

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE MALİYET TAHMİNİ

**2019
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

Gizem KAPANŞAHİN

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE MALİYET TAHMİNİ

Gizem KAPANŞAHİN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

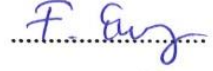
Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Haziran 2019

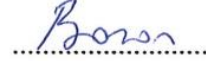
Gizem KAPANŞAHİN tarafından hazırlanan “DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE MALİYET TAHMİNİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarız.

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ



Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Semra BORAN



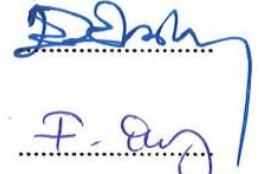
Tez Danışmanı, Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 28/06/2019

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Ergun ERASLAN (AYBÜ)



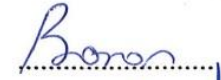
Üye : Prof. Dr. Filiz ERSÖZ (KBÜ)



Üye : Prof. Dr. Mehmet KABAK (GÜ)



Üye : Doç. Dr. Semra BORAN (SAÜ)



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Barış KEÇECİ (Başkent Ü)



30.06.2019

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Gizem KAPANŞAHİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE MALİYET TAHMİNİ

Gizem KAPANŞAHİN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ

Doç. Dr. Semra BORAN

Haziran 2019, 100 sayfa

Mal ve hizmetin üretilebilmesi için katlanılan fedakârlık, işletmelerin maliyetlerini oluşturur. Bir üretim işletmesinin üretimi gerçekleştirebilmesi için tükettiği mal ve hizmetlerin karşılığı da maliyet olarak ifade edilir. İşletmelerde uygun kararların alınabilmesi için işletme faaliyetlerinin analizlerinin doğruluğu çok önemlidir. Sonuçların doğruluğu doğru karar almayı sağlar ve işletmeye doğru pazar ve rekabet üstünlüğü kazandırır. Ürün maliyetlendirme sürecinde çeşitli unsurlar etkilidir. Ürün bazında unsurlar tek incelenir ve gerçeği yansıtan birim maliyetleri elde etmek için analiz yapılır.

Bu çalışmanın amacı, Demir Çelik sektöründe yer alan bir A İşletmesinde üretilen ham çelik üretimi sürecinde, maliyetlere etki eden faktörlerin araştırılması ve entegre sistem içerisinde maliyeti veri madenciliği sınıflayıcı modelleri ile tahmin edilmesidir. Çalışmada IBM SPSS Modeler, Python, EView ve Minitab paket

programları kullanılmıştır. Çoklu regresyon analizinin, yapay sinir ağı modeline göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. SPSS ve Python da çoklu regresyon yöntemi yapay sinir ağlarına göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. SPSS Modeler, Python, Minitab ve EViews programlarının çoklu regresyon sonuçları birbirine yakın ve oldukça yakın sonuçlar vermiştir. En yüksek başarı R değeri karşılaştırıldığında SPSS’de görünmektedir. EViews ve Minitab R değerleri neredeyse aynıdır. Elde edilen tahmin sonuçlarının işletme bünyesinde sunulan maliyetler ile karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Tahmin çalışmalarındaki başarılar dikkate alındığında modellerin kullanışlı oldukları söylenebilmektedir. Kurulan tüm modellerde en önemli bağımsız değişkenin sıvı çelik maliyeti olduğu görülmüştür. Sıvı çelik, ham çeliğin hammadesini oluşturmaktadır. Ham çelik üretim miktarının, ham çelik maliyetini etkileyen önemli değişkenlerden diğeri olduğu görülmüştür. Üretim miktarına paralel ham çelik maliyetlerinde düşüş gözlemlenmektedir. Üretimi gerçekleştirecek olan personel sayısı yetersiz olduğunda üretim hattı vardiya düşürecektir bu da üretim miktarının düşmesine ve maliyetlerin artmasına neden olacaktır. Kura bağlı olarak sıvı çelik hammaddesi olan cevher fiyatlarında meydana gelen artmanın/azalmanın ham çelik maliyetlerine etki ettiği görülmektedir. Tüm bu parametreler ham çelik maliyeti modelini oluşturmaktadır. Modele etkisi düşük değişken olan değişkenler ise TÜFE ve ham çelik satışlarının maliyetidir. Yöntemlerin her zaman en iyi sonuçları sunduklarını söylemek mümkün olmamaktadır. Modelin başarısının, kullanıcının tecrübesiyle ve seçilen parametrelerin başarısıyla orantılı olduğu söylenebilmektedir.

Anahtar Sözcükler : Çoklu regresyon analizi, maliyet tahmini, tahmin yöntemleri, yapay sinir ağları.

Bilim Kodu : 906.1.182

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

COST ESTIMATION OF IRON STEEL SECTOR

Gizem KAPANŞAHİN

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering

Thesis Advisor:

Prof. Dr Filiz ERSÖZ

Assist. Prof. Dr Semra BORAN

June 2019, 100 pages

The sacrifice for the production of goods and services constitutes the costs of the enterprises. The cost of the goods and services consumed by a production company is used as a cost. The accuracy of the analysis of the business activities is very important in order to make the appropriate decisions in the enterprises. The accuracy of the results ensures correct decision-making and gives the business the right market and competitive advantage. Various elements are effective in the process of product costing. The items on the basis of the product are examined one by one and the analysis is carried out to obtain the unit costs that reflect the reality.

The aim of this study is to investigate the factors affecting the costs in the raw steel production process produced in an A Plant in the Iron and Steel Sector and to estimate the cost in the integrated system with data mining classifier models. IBM SPSS Modeler, Python, EView and Minitab packages were used in the study.

Multiple regression analysis is better than artificial neural network model results. In SPSS and Python, multiple regression methods were more successful than artificial neural networks. Multiple regression results of SPSS Modeler, Python, Minitab and EViews yielded close and similar results. The highest success R value is seen in SPSS when compared. EViews and Minitab R values are almost the same. It is aimed to compare the estimation results with the costs presented in the enterprise.

Considering the successes in prediction studies, it can be said that the models are useful. In all models, the most important independent variable was the cost of liquid steel. Liquid steel is the raw material of raw steel. The amount of crude steel production was another important factor affecting the cost of crude steel. In parallel with the production amount, crude steel costs are observed to decrease. When the other independent variables were examined; When the number of personnel to perform production is insufficient, the production line will reduce shifts, which will lead to a decrease in the amount of production and an increase in costs. It is observed that the increase / decrease in the prices of ore, which is the raw material of the liquid steel due to the exchange rate, affects the crude steel costs. All these parameters constitute the crude steel cost model. The variables with low impact on the model are the cost of CPI and crude steel sales. It is not possible to say that the methods always provide the best results. It can be said that the success of the model is proportional to the experience of the user and the success of the selected parameters.

Key Word : Cost estimate, prediction methods, artificial neural networks, multiple regression analysis.

Science Code : 906.1.182

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanması aşamasında, çalışmalarımı yönlendiren, fikirleriyle ufkumu genişleten, araştırmalarımın her kademesinde bilgi, tavsiye, tecrübe ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, yapıcı, yönlendirici ve anlayışlı yaklaşımı ile her an bana destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Filiz ERSÖZ'e teşekkürlerimi sunarım. Uygulama imkanını bana veren iş yeri sahiplerine teşekkür ederim. Hayatım boyunca beni destekleyen, her zaman yanımda olan canım annem Emine KAPANŞAHİN'e, canım babam Şaban KAPANŞAHİN'e ve yol göstericim, en büyük destekcim canım ablam Seçil KAPANŞAHİN'e sonsuz minnet duygularımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. KAVRAMLAR	4
1.2. GİDERLERİN SINIFLANDIRILMASI	6
1.3. GİDER YERLERİ	11
1.4. ÜRETİM GİDERLERİ-MALİYET GİDERLERİ	12
1.5. MALİYET HESAPLAMA SİSTEMLERİ.....	14
1.5.1. Maliyetlerin Saptanma Amacına Göre Maliyet Sistemlerinin Sınıflandırılması	16
1.5.2. Maliyetlerin Saptanma Zamanına Göre Maliyet Sistemlerinin Sınıflandırılması	17
1.5.3. Maliyetlerin Kapsamına/Karar Verme Amacına Göre Maliyet Sistemlerinin Sınıflandırılması	18
1.5.4. Maliyet Yönetimi Açısından Maliyet Hesaplama Sistemlerinin Sınıflandırılması	20
1.5.5. Maliyet Hesaplanması Yapıldığı Zamana Göre Maliyet Hesaplama Sistemlerinin Sınıflandırılması	21
BÖLÜM 2	25
LİTERATÜR İNCELEMESİ.....	25
BÖLÜM 3	36
DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜ.....	36

	<u>Sayfa</u>
3.1. DEMİR ÇELİĞİN TARİHÇESİ	40
3.2. ÇELİK VE ÇELİK ÜRETİM YÖNTEMLERİ.....	42
3.2.1. Demir Cevherinden Üretim	43
3.2.2. Elektrikli Ark Ocağı	44
3.2.3. Sürekli Dökümler.....	44
 BÖLÜM 4	 46
MATERYAL VE METOT	46
4.1.1. Basit Regresyon Modeli	47
4.1.2. Çoklu Regresyon Modeli.....	48
4.2. YAPAY SİNİR AĞLARI.....	53
4.2.1. Yapay Sinir Ağlarının Genel Kullanım Alanları	54
4.2.2. Biyolojik Bir Beyin Sinir Hücresi Yapısı.....	55
4.2.3. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı	57
4.2.4. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırmaları	60
 BÖLÜM 5	 64
A İŞLETMESİNDE TAHMİNİ MALİYET ÇALIŞMASI	64
5.1. ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON MODELİ İLE MALİYET TAHMİN MODELİ	 67
5.1.1. IBM SPSS Statistic Sonuçları.....	67
5.1.2. Python Sonuçları.....	73
5.1.3. EViews Sonuçları	76
5.1.4. Minitab Sonuçları	79
5.2. YAPAY SİNİR AĞLARI MODELİ İLE MALİYET TAHMİN MODELİ ..	81
5.2.1. IBM SPSS Modeler Sonuçları	81
5.2.2. Python Sonuçları.....	84
5.3. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRMASI	89
 BÖLÜM 6	 91
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	91

	<u>Sayfa</u>
KAYNAKLAR	96
ÖZGEÇMİŞ	100



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Gider çeşitleri	6
Şekil 1.2. İşletmenin çeşitlerine göre giderler	7
Şekil 1.3. Fonksiyonlarına göre giderler	9
Şekil 1.4. Ürünlere yüklenmesine göre giderler	10
Şekil 1.5. Faaliyet hacmi ilişkisine göre giderler	11
Şekil 1.6. Üretim giderleri	12
Şekil 3.1. Türkiye çelik haritası	40
Şekil 4.1. Sinir hücresi	56
Şekil 4.2. Biyolojik sinir hücresi	57
Şekil 4.3. Yapay sinir hücresi	58
Şekil 4.4. Yapay sinir ağlarının sınıflandırılması	60
Şekil 4.5. İleri beslemeli bir YSA mimarisi	61
Şekil 4.6. Geri beslemeli bir YSA mimarisi	61
Şekil 5.1. Üretim akış şeması	65
Şekil 5.2. Gerçek maliyet değerleri ile çoklu regresyon analizi tahmini değerlerinin karşılaştırılması	71
Şekil 5.3. Gerçek maliyet değerleri ile tahmini maliyet değerlerinin karşılaştırılması	72
Şekil 5.4. Python çoklu regresyon analizi karşılaştırma	75
Şekil 5.5. EViews çoklu regresyon analizi karşılaştırma	78
Şekil 5.6. Minitab ham çelik maliyeti histogram grafiği.	80
Şekil 5.7. Minitab ham çelik maliyeti dağılım grafiği.	81
Şekil 5.8. Gerçek maliyet değerleri ile yapay sinir ağı tahmini değerlerinin karşılaştırılması	83
Şekil 5.9. Yapay sinir ağları tahmini ham çelik maliyeti ile gerçekleşen ham çelik maliyetinin karşılaştırması	84
Şekil 5.10. Python model ağ yapısı	85
Şekil 5.11. Python yapay sinir ağı karşılaştırma	88
Şekil 5.12. YSA ve çoklu regresyon modellerinin R^2 değerleri karşılaştırması.	89

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Maliyet hesaplama sistemlerinin sınıflandırılması	15
Çizelge 3.1. 2018 yılı en büyük ham çelik üreticileri.	37
Çizelge 3.2. 2010- 2018 yılları Türkiye ham çelik üretim miktarı [Bin ton].....	38
Çizelge 3.3. Türkiye 2010-2018 yılları arasındaki ham çelik üretim miktarı.....	39
Çizelge 5.1. Tanımlayıcı istatistik değerleri	68
Çizelge 5.2. Model özetleri	69
Çizelge 5.3. Varyans analizi.....	69
Çizelge 5.4. Katsayılar tablosu.....	70
Çizelge 5.5. Python çoklu regresyon analizi tekniği python hata oranları.....	73
Çizelge 5.6. Python çoklu regresyon analizi katsayılar tablosu.....	74
Çizelge 5.7. Çoklu regresyon analizi evIEWS hata oranları.	76
Çizelge 5.8. EVIEWS çoklu regresyon analizi katsayılar tablosu.	76
Çizelge 5.9. EVIEWS çoklu regresyon analizi model sonuçları.	77
Çizelge 5.10. Çoklu regresyon analizi minitab hata oranları.	79
Çizelge 5.11. Minitab çoklu regresyon analizi varyans analiz tablosu.	79
Çizelge 5.12. Minitab çoklu regresyon analizi katsayılar tablosu.	80
Çizelge 5.13. Yapay sinir ağları tekniği IBM SPSS modeller hata oranları	82
Çizelge 5.14. IBM SPSS Modeller ile YSA tekniğinde girdilerin önem sırası.	82
Çizelge 5.15. YSA tekniği python hata oranları.	86
Çizelge 5.16. Python yapay sinir ağları katsayılar tablosu	87
Çizelge 5.17. Programların karşılaştırma değerleri.....	89
Çizelge 5.18. Programların karşılaştırma değerleri [AIC].	90

KISALTMALAR

BOF	: Bazık Oksijen Fırını/Konverter
EAO	: Elektrik Ark Ocağı
DİMM	: Direkt İlk Madde Malzeme
DİG	: Direkt İşçilik Gideri
GÜG	: Genel Üretim Gideri
YSA	: Yapay Sinir Ağları
RMSE	: International Institute of Welding (Uluslararası Kaynak Enstitüsü)
MAE	: Isı Tesiri Altında Kalan Bölge
MAPE	: Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgüt
HDPC	: Yüksek Basınçlı Döküm
SRL	: Sezgisel Maliyet ve Program Analizi ile uyumlu Sistem Hazırlık Seviyeleri
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
SDH	: Sıvı Ham Demir
VIF	: Varyans Enflasyon Faktörü
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
BIC	: Bayes Bilgi Kriteri
SIC	: Schwartz Bilgi Kriteri

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Globalleşen rekabet ortamında, haberleşme ve ulaşım altyapısındaki gelişmeler, üretim ortamları işletmelerin ürün ve hizmetlerinde, fiyatlarında ve buna bağlı olarak maliyet süreç yönetimlerinde büyük değişiklikler ortaya çıkmıştır. İşletmeler bu değişikliklere adapte olup rekabet avantajı sağlamalıdır. Rekabet içerisinde olan işletmeler en kısa sürede hızlı, güvenilir ve doğru karar vermelidir. Karar verme sürecinde geleceğe yönelik doğru öngörülerde bulunan işletmeler piyasalarda büyük avantaj sağlamaktadır. Bunların gerekliliği olarak rakipler arasında avantaj sağlamak için geleceğe yönelik tahminleme yöntemleri her geçen gün daha da önem kazanmaktadır.

Mevcut bilgi ve kaynakları göz önünde bulundurarak belirlenen zamanda tüm iş adımlarının toplam maliyetinin tespit edilmesi için gerçekleştirilen süreç veya fonksiyona maliyet tahmini denilmektedir. Bir ürünün üretilebilmesi için ilk şart, üretim için gerekli kaynakların temin edilmesidir. Sınırsız kaynakların olduğu ortamda maliyet kavramı önem teşkil etmemektedir. Maliyet kavramının dikkatle ele alınmasının ve kontrolünün gerektiği ortamlar, kaynakların sınırlı olduğu alanlardır. Başka bir ifade ile maliyet tahmini, düne ve bugüne bakarak yarın gerçekleştirilecek işlerin maliyetlerini görmeye çalışmaktır [1].

Maliyet tahmini, sınırlı kaynakları optimal kullanarak, istenilen düzeyde hizmet veya ürünün sağlanabilmesine imkan sağlamaktadır. Maliyet üretim işletmelerinin üretim faaliyetlerini gerçekleştirmek için kullandığı, tükettiği mal ve hizmetlerin parasal karşılığıdır. Farklı bir şekilde ifade edilecekse giderlerin üretim faaliyetleri ile ilgili kısmı maliyet olarak ifade edilebilmektedir [2].

Bir malın elde edilmesi için harcanan üretim faktörlerinin toplamına da maliyet denilmektedir. Üretim işletmelerinde doğru maliyetlendirmenin yapılabilmesi için, ürün üretim sürecine dolaylı ve dolaysız etki eden tüm faktörler gerçeği yansıtacak şekilde tespit edilmelidir. Ürün üretimi aşamasında maliyeti oluşturan tüm giderler gerçek ve doğru şekilde ürüne yansıtılmalıdır.

Mamul maliyetini oluşturan unsurlar; ürünün şekle getirilmesinde tüketilen iptidai ve hammaddelerin karşılığı, ürüne karşılık gelen işçilik, genel üretim giderlerinden ürüne düşen hisse, genel yönetim giderlerinden ürüne düşen hisse, ambalajlı olarak üretilmesi zorunlu ürünlerde ambalaj malzemelerinin bedeli olarak sıralanmaktadır. Üretim maliyetlerini oluşturan unsurları etkileyen faktörler; direkt malzeme, kullanılan hammaddeler, direkt işçilik, nakliye, operasyon adımları, elektrik, bakım, amortisman giderleri ve genel giderlerden oluşmaktadır.

Maliyete etki eden faktörler arasındaki ilişki çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağlar ile açıklanabilmektedir. Çalışma globalleşen rekabet ortamında işletmelerin rakiplerine karşı üstün olabilmeleri oldukça önem taşımaktadır. Ana faaliyet konusu üretim olan işletmeler için ürettikleri mamullerin maliyeti, takibi, maliyetlerin minimizasyonu, mamullerin fiyatlandırma stratejileri rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü sağlamaları için çok önemlidir.

Bilgi sistemlerinin, işletme ortaklarının ihtiyacı olduğu bilgi çıktılarını sağlamasına karşılık sadece bilgi çıktıları işletme yöneticileri için yeterli olmamaktadır. Yöneticilerin, işletmenin projeksiyonu için karar verebilmesi gerekmektedir ve bu kararları verirken de tahmin yöntemlerine başvurmak zorundadırlar.

İşletme faaliyetlerinin devamlılıkları, pazar payındaki artış, pazarda kalabilme ve karlarını maksimum seviyeye taşıma hedefleri yöneticilerin bilgi ihtiyaçlarını ortaya çıkarmaktadır. Yöneticiler ve karar vericiler gelecek dönemleri planlamak, üretilen ürünlerin maliyetlerini minimize etmek, maksimum karlılık sağlamak, bunlara paralel doğru fiyatlandırma stratejisi geliştirmek ve rekabet ortamında sürekliliğini sürdürmek durumundadır. Maliyet kavramı, yapısını oluşturan faktörlerce belirsiz ve bilgi sistemleri açısından da yetersiz olabilmektedir.

Rekabet ortamında, işletmelerin varlığını sürdürebilmeleri için gelecek dönemler adına karar ve tedbirler almaları gereklidir. Alınan tedbir ve kararlar için işletmeler sektördeki durumlarını ölçebilmek adına tahmin çalışmalarına başvurmaktadır.

Geleneksel yaklaşımlar, tahmin çalışmalarında gelişen teknolojinin bilgi ihtiyacını karşılayamamaktadır, bu sebeple yeni yöntemlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Tahmini maliyet çalışmaları incelendiğinde literatürde birçok matematiksel ve istatistiksel hesaplama yönteminde örneklem büyüklüğü konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır.

Değişken ve belirsiz metodlarla sonuca ulaşamayan sistemlerin analizlerinde doğru, eksiksiz ve kesin sonuçlar elde etmenin mümkün olmaması durumuna karşılık geliştirilen tahmini maliyet sistemi, geleneksel yöntemlerin yerine herhangi bir dağılım göstermeksizin sınırlı sayıdaki veriler ile başarılı sonuçlanabilmektedir. Belirli kısıtlar çerçevesinde yöneticilerin gelecek dönemlere ilişkin daha düşük hata payı ile maliyet tahminlemesi için elde edilen bilgilerin sağlıklı olması gerekmektedir. Tahmini maliyet çalışmaları, işletmeye piyasayada rekabet avantajı sağlar öngörülü çalışma ortamı oluşturur, hammadde tedarik süreçlerinin iyileştirilmesini ve yönetilmesini sağlamaktadır. Talep edilen kalitede ürünlerin üretilmesini, tedarik ve satış politikalarının yönetilmesini sağlamaktadır.

Çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları tahmin yöntemleri kullanılarak yapılan bu çalışmanın kapsamını, bilgi ihtiyaçlarına karşılık işletmelerde tahmin yöntemi olarak kullanılabilmesi amacıyla ülkemizde ham çelik üretimi gerçekleştiren A işletmesi oluşturmaktadır. Araştırmanın kapsamını Türkiye’de faaliyet gösteren demir çelik sektöründe üretim gerçekleştiren işletmeler oluşturmaktadır. İşletmeler maliyet tahminlerini güvenilir ve şeffaf bir şekilde gerçekleştirerek sağlıklı sonuçlar elde etmek isterler. Fakat tahmin çalışmaları esnasında kullanılan bazı yöntemler çok fazla sayıda veriye ihtiyaç duymakta ve hızlı sonuç vermemektedir. Bu sebeple çalışmanın problemini tahmin yöntemlerinde ihtiyaç duyulan bilgilerin çok fazla olması ve hızlı sonuç alınamaması oluşturmaktadır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde birçok tahmini maliyet yöntemi bulunmaktadır. Çalışmanın konusu, çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağlarının üretim sektörlerinde uygulanabilirliğini test etmek, oluşturulan maliyet modeli ile A işletmesinin geçmiş maliyet verilerini kullanarak gelecek dönemlere ait maliyet tahminlerinde bulunmaktır.

1.1. KAVRAMLAR

- Maliyet

Günümüzde veya gelecek zamanda işletmeye faydalı olması beklenen ürün ve hizmetler için göze alınan fedakarlıkların nakit veya nakit gibi değerlerle ifade edilmesine maliyet denilmektedir.

Gelişen üretim teknolojisi ve rekabet ortamı sonucu maliyet verilerinin doğru bilgiye ulaşması, objektifliği ve analizi önem kazanmaktadır. İşletmelerin rekabet gücünü sağlamaları için, bütün faaliyetlerinin üretilen mamullere kattığı değer, rakiplerinin faaliyetlerinden elde ettiği değerlerden daha fazla olmalıdır. Tersisi durumda işletme değer yaratsa dahi rekabet üstünlüğü sağlayamaz.

- Hasılat

Mal ya da hizmet satışından veya temel faaliyet konusu dışında kalan varlıkların satışlarından; faiz, kira, iştirak gelirleri gibi elde edilen brüt tutarlarıdır [3].

Başka bir ifade ile hasılat, satılan mal ya da hizmet karşılığında alıcıya yüklenen yükümlülüktür [4].

Ürün veya hizmetlerin satışı sonucu elde edilen nakit veya nakit benzeri tutara da hasılat denilmektedir. Başka bir tanımda işletmelerin belirli bir faaliyet döneminde sattığı mal ve ya hizmet karşılığında elde ettiği tutar hasılat olarak ifade edilmektedir.

Hasılat, işletmenin olağan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır ve öz sermayede artış sağlayan ekonomik faydadır.

- Zarar

İşletme faaliyetlerinde, giderlerin toplamı gelirlerin toplamından fazla olduğunda ortaya çıkan farka zarar denilmektedir.

Başka bir ifade ile belirli bir faaliyet dönemi içerisinde işletmenin varlığında olağan dışı sebeplerden dolayı oluşan azalmalara da zarar denilmektedir.

İşletme faaliyetlerinin yürütülebilmesi için ihtiyaç duyulmayan, olağandışı iş ve olaylar sebebiyle tüketilen, normal ölçüleri aşan harcama ve tüketimler de zarar olarak ifade edilmektedir.

- Harcama

Basit bir ifade ile harcama, ürün veya hizmet satın alırken gerçekleştirilen ödeme ya da ödeme benzeri tutarları ifade etmektedir. İşletme tarafınca herhangi bir sebep ile para, çek, senet gibi para benzeri ödeme materyalleriyle gerçekleştirilen ödemeler de harcamadır.

Harcama denilinde her türlü ödeme ve borçlanma akla gelmelidir. Bir varlığı elde etmek amacıyla gerçekleştirilen ödeme, borçlanma veya başka varlık transferleri de harcama anlamına gelmektedir.

- Gider

Üretim maksadıyla varlıklar sarf edildiğinde, tüketilen varlığın maliyet değeri gidere dönüşür. Malın üretimi ile ilgili giderlerinin toplamı üretilen malın üretim maliyetini oluşturur.

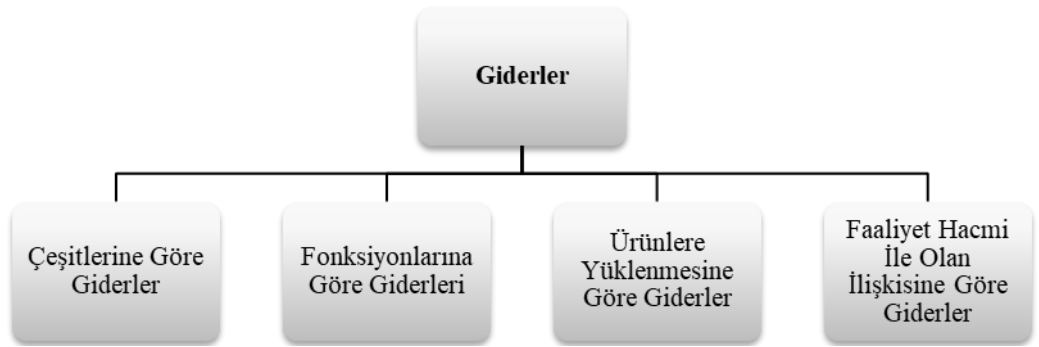
Bilanço'ya göre gider, işletmenin belli zaman aralığındaki mal teslimi, üretim, hizmet kullanımı ya da daimi temel iş konusu ile ilişik işlemleri neticesinde işletmenin varlıklarında oluşan düşüşler veya yükümlölüklerinde oluşan artışlardır.

Gelir tablosunda göre gider, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri, faaliyetlerini yerine getirebilmesi ve bir ekonomik fayda sağlayabilmesi için belirli zaman aralığında kullandığı, sarf ettiği girdilerin, faydası tükenmiş maliyetlerin hâsılatıdan düşülen kısmıdır.

1.2. GİDERLERİN SINIFLANDIRILMASI

Üretim maliyetlerinin doğru ve sorunsuz hesaplanabilmesi, giderlerin kontrolü ve takibi, yönetimin planlama ve karar verme süreçlerini kolaylaştıracak verilerin hızlı, kolay ve eksiksiz elde edilebilmesi maliyet muhasebesi için mecburi hedefleri olmaktadır.

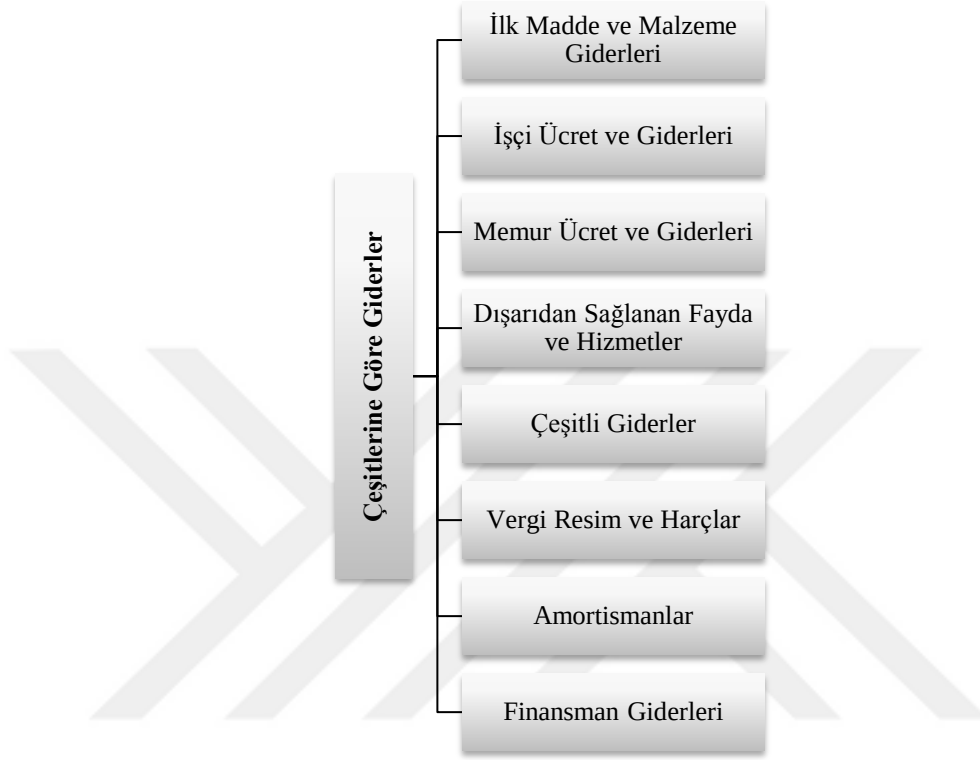
Hedeflere ulaşabilmek için de giderlerin çeşitli faktörlerle sınıflandırılması gerekmektedir. Şekil 1.1'de gider çeşitleri gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Gider çeşitleri.

