’u, işgücünün istihdam edilebilirliğini artırmak, çalışanların vasıflarını yükselterek işsizlik riskini azaltmak ve teknolojik gelişmeler nedeniyle işsiz kalması beklenenlerin başka alanlara yönlendirilmesini sağlamak, istihdamı artırıcı ve koruyucu tedbirler almak ve uygulamak, işe yerleştirme ve danışmanlık hizmetleri temin etmek, işgücü piyasası araştırma ve planlama çalışmaları yapmak amacıyla kullanılabilir. Bu oranı %50’ye kadar çıkarmaya Bakanlar Kurulu yetkilidir” hükmü yer almaktadır[25], [67].

Duyarlılık analizi yapılırken bu oranın iyimser senaryoda %30, temel senaryoda %40 ve kötümser senaryoda %50 olacağı varsayılmıştır.

## **Sigortalı Yaşı**

Aktif sigortalıların her birinin yaş bilgisi olmadığından, SGK tarafından yayınlanan aktif sigortalı tablosundaki yaş gruplarının ortalaması ilgili yaş grubundaki her sigortalının değerlendirme tarihindeki yaşı olarak alınmıştır.

## **Aktüeryal Değerlendirme**

Bir emeklilik planının aktüeryal değerlendirmesi, planın belirli bir zamandaki finansal durumunun tahminidir ve yükümlülükleri karşılayacak büyüklükte varlığın olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılır[68].

Aktüeryal varsayımlar belirlenirken geçmiş yıllardaki gözlenen durumun yanı sıra gelecekteki beklentiler de dikkate alınmalıdır. Varsayımlara bağlı olarak aktüeryal kazanç veya kayıp ortaya çıkabilir. Aktüeryal kazanç ya da kayıp varsayımlara dayalı olduğundan varsayımların tutarlı olması ve gerçeği yansıtması önemlidir.

4447 sayılı kanun kapsamında İŞKUR tarafından İşsizlik Sigortası Fonu’nun sorumlu olduğu tüm işsizlere gelecekte yapılacak olan tüm ödemelerin ve fonun gelecekteki diğer tüm giderlerinin bugünkü değeri ile mevcut fon değeri ve gelecekte elde edilecek tüm prim

gelirlerinin bugünkü değeri arasındaki farkın karşılaştırılmasına dayanan aktüeryal değerlendirme; gelecekte öngörülen işsizlik oranı kullanılarak belirlenen işsiz sayısı ve öngörülen işsizlik ödeneğine hak kazanma oranı ile işsizlik ödeneğinden faydalanacak olan sigortalıların belirlenmesi prensibine dayanmaktadır.

İşsizlik sigortası fonunun aktüeryal değerlendirmesi;

- sigortalıların 65 yaşında emekli olacağı
- emeklilik öncesi işsizlik ve ölüm dışında herhangi bir nedenle sistemden çıkış olmadığı ve sisteme yeni girişlerin olmayacağı
- her bir işçinin işsizlik ödeneğinden hayatı boyunca sadece bir kez faydalanabileceği varsayımları ile yapılmıştır.

#### 5.4. Teknik Bilanço

**Aktifler:**

##### 1) Mevcut fon varlığı

İşsizlik Sigortası Fonu toplam nakit varlığı 31.12.2017 itibariyle **116.720.522.005 TL**’dir.

##### 2) Muhtemel prim gelirlerinin bugünkü değeri

Bu gelir kalemi, halen prim ödemekte olan sigortalı kadın ve erkekler için ayrı ayrı olmak üzere; emekli olacakları öngörülen tarihe kadar tahsil edilmesi planlanan sigortalı, işveren ve devlet payı prim yükümlülüklerinin bugünkü değerlerinin (PBD) toplamıdır. Bu değerlerin hesaplanmasında SGK’ndan alınan cinsiyet ve yaş gruplarına göre sigortalı sayıları, prime esas günlük kazanç tutarı (PEGK), aylık ortalama çalışma gün sayısı (AOÇGS), toplam prim oranı (%4) ve işsiz kalmama olasılığı (1-İKO) kullanılmıştır. Dolayısıyla, değerlendirme tarihinde x yaşında olan ve 65 yaşında emekli olarak sistemden ayrılması beklenen bir birey için primlerin bugünkü değeri:

$$PBD=PEGK \times AOÇGS \times \%4 \times 12 \times (1-İKO) \times a_{\overline{x:65-x}|}$$

biçiminde hesaplanabilir.

**Pasifler:**

##### 1) Muhtemel işsizlik sigortası ödemelerinin bugünkü değeri

Muhtemel işsizlik ödemelerinin bugünkü değeri (İÖBD), halen prim ödemekte olan sigortalı kadın ve erkekler için ayrı ayrı olmak üzere; emekli olacakları öngörülen tarihe

kadar almaları muhtemel işsizlik ödeneklerinin bugünkü değerinin toplamıdır. İşsizlik ödeneği alan bir kişi için 2017 yılında günlük asgari ücretin (GAÜ) %50'si kadar günlük işsizlik ödemesi yapılmıştır. İÖBD; işsizlik ödeneği alan kişi sayısı, kişi başı ortalama işsizlik ödemesi, kişi başına yıllık ortalama işsizlik ödeneği süresi ve işsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı (ÖHO) kullanılarak hesaplanır.

