

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**MAKİNA İMALAT SANAYİNDE TALEP TAHMİNİ:
ELEKTROMEKANİK SANAYİNDE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EGE ADALI

BALIKESİR, 2020

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**MAKİNA İMALAT SANAYİNDE TALEP TAHMİNİ:
ELEKTROMEKANİK SANAYİNDE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EGE ADALI

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZLEM KUVAT

BALIKESİR, 2020

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün İşletme Anabilim Dalı'nda 201712507003 numaralı Ege ADALI'nın hazırladığı "MAKİNE İMALAT SANAYİNDE TALEP TAHMİNİ: ELEKTROMEKANİK SANAYİNDE BİR UYGULAMA" konulu DOKTORA/YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 24.08.2020 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ/~~OY ÇOKLUĞU~~ ile karar verilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Şakir SAKARYA

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Melih ÖZÇALIK

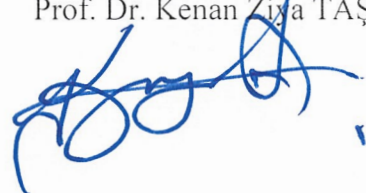
İmza: 

Üye (Danışman): Dr. Öğr. Üyesi Özlem KUVAT

İmza: 

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

09.09./2020
Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Kenan Ziya TAŞ



ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

24/08/2020

İmza

Ege ADALI

ÖNSÖZ

Rekabetçilik kavramı çok farklı bir boyuta ulaşmıştır. Bunu kavrayabilmek için detaylı araştırmalar yapmamıza gerek yok. Taleplerimizden emin olmak şöyle bir yana dursun, ne kadar hızlı değiştiklerini bile fark edemiyoruz. Şu bilinen bir gerçek ki her birimiz, 21. yüzyılın talepkâr müşterileriyiz. İşin şöyle ilginç bir tarafı da var: Pazar öyle bir hal almış durumdaki... Her yer, isteklerimizi bizden daha fazla önemseyen küresel şirketlerle çevrelenmiş bir halde. Sektör ve hedef müşteri her ne olursa olsun, ürün ve hizmet sağlayıcılar, müşterilerinin taleplerinin zamanını ve şiddetini tahmin edebilmek hatta onlarda yeni bir ihtiyaç hissi yaratıp kendilerine yeni arz alanları oluşturmak böylelikle de kârlılıklarını arttırabilmek için birbirleriyle kıyasıya bir mücadele içerisindedir. Bu yüzden, talep tahmini her zaman dönemin en önemli konularından biri olmuştur.

Bu süre zarfı içerisinde, akademik; bilgi, beceri ve tecrübelerini benim ile paylaşmaktan kaçınmayan, yol gösterici, değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Sn. Özlem KUVAT'a müteşekkirim. Ben, mesleki kariyer ile eş zamanlı planlandığı takdirde büyük bir emek ve ilgi gerektiren bu öğretici ve yorucu akademik süreci başarılı bir şekilde yürütmeye çalışır iken onarıcı ve canlandırıcı desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen, çok kıymetli ve biricik eşim Pelin Su ADALI başta olmak üzere saygıdeğer aile büyüklerimizin her birine desteklerinden dolayı şükranlarımı sunar, kendilerine derin bir gönül borcu duyduğumu belirtmek isterim.

BALIKESİR, 2020

EGE ADALI

ÖZET

MAKİNA İMALAT SANAYİNDE TALEP TAHMİNİ: ELEKTROMEKANİK SANAYİNDE BİR UYGULAMA

ADALI, Ege

Yüksek Lisans, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Özlem KUVAT

2020, 79 Sayfa

İşletmeler mevcut finansal durumlarını korumak ve geliştirmek için etkili bir planlama çerçevesinde hareket edip uygun çözümler üretmelidir. Rekabetin kıyasıya ve küresel boyutta seyrettiği pazarlarda işletmelerin ayakta kalma ihtimalleri yaptıkları öngörülerin doğruluğuyla paraleldir; bu nedenle talep tahmini işletmeler için önem arz etmektedir. Tahmin çalışmalarının amacı, işletmelerin ileriki dönemlerde karşılaşılabilecekleri durumları farklı veri ve yöntemler kullanıp öngörmek ve erken tedbir almaya çalışmaktır. Talep tahmininde belirli bir ürün ya da ürün grubunun belirli bir zaman aralığındaki talep seviyesi belirlenmeye çalışılır. Talep tahmini yapmak için kullanılan çeşitli teknikler bulunmaktadır. Bu çalışmada, talep tahmininde kullanılan bu teknikler ayrıntılı bir şekilde açıklanmış olup, ayrıca elektromekanik sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmenin geçmiş talep miktarları analiz edilerek tahminleme çalışması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tahminleme, Box-Jenkins Yöntemleri, Transformatör Üretimi

ABSTRACT

DEMAND FORECAST IN MACHINERY MANUFACTURING INDUSTRY: AN APPLICATION IN ELECTROMECHANICAL INDUSTRY

ADALI, Ege

Master Thesis, Department of Business Administration

Advisor: Asts. Prof. Özlem KUVAT

2020, 79 pages

Businesses should act within an effective planning framework and produce appropriate solutions to maintain and improve their current financial situation. In the markets where competition is fiercely and globally, the possibility of businesses to survive is only in line with the accuracy of their forecasts; therefore, demand forecasting is vital for businesses. The purpose of the forecasting studies is to try to anticipate the situations that the companies may encounter in the future periods by using different data and methods and to take precautions early for them. It is to determine the demand level of a certain product or product groups in the demand forecast and in a certain period of time. There are various techniques used to make demand forecasts. In this study, these techniques used in demand forecasting are explained in detail. In addition, the past values of an enterprise operating in the electromechanical industry were analyzed and a prediction study was made for the next period.

Keywords: Forecasting, Box-Jenkins Methods, Transformer Production,

Kıymetli Eşime ve Aileme...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Tanımı	2
1.2. Çalışmanın Amacı	2
1.3. Çalışmanın Önemi.....	2
1.4. Çalışmanın Varsayımları	3
1.5. Çalışmanın Sınırlılıkları	3
2. İLGİLİ ALANYAZIN	4
2.1. Elektrikli Makine ve Cihazlar Sektörü	4
2.1.1. Sektörün Tanımı ve Kapsamı.....	4
2.1.2. Sektörün Dünya ve Türkiye’deki Durumu.....	5
2.1.3. Transformatörler	9
2.1.3.1. Yağlı Tip Dağıtım ve Güç Transformatörlerinin İmalatı.....	14
2.1.3.1.1. Nüve İmalatı.....	14
2.1.3.1.2. Bobin İmalatı.....	18
2.1.3.1.3. Mekanik Ana Yarı Mamul İmalatı.....	19
2.1.3.1.4. Bobin Montajı	22
2.1.3.1.5. Aktif Kısım Montajı.....	23
2.2. Talep Tahmini.....	26
2.2.1. Talep, Tahmin ve Talep Tahmini Kavramları.....	26
2.2.2. Mikroekonomi Bakış Açısıyla Talep Tahmini.....	27
2.2.3. Makroekonomik Pencereden Talep Tahmini	27
2.2.4. Talep Tahmininin Aşamaları.....	28

2.2.4.1. Amacın Tanımlanması.....	28
2.2.4.2. Dönem Sayısının Belirlenmesi	29
2.2.4.3. Talebe Etki Eden Etmenlerin Belirlenmesi	29
2.2.4.4. Verilerin Elde Edilmesi	29
2.2.4.5. Yöntemin Seçilmesi ve Talep Tahmininin Yapılması.....	29
2.2.4.6. Sonuçların Geçerliliği.....	30
2.2.5. Talep Tahmininde Kullanılan Mevcut Yöntemler	30
2.2.5.1. Kalitatif Yöntemler	30
2.2.5.1.1. Delphi Yöntemi.....	30
2.2.5.1.2. Satış Ekibinin Tahminleri	31
2.2.5.1.3. Yönetici Görüşleri.....	31
2.2.5.1.4. Pazar Araştırması	32
2.2.5.2. Kantitatif Yöntemler	32
2.2.5.2.1. Zaman Serileri Analizleri.....	33
2.2.5.2.1.1. Son Dönem Talebi Yöntemi	36
2.2.5.2.1.2. Ortalama Yöntemleri	36
2.2.5.2.1.2.1. Aritmetik Ortalama	36
2.2.5.2.1.2.2. Basit Hareketli Ortalama.....	36
2.2.5.2.1.2.3. Ağırlıklı Hareketli Ortalama	37
2.2.5.2.1.3. Üstel Düzeltme Yöntemleri	37
2.2.5.2.1.3.1. Basit Üstel Düzeltim Yöntemi	38
2.2.5.2.1.3.2. Holt'un Doğrusal Yöntemi.....	39
2.2.5.2.1.3.3. Holt-Winters Yöntemi.....	39
2.2.5.2.2. Aralarında Nedensellik İlişkisi Bulunan Yöntemler	41
2.2.5.2.2.1. Regresyon Analizi	41
2.2.5.2.2.2. Korelasyon Analizi	43
2.2.5.2.2.3. Box Jenkins Yöntemleri	44
2.2.5.2.2.3.1. Otoregresif (AR) Modeli.....	45
2.2.5.2.2.3.2. Hareketli Ortalama (MA) Modeli	46
2.2.5.2.2.3.3. Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) Modeli.....	46
2.2.5.2.2.3.4. ARIMA Modeli.....	47
2.2.6. Talep Tahmini ile İlgili Çalışmalar	48

3. YÖNTEM-BULGU VE YORUMLAR	52
3.1. Araştırmanın Modeli.....	52
3.2. Verilerin Toplanma Süreci.....	52
3.3. Verilerin Analizi.....	52
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKÇA.....	64

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1 Dünya İhracatında Önde Gelen Ülkeler.....	07
Çizelge 2 Dünya İthalatında Önde Gelen Ülkeler.....	08
Çizelge 3 Serinin Tanımlayıcı İstatistik Verileri.....	56
Çizelge 4 Birim Kök Durağanlık Testleri.....	57
Çizelge 5 Model Tahminlerinin Sonuçları.....	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1 Hermetik Tip Bir Dağıtım Transformatorü.....	13
Şekil 2 Genleşme Depolu Bir Dağıtım Transformatorü.....	13
Şekil 3 Bir Güç Transformatorü.....	13
Şekil 4 Özel Tip Bir Deniz Altı Transformatorü.....	13
Şekil 5 Kuru Tip Bir Transformator.....	14
Şekil 6 İşlem Görmemiş Silisli Sac Ruloları.....	15
Şekil 7 Silisli Saclar için Kesme-Dilme Tezgâhları.....	15
Şekil 8 Kesme-Dilme Tezgahındaki Silisli Saclar.....	15
Şekil 9 Kesilip Dilinen Silisli Sac Demetleri.....	16
Şekil 10 Nüve Dizim Operasyonu.....	16
Şekil 11 Bir Adet Dizilmiş Faz Bacağı.....	17
Şekil 12 Üst Boyunduruk Sacı Dizilmiş Bir Nüve.....	17
Şekil 13 Çelik Parça Montajları Tamamlanmış Bir Nüve.....	18
Şekil 14 Galvanizli Bir Çelik Parça.....	18
Şekil 15 Rulo İstif Raflarına Yerleştirilmiş Silisli Saclar.....	19
Şekil 16 Emaye İzoleli Yuvarlak Bakır Tel ile YG Bobini Sarımı.....	20
Şekil 17 Yassı İzoleli Tel ile YG Bobini Sarımı.....	20
Şekil 18 Bir Adet Kapak.....	21
Şekil 19 İmalatı Tamamlanmış Bir Dalga Duvar.....	22
Şekil 20 Dalga Duvarlı Bir Transformator Kazanı.....	22
Şekil 21 Düz Duvarlı Bir Transformator Kazanı.....	23
Şekil 22 Boyahanedeki Bir Transformator Kazanı.....	25
Şekil 23 Bobin Montajındaki Bir Transformator.....	25
Şekil 24 Üst Boyunduruk Sacının Çelik Parçalar ile Sabitlenmesi.....	26
Şekil 25 Aktif Kısım Bağlantılarının Yapılması.....	26
Şekil 26 Aktif Kısımlar.....	26
Şekil 27 Fırınlanan Aktif Kısımlar.....	27
Şekil 28 Fırından Çıkan Bir Aktif Kısımın Kazana İndirilmesi.....	27
Şekil 29 Transformator Vakum-Yağ Dolum Fırını.....	28