- Çeşitlerine göre
- Fonksiyonlarına göre,
- Giderlerin ürünlere yüklenmesine göre,
- Giderlerin faaliyet hacmi ilişkisine göre sınıflandırılmaktadır.
- Çeşitlerine Göre Giderler

İşletmede giderlerin oluş şekilleri bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır ve çeşitlilik açısından sınıflandırmak gerekmektedir. Şekil 1.2’de işletmeye ait giderlerin çeşitlerine göre sınıflandırılması görülmektedir.



Şekil 1.2. İşletmenin çeşitlerine göre giderler.

İşletmenin yönetim fonksiyonlarının yerine getirebilmesi için gerekli tüm faaliyetleri ilk madde malzeme giderleri, işçilik giderleri, dışardan sağlanan fayda ve hizmet giderleri, çeşitli giderler, vergi, resim ve harçlar, amortismanlar ve finansman giderleri olarak ele alınması gerekmektedir.

İlk madde ve malzeme giderleri ürünlerin yapısına giren, ürünün temelini oluşturup ürün maliyetiyle doğrudan ilişkilendirilen malzeme giderlerini ve üretim aşamasında kullanılan indirekt malzemeleri kapsamaktadır.

İşçi ücret ve giderleri, üretim ve hizmetleri gerçekleştirmek ve işletme faaliyetlerini devam ettirebilmek üzere çalışan işçiler adına tahakkuk ettirilen esas işçiliği, fazla mesai, üretim primlerini, ikramiyeleri, yıllık izin ücretlerini, sigorta primleri,

işveren hissesini, gece primini, hafta tatilini ve genel tatil ücretlerini, her türlü sosyal yardımları, işçilere ait diğer giderleri kapsamaktadır [5].

Memur ücret ve giderleri, üretim ve hizmetleri gerçekleştirmek ve işletme faaliyetlerini devam ettirebilmek adına çalıştırılan aylık ücretli yönetici, memur ve büro personeli için tahakkuk ettirilen her türlü gider memur ücret ve giderleri kapsamındadır [6].

Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler, İşletmelerin üretim, pazarlama, idari ve diğer faaliyetlerinin devam ettirilebilmesi için işletme dışı kurumlardan sağlanan gider, dışardan sağlanan fayda ve hizmet giderleridir. Bu giderlerin kapsamına elektrik, su, gaz, bakım onarım, iletişim, nakliye gibi giderler oluşturmaktadır.

Çeşitli giderler, işletme faaliyetlerinin yürütülmesi için gruplandırılan giderler dışında kalan giderler çeşitli giderleri oluşturmaktadır. Çeşitli giderler kapsamına sigorta giderleri, kira giderleri, personelin iş çerçevesinde seyahat giderleri, noter giderleri, mesleki aidat giderleri gibi giderler girmektedir. Vergi, Resim ve Harçlar, gider özelliği taşıyan, yasalar gereği tahakkuk ettirilen vergi, resim ve harçlar gider kapsamını oluşturmaktadır.

Amortisman, duran varlıklar için aşınma, yıpranma veya eskime payı olarak ifade edilmektedir. Duran varlıklar işletme üzerine kayıtlı bina, üretim için kullanılan makina ve ekipmanı, demirbaşları ve işletmenin sahip olduğu maddi olmayan varlıkları kapsamaktadır. İşletmeler normal şartlarda kullanmak için aldıkları maddi duran varlıkları bir yıldan uzun sürede kullanırlar. Bu sebeple, maddi duran varlıkların ekonomik ömrü süresince gider yazılması gerekmektedir. Böylece maddi duran varlık kullanıldığı dönemlere dağıtılarak giderleştirilir ve muhasebenin dönemsellik kavramı gerçekleştirilir.

Finansman Giderleri, işletme faaliyetlerinin sorunsuz yürümesi için gereken işletme sermayesi ve yatırım gereksinimini karşılamak amacıyla yapılan kısa ve uzun vadeli borçlanmaları için ödenen ya da tahakkuk edilen faiz, komisyon, kur farkları ve bunlarla ilgili çeşitli masraflardır.

- Fonksiyonlarına Göre

İşletmede gerçekleşen fonksiyonlara göre gider yerleri oluşmaktadır, üretim, satın alma, araştırma geliştirme, pazarlama ve satış dağıtım, yönetim, muhasebe ve finansman gibi fonksiyonlarına göre giderler Şekil 1.3'te sınıflandırılmıştır.



Şekil 1.3. Fonksiyonlarına göre giderler.

Giderlerin işletme fonksiyonlarına göre sınıflandırılmasının temeli, giderler hangi üretim aşamasında oluşuyorsa o aşamanın ismini almasına dayanmaktadır. Satınalma Giderleri, işletme faaliyetlerinde kullanılmak ya da satılmak amacıyla satın alınan mal ve hizmet alımı aşamasında yapılan giderlere satınalma giderleri denilmektedir. Üretim giderleri, üretim için gerekli olan ilk madde ve malzeme, üretim faaliyetinde kullanılan işçilik giderleri ve genel üretim giderlerinden oluşmaktadır.

Araştırma ve geliştirme giderleri, üretimi gerçekleştirilen ürünlerin maliyetlerini düşürme, satış miktarlarını artırma, kullanılan ekipmanların geliştirilmesini sağlama, yeni ürün geliştirmek gibi amaçlarla yapılan giderlerdir.

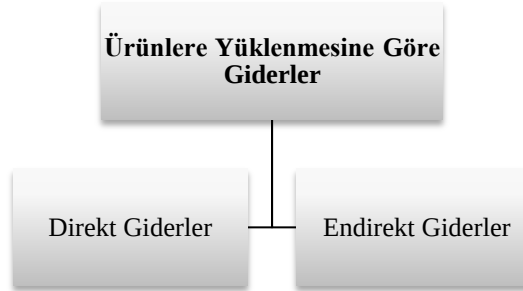
Pazarlama Satış ve Dağıtım Giderleri, ürünlerin stoklara alındığı, hizmetin tamamlandığı andan mal ve hizmetler müşteriye teslim edilene kadar yapılan giderler pazarlama satış ve dağıtım giderleridir.

Genel Yönetim Giderleri, idari kadroları, muhasebe ve insan kaynakları departmanlarının ücretlerini, büro hizmetlerini, güvenlik ve hukuk işlerini, genel yönetim departmanları tarafından kullanılan sabit kıymet amortismanlarını genel yönetim giderleri kapsamaktadır.

Finansman giderleri, yabancı kaynak kullanımıyla ortaya çıkan faiz, komisyon, banka giderlerinden oluşmaktadır.

- Ürünlere Yüklenmesine Göre Giderlerin Sınıflandırılması

Üretim aşamasında karşılaşılan giderlerin mamullere doğrudan ya da dolaylı aktarılmasına göre sınıflandırılmasıdır. Şekil 1.4'te görüldüğü gibi giderler ürün ya da hizmetin maliyetine direkt yüklenip yüklenememesine göre direkt ve endirekt olmak üzere iki grupta incelenmektedir [7].



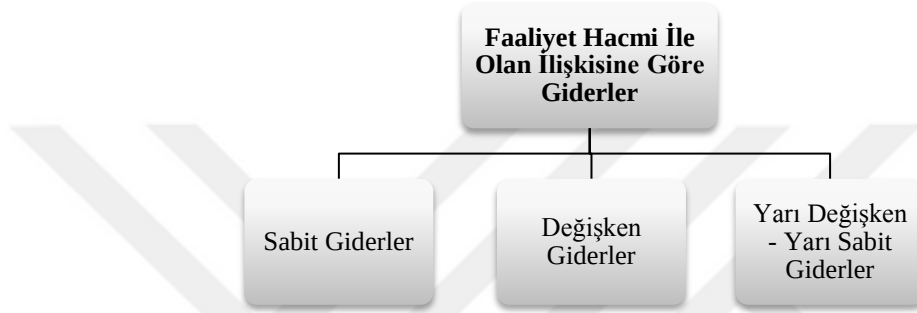
Şekil 1.4. Ürünlere yüklenmesine göre giderler.

Direkt Giderler, belli bir mal ya da hizmetin üretimine direkt, dağıtım anahtarı kullanmadan yüklenebilen giderlerdir. Direkt ilk madde ve malzeme, direkt işçilik giderleri buna örnektir.

Endirekt Giderler, belli bir mal veya hizmetin üretim maliyetine direkt yüklenemediği, dağıtım anahtarları kullanılarak yüklenebildiği giderlerdir.

- Faaliyet Hacmi ile Olan İlişkisine Göre Giderler

Üretim hacimlerindeki değişkenliğe göre giderler, hasasiyet gösterebildikleri gibi üretim hacimlerinden etkilenmeyebilirler. Faaliyet hacimleri açısından giderler şekil 1.5'te görüldüğü gibi üç grupta incelenmektedir. Giderlerin bu şekilde sınıflandırılması, kâr analizlerinde, bütçelerin hazırlanmasında ve gider kontrolünde önemli olmaktadır.



Şekil 1.5. Faaliyet hacmi ilişkisine göre giderler.

Sabit Giderler, belli bir faaliyet döneminde üretim hacmindeki artış ya da daralmalardan etkilenmeden aynı kalan giderlerdir. Amortisman ve kira sabit giderlerdir.

Değişken Giderler, üretim hacmindeki değişkenliğe bağlı olarak artan ya da daralan giderlerdir. Hammadde değişken giderlere örnektir.

Yarı Değişken Yarı Sabit Giderler

1.3. GİDER YERLERİ

Gider yerleri, üretim veya hizmetlerin yapıldığı ve maliyetlerin oluştuğu, birim veya birim içerisindeki bir yeri ifade etmektedir. Gider yerinin belirlenmesinde çoğu zaman kuruluşların organizasyon şeması dikkate alınmaktadır.

Gider yerleri;

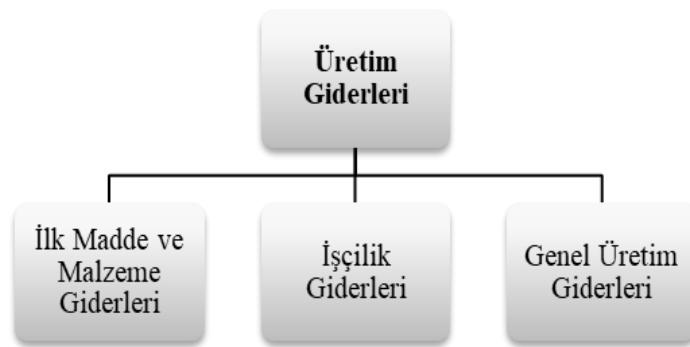
- Esas üretim
- Yardımcı üretim
- Yardımcı hizmet
- Yatırım
- Üretim yerleri yöntemi
- Araştırma ve geliştirme
- Pazarlama satış ve dağıtım
- Genel yönetim

Kuruluşların işletme faaliyetlerine, teknolojik gelişmelere uygun olacak şekilde açılacak gider yerleri, ana başlıklar altında yer almalıdır.

1.4. ÜRETİM GİDERLERİ-MALİYET GİDERLERİ

Üretilen ürünün maliyetini belirleyen giderlere üretim giderleri denilmektedir. Ürünün elde edilmesi için yapılması zorunlu olan giderler üretim giderleridir. Üretim giderleri;

- İlk madde ve malzeme,
- İşçilik,
- Genel üretim giderleridir.



Şekil 1.6. Üretim giderleri.

Üretim giderleri; mamul maliyetini doğrudan etkiliyorsa “direkt”, dolaylı yoldan etkiliyorsa “endirekt” giderler olarak adlandırılmaktadır. Direkt giderler ile endirekt giderlerin toplamı mamul maliyetini oluşturmaktadır.

- İlk Madde ve Malzeme Giderleri

Üretimde kullanılan veya sarf edilen bütün ilk madde ve malzemelerin parasal karşılığı, ilk madde ve malzeme maliyetini oluşturmaktadır. İlk madde ve malzemeler, direkt ilk madde ve malzeme ve endirekt ilk madde ve malzeme şeklinde gruplandırılır. Üretilen mamulün yapısına giren, ürünün temelini oluşturan, hangi ürün veya ürün grubu için ne kadar tüketildiği izlenebilen ilk madde ve malzemeler, direkt ilk madde ve malzeme olarak adlandırılır. İlk madde ve malzemeler ham şekilde olabildiği gibi işlenmiş şekilde de olabilmektedir.

Endirekt malzemeler, üretimde kullanılıp, ürünün temel yapısını oluşturmayan, direkt ilk madde ve malzemelerin dışında kalan malzemelerdir. Endirekt malzemeler için hangi ürün için ne kadar tüketildiği doğrudan belirlenemez veya belirlenmesi ekonomik açıdan bir anlam taşımamaktadır. Endirekt malzemeler yardımcı malzemeler ve işletme malzemeleri olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır.

Yardımcı malzemeler, direkt ilk madde ve malzemeler gibi üretim aşamasında kullanılıp, üretilen mamulün yapısına girerler. İşletme malzemeleri, üretim aşamasında kullanılmakla birlikte ürünün yapısına girmeyip üretimin kesintisiz gerçekleşmesi için hizmet ederler [8].

- İşçilik Giderleri

Üretimde doğrudan ya da dolaylı olarak çalışan işçilere ödenen ücretler işçilik giderlerini oluşturmaktadır. İşçilik giderleri direkt ve endirekt olarak ikiye ayrılmaktadır. Üretilen mamule doğrudan yüklenebilen, ürünün temel yapısını oluşturan ilk madde ve malzemenin biçimini, yapısını, niteliğini değiştiren maliyetlere direkt işçilik maliyeti denilmektedir. Direkt işçilik esas üretim gider yerlerinde oluşan ve ilk madde ve malzemeyi biçimlendiren, ürün hale gelmesini

sağlayan, üretimde direkt çalışanlara ilişkin işçilik maliyetleri olarak da ifade edilmektedir.

Direkt işçilik maliyetleri, üretilen mamullerden hangisine ait olduğu kolaylıkla tespit edilebilen ve gözlemlenebilen, herhangi bir dağıtım anahtarına ihtiyaç olmadan ve işçi başına çalışma süresinin kolaylıkla ölçümlenebildiği maliyetlerden oluşmaktadır.

Mamul üretiminde kullanılan direkt işçilik dışında kalan ve mamule direkt yüklenmesi mümkün olmayan işçilik maliyetlerine endirekt işçilik maliyeti denilmektedir. Endirekt işçilik maliyetleri ile üretilen mamul arasında doğrudan ilişki kurulamadığından bu giderler mamul maliyetine dağıtım anahtarları veya dağıtım yöntemleriyle dağıtılarak yüklenebilmektedir [5].

- Genel Üretim Gideri

Maliyetlerin oluşmasını sağlayan diğer unsur genel üretim maliyetidir. Mamul ya da hizmetin üretilmesinde ortaya çıkan direkt ilk madde ve malzeme maliyetleri ve direkt işçilik maliyetlerinin dışında kalan tüm maliyetlerdir. Genel üretim giderleri mamul ya da hizmetlere doğrudan yüklenmezler.

Üretim faaliyetlerinin devamı için bu maliyetlere katlanmak zorunludur. Genel üretim giderleri farklı nitelikteki birden çok üretim maliyetinden oluştuğundan denetimi, katlanılan tüm yükümlülüklerin tek tek kontrolü ile mümkün olmaktadır.

Genel üretim giderleri yıl bazında aylık ya da mevsimsel olarak değişiklik göstermektedir bu sebeple genel üretim giderini oluşturan giderlerin üretim maliyetine bütçelerle dahil olması gerekmektedir [8].

1.5. MALİYET HESAPLAMA SİSTEMLERİ

Çalışmanın bu bölümünde maliyet hesaplama sistemlerinden bahsedilecektir. Gerekli kavramsal tanımların yapılmasıyla çalışmanın ana konusu olan tahmini maliyet

çalışması, çoklu regresyon ve yapay sinir ağları açıklanacak ve sistem modellemesi ile çoklu regresyon ve yapay sinir ağları hakkında bilgilere yer verilecektir.

Maliyet Sistemi

İşletme bilançosunun çıktılarının, işletmenin gerçekleştirdiği faaliyetler ile tam anlamıyla uyuşmadığı ve gerçeği göstermediği gerekçesi maliyet sistemini oluşturmuştur. Bilanço kalemlerinin ayrıntılı ve gerçek olması gerekçesiyle önce kar/zarar tablosu, daha sonra ise gelir ve gider kalemlerin ayrıntılı olarak takip edilmesi için maliyet prensipleri, üretilen mamul maliyeti hesaplama yöntemleri ve son olarak maliyet sistemi ortaya çıkmıştır [9].

Maliyet sistemi veya maliyet hesaplama sistemi, maliyetleri oluşturan faktörlerin, işletmelerin ana faaliyetleri ve üretim faaliyetlerine konu olan hammadde ve yardımcı hammaddelerin tüketimlerinin sınıflandırılmasını ve hesaplanmasını içermektedir.

Çizelge 1.1. Maliyet hesaplama sistemlerinin sınıflandırılması [10].

Maliyetlerin Saptanma Amacına Göre Sınıflandırılması	Sipariş Maliyet Sistemi
	Safha Maliyet Sistemi
	Karma Maliyet Sistemi
Maliyetlerin Saptanma Zamanına Göre Sınıflandırılması	Fiili Maliyet Sistemi
	Standart Maliyet Sistemi
	Tahmini Maliyet Sistemi
Maliyetlerin Kapsamına Göre Sınıflandırılması	Tam Maliyet Sistemi
	Değişken Maliyet Sistemi
	Normal Maliyet Sistemi
	Asal Maliyet Sistemi
Maliyetlerin Maliyet Yönetimi Açısından Sınıflandırılması	Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi
	Mamul Yaşam Dönemi Maliyetleme Sistemi
	Hedef Maliyetleme Sistemi
	Kaizen Maliyetleme Sistemi
Maliyetlerin Hesaplanma Zamanına Göre Sınıflandırılması	Ön Maliyetleme Sistemi
	Ara Maliyetleme Sistemi
	Kesin Maliyetleme Sistemi

1.5.1. Maliyetlerin Saptanma Amacına Göre Maliyet Sistemlerinin Sınıflandırılması

- Sipariş Maliyet Sistemi

Müşteri isteği veya üretim emri ile bir ürünün üretim durumu söz konusu olduğunda sipariş maliyet sistemi ortaya çıkmaktadır Söz konusu durumda ürün ya da ürünlerin maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Maliyet sisteminde esas olan, mamulün üretim sürecinde katlanılan tüm giderlerin üretilen ürün ya da ürün grubu ile ilişkilendirilmesidir.

Mamul üretim maliyetini direkt ilk madde malzeme, direkt işçilik ve genel üretim gideri oluşturmaktadır. Giderlerin üretilen ürünler üzerinde maliyetlenmesi sipariş maliyet yönteminin sürecini ifade etmektedir [10].

- Safha Maliyet Sistemi

Birbirini takip eden veya birbirine bağlı süreçlerle gerçekleşen üretimler, belirli hammaddelerden tek bir mamul ya da birbirlerine benzeyen birkaç mamul üretiminin gerçekleştiği sistemlerde safha maliyet sistemi kullanılmaktadır. Başka bir ifade ile aşamalarla gerçekleşen giderlerin tamamlandıkları aşamadan bir sonraki aşamaya aktarılmadan önce kendi birim maliyetlerine ek olarak bir önceki aşamalardan gelen birikimli maliyetleri ile maliyetlendirilerek hesaplanan toplam maliyet, safha maliyet sistemi olarak ifade edilmektedir.

Safha maliyet sisteminde üretilen mamuller sonucunda birim başına düşen ortalama maliyeti hesaplayabilmek adına safha maliyet tutarı, o aşama üretilen mamul miktarına bölünmektedir. Bir safhada ortaya çıkan normal fireler ve kayıplar o safhanın maliyetine dâhil edilmektedir [10].

- Karma Maliyet Sistemi

Karma maliyet sistemi safha maliyet sistemi ve sipariş maliyet sisteminin karma bir uygulamasıdır. Karma maliyet metodunda direkt ilk madde malzeme gideri üretim partileri açısından ayrı olarak izlenmesiyle sipariş maliyet hesaplama sistemine, direkt işçilik gideri ile genel üretim giderinin işlem bazında izlenmesiyle safha maliyet hesaplama sistemine benzemektedir. İşlem bazında toplanan direkt işçilik gideri ile genel üretim gideri üretilen ürünlere yüklenir [10].

1.5.2. Maliyetlerin Saptanma Zamanına Göre Maliyet Sistemlerinin Sınıflandırılması

- Fiili Maliyet Sistemi

Fiili maliyet sistemi Türkiye’de en çok kullanılan maliyet sistemlerinden biri olmakla beraber, işletmelerin belirli bir dönemde gerçekleştirdiği üretimlerde fiilen oluşan maliyetleri esas alarak, üretim aşamasında gerçekleşen tüm maliyet giderlerini üretilen mamulün maliyetine ekleyerek hesaplama yapmaktadır.

Verilerin geçmişi yansıttığı sistemde, belli bir dönemde üretilen mamul veya mamullerin üretim esnasında gerçekleşen tüm maliyetleri o dönemde üretilen mamullerin tamamına yüklenmesiyle hesaplanmaktadır [10].

- Standart Maliyet Sistemi

Standart maliyet sistemi gelecekte olmasını istediğimiz maliyetler olarak adlandırılmaktadır. Başka bir ifadeyle standart maliyet bilimsel ve teknik koşullar altında belirlenen ekipmanlarla gerçekleşmesi gereken maliyetleri hesaplama yönetimidir. Standart miktarın, standart birim fiyatıyla çarpılmasıyla elde edilmektedir.

Standart maliyet sistemi; şirket bütçelerinin oluşturulmasında, maliyetlerin kontrolünde, maliyetlerin düşürülmesinde, motivasyon sağlanmasında, maliyet

bilincinin uyandırılmasında, fiyatlandırma çalışmalarında, maliyetlemeyi ve raporlamayı basitleştirme gibi konularda yardımcı olmaktadır [10].

- Tahmini Maliyet Sistemi

Fiili ve standart maliyet sistemlerinin gelecekteki projeksiyonu, geleceğe taşınması ve öngöründe bulunma amacıyla tahmini maliyet hesaplaması yapılmaktadır. Eski maliyetler, kullanımlar ve analizler temel alınarak gelecekteki maliyetlerin ne olabileceği saptanmaya çalışılmaktadır.

Tahmini maliyet sistemi başka bir ifade ile üretilen mal ya da hizmetlerin gelecekteki durumunun tahmin edilmesi için kullanılmaktadır. Bu maliyet sistemi işletmenin gelecek durumu hakkında fikirler sunmakta, planlama ve kontrol fonksiyonlarını geliştirmektedir [10].

1.5.3. Maliyetlerin Kapsamına/Karar Verme Amacına Göre Maliyet Sistemlerinin Sınıflandırılması

- Tam Maliyet Sistemi

İşletmelerin üretimlerini gerçekleştirdiği döneme ait olan üretim giderlerinin tamamının üretim maliyetine ilave edilmesi ve stoklara aktarılmasını temel alan sistem tam maliyet sistemidir. Başka bir ifade ile uzun dönemde üretim gerçekleştirebilmek için tüketilen kaynakların toplam maliyetlerini gösteren ve tedarik maliyetlerini kapsayarak, önceden saptanamayan maliyetler de tam maliyet sistemi olarak ifade edilmektedir. Tam maliyet sisteminde, maliyetin hesaplanacağı birime ilk olarak direkt giderler verilmektedir, daha sonra endirekt giderler bazı kriterlere göre yüklenerek hesaplama yapılmaktadır. Üretilen mamul maliyeti, direkt ilk madde ve malzeme gideri, direkt işçilik gideri ve endirekt gider niteliğinde olan genel üretim giderlerinden oluşmaktadır [10].

- Değişken Maliyet Sistemi

Değişken maliyet sistemi, direkt maliyetleme veya marjinal maliyetleme olarak da ifade edilmektedir. Değişken maliyet sisteminde sabit genel üretim maliyetleri, üretim maliyetlerine yüklenmez ve tamamı dönem karı/zararı hesabına aktarılmaktadır. Değişken giderler, üretilen ürün ya da hizmet maliyetine dahil edilirken, sabit maliyetler dönem gideri/zararı olarak kaydedilmektedir [10].

- Normal Maliyet Sistemi

Değişken üretim giderlerinin tamamının mamul maliyetine dahil edildiği, sabit üretim giderlerinin bir kısmının mamul maliyetine eklendiği maliyet sistemi normal maliyet sistemi olarak ifade edilmektedir. Başka bir ifadeyle, kullanılan kapasiteye karşılık gelen sabit giderler mamul maliyetine eklenmekte, kullanılmayan kısım ise sonuç hesaplarına aktarılmaktadır. Ürün birim maliyeti direkt ilk madde ve malzeme gideri, direkt işçilik gideri, değişken genel üretim giderleri ve kullanılan kapasiteye karşılık gelen sabit genel üretim giderlerinden oluşmaktadır. Kullanılmayan kısma denk gelen sabit genel üretim gideri ise dönem gideri olarak muhasebeleştirilmektedir [10].

- Asal Maliyet Sistemi

Direkt ve endirekt giderlerin mamulün maliyetine yüklenmesini konu alan giderlerdir. Üretilen mamul ile direkt olarak ilişkisi bulunan ve izlenebilen giderler mamulün maliyetine yüklenirken, üretilen mamul ile direkt olarak ilişkisi bulunmayan giderler ise dönem gideri olarak kabul edilmektedir. Direkt nitelikte olan üretim giderleri mamul maliyetine yüklenmekte, endirekt nitelikteki maliyet kalemleri ise dönem gideri olarak gelir tablosuna yansıtılmaktadır. Asal maliyet sisteminde ürün birim maliyeti direkt ilk madde ve malzeme gideri ve direkt işçilik giderlerini kapsamaktadır [10].

1.5.4. Maliyet Yönetimi Açısından Maliyet Hesaplama Sistemlerinin Sınıflandırılması

- **Faaliyete Dayalı Maliyetleme Sistemi**

Faaliyete dayalı maliyet sistemi, işletmelerde gerçekleşen faaliyetleri belirleyen, belirlenen faaliyetler sonucunda oluşan maliyetleri takip eden ve gerçekleşen faaliyetlere ilişkin maliyetlerin üretilen mamullere yüklenmesinde klasik yöntemlerin tersine çeşitli dağıtım ölçüleri kullanarak faaliyet maliyetlerini, üretilen mamul veya hizmetlere yükleyen bir yöntemdir [10].

- **Mamul Yaşam Dönemi Maliyetleme Sistemi**

Karar verme aracı olan mamul yaşam dönemi maliyetleme sistemi, farklı maliyet yaklaşımları arasındaki tasarrufları ortaya koyarak optimum seçimin yapılabilmesini sağlamaktadır. İşletme yönetimi ve karar vericilerin ufkunu genişleterek, geniş bir bakış açısı ile perspektiflerin dışına çıkmalarını sağlayan sistemdir. Mamul yaşam dönemi maliyetleme sisteminin bilgi çıktıları, tahminler ve tahminlere ilişkin matematiksel hesaplamalardan oluşmaktadır. Mamulün yaşam seyri boyunca gerçekleşmiş olan tüm faaliyetlerini konu alan, gelecek dönemlere ait öngörülleri, tahminlerin yapılmasını, mamule dair doğru fiyatlandırma stratejisinin gerçekleştirilmesini, mamul yaşam dönemi maliyetleme sistemi desteklemektedir [10].

- **Hedef Maliyetleme Sistemi**

Hedef maliyetleme sistemi, müşteri beklentileri pazarda ortaya çıkan fırsatlara ağırlık veren bir ürün geliştirme stratejisi olarak ifade edilmektedir. İlk adım olarak öngörülen maliyet üzerinden ya da tecrübeye dayalı gerçekleşmiş maliyet üzerine işletmenin hedeflemiş olduğu kar marjının eklenmesi ile üretilen mamulün pazardaki fiyatını belirlenmektedir. Belirlenen fiyat üzerinden müşterinin potansiyeli veya fiyata karşı olan isteksizlik durumunda fiyatlandırma stratejisi belirlenerek maliyet azaltımına gidilmektedir [10].

- Kaizen Maliyetleme Sistemi

Üretilen mamulün yaşamı boyunca ilk tasarımından piyasadan çekilme aşamasına kadar yönetim, değer yaratmayan faaliyetleri minimize etmek, verimliliğini maksimize etmek, maliyetleri düşürmek düşüncelerinden asla vazgeçilmemeli yaklaşımı kaizen maliyetleme sistemini ortaya çıkarmıştır. Tüm bunlar için mamulün üretim sırasında maliyet azaltımı çalışmalarından vazgeçilmemelidir [10].

1.5.5. Maliyet Hesaplanmasının Yapıldığı Zamana Göre Maliyet Hesaplama Sistemlerinin Sınıflandırılması

- Ön Maliyetleme Sistemi

Ön maliyetleme sistemi üretimi ilk kez olan bir mamulün siparişine ait fiyat önerisi verebilmek için gerçekleştirilen çalışmalar ya da yıllık olarak geliştirilmiş programlar çerçevesinde yapılan, üretilen mamulün maliyetinin tahminlenmesi çalışmaları olarak ifade edilmektedir. Ön maliyetleme sistemi maliyet hesaplanmasına konu mamulün üretimi daha gerçekleşmemişken alınan siparişin fiyatlandırma stratejisini belirlemeyi amaçlanmaktadır [1].

- Ara Maliyetleme Sistemi

Mamul üretiminin belirli bir süresinde hedeflere ne derecede ulaşıp ulaşılamayacağını gösteren maliyet sistemine ara maliyet sistemi denilmektedir. Ara maliyet sistemi üretime geçtikten belirli bir zamandan sonra ve belirli aralıklarla yapılmaktadır [1].

- Kesin Maliyetleme Sistemi

Üretilen mamulün üretim sürecinin tamamlanmasından sonra yapılan maliyet hesaplama sistemi kesin maliyetleme sistemi olarak ifade edilmektedir. Üretilen mamulün üretim döneminin tamamlanmasından sonra gerçekleştirilen maliyet hesaplaması kesin maliyet sisteminin en temel özelliğidir [1].

- Tahmini Maliyet

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle tahmin mantığı tanımlanarak maliyet tahminlemesi ifade edilecektir. Gerekli kavramsal tanımların yapılmasıyla çalışmanın ana konusu olan tahminleme yöntemleri anlatılacak ve sistem modellenmesi hakkında bilgilere yer verilecektir.