Bu durumda, değerlendirme tarihinde x yaşında olan ve 65 yaşında emekli olana kadar herhangi bir zamanda işsiz kaldığında bir birey için yapılacak işsizlik ödemesinin bugünkü değeri:

$$İÖBD=GAÜ \times \%50 \times 240 \times ÖHO \times a_{\overline{x:65-x}|}$$

biçiminde hesaplanır.

## 2) Genel sağlık sigortası prim karşılığı

Genel sağlık sigortası (GSS) prim karşılığı, işsiz kalması muhtemel sigortalıya ait GSS primlerinin, işsizlik ödeneği süresince her ay asgari ücretin %12'si oranında ve kurslar ile işbaşı eğitim programları için ödemelerin yapıldığı her ay asgari ücretin %5,5'i oranında SGK'na aktarılacağı düşünülen toplam tutarının bugünkü değeridir. GSS Prim Karşılığının hesaplanmasında SGK verileri esas alınarak yaş gruplarına göre kişi sayıları, sigortalı çalışanların işsiz kalma ve ödenekten yararlanma olasılığı, kişi başına ödenen yıllık ortalama GSS primi kullanılmıştır.

Değerlendirme tarihinde x yaşında olan ve r yaşında emekli olarak sistemden ayrılması beklenen bir birey için yapılacak GSS prim ödemesinin bugünkü değeri (GSSPBD):

$$İşsizlik ödeneği alanlar için, GSSPBD=GAÜ \times \%12 \times 240 \times a_{\overline{x:65-x}|}$$

$$\text{Kursiyerler için, } GSSPBD=AÜ \times \%5.5 \times a_{\overline{x:65-x}|}$$

olarak elde edilir.

## 3) Diğer giderler karşılığı

Yıllar içinde gerçekleşen diğer giderler kalemindeki artış hızı oldukça yüksek olduğundan 2017 yılı ve 2018 Ocak ayı gerçekleşmeleri dikkate alınarak bu harcama kalemi için ortalama bir değer belirlenmiş ve giderlerin bugünkü değeri kesin anüite ( $a_{\overline{x}|}$ ) ile hesaplanmıştır.

#### 4) Aktif işgücü program giderleri karşılığı

Yıllar itibariyle, aktif işgücü programı giderleri incelendiğinde, bu kalemin tahmin edilmesinin güç olduğu görülmüş ve son beş yıl gerçekleştirmeleri göz önünde bulundurularak kişi başına ödenen yıllık ortalama aktif işgücü programı maliyet tutarı hesaplanmıştır.

Hesaplama sonucunda kanunda yer verilen oranlara yakın değerler elde edildiğinden, aktif işgücü program giderlerinin bugünkü değeri (AİPGBD) kanunun ilgili maddesindeki oranlar kullanılarak temel senaryo için:

$$AİPGBD = \%40 \times PEGK \times AOÇGS \times \%4 \times 12 \times (1 - İKO) \times a_{\overline{x:65-x}|}$$

biçiminde hesaplanır.

#### 5.5. Temel Varsayım Altında Teknik Bilanço

SGK-2008 hayat tablosu kullanılarak;

- 2018 yılı Türkiye toplam nüfusunun 81.867.223 kişi,
- İşsizlik oranının %10,68,
- Sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığının %29,28,
- İşsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığının %15,29,
- Kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısının 240 gün

olduğu varsayılarak elde edilen teknik bilanço Tablo 5.3'te verilmiştir.

<b>Teknik Bilanço</b>			
<b>Aktif</b>		<b>Pasif</b>	
Mevcut Fon Varlığı	116.720.522.005	Gelecekte Yapılacak	
Muhtemel Primlerin		İşsizlik Ödeneklerinin	
Bugünkü Değeri	221.733.649.105	Bugünkü Değeri	105.899.269.542
Kadın	67.654.323.803	Kadın	33.773.205.072
Erkek	154.079.325.301	Erkek	72.126.064.470
		GSS Prim Karşılığı	13.806.750.211
		Kadın	4.612.459.995
		Erkek	9.194.290.216
		Aktif İşgücü Programı Giderleri	88.693.459.642
		Diğer Giderler	5.263.060.289
		Teknik Fazla	<b>124.791.631.426</b>
Genel Toplam	<b>338.454.171.110</b>	Genel Toplam	<b>338.454.171.110</b>

**Tablo 5. 3** SGK-2008 Hayat Tablosu ile Temel Senaryo Varsayımıyla Teknik Bilanço

Bilançoda hesaplanan sonuçlara göre 2018 yılı itibariyle işsizlik sigortası fonunda **124.791.631.426 TL** teknik fazla olduğu görülmektedir. İşsizlik sigortası kanununda yer alan her türlü ödemeleri ve tüm hizmet giderlerini karşılamak amacıyla 4447 sayılı kanunda belirtilmiş usul ve esaslar çerçevesinde devlet, işçi ve işveren tarafından ödenmesi gereken prim katkısının toplamı %4'tür. İşsizlik Sigortası Fonunun yükümlülüğünü sadece prim geliri ile karşılayabildiği zorunlu prim oranı, Denge Prim Oranı (DPO) olarak tanımlanmıştır. “%4/(Toplam Gelir/Toplam Gider)” biçiminde ifade edilen DPO bu senaryo için %2,53 olarak hesaplanmıştır. Yani 2018 yılı için alınacak toplam prim oranının **%2,53** olması fonun kapalı sistemde 65 yaşa kadar yükümlülüklerini karşılamaya yetecektir.