Şekil 30 Güç Transformatörleri Satışları Zaman Yolu Grafiği.....	56
Şekil 31 Güç Transformatörleri Satışlarının Tanımlayıcı İstatistik Verileri.....	57
Şekil 32 Alternatif AIC Değerleri.....	58
Şekil 33 Artık Değerler Analizi.....	59
Şekil 34 AR/MA Polinomları için Ters Kök Denetimi.....	60
Şekil 35 Performans Kriterleri.....	61
Şekil 36 Karşılaştırma Grafiği.....	62

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACF	: Otokorelasyon Fonksiyonu (Auto Correlation Function)
ADF	: Genişletilmiş Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller)
AG	: Alçak Gerilim
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criteria)
AR	: Otoregresif (Auto Regressive)
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama (Auto Regressive Moving Average)
AVM	: Alışveriş Merkezi
BM	: Birleşmiş Milletler
DC	: Doğru Akım (Direct Current)
DIN	: Alman Standartlar Enstitüsü (Deutsches Institut für Normung)
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı
FAT	: Fabrika Kabul Testleri (Factory Acceptance Tests)
GTB	: Gümrük ve Ticaret Bakanlığı
IEC	: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (The International Electrotechnical Commission)
İGEME	: İhracatı Geliştirme ve Etüt Merkezi
KPSS	: Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin
kV	: Kilo Volt
MA	: Hareketli Ortalama (Moving Average)
MAE	: Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error)

MVA	: Mega Volt Amper
ONAN	: Doğal Yağ ve Hava Soğutmalı (Oil Natural Air Natural)
ONAF	: Doğal Yağ ve Zorlamalı Hava Soğutmalı (Oil Natural Air Forced)
PACF	: Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (Partial Auto Correlation Function)
PLC	: Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (Programmable Controller)
PREPREG	: Önceden Reçine Emdirilmiş Karbon, Cam ya da Aramid Elyaf
PTS	: Güç Transformatörleri Satış Serisi (Power Transformer Sales)
PP	: Philips Perron
RAL	: Renk Kartelası (Reichs-Ausschuß für Lieferbedingungen)
RMSE	: Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error)
SMA	: Mevsimsel Hareketli Ortalama (Seasonal Moving Average)
TS	: Türk Standardı
V	: Volt
YG	: Yüksek Gerilim

1. GİRİŞ

Planlama, amaçlara ulaşabilmek için gerekli olan faaliyetlerin (ne); neden, nasıl, ne zaman, nerede ve kim tarafından yapılacağı konularının iş yapılmadan önce belirlenmesi ve bu kararlar doğrultusunda sürece yön verilmesidir. Daha geniş bir kapsamda planlama, eldeki verilerin, gelecek dönemdeki gelişmelerin de göz önünde bulundurularak amaca yönelik olarak ne şekilde kullanılabileceğini gösteren bir süreçtir. Bu tanımlardan yola çıkarak planlama bir süreç iken plan ise bir sonuç belirtmektedir. Ayrıca, süreç olarak planlama; düşünme, değerlendirme ve araştırma işlerinin kapsamlı bir şekilde bir arada yürütülmesidir.

Planlama, yönetim fonksiyonlarının temeli ve en önemlisidir. Planlama dışındaki yönetim fonksiyonlarının başarısı da ancak planlama sürecinin sorunsuzca tasarlanıp planın sağlıklı bir şekilde tatbik edilmesiyle mümkündür. Etkili bir planlama; alınması gereken herhangi bir tedbir var ise bu tedbirlerin zamanında alınmasına olanak sağlaması, belirsizlikleri azaltması, farklı senaryolar için farklı karar seçenekleri oluşturması, kriz ortamını daha yönetilebilir kılması, değişim ve yeniliklerin genel akıştaki olumsuz etkilerini hafifletmesi, uyum sürecini hızlandırması, israfları azaltıp kontrol altına alması, takım çalışmasına yönlendirmesi, tüm süreçler için uygulanabilir olması vb. birçok konunun ele alınması bakımından işletmelerin olmazsa olmazlarından biridir.

Her ne kadar sektör dinamiklerine göre değişim gösterse de işletmeler, gelişim gösterebilmek ve hedefleri doğrultusunda ilerleyebilmek için birçok değişkeni göz önünde bulundurarak planlama yapmak durumundadır. Şirketler, sadece pazardaki rekabetçilik düzeylerini arttırmak nedeniyle üretim (imalat ya da hizmet) amaçları doğrultusunda planlama yapmakla kalmayıp bununla birlikte temsil yeteneklerini daha üst bir seviyeye taşımak, kurumsal bakış açılarını daha etkili bir biçimde ifade etmek ve sosyal sorumluluk konusundaki bilinçlerini, görevlerini ve özverilerini paydaşlarıyla, tedarik zinciri halkalarıyla, stratejik çözüm ortaklarıyla ve kamuoyuyla en sağlıklı bir biçimde paylaşabilmek için kısa-orta ve uzun soluklu planlamalara

ihtiyaç duyarlar. Böylelikle, gerçek ve tüzel kişilikler, neyi, nasıl yapması gerektiği konusunda bilgi sahibi olurlar. Ayrıca gün sonunda planlama, hedeflerin ne denli gerçekleştirildiğinin tespit edilmesine yarayan bir denetim-kıyaslama mekanizması oluşturulmasına olanak sağlamış olur.

1.1. Problem Tanımı

Planlama sürecinin en temel ve önemli konularından birisi ise talep tahminidir. Talep tahmini, işletmelerin imalat ya da hizmet alanındaki çıktıları için oluşan talebin sonraki dönemler için tahmin edilmeye çalışılması prensibine dayanmaktadır. Özellikle, imalat sektöründe kendisine oldukça geniş bir yer edinmiştir. Küresel pazardaki talep; teknolojik, ekonomik, sosyal, vb. birçok bağımsız değişkenin etkisi altında oldukça hızlı değişim gösteren bir yapıda olduğundan işletmelerin bu değişim hızına ayak uydurmaları öncelikle ticari bir zorunluluktur; bu nedenle işletmeler, talep tahmini çalışmaları yapıp bunları etkili bir biçimde uygulamak durumundadır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı; elektromekanik sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmenin güç transformatörleri olarak tanımlanan ürün grubuna ait 132 aylık satış miktarlarından oluşan bir veri setinden yararlanarak serinin karakteristiğini analiz etmek, analiz sonucuna istinaden söz konusu seriyle en uyumlu şekilde çalışacağı düşünülen kantitatif tahmin yöntemini seçmek, bu yöntemi kullanarak güç transformatörleri için optimal talep miktarını tahmin etmeye çalışmak ve çalışmanın performansını ölçmektir.

1.3. Çalışmanın Önemi

Transformatörler, elektrik enerjisinin gerilim ve akım değerini ihtiyaca uygun şekilde değiştirebilen makinelerdir. Ayrıca transformatörler, Elektrikli Makine ve Cihazlar sektöründe önemli bir yere sahiptir. Transformatörler artık hemen hemen elektronik cihazların hepsinin içinde bulunmakla birlikte günlük yaşantımızı kolaylaştıran bu cihazlar için büyük ölçüde bir öneme sahiptir.

Talep tahmini; geleceğin taşımakta olduğu belirsizlik ve riskleri görüş odağına alarak sorun yaratabilecek durumları belirgin kılmak, buna dayanarak da önlemleri zamanında ve gerektiği biçimde almak konusunda işletmelere yarar sağlamaktadır; fakat önlemlerin, sorunların çözümünde yeterli olmayacağıın anlaşılması durumunda ise belirlenen düzeltici faaliyetlerle olumsuz etkinin henüz planlama aşamasında iken en aza indirgenmesi amaçlanır.

Talep tahmininde; malzeme-envanter yönetimi, üretim yoğunluğu, iş gücü, makine kapasitesi, yatırım ihtiyaçları gibi üretime etki eden değişkenler; birim maliyetleri yükseltmeyecek, imalat akışını aksatmayacak, müşteri memnuniyetsizliğine sebep olmayacak en uygun bir şekilde ayarlanmalıdır. Bu önemlidir çünkü imalatın eksik kalması durumunda birim başına düşen sabit maliyet artar; bu nedenle de birim maliyet yükselir. Tam tersi bir durumda ise yani imalat fazlası söz konusu olduğunda ise depolama problemleri ortaya çıkar; bu nedenle de stok tutma maliyeti artar; bu yüzden üretim planları, talep tahminleri göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Bu çalışmada, Box Jenkins yöntemi kullanılarak tahminleme çalışması yürütülmüştür.

1.4. Çalışmanın Varsayımları

Bu çalışma için alan yazınından elde edilen teorik bilgiler tutarlılık bakımından karşılaştırıldığında ortaya güvenilir ve geçerli sonuçlar çıkar.

1.5. Çalışmanın Sınırlılıkları

Çalışmanın kapsamı sadece alan yazınından ulaşılabilen teorik bilgilerle sınırlı olmayıp transformatör imalatı hakkında uygulayıcı firma tarafından sağlanan pratik bilgilerle oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan veri, 2009-2019 yılları arasında satılan güç transformatörlerinin satış miktarlarından (aylık) oluşup uygulayıcı firma tarafından sağlanmıştır.

2. İLGİLİ ALANYAZIN

Bu çalışma kapsamında yapılan alanyazın taraması iki temel bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde çalışmanın temelini oluşturan ürüne dair alanyazında genelden özele doğru detaylı bir tarama yapılmış olup bununla birlikte çalışma konusunu oluşturan ürünün üretim süreçleri hakkında söz konusu sektör içerisinde yer alan uygulayıcı firma tarafından sağlanan pratik ve detaylı bilgiler paylaşılmıştır. İkinci bölümde ise çalışmanın ana konusu olan talep tahmini ile ilgili alanyazın taramasına yer verilmiştir.

2.1. Elektrikli Makine ve Cihazlar Sektörü

Elektrik ve elektronik sektörü; ofis makineleri, dizüstü-masaüstü bilgisayarlar, *elektrikli makineler ve cihazlar*, televizyon alıcısı, iletişim aletleri, askeri amaçlar için kullanılan elektronik cihazlar, çevrimler, bobin sargıları, transformatörler, yankılanım elemanları, elektronik konvertisörler, baskılı çevrimler vb.leri gibi kapsamca olabildiğince geniş bir ürün spektrumuna sahiptir. Adından söz edilen elektrik ve elektronik sektörünün ürünleri sahip olduğu ticaret hacmi payı ile global ekonominin önemli sektörlerinden sayılmaktadır.

2.1.1. Sektörün Tanımı ve Kapsamı

Bulu, Eraslan ve Kaya (2004), elektronik sanayisinin küresel pazarda yaklaşık iki trilyon dolar değerinde ticaret hacmine ulaştığını belirtirken, bu sektörün dinamiklerini anlayıp gelişim sürecine katkıda bulunmak için atılan adımların, ülke ekonomisinin rekabet gücünü arttırmak için önemli olduğunu ileri sürmüştür.