- Tahmin Teorisi

Tahmin yaklaşık olarak değerlendirme, oranlama, akla sezgiye veya birtakım verilere dayanarak gelecekteki bir olayı bir durumu bilme, öngörme ve aşağı yukarı bilme, kestirme anlamlarına gelmektedir. Bilimsel yönetim anlayışı için tahmin önem taşımaktadır. Doğru tahmin ve doğru yönlendirme yöneticilerin doğru kararlar verip doğru stratejiler geliştirmesine yardımcı olmaktadır.

Tahmin çalışmaları, geçmiş dönem verileri veya veri setlerini kullanarak, gelecek döneme ait tahmin modelini geliştirme sürecidir. Tahminler işletmeler için büyük önem taşımaktadır ve karar vericileri amaçları doğrultusunda yönlendirmektedir. Birçok karar verici tahmin teorileri ile önünü görmek istemektedir ve bu yüzden tahmin çalışmalarına önem vermektedir.

Yöneticiler, karar merkezleri işletmelerin amaçları doğrultusunda, başarısızlık riskini minimize etmek, işletme devamlılığını sağlamak, sektörde yer edinebilmek için geleceğe yönelik planlama yapmalıdır ve planlama yapabilmesi için de tahmin çalışmalarında bulunmaları gerekmektedir.

Tecrübeye dayanarak geçmiş dönemlere ait sonuçların değerlendirilmesi gelecek zamanlarda karşılaşılabilecek sonuçları öngörme, tahmin mantığını oluşturmaktadır. Tahmin hataları gerçekleşen değerler ile tahmini değerler arasındaki farkı ifade etmektedir.

Tahmin teorisinin asıl amacı faaliyetlerin gelecek projeksiyonundaki belirsizliklerinin minimize edilmesi ve yöneticilere konuyla ilgili bilgilerin

aktarılmasıdır. Doğru tahminler neticesinde yöneticiler doğru kararları verir, bu kararlar ışığında organizasyonun amacına ulaşmasına katkı sağlanır.

Tanımlar doğrultusunda tahmin, geleceğe ait belirsizliklerin minimize edilmesi amacı ile tecrübelerle dayanarak ulaşılan verilerin matematiksel ve istatistiksel model/yöntemlere dayanarak hesaplanması ile projeksiyona yansıtılmasıdır [10].

- Maliyet Tahminlemesi

Globalleşen rekabet ortamında kuruluşların varlıklarını sürdürebilmeleri, karlılıklarını maksimum seviyeye çıkarabilmeleri için maliyet tahmini önem taşımaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde maliyet tahmini ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Tamamlanan çalışmalarda işletmeler farklı maliyet tahmin yöntemleri kullanmaktadırlar. İşletmeler kuruluş amaçlarını gerçekleştirmek adına ürettikleri mamullerin fiyatlandırma stratejilerini belirlemek amacıyla mamul maliyetinin öngörülmesi, maliyet tahmin yöntemlerini oluşturmaktadır.

Maliyetlerin reel ve minimize edilmiş halde çalışılıp sunulması maliyet yöntemlerinin amaçları arasındadır ve işletme kaynaklarının yerinde ve sağlıklı tüketilmesi maliyet çalışmalarına destek olurken işletmelerin rekabetçi platformda rakiplerine karşı üstünlük kazanmasını sağlayacaktır. Tahmin çalışmaları, gelecek dönemlerdeki faaliyetleri işletmenin amaçları doğrultusunda yönlendirmekte, yöneticiler ve karar vericileri ihtiyaç duyulan çıktılarına ulaştırmaktadır. Yöneticiler ve karar vericiler mamullerin hammadde tedarik fiyatlarını tahmin etmek, mamul stok seviyesine karar vermek ve birçok faaliyeti yönetebilmek için tahmin yöntemlerinden yararlanmak zorundadır. İşletmeler tahmin yöntemlerini kullanarak mamul stok kapasitesini daha iyi yönetebilmekte, müşterilerine daha iyi hizmet verebilmekte ve kar maksimizasyonlarını sağlamaktadırlar. İşletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmeleri ve mamul yaşam seyrinin kalitesini artırabilmeleri için üretilen mamul maliyetinin gelecek dönemler adına tahmin edilmesi maliyet tahminini oluşturmaktadır.

Maliyet tahmini karar vericilere ve yöneticilere, bütçe modellerinin oluşturulmasında, maliyetlerin kontrolünde ve izlenebilirliğinde, maliyetlerin düşürülmesinde, motivasyonu sağlamada, maliyet bilinci oluşturmada, fiyatlandırma kararları almada, maliyet çalışmalarını ve raporlamaları sadeleştirme gibi konularda fayda sağlamaktadır. Tahmini maliyet çalışmalarında verilerin elde edilmesi süreci ile ilgili bazı sorunlar mevcuttur. Tahmini maliyet yöntemlerinden hangisi olursa olsun verilerin doğru ve eksiksiz bir şekilde elde edilmesi oldukça önemlidir.

Tahminlemenin gerçekleştirilmesi aşamasında karşılaşılan sorunlar;

Eksik ve hatalı veri: Tahmin çalışmasının yürütülmesi için gerekli kaynak belgelere ulaşamaması, belgelerin yanlış veya eksik doldurulması, bilgi sistemlerinden elde edilen çıktıların kayıtlara eksik veya yanlış alınması tahmin çalışmalarını yanlış yönlendirmektedir.

Dönemlerin yanlış eşleştirilmesi: Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin zaman dönemlerinin birbirlerini uymamaları bu sorunu ortaya çıkarmıştır.

Zaman döneminin seçiminde yapılan yanlış tercihler: Amaçlara yönelik çalışmada kısa dönem ve uzun dönem çatışmasının yaşanması zaman seçiminde yapılan yanlış tercihleri doğurmaktadır.

Yüklenmiş ve ihtiyati giderler: Sabit giderlerin değişken gider, değişken giderlerin ise sabit gider niteliğinde kayıtlara alınması bu sorunu yaşatmıştır.

Enflasyon ve kur: İhtiyaç duyulan ve sağlanan verilerin enflasyon dönemine denk gelmesi, gelecek hakkında sağlıklı tahmin gerçekleştirmeyi olanaksız hale getirmektedir.

Artış eğilimindeki ekonomilerde, sosyal, siyasi ve ekonomik nedenlerden dolayı alt yapıdaki değişimlerin hızla arttığı ortamlarda maliyet tahmin çalışmalarının gerçekleşmesinde birtakım yetersizlikler yaşanabilmektedir [10].

BÖLÜM 2

LİTERATÜR İNCELEMESİ

Ham çelik maliyetinin, çevresel ve kimyasal faktörlerle belirli aralıklarda olması gerekmektedir. Literatür araştırmasında, farklı sayıda parametreye sahip problem türleri için çeşitli tahminleme teknikleri kullanılan çalışmalar incelenmiştir.

Literatürde maliyet tahmini ile ilgili istatistiksel yöntemler ve yapay sinir ağları kullanılarak yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Globalleşen rekabet ortamında tahmin yöntemlerinde önemli ve büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Yapay sinir ağları ve çoklu regresyon analizi istatistik başta olmak üzere mühendislik, iktisat alanlarında kullanılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir, çalışmalar maliyet hesaplama içerenler öncelikle olmak üzere sıralanmıştır.

Bucak 2007 yılının haziran ayında çalışmasında Isılsan Makine Sanayi fabrikasında mevcut ekonomik koşullar ve üretim süreleri değiştiğinde ürün maliyetlerinin nasıl değiştiğini incelemiştir. Çalışmasında Neurak V1.1; “Neurak” ve “Neurak Sim” isminde iki program kullanmış Neurak, programını çalıştırarak yapay sinir ağı oluşturmuş, Neurak Sim çalıştırılıp Neurak’da oluşturulan ağı programda çağırarak kullanmıştır. Tüm ürünler için ağı eğitmek ve test etmek için kullandığı 50 partilik maliyet verilerini ağı sunarak, ne gibi sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Çalışmada ağı sunduğu birim maliyetlerin gerçek değere ne kadar yakın değerler olduğu ve tüm ürünlere ait YSA’nın performansının gerçeğe yakınlığını görmüştür.

Keçe ve Acar 2016 yılında yaptıkları çalışmada gri tahmin metodunu kullanılarak bir işletmenin satılan mamul maliyetlerini öngörmeye çalışmışlardır. Firmanın 3 aylık periyotlar halindeki 1 yıllık maliyet verileri kullanılarak model kurulmuştur. Verilere firmanın 2014 yılı gelir tablosundan ulaşılmıştır. Modelin güvenilirliğini kontrol etmek adına tahmini ve eldeki verileri karşılaştırılmış ve yaklaşık %2,5’lik sapma olduğu görülmüştür. Böylelikle modelin güvenilirliğinin %97’nin üstünde olduğu tespit edilmiştir.

Gürsoy 2012 yılının aralık ayında yaptığı çalışmada yapay sinir ağı uygulamalarından Levenberg-Marquardt algoritmasını kullanarak, araba lastik kalıbı maliyetlerini tahmin etmeye ve tahminlerin gerçeğe yakınlığını görmeye çalışmıştır. Yapay sinir ağına alternatif olarak var olan veriler için regresyon analizi de yapmış ve yapay sinir ağının tahminleriyle regresyon denkleminin ürettiği sonuçları karşılaştırmıştır. Yapay sinir ağının, regresyon analizine göre daha az hata ile maliyet tahmini yapabildiğini çalışmasında göstermiştir.

Gülçiçek 2011 yılının mart ayında tamamladığı çalışmasında 2007 yılının deprem yönetmeliğine göre tasarlanmış çerçeve sistemli betonarme yapıların deprem bölgesi, yerel zemin sınıfı ve bina önem katsayısı parametrelerinin, yapı taşıyıcı sistemi olan kaba inşaat maliyet değişimine etkilerini yapay sinir ağlarını kullanarak araştırmıştır. Yapılan analizler sonucunda maliyetleri hesaplamış, Microsoft Excel'in eklentisi olan NeuroSolutions yazılımını programlamıştır. Programlanan veriler %98 doğruluk oranı ile raporlamış, veri tabanı oluşturmuştur.

Karataş 2011 yılındaki çalışmasında, insan beyninde bulunan sinir ağlarının çalışma sisteminden etkilenerek yapay sinir ağları ile yazılım projesinin maliyet tahmininin nasıl yapılabileceğini ve projelerin maliyet tahminini yapmak için en uygun modele ulaşmak üzere çalışmıştır. Kurulan model algoritmik yöntemlerle eğitilmiş ve tahmin sağlanmıştır. Sonuçlar dâhilinde modelin kabul edilebilir tahminler sunduğu görülmüştür.

Gökalp 2010 yılında konfeksiyon fabrikasında üretim ve planlama ile pazarlama bölümleri için karar destek sistemi modelleyip, geliştirmek istemiştir. Model ön maliyet çalışmaları, kapasite planlama ve ana üretim planlaması ile üretim hatlarının çizelgelenmesi üzerine tasarlamıştır. Microsoft Access yazılımı geliştirmek için kullanılmıştır. Geliştirilen program kullanıma alınarak sağladığı faydalar raporlamıştır.

Acun 2018 yılında rekabet ortamında işletme karar vericilerinin etkin karar vermesine yardımcı olmak için tahmin yöntemlerinin önemini ortaya koymuştur ve maliyet tahminlerinin işletme karar vericilerin alacağı kararlarda etkinliğini ve

sağlıklı kararlara olan etkisi ve faydasına dikkat çekmek istemiştir. X mobilya firmasına ait maliyet tahminlemesi gerçekleştirilmeye çalışmıştır. İlk olarak X mobilya firmasının 2013 yılı, 2014 yılı, 2015 yılı ve 2016 yılı tecrübelenmiş maliyet verileri ile model kurmaya çalışmıştır, tahminleme sonucunda doğruluk hata analizi ve güvenilirlik testi yapmıştır. Yapılan doğruluk analizi sonucunda Gri Sistem Teorisi kullanılarak X Mobilya Firmasının gelecek dönemlere ait maliyet verileri öngörülmüştür.

Başar 2017 yılında Türkiye’de faaliyet gösteren yazılım şirketinde yazılım geliştirme projeleri için maliyet tahmini önerilerine yöntemler sunmuştur. Maliyetin gerçeğe uygun tahmin edilmesi için uzman kişilerle görüşerek kriterlerin belirlenmesi aşamasından sonra, klasik ve sezgisel bulanık karşılaştırma yöntemleri kullanılarak kriterlerin göreceli önem seviyelerini elde etmiştir. Sonuçları, gerçek uygulama üzerinde kıyaslamış ve sezgisel bulanık ikili karşılaştırma yönteminin daha başarılı sonuçlar sunduğunu gözlemlemiştir.

Çakar 2017 yılında rekanbet ortamı için yüksek ürün kalitesi, imalat esnekliği ve düşük üretim maliyetlerinin önemi vurgulamıştır. Bu sebeple gerçeği yansıtan bir üretim maliyeti hesabını öncelikli hale getirmiştir. Bu çalışmada, çalışma öncesi gerçek maliyet verileriyle yapay sinir ağları eğitilmiş, tekrar gerçek verilerle test edilerek başarısını ispatlamıştır. Maliyet tahmini yapmayı öğrenmiş, dört farklı yapay sinir ağları kullanarak dört farklı parçanın maliyet tahminini tamamlamıştır.

Uzundumlu 2012 yılında Erzurum ilinde çerezlik ayçiçeğinin maliyetini ve gelirini incelemiştir. Çalışma için verileri, ayçiçeği üretiminin çok olduğu Pasinler ilçesindeki 11 köyün 86 işletmeyle yüz yüze gerçekleştirilen anketlerle sağlamıştır. Çalışma sonunda ayçiçeği üretim maliyetinde değişken giderlerin payının %73 olduğu değişir faktörlerden gübre, tohum ve sulama suyu fazla kullanılmışken, bakım işlerinde kullanılan işgücünün daha az ve bu durumun verim üzerinde daralmalara neden olduğunu raporlamıştır. Bu sebeple, birim ayçiçeği üretim maliyetini 2.0 TL kg-1 olarak hesaplamış ve ürün satış fiyatını 1.6 TL kg-1 belirlemiştir.

Kasaplı 2014 yılında içmesuyu şebeke inşaatlarının yapım aşamasında ilk olarak yatırım tutarının doğru tahminlenmesi ve yatırım tutarına göre finansman temini ve ihale aşamasında yaklaşık maliyetinin doğru hesaplanmasında yaşanan sorunların ortadan kalkmasına yönelik çalışma yapmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, değişik yapay sınır ağları yöntemlerinin içme suyu şebekesinin maliyeti tahmininde başarılı bir araç olduğunu ve kolaylıkla uygulanabileceğini göstermiştir.

Türker 2005 yılında tedarik zincirinde elde edilen maliyetlerin yapısını ve yönetimini incelemiştir. Tedarik zincirinin rekabette etkin olması için maliyet yapısını, ürün ve hizmet üretimi ile ticaret döngüsünü, üretim süreçlerine göre değerlendirerek, mamul üretimi aşamasında üretim eki olarak tedarik yönetiminin maliyet yönetimine yansımaları irdelemiştir. Tedarik zinciri yönetiminde, tedarik zincirine katılanların toplam maliyetin düşürülmesinde paydaş olmaları, hedef maliyeti ve faaliyet tabanlı maliyetlemeyi temel alan fakat koşullara göre diğer maliyet yöntemlerinden yararlanılan karma niteliğe sahip stratejik maliyet yöntemini raporlamıştır.

Yaylalı 2014 yılında veri zarflama analizi ve malmquist toplam faktör verimliliği indeksi yöntemlerini her dönem için ayrı uygulamıştır. Türk otomotiv sektöründe varlığını sürdüren firmaların üretmiş oldukları mamul özellikleri baz alınarak sektör çerçevesinde hedonik maliyet fonksiyonu ortaya koymuş, ikame esnekliği, ölçek ekonomileri ve kapsam ekonomilerini öngörmeye çalışmıştır. Türk otomotiv sektöründe varlığını sürdüren firmaların toplam faktör verimliliğindeki değişme ve bileşenleri yıllar itibarıyla tespit etmiştir. Firmaların kullandıkları üretim faktörlerinin birbirinin ikamesi olduğu ve endüstrinin kapsam ekonomilerinden olumlu etkilendiği gözlemlenmiştir.

Özmaden 2010 matematiksel modellerle ve formüllerle çözülmesi pek mümkün olmayan veya tahmin işlemlerin yapılması için çok fazla zaman ve işgücü harcanması gereken maliyet tahmininin en etkin şekilde yapılabilmesini amaçlamış. Optimum maliyetle inşa edilmek istenen konutların tasarımında esas alınabilecek sınır değerler konusunda öneriler sunmuştur.

Sarıtaş 2016 yılında Denizli ‘de, sektör analizinin yapılması; varlığını sürdüren işletmelerin başarısını, ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünü direkt etkileyen maliyet muhasebesi uygulamalarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Denizli ‘de sektör genelinde maliyet muhasebesi sisteminin bütünüyle oluşturulamadığı fakat yaşanan bazı sorunlara rağmen, sektör gelişime açık ve üretim miktarlarında artış olduğunu gözlemlemiştir.

Emtinan ve Rasha 2018 yılında yazılım projelerini ele almışlar ve projeleri etkileyen maliyet faktörlerini araştırmışlardır. Araştırmalarında maliyete etki eden faktörleri çevresel, sosyal, kültürel ve teknik faktörler olarak ele almışlardır. Çalışmada 31 maliyet tahmini veri setini analiz etmişlerdir. Veri setlerinin analizi için altı kategori ve 48 temsilci incelenmiştir. Veri setini genel olarak Avrupa ve Kuzey Amerika'nın organizasyonel ortamları temsil etmektedir. Çalışmanın sonunda çevresel, kültürel ve toplumsal faktörler temsil edilmemiştir. Veri kümelerinin bu faktörler için maliyetleri yüksek düzeyde etkilediği ortamlarda uygulanmasının sınırlandığı gözlemlenmiştir. Çalışmada makine öğrenim yöntemlerinin uygunluğunu değerlendirmek için çoklu veri setlerinden yararlanılmıştır.

Mohamed 2013 yılında yaptığı çalışmada demir çelik sektöründe, üretim seviyesi ile ekonomik gelişmeler arasında bağlantı olduğunu düşünmüştür. Gelişmiş ülkelerde maliyetin, üretim sürecinin verimliliği yansıttığını ve sektörde devamlılık maliyetlerin ve maliyet tahminin önemini ele almıştır. Çalışmanın amacı, demir çelik endüstrisinde maliyet çalışmalarının, uygulanmasının sunduğu avantajları sunmaktır. Çalışmanın sonunda birim maliyetin düşürülmesinin, işletme karlılığını artırmak için belirleyici bir unsur olduğu, fakat ürünlerin kalitesini etkilememek, üretimde yüksek teknoloji uygulamanın zorunda olduğu düşünülmektedir. Ürün başına girdi tüketiminin azaltılması, işletmenin sınırlı kaynaklarının yönetimi, atıkların azaltılması yöneticilerin her bir seviyedeki kaygılarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Qiunan ve arkadaşları 2010 yılında yaptığı çalışmada malzeme maliyet verilerini dönüştürme modeli ile malzeme maliyet hesaplama modelini oluşturmuştur. Bu model sayesinde, malzeme türü, malzeme adı, ağırlık, miktar, maliyet nesnelerinin

fiyatını içeren malzeme tüketim bilgisini, ürün izlenebilirlik durumunu dinamik ve zamanında elde edilebilmeyi amaçlamıştır. Çalışmasında genetik algoritma kullanılmış. Algoritmada, ürünlerin stok miktarı ve fiili tüketim malzeme miktar ve fiyat farklılıkları gerçekçi bir şekilde incelenmiş. Ürün maliyeti demir çelik işletmelerinde stok kontrolü için yöntem sağlanmıştır.

Jianzhong ve Husheng 2011 yılında sıcak metal maliyetini düşüren demir ve çelik işletmelerinin malzeme dağıtım modelini araştırmıştır. Büyük ölçekli bir demir-çelik işletmesi için, kaliteyi düşürmeden satın alma maliyetini optimize etmenin zor olduğunu vurgulamıştır. Sıcak metal maliyetini düşürmenin, satın alma maliyetini düşürmekten daha etkili olduğu görülmüştür. Çalışmada dağıtım matrisi ile sıcak metal maliyetini değiştirmenin ve daha sonra ortalama sıcak metal maliyetini azaltmak için üretim süreciyle beraber malzeme dağıtım modelini kullanmıştır. Gerçek üretim verilerine dayanan hesaplama sonuçları ile modelin sıcak metal maliyetini etkin bir şekilde azaltabileceğini görmüştür.

Meng ve arkadaşları 2007 yılında yaptığı çalışmada bütünleştirici üretim maliyet yönetimi, üretim lojistiği faaliyet bilgilerini maliyet yönetimi gereklilikleri ile bağlamanın önemli olduğunu vurgulamışlar. Demir çelik sektöründeki doğru maliyetin muhasebeleştirilmesi ve ürün maliyetinin etkin bir şekilde kontrol edilmesiyle maliyetin sağlandığını görmüştür. Faaliyete dayalı maliyetleme ve ERP sistemine dayanan bütünleştirici mod, maliyete bilgi entegrasyon merkezini sağlayan ve lojistik ve bilgi akışını birlikte yapan maliyet yönetimini sunmuşlar. Yazılım sistemi belirlenen işletmede tasarlanmış ve uygulanmıştır. Uygulamanın neticesinde, maliyet yönetimi, ürün maliyetinin azaldığını ve işletmenin pazar yeterliliğinin güçlendiği görülmüştür.

Barakchi ve arkadaşları çalışmada ulaştırma projelerinde kullanılan farklı maliyet tahmin yöntemlerini araştırmayı, kendilerini belirli altyapıya özgü kılan niteliklerini belirlemeyi ve ulaştırma altyapısı üzerindeki uygulamaları incelemeyi amaçlamışlar. Araştırma kapsamında maliyet tahmini yöntemlerinin kullanılmasıyla ve yöntemlerin her bir ulaşım altyapısında uygulaması ile kontroller yapılmıştır. Çalışmada, fazlaca tahmin yöntemini içeren literatür taraması yapılmış. Eğilimi bulmak için, çalışma

farklı ulaştırma altyapısı modlarında zaman içinde her yöntemin sıklığını araştırmak için nicel bir veri analizi gerçekleştirmiştir. Sonuç aşamasında araştırmada 12 maliyet tahmini yöntemini tanımlanmıştır. Yapay sinir ağıları ve birim maliyet yöntemlerinin ulaştırma altyapısında en çok kullanılan yöntem olduğu grlmştir. Bu alışmada Scopus ve Science of Web adlı iki bilimsel veri tabanı kullanılmış ve son araştırma 12.12.2016 tarihinde yapılmıştır.

Olcay 2012 yılında yaptığı çalışmada hata maliyetini tahmin ederek tüm talep türleri için uygun tahmin yöntemini belirlemeyi amaçlamıştır. Minimum tahmin hata maliyetinin sağlanmasıa göre uygun tahmin yöntemi belirlemiştir. Önerilen yöntemi 2.700 SKU'da uygulamıştır.  tahmin yöntemi - CR, SBA ve HWM - ve üç tahmin hatası lm - RMSE, MAE ve RGRMSE - kullanmıştır. Önerilen yöntemin kazanç oranı, tüm kalemler için ve tüm hata ölçüm yöntemleri için % 0'dan büyük çıkmış. Önerilen yöntem, şirket kapsamında uygulanan mevcut tahmin yönteminin sonuçları ile hesaplandığında, toplam kazancı % 47 olarak hesaplamıştır.

Favia ve Mandolini 2017 yılında, Yüksek Basıncılı Döküm (HPDC) işleminin maliyet tahmini içi model kurmayı amaçlamıştır. Kurulan model iki temele dayanmaktadır; bilgi formalizasyonu ve maliyet tahmin algoritmaları. Çalışma yaklaşımı algoritmalar ve geliştirilmekte olan ürünün geometrik özellikleri arasındaki bağlantıyı içermektedir. Geometrik zellikler ve maliyet unsurları arasındaki bağıntının, tasarımcılara HPDC alanında tasarımdan maliyete kurallarının uygulanması için destek olan maliyet dökümü yönünden doğru sonuç verdiğini raporlamışlardır.

El Asmar ve Hanna 2011 yılında yaptıkları çalışmada, gelişim aşamasında miktarları önceden öngörebilecek büyük karayolu unsurları için tarihsel teklif verilerinin bir kombinasyonunu ve projenin diğer ana unsurları için denek ve koşullu faktörler olarak isimlendirilen tarihsel yüzdelerini bir arada kullanmışlardır. Çalışmada PERT tipi bir teknik kullanılarak, inşaat maliyetlerinin kavramsal olarak % 20 içinde kavramsal aşamada doğru bir şekilde tahmin edildiği görmüşlerdir. Koridor maliyetlerinin yaklaşık% 85'i gerçek maliyetin% 15'i içinde doğru bir şekilde tahmin edilmiş. Önerilen metodoloji, kavramsal tasarım aşamasında toplam proje teslim

tahminleri geliştirmesi gereken herhangi bir SHS tarafından kullanılabilir Ģekilde yapılandırılmış ve tutarlı bir tahmin yaklaşımı sağlamıştır.

Enshassi 2013 yılında, ihale öncesi maliyet tahmininin doğruluğunu etkileyen temel faktörleri müşteri ve danışmanlar açısından belirlemeyi, değerlendirmeyi ve sıralamayı amaçlamıştır. Teklif öncesi maliyet tahminlerinin doğruluğunu etkileyen faktörlerle ilgili anket formu uygulanmıştır; ankete toplam 70 kuruluş katılm sağlamıştır. Ankette ele alınan toplam 64 faktörü analiz etmenin sonuçları ihale öncesi maliyet tahmininin doğruluğunu etkileyen ilk beş faktörün malzeme, kapatma ve sınırların aşılması, proje ekibinin inşaat tipindeki deneyimi, danışmanın deneyim ve beceri düzeyi ve açık ve ayrıntılı çizimler ve şartnameler olduğu belirlenmiştir. Kendall'ın uyum katsayısını, çeşitli faktörleri sıralayan iki katılımcı grubu olan müşteriler ve danışmanlar arasındaki anlaşmanın bir ölçüsü olarak kullanmıştır ve genel olarak aynı fikirde oldukları anlaşılmıştır. Hem müşteriler hem de danışman gruplar, sonuçta başarılı projelere yol açacak doğru maliyet tahmini için etkili stratejiler geliştirmek için bu çalışmada tanımlanan ana faktörlere odaklanılması gerektiği anlaşılmıştır.

Lotfia 2016 yılında çalışmasında, uyarlanabilir bir nöro-bulanık çıkarım sistemine (ANFIS) odaklanarak yeni bir maliyet tahmin aracı araştırmıştır. Karşılaştırılmal sonuçlara göre, ANFIS multivariate lineer regresyondan, Taylor Kriging'den ve yapay sinir ağlarından daha iyi doğruluk gösterdiğini gözlemlemiştir. Bu sebeple, ANFIS 'in, çeşitli maliyet fonksiyonu tahmin problemlerine uygulanabilir olduğunu raporlamıştır.

Oduşami ve Onukwube 2008 yılındaki çalışmasında Nijerya'da ihale öncesi maliyet tahmini doğruluğunu etkileyen faktörleri değerlendirmeyi amaçlamışlar. Çalışma için anket aracılığıyla, elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler ve varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, maliyet tahmincisinin doğruluğunu etkileyen önemli faktörler olduğu ortaya konmuştur. Bu faktörler şunlardır: danışmanların uzmanlığı, işletme kalitesi ve akış gereklilikleri, proje ekibinin inşaat türü deneyimi, ihale süresi ve piyasa durumu, sözleşme öncesi tasarımın tamamlanma derecesi ve tasarım ve yapımın karmaşıklığıdır. Projenin başlangıç

sürecinde bu faktörleri dikkate almanın maliyet tahminin doğruluğunun artırabilir olduğunu görmüşlerdir.

Guo, Liu ve Yang 2017 yılında çalışmalarında karmaşık ekipman maliyetinin rasyonalitesini arttırmak, ekipman maliyetini tahmin etmek için yeni bir gri otomatik hafıza kombine modeli oluşturmuşlardır. Çalışmada modelin güvenilirliğini, sağlamlığını ve diğer geleneksel gri tahmin modellerine göre üstün öngörü performansını test etmek ve doğrulamak için üç popüler doğruluk testi kriteri benimsenmiştir. Sonuçlar, önerilen modelin ekipman maliyet tahmin yöntemlerini zenginleştirdiğini ve diğer benzer karmaşık ekipman maliyet tahmin problemlerine uygulanabileceğini göstermiştir.

Feldman ve Shtub 2004 yılında çalışmalarında, mevcut kapasitede maliyeti tahmin etmek için karma bir tamsayı programlama modeli sunmuşlardır. Önerilen sezgisel modelin verimliliği ve etkinliği, sorunun küçük örnekleri için en ideal çözüm olarak incelenmiştir ve daha büyük sorun örnekleri için kısmi bir numaralandırma çözümü ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kısmi şube ve sınır işleminden elde edilen alt sınırlar karşılaştırma için kullanılmıştır

Jaimungal ve Lawryshyn 2016 yılında, yönetsel nakit bazlarını değerlendirebilecek aşamada proje yatırımlarını kullanan gerçek bir seçenek yaklaşımını önermişlerdir.

Bu çalışma, uygulanması pratik, nakit tahmini ve piyasa parametrelerinin minimum sübjektif tahminine ilişkin sınırlı ayrıntı gerektiren, finansal teori ile tutarlı, piyasa ve özel riskleri doğru bir şekilde hesaba katan ve her şeyden önce yapılan bir prosedürü içermektedir. Satış sektörü göstergesinin ve % GM sektör göstergesinin en az olduğu şekilde, her türlü yönetsel nakit tahsilâtının asgari temettü uygulamasına göre uygun bir şekilde değerlendirilebileceği bir yaklaşım geliştirmişlerdir.

Brüggen ve Luft 2016 'da çok dönemli projelerde maliyet aşımının doğal ortamlarda sık görüldüğünü ele almışlardır ve aşımın nedenleri arasında ilk proje tekliflerinde maliyet indirimleri ve ilk reel maliyetlerin beklentiden yüksek olduğu durumlarda projelere bağlılığın artmasının yer aldığını görmüşlerdir.