## 5.6. Duyarlılık Analizi

İşsizlik oranı, sigortalı çalışanların işsiz kalma oranı, işsiz kalan sigortalıların ödenek almaya hak kazanma olasılığı, kişi başına işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı ve ölümlülük oranındaki değişimin sonuca etkisini incelemek amacıyla aşağıdaki senaryolar oluşturulmuştur:

➤ SGK-2008 Hayat Tablosu Kullanılarak

### İyimser Senaryoda;

- TÜİK nüfus projeksiyonu iyi senaryo tahmini
- YSA ile tahmin edilen işsizlik oranı: %10,33
- Sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığı: %29,28
- İşsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı: %10,19
- Kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı: 180 gün

### Temel Senaryoda;

- TÜİK nüfus projeksiyonu temel senaryo tahmini
- OECD tarafından yapılan Türkiye için işsizlik oranı tahmini: %10,68
- Sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığı: %29,28
- İşsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı: %15,29
- Kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı: 240 gün

### Kötümser Senaryoda;

- TÜİK nüfus projeksiyonu kötü senaryo tahmini
- EC tarafından yapılan Türkiye için işsizlik oranı tahmini: %13,20
- Sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığı: %29,28
- İşsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı: %20,38
- Kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı: 300 gün

➤ TRH-2010 Hayat Tablosu Kullanılarak

#### **İyimser Senaryoda;**

- TÜİK nüfus projeksiyonu iyi senaryo tahmini
- YSA ile tahmin edilen işsizlik oranı: %10,33
- Sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığı: %29,28
- İşsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı: %10,19
- Kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı: 180 gün

#### **Temel Senaryoda;**

- TÜİK nüfus projeksiyonu temel senaryo tahmini
- OECD tarafından yapılan Türkiye için işsizlik oranı tahmini: %10,68
- Sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığı: %29,28
- İşsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı: %15,29
- Kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı: 240 gün

#### **Kötümser Senaryoda;**

- TÜİK nüfus projeksiyonu kötü senaryo tahmini
- EC tarafından yapılan Türkiye için işsizlik oranı tahmini: %13,20
- Sigortalı çalışanların işsiz kalma olasılığı: %29,28
- İşsiz kalan sigortalının ödenek almaya hak kazanma olasılığı: %20,38
- Kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı: 300 gün

olduğu varsayılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5.4'te verilmiştir.

SENARYOLAR		VARSAYIMLAR			SONUÇLAR										
		İşsizlik Oranı	İşsiz Kalan Sigortalının Ödeneğe Hak Kazanma Olasılığı	İşsizlik Ödeneği Ödeme Gün Sayısı(Kişi Başına Ortalama)	AKTİF(GELİR)*				PASİF(GİDER)*				Teknik Açık ya da Fazla*	DPO	
					Mevcut Fon	PRİM GELİRİ		İŞSİZLİK ÖDENEĞİ		GSS		Diğer Giderler			Aktif İşgücü Program Gideri
						KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK				
SGK 2008	İyimser	10,33%	10,19%	180	116.721	67.553	153.849	29.542	63.089	4.105	8.110	5.263	66.421	161.594	2,09%
	Temel	<b>10,68%</b>	<b>15,29%</b>	<b>240</b>		<b>67.654</b>	<b>154.079</b>	<b>33.773</b>	<b>72.126</b>	<b>4.612</b>	<b>9.194</b>		<b>88.693</b>	<b>124.792</b>	<b>2,53%</b>
	Kötümser	13,20%	20,38%	300		67.756	154.310	44.407	94.835	5.888	11.919		111.033	65.441	3,23%
TRH 2010	İyimser	10,33%	10,19%	180		70.983	173.148	31.111	71.288	4.319	9.149		73.239	166.482	2,15%
	Temel	10,68%	15,29%	240		71.089	173.408	35.567	81.499	4.854	10.375		97.799	125.861	2,61%
	Kötümser	13,20%	20,38%	300		71.196	173.668	46.766	107.159	6.198	13.454		122.432	60.313	3,33%

Tablo 5. 4 Duyarlılık Analizi Sonuçları

Fonun gider kalemlerinden işsizlik ödeneği ve Genel Sağlık Sigortası(GSS) prim gideri cinsiyet ve yaş bazında iyimser, temel ve kötümser senaryolarından her biri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. İşsizlik oranı, kişi başı ortalama işsizlik ödeneği ödeme gün sayısı, sigortalıların işsiz kaldıktan sonra işsizlik ödeneği almaya hak kazanma olasılığı ve bir önceki yıl prim gelirlerinden aktif işgücü program giderlerine ayrılan pay arttıkça ve sigortalı çalışanların yaşama olasılıkları azaldıkça (TRH 2010 yerine SGK 2008 kullanıldığında) fonun aktüeryal dengesinin negatif yönde etkilendiği görülmektedir.

Kötümser senaryoda kullanılan oranlar fonun giderini gelirinden daha fazla artırdığından teknik fazladaki düşüş daha yüksektir. SGK-2008 yerine TRH-2010 hayat tablosunun kullanılmasının, kötümser senaryo haricinde fonun aktüeryal dengesini ortalama %2 oranında artırdığı söylenebilir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Küresel ekonomilerdeki teknolojik gelişmeler ışığında, işsizlik olgusu özellikle son yıllarda nicel ve nitel değişikliklere uğramaktadır.