Elektrik ve elektronik sektörü kapsamında 3 alt sektör bulunmaktadır. Bunlar şunlardır:

- Elektronik
- Beyaz eşya ve küçük ev aletleri
- Elektrikli makine ve cihazlar

Elektrikli makine ve cihazlar sektörü, elektrik enerjisi ile birim zamanda görülen işin yani elektriksel gücün; üretim, iletim, dağıtım ve kullanım aşamalarında görev üstlenen ve elektrik gücü, alanı veya mıknatıssal alan tesirlerinden herhangi birisiyle çalışan makine ve cihazları kapsamaktadır.

Birleşmiş Milletlerin (BM) uluslararası standart sanayi sınıflandırma bölümlendirmesine göre elektrikli makine ve cihazlar sektörünün temel ürünleri aşağıda belirtilen şekildedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012):

- Transformatörler
- Elektrikli motorlar ve üreteçler
- İzole iletken teller ve kablolar
- Piller, bataryalar ve aküler
- Elektrik dağıtım ve denetleme aletleri
- Elektrik ışıktaçları ve aydınlatma aletleri
- Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli teçhizatları

2.1.2. Sektörün Dünya ve Türkiye'deki Durumu

Elektrikli makineler ve cihazlar sektöründeki ihracat başarısı ile anılan ülkeler sırasıyla Çin Halk Cumhuriyeti, Hong Kong, Singapur, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Almanya, Tayvan, Güney Kore şeklinde sıralanabilirken ithalat liderleri de ihracat başarısıyla bilinenlerin yanı sıra Fransa, İngiltere, Hollanda gibi bazı Avrupa ülkeleridir (DPT, 2001).

Türkiye'de, planlı kalkınma döneminin temellerinin atılmasının ardından makine imalatı büyük ölçüde önem kazanmıştır. T.C. Devleti, kalkınma planlamalarıyla ana destekçi rolünü üstlenip üretici firmalara çeşitli teşvikler

sağlamıştır. Böylelikle sektörde deneyim ve sermaye birikiminin oluşması için elverişli bir ortam hazırlanmıştır (DPT, 2001).

Avrupa'nın batısında yer alan ülkeler de söz konusu sektörün önemini farkına varmaya başlamışlardır. Hali hazırda Kuzey Amerika ve Uzak Doğu ülkeleri ile aralarında sıkı bir rekabet vardır. Özellikle İspanya ve Finlandiya bu alanda dikkat çekici çalışmalara imza atmıştır. Buradaki başarının dayanak noktasıysa araştırma ve geliştirme (AR-GE) çalışmalarına yapılan yatırımlarla açıklanmaktadır. Kalkınma atılımlarını, kaynak yaratma ve bütçeleme çalışmaları yaparak planlayan ülkelerin gelişmişlik düzeylerinde kısa süre içerisinde ciddi bir ilerleme kaydettikleri gözlemlenmektedir. Örneğin: Malezya ve Güney Kore gibi ülkeler, toplumsal ve kuramsal yapıda büyük bir dönüşüme yol açacak büyümenin bu sektöre yapılacak yatırımlar ile gerçekleşebileceği düşüncesini benimsemektedir (DPT, 2007).

Türkiye'de, elektrikli makinelerin ve cihazların üretimleri, küçük işletmelerde, dağınık biçimde ve tek bir ürün üzerinden başlamıştır. Planlı kalkınmaya geçişten sonra makine ve teçhizat imalatının önem kazanması, sektörün proje ve mühendislik çalışmalarında sahip olduğu bilgi, sermaye ve teknolojik gelişim süreçleri üzerinde de olumlu yansımalara sebep olmuştur (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012).

Türkiye'de, elektrikli makine ve cihazlar sektörünün faaliyet alanında yaklaşık 5.000 üretici firma bulunurken bu kapsamda yaklaşık 55.000 personel istihdam edilmektedir. Sektörün en yüksek satış hacmine sahip ürünleri olan iletken tellerin ve transformatörlerin üretimleri ve dağıtımları yaklaşık 500 firma tarafından yapılmaktadır. Sektördeki toplam çalışan sayısının %20'si sadece bu kapsamda istihdam edilmektedir. Elektrikli makine ve cihazlar sektörü, hem elektrik ve elektronik sektörünün alt sektörü olması hem de günümüzde müşteri taleplerinin karşılanma hızlarındaki ciddi artışın beklenildik bir sonucu olarak ortaya çıkan piyasa rekabetinin en üst düzeyde seyretmesi nedeniyle küresel düzeyde gelişim gösteren ve değer kazanan bir sektör olma özelliğini taşımaktadır. Bununla birlikte, özendirici teşvik politikalarının benimsenmesi ve sektöre yapılan derinlemesine yatırımların sonucunda tasarım ve imalat alanlarında teknolojik yeterlilik bakımından ciddi bir yol kat edilmiştir.

İhracatı Geliştirme Merkezi (İGEME) tarafından 2008 yılında yayınlanmış olan Elektrikli Makine ve Cihazlar Sektör Raporu'nda yer alan verilere istinaden

küresel düzeydeki elektrikli makineler ve cihazlar sektöründeki ihracat geliri yaklaşık 650 milyar dolardır. Çin Halk Cumhuriyeti, yaklaşık 115 milyar dolar ihracat değeriyle birinci sırada yer alır iken Almanya ikinci, ABD üçüncü ve Japonya dördüncü sırada yer almaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012).

Bir başka çalışmada yer alan veriler ışığında elektrikli makine ve cihazlar sektöründe 2011 ve 2015 yılları arasındaki ihracat ve ithalat değeri en yüksek 10 ülke çizelge 1 ve çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 1. Dünya İhracatında Önde Gelen Ülkeler ve İhracat Değerleri (Milyon ABD \$)

Ülkeler	2011	2012	2013	2014
Çin	212.187	233.403	285.011	270.156
Hong Kong	116.227	118.831	128.837	142.185
Singapur	100.261	98.365	105.579	107.100
ABD	98.768	100.560	102.581	106.192
Almanya	104.845	96.394	100.177	103.587
Tayvan	81.701	81.803	86.249	96.981
G. Kore	71.481	76.745	86.636	89.063
Japonya	96.942	93.378	81.950	79.696
Malezya	45.270	44.552	46.543	50.555
Meksika	27.813	30.568	32.601	36.175
Türkiye	5.975	6.267	6.991	6.954
Diğer	118.684	137.109	107.970	125.662
Toplam	1.080.154	1.117.975	1.171.125	1.214.306

Kaynak:https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Elektrikli_Makine_ve_Kablolar.pdf (Erişim tarihi: 01.06.2020)

Yukarıdaki değerlere baktığımız zaman Çin Halk Cumhuriyeti’nin, elektrikli makineler ve cihazlar sektöründe ihracat lideri olduğunu söyleyebiliriz. Söz konusu ülke, 2014’te yaklaşık 270 milyar dolar ihracat geliri elde etmiş; pazar payının neredeyse dörtte birini münferiden gerçekleştirmiştir; bu nedenle Çin Halk Cumhuriyeti’nin sektörün en etkili aktörü olduğunu söylemek yanlış olmaz. 2014 verileri incelendiğinde Çin Halk Cumhuriyeti; Hong Kong, Singapur, ABD ve

Almanya tarafından sırasıyla 142, 107, 106 ve 103 milyar dolar ihracat değeriyle takip edilmektedir.

Çizelge 2. Dünya İthalatında Önde Gelen Ülkeler ve İthalat Değerleri (Milyon ABD \$)

Ülkeler	2011	2012	2013	2014
ABD	2.205.556	2.274.461	2.265.911	2.346.040
Çin	1.743.394	1.818.199	1.949.992	1.958.021
Almanya	1.260.297	1.161.213	1.187.314	1.214.955
Japonya	855.380	885.843	833.166	812.184
İngiltere	717.606	689.137	657.222	694.344
Fransa	700.851	663.268	671.253	659.872
Hong Kong	510.854	553.486	621.416	600.613
G. Kore	524.405	519.575	515.572	525.556
Hollanda	492.837	501.134	506.162	508.032
İtalya	558.831	489.104	479.336	474.082
Türkiye	240.838	236.544	251.661	242.223
Diğer	186.297	219.896	185.715	215.684
Toplam	9.997.146	10.011.860	10.124.720	10.251.066

Kaynak:https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Elektrikli_Makine_ve_Kablolar.pdf (Erişim tarihi: 01.06.2020)

İkinci çizelgede, tetkiki yapılan periyot dahilinde ABD'nin ithalat lideri olduğu görülmektedir. 2014 yılında ABD'nin yaptığı ithalatın değeri yaklaşık 2,5 trilyon dolardır. Bu tutarın küresel bir pencereden muhakeme edilmesi gerekir ise ABD, elektrikli makineler ve cihazlar sektöründeki toplam ithalat değerinin yaklaşık dörtte birini münferiden gerçekleştirmiştir. 2014'teki ithalat değerleri baz alındığında ABD; Çin, Almanya, Japonya, İngiltere, Fransa ve Hong Kong tarafından sırası ile 2, 1,5 trilyon; 812, 694, 659 ve 600 milyar dolar değerleriyle takip edilmektedir. 2014'te Türkiye, 242 milyar dolar ithalat değeriyle sektör toplamının %0, 02'lik dilimini karşılamıştır.

Elektrikli makine ve cihazlar sektöründe, satış hacmi en yüksek temel ürünlerin başında transformatörler gelmektedir. Bu konu, aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.1.3. Transformatörler

Günümüzde, birçok farklı yöntem ile elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Elektrik enerjisi sadece üretim yapılan saha ve çevresinde kullanılmamaktadır. Üretilen elektrik enerjisi, yerleşim bölgelerine, sanayi ve iş merkezlerine iletilmektedir. Elektrik enerjisinin iletilmesi ve dağıtılması için gerekli elemanların başında transformatörler gelmektedir.

Transformatörler; elektromanyetik endüksiyon yolu ile elektrik enerjisini, aynı frekansta farklı gerilim ve akım değerleriyle bir veya birkaç devreye dönüştüren, mobilize bileşeni olmayan, duruk makinelerdir. Özetle transformatörler, elektrik enerjisinin gerilim ve akım değerini ihtiyaca uygun şekilde değiştirebilen makinelerdir.

Elektrik santrallerinde, 400-35.000 V arasında üretilen alternatif gerilim, transformatörler sayesinde daha yüksek gerilim değerlerine yükseltilerek enerji iletim hatlarıyla dağıtım merkezlerine taşınmaktadır. Bu merkezlere ulaşan yüksek gerilim (YG) yine transformatörler sayesinde elverişli bir kullanım değerine düşürülmektedir.

Türkiye’de, farklı tiplerdeki birçok transformatör için elektrik ve mekanik tasarım çalışmaları yapılmaktadır. Transformatörlerin tasarım, imalat ve dağıtım süreçleri yaklaşık dokuz orta ve büyük ölçekli işletme tarafından yürütülmektedir. Üretici/dağıtıcı niteliğindeki bu işletmelerin ortalama kapasiteleri yıllık olarak 27.000 Mega Volt Amper (MVA) civarındadır. Mega sermayeli firmalar, elektrikli makine ve cihazlar sektörüne ciddi düzeyde maddi ve teknolojik yatırımlar yapmaktadırlar. Yatırımların yanı sıra, birçok ülkede üniversiteler ile yapılan teşrikimesailer, elektrikli makine ve cihazlar sektörünün küresel rekabet içerisinde sağladığı hızlı adaptasyonun önemli sebeplerinden biridir.

Türkiye’de, bu sektörde uzun zamandır kalite standartları uygulanmaktadır. Transformatörlerin teknik kalitesi Avrupa Birliği (AB) ülkeleriyle eş değer kabul edilmektedir. Son yıllara bakıldığında daha önceden ithal edilen elektrikli makine ve cihazların çoğunun üretim süreçleri artık Türkiye’de de yapılabilmektedir (Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü Otomotiv, Makine, Elektrik ve Elektronik Ürünler Daire Başkanlığı, 2016).