Malone 2014 yılında çalışmasında, programın geliştirilmesinde gerçek program maliyetini ve zamanlama geçmişini araştırmıştır ve ardından geçerliliğini göstermek için SRL (Sezgisel Maliyet ve Program Analizi ile uyumlu Sistem Hazırlık Seviyeleri) tahmin teknikleri ile karşılaştırmıştır. Sonuç olarak ortaya çıkan yaklaşımın, erken karar alma adına daha yüksek doğruluk bilgileriyle gelecekteki tahmin doğruluğunu destekleyeceği görülmüştür.

Alan 2013 yılında yaptığı çalışmada cürufkların fosfor kapasitelerinin öngörülmesinde yapay sinir ağlarını deneysel verilerle karşılaştırma yapılarak kullanılabilirliğinin araştırılmasını, önceki çalışmalarda kullanılan matematiksel modellerle ysa modelinin karşılaştırılmasını amaçlamıştır. MATLAB yazılımı kullanılarak incelenen diğer çalışmalarda yer alan deneysel çalışmalardan alınan veriler ile yapay sinir ağları modellerini oluşturmuştur. Çalışma sonunda, yapay sinir ağı modelleri ile elde edilen sonuçların deneysel verilerle uyumlu olduğunu görmüştür.

Es 2013 yılında yapay sinir ağlarıyla sebep-sonuç ilişkisine bağlı enerji talep tahmini gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Yapay sinir ağları üzerinde araştırmalar yaparak enerji alanında yaygın olarak kullanılan tahmin modellerini incelenmiştir. Türkiye'deki enerji talebini tahmin etmek için 1970-2010 dönemlerindeki GSYH, nüfus, ithalat, ihracat, bina yüz ölçümü ve taşıt sayısı verilerini kullanarak YSA modeli kurmuştur. Kurulan YSA modelinin başarısı ve tahmin performansını regresyon ve zaman seri modelleri geliştirerek karşılaştırmıştır. Yapılan analizler ve karşılaştırmalar sonucunda yapay sinir ağlarının başarılı sonuçlar verdiğini görmüştür.

Sun ve Schreifels 2014 yılında yaptıkları çalışmada Çin'deki kömür enerji santrallerinin, ciddi çevresel bozulmalara ve insan sağlığı sorunlarına neden olan sülfürdioksit, azotoksitler ve ince tanecikler içeren çok çeşitli kirletici maddeler içerdiğini gözlemlemiştir. Çin'in Yangtze Nehri Deltası bölgesinde (YRD) bulunan çoklu kirletici kontrol stratejileri, kontrol teknolojisi maliyetlerinin sıralamasını optimize etmek ve hızlı bir şekilde çözüm bulmak için LP algoritmasını çalışmalarında kullanmışlar. Çalışmanın çıktısı, toplam maliyetlerin emisyon azaltımının yanı sıra artacağını göstermiştir. YRD bölgesindeki üç ilin maliyet

şekillerinin, maksimum azaltma potansiyelinin ve toplam maliyetinin, santral türü ve teknolojilerindeki farklılıklar, mevcut emisyon seviyeleri ve mevcut kirlilik kontrolleri nedeniyle oldukça farklı olduğu görünmüştür.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sınıflayıcı yöntemler ile her alanda çalışma yapılmıştır. Çalışmaların genelinde tahmini ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında, değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu çalışmada A işletmesinde sınıflayıcı modeller ve yapay sinir ağları kullanılarak ham çelik maliyetleri öngörölmeye çalışılacaktır. Tahmin yöntemleri incelendikten sonra işletme verileri ile model kurulacak ve tahminleme yapılacaktır. Çalışma sonucunda modelin gerçeğe yakınlığı kontrol edilecektir.

BÖLÜM 3

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜ

Sanayi devrimi ile birlikte demir çelik öncü sektör olmuştur. Tarih boyunca üretimde makineleşmenin öne çıkması tekstil başta olmak üzere, demir çelik sektörünün de popüler olmasına yol açmıştır. Ülkelerin ekonomik gücü ve dünya çapında ekonomik gelişmeler demir çelik sektörü ile direkt ilişkilidir. Demir çelik sektörü aynı zamanda ekonomik kalkınmanın temelini oluşturmaktadır [11].

Demir çelik sektörü otomotivden inşaata, elektrikten savunmaya pek çok sektöre girdi sağlamaktadır. Bu sektörlerin üretimleri demir çelik sektörüne bağlı olmaktadır. Bu sebeple demir çelik stratejik önem taşımaktadır [12].

Çeşitli sektörlerle girdi olan demir çelik sanayisinde yarı mamul ve mamullerin ortaya konulabilmesi için gerekli hammaddenin temini, taşınması, saklanması ve üretime çevrilmesi gibi uzun süreçler gerekmektedir. Süreçler faaliyet gösteren şirketleri global ekonomilerde yaşanan dalgalanmalara karşı riske sokmakta ve bu yüzden sektör ekonomik dalgalanmalara son derece açık bir hal almaktadır.

Dünya ham çelik üretimi 2018 yılında, 2017 yılına kıyasla %4,6 oranında artış göstererek 1,8 milyar ton olmuştur. Çelik üretimini en çok gerçekleştiren 15 ülkeden 10'unun üretiminde yükselme yaşanırken 5'i daralma göstermiştir.

Dünya Çelik Birliği verilerine göre, dünya nihai çelik tüketimi 2017 yılında %5,0 yükselişle 1,6 milyar ton olmuştur. 2018 yılında ise %3,9 oranında yükselerek 1,66 milyar ton olarak gerçekleştiği ve 2019 yılında ise %1,4 yükselişle 1,68 milyar ton olacağı öngörülmektedir [13].

Çizelge 3.1. 2018 yılı en büyük ham çelik üreticileri.

Sıra	Ülkeler	2018 [Milyon Ton]	2017 [Milyon Ton]	% Değişim [18/17]
1.	Çin	928,3	870,9	6,6
2.	Hindistan	106,5	101,5	4,9
3.	Japonya	104,3	104,7	-0,3
4.	A.B.D.	86,7	81,6	6,2
5.	Güney Kore	72,5	71	2
6.	Rusya	71,7	71,5	0,3
7.	Almanya	42,4	43,3	-0,2
8.	Türkiye	37,3	37,5	-0,6
9.	Brezilya	34,7	34,4	1,1
10.	İran	25	21,2	17,7
	Dünya	1.808	1729	4,56

Kaynak:TÇÜD

Çin'in dünyadaki en büyük çelik üreticisi olarak ham çelik üretimi, geçtiğimiz yıl, 2017 yılına kıyasla % 6,6 oranında artışla 928,3 milyon tona ulaşırken, dünya ham çelik üretimindeki payı, 2017 yılındaki % 50,3'den % 51,3'e yükselmiştir. 2010 yılından beri Hindistan çelik üretiminde dünyada dördüncü sırada yer almaktadır ve 2018 yılında ham çelik üretimindeki % 4,9 oranında artışla 106,5 milyon tona ulaşmıştır ve Japonya'nın yerine geçerek ikinci sıraya yükselmiştir. Üçüncü sırayı alan Japonya'nın ham çelik üretimi, 2017 yılına göre % 0,3 oranında düşerek 104,3 milyon tona gerilemiştir.

Kuzey Amerika'nın ham çelik üretimi 2018 yılında % 4,1 artarak 120,5 milyon tona yükselmiştir, ABD'nin ham çelik üretimi % 6,2 artarak 86,7 milyon tona ulaşmıştır. Geçtiğimiz yıl Güney Kore'nin ham çelik üretimi, 2017 yılına göre % 2 artarak 72,5 milyon tona ulaşmıştır. Rusya'nın ham çelik üretimi, % 0,3 oranında artarak 71,7 milyon tona ulaşmıştır.

Brezilya'nın ham çelik üretimi %1,1 artarak 34,7 milyon tona yükselmiştir. İran %17,7 ile büyüme oranı en fazla olan ülke olarak en büyük on çelik üreticisi arasında en çok üretim artışı kaydetmiş ve 25 milyon ton ham çelik üretimi yapmıştır.

2014 yılından bu yana politik istikrarsızlıklar ve çatışmalardan kaynaklı üretimi büyük oranda daralan Ukrayna, 2018 yılında %1,1 oranında düşüşle 21,1 milyon ton üretim gerçekleştirmiştir [13].

Geçtiğimiz yıl Hindistan, 2017 yılına göre % 5,9 seviyesinde kalarak değişmezken, Japonya'nın payı ise % 6,1'den % 5,8'e gerilemiştir. ABD'nin dünya ham çelik üretimindeki payı, % 4,7'den % 4,8'e yükselmiştir.

2004 döneminde Türkiye 20,5 milyon ton üretimle dünya çelik üretiminin %1,9 kadarını gerçekleştirmiştir; 2018 yılını da 37,3 milyon tonla dünya çelik üretiminin %2,1'ini gerçekleştirerek, Avrupa'nın en büyük ikinci ve dünyanın en büyük sekizinci çelik üreticisi olarak sonlandırmıştır.

Ülkemiz, son yıllarda dünya çelik sektöründeki durgunluktan etkilenmesine karşılık, 2018'de dünyanın en büyük altıncı ihracatçısı olmayı başarmıştır. Türkiye çelik ihracatı 2018 yılında bir önceki döneme göre değerlendirildiğinde, miktar bazında ve değer bazında artış yaşandığı görülmektedir. 2017 yılında ulaşılan 11,4 milyar dolar ve 17,7 milyon ton ihracata karşılık; 2018 yılında değerde %35,8 oranında artış ile 15,5 milyar dolar ve miktarda %20,4 oranında artış ile 21,3 milyon ton ihracat gerçekleşmiştir. 2018 yılı, Türk çelik endüstrisinin tonaj bazında ihracatta rekor yılı olarak kayda geçmiştir [13].

Çizelge 3.2. 2010- 2018 yılları Türkiye ham çelik üretim miktarı [Bin ton].

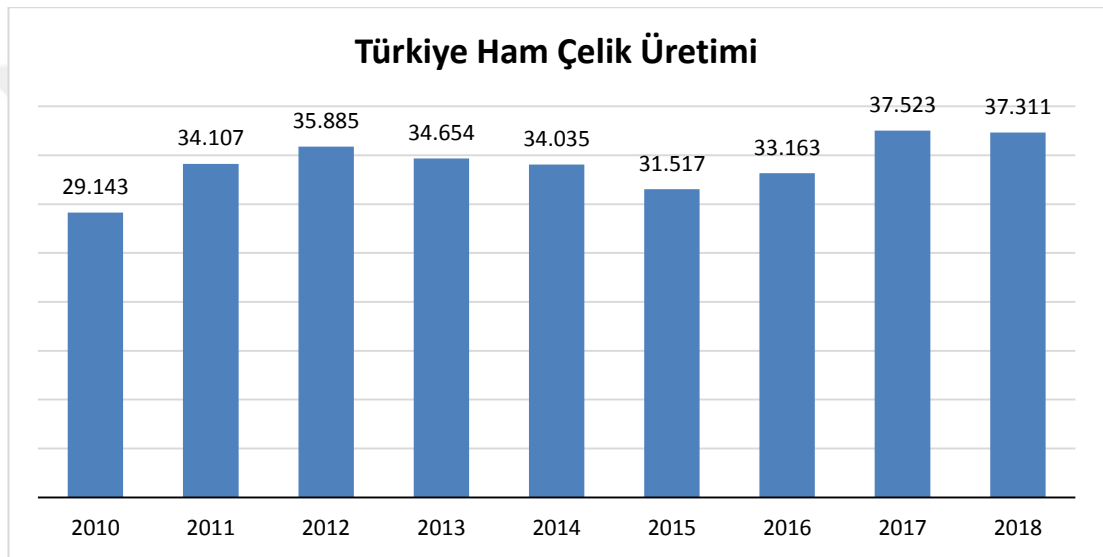
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	% Değişim 18/17
Kütük	24.400	27.054	26.294	24.612	23.231	23.015	25.839	24.669	-4,74
Slab	9.707	8.831	8.360	9.423	8.286	10.148	11.684	12.642	7,58
Toplam	34.107	35.885	34.654	34.035	31.517	33.163	37.523	37.311	-0,57
EAO	25.275	26.560	24.723	23.752	20.482	21.846	25.962	25.798	-0,64
BOF	8.832	9.325	9.931	10.283	11.035	11.317	11.561	11.513	-0,42

Kaynak:TÇÜD

2018 yılında Türkiye'nin kütük üretimi % 4,7 oranında düşerek 24,7 milyon tona gerilemişken, slab üretimi ise % 7,6 artarak, 12,6 milyon ton seviyesine ulaşmıştır.

2018 yılında ham çelik üretimi % 0,57 oranında azalışla, geçtiğimiz yıla göre 37,5 milyon tondan 37,3 milyon ton seviyelerine düşmüştür. 2018 yılında, elektrik ark ocaklı tesisler % 0,64 oranında daralmayla 25,7 milyon ton; entegre tesisler ise, % 0,4 azalışla 11,5 milyon ton ham çelik üretimi gerçekleştirmiştir.

Çizelge 3.3. Türkiye 2010-2018 yılları arasındaki ham çelik üretim miktar [Bin Ton].



Kaynak:TÇÜD

Yılın ikinci yarısında görülen bütün sıkıntılara karşın Türkiye'nin ham çelik üretimi, 2017 yılında rekor olan 37,5 milyon tona karşılık % 0,6 oranındaki daralmayla 37,3 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir.

2018 yılında Türkiye'nin dünya ham çelik üretimi, 2017 yılındaki %2,2 olan paydan % 2,1'e gerilemiştir. 2018 yılında Türkiye'nin ham çelik üretimi % 4,5 oranında azalarak 24,7 gerilemiş, slab üretimi ise % 8,2 artış göstererek, 12,6 milyon ton seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 3.1. Türkiye çelik haritası.

Çin dünyanın en büyük çelik üreticisi ve aynı zamanda tüketicisi olmaktadır. Çelik sektörünün lokomotif görevini Çin üstlenmektedir ve son 20 yıl içerisinde hızlı biçimde gelişen büyüyen sektörün, kontrol altında tutmak istendiği ve bazı kapasitelerin devre dışı bırakılmasının yanında, kârlılığın artırılarak finansal yapının iyileştirilmesi için verimliliğin artırılmasının amaçlandığı görülmektedir.

3.1. DEMİR ÇELİĞİN TARİHÇESİ

Demir Çelik ve kömürün bulunuşu M.Ö. 13. yüzyılda birlikte anılmaya başlandı. İlk demirci, kömür ocaklarına demiri bıraktığında demirin daha sert ve dayanıklı olduğunu fark etti. Bununla beraber tarihte ilk demir keşfedilmiş oldu.

Türkiye’de İktisat Vekâleti tarafından ekonomik yapılar içerisinde demir çelik sanayisinin kurulma durumunun analizine, 1925’de başlanmıştır. Zaman içerisinde bu çalışmalar süreklilik arz etmemiş ve demir çelik sanayinin 1928 yılına kadar kuruluşu söz konusu olmamıştır.

Demir Çelik Sanayisinin durumu 1928 yılının ilk aylarında Erkan-ı Harbiye’de toplanılarak irdelenmiş ve de bütçe yetersizliğinden ikinci kez olumsuz olarak sonuçlanmıştır.

1932 yılında Türkiye’de Demir Çelik Sanayisinin kurulması temellerine Rus heyetinin analizleriyle başlanmıştır. Rus heyetinin incelemeleri sonucunda 1929-1930 yıllarındaki gümrük verilerine göre yılda 150.000 ton demire sürüm bulunabileceği raporlanmıştır. Gelecek zaman dilimi de göz önünde bulundurulduğunda 300.000 ton/yıl üretimi gerçekleştirebilecek yüksek fırınlara ihtiyaç olduğu, yüksek fırınların işletilmesi için kok fabrikasına ihtiyaç duyulduğu analiz edilmiştir. Kok fabrikalarından da yan ürünler elde edileceği, ağır sanayi çevresinde kurulacak sülfürik asit ve diğer yan sanayinin ekonomik olacağını analiz etmişlerdir.

Netice itibariyle kuruluş bölgesinin belirlenmesi, mevcut ve olası problemlerin irdelenmesi için, Sümerbank ve Erkan-ı Harbiye beraber çalışmalar gerçekleştirerek Birinci Sanayi Planı’nın en önemli kuruluşunun kesin olarak kurulması kararına ulaşmışlardır ve bölge için Karabük yöresini uygun bulmuşlardır [14].

Karabük Demir Çelik Sanayinin kuruluşuna uygun görülmesiyle; 10 Kasım 1936’da İngiliz Hükümeti ile 2,5 milyon Sterlinlik kredi anlaşması imzalamışlardır. Bunun üzerine tesis temeli; 3 Nisan 1937’tarihinde dönemin Başvekili İsmet İNÖNÜ tarafından, Zonguldak’ın Karabük Köyünde Filyos Irmağının kolları olan Soğanlı ve Araç Çaylarının birleştiği yerde geniş tarlaların üzerine atılmıştır. Türkiye’nin ilk ağır sanayi hamlesi temel atma süreci ile başlatılmış olmuştur.

Fatma adlı ilk yüksek fırın 3 Eylül 1939’da törenle ateşlendi. İlk demir üretimi 10 Eylül 1939’da gerçekleşmiştir. “Fabrikalar Kuran Fabrika” anılması üretimine devam ederken ülkede birçok fabrikanın proje, imalat ve montajını gerçekleştirmesidir. Türkiye’de ağır sanayiinin kurulmasına ve 3. Demir Çelik Fabrikası olan İskenderun Demir Çelik Fabrikasının kurulmasına öncülük etmiştir [15].

Tarihte ilk demir çelik fırınları, kurulma ve işletme getiri sebebiyle dağların yamaçlarına kurulmuştur. Kurulan demir çelik fırınlarında bir ya da birkaç tane havalandırma ve cüruf alma deliği mevcuttu. Fırınlarda sürekli çalışma söz konusu değildi ve tek seferde 300 kg kadar kısmen sıvı, süngerimsi yapıda bloom adı verilen ürün elde edilebiliyordu. Bu yöntemlerin daha çok Afrika, Avrupa, Hindistan ve Orta Doğu Bölgelerinde uygulandığı saptanmıştır. Japonya'da hazne bölümü daha muntazam olarak inşa edilen saft tipi fırınlarda yaklaşık 4 ton ürün elde edilebildiği ifade edilmektedir. Bu tip fırınlarda demir üretiminin özellikle Roma imparatorluğu zamanında Avrupa ve Akdeniz Bölgelerinde hızlıca yayıldığı düşünülmektedir. Fakat Roma İmparatorluğu'nun çöküşü itibarıyla bu çevrelerdeki demir üretiminde önemli gerilemeler olduğu bilinmektedir. Rönesans'tan uzun dönem öncesinde her ne kadar çelik farklı etkisiz yöntemlerle üretilmiş olsa da 17. yüzyılda icat edilen daha etkili yöntemler kullanımı yaygın hale getirdi.

Çelik pahalı olmayan, seri üretim materyali olmaya 19. yüzyılın ortalarında Bessemer değıştirgeci'nin icadıyla başladı. Gelişme sürecinde ek olan temel oksijen ile çelik yapımı gibi mükemmelleştirmeler üretim maliyetini azaltırken metalin kalitesini yükseltti.

İlk demir ergitme işlemlerinde, ısı kaynağı ve redükleme aracı olarak odun kömürü kullanılmıştır. 18. yüzyılda İngiltere'de ağaç kaynaklarının tükenmesiyle beraber ek olarak kok kömürü kullanılmaya başlanmış ve Abraham Darby'nin bu buluşu sanayi devrimi açısından ihtiyaç duyulan enerji kaynağını ortaya koymuştur. Çeliğin kitlesel üretimi 1850'lerde Henry Bessemer tarafından icat edilen ergimiş demire oksijen üflenmesi yöntemiyle mümkün olmuştur. Çeliğin kitlesel üretimi Sanayi Devriminin başlamasının da itici gücü olmuştur [15].

3.2. ÇELİK VE ÇELİK ÜRETİM YÖNTEMLERİ

%2 oranından daha düşük karbon, %1 oranından daha düşük manganez ve az miktarda silikon, fosfor, sülfür ve oksijen içeren demir-karbon alaşımına çelik denilmektedir. Çelik aynı zamanda dünyanın en önemli mühendislik ve inşaat malzemesidir. Çelik; otomobil ve inşaat malzemelerinde, buzdolabı, çamaşır

makinesi gibi eşyalarda, kargo gemilerinde ve cerrahi ekipmanlar gibi hayatımızın her alanında kullanılmaktadır.

Çelik üretim işlemi yüksek fırın ve elektrikli ark ocağı olmak üzere iki ana yol ile gerçekleşmektedir; Bu yöntemlerin varyasyon ve kombinasyonlarıyla da üretim yapılabilmektedir. Başka bir ifade ile hammaddeler üretim yöntemine göre farklılık göstermektedir. günümüzde yaygın olarak kullanılan üretim yöntemleri bazik oksijen fırını (BOF) ve elektrikli ark ocağı (EAO)'dır. Pik, hurda, koklaşabilir taş kömürü ve kireçtaşı hammadde olarak bazik oksijen fırını üretim yönteminde kullanılmaktadır. BOF yönteminde kullanılan hammaddelerin %70-80'lik kısmı demir cevherinden elde edilen sıvı ham demirden oluşmaktadır.

Elektrikli ark ocağı yönteminde sıvı hamdemir yerine, fırına çelik hurdası yüklenmekte, elektrotlar yardımıyla ark oluşturularak hurda eritilmektedir ve çelik üretimi gerçekleşmektedir.

3.2.1. Demir Cevherinden Üretim

Demir cevherinden üretim yüksek fırın prosesi olarak da bilinmektedir. Hammaddesi olan demir cevherinin eritilmesi sonucu oluşan bir proses ile sıvı ham demirin elde edilmesidir.

20-30 m yüksekliğe sahip yüksek fırın iç haznesi ateşe ve eriyen maddelerin etkilerine dayanıklı, tuğlalarla kaplanmış, ters kapatılmış iki kesik koni şeklini andıran fırın olarak ifade edildiği gibi, üst tarafında oksitli cevher, flaks malzeme ve kok şarj edilen refrakter tuğlalı basınç odası olarak da ifade edilmektedir.

Fırına şarj edilen malzeme yukarıdan aşağı doğru indikçe ısının etkisiyle genleşeceğinden, fırın gövdesi aşağıya genişleyecek biçimde tasarlanmıştır. Yüksek fırına demir oksit olarak giren cevher, yüksek ısıyla oksijen ve demire ayrılarak oksijeni karbonla birleşip CO ve CO₂ gazı şeklinde yukarı yükselir. Demir erimiş şekilde aşağıda toplanmaktadır. Yüksek fırında redüksiyonun tam gerçekleşebilmesi, cevherdeki oksijenin tümünün ayrılabilmesi için, ocağa gereken miktardan daha çok

karbon ilave edilmektedir. Böylelikle arta kalan karbon da erimiş haldeki madene karışmaktadır.

Sıvı hamdemir, koklaşabilir taş kömürü, sinter, parça cevher, pelet, enjeksiyon kömürü-PCI gibi hammaddelerin yüksek sıcaklıkta yüksek fırın gazı ve benzer yakıcı gazlar ile eritilmesi sonucu elde edilmektedir. Sıvı ham demirin pik makinalarından dökülmesi sonucunda da pik elde edilmektedir. Sıvı ham demirden çelik elde etmek için sıvı ham demire kireç ilave etmek gerekmektedir. Sıvı hamdemire kireç ilavesi gerçekleşikten sonra eriyik demir yüzeyinin 1,5 metre üzerinde olacak şekilde saf oksijen borusu konvertere sabitlenerek, saf oksijen BOF'un içerisine yüksek hızda üflenmektedir. Eriyik demirin yüzeyinde oluşacak ısınma ve yanma sonucu fazla karbon sıvı çelikten uzaklaşacaktır ve diğer safsızlıklar ise oksitleneceklerdir. Rafine işlemi bittikten sonra ilk olarak eriyik çelik fırından alınır ve alaşım elementleri ile diğer ilaveler eriyik çeliğe katılır. Son olarak da cüruf alınır ve elde edilen çelik işlemeye hazır bir hale getirilmiş olur.

3.2.2. Elektrikli Ark Ocağı

Türkiye dünyadaki en büyük elektrikli ark ocaklarına sahiptir. Türkiye EAO tesisleri sayesinde dünyadaki en yüksek üretimi yapan ülkelerdendir. Elektrik ark ocakları, çelik üretimi bakımından bazik oksijen fırınlarından daha maliyetlidir. Günümüzde daha çok hurdadan çelik üretimi için kullanılmaktadırlar. Elektrikli ark ocaklarının üst kapakları ve gövdeleri hareketlidir bu sayede üst kapak açılarak yükleme yapılır ve ergitilen çelik, fırının alttan eğilmesiyle boşaltılabilmektedir. Ergitilmiş çelik, kullanılacağı alana göre istenilen şekil verilebilecek kıvama gelmiş haldedir. Dolayısıyla elektrik ark fırınından kalıba veya bir diğer şekil vericiye dökülerek, çelik üretimi sağlanmış olmaktadır

3.2.3. Sürekli Dökümler

Sürekli döküm makinaları sıvı haldeki çeliğin soğutma kalıplarından geçirilerek slab veya blum üretmesi için kullanılmaktadır. Bu işlem sürekli devam ettiği için sürekli döküm makinaları adını almıştır. Pota ocağında uygun hale getirilmiş ergimiş çelik

taret bölümüne getirilir. Taret kısmı, şarj amaçlı ve deşarj amaçlı olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Erimiş sıvı çelik tundish mekanizmasının içi $\frac{3}{4}$ kadar doldurulmaktadır. Tundish sisteminde sürekli olarak sıvının yüksekliği ölçülmektedir. Ölçülen sıvı tundish sisteminden dışı sürekli soğutulan çeşitli ebatlardaki kalıplara dökülmektedir. Ortamdan oksijenin alınmaması için kalıpların üstü kapatılmaktadır. Dış kısmı soğutulan kalıpların içine dökülen çeliğin dış tarafı hızlı şekilde katılaşır. Sıvı halden katı hale geçen çeliğin hacmi azalmaktadır. Hacim daralmasının sürekli döküm aşamasında kütük içinde boşluklar oluşturmaması gerekmektedir bunun içinde kalıp sürekli döküm hızına göre hareketlendirilmektedir. Hidrolik oransal basınç düşürücüler yardımıyla kontrol edilen çekme ve doğrultma işleminin arkasından hidrolik makas ile istenilen ölçülerde ham çelik kesilmektedir.

İstenilen ölçülerde kesilen ham çeliğin ısı dağılımının eşitlenmesi için döndürülerek soğutma ızgarasında hareket ettirilmektedir. Soğutma ızgarası sonunda ham çelik formunda nihai ürün olarak satışı sahaya ya da bir sonraki proses olan haddehane fırın önü sahalarına götürülür.

BÖLÜM 4

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada 2008-2019 yıllarına ait A firmasının verileri kullanılarak maliyet modeli kurulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın amacı, araştırma konusu olan firmanın geçmiş yıl verileri kullanılarak, gelecek 2019 dönemine ait maliyet tahmininde bulunmaktır. Bu çalışmada cevherden üretilen, ham çeliklerin üretim maliyetlerini etkileyen faktörlerin neler olduğu, hangi şartlarda nasıl etkiler gözlemlendiği, gerekli bulgular çerçevesinde tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Fakat faaliyet gösteren tüm işletmelerin maliyet verilerine ulaşma güçlüğü sebebiyle çalışmanın örneklemini temsil etmesi için, A işletmesinin maliyet verileri kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini oluşturan A işletmesinin maliyet verileri Kamu Aydınlatma Platformunda yayınlanan finansal tablolardan alınmıştır.

Çalışmanın temel sorusunu “Yöneticiler maliyet tahminlerini analiz ederken az ve kısıtlı sayıda bilgiler ile hızlı sonuç alınabilir mi?” oluşturmaktadır.

Çalışmada değişkenler; X_1 : Kur, X_2 : TÜFE, X_3 : Sıvı Çelik Maliyeti, X_4 : Ham Çelik Üretim Miktarı X_5 : Ham Çelik Satışların Maliyeti ve X_6 : Personel Sayısı olarak tanımlanmıştır

Çalışmada yapay sinir ağları ve çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Çoklu regresyon analizi farklı pekçok alanda kullanılmakta ve bilim dünyasındaki çeşitli çalışmalara konu olmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda maliyet literatüründe regresyon analizi maliyet tahmini yönteminin çok fazla kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle, çalışmaya yapay sinir ağları da eklenerek literatüre yeni bir yaklaşım ve yorum katarak, tahmin yöntemlerinin genişleteceği düşünülmektedir. Çoklu regresyon analizi ihtimale dayalı olarak anlamlı veya anlamsız bağımsız değişkenler

ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren modeldir. Model kurmak, değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmektir.

4.1. REGRESYON ANALİZİ

Regresyon analizi, tıp, ekonomi, finans, matematik gibi çeşitli bilim alanlarında oldukça fazla kullanılmaktadır. “Francis GALTON “tarafından regresyon terimi ilk kez kullanılmıştır. Galton 19.yy’ da kalıtım üzerine yaptığı çalışmalarda uzun boylu anne ve babaların çocuklarının boylarının ortalama olarak, anne ve babalarından daha kısa boylu olduklarını ve aynı zamanda kısa boylu anne ve babaların çocuklarının boylarının ortalama olarak, anne ve babalarından daha uzun boylu olduklarını gözlemlemiştir. Boyları çok uzun ya da çok kısa olan anne ve babaların çocuklarının boy uzunluklarının grup ortalamasına doğru çekilmesine regresyon adını vermiştir [16].

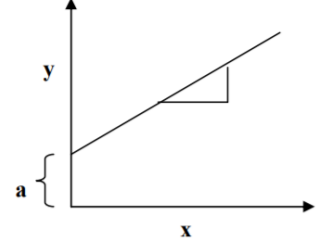
Aralarında sebep-sonuç ilişkisi olan iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve ilişkiyi kullanarak o konu ile ilgili öngörülerde bulunabilmek için regresyon analizi kullanılmaktadır. Regresyon analizi değişkenler arasında istatistiksel model kurma tekniği olarak da bilinmektedir. Regresyon analizi gerçekte değişkenler arasında ilişkinin niteliğini saptamayı amaçlamaktadır [17].