Sosyal devlet anlayışında önemli bir pasif istihdam politikası aracı olarak kabul edilen işsizlik sigortası, ülkemizde uygulamaya başlandığından beri uygulayıcısı olan kuruma yüklenen vasıfların da çeşitliliği ve stratejik oluşu ile büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada; uygulamada karşılaşılabilecek aktüeryal risklerin değerlendirilebilmesi amacı ile bazı varsayımlar altında işsizlik sigortası fonunun aktüeryal değerlendirmesi yapılarak sigortalıların işsiz kalma ve işsizlik ödeneğinden faydalanma ihtimalleri, kişi başı ortalama ödenek alınan gün sayısı ve farklı hayat tablolarındaki ölümlülük oranlarının sonuca olası etkileri incelenmiştir.

Öncelikle işsizliğin tanımı yapılmış, işsizlik türleri incelenmiş ve işsizliğe neden olabilecek etkenler üzerinde durulmuştur. İşsizlik sigortası ve Türkiye’de uygulanan işsizlik sigortasının yapısı incelenmiştir. İşsizlik oranına etki eden değişkenler belirlenirken sebep değişkenleri arasındaki dolaylı etkiyi de gösteren path analizi kullanılmıştır. Path analizi sonucu işsizlik oranına etki eden değişkenler kullanılarak Matlab ortamında kurulan ileri beslemeli, geri yayımlı yapay sinir ağları mimarisi ile zaman serisi metodu ile gelecek iki yılda gerçekleşecek olan işsizlik oranları aylık olarak tahmin edilmiştir.

YSA ile yapılan işsizlik oranı tahminini ve TÜİK’nun hazırladığı Türkiye için nüfus projeksiyonu kullanılarak Sosyal Güvenlik Kurumu’ndan alınan çalışan verileri 2018 için güncellenmiş ve yine 2018 yılı için belirlenen brüt asgari ücret tutarı kullanılarak prim gelirleri hesaplanmıştır. Yapılan aktüeryal değerlendirmede Hazine Müsteşarlığı’nın kabul ettiği %1,8 teknik faiz oranı kullanılmış ve sisteme yeni girişlerin olmayacağı varsayılmıştır. Sigortalıların işsiz kalma ve işsizlik ödeneğinden faydalanma ihtimalleri, kişi başı ortalama ödenek alınan gün sayısı ve farklı hayat tablolarındaki ölümlülük oranlarına ilişkin altı farklı senaryo oluşturulmuş ve bu değişkenlerin işsizlik sigortası fonu aktüeryal dengesine etkileri incelenmiştir.

TRH 2010 hayat tablosunun ölümlülük olasılıklarının düşük ve dolayısıyla beklenen ömür değerlerinin yüksek olması sebebiyle SGK 2008 tablosuna oranla aktüeryal dengede bir artış oluşturduğu görülmüştür. Fakat aktif işgücü programı için bir önceki yıl prim gelirlerinden kullanılacak oranın %45 ve üzeri olması durumunda aktüeryal dengeler karşılaştırıldığında TRH 2010, SGK 2008 tablosuna oranla daha düşük teknik fazla

vermektedir. Buradan hareketle cinsiyet ve yaş bazında ölümlülük olasılıklarının düşmesi ve yaşama ihtimalinin yükselmesinin fonun teknik fazlasını artıracığı söylenebilir.

Aktüeryal değerlendirme yapılırken sigortalıların her birinin yaşın ilişkin veri bulunmadığından hesaplamalar grupların ortalama yaşı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca SGK tarafından tutulan sigortalı verilerinde sigortalılık sürelerine ait bilgi bulunmadığından tüm sigortalı çalışanların işsizlik ödeneği almak için gerekli şartları taşıdığı varsayılmıştır.