Transformatör tipleri aşağıdaki gibi dört başlık altında sınıflandırılabilir:

1. **Dağıtım tipi transformatörler** (Yağlı, 0,02-12,5 MVA)
 - Hermetik tip dağıtım transformatörleri
 - Genleşme depolu dağıtım transformatörleri
 - Doğrultucu transformatörler
 - Topraklama transformatörleri
2. **Güç tipi transformatörler** (Yağlı, 12,501-1000 MVA)
 - Güç transformatörleri
 - Oto transformatörler
 - Jeneratör transformatörleri
 - Demiryolu transformatörleri
 - Mobil transformatörler
3. **Kuru tip transformatörler** (Yağsız, 0,25-50 MVA)
 - Kuru tip dağıtım transformatörleri (0,25-12,5 MVA)
 - Kuru tip güç transformatörleri (12,501-50 MVA)
4. **Özel transformatörler**
 - Fırın transformatörleri-reaktörleri
 - Şönt reaktörleri
 - Ark ocağı transformatörleri
 - Elektrostatik filtre transformatörleri
 - Topraklama transformatörleri
 - Akım doğrultucu transformatörler
 - Faz kaydırıcı transformatörler

Transformatörler elektrik ve mekanik tasarımları açısından oldukça benzer strüktürlere sahiptirler, ancak imal edilmesi planlanan her bir transformatör için ayrı bir tasarım çalışması yapılması gereklidir çünkü transformatörler (en azından sanayi tipi transformatörler), elektrik ve mekanik tasarımlarda belirtilen esaslara uygun imal edilmelidir.

Dağıtım transformatörleri; şehir dağıtım şebekelerinde, binalarda ve güç transformatörlerinin kullanıldığı sanayi merkezlerine nazaran daha küçük ölçekli tesislerde enerji gereksinmelerini karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Yağlı tipteki dağıtım transformatörlerinin soğutması bunlar için özel olarak üretilen yağlarla

sağlanmaktadır. Dağıtım transformatörleri, hermetik ve genişleme depolu olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

Hermetik tip dağıtım transformatörlerinin yağ dolumu vakum altında yapılmaktadır. Bu transformatörler, müşteri tarafından talep edilen çalışma sıcaklığındaki yağ-atmosfer basıncı dengesinin sağlanması ve yağın atmosferle temas etmemesi prensibine dayandırılarak üretilmektedir. Yapısındaki termik değişimler dolayısıyla değişim içerisindeki yağ basıncı sayesinde transformatörün iç ısı, kazan dalga duvarlarının doğal bir şekilde genişmesi ve büzülmesi ile kontrol altına alınmaktadır.

Hermetik tip yağlı dağıtım transformatörlerinin yükseklikleri, genişleme depolu dağıtım transformatörlerinkine nazaran daha düşüktür; bu nedenle bunlar küçük sahalarda daha rahat bir şekilde kullanılabilir. Hermetik tip dağıtım transformatörlerindeki yağ atmosferle temas etmediğinden söz konusu yağın, genişleme depolardaki gibi belirli dönemlerde analiz edilip değiştirilmesi gerekmez.

Genişleme depolu dağıtım transformatörleri, yapısı itibarı ile hermetik tip dağıtım transformatörleriyle oldukça benzerdir. Bunlardaki depoların mekanik tasarımları ve imalatları, sıcaklıkla hacmi artan yağın genişmesini depolayabilecek şekilde yapılır. Genişleme depolu yağlı tip dağıtım transformatörlerinde kullanılan yağın atmosfer ile direkt temas etmesi nedeniyle yağın yapısında termik değişimler meydana gelir; bu nedenle yağ basıncı sürekli bir değişim içerisinde. Genişleme deposunun içindeki silika jellerle (hava kurutucu bir madde) nemin emilerek hava temasının sorunsuz bir şekilde sağlanması amaçlanır. Genişleme depolu transformatörlerdeki ısı farklılıkları sebebiyle silika jeller zamanla niteliklerini yitirip, yağın rutubetlenerek yapısının bozulmasına sebep olur; bu nedenle belirli dönemlerde bu silika jellerinin yenilenmesi, yağdan örnek alınarak delinme geriliminin hesaplanması, vb. bakımların yapılması gerekir.

Kuru tip transformatörler, soğutma yöntemi bakımından yağlı tip transformatörlerden farklıdır. Bu transformatörlerin YG bobinleri, basıncı düşürülmüş bir ortamda dökme reçine ile döküm işleminin uygulanması sonucu elde edilmektedirler. Alçak gerilim (AG) bobinleri ise hem dökme reçine ile döküm yapılarak hem de reçine emdirilmiş (PREPREG) sistemi kullanılarak imal edilebilmektedir.

0,2-50 MVA anma gücü aralığındaki 36 kV'ye kadar voltaj değerine sahip olabilen kuru transformatörler, doğal hava soğutmalı (ONAN) veya zorlamalı soğutmalı (ONAF) olarak imal edilebilmektedir. Soğutma fanının kullanılması sayesinde kuru tip transformatörlerin güçlerinde %40'lık artış sağlanabilmektedir. İleri uygulamayı bilimi ve deneyim gerektiren kuru tip transformatörlerin üretimleri, zaman içerisinde artan ve farklılaşan müşteri talepleriyle orantılı olarak satış hacmini arttırmıştır. 36 kV'den daha yüksek gerilim değerine sahip kuru tip transformatörlerin imalatları oldukça zordur. Söz konusu durum için yapılan AR-GE çalışmaları devam etmektedir. Kuru tip transformatörlerde soğutma sıvısı olarak yağ kullanılmadığından yanma riskleri ve bakım ihtiyaçları yoktur. Neme karşı dirençlidirler. Uzun bir süre kullanımlar bile istenilen anda sorunsuz bir şekilde devreye alınabilirler. Bu özellikleri nedeniyle kuru tip transformatörlerin, insan popülasyonunun daha yoğun olduğu; havaalanı-limanı, stadyum, hastane, ihtiyaç merkezleri ve alışveriş merkezleri (AVM) gibi yerlerde kullanılması tercih edilmektedir. Herhangi kuru tip bir transformatör aynı anma gücüne haiz yağlı tip bir transformatöre kıyasla daha yüksek bir satış fiyatına sahiptir. Satış fiyatı da müşterilerin satın alma eğilimlerini etkileyen faktörlerin belki de en başında gelmektedir.

Güç transformatörleri, yapıları bakımından dağıtım transformatörleri ile oldukça benzerdir. Adından da anlaşılacağı üzere bu tipteki transformatörler, yüksek güç sınıfında yer alırlar. Bunlar genellikle elektrik iletim ve dağıtım ağlarında kullanılmaktadır. İletim ve dağıtım ağları, elektrik enerjisinin üretim ve tüketim süreçlerinin aralıksız ve emniyetli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ayrıca, elektrik gereksinmelerini karşılamak amacı ile üretim tesislerinde ve endüstri merkezlerinde de güç transformatörlerinin yaygın kullanımlarına rastlanabilmektedir.

Özel transformatörler, özel amaçlara yönelik ve kendine has çalışma koşullarında, aşırı akım ve potansiyel farklar ile reaktif yükler altında işletilmek üzere tasarlanıp imal edilen transformatörlerdir. Özel çalışma koşullarından ötürü özel tip transformatörlerin dizaynları da çok kapsamlı bir çalışma gerektirmektedir. Bu tip transformatörler, üretimleri için gereken biliş, tecrübe, işçilik kalitesi bakımından transformatör sanayisinin zirvesi olarak nitelendirilmektedir. Çok çeşitli amaçlar için kullanılan bu tip transformatörlerin tasarım ve imalat süreçlerinin yönetilebilir ve

sürdürülebilir olması için Türkiye’de yetkin mühendis kadroları oluşturulmuş ve birçok AR-GE merkezi kurulmuştur.



Şekil 1. Hermetik Tip Bir Dağıtım Transformatörü



Şekil 2. Genleşme Depolu Bir Dağıtım Transformatörü



Şekil 3. Bir Güç Transformatörü



Şekil 4. Özel Tip Bir Deniz Altı Transformatörü



Şekil 5. Kuru Tip Bir Transformatör

2.1.3.1. Yağlı Tip Dağıtım ve G Transformatörlerinin İmalatı

Kullanım amaçları ve gleri fark etmeksizin transformatör imalatındaki temel mantık, yarı mamul ürünlerin bir araya getirilerek nihai ürünün elde edilmesine dayanmaktadır. Söz konusu ana yarı mamullerden aşağıda detaylı Şekilde bahsedilmiŐtir:

1. Nüve (ekirdek)
2. AG-YG bobinleri
3. Mekanik ana yarı mamuller (Kapak, kazan vb.leri)
4. Bobin montajı
5. Aktif kısım

2.1.3.1.1. Nüve İmalatı

Transformatör nüvesini oluşturan saclar, soğuk haddeleme işlemine tabi tutularak yüksek kalitedeki silisli saclardan imal edilmektedir. Bu sacların, nüve imalatında kullanılmak üzere tercih edilmesinin en büyük sebebi ise saclardaki silisyumun transformatördeki manyetik kayıp oranını minimuma indirmesi; bu nedenle de sistemi verimlilik konusunda en st seviyede tutmasıdır. Ayrıca, demire eklenen silis, demir elementinin manyetik spesiyalitesinde zaman içerisinde ortaya çıkabilecek farklılıkları hafifleterek demirin kararlılık bakımından daha stabil bir duruma eriŐmesini sağlamaktadır. .30, .27 veya .23 mm kalınlığında ve M5/M4 sınıfındaki silisli sac ruloları CNC kontrollü makine tezgahları kullanılarak, belli baŐlı iŐlemlerden geçirilip iŐlenmektedirler.



Şekil 6. İŞlem Görmemiş Silisli Sac Ruloları



Şekil 7. Silisli Saclar için Kesme-Dilme Tezgahları

Nüve imalatında izlenen operasyonlar sırası ile şu şekildedir:

- Sac Kesimi
- Sac Dilme
- Sac Dizimi

İşlem görmemiş silisli sac ruloları içerisinde proje için ihtiyaç olan miktar, transformatörün güç-gerilim değerleri, vb. birçok elektriksel-mekanik ve beşerî (müşteri talebi) etmenin değerlendirilmesiyle hazırlanan tasarım çalışmalarında belirtilen ölçü ve boyutlarda kesilip dilimlenir. Silisli saclar, kesim ve dilme operasyonlarının akabinde dizim operasyonuna alınmadan önce üst üste koyularak bağlanır.



Şekil 8. Kesme-Dilme Tezgahındaki Silisli Saclar



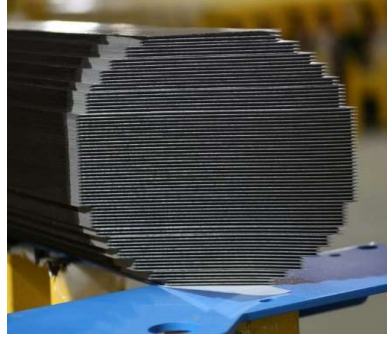
Şekil 9. Kesilip Dilinen Silisli Sac Demetleri

Silisli saclar, belirtilen koşulları içeren süreçler bakımından sorunsuz ve eksiksiz bir şekilde kesilip dilindikten sonra imalat resminde yer alan talimatlara uyacak şekilde dizilir. Bu, çekirdek montajı olarak da anılmaktadır.



Şekil 10. Nüve Dizim Operasyonu

Üst kısımdaki görselden de kavranabileceği üzere bir transformatör nüvesi üç adet dik kesite sahiptir. Daha sonra bobinleri taşıyan bu bölümler, *faz bacakları* olarak bilinir.