Yapılan çalışmalarda basit regresyon veya çoklu regresyon arasındaki ilişkiyi ifade etmek için matematiksel model kullanılmaktadır ve modele regresyon modeli denilmektedir.

4.1.1. Basit Regresyon Modeli

Bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek için tek değişkenli regresyon analizi kullanılmaktadır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi temsil eden doğrunun denklemi tek değişkenli regresyon analiziyle formüle edilmektedir.

$$Y = a + bx + \mathcal{E}$$



Denklemdede;

y = Bağımlı değişken değerini

a = Regresyon doğrusu kesişim değerini (Sabit değeri)

b = Regresyon doğrusu eğimini

x = Bağımsız değişken değerini ifade etmektedir.

Bağımlı Değişken (y), regresyon modelinde açıklanan veya öngörülen değişkendir. Bu değişkenin bağımsız değişken ile ilişkili olduğu varsayılmaktadır.

Bağımsız Değişken (x), regresyon modelinde açıklayıcı değişkendir. Bağımlı değişkenin değerini öngörmek için kullanılmaktadır.

$\mathcal{E}$ tesadüfi hata terimidir ve sıfır varyansı σ^2 'dir. $\mathcal{E}$ parametre tahminleri için gerekli değildir. Katsayıların önem kontrolleri için gerekmektedir [18].

4.1.2. Çoklu Regresyon Modeli

Çok değişkenli regresyon analizi, bir bağımlı değişken ve birden çok bağımsız değişkenin bulunduğu regresyon modelleri olarak ifade edilmektedir. Çok değişkenli regresyon analizinde bağımsız değişkenler aynı zamanda bağımlı değişkendeki değişimi açıklamaya çalışmaktadır. R, çoklu regresyon katsayısı bir bağımlı değişkendeki değişim ile aynı zamanda ele alınan birden çok bağımsız değişkendeki değişim arasındaki ilişkinin derecesini göstermektedir. Çok değişkenli regresyon analizi birçok çalışma alanında kullanılmaktadır. Bu alanlar daha çok pazarlama, satış, sosyoloji ve psikoloji gibi alanlarda davranışsal hareketlerin belirlenmesinde, ekonomik değişkenleri etkileyen faktörlerin belirlenmesinde ve geleceğe dönük projeksiyonlarda kullanılmaktadır.

Birden çok bağımsız değişken içeren bir model;

$$y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

ve i'yinci gözlem için ilişki,

$$y_i = \alpha + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \varepsilon_i$$

Bağımsız değişkeni seçilimi yapılırken, kendi içlerinde korelasyonu yüksek olan bağımsız değişkenlerden sadece birisinin alınması gerekmektedir. Tüm değişkenlerin korelasyon matrisine, analize başlamadan önce bakılması gerekmektedir. Aralarında yüksek korelasyon olanlardan bir tanesi seçilmelidir. Yüksek korelasyon, daha güçlü doğrusal ilişkiyi göstermektedir.

Çoklu Regresyon Analizi Varsayımları;

- Model doğrusal kurulmuştur.
- X değerleri yinelenen örneklemelerde değişmez.
- X açıklayıcı değişkeninin yinelenen örneklemelerde aynı kaldığı düşünülür.
- Bozucu teriminin ortalaması sıfırdır.

$$E(u_i | X) = 0$$

varsayıma göre u_i 'lerin verilmiş X_i değerlerine koşullu olan ortalaması sıfırdır.

- u_i 'nin varyansı (bütün X_i 'ler için) aynıdır.

$$\text{Var}(u_i | X) = 0$$

- $=\sigma^2$ burada 'var' varyans demektir.
- Bozucu (hata) terimleri arasında ardışık bağımlılık yoktur.

$$\text{cov}(u_i, u_j) = 0 \quad i \neq j$$

Burada i ile j farklı gözlemi, 'cov' ise ortak varyansı göstermektedir. X_i 'ye karşılık gelen u_i 'ler ile X_j 'ye karşılık gelen u_j 'ler birbirinden bağımsızdır.

- u_i ile X_i 'nin ortak varyansı sıfırdır. Her hata terimi açıklayıcı değişkenden bağımsızdır.

$$\text{cov}(u_i, u_j) = 0$$

- Regresyon modeli doğru kurulmuş olmalıdır. Başka bir deyişle modelde kuruluş sapması ya da hatası bulunmamalıdır.
- Açıklayıcı değişkenler arasında tam doğrusal ilişki bulunmamaktadır.

Çoklu regresyon analizinde varsayımların geçerli olması durumunda model En-Küçük Kareler yöntemiyle tahmin edilmektedir. Diğer varsayım ise parametrelerin normal dağıldığıdır. [19]

$$u \sim (0, \sigma^2)$$

Çoklu Regresyon Modelinin Kurulması

Çoklu regresyon modelleri ihtimale dayalı olarak anlamlı veya anlamsız bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişki yapısının örnekleyen modeldir. Bu modeller belirli olmadıklarından ihtimal yasalarına bağımlıdır. Kısa açıklanacak olursa bir olay ya da sürecin, temel özellikleri değişmeksizin indirgenmiş gösterimidir. Bu indirgenmiş gösterim, olaylar arasındaki etkileşimin daha kolay incelenmesini ve yorumlanmasını sağlamaktadır.

Değişkenler arasındaki herhangi bir ilişkiyi matematiksel bir biçimde ifade etmek modeli kurmaktır. Model kurulurken ana hatları ile aşağıdaki esaslar göz önüne alınır;

- Modele katılacak olan bağımlı ve bağımsız değişkenler nelerdir?
- Modelin matematiksel kalıbı ne olacaktır.

Modele katılacak olan değişken sayısı, bağımlı değişkeni etkileyen önemli etmenlere bağlıdır. Daha az önemli etmenlerin etkisi, genellikle ε harfi ile gösterilen bir değişkenin modele eklenmesi ile hesaba katılmaktadır. Bu şans değişkenini, değerleri bağımsız değişkenlerin değerlerinin görüldüğü gibi açıkça gözlemlenemez. Dolayısıyla ε 'nin değerlerinin kalıbı bu değerlerin dağılımı hakkında akla uygun varsayımlar yaparak tahmin etmek zorunda kalınmaktadır [19].

Regresyon denkleminin verilere uyum düzeyini, denklemin başarısını ölçmede 'belirleme katsayısı (R^2) kullanılmaktadır. Belirleme katsayısı, regresyon denkleminin başarısını ölçme yanında, denklemin tahmin gücünü de yansıtan bir istatistiktir. Modelin doğruluğunu ölçmek için kullanılan doğruluk katsayısıdır. Modelin uygunluğunun ve güvenilirliğinin ölçümüdür.

Varyans enflasyon faktörü (VIF), regresyon analizinde çoklu doğrusal bağlantıyı tespit etmek için kullanılmaktadır. Çok kutupluluk, bir modeldeki bağımsız değişkenler arasında bir ilişki olduğunda; regresyon sonuçları olumsuz yönde etkilenebilmektedir. VIF, regresyon katsayısının varyansının, modeldeki çoklu bağlanma nedeniyle ne kadar şişirildiğini tahmin etmektedir.

VIF'ler, regresyon analizinin bir parçası olarak genellikle yazılım tarafından hesaplanmaktadır. VIF değeri arttıkça, regresyon sonuçları daha az güvenilir olmaktadır. 10'un üzerindeki VIF değerleri yüksek korelasyonu göstermektedir. İdeal olan literatürde 2.5 veya üstü olarak ifade edilmektedir. VIF değeri;

- 1 = ilişkili değil.
- 1 ile 5 arasında = orta derecede ilişkili.
- 5'ten büyük = yüksek korelasyonludur.

Durbin Watson test istatistiği, bir regresyon modeli tahmin edildikten sonra artık terimlerin korelasyon halinde olup olmadığını test etmeye yarayan istatistiktir. Durbin Watson İstatistiğinin varsayımları;

- Regresyon modeli sabit terim içermeli,
- Açıklayıcı değişkenler, X'ler stokastik ya da sabit olmamalı,
- Hata terimi, ϵ_t genellikle birinci dereceden otoregresiv süreç ile yaratılmalı,
- Açıklayıcı değişkenlerden birisi,bağımlı değişkenin geçmiş değerlerini içermemeli,
- Verilerde hatalı gözlemlenmiş değerler olmamalıdır.

Çoklu Regresyon Analizi Modelleri [19]

- Enter Metodu: Bağımsız değişkenlerin blok şeklinde tek adımda girilip değerlendirildiği metottur.
- İleri Doğru Seçim Metodu: Bağımlı değişkenle en yüksek pozitif ya da negatif korelasyonu bulunan bağımsız değişken ilk önce seçilmektedir. Sonrasında girilen değişkenin katsayısının 0 olduğu hipotezi F testiyle kontrol edilmektedir. F değeri, SPSS'in tahmin edilen F değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Bir değişken seçilip işleme alındığında, geride kalan bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki korelasyonlara bakılmaktadır. En yüksek korelasyona sahip bağımsız değişken daha sonraki aday olmaktadır. Bu aynı zamanda en geniş F değerine sahip değişkenin de seçimi olmaktadır.
- Geriye Doğru Eleme Metodu: İleri doğru seçimin aksine, bu yöntemde önce tüm bağımsız değişkenler seçilmektedir; sonrasında sırasıyla belli ölçütlere göre eleme yapılmaktadır. İlk önce en küçük kısmi korelasyon katsayısına sahip değişken incelenmektedir. Tahmin edilen değerlerden, büyük değere sahip değişken elenmektedir.
- Adım Adım Seçme Metodu: İlk adımda bağımsız değişken seçilmektedir; eğer bu –ileri doğru seçmedeki- FIN ya da PIN gereklerini yerine getirirse ikinci değişken seçilmektedir; aksi takdirde işlem sonlanmaktadır. İkinci değişken olarak en yüksek kısmi korelasyona sahip değişken alınmaktadır. Seçimler yüksek korelasyondan düşük korelasyona doğru yapılmaktadır. Bağımsız değişkenler ölçütlere uyarsa regresyon analizine başlanmaktadır. İlk değişken seçimi tamamlandıktan sonra adım adım seçme metodu, ileri doğru seçme metodundan farklılaşır. İlk değişkenin, geriye doğru elemeye olduğu gibi FOUT ya da POUT ölçütlerine uygunluğu kontrol edilir. Adım adım seçme yönteminde, ileri doğru seçme ve geriye doğru eleme yöntemleri kullanılmaktadır.

4.2. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları (YSA) insan beynindeki sinirlerin çalışmasını taklit ederek öğrenme, genelleştirme, hatırlama gibi yetenekler kazandırmayı hedefleyen bir bilgi işleme sistemidir [20].

Yapay sinir ağları, insan beyninin deneme yolu ile öğrenme ve genelleştirme esasına dayanarak geliştirilmiştir. Yapay zekanın en önemli temsilcilerinin başında yapay sinir ağı gelmektedir ve sınıflandırma, tahmin, modelleme gibi pek çok alanda başarı ile uygulanabilmektedir. Deneysel çalışmaların yoğun olarak kullanıldığı mühendislik çalışmalarında yapay sinir ağı tahmin metodunun kullanımı her geçen gün giderek yaygınlaşmaktadır [20].

Sinir hekimi Warren McCulloch ve matematikçi Walter Pitts ilk yapay sinir ağı modelini 1943 yılında geliştirmiştir. McCulloch ve Pitts, insan beyninin hesaplama yeteneğinden yola çıkarak, elektrik devreleriyle sinir ağı modellemiştir [21].

1948’de Wiener “Cybernetics” adlı eserinde, sinirlerin çalışmasını, 1949’da Hebb “Organization of Behaviour” adlı eserinde ise öğrenme ile ilgili temel teoriyi ele almıştır [21].

Hebb Kuralı öğrenebilen ve uyum sağlayabilen sinir ağı modeli için temel oluşturmaktadır. Hebb Kuralı yapay sinir ağlarının gelişmesinde önemli bir basamağı oluşturmuştur. Yapay sinir ağları çalışmalarının hız kazanması 1957 yılında Frank Rosentblatt’ın Perceptron’u geliştirmesi ile gerçekleşmiştir. Perceptron beyin işlevlerini modelleyebilen tek katmanlı ve tek çıkışa sahip yapay sinir ağıdır [21].

Adaline ve Madaline ağ modelleri 1959 yılında, Bernard Widrow ve Marcian Hoff tarafından Stanford Üniversitesinde geliştirilmiştir. 1963 yılında Widrow “ters sarkaç” denetleyicisini geliştirmiştir. Perceptron’un yetersizliğini 1969 yılında Minsk ve Papert XOR problemini çözemediğini kanıtlamışlardır. Rumelhart ve çalışma

ekibi geri yayılım yöntemini geliştirmişlerdir. Hopfield ağların önemli sınıflarının matematik temellerini 1982 yılında üretmiştir [21].

Danışmansız öğrenme ağlarını, Kohonen 1984’de sinirlerin düzenli sıralanışına eşleşme özelliği için geliştirmiştir [21].

4.2.1. Yapay Sinir Ağlarının Genel Kullanım Alanları

Yapay Sinir Ağları kendi kendine öğrenme düzenekleridir. Yapay sinir ağları öğrenmenin yanında, ezberleme ve bilgiler arasında ilişkiler kurma yeteneğine sahiptir. YSA genel olarak model seçimi, modelin sınıflandırılması, işlev tahmini, optimum değerin bulunması ve veri sınıflandırması işlerinde başarılı sonuçlar vermektedir. Yapay sinir ağları uygulama alanlarından bazıları aşağıdaki gibidir;

Sınıflandırma: Müşteri ve pazar profilleri, tıbbi teşhis, borçlanma ve risk değerlendirmeleri, ses ve şekil tanıma, spektrum tanımlaması, hücre tiplerinin sınıflandırılması vb.

Tahmin: Gelecek dönem satışları, üretim planı ihtiyaçları, alternatif pazarlar, ekonomik tahminler, enerji ihtiyacı, tıbbi sonuçlar, kimyasal reaksiyon ürünleri, hava tahminleri vb.

Modelleme: İşlem ve sistem kontrolü, kimyasal yapılar, dinamik sistemler, işaret karşılaştırma, kaynak kontrolü vb. [22]

Yapay sinir ağlarının sektörel uygulama alanları;

Uzay: Uçuş simülasyonları, otomatik pilot uygulamaları, komponentlerin hata denetimleri.

Otomotiv: Otomatik yol izleme, rehber, yol koşullarına göre sürüş analizi.

Bankacılık: Kredi uygulamalarının geliştirilmesi, müşteri analizi ve kredi müracaatlarının değerlendirilmesi, bütçe yatırım tahminleri.

Savunma: Silah yönlendirme, hedef seçme, radar, sensör sonar sistemleri, sinyal işleme, görüntü işleme.

Elektronik: Kod sırası öngörüsü, çip bozulma analizi, non-lineer modelleme vs.
Eğlence: Animasyon.

Finans: Kıymet biçme, pazar performans analizi, bütçe kestirimi, hedef belirleme vs.
Sigortacılık: Ürün optimizasyonu, uygulama politikası geliştirme.

Üretim: Üretim işlem kontrolü, ürün dizaynı, makina yıpranmalarının tespiti, dayanıklılık analizi, kalite kontrolü, iş çizelgeleri hazırlanması.

Sağlık: Kanserin erken teşhisi ve tedavisi, EEG, ECG, MR, ilaç etki analizleri, kan analizleri, kalp krizinin erken teşhisi ve tedavisi.

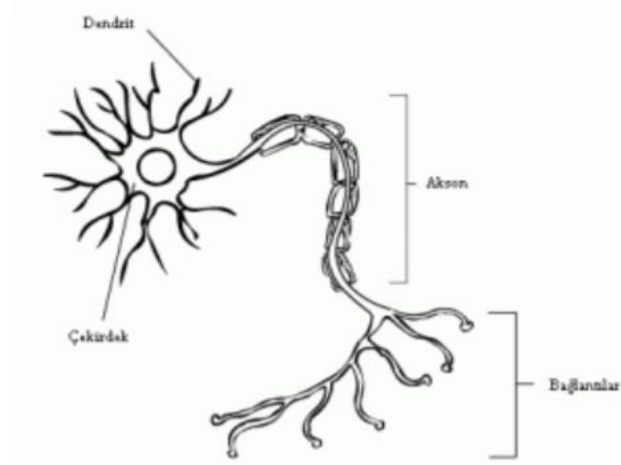
Robotik: Yörünge kontrolü, forklift robotları, görsel sistemler, uzaktan kumandalı sistemler, optimum rota belirleme.

Telekomünikasyon: Görüntü ve data karşılaştırmaları, filtreleme, eko ve gürültü söndürülmesi, ses ve görüntü işleme, trafik yoğunluğunun kontrolü.

Güvenlik: Parmak izi tanıma, kredi kartı hileleri saptama, retina tarama, yüz eşleştirme [22].

4.2.2. Biyolojik Bir Beyin Sinir Hücresi Yapısı

Biyolojik sinir sisteminin yapı taşı olan nöronlar temelde dört bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler dendrit, akson, çekirdek ve bağlantılardır.

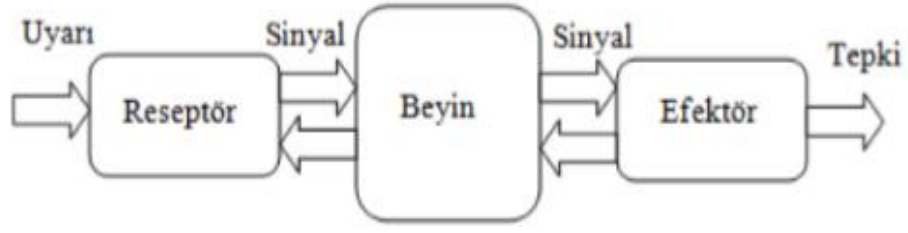


Şekil 4.1. Sinir hücresi [22].

Dendritler sinir hücresinin ucunda bulunur ve ağaç köküne benzeyen yapıya sahiptir. Dendritlerin görevi bağlı olduğu nöronlardan ya da duyu organlarından alınan sinyalleri çekirdeğe iletmektir. Çekirdek dendrit tarafından gelen sinyalleri toplayarak aksona iletir. Toplanan sinyaller akson aracılığıyla işlenerek nöronun diğer ucunda bulunan bağlantılara gönderilir. Bağlantılar da yeni üretilen sinyalleri diğer nöronlara iletir. İnsan beyninde yaklaşık 10 milyar sinir hücresi ve nöronların birbirleriyle yaptığı bağlantı sayısının da 60 trilyon olduğu tahmin edilmektedir. Sinirler girdi bilgilerini duyu organlarından almaktadır. Sonra alıcı sinirler sinyalleri işleyip bir sonraki sinire aktararak sinyalin merkezi sinir sistemine ulaşmasını sağlamaktadır.

Merkezi sinir sistemi sinyalleri alıp yorumladıktan sonra tepki sinyallerini üretmektedir. Bu sinyaller ise tepkilerin oluşacağı organlara tepki sinirleri aracılığıyla iletilmektedir. Bu sayede duyu organlarından gelen bilgilere karşı tepki organlarına uygun işaretler sinir sistemi aracılığıyla yollanmaktadır [23].

Sinir sistemi, merkezinde daima bilgiyi alan, yorumlayan ve uygun bir karar üreten beynin bulunduğu üç katmanlı sistem şeklinde açıklanmaktadır. Alıcı sinirler (reseptör), organizma içerisinden veya dış ortamlardan algıladıkları uyarıları, elektriksel sinyallere dönüştürerek beyne iletirler. Tepki sinirleri (efektör), beynin ürettiği elektriksel sinyalleri organizma çıktısı olarak uygun tepkilere dönüştürmektedir [24].



Şekil 4.2. Biyolojik sinir hücresi [24].

4.2.3. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı

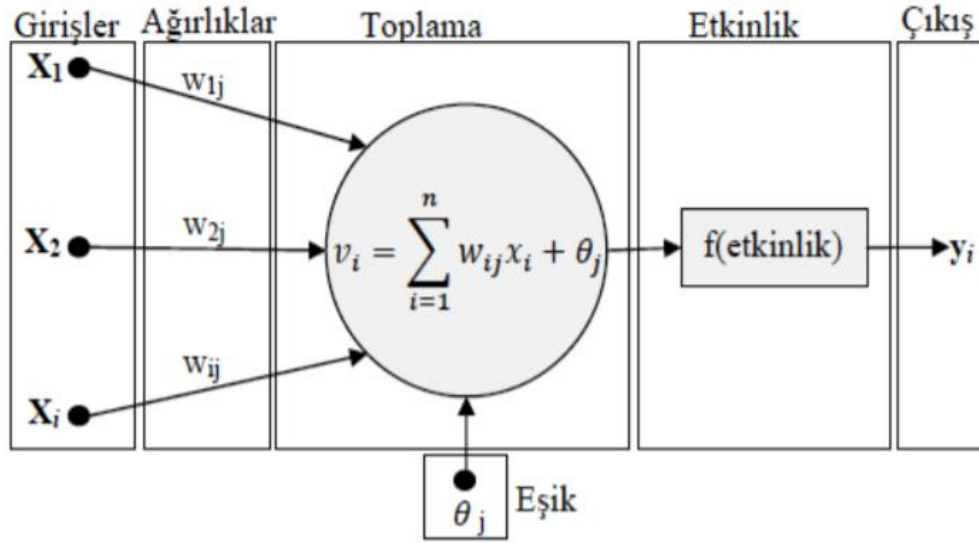
Yapay sinir ağı, insan beyninde olduğu gibi öğrenme hatırlama ve genelleme yeteneğine sahiptir. İnsan beyninde öğrenme üç şekilde gerçekleşmektedir; [14]

- Yeni aksonlar üreterek
- Aksonların uyarılmasıyla
- Mevcut aksonların güçlerini değiştirerek

Yapay sinirler aralarında bağ kurarak yapay sinir ağını oluştururlar. Biyolojik nöronlarda olduğu şekilde yapay sinirlerin giriş sinyallerini aldıkları, bu sinyalleri toplayıp işledikleri ve çıktıları ilettikleri bölümleri bulunmaktadır [14].

Bir yapay sinir hücresi beş bölümden oluşmaktadır; [22]

- Girişler
- Ağırlıklar
- Toplama İşlevi
- Aktivasyon fonksiyonu
- Çıktılar



Şekil 4.3. Yapay sinir hücresi [25].

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi, hücre girişleri (x_1, x_2, x_3) bağlantılar üzerindeki ağırlıklarla (w_{1j}, w_{2j}, w_{3j}) çarpılarak bir toplayıcıya (Σ) uygulanmakta ve elde edilen toplam, etkinlik fonksiyonundan (f) geçirilerek çıktı (y_i) elde edilmektedir. Burada; w_{ij} ağırlıkları; x_i girişleri; θ_j eşik değerini; (y_i) çıkışı; (f) ise etkinlik fonksiyonunu göstermektedir [25].

- Girişler

Girişler, kendinden önceki sinirlerden ya da dış çevreden sinir ağına gelebilir ve çevreden aldığı bilgiyi sinire ulaştırır.

- Ağırlıklar

Ağırlıklar, girişlerin sinir üzerindeki etkisini belirleyen katsayılardır. Her bir girişin kendisine ait bir ağırlığı vardır. Bir ağırlığın değerinin büyük olması, o girişin yapay sinirine güçlü bağlanmasını veya önemli olmasını, küçük olması ise zayıf bağlanmasını veya önemli olmamasını ifade etmektedir [26].

- Toplama İşlevi

Toplama işlevi olan v_i , sinirde bulunan her bir ağırlığın ait olduğu girişlerle çarpımının toplamalarını eşik θ_j değeri ile toplayarak etkinlik işlevine göndermektedir [17].

- Etkinlik İşlevi

Etkinlik işlevi, zaman söz konusu olduğunda toplama işlevinin çıkışının değişmesine izin vermektedir. Toplama işlevinin sonucu, etkinlik işlevinden f (etkinlik) geçirilip çıkışa iletilmektedir [20]. Etkinlik işlevinin sonuçları, ölçekleme ve sınırlama düğümlerinde ölçek veya sınır işlemlerinden geçebilir.

Ölçeklendirme, ölçek etmeni ile etkinlik değerinin çarpımının sonucu olarak ifade edilmektedir. Sınırlandırma ise, ölçeklenmiş sonuçların minimum ve maksimum sınırlarını aşmamasını sağlamaktadır [20].

- Çıkış İşlevi

Çıkış y_i , etkinlik işlevi sonucunun dış çevreye ya da diğer sinirlere gönderildiği yerdir. Bir sinirin bir tek çıkışı bulunmaktadır. Sinirin çıkışı, kendinden sonra gelen herhangi bir sayıdaki diğer sinirlere giriş olabilmektedir.

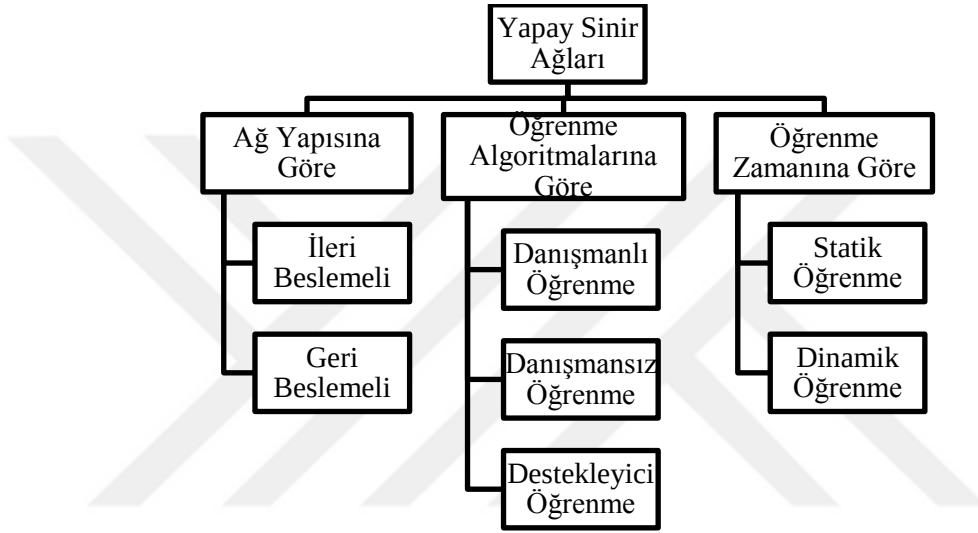
- Öğrenme

Hebbian öğrenme kuralı temel olarak “Eğer iki düğüm aynı zamanda etkin ise aralarındaki bağ gücü artar”. kuramına dayanmaktadır. Her bir düğümün girişlerindeki değişken bağlantı ağırlıklarını derlemek öğrenmenin temel amacını oluşturmaktadır. Uyuma işlevi ya da öğrenme kipi olarak ifade edilen, istenen bazı sonuçları elde etmek için, giriş bağlantılarının ağırlıklarını değiştirme işlemidir.

4.2.4. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırmaları

Yapay sinir ağları;

- Ağ yapılarına göre,
- Öğrenme algoritmalarına göre
- Öğrenme zamanına göre sınıflandırılmaktadır.

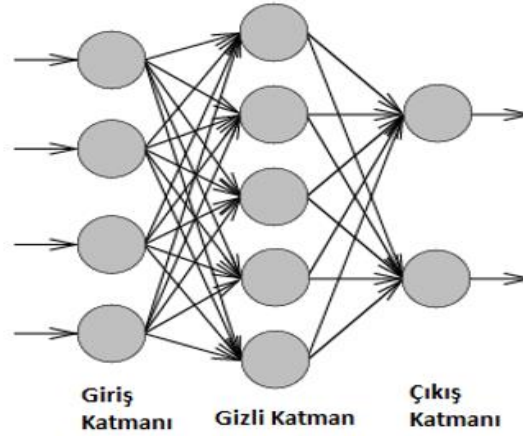


Şekil 4.4. Yapay sinir ağlarının sınıflandırılması.

Ağ Yapısına Göre Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, içerdiği nöronların birbirine bağlanış biçimlerine göre ileri ve geri beslemeli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

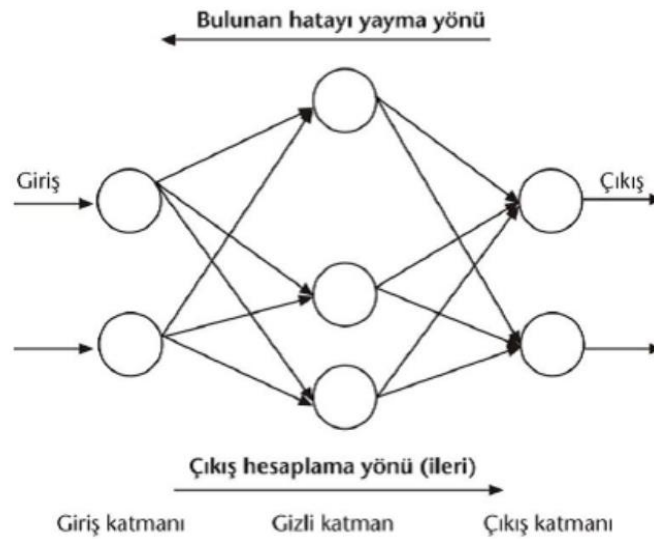
İleri beslemeli Yapay Sinir Ağlarında, nöronlar girişten çıkışa doğru düzenli katmanlar halindedir. Bir giriş, bir ya da birden fazla gizli katman veya ara katman ve bir çıkış katmanından oluşmaktadırlar. Şekil 4.5'te ileri beslemeli bir YSA'ya ait mimari yer almaktadır [22].



Şekil 4.5. İleri beslemeli bir YSA mimarisi.

Giriş katmanından alınan bilgi sonraki adımda gizli katmanlara iletilir. Gelen bilgiyi gizli katmanlar ağırlıkları ile değerlendirerek, çıkış üretmek için sonraki katmana iletirler.

Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarında, ileri beslemeli olanların tersine bir nöronun çıktısı yalnızca kendinden sonra gelen nöron katmanına girdi olarak verilmez. Kendinden önceki katmanda ya da kendi katmanında yer alan herhangi bir nörona girdi olarak bağlanabilmektedir. Geri beslemeli yapay sinir ağları bu yapısı ile doğrusal olmayan dinamik davranış göstermektedir. Şekil 4.6’da geri beslemeli bir YSA’ya ait mimari yer almaktadır [22].



Şekil 4.6. Geri beslemeli bir YSA mimarisi [27].

Öğrenme Algoritmalarına Göre Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağlarının verilen girdilere göre çıktı üretebilmesi için ağın öğrenilmesi gerekmektedir. Yapay sinir ağları öğrenme algoritmalarına göre danışmanlı, danışmansız ve takviyeli öğrenme olarak üçe ayrılmaktadır.

Danışmanlı öğrenmede ağa verilen giriş değerlerinin yanında ulaşılması istenen çıktı değerleri de verilir. Ağ verilen girdi değerleri için istenen çıktıları oluşturabilmek adına kendi ağırlıklarını günceller. Ağın çıktıları ile beklenen çıktılar arasındaki hata hesaplanarak ağın yeni ağırlıkları bu hata payına göre düzenlenir. Hata payı hesaplanırken ağın tüm çıktıları ile beklenen çıktıları arasındaki fark hesaplanır ve öğrenme algoritması hata üzerinden giderek her bir giriş için ağda bulunan ağırlıkları güncelleyerek istenilen çıktıya yaklaşık değerler bulmaya çalışır. Bu şekilde hatayı en aza indirerek girişlerden, hedeflenen çıktıların elde edilmesi amaçlanmaktadır [22].

Danışmansız öğrenme, danışmasız öğrenmede ağa öğrenme sırasında yalnızca girişler verilmektedir. Herhangi bir çıktı bilgisi verilmemektedir. Girişte verilen bilgilere göre ağ, her bir giriş verilerini kendi aralarında sınıflandıracak biçimde kendi kurallarını oluşturmaktadır. Ağ bağlantı ağırlıklarını aynı özellikte olan dokuları ayırabilecek biçimde düzenleyerek öğrenme işlemini tamamlamaktadır [22]. Takviyeli öğrenmede, ağın her iterasyonu neticesinde elde ettiği sonucun iyi ya da kötü olduğuna dair bir bilgi verilir. Ağ bu bilgilere göre kendini tekrar düzenler. Bu şekilde ağ herhangi bir girdi dizisiyle öğrenerek ve sonuç çıkararak işlemeye devam eder [22].

Öğrenme Zamanına Göre Yapay Sinir Ağları

Öğrenme zamanlarına göre yapay sinir ağları statik ve dinamik öğrenme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Statik öğrenmede, ağ eğitimi ağ kullanılmadan önce eğitilmektedir. Ağırlıklar önceden belirlenip ağa tanıtılır. Ağırlıklarda herhangi bir değişiklik bir daha

yapılamamaktadır. Bu şekilde ağı eğitimi ağ kullanılmadan önce yapılmış olmaktadır. Eğitim tamamlandıktan sonra ağ istenilen şekilde kullanılmaktadır [22]. Dinamik öğrenmede, yapay sinir ağlarının çalıştığı sürece öğrenmesini öngörerek tasarlanmıştır. Yapay sinir ağı eğitim süreci bittikten sonra da daha sonraki kullanımlarında çıkışların onaylanmasına göre ağırlıklarını değiştirerek çalışmaya devam etmektedir [22].

Yapay sinir ağlarında da model başarısı, belirleme katsayısı (R^2), Varyans Enflasyon Faktörü (VIF), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) ve model hataları ile ölçülmektedir. Akaike Bilgi Kriteri (AIC), modelin kalıntı kareler toplamı üzerinde örnek büyüklüğü ve değişken sayısını dikkate alarak bir düzenleme yaparak elde edilen değer sayesinde farklı modeller arasında en uygununu seçmeye yarayan bir kriterdir. Aşağıda formülizasyonları verilen model hataları, korelasyon ve belirtme katsayısı gösterilmektedir.

Ortalama Kare Hatası

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (T_i - O_i)^2$$

Ortalama Mutlak Yüzde Hatası

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|T_i - O_i|}{T_i} \times 100$$

Regresyon

$$R = \frac{\sum (T_i - \bar{T}_i)(O_i - \bar{O}_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T}_i)^2 \sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O}_i)^2}}$$

Belirleme Katsayısı

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (T_i)^2} \right]$$

MSE, bir makine öğrenmesi modelinin, tahminleyicinin performansını ölçer, her zaman pozitif değerlidir ve MSE değeri sıfıra yakın olan tahminleyicilerin daha iyi bir performans gösterdiği söylenebilmektedir. MAPE eksi ve artı değerlerinin birbirini yok etmesini önlemek için mutlak değerle hesaplamayı kullanmıştır. MAPE hata boyutunu yüzde olarak ölçmektedir. R^2 değerlerinin 0 ile 1 arasında çıkması beklenmektedir. R^2 sıfıra yakınsa modelimiz kötüdür. 1 veya 1'e yakınsa modelimiz mükemmeldir denebilmektedir.

BÖLÜM 5

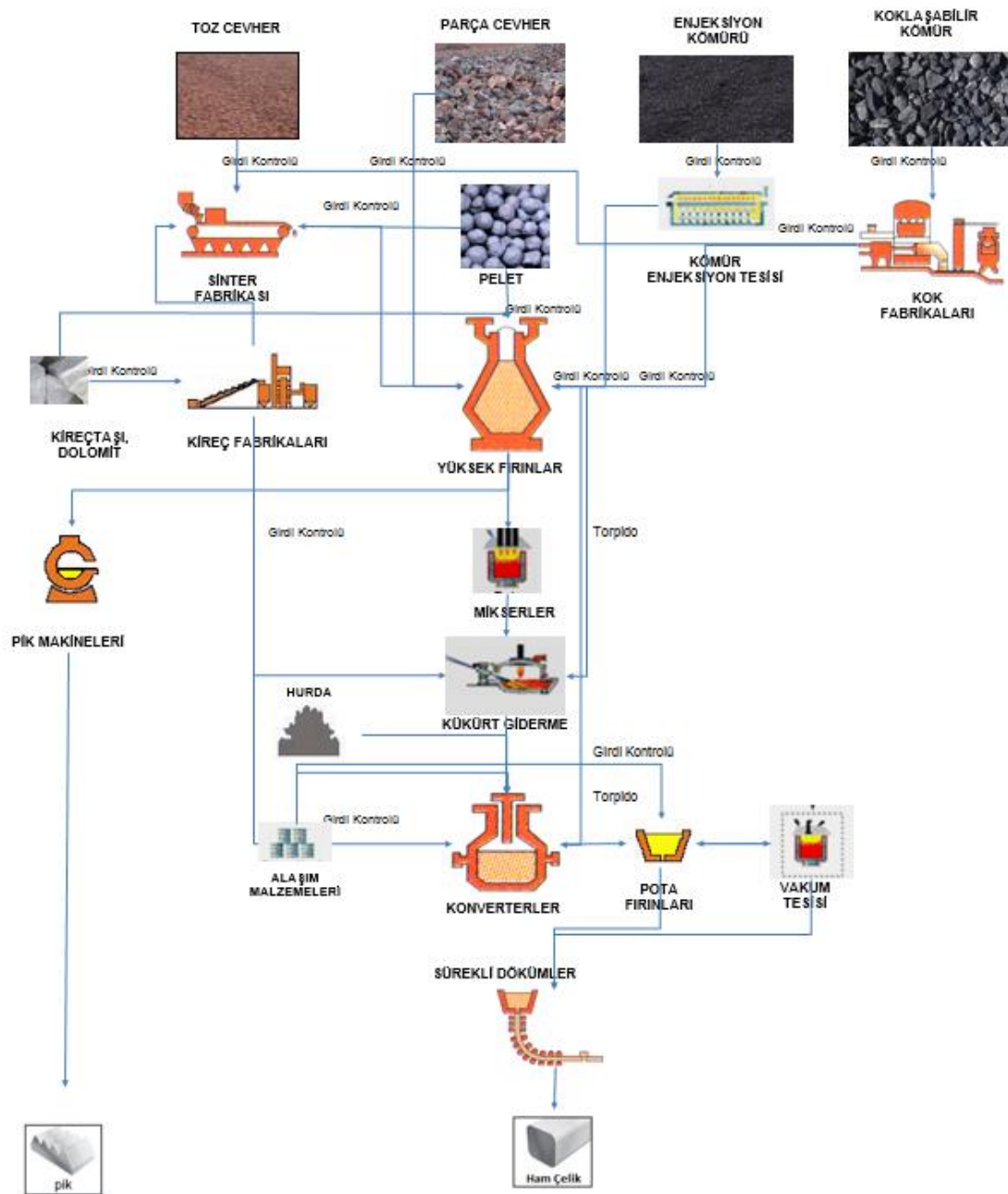
A İŞLETMESİNDE TAHMİNİ MALİYET ÇALIŞMASI

Küreseleşen rekabet ortamında işletmeler rakiplerine karşı güçlü olmak zorundadır. Üretim faaliyetleri gerçekleştiren işletmeler için ürettikleri ürünlerin maliyetlerinin kontrolü, maliyetlerin minimum seviyeye çekilmesi, ürünlerin fiyatlandırma stratejileri rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü sağlamaktadır.

Yöneticilerin bilgi gereksinimlerinin temelinde, işletme faaliyetlerinin sürekliliğini sağlayabilmek, alternatif pazarlar elde edebilmek, pazarda tutunabilmek ve karlarını maksimum seviyeye çıkarabilmek vardır. Bilgi teknolojilerinin ihtiyaç duyulan bilgi çıktılarını sunmasına rağmen sadece bilgi çıktıları karar vericiler için yeterli olmamaktadır.

Karar vericiler işletmenin gelecek dönemleri için karar verebilmek durumundadır ve bunun için bazı tahmin yöntemlerine başvurmaları gerekmektedir. İncelenen çalışmalarda pekçok tahmini maliyet çalışması bulunmaktadır. Çalışmanın konusunu, yapay sinir ağları ve çoklu regreyon tahmin yöntemlerinin demir çelik sektöründe uygulanabilirliğini kontrol etmek, oluşturulan maliyet modelleriyle, işletmenin tecrübelenmiş maliyet verileri kullanılarak gelecek dönemlere ait maliyet tahminlerini gerçekleştirmek oluşturmaktadır.

Maliyet kavramı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde maliyet unsurlarının belirsiz ve bilgi sistemleri tarafından ortaya konan çıktıların yetersiz olduğu durumların olabildiği görülmüştür. Çalışmada 2008-2019 dönemlerini kapsayan faaliyet raporlarına ulaşılabilen işletmenin, Kamu Aydınlatma Platformunda yayımlanan finansal tabloları incelenmiştir. Amacımız, çalışmaya konu olan işletmenin geçmiş dönem verilerini kullanarak 2019 yılına ait maliyet tahmininde bulunmaktır.



Demir Çelik tesisi olan A işletmesinde her işletme birbirinin tedarikçisi ve müşterisi olarak faaliyet göstermektedir. Entegre demir çelik fabrikası olduğu için proses süreklilik arz etmektedir. Üretim 7/24 üç vardiya olarak sürmektedir. Tedarikçilerden hammadde gereksinimleri karşılandıktan sonra işlenmek üzere tesislere şarj edilmektedir.

Metalürjik kok kömürü, enjeksiyon kömürü, demir cevheri, pelet gibi bir çok girdinin şarj edilmesi ile gerçekleşen reaksiyonlar neticesinde yüksek fırınlardan sıvı ham demir üretilmektedir. Her bir sıvı ham demir potası, mikser ve kükürt giderme tesislerinde işlem görmektedir. Sıvı ham demir, çelikhane konverterlerine geldiğinde hurda eklenerek oksijen üflenmektedir ve belirli işlemleri tamamlandıktan sonra konverterlerden sıvı çelik elde edilmektedir. Sürekli dökümler makinelerinden, istenilen kalitede ham çelik üretimi gerçekleşmektedir. Haddehane grubunun yarı mamulü ham çeliktir. Parametre tahmini çalışması yapılan ham çelik sürekli döküm makinelerinden üretilmektedir.

Kok Fabrikaları, yüksek fırın tesislerinin kok ihtiyacını karşılamak için kurulmuştur; Döküm kok, metalürjik kok, ceviz kok, kok tozu ve yan ürün olarak kok gazı, ham katran, ham benzol, naftalin ve amonyum sülfat üretilmektedir. Yan Ürün Tesisleri koklaşma sırasında açığa çıkan ham kok gazının temizlenerek şebekeye verilecek kaliteye getirildiği ve ham benzol, yol katranı, kreozot, katran boyası, pres naftalin, amonyum sülfat gibi pazarlanabilir yan ürünlerin elde edildiği tesislerdir.

Sinter tesisi, ebat bakımından yüksek fırında direkt olarak kullanılamayan toz cevherlerin değerlendirilmesini sağlar. Ayrıca kükürtlü cevherlerin kullanılmasını mümkün kılar. Yüksek Fırına gerekli dolomit ve kireçtaşı tozu gibi curuf yapıcılarının sinterde kullanımı sayesinde fırınlarda kok tasarrufu sağlanır. Sinter cevhere göre daha süngerimsi olduğundan fırınlarda reaksiyonlar daha süratli olur.

Yakıt olarak 3 mm ebatında kırılan kok tozu ve kok tozunu tutuşturmak için ateşleme fırınında kok gazı kullanılır. Ayrıca haddehane tufalı, yüksek fırın baca tozu, çelikhane curufu gibi fabrika atıkları değerlendirilir.

Sinterleme işlemi basit olarak; harmanlanmış toz demir cevherleri, kok tozu, kireçtaşı tozu ve sinter dönüş tozlarının atık malzemelerin belirli oranlarda karıştırılması ve elde edilen sinterlik karışımın bir tutuşturma ocağında 900-1100C'de kok gazı vasıtası ile tutuşturulmasını takiben ana fanın yapmış olduğu hava emişi yardımıyla sinter makinesi üzerindeki ham karışımın külçeleştirilmesidir. Yapılan işleme sinterleme, elde edilen ürüne sinter denir.

Yüksek fırınlar fiziksel ya da kimyasal açıdan ön hazırlanmış demirli hammaddelerin kok fabrikalarında üretilmiş olan metalurjik kokun yakılması sonucunda oluşan CO ile redüklenerek ve oluşan ısı ile ergitilerek sıvı ham demir üretilmesini sağlayan tesislerdir. Üretilen sıvı ham demir cüruftan arındırılarak torpidolara alınmaktadır.

Torpidolarda bulunan sıvı hamdemir kükürt giderme tesislerinde kükürdü giderildikten sonra üretime girmesi için çelikhaneye gönderilir. Çelikhane; sıvı ham demir, hurda ve istenilen kaliteye göre değişiklik gösteren çeşitli alaşım elementleri kullanılarak saf oksijen üfleme yöntemiyle sıvı ham demirdeki karbon oranı düşürülür, bu şekilde sıvı ham demir, sıvı çeliğe dönüştürülür. Üretilen sıvı çelik sürekli döküm makinelerinde kalıplara kesintisiz olarak dökülüp, istenilen ebatlarda katılaştırılarak yarı mamuller elde edilmektedir [27].

İstatistiksel yöntemler ile çözülen problemlerde probleme anlam kazandırmak ve yorumlamak için modeller kurulur. Kurulan modeller her zaman doğru olmayabilir. Bu noktada modelin doğruluğunu kontrol etmek için regresyon modeline ait parametreler en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilerek değişkenlerin aralarında bulunan ilişki incelenerek bu ilişkinin istatistiki olarak bir anlam ifade edip etmediği determinasyon katsayısı, F testi, T testi, Durbin Watson testi uygulanarak kontrol edilmiştir.

5.1. ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON MODELİ İLE MALİYET TAHMİN MODELİ

5.1.1. IBM SPSS Statistic Sonuçları

Çoklu regresyon analizinde IBM SPSS Statistics programı kullanılmıştır. Çoklu regresyon modeli analizinde dört metot içinden Enter metodu seçilmiştir. Enter metodu literatürde en yaygın kullanılan yöntemler arasında yer aldığından tercih edilmiştir. Ham çelik için, kur, TÜFE, sıvı çelik maliyeti, ham çelik üretim miktarı, satışların maliyeti ve personel sayısı değişkenlerinin minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ve varyans değerleri tanımlayıcı istatistik analizi Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Tanımlayıcı istatistik değerleri.

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Varyans
X ₁	91	1,18	3,27	2,05	0,53	0,28
X ₂	91	-1,43	1,98	0,55	0,70	0,49
X ₃	91	664,22	1.185,68	890,54	118,58	14.060,14
X ₄	91	35.865,61	93.112,75	78.316,33	8.373,10	70.108.767,33
X ₅	91	15.999.922,71	74.041.514,16	35.385.267,24	13.719.672,06	188.229.401.555.916
X ₆	91	93	150,00	112,56	14,60	213,07

X₁ değişkeni olan kur, minimum 1,18 ile maksimum 3,27 değerleri arasında değişmektedir. Ortalama değeri 2,05 TL'dir. Standart sapması 0,53 TL'dir. X₂ değişkeni olan TÜFE minimum -1,43 ile maksimum 1,98 değerleri arasında değişmektedir. Ortalama değeri 0,55'tir. X₃ değişkeni sıvı çelik maliyeti olup minimum 664,22 TL maksimum 1.185,68 TL değerleri arasında değişmektedir. Ortalama değeri 890,54' TL'dir. X₄ değişkeni üretim miktarı olup minimum 35.865,61 TL maksimum 93.112,75 TL değerleri arasında değişmektedir. Ortalama değeri 78.316,33 TL'dir. X₅ değişkeni satışların maliyeti, minimum 15.999.922,71 TL maksimum 74.041.514,16 TL değerleri arasında değişmektedir. Ortalama değeri 13.719.672,06 TL'dir. X₆ değişkeni personel sayısıdır, minimum 93, maksimum 150 değerleri arasında değişmektedir. Ortalama değeri 112,56'dır.

Çizelge 5.2. Model özetleri.

Model	R	R ²	Düzenlenmiş R ²	Std. Tahmin Hatası	Değişim İstatistikleri					Durbin Watson
					Değişimin R ²	F Değişim	df1	df2	Anlamlı F Değişikliği	
1	0,999	0,998	0,998	5,62	0,998	6.973,53	6	84	0,000	1,474

Çizelge

5.2’de

modelin analiz sonuçları gösterilmektedir. R² değeri, bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler tarafından açıklanmasının yüzde değerini ifade etmektedir. Değişkenlerin analizde bağımlı değişkeni açıklama yüzdesinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Çizelge 5.2’de yer alan Durbin-Watson test değeri otokorelasyonun olup olmadığını göstermektedir. Bu değer -1,5 ve +1,5 arasında olması gerekmektedir. Ancak literatürde 1,5 ile -2,5 arasındaki değerlerde otokorelasyonun olmadığından bahsedilmektedir.

Çizelge 5.3. Varyans analizi.

Model		Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Anlamlılık
1	Regresyon	1.320.311,85	6,00	220.051,97	6.973,53	,000
	Artık	2.650,65	84,00	31,56		
	Toplam	1.322.962,49	90,00			

Varyans analizi modelin anlamlı olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. Çizelgedeki anlamlılık değerinin (Sig.) 0,05’ten küçük olması gerekmektedir. Çizelge 5.3 ’te görüldüğü gibi anlamlılık değerimiz 0,05’ten küçük olduğu için modelimiz anlamlıdır.

Çizelge 5.4. Katsayılar tablosu.

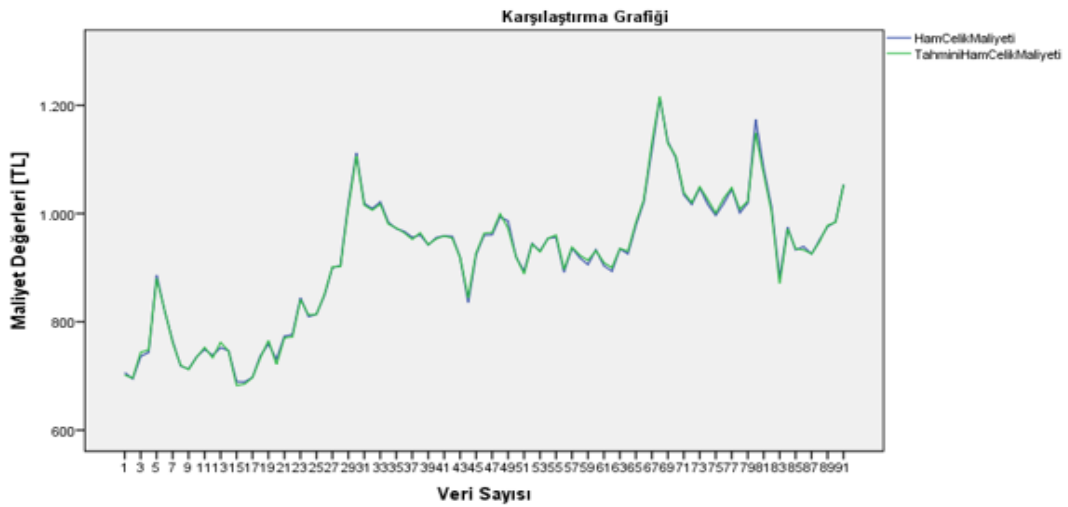
Model		Standardize Edilmemiş Katsayılar		Std. Katsayılar	t	Sig.	% 95,0 Güven Aralığı		Korelasyon			Eşdoğrusallık İstatistiği	
		β	Std. Hata	Beta			Alt Sınır	Üst Sınır	Sıfır Düzenli	Kısmi	Part	Tolerans	VIF
1	Sbt.	6,13	7,87		0,78	0,44	-9,52	21,78					
	X ₁	8,64	2,81	0,04	3,07	0,00	3,05	14,22	0,66	0,32	0,02	0,16	6,30
	X ₂	-0,45	0,86	0,00	-0,52	0,60	-2,15	1,26	0,12	-0,06	0,00	0,97	1,03
	X ₃	1,01	0,01	0,99	126,07	0,00	1,00	1,03	1,00	1,00	0,62	0,38	2,60
	X ₄	0,00	0,00	-0,03	-4,20	0,00	0,00	0,00	0,40	-0,42	-0,02	0,61	1,63
	X ₅	0,00	0,00	-0,01	-0,95	0,34	0,00	0,00	0,69	-0,10	0,00	0,19	5,36
	X ₆	0,20	0,06	0,02	3,13	0,00	0,07	0,32	0,01	0,32	0,02	0,42	2,38

Ham Çelik Maliyeti: $6,13+8,64*(X_1)-0,45*(X_2)+1,01*(X_3)+0,00*(X_4)+0,00*(X_5)+0,20*(X_6)$

Çizelge 5.4 'te modelin tahmini sonucu elde edilen parametre değerleri ve bu değerlere ilişkin t değerleri gösterilmektedir. “Standardize Edilmemiş Katsayılar” kısmında yer alan β değerlerine göre regresyon modeli denklemi yazılmaktadır.

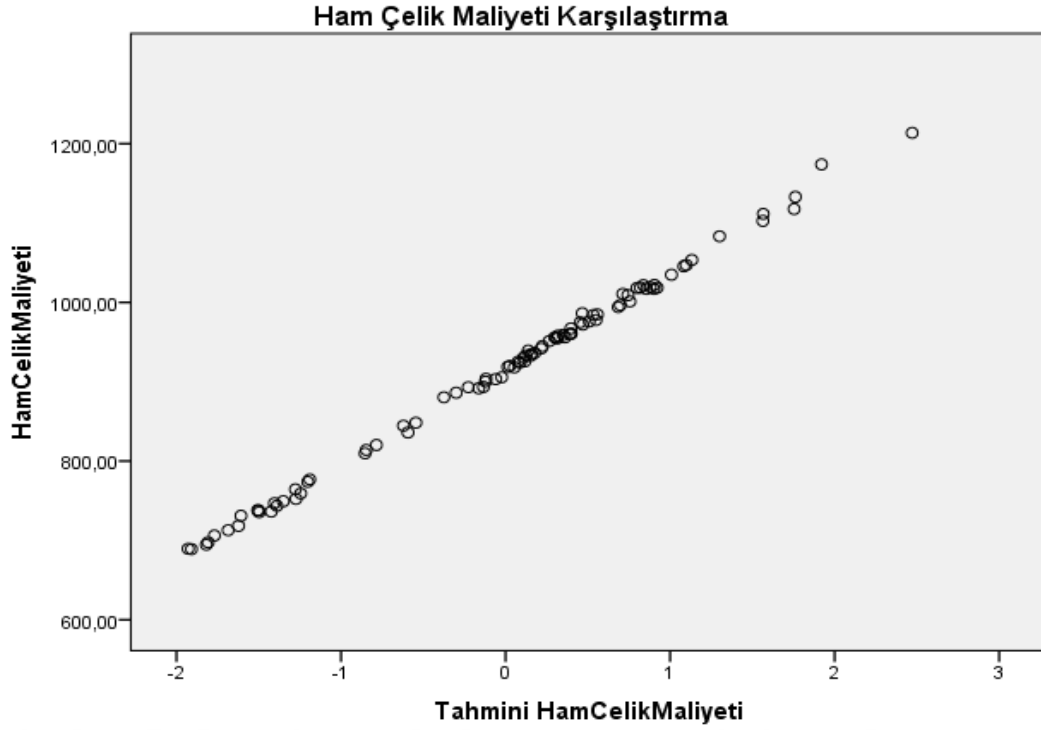
Çizelgede görülen sabit terim 6,13 olarak bulunmuştur. Sabit değerin anlamı kur, TÜFE, sıvı çelik maliyeti, üretim miktarı, satışların maliyeti ve personel sayısı sıfır bile olsa işletme 6,13 birimlik maliyete katlanmak zorundadır. X_1 değişkenine ait parametre değeri 8,64 olarak bulunmuştur. Kurdaki bir birimlik bir artış ham çelik maliyetini 8,64 birim arttırmaktadır. Buna karşılık TÜFE değişkenindeki bir birimlik artış ham çelik maliyetini 0,45 birim azaltmaktadır [28]. Beta değeri, bağımsız değişkenlerin önem sırasını göstermektedir. Beta değerinin işareti bu aşamada dikkate alınmamalıdır. Bağımsız değişkenler arasında en önemlisinin sıvı çelik maliyeti değişkeni olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.4 ‘te “Eşdoğrusallık İstatistiği” diye belirtilen başlıkların altında tolerans ve VIF (Varyans Enflasyon Faktörü) değerleri bulunmaktadır. Bu iki değerden birine bakılarak çoklu doğrusal bağlantı olup olmadığına karar verilmektedir. VIF değerlerinin 10’un altında olması çoklu bağlantının olmadığını göstermektedir. Yani çoklu regresyon testinin kullanılmasını sağlayacak bir kısıt olan bağımsız değişkenlerin birbirleri ile ilişkili olmamasını sağlamaktadır. Eğer bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0 veya 0 a yakın ise VIF değerinin de 1 veya 1’e yukardan yaklaşması beklenir. VIF değeri büyüdükçe bağımsız değişkenler arasında ciddi bir çoklu doğrusal bağlantı söz konusudur. VIF değerlerimiz 10’dan küçük olduğu için değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı söz konusu değildir.



Şekil 5.2. Gerçek maliyet değerleri ile çoklu regresyon analizi tahmini değerlerinin karşılaştırılması.

Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te çoklu regresyon sonucu tahmini ham çelik maliyet değerleri ile gerçek ham çelik maliyet değerleri verilmiştir. Tahmin edilen değerlerin çok yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 5.3. Gerçek maliyet değerleri ile tahmini maliyet değerleri karşılaştırması.

Kurulan modelin başarısı, model hataları, korelasyon ve belirtme katsayısı ile araştırılmıştır. MSE değeri sıfıra yakın olan tahminleyicilerin daha iyi bir performans gösterdiği söylenebilmektedir. Çoklu regresyon analizinde MSE değeri 29,13 bulunmuştur. RMSE değeri tahmin hatalarının standart sapmasıdır. RMSE değeri 0'dan ∞ 'a kadar değişebilmektedir. Negatif yönelimli puanlar yani daha düşük değerlere sahip tahminleyiciler daha iyi performans gösterir. RMSE değerinin sıfır olması modelin hiç hata yapmadığı anlamına gelmektedir modelde değer 5,397 hesaplanmıştır. MAPE ortalama mutlak yüzde hatası olarak bilinmektedir. MAPE hata boyutunu yüzde olarak ölçmektedir, modelde MAPE değeri 0,442 olarak bulunmuştur. MAPE değeri kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

5.1.2. Python Sonuçları

Çalışmada çoklu regresyon analizi, Python programlama dilinde yazılmış olup, açık kaynak kodlu olan Keras kütüphanesi kullanılmıştır. Girdi faktörlerini; kur, TÜFE, sıvı çelik maliyet, ham çelik üretim miktarı, ham çelik satışlarının maliyeti ve personel sayısı oluşturmaktadır. Çıktı faktörünü ise ham çelik maliyet değeridir. Çalışmada 91 adet girdi parametresi kullanarak modeller kurulmuştur.

Python ile kurulan çoklu regresyon analizi modeli sonucunda bulunan; belirleme katsayısı, ortalama hata kare, korelasyon ve ortalama mutlak yüzde değerleri Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5. Python çoklu regresyon analizi tekniği python hata oranları.

MSE	RMSE	R	R ²	MAPE	Durbin Watson	AIC	BIC
0,00017	0,0130	0,9977	0,9954	0,0222	1,475	-560,6	543,1

Çoklu regresyon analizi ile tahmin edilen maliyetlerin gerçek maliyetten ne kadar saptığı ortalama mutlak yüzde hata ölçüsü Çizelge 5.5'te gösterilmiştir.

Korelasyon katsayısının 0,99 olarak hesaplanması, değişkenler arasında güçlü ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Durbin-Watson test değerine göre model değerlerinde otokorelasyonun olmadığından bahsedilmektedir.

Akaike Bilgi Kriteri (AIC) değişkenlerin oluşturduğu yükselmeye sınırlama getirerek düzenlenmiştir. Model karşılaştırmalarında en düşük AIC değerini veren model tercih edilmektedir.

Çizelge 5.6. Python çoklu regresyon analizi katsayılar tablosu.