Sigortalı çalışanların doğum tarihi, sigortalılık başlangıç tarihi ve prime esas kazancı, eğer sigortalılık sürekli değilse sistemden çıkış ve sisteme yeniden giriş tarihi gibi her bir kişinin ayrıntılı bilgilerine ulaşılması durumunda her birey için hesap yapılabilecektir. Bu durumda, ortalama değerler kullanılarak elde edilen sonuçlara oranla gerçeği daha iyi yansıtacak bir teknik bilanço oluşturulabilecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] S. Uğur, “Türkiye’de İşsizlik Sigortasının Gelişimi,” *J. Adm. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 155–172, 2011.
- [2] Ö. Z. Altan, *SOSYAL POLİTİKA*. 2003.
- [3] Z. Ayvaz, “Türkiye’de İstihdam ve İşsizlik Sorunları,” İstanbul Üniversitesi, 1990.
- [4] Ö. İŞİĞİÇOK, *İSTİHDAM VE İŞSİZLİK*. Bursa: Ekin Yayınları, 2011.
- [5] R. Barnichon and C. Nekarda, “The Ins and Outs of Forecasting Unemployment: Using Labor Force Flows to Forecast the Labor Market,” *Brookings Pap. Econ. Act.*, no. Fall, pp. 83–132, 2012.
- [6] A. Güney, “İşsizlik, Nedenleri, Sonuçları Ve Mücadele Yöntemleri,” *Kamu-İş*, vol. 10, no. 4, pp. 135–159, 2009.
- [7] MEB, “2017 Yılı Faaliyet Raporu İŞKUR,” 2017.
- [8] M. N. Baily, “Some aspects of optimal unemployment insurance,” *J. Public Econ.*, vol. 10, no. 3, pp. 379–402, 1978.
- [9] H. A. Hopenhayn and J. P. Nicolini, “Optimal Unemployment Insurance,” *Journal of Political Economy*, vol. 105, no. 2, pp. 412–438, 1997.
- [10] R. Vejlin, “Optimal Unemployment Insurance: How Important Is the Demand Side?,” *Macroecon. Dyn.*, pp. 1–26, 2016.
- [11] W. Vroman, “Report on Unemployment Insurance Benefits and Actuarial Modeling in Washington,” no. April, 2006.
- [12] R. Chetty, “A general formula for the optimal level of social insurance,” *J. Public Econ.*, vol. 90, no. 10–11, pp. 1879–1901, 2006.
- [13] J. Schwartz, “Optimal unemployment insurance: When search takes effort and money,” *Labour Econ.*, vol. 36, pp. 1–17, 2015.
- [14] E. Özkök, “İşsiz Kalma Sürelerinin Modellenmesi ve Türkiye İşsizlik Sigortası Sistemine Uygulanması,” Hacettepe Üniversitesi, 2009.
- [15] A. Golan and J. M. Perloff, “Superior forecasts of the U.S. unemployment rate using a nonparametric method,” *Rev. Econ. Stat.*, vol. 86, no. 1, 2004.
- [16] G. P. Zhang, “Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model,” *Neurocomputing*, vol. 50, pp. 159–175, 2003.
- [17] O. Kocadağlı and B. Aşıkgil, “Nonlinear time series forecasting with Bayesian neural networks,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 41, no. 15, pp. 6596–6610, 2014.
- [18] E. Yakut, B. Elmas, and S. Yavuz, “Predicting stock-exchange index using methods of neural networks and support vector machines,” *Suleyman Demirel Univ. J. Fac. Econ. Adm. Sci.*, vol. 19, no. 1, pp. 139–157, 2014.
- [19] T. Hill, L. Marquez, M. O’Connor, and W. Remus, “Artificial neural network models for forecasting and decision making,” *Int. J. Forecast.*, vol. 10, no. 1, pp. 5–15, 1994.
- [20] S. J. Silver-Warner, R. J. Glover, and T. J. Stonham, “Evolutionary Neural Networks for Time Series Prediction,” *Proc. Third Int. Conf. Electron. Circuits Syst.*, vol. 2, pp. 219–223, 2010.

- [21] I. Kaastra and M. Boyd, "Designing a neural network for forecasting financial and economic time series," *Neurocomputing*, vol. 10, no. 3, pp. 215–236, 1996.
- [22] K. C. Land, "Principles of Path Analysis," in *Sociological Methodology*, vol. 1, Texas: Wiley, 1969, pp. 3–37.
- [23] International Labour Office, *World Social Protection Report 2017–19: Universal social protection to achieve the Sustainable Development Goals*. 2017.
- [24] Y. E. Uyar, "Türkiye’de İşsizliğin Özellikleri ve İşsizlikle Mücadele Politikaları," *Sos. Bilim. Derg.*, vol. 20, pp. 45–65, 2008.
- [25] TBMM, 4447 sayılı İŞSİZLİK SİGORTASI KANUNU. 1999, p. 35.
- [26] B. Süleyman, *İŞSİZLİK SİGORTASI*. Ankara: Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Yayınları, 1996.
- [27] Y. Boztepe, "Türkiye’de İşsizlik Kavramı ve İşsizliğin Ortadan Kaldırılması İle İlgili Bir Model Oluşturulması," *Yüksek Lisans Tezi*, pp. 1–183, 2007.
- [28] K. Görmez, *Şehir ve İnsan*. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 1991.
- [29] D. Eyuboğlu, *2001 Krizi Sonrasında İşsizlik ve Çözüm Yolları*. Ankara: Milli Produktivite Yayınları, 2003.
- [30] M. C. YILDIZ, "Kent yaşamının değişmeyen marjinaleri : seyyar satıcılar ve işportacılar," pp. 343–366, 2008.
- [31] M. Lordoğlu, K; Özkaplan, N; Törüner, *Çalışma İktisadı*. Beta Yayınları, 1999.
- [32] N. Serter, *Genel Olarak ve Türkiye Açısından İstihdam ve Gelişme*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Yayınları, 1993.
- [33] M. Tatar, "Türkiye’de İstihdam-İşsizlik ve Çözüm Önerileri: Adıyaman İli Örneği," Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 2006.
- [34] İ. Erarslan, "Küreselleşmiş Dünyada İşsizlik; Türkiye’ de işsizlik üzerine inceleme," 2010.
- [35] Y. Fatma, "Küreselleşme ve İstihdam," 2007.
- [36] TÜİK, "İşgücü, İstihdam ve İşsizlik İstatistikleri - Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi - 1," *Türkiye İstatistik Kurumu*, vol. 3095, 2007.
- [37] B. TÜRKCAN, "Türkiye’de İşsizlik Sigortası Ve İşgücü Piyasasına Etkisi," Gazi Üniversitesi, 2007.
- [38] F. Andaç, "İşsizlik sigortası."
- [39] E. S. Telli, "Otomatik İstikrarlandırıcı Olarak İşsizlik Sigortası: Dünya Uygulamaları ve Türkiye," Ankara Üniversitesi, 2008.
- [40] F. Taşçı and Y. Yılmaz, "İşsizlik Sigortasının Türkiye’deki Durumu: Eleştiriler Ve Çözüm Önerileri," 1999.
- [41] D. Fatih, "Türkiye’de İşsizlik Sigortası Ve 2008 Küresel Ekonomik Krizinin İşsizlik Sigortasına Etkisi," Cumhuriyet Üniversitesi, 2013.
- [42] A. Güzel, A. R. Okur, and N. Caniklioğlu, *Sosyal Güvenlik Hukuku*. 2012.
- [43] D. Ticarette and O. Sungur, "2000 Sonrası Türkiye Ekonomisi :," vol. 9, pp. 243–270, 2014.