Şekil 11. Bir Adet Dizilmiş Faz Bacağı

Bir transformatörde genellikle toplam üç adet faz bacağı bulunur; fakat tek veya iki fazlı transformatörler de imal edilebilmektedir. Nüve bacaklarına alttan ve üstten sabitlenen silisli sac bölümlerine ise *boyunduruk* denilmektedir. Faz bacaklarının dizimi tamamlandıktan sonra *alt boyunduruk* sacları dizilir. Ardından, nüvenin, darbe ve sarsıntılara karşı balans kabiliyetini muhafaza etmesi ve boyunduruklarla faz bacaklarının bağlantılarında kayma yaşanmaması için alt boyunduruk saclarına çelik parçalar monte edilir. Çelik parçalar, *demir takozlar* olarak da bilinir. Üst boyunduruk saclarına çelik parça montajı ise bobin montajında yapılmaktadır.



Şekil 12. Alt Boyunduruk Sacı Dizilmiş Bir Nüve



Şekil 13. Çelik Parça Montajları Tamamlanmış Bir Nüve

Çelik parçalar demirden üretilir. Çelik parçaların korozyona karşı dayanıklı olması talep edilirse sıcak daldırmayla galvaniz kaplama yapılır. Metal parçalarda pas ve korozyon oluşumunu engellemek amacıyla metal parçaların galvaniz banyosunda erimiş çinkoyle kaplanması *galvanizleme* olarak adlandırılır. Galvanizleme, kapalı yahut açık ortam koşullarında verimli ve sorunsuz bir şekilde çalışmalarını hedeflenen transformatörlerin mekanik aksamlarındaki metal yüzeylerin ömür sürelerinin arttırılması bakımından önemli bir işlem olarak nitelendirilir.



Şekil 14. Galvanizli Çelik Parçalar

Nüve imalatı kapsamında kullanılması planlanan sacların kullanım miktarında tasarım departmanları kararlarınca değişiklik yapılması ya da sacların kullanılmasının planlandığı transformatörün siparişinin müşteri tarafından ya da mücbir sebepler ile iptal edilmesi durumunda saclar fazlalık haline gelecek ve tüketilemeyecektir; bu nedenle fazlalık olan sac ruloları, rulo istif raflarına yerleştirilerek ihtiyaç dahilinde benzer projelerde tekrar kullanılmak üzere (dizayn birimlerinin onayına istinaden) stoklanır. Sonuç olarak, tüm bu işlemler sonucunda silisli sacların manyetik bir devre haline gelmesi amaçlanmaktadır.



Şekil 15. Rulo İstif Raflarına Yerleştirilmiş Silisli Saclar

2.1.3.1.2. Bobin İmalatı

İçinden elektrik akımı geçebilen, izole edilmiş iletken tel ile bu telin sarılı bulunduğu silindirlere *bobin* denilmektedir. Bobinlerin imalatına genellikle nüve imalatıyla eş zamanlı olarak başlanır. Transformatörlerde çoğunlukla üçer adet AG-YG bobini bulunur, fakat bu durum, müşteri taleplerine istinaden farklılaşabilir. Örneğin: Tek ya da çift fazlı transformatörlerde bobin sayıları değişmektedir.

Müşterinin talep ettiği güç ve gerilim değerleri, üretici firmanın elektrik tasarım mühendislerince detaylıca incelenip kontrol edilir. Elektriksel değerler belirlendikten sonra bobin konstrüktivistleri tarafından bobinler için imalat resimleri hazırlanır. Ardından her bir bobin, imalat resimlerindeki talimat ve esaslara (iletken tipi-miktarı, sarım metodolojisi, bobin sarım yönü, kat-spir sayısı, kat izolasyonu cinsi, ara kat noktaları, çap genişlikleri vb.leri) uygun bir şekilde sarılır.

Müşteri talepleri ve tasarım kararları doğrultusunda belirlenen iletken tel tiplerinin listesi bir hayli geniştir; fakat alüminyum veya bakır iletkenler tellerde yuvarlak veya yassı tip tellerin kullanımı oldukça yaygındır. Ayrıyeten, hızla ilerleyen uygulamın bilim neticesinde yaklaşık 5 MVA anma gücüne kadar olan yağlı tip dağıtım trafolarının AG bobinleri, alüminyum ya da bakır folyo biçimindeki iletken tellerle sarılabilmektedir.

Bobinlerin sarımları esnasında iletkenlerin tambur etrafında tamamladıkları 360 derecelik her bir tur spir olarak adlandırılır. Bobinlerin sarım işlemleri esnasında her bir transformatör için tasarlanan bobin ve iletken tipine göre değişmekle birlikte belirli bir spir sayısından sonra kat araları oluşturulur. Kat aralarında kat izolasyonu olarak adlandırılan mylar, nomex vb. izolasyon malzemeleri kullanılmaktadır. Kullanılan izolasyon malzemeleri, suya ve voltaja karşı dayanıma sahiptir. Bobinlerin sarım işlemleri, otomasyonu sağlanmış makineler ve bu makinelerin kontrolünden sorumlu sarım personeli tarafından yapılmaktadır.



Şekil 16. Emay İzoleli Yuvarlak Bakır Tel ile YG Bobini Sarımı

moleküllerinin devimsel enerjisi artar. Devimsel enerjisi yükselen moleküller, enerjisi daha düşük olan moleküller ile yer değiştirip transformatör kazanının çeper kısmına doğru yönelmeye başlarlar. Transformatör kazanındaki dalga duvarlar ise temas yüzeyini arttırdıkları için ısınan yağ moleküllerinin atmosfer ile ısı alışverişine girerek soğumasını sağlarlar; bu nedenle dalga duvarlar soğutma elemanı olarak anılmaktadır. Bu soğutucu panellerin imalatı için gerekli teknik bilgiler, PLC kontrollü kaynak robotuna aktarılır. Peteklerin kavuşma yerlerine yapılan dikiş kaynakları, kaynak robotu ile bütünleşmiş görevdaş gaz altı kaynak mekanizmaları ile aralıksız ve sızıntı yapmayacak biçimde kaynak edilir. Akabinde dalga duvarlara, dayanırlık yükseltici transmisyon milinin kaynağı yapılır. Dalga duvarların imalatı tamamlandıca, transformatör kazanın tabanı ve yan yüzeyleri kaynatılıp birleştirilir. Ardından dalga duvarlar, kazan duvarlarına kaynatılıp kullanıma hazır hale getirilir.



Şekil 19. İmalatı Tamamlanmış Bir Dalga Duvar



Şekil 20. Dalga Duvarlı Bir Transformatör Kazanı



Şekil 21. Düz Duvarlı Bir Transformatör Kazanı

Transformatör yağının kazanın içinde korunması ve miktarında eksilme yaşanmaması transformatörün sağlıklı bir biçimde çalışması için şarttır. Yağ seviyesinde gözlemlenen azalmalar transformatörün bobinlerinin yanmasına sebep olup sistemin akışını olumsuz yönde etkileyecektir; bu nedenle kaynak işlemleri biten

her bir kazan, boyanmadan önce basınç testlerine tabi tutulur. Bu testlerde, kaynak noktalarında oluşabilecek kaçağın tespit edilmesi ve giderilmesi amaçlanmaktadır.

Test aşamasında, kaynak noktalarına penetran sıvısı uygulanır. Kazanlar, 0,3 bar basınç altında yaklaşık 20 dakika bekletilir. Penetran sıvısı, mor ışığa maruz bırakılınca parlak yeşil bir renk kazanır. Bu sayede, kazanın kaynak noktalarındaki sızıntı durumu dikkatli bir biçimde incelenir. Bu sızdırmazlık testi üst üste iki kez kaçak saptanmayıncaya kadar tekrarlanır. Bu uygulama neticesinde sızıntı ihtimali önlenmektedir. İmal ve test edilen her bir kazan için test raporları hazırlanıp müşterilere takdim edilir.

Kazanların ve kapakların imalat ve test işçiliklerinin sonuçlandırılmasının ardından metal yüzeyler üzerindeki yağ, iz ve pas temizlenir. Pürüzsüz ve hijyenik bir yüzey elde etmek için tercih edilen en etkili yöntem kumlama; bu nedenle kazanlara ve kapaklara boyama işlemlerinin öncesinde Alman Standartlar Enstitüsü (DIN) talimatları doğrultusunda kumlama işlemi uygulanır. Bu aşamada, müşterinin kumlama için talep ettiği bir değer var ise yakalanmaya çalışılır. Kumlama süresince kum taşları basınçlı hava ile yüzeylere uygulanır. Böylece, hedef yüzeylerin istenilen seviyede aşındırılarak temizlenmesi sağlanır. Kum taşlarının boyutları aşındırma oranına göre değişim gösterebilir. Kazan ve kapak yüzeylerinde ince metal sacların kullanılması nedeniyle bunların kumlanması işlemleri esnasında ekstra ince çeşitlere sahip silika kumu kullanılır.

Kumlamanın ardından kazanın testlerden tekrar başarı ile geçmesi beklenmektedir; bu nedenle transformatör kazanı yeniden basınç ve sızdırmazlık testlerine alınır. Testler tamamlandıktan sonra kazanlar ve kazan kapakları boyamaya alınır. Boyama işlemleri neticesinde korozyon engelleyici yüzeyler imal edilir. Akıtma, daldırma ve püskürtme yöntemleri, transformatör kazanlarının ve kapaklarının boyama işlemleri esnasında en sık tercih edilen yöntemlerdir. Bu teknikler ile kazanda boyanmamış hiçbir yer kalmayacak şekilde işlem yapılır. Böylelikle, yüzey koruması en iyi biçimde sağlanmaya çalışılır. Antrparantez, kumlama işlemlerinin akabinde akıtma, daldırma veya püskürtme yöntemlerinden birinin tercih edilmesi neticesinde boyanan kazanlar, geleneksel yöntemler ile boyanmış olan kazanlara oran ile daha yüksek dayanıma sahip olurlar.

Boyama metodunun seçiminde ise müşteri talebi ve transformatör enerji verilecek sahanın çevresel koşulları dikkate alınarak seçim yapılır. Kazan ve kapaklar, teknik şartnamede aksi belirtilmediği sürece bu sektörde standart boya rengi olarak kabul edilen RAL 7033 ile işlem yapılır.

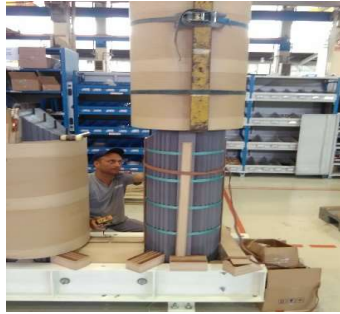
Müşteri talebi olması durumunda ise transformatörlerin kazan ve kapaklarına farklı renk ve mikron değeriyle boyama işlemi uygulanabilir. Ayrıca, müşterinin paslanmazlık talep etmesi durumunda galvaniz kaplama yapılabilir. Boyamanın akabinde kapak ve kazanların fırınlanarak boyanın yüzeye daha sağlam bir şekilde tutunması amaçlanır.



Şekil 22. Boyahanedeki Bir Transformatör Kazanı

2.1.3.1.4. Bobin Montajı

Bobin ve çekirdek imalatı tamamlandıktan sonra bobinler vinç yardımıyla nüvenin faz bacaklarına geçirilirler. Bu işleme *bobin montajı* denilmektedir.



Şekil 23. Bobin Montajındaki Bir Transformatör

Yarıçaplar doğrultusunda yönelmiş olan kuvvetleri dengeleyebilmek amacıyla bobin ve nüvenin arasına çitalar eklenip sıkıştırılır. Daha sonra ise üst boyunduruk sacları dizilir. Üst boyunduruklara çelik parçalar ve dikey saplamalarla sıkma işlemi uygulanır. Bu işlem sonucunda baskı yüzey alanının artırılması ile transformatörün hareket etme ihtimali sıfıra indirgenmeye çalışılır.