Model		Standardize Edilmemiş Katsayılar		t	P> t	% 95,0 Güven Aralığı	
		β	Std. Hata			Alt Sınır	Üst Sınır
1	Sbt.	0,0097	0,007	1,45	0,150	-0,004	0,023
	X ₁	0,0345	0,011	3,076	0,003	0,012	0,057
	X ₂	-0,0029	0,006	-0,517	0,607	-0,014	0,008
	X ₃	1,0088	0,008	125,99	0,000	0,993	1,025
	X ₄	-0,0414	0,010	-4,20	0,000	-0,061	-0,022
	X ₅	-0,0106	0,011	-0,95	0,343	-0,033	0,011
	X ₆	0,0212	0,007	3,12	0,002	0,008	0,035

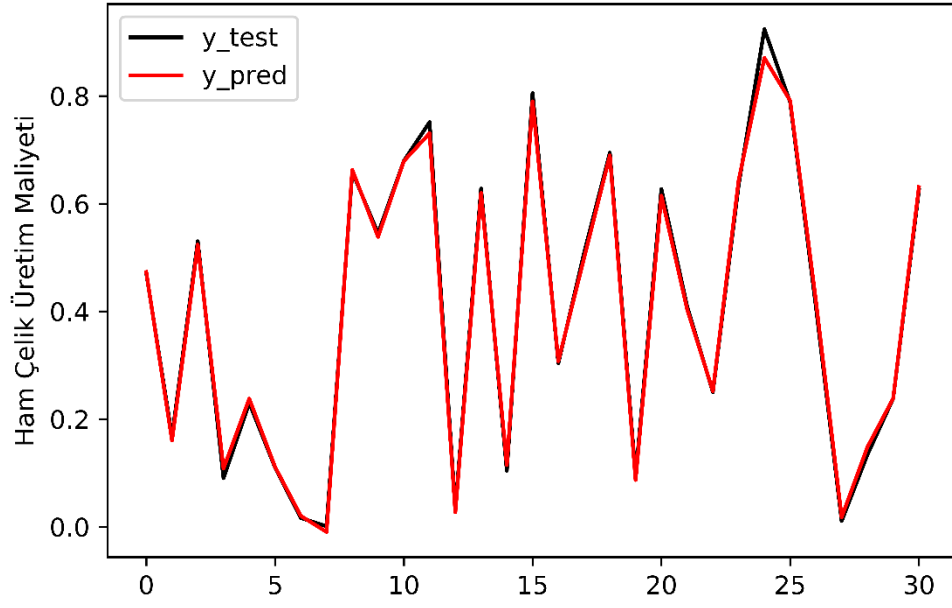
Ham Çelik Maliyeti: $0,0097 + 0,0345 \cdot (X_1) - 0,0029 \cdot (X_2) + 1,0088 \cdot (X_3) - 0,0414 \cdot (X_4) - 0,0106 \cdot (X_5) + 0,0212 \cdot (X_6)$

Çizelge 5.6’da modelin tahmini sonucu elde edilen parametre değerleri ve bu değerlere ilişkin t değerleri gösterilmektedir. “Standardize Edilmemiş Katsayılar” kısmında yer alan β değerlerine göre regresyon denklemi yazılmaktadır.

Çizelgede görülen sabit terim 0,0097 olarak bulunmuştur. Sabit değer anlamı kur, TÜFE, sıvı çelik maliyeti, üretim miktarı, satışların maliyeti ve personel sayısı sıfır bile olsa işletme 0,0097 birimlik maliyete katlanmak zorundadır. X₁ değişkenine ait parametre değeri 0,0345 olarak bulunmuştur. Kurdaki bir birimlik bir artış ham çelik maliyetini 0,0345 birim arttırmaktadır. Buna karşılık TÜFE değişkenindeki bir birimlik bir artış ham çelik maliyetini 0,0029 birim azaltmaktadır.

Modelde bağımsız değişkenler arasında en önemlisinin sıvı çelik maliyeti değişkeni olduğu görülmektedir.

Regresyon analizinin gerçek ve tahmini değerlerine ilişkin bulunan grafiksel dağılım Şekil 5.4’te verilmiştir.



Şekil 5.4. Python çoklu regresyon analizi karşılaştırma.

Şekil 5.4’te ham çelik maliyet gerçek değerleri ve tahmini değerleri arasında neredeyse hiç fark olmadığı görülmektedir.

Model sonucu bulunan MAPE değerleri incelenmiş ve çoklu regresyon analizi ile yapılan maliyet tahmininin oldukça tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

5.1.3. EViews Sonuçları

Sezgisel bir arayüz ve mevcut en büyük veri yönetimi araçlarından biri olan EViews ekonometrik modelleme yazılımı, hızlı ve verimli bir şekilde istatistiksel tahmin denklemleri oluşturmamıza yardımcı olmaktadır. EViews ile kurulan çoklu regresyon analizi modeli girdi faktörlerini; kur, TÜFE, sıvı çelik maliyet, ham çelik üretim miktarı, ham çelik satışlarının maliyeti ve personel sayısı oluşturmaktadır. Çıktı faktörü ise ham çelik maliyet değeridir. Çalışmada 91 adet girdi parametresi kullanarak modeller kurulmuştur. Model sonucunda bulunan; belirleme katsayısı, ortalama hata kare, korelasyon ve ortalama mutlak yüzde değerleri Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Çoklu regresyon analizi eviews hata oranları.

MSE	RMSE	R	R ²	MAPE
29,122	5,3965	0,9989	0,9979	0,4423

MAPE modelin performansını göstermektedir ve 0,442 olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısının 0,99 olarak hesaplanması, değişkenler arasında güçlü ve pozitif bir ilişki vardır.

Çizelge 5.8. EViews çoklu regresyon analizi katsayılar tablosu.

Model		β	Std. Hata	t	P> t Olasılık
1	Sbt.	6,123	7,869	0,778	0,4387
	X ₁	8,639	2,809	3,075	0,0028
	X ₂	-0,447	0,857	-0,522	0,6033
	X ₃	1,015	0,008	126,077	0,0000
	X ₄	-0,0003	9,025	-4,197	0,0001
	X ₅	-9,526	9,988	-0,954	0,3430
	X ₆	0,195	0,062	3,126	0,0024

Ham Çelik Maliyeti: $6,123+8,639*(X_1)-0,447*(X_2)+1,0015*(X_3)-0,0003*(X_4)-9,526*(X_5)+0,195*(X_6)$

Çizelge 5.8’de katsayılar tablosunda modelin tahmini sonucu elde edilen parametre değerleri ve bu değerlere ilişkin t değerleri gösterilmektedir.

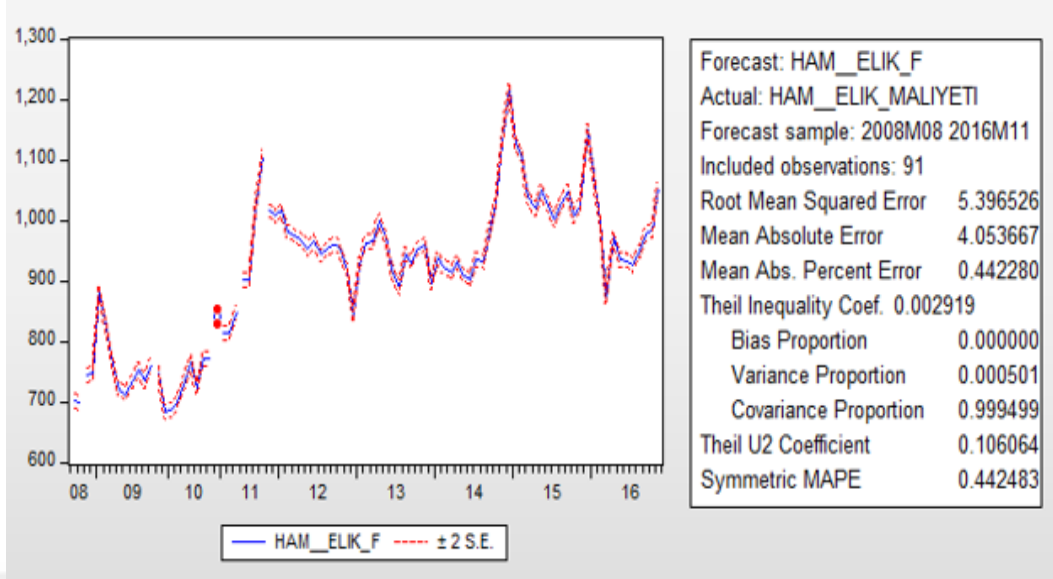
Çizelgede görülen sabit terim 6,123 olarak bulunmuştur. Kur, TÜFE, sıvı çelik maliyeti, üretim miktarı, satışların maliyeti ve personel sayısı sıfır bile olsa işletme 6,123 birimlik maliyete katlanmak zorundadır. Bağımsız değişkenler arasında en önemlisinin sıvı çelik maliyeti değişkeni olduğu çizelge 5.9’da görülmektedir.

Çizelge 5.9. EViews çoklu regresyon analizi model sonuçları.

R ²	0,998
Düzeltilmiş R ²	0,998
Standart Hata	5,617
Kareler Toplamı	2650,15
AIC	6,363
SIC	6,556
Durbin Watson	1,474
F-Statistic	6974,9
Prob(F-Statistic)	0,0000

AIC ne kadar küçükse o kadar iyidir. Modeller karşılaştırılırken AIC değeri düşük olan tercih edilmektedir. Çizelge 5.9’da modele ait AIC değeri 6,363 olarak hesaplanmıştır. SIC değeri ise 6,556’dır.

Durbin-Watson test değeri 1,474 olarak hesaplanmıştır ve model değerlerinde otokorelasyonun olmadığından bahsedilmektedir.



Şekil 5.5. Eviews çoklu regresyon analizi karşılaştırma.

Şekil 5.5'te ham çelik maliyet gerçek değerleri ve tahmini değerleri arasında neredeyse hiç fark olmadığı görülmektedir.

5.1.4. Minitab Sonuçları

Minitab ile kurulan çoklu regresyon analizi modeli girdi faktörlerini; kur, TÜFE, sıvı çelik maliyet, ham çelik üretim miktarı, ham çelik satışlarının maliyeti ve personel sayısı oluşturmaktadır. Çıktı faktörünü ise ham çelik maliyet değeridir. Çalışmada 91 adet girdi parametresi kullanarak modeller kurulmuştur.

Model sonucunda bulunan; belirleme katsayısı, ortalama hata kare, korelasyon ve ortalama mutlak yüzde değerleri Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Çoklu regresyon analizi minitab hata oranları.

R	R ²	Durbin Watson
0,9989	0,9978	1,4739

Regresyon denkleminin bir bütün olarak anlamlılığını test etmek için varyans analizinden yararlanılır. Varyans analizi için gerekli hesaplamalar Çizelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Minitab çoklu regresyon analizi varyans analiz tablosu.

Model		Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Anlamlılık
1	Regresyon	1.320.324	6,00	220.054	6.974,91	,000
	Artık	2.650	84,00	32		
	Toplam	1.322.974	90,00			

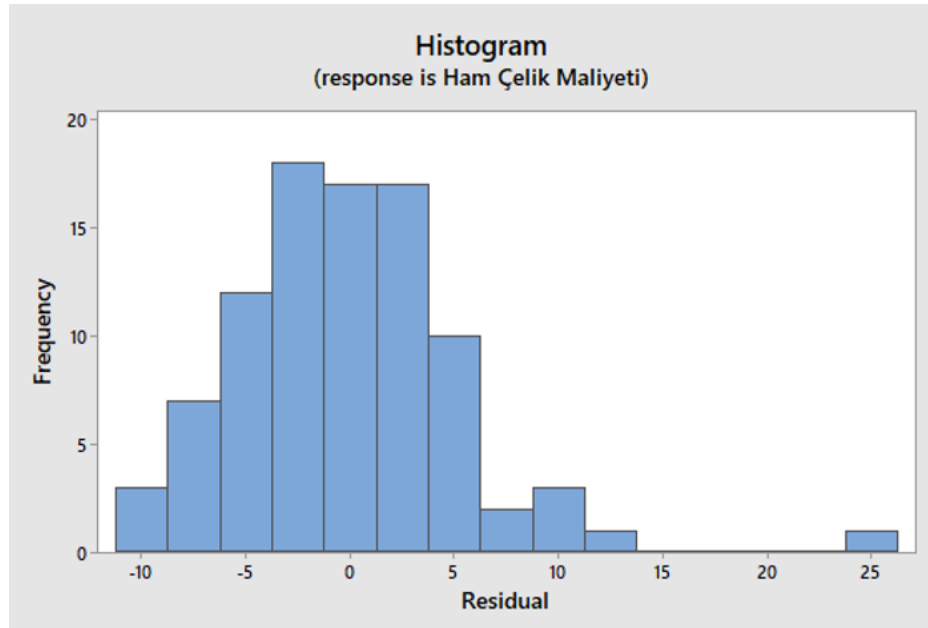
Çizelge 5.12’de bağımsız değişkenlerin sabit katsayı değerleri verilmiştir. Tablodaki önem değeri 0.05’ten küçük olan değişkenlerin regresyon modelinde kullanılması uygun olmakla birlikte, 0.05’ten büyük olanların modelde kullanılmamaları daha uygun olmaktadır. Buna göre Çizelge 5.12’de çoklu doğrusal regresyon modelinde kullanılması uygun ve uygun olmayan bağımsız değişkenler verilmiştir

Çizelge 5.12. Minitab çoklu regresyon analizi katsayılar tablosu.

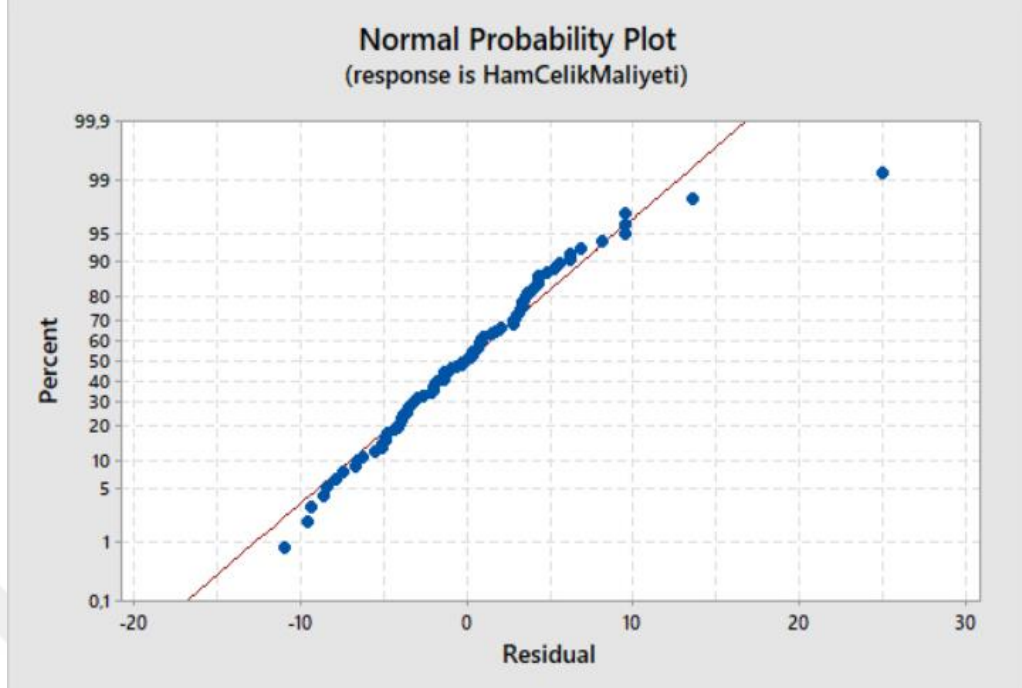
Model	β	Std. Hata	t	P	VIF
Sbt.	6,122	7,869	0,78	0,439	
X ₁	8,639	2,809	3,07	0,003	6,30
X ₂	-0,447	0,858	-0,52	0,603	1,03
X ₃	1,015	0,008	126,08	0,000	2,60
X ₄	-0,0004	0,000	-4,20	0,000	1,63
X ₅	-0,000	0,000	0,95	0,343	5,36
X ₆	0,195	0,062	3,13	0,002	2,38

Çizelge 5.12'deki mutlak değerce en büyük olan t değeri, modelde bağımlı değişkenler üzerinde en fazla etkiye sahip olan bağımsız değişkenleri vermektedir. Bundan dolayı modelde en büyük t değeri olan sıvı çelik maliyeti en büyük etkiye sahip olduğu görülmektedir. Sonuç olarak elde edilen matematiksel model:

Ham Çelik Maliyeti: $6,122+8,639*(X_1)-0,447*(X_2)+1,015*(X_3)-0,0004*(X_4)-0,000*(X_5)+0,195*(X_6)$ olarak elde edilmiştir.



Şekil 5.6. Minitab ham çelik maliyeti histogram grafiği.



Şekil 5.7. Minitab ham çelik maliyeti dağılım grafiği.

5.2. YAPAY SİNİR AĞLARI MODELİ İLE MALİYET TAHMİN MODELİ

5.2.1. IBM SPSS Modeler Sonuçları

IBM SPSS Modeler ile ağ mimarisi, eğitimi ve performansı oluşturulmuştur. Modelde 6 giriş katmanı, 3 gizli katman ve 1 çıktı katmanı bulunmaktadır. İlgili dönemlere ait veri setinde ölçülen girdi ve çıktılar yer almaktadır. Temizlenen veri anlaşılabilir ve hesaplama hatalarının olmaması adına düzenlenmiştir. YSA tekniği IBM SPSS Modeler programı ile araştırılmıştır. Modeler ile kurulan YSA tekniğine ilişkin model hata oranları Çizelge 5.13’de verilmiştir. Yapay Sinir Ağı analizinin ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) modelin performans değerlendirme değerini göstermektedir.

Çizelge 5.13. Yapay sinir ağıları tekniği SPSS Modeler hata oranları.

Minimum Hata	-33,45
Maksimum Hata	81,14
Ortalama Hata	-0,68
Ortalama Mutlak Hata	11,12
Standart Sapma	17,27
Korelasyon	0,991
Veri Sayısı	91

Modeler ile kurulan modelle tahmin edilen maliyetlerin gerçek maliyetten ne kadar saptığı ‘Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)’ değeri 11,12 bulunmuştur. Korelasyon katsayısının 0,991 olarak hesaplanması, değişkenler arasında güçlü ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca model başarısı için hata değerinin küçük olması önemlidir.

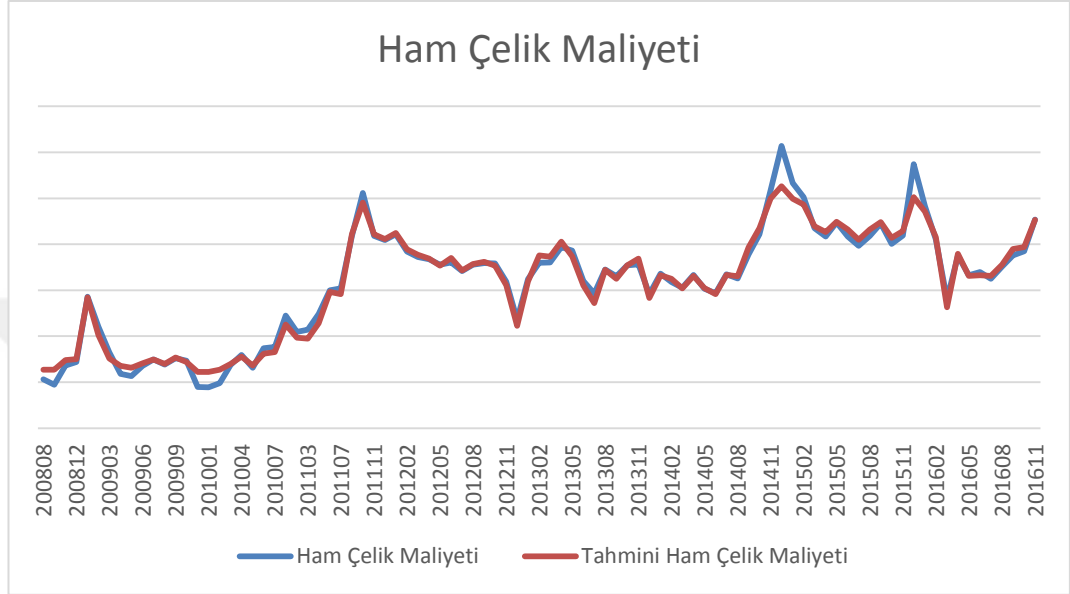
Model sonucunda YSA ile yapılan maliyet tahmininin oldukça tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çizelge 5.14. SPSS Modeler ile yapay sinir ağıları tekniğinde girdilerin önem sırası.

Maliyeti Etkileyen Değişkenlerin Önem Sırası	
Sıvı Çelik Maliyeti	0,789
Ham Çelik Üretim Miktarı	0,087
Kur	0,047
Personel Sayısı	0,041
Ham Çelik Satışlarının Maliyeti	0,009
TÜFE	0,001

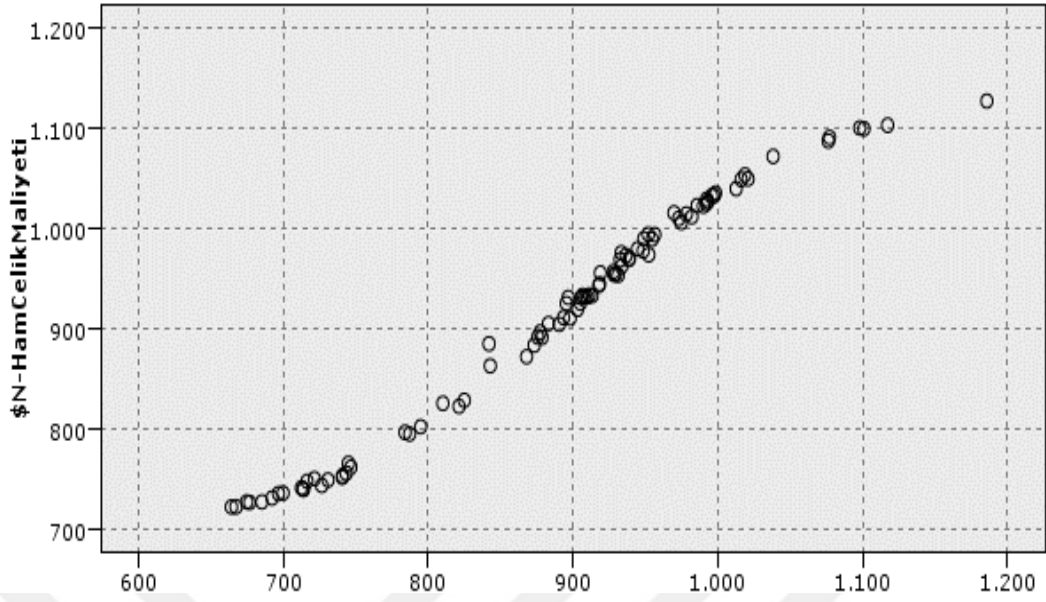
Modele dahil edilen değişkenler ve ham çelik maliyeti arasındaki ilişki, önem dereceleri Çizelge 5.14 ile gösterilmektedir. Modelde kullanılan sıvı çeliğin ham çelik için en önemli girdi olduğu görülmektedir. Sıvı çeliğin öneminin yanında

TÜFE 'nin ham çeliğe etkisi ham çelik üretim miktarına, kura, personel sayısına ve ham çelik satışlarının maliyetine göre daha az olduğu görülmüştür. Modeller ile kurulan modelin başarısı % 97,51 olarak hesaplanmıştır. YSA tekniğinin gerçek ve tahmini değerlerine ilişkin bulunan grafiksel dağılım Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.8. Gerçek maliyet değerleri ile yapay sinir ağı tahmini değerlerinin karşılaştırılması.

Şekil 5.8’de ham çelik maliyet gerçek değerleri ve tahmini değerleri arasında neredeyse hiç fark olmadığı görülmektedir. Yapay sinir ağıyla tahmin edilen ve gerçekleşen maliyet değerlerinin birbirine çok yakın değerler olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Maliyeti etkileyen faktörler göz önünde tutulduğunda, modelin performansının oldukça yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 5.9. Yapay sinir ağı tahmini ham çelik maliyeti ile gerçekleşen ham çelik maliyetinin karşılaştırması.

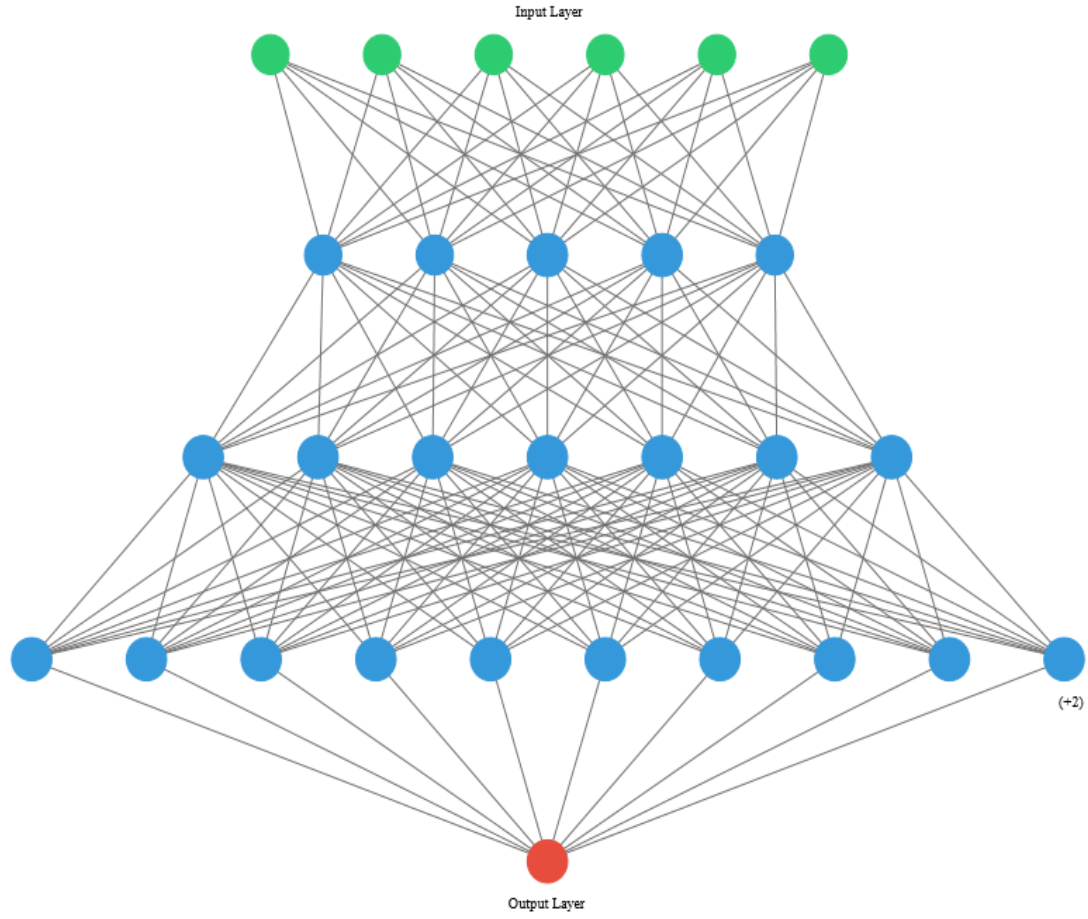
Şekil 5.9'da karşılaştırma sonucunda tahmin değerleriyle gerçekleşen değerler arasındaki fark istenen sınırlar içerisinde bulunduğundan modelin ürettiği tahminlerin tutarlı olduğuna karar verilmiştir. Yapay sinir ağı analizi ile kurulan modelin başarısı da, model hataları, korelasyon ve belirtme katsayısı ile araştırılmıştır. MSE değeri sıfıra yakın olan tahminleyicilerin daha iyi bir performans gösterdiği söylenebilmektedir. Yapay sinir ağı analizinde MSE değeri 295,46 bulunmuştur. RMSE değeri 17,189 hesaplanmıştır. Modelde MAPE değeri 1,228 olarak bulunmuştur.

Elde edilen tüm bu sonuçlara göre, tasarlanan yapay sinir ağı modelinin yapmış olduğu tahminlerin hata oranları uygun sınırlar içerisinde olup, modelin açıklayıcılığının da oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

5.2.2. Python Sonuçları

Çalışmada yapay sinir ağı tekniği ve çoklu regresyon analizi, Python programlama dilinde yazılmış olup, açık kaynak kodlu olan Keras kütüphanesi kullanılmıştır. Girdi faktörlerini; kur, TÜFE, sıvı çelik maliyet, ham çelik üretim miktarı, ham çelik satışlarının maliyeti ve personel sayısı oluşturmaktadır. Çıktı faktörünü ise ham çelik

maliyet değeridir. Çalışmada 91 adet girdi parametresi kullanarak modeller kurulmuştur.



Şekil 5.10. Python model ağ yapısı.

Şekil 5.10’da 6 giriş katmanı, 3 gizli katman ve 1 çıktı katmanından oluşan ağ yapısı görülmektedir.

Python ile kurulan yapay sinir ağları modeli sonucunda bulunan; belirleme katsayısı, ortalama hata kare, korelasyon ve ortalama mutlak yüzde değerleri Çizelge 5.15’te verilmiştir.

Çizelge 5.15. YSA tekniği python hata oranları.

MSE	RMSE	R	R ²	MAPE	Durbin Watson	AIC	BIC
0,0004	0,0002	0,9935	0,9871	0,0326	1,475	-560,6	543,1

Yapay sinir ağı analizinin ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) modelin performans değerlendirme değerini göstermektedir. Yapay sinir ağları ile tahmin edilen maliyetlerin gerçek maliyetten ne kadar saptığı ‘Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error) ölçüsü Çizelge 5.15’te gösterilmiştir.

Korelasyon katsayısı 0,99 olarak hesaplanmıştır, bu değere göre değişkenler arasında güçlü ve pozitif bir ilişki vardır. Ayrıca model başarısı için hata değerinin küçük olması önemlidir. Durbin-Watson değeri 1,475 olduğundan otokorelasyonun olmadığından bahsedilmektedir.

Akaike Bilgi Kriteri (AIC) değişkenlerin oluşturduğu yükselmeye sınırlama getirerek düzenlenmiştir. Model karşılaştırmalarında en düşük AIC değerini veren model tercih edilmektedir. AIC sadece seçili örnek büyüklüğü içinde değil seçili örnek büyüklüğü dışındaki gelecek tahminleri içinde geçerlidir. AIC değeri modelde -560,6 olarak hesaplanmıştır.