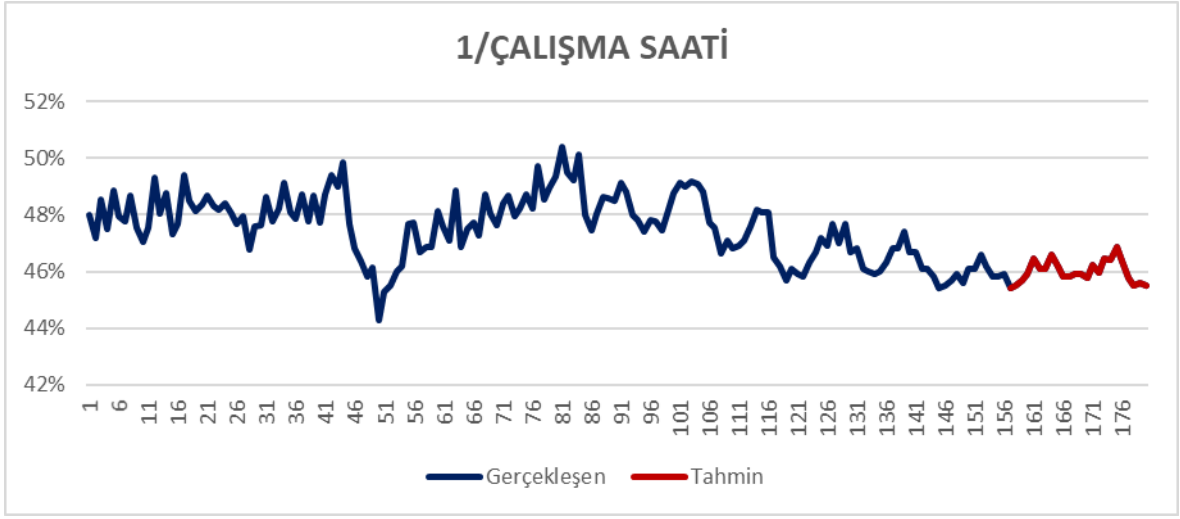
- [44] E. Karadağ, N. Baloğlu, and E. Küçük, “Yönetici Denetimi Algısının Öğretmenlerin Mesleki Motivasyon Düzeyine Etkisi: Bir Path Analizi Çalışması,” *Türk Eğitim Bilim. Derg.*, vol. 8, no. 2, pp. 417–437, 2010.
- [45] Z. Kaygısız, S. Saraçlı, and K. U. Dokuzlar, “İllerin Gelişmişlik Düzeyini Etkileyen Faktörlerin Path Analizi Ve Kümeleme Analizi İle İncelenmesi,” Eskişehir, 2005.
- [46] G. Özel and İ. Altun, “Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Refah Düzeyini Etkileyen Faktörler: Path Analizi Yaklaşımı,” *Nevşehir Bilim ve Teknol. Derg.*, vol. 4, no. 1, p. 97, 2015.
- [47] DeLurgio S.A., *Forecasting Principles and Applications*. Boston: Irwin McGraw Hill, 1998.
- [48] M. Qi, “Predicting US recessions with leading indicators via neural network models,” *Int. J. Forecast.*, vol. 17, no. 3, pp. 383–401, 2001.
- [49] G. Tkacz, “Neural network forecasting of Canadian GDP growth,” *Int. J. Forecast.*, vol. 17, no. 1, pp. 57–69, 2001.
- [50] E. Gately, *Neural Networks for Financial Forecasting*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1996.
- [51] F. Ç. Karaali, “Use Of Artificial Neural Networks And Cognitive Mapping Methodology In Predicting Unemployment Rates And Employment Index Level,” İstanbul Technical University, 2006.
- [52] S. Haykin, “Neural networks-A comprehensive foundation,” *New York: IEEE Press. Herrmann, M., Bauer, H.-U., & Der, R*, vol. psychology. p. pp107-116, 1994.
- [53] E. Oztemel, *Yapay zeka ve makine öğrenmesine genel bakış*. 2012.
- [54] Elmas Ç., *Yapay Sinir Ağları*. Ankara: Seçkin Yayınevi, 2003.
- [55] R. Rojas, “Neural networks: a systematic introduction,” *Neural Networks*, p. 502, 1996.
- [56] G. Zhang, B. Eddy Patuwo, and M. Y. Hu, “Forecasting with artificial neural networks: The state of the art,” *Int. J. Forecast.*, vol. 14, no. 1, pp. 35–62, 1998.
- [57] T. Masters, *Practical Neural Networks Recipes in C++*. 1993.
- [58] M. Qi and G. P. Zhang, “An investigation of model selection criteria for neural network time series forecasting,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 132, no. 3, pp. 666–680, 2001.
- [59] B. Warner and M. Misra, “Understanding Neural Networks as Statistical Tools,” *Am. Stat.*, vol. 50, no. 4, pp. 284–293, 1996.
- [60] B. Guoqiang Zhang and M. Y. H. Eddy Patuwo, “Full-Text,” *Int. J. Forecast.*, vol. 14, pp. 35–62, 1998.
- [61] B. Çelik, “Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Zaman Serisi Analizi : Teori Ve Uygulama,” p. 241, 2008.
- [62] B. Ataseven, “Yapay sinir ağları ile öngörü modellemesi,” *Öneri Derg.*, vol. 10, no. 39, pp. 101–115, 2013.
- [63] T. Gürbüz, “Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ile Türkiye'deki Ulaştırma Talebinin Tahmini,” Kırıkkale Üniversitesi, 2008.
- [64] M. Ermiş, “Lojistik Sistemlerinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi,

Gerçeklenmesi ve Kontrolü,” İstanbul Teknik Üniversitesi, 2005.