Şekil 24. Üst Boyunduruk Sacının Çelik Parçalar ile Sabitlenmesi

2.1.3.1.5. Aktif Kısım Montajı

Transformatörlerin aktif kısmı; çekirdek, bobinler, kapak, kademe değiştirici, izolatörler ve kapakta bulunan koruma ve bağlantı elemanlarından oluşur.

Bobin montajının tamamlanmasından sonra transformatörün kapak montajı ve kademe değiştiricinin giriş-çıkışları için bağlantıları yapıp kapak üzerine AG ve YG izolatörleri takılır; ardından izolatörlerden kaynaklanabilecek yağ kaçaqlarını önlemek için contaların montajları yapılır. Bu aşamada aktif kısım montajı tamamlanmış olur. Ardından, trafonun nemlenmesi ve bu yüzden kısa devre yapması ihtimaline karşılık aktif kısım kurutma fırınına yüklenir ve en az 24 sa. boyunca (Fırının izolasyon direnci seviyesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.) fırında tutularak kurutma işlemi uygulanır.



Şekil 25. Aktif Kısım Bağlantılarının Yapılması



Şekil 26. Aktif Kısımlar



Şekil 27. Fırınlanan Aktif Kısımlar

Bobin sarımlarında ve bobinlerin nüvelere montajı esnasında kullanılan sulp izolasyon malzemelerinde var olan nemi çekmek için kurutma fırınlarında transformatöre ısıtma ve vakum alma işlemleri uygulanmaktadır. Uygulayım bilimi yardımı ile fırınların içerisindeki nem ve sıcaklık değerleri günümüzde neredeyse tüm endüstri tipi kurutma fırınlarında standart donanım olarak bulunan dijital göstergeli takip ekranlarına yansıtılmaktadır. Transformatörün aktif kısmı kurutma fırınından çıktıktan sonra oda sıcaklığında 10-15 dk. kadar bekletilmektedir. Daha sonra, aktif kısımlar vinç vasıtası ile kazanlara indirilmektedir ve akabinde kazan montaj işlemleri yapılmaktadır; bu nedenle transformatör kazanlarının aktif kısımlar fırından çıkana dek muhakkak imal edilmesi gerekir.



Şekil 28. Fırından Çıkan Bir Aktif Kısımın Kazana İndirilmesi

Belli bir şartname kapsamında tasarlanan ve imal edilen standart transformatörlerde aktif kısımın kazan arasında mekanik bağlantı, cıvatalar aracılığı ile sağlanmaktadır. Kazan montajının da tamamlanmasıyla transformatöre vakum fırınında yağ doldurma işlemi uygulanır.



Şekil 29. Transformatör Vakum-Yağ Dolum Fırını

Transformatörlere yağ basıldıktan sonra geriye test ve sevk aşamaları kalmaktadır. Testler, imalat esnasında ve bitiminde olmak üzere iki şekilde uygulanır.

İmalat esnasında yapılan testler, imalatın devamlılığının sorunsuzca sağlanabilmesi ve herhangi bir sorun var ise teşhisin erkenden yapılması için oldukça önemlidir. Zaman alan asıl testler ise transformatör imal edilip

sonra müşteriye teslim edilmeden önce yapılmaktadır. Bunlardan bazıları zorunluken bazıları sadece müşterilerin talep etmeleri durumunda yapılmaktadır.

Rutin testler, Türk Standardı (TS) 267 ve Uluslararası Elektroteknik Komisyonu 60076 (IEC) standartlarına uygun olarak imalat aşamaları tamamlanmış her bir transformatör için uygulanması zorunlu olan testlerdir. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Çevirme oranı ölçümü
- Bağlantı grubunun tayini
- Sargı direncinin ölçümü
- Uygulanan gerilim,
- İndüklenen gerilim
- Boşta kayıpların ölçümü
- Boşta akımın ölçümü
- Yükte kayıpların ölçümü
- Yükte kısa devre geriliminin ölçümü
- Kayıp açısının ölçümü
- Kayıp Kapasitesinin ölçümü
- Doğru akım (DC) yalıtım direncinin ölçümü
- Gerilim regülasyonu
- Verim ölçümü

Rutin testlerin ardından müşterinin talep etmesi durumunda kabul testleri yapılabilir. Kabul testleri, imalatı tamamlanan transformatörlerin müşteri veya üçüncü parti denetçi huzurunda tekrardan rutin testlere alınmasıdır. Kabul testleri sektör içerisinde FAT (Factory Acceptance Tests) olarak bilinmektedir. Bu yüzden bu testlere müşteri kabul testleri de denmektedir.

Zorunlu olan rutin testlerin ve isteğe bağlı yapılan kabul testlerinin dışında yine müşterinin talep etmesi durumunda transformatörlere tip test denen özel testler de uygulanabilmektedir. Yapılan tip testlerinden bazıları şunlardır:

- Isınma
- Yıldırım darbe deneyi
- Gürültü seviyesi ölçümü

- Boşta akım ve harmonik bileşenleri ölçümü
- Empedans sıfır bileşen ölçümü
- Kısmi deşarj ölçümü
- Yağ dielektrik dayanım ölçümü
- İzolatörlerin AC yalıtım testi
- Fanlı soğutma mevcut ise fan kayıpları ölçümü
- Yükte kademe değiştirici testleri
- Koruma, alarm ve kumanda donanımının fonksiyonel-izolasyon testleri

2.2. Talep Tahmini

İşletmelerin büyük bir çoğunluğu pazardaki talebi karşılayabilmek için gerekli ürün ve hizmet yaratımını sağlayıp kar elde etmeyi amaçlamaktadır. Bunun için de söz konusu talepleri karşılayabilecek kapasite ve nitelikteki imalat ve idare sisteminin oluşturulması gerekmektedir; bu nedenle hedeflenen talebin en optimal şekilde öngörülmesi lazım gelmektedir (Demirdögen, 1998).

2.2.1. Talep, Tahmin ve Talep Tahmini Kavramları

Gelecek dönemde oluşacak talep miktarının; geçmiş dönem verilerinden, uzman görüşlerinden ya da deneyimlerden ve bu paydayı etkileyen faktörlerden yola çıkılarak, bunların, bilimsel yöntemler ışığında minimum hata payı ile öngörülme çalışılmasına talep tahmini denilmektedir (Olgun, 2009).

Tahmin, bir olguya ait geçmiş zaman verilerinden ya da öğretilerinden yararlanarak ilgili olgunun geleceği hakkında öngörüde bulunmak olarak tanımlanmaktadır. Kısaca tahmin, henüz gerçekleşmemiş bir durum hakkında kestirim yapma işidir (Çakır Aydın, 2017).

Talep, belirli bir zamanda ve pazarda, satın alınması muhtemel ürün veya hizmet niceliği olarak tarif edilebilir (B. Şahin, 2019).

Henüz gerçekleşmemiş olayların ve koşulların öngörülmesi imalat sektöründe yer alan sanayi işletmeleri için olduğu kadar hizmet sektöründe yer alan işletmeler için de büyük önem taşımaktadır. Kaliteli bir planlamayla gerekli izlemlerin belirlenip

aksiyonların daha etkili alınması için gerekli ortam sağlanmış olur. Böylelikle öngörüler, gelecek planlamasının yapılmasına ve oluşabilecek tehditkâr senaryolar için yerinde önlemlerin alınmasına imkân sunmaktadır. Bu aynı zamanda, öngörünün, gelecek kaygısı üzerindeki hafifletici etkisinin de açık bir göstergesidir.

2.2.2. Mikroekonomi Bakış Açısıyla Talep Tahmini

İşletmelerdeki birimler için farklı parametrelerin ve koşulların öngörülmesi gerekmektedir. Örneğin: Pazarlama birimi için talep seyrinin ve dalgalanmalarının öngörülmesi ve bu talebi yakalayabilmek için gerekli olan tanıtım, özendirme çalışmalarının yapılması ve dağıtım hatlarının planlanması; finans birimi için mevcut veya yeni meta kaynağının yenilenmesi veya belirlenmesi ve nakit akışının öngörülmesi; insan kaynakları birimi için beyaz-mavi yaka sayısının öngörülmesi ve çalışma koşullarını iyileştirme organizasyonlarının düzenlenmesi; imalat birimi için talep tahmininden güç alan bir imalat sürecinin düzenlenmesi ve işçi, makine, ve hammadde tedariki için gerekli ön çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir. İşletme idaresinden sorumlu kadronun ise ekonomik koşulları, teknolojik gelişmeleri ve pazar genişlemesini takip ederek işletmenin uzun soluklu planlamasını hazırlayabilmesi için öncelikli olarak gelecek hakkındaki öngörülerinin tutarlı olması gerekmektedir. Bu yüzden tahmin, karar mekanizması varlığının mevzubahis olduğu her alanda en stratejik faaliyetlerden biri olarak gösterilmektedir. O kadar ki, yönetici adaylarında aranan spesiyalitelerin belki de en başında geleceği okuma kabiliyetlerindeki hassasiyet gelmektedir (Orhunbilge, 1999).

Günümüzde talep tahmininin kullanımı, optimal müşteri temsilcisi sayısından kredi oranlarının belirlenmesine kadar geniş bir alana yayılmış durumdadır (Hanke ve Wichern, 2009).

2.2.3. Makroekonomik Pencereden Talep Tahmini

Etkili bir talep tahmininin bütüncü ekonomi açısından arz ettiği önem temelde iki nokta üzerinde konumlanmaktadır. Bu kapsamda etkili bir politika yürütülememesi nedeni ile karşılaşılabilecek problemlerden ilki yeteri kadar talep olmasına karşın arz kısmında yaşanacak eksiklikle ilgilidir. Şöyle ki bu durum tam olarak ülkede istihsal

edilmekte olan ürünlerin veya hizmetlerin pazardaki talebi karşılayamama ihtimalini işaret etmektedir. Arzdaki bu eksiklik nedeni ile satış fiyatları artış gösterebilir ve ithal etme zorunluluğu ortaya çıkabilir; bu nedenle işletmeler, pazardaki talebi karşılamak için mevcut imalat kapasitelerinin üstünde çalışacaklarından, bu süre boyunca işletme maliyetleri de artma eğilimi içerisinde olacaktır. Etkili bir öngörü politikasının yürütülememesi nedeniyle karşılaşılması muhtemel problemlerden ikincisi ise yeteri kadar arz olmasına karşın bu sefer de talep kısmında yaşanabilecek eksiklikle ilgilidir. Şöyle ki, bunu da istihsal edilen ürünlerin ve hizmetlerin tamamına yetecek düzeyde talep olmaması şeklinde açıklayabiliriz. Bu durumun, istenmeyen düzeyde stok birikimine sebep olması ise oldukça kuvvetli bir ihtimaldir. Neticede birçok işletme, mevcut stokları eritmek ve stok artışına mâni olmak adına mevcut imalat kapasitelerinin altında çalışmak zorunda kalabilir. Bu durumda da personel, makine ve hammadde gibi işletme kaynaklarının kullanımındaki savurganlık büyük bir tartışma konusu yaratacaktır. Bu durum, birim kar azalış içerisinde iken birim maliyetin sabit kalması olarak açıklanabilir. Bu yüzden, tutarlı ve dengeli öngörülerde bulunup, belirtilen negatif senaryoların gerçekleşmesine engel olunarak daha etkin bir kaynak kullanımı ve imalat verimliliği sağlanabilir (Tekin, 2009).

2.2.4. Talep Tahmininin Aşamaları

Talep tahmini altı temel aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar şunlardır (Korkut, 2019):

1. Amacın tanımlanması
2. Dönem sayısının belirlenmesi
3. Talebe etki eden etmenlerin belirlenmesi
4. Verilerin elde edilmesi
5. Tahmin yönteminin seçilmesi ve talep tahmininin yapılması
6. Sonuçların geçerliliği

2.2.4.1. Amacın Tanımlanması

Sürecin ilk ve en önemli aşamasıdır. Hangi sektörden olur ise olsun, talep tahmini yapma niyetindeki bir işletme her şeyden önce amacını net bir şekilde

tanımlamalıdır. Tahmin çalışması, yapılacak tahminin hedefi doğrultusunda biçimleneceği için ürün grubu politikası, vade planlaması, pazardaki hitap kitlesi, vb. detay noktaların bu amaca göre saptanması gerekmektedir.