Akaike ve Schwarz bayes perspektifinden birbirine yakın tutarlı iki model seçim kriteri tasarlamışlardır. Schwarz Koopman-Darmois türünde seçme modeller için SIC (Schwarz Information Criteria) kriterini geliştirirken buna karşın Akaike doğrusal regresyonda seçilmiş model problemleri için BIC (Bayesian Information Criterion) model seçim kriterini geliştirmiştir. Modelde BIC değeri 543,1 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.16. Python yapay sinir ağı katsayılar tablosu.

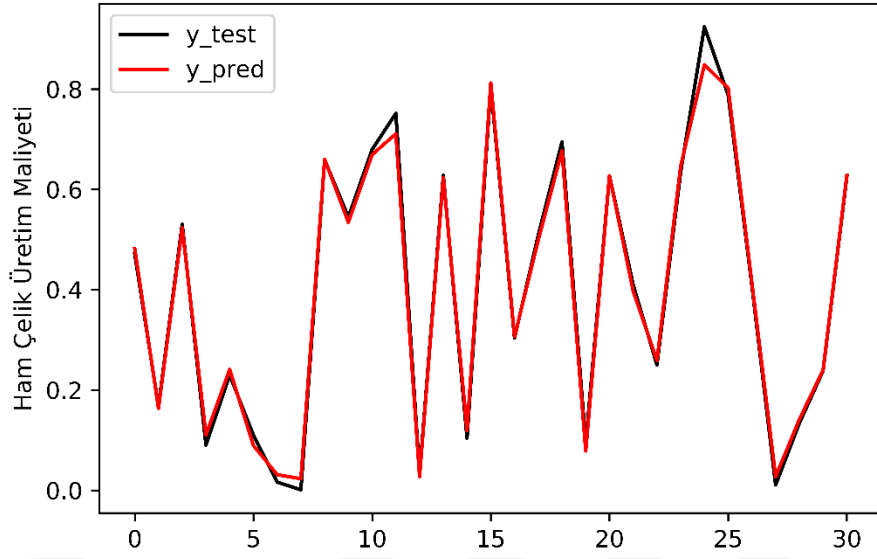
Model		Standardize Edilmemiş Katsayılar		t	P> t	% 95,0 Güven Aralığı	
		β	Std. Hata			Alt Sınır	Üst Sınır
1	Sbt.	0,0097	0,007	1,45	0,150	-0,004	0,023
	X ₁	0,0345	0,011	3,076	0,003	0,012	0,057
	X ₂	-0,0029	0,006	-0,517	0,607	-0,014	0,008
	X ₃	1,0088	0,008	125,99	0,000	0,993	1,025
	X ₄	-0,0414	0,010	-4,20	0,000	-0,061	-0,022
	X ₅	-0,0106	0,011	-0,95	0,343	-0,033	0,011
	X ₆	0,0212	0,007	3,12	0,002	0,008	0,035

YSA tekniğinin gerçek ve tahmini değerlerine ilişkin bulunan grafiksel dağılım Şekil 5.11’de verilmiştir.

Ham Çelik Maliyeti: $0,0097+0,0345*(X_1)-0,0029*(X_2)+1,0088*(X_3)-0,0414*(X_4)-0,0106*(X_5)+0,212*(X_6)$

Çizelge 5.16’da modelin tahmini sonucu elde edilen parametre değerleri ve bu değerlere ilişkin t değerleri gösterilmektedir. “Standardize Edilmemiş Katsayılar” kısmında yer alan β değerlerine göre regresyon modeli denklemi yazılmaktadır.

Çizelgede görülen sabit terim 0,0097 olarak bulunmuştur. Sabit değer anlamı kur, TÜFE, sıvı çelik maliyeti, üretim miktarı, satışların maliyeti ve personel sayısı sıfır bile olsa işletme 0,0097 birimlik maliyete katlanmak zorundadır. X₁ değişkenine ait parametre değeri 0,0345 olarak bulunmuştur. Kurdaki bir birimlik bir artış ham çelik maliyetini 0,0345 birim arttırmaktadır. Buna karşılık TÜFE değişkenindeki bir birimlik bir artış ham çelik maliyetini 0,0029 birim azaltmaktadır. Bağımsız değişkenler arasında en önemlisinin sıvı çelik maliyeti değişkeni olduğu görülmektedir.



Şekil 5.11. Python yapay sinir ağı karşılaştırma.

Şekil 5.11’de ham çelik maliyet gerçek değerleri ve tahmini değerleri arasında neredeyse hiç fark olmadığı görülmektedir.

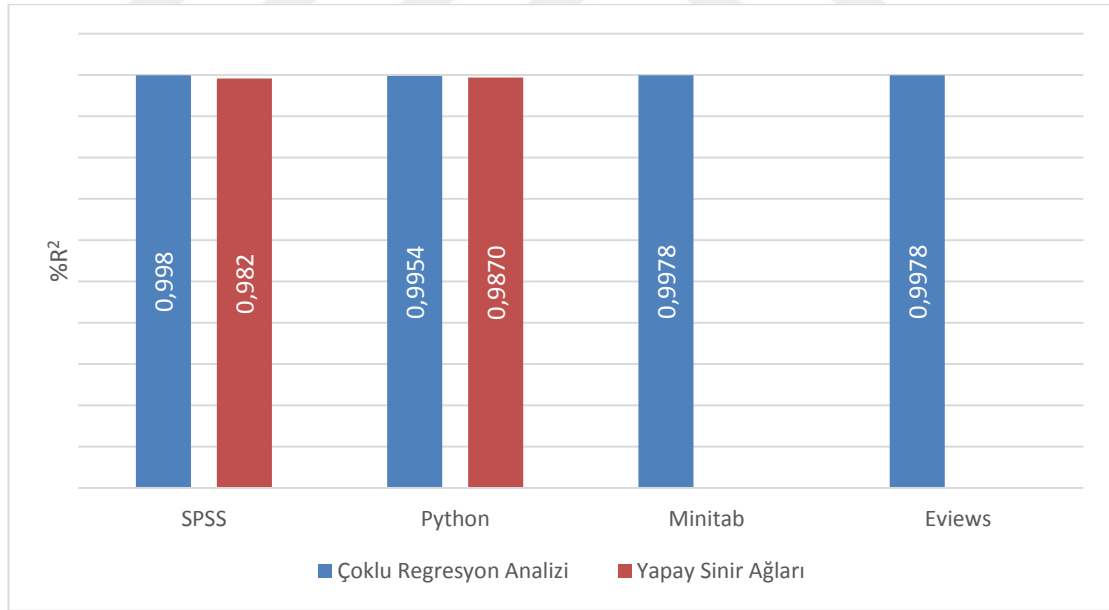
Yapay sinir ağlarının performansı eğitim ve test şeklinde ölçülmüştür: Çalışmada en çok tercih edilen ve bütün katmanlar için en iyi sonucu veren “Hard Sigmoid” aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Hard Sigmoid aktivasyon fonksiyonu, 0 ile 1 arasında değerler taşıyan bir çıktı oluşturmaktadır. EC değerinin en iyi YSA tahmini, 18000 iterasyonda doğrulukla gerçekleştirilmiştir. Model sonucu bulunan MAPE değerleri incelenmiş ve YSA ile yapılan maliyet tahmininin oldukça tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

5.3. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRMASI

Çizelge 5.17. Programların karşılaştırma değerleri.

	Yapay Sinir Ağları R ²	Çoklu Regresyon Analizi R ²
SPSS Modeler	0,982	0,998
Python	0,9870	0,9954
Minitab	-	0,9978
EViews	-	0,9978

Yapay sinir ağları ve çoklu regresyon analizi R² değerlerini gösteren Çizelge 5.17’de yer almaktadır. Çizelge 5.17’de yapay sinir ağlarında ve çoklu regresyon analizinde R² değerleri % 90’nın üzerindedir, tahminler kabul edilebilir sınırları içindedir. Bu değerlere göre SPSS ve Python da Çoklu Regresyon yöntemi yapay sinir ağlarına göre daha başarılıdır.



Şekil 5.12. YSA ve çoklu regresyon modellerinin R² değerleri karşılaştırması.

Şekil 5.12’de SPSS, Python, Minitab ve EViews programlarının çoklu regresyon R² değerleri % 90’nın üzerindedir. En yüksek R² değeri SPSS’de görünmektedir. EViews ve Minitab R² değerleri neredeyse aynıdır.

Çizelge 5.18. Programların karşılaştırma değerleri[AIC].

	Yapay Sinir Ağları		Çoklu Regresyon Analizi	
	AIC	BIC	AIC	BIC
SPSS Modeller	-	-	-	-
Python	-560,6	543,1	-560,6	543,1
Minitab	-	-	-	-
EViews	-	-	6,363	-

AIC, model yapısında varyans ve yanlılık arasındaki karşılıklı denge olarak tanımlanabilir. Akaike bilgi kriteri (AIC) farklı modeller arasından en uygununu seçmek amacıyla kullanılmaktadır. Akaike Bilgi Kriteri (AIC) değişkenlerin oluşturduğu yükselmeye sınırlama getirerek düzenlenmiştir. Model karşılaştırmalarında en düşük AIC değerini veren model tercih edilmektedir. Çizelge 5.18’de programlar karşılaştırıldığında en küçük AIC değeri Python’da sağlanmıştır. Python, EViews’ a göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Diğer modellerde BIC değeri hesaplanmadığı için Python ile karşılaştırma yapılamamıştır.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İşletmelerin varlıklarını sürdürebilmek, karlılıklarını maksimum seviyeye çıkarmak, satış geliri sağlamak gibi pek çok amaçları vardır. Bu amaçlarını gerçekleştirebilmek için kuruluşlar çeşitli faaliyetleri yerine getirirler ve faaliyetlerin neticesinde fedakarlıklara katlanırlar. Fedakarlıkların mali karşılığını, üretilen mamullerin maliyetleri oluşturmaktadır. Üretimi gerçekleştirilen ürünlerin maliyeti ve oluşan giderler, fiyatlandırma ve karar verme politikaları açısından önem taşımaktadır.

Mevcut bilgi ve kaynakları göz önünde bulundurarak belirlenen zamanda tüm iş adımlarının toplam maliyetinin tespit edilmesi için gerçekleştirilen süreç veya fonksiyona maliyet tahmini denilmektedir. Bir ürünün üretilmesi için ilk şart, üretim için gerekli kaynakların temin edilmesidir. Sınırsız kaynakların olduğu ortamda maliyet kavramı önem teşkil etmemektedir. Maliyet kavramının dikkatle ele alınmasının ve kontrolünün gerektiği ortamlar kaynakların sınırlı olduğu alanlardır.

Rekabet ortamında, işletmelerin varlığını sürdürebilmeleri için gelecek dönemler adına karar ve tedbirler almaları gerekmektedir. Alınan tedbir ve kararlar için işletmeler sektördeki durumlarını ölçebilmek adına tahmin çalışmalarına başvurmaktadır. Bu çalışma, çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları kullanılarak maliyet tahmini çalışmalarına katkıda bulunması amacıyla yapılmıştır. Ham Çelik maliyet tahmini için Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi yaklaşımları ile modellerin kurulması ve bu modellerden elde edilen sonuçların karşılaştırılması çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Her yaklaşımın kendisine ait avantaj ve dezavantajları gözlenerek benzer çalışmalarda daha uygun olan modelin seçilmesi için bir çalışma yapılmıştır.

Ham elik maliyeti girdi faktörleri kur, TÜFE, sıvı elik maliyeti, ham elik üretim miktarı, ham elik satışlarının maliyeti ve personel sayısı parametrelerinden etkilemektedir. Çıktı faktörü, ham elik maliyeti değerleridir. Maliyet tahminini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi gerçek verileri yansıtmaktadır. Gerçek değerler ve tahmin değerlerin yakın olduğu çalışmada sunulan grafikler ile görülmektedir. Tahmini maliyet çalışmalarında çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağıları yöntemi maliyet tahmininde kullanılmış ve başarısı ispatlanmıştır. Çoklu regresyon analizinin faaliyet tabanlı maliyet sistemlerine göre daha hassas ve daha hızlı bir tahmin aracı olduğu ispatlanmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlarla benzer çıkmıştır.

Katsayılar tabloları dikkate alınarak model denklemleri kurulmuştur. Sonuç olarak işletmenin 2008-2019 yıllarını kapsayan veriler kullanılarak çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağı tahmin modeli ile maliyet tahminlemesi yapılmıştır. Kurulan model % 95 güven aralığında kurulmuştur. Çok Değişkenli Regresyon Analizi modelinin, sonuçları ve bu modele ait varsayımlar üzerindeki incelemeler yapılarak, modelin geçerliliği kontrol edilmiştir. Modellerin R ve R^2 değerleri; %90'ın üzerinde elde edilmiştir. R ve R^2 değerleri modellerin başarılarının çok yüksek olduğunu göstermektedir. Durbin-Watson değerleri 1,50 'nin altında kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Kurulan modellerde otokorelasyonun olmadığı görülmüştür. Modelde öngörülen ham elik maliyetleri ile gerçek ham elik maliyetleri arasındaki sapma yok denecek kadar azdır. Modele dahil edilen bağımsız değişkenler, ham elik üretim maliyetini % 95'in üzerinde açıklama gücüne sahiptir. Ham elik maliyet bilgisi işletmenin gizli bilgisi olduğu için 91 veri setinin gerçek değerleri ve tahmin sonucu değerleri ek ile paylaşıl原因amıştır.

IBM SPSS Statistica programı ile kurulan modelde enter modu kullanılmış ve modele ait R ve R^2 değerleri sırasıyla 0,999 ve 0,998 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler modele ait bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler tarafından açıklanmasının yüzde değeridir. Durbin Watson değeri 1,47'dir ve otokorelasyon söz konusu değildir. Modelin anlamlılık değeri 0,05'ten küçüktür bu da modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Modelde en önemli bağımsız değişken sıvı elik maliyetidir. MAPE değeri 0,442'dir. Çalışmada sunulan grafiklerle tahmin edilen

değerlerin çok yakın olduğu görülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar model başarısının çok yüksek olduğunu göstermektedir.

Minitab ile kurulan modele ait R ve R^2 değerleri sırasıyla 0,9989 ve 0,9978 olarak hesaplanmıştır. Yani bağımsız değişkenler bağımlı değişkeni % 99 açıklayabilmektedir. Modelin anlamlılık değeri 0,05'ten küçüktür bu da modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Modelde en önemli bağımsız değişken sıvı çelik maliyetidir. Çalışmada sunulan grafiklerle tahmin edilen değerlerin çok yakın olduğu görülmektedir. Modelin başarısı hem sunulan grafiklerle hem de model değerleri ile ispatlanmıştır.

Eviews ile kurulan modele ait R ve R^2 değerleri sırasıyla 0,9989 ve 0,9979 olarak hesaplanmıştır. % 99 bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler tarafından açıklanmasının yüzde ifadesidir. Durbin Watson değeri 1,474'tür ve otokorelasyon söz konusu değildir. Anlamlılık değeri 0,05'ten küçüktür, model anlamlıdır. Modelde en önemli bağımsız değişken sıvı çelik maliyetidir. MAPE değeri 0,4424'tür. Çalışmada sunulan grafiklerle tahmin edilen değerlerin neredeyse aynı olduğu görülmektedir.

Çoklu Regresyon Analizi model kurulurken klasik metotlar kullanıldığı için modelin esnekliği kısıtlı olmaktadır. Modelin kısıtlı sayıdaki verilerle başarılı bir şekilde uygulanabildiği görülmüştür. Sonuç olarak modellerin yüksek güvenilirlik oranı ile kullanılabilir olduğunun yorumu yapılabilmektedir. Bu şekilde kurulacak modeller pekçok tahmin ve sınıflandırma problemlerinde kullanılabilir. Çoklu regresyon analiz modelleri içerisinde en yüksek R değeri SPSS Modeler ile sağlanmıştır bu da bize SPSS Modeler'in en yüksek başarıya sahip olduğunu göstermektedir.

İstatistiksel yöntemler ile yapay sinir ağları yöntemleri birleştirilerek elverişli sonuçlara ulaşılabilecek modeller kurulabilir. SPSS Modeler ve Python programları ile yapay sinir ağlarına ilişkin iki model kurulmuştur. Yapay sinir ağı modellerine dahil edilen bağımsız değişkenler, ham çelik üretim maliyetini % 95'in üzerinde açıklamaktadır. Python programlama dili ile kurulan modelde R^2 değeri 0,998 ve R değeri 0,999 olarak hesaplanmış ve model başarısının çok yüksek olduğu

görülmüştür. MAPE değeri 0,0348 olarak hesaplanmıştır. Durbin Watson değeri 1,475 olarak hesaplanmış, değişkenler arasında otokorelasyonun olmadığı görülmüştür. Modele ait AIC değeri -560,6'dır. Modele ait görsel ile gerçek değerler ile tahmini değerlerin neredeyse aynı olduğu görünmektedir.

IBM SPSS Modeller ile kurulan modelde R^2 değeri 0,982 ve R değeri 0,991 olarak hesaplanmış ve model başarısının yüksek olduğu görülmüştür. Modele ait MAPE değeri 1,228 olarak hesaplanmıştır. Modele ait görsel ile gerçek değerler ile tahmini değerlerin neredeyse aynı olduğu görünmektedir. Tahmin değerleriyle gerçekleşen değerler arasındaki fark istenen sınırlar içerisinde bulunduğundan modelin ürettiği tahminlerin tutarlı olduğuna karar verilmiştir.

Tahmini maliyet çalışmalarında YSA maliyet tahmininde kullanılmış ve başarısı ispatlanmıştır. Faaliyet tabanlı maliyet sistemlerine göre daha hassas ve daha hızlı bir tahmin aracı olduğu ispatlanmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlarla benzer çıkmıştır. Gelecekteki tahmini maliyet çalışmalarında yapay zeka sadece yapay sinir ağları ile değil hibrid sistemler de kullanılabilir olacaktır.

Elde edilen sonuçlar neticesinde, yapay sinir ağlarının gerçek sonuçlara yakın değerler verdiği ortaya çıkmıştır. Yapay sinir ağları, veriler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri öğrenip genelleme yapabilmekte ve bu sayede daha önce hiç karşılaşmadığı sorulara kabul edilebilir bir hatayla cevap bulabilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle yapay sinir ağları, tahmin etmede etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Bulunan tahmin değerleri gelecek çalışmaların yönlendirilmesinde oldukça önemli olacağından, yönetimin farklı tahmin çalışmalarını göz önünde bulundurarak karar vermeleri gerekmektedir. Bu sebeple farklı tahmin modelleri kullanılarak tahmin çalışmaları dikkate alınmalıdır.

Çalışmada da Türkiye Demir Çelik Sektöründe ham çelik üretim maliyeti tahmini için YSA modeli ve çoklu regresyon analizi gerçeğe daha yakın sonuçlar elde

edilerek karar vericilerin dikkatine sunulmaktadır. Çoklu regresyon analizinin, yapay sinir ağıları modeline göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Yapay sinir ağlarında ve çoklu regresyon analizinde R değerleri % 90'nın üzerindedir, tahminler kabul edilebilir sınırlar içindedir. Bu değerlere göre SPSS ve Python da çoklu regresyon yöntemi yapay sinir ağlarına göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. SPSS Modeller, Python, Minitab ve EViews programlarının çoklu regresyon R değerleri yine % 90'nın üzerindedir. En yüksek R değeri SPSS'de görünmektedir. EViews ve Minitab R değerleri neredeyse aynıdır. Tahmin çalışmalarındaki başarılar göz önünde bulundurulursa modellerin kullanışlı oldukları söylenebilir. Kurulan tüm modellerde en önemli bağımsız değişkenin sıvı çelik maliyeti olduğu görülmüştür. Sıvı çeliğin, ham çelik hammadesi olmasıyla modellerin başarısı bir kez daha görülmüştür. Ham çelik üretim miktarı, ham çelik maliyetini etkileyen önemli değişkenlerden diğeridir. Üretim miktarına paralel ham çelik maliyetlerinde düşüş gözlemlenecektir. İşletmenin sahip olduğu işletme maliyeti yine üretim miktarına göre daralma gösterecektir. Üretim miktarı ne kadar yüksek olursa maliyet düşüş eğiliminde olacaktır. Diğer bağımsız değişkenler incelendiğinde; üretimi gerçekleştirecek olan personel sayısı yetersiz olduğunda üretim hattı vardiya düşürecektir bu da üretim miktarının düşmesine ve maliyetlerin artmasına neden olacaktır. Kura bağlı olarak sıvı çelik hammadesi olan cevher fiyatlarında artma/azalma olması ham çelik maliyetlerine etki edecektir. Tüm bu parametreler ham çelik maliyeti modelini oluşturmaktadır. Modele etkisi düşük değişken olan değişkenler ise TÜFE ve ham çelik satışlarının maliyetidir, satışların maliyeti üretim aşamasından sonra gerçekleştiği için aslında maliyete etkisi yok denecek kadar azdır. Yöntemlerin her zaman en iyi sonuçları sunduklarını söylemek mümkün değildir. Modelin başarısının, kullanıcının tecrübesiyle ve seçilen parametrelerin başarısıyla orantılı olduğu söylenebilir. Geleceğe yönelik yapılabilecek çalışmalar için; farklı veri setleri ve zaman dilimleri kullanılarak yeni tahminler gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte optimum tahmin modelinin uzman sisteme dönüştürülüp işletmelerin, maliyet çalışmalarının geleceğe yönelik durumlarının tahminini gerçekleştirmek de mümkün olacaktır. Elde edilen tahmin değerleri gelecek çalışmaların, yatırımlar ve politikaların belirlenmesi yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Özmaden, M. Ş., "Çok katlı yapılarda bina tanımlayıcı özellikleri kullanılarak monte carlo simülasyon yöntemi ile maliyet tahmini", *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2010).
2. İnternet: "Muhasebe Uygulama", <http://www.muhasabeuygulama.com/maliyet-gider-harcama-nedir.html>, (2019).
3. İnternet:"Muhasebe Türk", <https://www.muhasabeturk.org/nedir/hasilat-nedir-ne-demek>, (2019).
4. İnternet:İktisatSözlüğü, <https://www.iktisatsozlugu.com/nedir-2533-HASILAT#.XFcY5KozZPY> (2014).
5. Çalışkan, A., Uygulamalı Maliyet Muhasebesi, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, (2005).
6. Karakaya, M., Maliyet Muhasebesi, Ankara: Gazi Kitapevi, (2007).
7. İnternet:KerimBanar,"kerimbanar",<http://www.kerimbanar.com/wp-content/uploads/2018/02/MAL%C4%B0YETLER%C4%B0N-SINIFLANDIRILMASI-VE-SMMM-TABLOSU.pdf>.
8. İnternet:Aktif Online, "Aktif Akademi Eğitim Merkezi", <https://aktifonline.net/maliyetmuhasebesiidersinotlari.pdf>.
9. Altuğ,O., Maliyet Muhasebesi, Türkmen Kitabevi, (2018).
10. Acun,Ö. "Gri Temelli Maliyet Tahminin Mobilya Üretim Sektöründe Uygulanması", Burdur, (2018).
11. Biçer,C., "Demir Çelik Sektörünün Kentleşmeye ve Çevreye Etkisi: Karabük Ve Sheffield Örneği", *Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Karabük, (2013).
12. Akman, E., "Dünya’Da Ve Türkiye’De Demir Çelik Sektörü Ve Türk Demir Çelik Sektörünün Rekabet Gücü," *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü* , Zonguldak, (2007).
13. Ç. İ. Birliği, "Turkish Steel Çelik İhracatçıları Birliği, 2018 Çalışma Raporu," Çelik İhracatçıları Birliği, İstanbul, (2019).

14. Vurşan, H., "Beton çelik çubuklarında mukavemet özelliklerinin yapay sinir ağları ve çoklu regresyon yöntemleri ile tahmini," **Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Karabük, (2017).
15. Kalyoncu, H., Zaman Mekan ve Anılarla Karabük, Karabük: Kardemir A.Ş, (2016).
16. Eğri, S., "Regresyon Analizi Üzerine Bir Çalışma," **Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sivas, (2016).
17. Yüksel, A., G., "Hava Kirliliği Tahmininde Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Yönteminin Karşılaştırılması," **Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Sivas, (2007).
18. Durmuş, B., "Konut Fiyatlarını Etkileyen Parametrelerin Çoklu Regresyon Analizi Yöntemiyle İrdelenmesi ve Kentsel Dönüşüme Katkıları," **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2016).
19. Okutkan, C., "Borsa İstanbul şirketlerinin hisse senedi getirilerinin yapay sinir ağları ve çoklu regresyon yöntemleri kullanarak analizi," **Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kocaeli, (2014).
20. Alan, E., "Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı İle Curuflarda Fosfor Kapasitelerinin İncelenmesi," **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2013).
21. Elmas, Ç., Yapay Zeka Uygulamaları, Ankara: Seçkin Yayıncılık, (2016).
22. İnternet: İbrahim Çayıroğlu, "ibrahimcayiroglu," Karabük Üniversitesi, <http://www.ibrahimcayiroglu.com/dokumanlar/ilerialgoritmaanalizi/ilerialgoritmaanalizi-5.hafta-yapaysiniraglari.pdf>.
23. Aksu, Y., "İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağlarının İncelenmesi," **Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Van, (2019).
24. Keskinç, F., "Yapay Sinir Ağları İle Döküm Parçaların Sertliğine Etki Eden Parametrelerinin Analizi Ve Bir Uygulama," **Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2010).
25. Çuhadar, M., "Türkiye'ye Yönelik Dış Turizm Talebinin MLP,RBF Ve TDM Yapay Sinir Ağı Mimarileri İle Modellenmesi Ve Tahmini: Karşılaştırmalı Bir Analiz," **Journal of Yasar University**, cilt 8, no. 31, pp. 5274-5295, (2013).
26. Es, H. A., "Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Net Enerji Talep Tahmini," **Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2013).
27. İnternet:"Derin Öğrenme|Deep Learning," <http://www.derinogrenme.com/2017/03/04/yapay-sinir-aglari/>.

28. Kalaycı,R., “SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri”,Dinamik Akademi,(2016).
29. Bucak, S., “Otomotiv sektöründe yapay sinir ağı kullanarak maliyet tahmini,” **Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, (2007).
30. Ayyıldız, M., “Yazılım projeleri ölçüm sonuçları veritabanının oluşturulması ve yeni yazılım projelerinin maliyet tahmininde kullanımı,” **Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2007).
31. Gürsoy, A., “Yapay sinir ağları yaklaşımıyla lastik kalıbı maliyetlerinin tahmin edilmesi,” **Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü** , Kocaeli, (2012).
32. Gökalp, E., “Bir konfeksiyon fabrikası için maliyet tahmini ve üretim planlamaya aktiviteleri için bir karar destek sistemi,” **Orta Doğu Teknik Üniversitesi**, Ankara, (2010).
33. Ökmen, Ö., “İnşaat projelerimin belirsizlik altında faaliyet şebeke çizelgelemesi ve erken maliyet tahmini: risk analizine dayalı bir modelleme yaklaşımı,” **Gaziantep Üniversitesi**, (2008).
34. Yükseltan, E., “Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin zaman serileri ile analizi,” **Kadir Has Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2016).
35. Gülçiçek, Ü., “Yapı parametrelerinin değişimi ile yaklaşık kaba inşaat maliyet tahmini,” **Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2011).
36. Kurt, B., “Tahmin yöntemleri ile uçak verilerinin işlenmesi,” **Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri**, (2018).
37. Keçe, F., Ömürbek, V., ve Acar, D., “Gri temelli maliyet tahmini,” **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi** , cilt 21, no. 2, pp. 453-461, (2016).
38. Karataş, E., “Yapay sinir ağları ile yazılım projesi maliyet tahmini,” **İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2011).
39. Tosunoğlu, F. M., İspirli, N., Grübüz, F. ve Şengül, S., “Fırat Havzası’ndaki eksik akım verilerinin debi süreklilik çizgileri ve regresyon modelleri ile tahmin edilmesi,” **Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, cilt 7, no. 4, pp. 85-94, (2017).
40. Beşkaya, A. ve Manan, Ö. “Ekonomik özgürlükler ve demokrasi ile ekonomik performans arasındaki ilişkinin zaman serileri ile analizi: Türkiye örneği,” **ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, cilt 5, no. 10, pp. 47-76, (2009).
41. Karaca, O., “Türkiye’de enflasyon-büyüme ilişkisi: zaman serisi analizi,” **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, cilt 4, no. 2, pp. 247-255, (2003).

42. Yüksek, A. G., “Hava Kirliliği Tahmininde Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Yönteminin Karşılaştırılması,” **Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü** , Sivas, (2007).
43. Ayşegül, A., “Türkiye’deki Resmi Dairelerde Talep Tarafı Yönetimi ve Yapay Zeka Uygulamaları,” **Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2017).
44. Sarı, M., “Yapay Sinir Ağları ve Bir Otomotiv Firmasında Satış Talep Tahmini Uygulaması,” **Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2016).
45. Metin, H. H., “Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Türkiye’de Elektrik Enerjisi Tüketimi Tahminlemesi,” **İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2018).
46. Akdeniz, E., “Yapay Sinir Ağları İle İşletmelerin Mali Başarısızlıklarının Öngörülmesine İlişkin Bir Çalışma,” **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2018).
47. Özen, S. B., “Kaski Atık Su Arıtma Verilerinin Yapay Sinir Ağları Ve Bulanık Mantık Yöntemleri İle Tahmin Edilmesi,” **Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2018).
48. İnternet:"Erdemir", <https://www.erdemir.com.tr/kurumsal/celigin-hikayesi/>(2019).

ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Karabük'te doğdu. İlköğretimi, Yenişehir Atatürk Okulunda, ortaöğretimi Demir Çelik Anadolu Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimine 2017 yılında Karabük Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde başlayıp 2017 yılında 3,29 ortalama ile tamamladı. 2017 yılında özel bir İşletmenin Bütçe Maliyet ve Raporlama Müdürlüğünde çalışmaya başladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Şirinevler Mah. Şahinbey Cad.

KARABÜK

Tel : (542) 306 1663

E-posta : gizem.kapansahin@hotmail.com