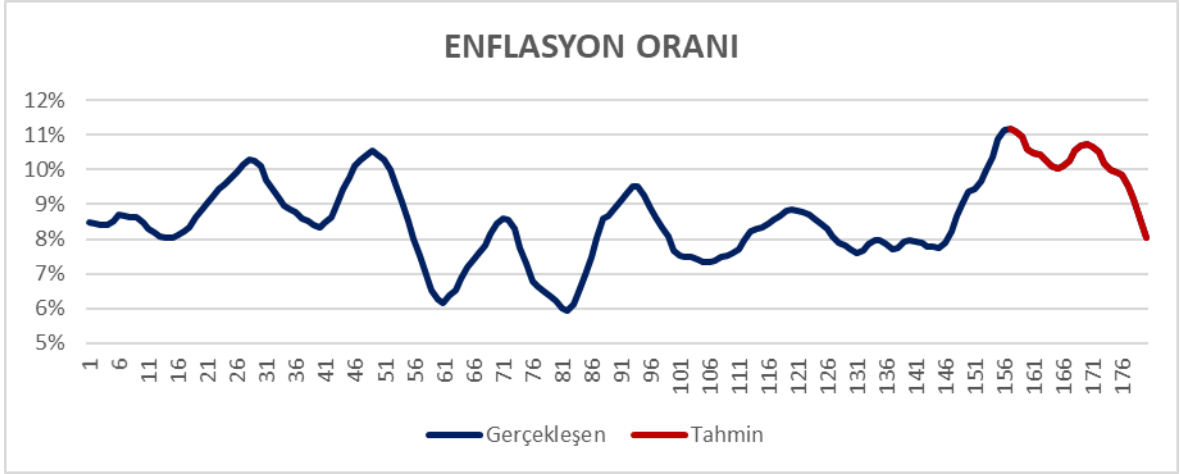
- [65] C. Hu, “Advanced Tourism Demand Forecasting: ANN and Box-Jenkins Modelling,” Purdue University, MI, USA., 2002.
- [66] SGK, “Sosyal güvenlik sistemi primler rehberi,” pp. 0–65, 2017.
- [67] “İŞKUR 01 Ocak- 31 Mart 2017 Finansal Rapor.”
- [68] J. Boorack, “Actuarial Valuation Basics,” 2008.