2.2.4.2. Dönem Sayısının Belirlenmesi

Talep tahmini çalışmaları kısa ya da uzun vadeli olarak planlanmaktadır. Kısa vadeli tahmin çalışmalarında talebe etki eden faktörlerin ciddi değişimler göstermeyeceği farz edilmektedir. Uzun vadeli tahmin çalışmalarında ise parametreler önemli ölçüde değişim gösterebilmektedir; bu nedenle tahmin çalışmasının kapsayacağı zaman diliminin belirlenmesi oldukça önem arz etmektedir.

2.2.4.3. Talebe Etki Eden Etmenlerin Belirlenmesi

Müşterilerin talepleri; pazar durumu, mevsimlik koşullar, ürün ya da hizmetin satış fiyatı, pazardaki rekabetçi işletme miktarı vb. birçok faktörden etkilenebilmektedir. Tutarlı sonuçlara ulaşabilmek adına tahmin çalışmasına başlamadan önce talebi direkt olarak etkileyebilecek bu ve benzeri etmenlerin tespit edilmesi önemlidir.

2.2.4.4. Verilerin Elde Edilmesi

Bu evrede, tahmin çalışması ve talebi etkileyecek etmenler için ihtiyaç olan verilere ulaşıldıktan sonra analizler yapılır ve kontroller gerçekleştirilir. Bu kapsamda veriler, istatistiki yöntemler ya da grafikler ile muhakeme edilmektedir. Noksan ya da yanlış veriler tahmin çalışmasının sonucuna olumsuz bir şekilde tesir edeceğinden verileri bir araya getirir iken özenli olmak gerekmektedir.

2.2.4.5. Yöntemin Seçilmesi ve Talep Tahmininin Yapılması

Verinin türü, genişliği ve tahmin edilmesi istenen zaman dilimi belirlendikten sonra bu kriterler ile en uyumlu şekilde çalışabilecek tahmin yöntemi seçilmelidir.

2.2.4.6. Sonuçların Geçerliliği

Sonuçların geçerliliği aşamasında tahmin çalışmasına ait çıktılarla gerçekleşen değerler kıyaslanmaktadır ve performans ölçütü olarak belirlenen hata oranlarının değerleri hesaplanmaktadır. Eğer alışma sonucunda elde edilen tahmini değerler arzulan seviyeye ulaşmamış ise veriler ve seçilen yöntem tekrardan değerlendirilmelidir.

2.2.5. Talep Tahmininde Kullanılan Mevcut Yöntemler

Alanyazındaki talep tahmini uygulamalarında kullanılan yöntemler iki ana başlık altında incelenmektedir. Bunlar: Kalitatif ve kantitatif yöntemlerdir.

2.2.5.1. Kalitatif Yöntemler

Kalitatif yöntemler; idareci ve uzman fikirlerinden, satış ekibi öngörülerinden, pazar araştırmalarından vb. yollardan ulaşılan dolaylı olarak sbjektiviteye dayandırılarak elde edilen sonuçları kantitatif tahminlere dönüştürmektedir. Özellikle yeni işletmelerde, incelenmek istenen parametreye ait geçmiş dönem verisi, gerekli bilgiyi yeterli şekilde yansıtamıyor ise kalitatif yöntemlerin kullanımına başvurulabilmektedir. Bu kapsamdaki yöntemler şu şekilde sıralanabilir:

1. Delphi yöntemi
2. Satış ekibinin tahminleri
3. Yönetici görüşleri
4. Pazar araştırması

2.2.5.1.1. Delphi Yöntemi

Bu yöntemin amacı, uzman görüşlerini toplayıp onları yeniden düzenlemek ve öngörüler hakkında bir görüş birliğine varmaktır (Brewer, 2007).

Delphi metodu, uygulanması kolay ve esnek bir metot olarak addedilse de yönlendirme yapan kişinin birçok yeni düşünceyi değerlendirmesi ve farklılıkları ortak bir paydada birleştirmesi gerekmektedir. Doğru ve verimli bir biçimde uygulanamamış

bir Delphi ile kuşkuolu sonuçlar elde edilmesi muhtemeldir (Skulmoski, Hartman ve Krahn, 2007).

Süreç, anonimleştirilmiş bir çerçevede bir araya gelen bilirkişilerin uzlaşmasına dayanmaktadır. Bu yöntem, istatistiksel model oluşturmak için gerekli alt yapının sağlanamadığı durumlarda kullanılabilir. Bilirkişilere, uzman topluluğunun kimlikleri hakkında fikir sahibi olmayan bir eş güdümcü tarafından bazı sorular yönlendirilir. Eş güdümcü, cevapların istatistiksel analizini yapmaya çalışır. Bir yandan da cevaplara istinaden çıkarımlarda bulunması gerekmektedir. Bu doğrultuda eş güdümcü, cevaplardan yaptığı çıkarımlar neticesinde özet bir rapor hazırlar ve bu raporu bir sonraki tur için yine bilirkişilere gönderir. Bilirkişiler, önceki yanıtlarını değiştirmeyi tercih edebilirler. Uzlaşma sağlanana dek turlar devam eder. Son turda grubun görüşü, bilirkişilere ait kişisel yargıların bütününe uygun bir sentez olacak şekilde sunulur (Dalkey, 1966'dan aktaran Yakar, 2019, s. 63).

2.2.5.1.2. Satış Ekibinin Tahminleri

Bu tip çalışmalar, satış birimi çalışanları tarafından belirli aralıklarla yapılan tahminlerin bir derlemesi olarak tanımlanabilir. Hiç şüphesiz ki gerek pazar tecrübeleri ve hakimiyetleri gerek oluşturdukları müşteri portföyleri sebebiyle bir işletmedeki talep miktarını en yüksek doğruluk oranıyla tahmin edebilenler genellikle satış ekipleridir. Ekip içerisindeki birçok kişi insan doğası gereği birbirlerinden farklı kişilik özellikleri göstermektedir: risk alma seviyeleri, temkinlilik, karamsarlık, iyimserlik... Bu durumda, ekip üyeleri arasında farklı seslerin yükselmesi oldukça normaldir. Kişilik özelliklerinin tahmin çalışmaları esnasında böyle tutarsız bir tablo oluşmasına sebep olabileceği göz ardı edilmemeli ve sonuçlar ekipçe, tekrar tekrar kontrol edilmelidir. Bazı durumlarda düzeltmelerin yapılması gerekebilmektedir (Bal, 2015).

2.2.5.1.3. Yönetici Görüşleri

İlgili yöntem ile bir veya daha fazla yöneticinin fikirlerinden, birikimlerinden ve teknik kapasitesinden ilerlemek sureti ile yalnızca bir değere erişilmesi hedeflenmektedir. Delphi yöntemi ile arasında açıkça bir fark vardır. Bu yöntemde, işletme dışından tahsis edilmiş bilirkişilerin yerine işletmedeki idarecilerin görüşleri

dikkate alınmaktadır. Delphi yöntemindeki gibi alışılana aksine katılımcılar birbirleriyle daha fazla etkileşimde bulunma imkanına sahiptir (Dedeoğlu, 2019).

2.2.5.1.4. Pazar Araştırması

Sadece kalitatif yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçların, sübjektif değerlendirmeler içeren bir sürece ait çıktılar olmaları ve özellik ile tatmin edici, matematiksel bir modele dayandırılmadan inşa edilmeleri nedeni ile tarafsızlığı yansıtmada konusunda yeteri kadar güvenilir olmadığı düşünülmektedir. Bu yüzden, kalitatif yöntemlerin uygulandığı çalışmalarda elde edilen sonuçlar aslında kantitatif tekniklerle elde edilen tahmin verilerinin, tarafsız ve deneyimli bilirkişilerin görüşleri ışığında yeniden yorumlanması neticesindeki ortak bir çalışmanın ürünü olarak kullanılmaktadır (Makridakis ve Wheelwright, 1979).

Bu kapsamdaki araştırmalar; arz edilen ürün ya da hizmet çeşitliliğinin yeterliliği hakkındaki stratejinin belirlenmesi, tüketici ile kurulması hedeflenen yakınlık neticesinde potansiyel talebin daha doğru bir şekilde tahmin edilmesi, ürün ya da hizmet bazlı kar potansiyelinin belirlenmesi, vb. amaçla yapılmaktadır. Bu alanda en çok kullanılan veri toplama yöntemi ise hiç kuşkusuz anketlerdir. Tüketici tarafından arza duyulacak muhtemel ilgi, anketlerden elde edilen veriler ışığında, hipotezlerin oluşturulup bunların test edilmesi ile tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Böyle bir araştırmayı yönetmek; anket tasarısının, işleyiş planının ve örnekleminin belirlenmesi ve sonuç analizi için istatistikî ve kalitatif tekniklerin kullanılması basamaklarından oluşmaktadır (Heizer ve Render, 2004'ten aktaran, Dedeoğlu, 2019, s. 35).

2.2.5.2. Kantitatif Yöntemler

Geçmiş zaman verileri üzerinde bilimsel ve istatistikî hesaplamalarla çözümlenmeler yaparak buna istinaden gelecekteki belirli bir zaman aralığına ait talep tahmini yapılan çalışmalar, kalitatif yöntemler ile yapılan çalışmalar olarak nitelendirilmektedir. Kantitatif yöntemlerle hazırlanan araştırmalar; gözlemlenen parametreye ait geçmiş ve mevcut dönem arasındaki fark değerlerinin irdelenmesi,

veri dizisinin dinamik spesiyalitesinin belirlenmesi ve bunların matematiksel bir dil ile modellenmesi süreçlerini içerir (Christou, 2012).

Kantitatif yöntemler iki başlık altında incelenmektedir. Bunlar aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

1. Zaman serileri analizleri
2. Nedensellik ilişkisine dayalı yöntemler

2.2.5.2.1. Zaman Serileri Analizleri

Zaman serisini oluşturan veriler, çeşitli etmenlerin etkisi ile karşı karşıya kalmaktadır; bu nedenle bu etmenlerin farklı istikamet ve şiddetteki etkileri nedeniyle zaman serilerinde birtakım dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Zaman serileri ile alakalı konseptlerdeki mevzubahis dalgalanmaların, dört farklı tipteki hareketin aynı anda etkimesinin neticesinde biçimlendiği kabul edilmektedir. Bu etmenler şunlardır (Özoğuz, 1986):

- Trend
- Konjonktürel dalgalanmalar
- Mevsimsel dalgalanmalar
- Arızı ve tesadüfi etkiler

Zaman serilerinin tahminlerinde kullanılan yöntemlerdeki bu bileşenler önemli kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlar, zaman serilerinin bileşenleri olarak adlandırılmaktadır. Analiz yöntemlerinde birer hipotez olarak konumlandırılan bu tasarımlar bununla birlikte analizler sırasında çeşitli durumları izah etmekte farklı işlevler yüklenmektedir.