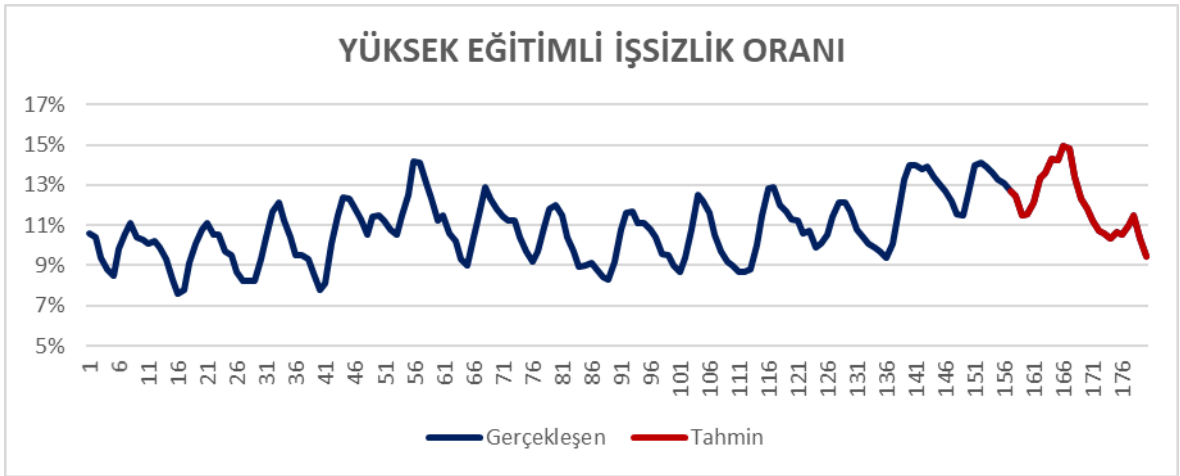
## EKLER



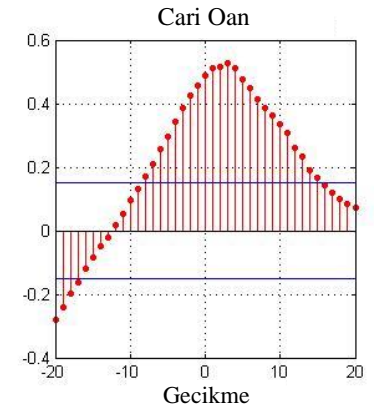
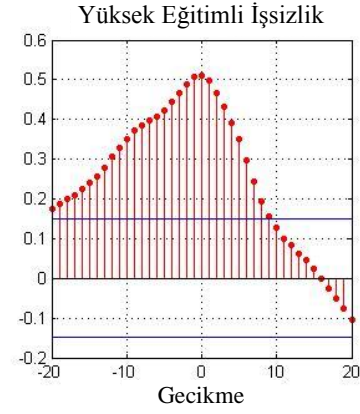
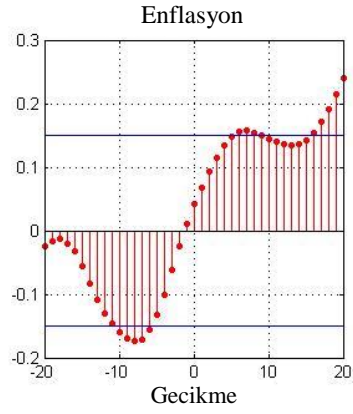
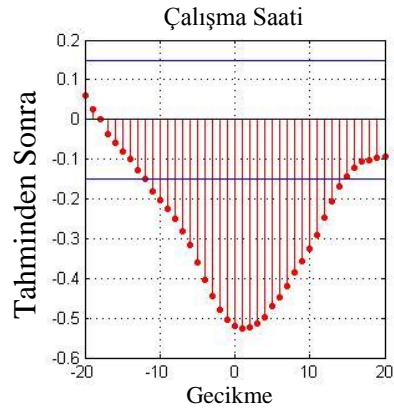
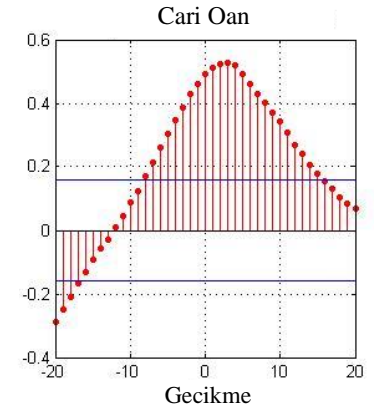
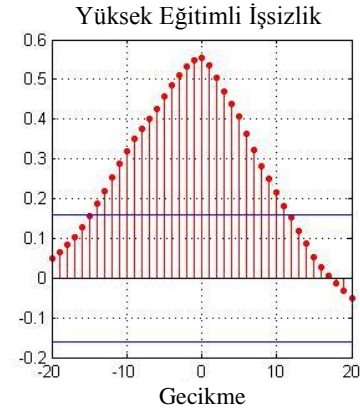
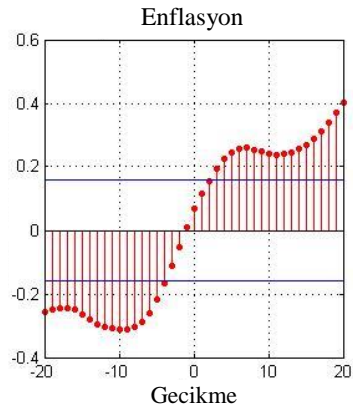
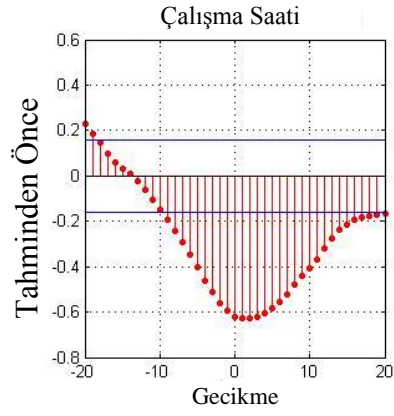
Ek 1 Çalışma Saati Tüm Veri Grafiği



Ek 2 Enflasyon Oranı Tüm Veri Grafiği



Ek 3 Yüksek Eğitimli İstisizlik Oranı Tüm Veri Grafiği



**Ek 4** Tahminden Önceki ve Sonraki Verilerin Otokorelasyon Grafikleri

# ÖZGEÇMİŞ

## Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Samet Gençgönül

Doğum Yeri : Isparta

Medeni Hali : Bekar

E-posta : samet.gencgonul@hacettepe.edu.tr

Adres : Hacettepe Üniversitesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü, Ankara

## Eğitim

Lise : Atakent Anadolu Lisesi, 2007

Lisans : Marmara Üniversitesi, Aktüerya Bölümü, 2009-2013

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Aktüerya Bilimleri, 2015-2018

## Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce(YÖK-DİL:77,50)

## İş Deneyimi

Atatürk Üniversitesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü, 2015 Şubat- 2015 Haziran

Hacettepe Üniversitesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü, 2015 Haziran-...

## Deneyim Alanları

## Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

## Tezden Üretilmiş Yayınlar

## Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
AKTÜERYA BİLİMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 16/05/2018

Tez Başlığı / Konusu: **İşsizlik Sigortası Fonu'nun Farklı Senaryolara Dayalı Aktüeryal Değerlendirmesi**

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 64 sayfalık kısmına ilişkin, 16/05/2018 tarihinde tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6 'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

16.05.2018

Adı Soyadı: Samet GENÇGÖNÜL  
Öğrenci No: N14226008  
Anabilim Dalı: Aktüerya Bilimleri  
Programı: Aktüerya Bilimleri  
Statüsü:  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin GENÇTÜRK

(Unvan, Ad Soyad, İmza)