Zaman serisi analizlerinde, araştırılan parametrenin geçmiş dönemlerdeki karakteri çeşitli yöntemler ile incelenir ve söz konusu parametre için ileriki dönemde gerçekleşecek değerler tahmin edilmeye çalışılır. Analizler, bağımlı parametrenin incelenen tarihsel mimarisini elde etmek için bir araya gelen temel talep strüktürünü tarif edip ardından model kurar. Bağımsız parametrelerin ise geçmiş dönem karakterlerini koruyacakları hipotezi ön plandadır. Söz konusu analizler, geçmiş dönem verilerindeki değişimlerin tetkik edilebilmesine ve bu sayede komplikasyonların yinelenmemesi için önlemlerin zamanında alınabilmesine de

olanak tanımaktadır. Koşullarda ciddi değişimlerin olmayacağı farz edilen durumlarda realist öngörülerde bulunulmasını sağlayan zaman serisi analizlerinin kullanımlarına bu spesiyalitelereinden ötürü sıklık ile rastlanmaktadır. Örneğin: Durağan bir pazarlama politikası güden herhangi bir işletmenin satışlarını zaman serisi analizleri ile tahmin etmeye çalışması muhtemeldir; fakat satış fiyatı artımı ya da benzeri strateji revizyonlarının yapılması planlanan ürünler ya da hizmetler mevcut ise söz konusu bu ürünlerin ya da hizmetlerin satış tahminlerinde optimal sonuçlar elde edilmesi konusunda zaman serisi analizleri etkisiz kalabilmektedir. Böyle durumlarda, parametreler arasında nedensellik ilişkisinin varlığının gözetildiği analiz yöntemlerinin kullanılması ile daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Chatterjee ve Price, 1975).

Zaman serileri, parametrelerin gün, hafta, ay, mevsim veya yıl gibi rastgele bir zaman parçasına göre dağılımlarının istatistiki bir şekilde değerlendirilebilmesine olanak sağlayan dizilerdir. Bütüncü ekonomi ile ilgili olan parametrelerin nerede ise tamamı zaman serileri şeklinde hazırlanmaktadır. Bu parametreler, bir zaman etiketi ile sunulmadıkları taktirde şüphesiz hiçbir anlam ifade etmeyeceklerdir. Faaliyet alanı fark etmeksizin, bir ülkeye ait nicelik bildiren parametrelerin tamamı aylık, mevsimlik ya da yıllık değerler olacak şekilde kısacası belirli bir zaman aralığını işaret edecek şekilde ifade edilmektedir. Bu kural, mikro ekonomi kapsamındaki tüm parametreler için de hiçbir değişime uğramaksızın geçerlidir. Örneğin: makroekonomik kapsamda ithalat-ihracat, tarım, sanayi, eğitim, ekonomi; mikroekonomik kapsamda ise direkt, dolaylı maliyetler (Orhunbilge, 1999).

Trend, zaman serisi kapsamındaki verilerin uzunca bir dönem içerisinde sergilediği artış veya azalış hareketini anlatmaktadır. Bu serinin verileri belirli bir zaman içerisinde düzgün bir gelişim kaydeder. Bu gelişmenin yön ve şiddeti trend olarak nitelendirilmektedir. Verilerde uzun süreli bir artış ya da azalış eğiliminin fark edilmesi durumunda trendin yönünü ifade eden bir çizgi ortaya çıkmaktadır. Bu çizgiye trend eğrisi denilmektedir; fakat trend eğrisi sürekli doğrusal bir seyir izlemez. Bazı durumlarda, artıştan azalışa ya da buna ters yönlü geçişler de gözlemlenebilmektedir. Bunlar ise yön değiştiren trendler olarak adlandırılmaktadır. Trend aynı zamanda, ekonomik bir zaman serisinin uzun bir dönemdeki gelişim

eğilimini yansıtmaktadır; bu nedenle trende uzun dönem hareketi de denilmektedir (http-1).

Yatırım, imalat, satış vb. gibi farklı ögeler nedeniyle ekonomide ortaya çıkan, yükseliş ve düşüş periyotlarının birbirini izledikleri dalgalanmalar **konjonktürel dalgalanmalardır**. Bunlar, boylarının uzunlukları ve sürelerinin gayrimuayyen olması nedeni ile mevsimlik dalgalanmalardan ayrılmaktadırlar. Konjonktürel dalgalanmalar, ekonomik koşullara bağlı olarak değişim göstermektedirler. Konjonktürel dalgalanmalar, zaman serisinin genel denkleminde trend, mevsimsellik, arıza ve tesadüfi hareket değerlerinin çıkarılmasından sonra arda kalan kısmı ifade etmektedir. Bu tip dalgalanmalar, trend veya mevsim dalgalanmaları gibi sistematik bir yapıya sahiptir. Bundan dolayı, belirli bir seviyeye kadar tahmin edilmeleri mümkün sayılmaktadır. Konjonktürel dalgalanmalar, devridaim içerisindedir. Beş ya da on yılda bir tekrarlanırlar, periyodik değillerdir; bu nedenle de dalga uzunlukları farklıdır (Duru, 2007).

Zaman serilerindeki **mevsimsel dalgalanmalar** genellikle kısa ve belli bir dönem içerisinde gözlemlenen dalgalanmalardır. Periyodik bir görüntü sergilerler ve sıklıkları 12 aydır. Mevsimsel dalgalanmalar, ekonomik bir olayın gerçekleşmesinde etken rol oynayan sosyal alışkanlıkların ve doğal olayların bir sene boyunca normal dağılım özelliği göstermemesi dolayısıyla oluşmaktadır. Örneğin: Haziran, temmuz ya da ağustos aylarından biri içerisinde dondurma satış hacminin en yüksek seviyesine ulaşılması mevsimsel dalgalanmaların karakteristiği konusunda oldukça iyi bir ipucu vermektedir. Bunun yanı sıra yağış miktarı, ortalama sıcaklık, nem oranı, vb. meteorolojik olaylar neredeyse her sene aynı zaman dilimlerinde gerçekleşen düzenli mevsimsel dalgalanmalara verilebilecek en iyi örneklerdendir (http-2).

Ekonomik olaylar üzerinde trend, konjonktürel ve mevsimsel dalgalanmalar dışında etkili olan düzensiz hareketler de vardır. Bunlar **arıza ve tesadüfi hareketlerdir**. Örneğin: doğal afetler, savaşlar, ekonomik krizler, vb.leri... Bu hareketlerin gerçekleşme sıklıklarındaki düzensizlik nedeni ile önceden tahmin edilebilme olasılıkları yok denecek kadar azdır. Bu karakteristiğe sahip düzensiz olayların herhangi bir istatistikî yöntem ile belirlenmesi mümkün değildir (Duru, 2007).

2.2.5.2.1.1. Son Dönem Talebi Yöntemi

Son döneme ait talebin değişim göstermeyeceği varsayımından hareket ile yeni döneme ait talep tahmininde son dönemdeki talebin değiştirilmeden kullanılmasını kapsayan bir yöntemdir. Bu yöntemin, verilerin neredeyse hiç sapmadığı ve belirli bir ortalama çevresinde dolaştığı zaman serilerine uygulamak daha doğrudur; aksi halde geçmiş veriler hiç dikkate alınmadığından ileriye dönük tahminler yapılırken sadece son dönemdeki talebi değerlendirmek oldukça yanıltıcı olacaktır.

2.2.5.2.1.2. Ortalama Yöntemleri

Ortalama yöntemleri şunlardır:

1. Aritmetik ortalama
2. Basit hareketli ortalama
3. Ağırlıklı hareketli ortalama

2.2.5.2.1.2.1. Aritmetik Ortalama

Aritmetik ortalama, trend gözlemlenmeyen zaman serilerinin kimliklerini belirlemek için kullanılabilir. Hesaplama esnasında gözlemlenen her bir değer için eşit bir ağırlık verilmektedir. Yöntem, ileriye dönük tahmin değerini hesaplar iken geçmiş dönem verilerinin toplar ve ortalamasını alır. Genel gösterim Denklem 1'de verildiği şekildedir (http-3):

$$F_{t+1} = \frac{\sum_{t=1}^n D_t}{n} \quad (1)$$

Burada, $D_t = t$ dönemi için gerçekleşen talep değerini, n değeri toplam dönem sayısını, F_{t+1} ise, $t + 1$ dönemine ait tahmini göstermektedir.

2.2.5.2.1.2.2. Basit Hareketli Ortalama

Basit hareketli ortalama yönteminde sadece yakın geçmişteki taleplerin ortalaması alınır ve sonraki dönemlerin tahmini yapılmaya çalışılır. Ortalama hesaplanmadan önceki taleplerden en eskisi en yenisi ile değiştirilir ve hesaplama yeniden yapılır. Böylelikle, n dönem özetindeki en yakın taleplerin kullanılması ile

ortalamanın ilerletilmesi amaçlanmaktadır. Mevcut dönemin bitimine ve gerçekleşen talep değerinin bilinmesine istinaden mevcut dönemden belirlenen zaman kadar (k dönem) sonrasına ait tahmin Denklem 2’de verildiği şekilde hesaplanabilir (Jain ve Malehorn, 2012):

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} \dots D_{t-k+1}}{k} \quad (2)$$

Bu yöntemde, tahmin yapılmak istenilen dönem sayısı kadar gerçekleşmiş talep dizisinin kullanılması lazım gelmektedir. Dönem sayısını belirten n değerleri kapsamındaki aşırı büyük değerlerin talep dizisinin düzenli olduğu hallerde; aşırı küçüklerinse ortalamadaki değişikliklere duyarlı olan hallerde kullanılması gerekmektedir (Malhotra, Ritzman ve Krajewski, 2013).

2.2.5.2.1.2.3. Ağırlıklı Hareketli Ortalama

Ağırlıklı hareketli ortalama yönteminde her talep için belirlenen bir ağırlık vardır. Talepler arasındaki ağırlık katsayılarının toplamı her zaman bire eşit olmak zorundadır. Örneğin: Üç ay ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi uygulanan bir çalışma Denklem 3’te verildiği şekilde formüle edilmektedir:

$$F_{t+1} = w_1 D_t + w_2 D_{t-1} + w_3 D_{t-2} \quad (3)$$

Bu örnekte en yakın döneme w_1 , ikincisine w_2 , üçüncüsüne ise w_3 ağırlıkları verilmiştir. Ağırlıklı hareketli ortalama hesaplaması, ilgili dönemin ağırlıkları olan w_1, w_2, w_3 değerlerinin sırası ile ilgili dönemin talep miktarları değerleri ile çarpılması ve bu çarpımların da toplanması neticesinde elde edilmektedir (Mentzer ve Moon, 2005).

2.2.5.2.1.3. Üstel Düzeltme Yöntemleri

Üstel düzeltim; yakın geçmişteki taleplere, uzak geçmişteki taleplere nazaran daha fazla ağırlık verilmesi ile talep dizisinin ortalamasını hesaplayan kompleks bir ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi olarak tanımlanmaktadır. En sık kullanılan tahmin yöntemlerinden biridir. Yöntemin kolay anlaşılır olması ve birçok farklı senaryo ile

uyumlu çalışabilme becerisi ise popülaritesinin temel sebeplerindendir (Goodwin, 2010).

Yöntemin teorik arka planı, zaman serisinin geçmiş verilerinden bir ağırlıklı hareketli ortalama oluşturularak gelecek dönemde gerçekleşmesi beklenen değerlerin tahmin edilmeye çalışılması olarak açıklanabilir; fakat geçmiş verilerin bütününe eş ağırlıklar verilmemektedir. Zaman serisinin bitimine yakın yerlerde henüz gerçekleşmiş görece daha yeni verilere daha yüksek ağırlıklar verilir iken daha eski verilere ise daha düşük ağırlıklar verilmektedir. Bu bağlamdaki temel lojik ise elbette ki aktüalitesi artan verilerin serideki trend ve mevsimsellik parametrelerinin aktüel karakteristiklerini daha doğru ve belirgin bir şekilde yansıtıyor olmasıdır (Bergmeir, Hyndman, ve Benitez, 2016).

Üstel düzeltme kapsamında birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde en sık kullanılan yöntemler şunlardır:

1. Basit üstel düzeltme yöntemi
2. Holt'un doğrusal yöntemi
3. Holt-Winters yöntemi

2.2.5.2.1.3.1. Basit Üstel Düzeltim Yöntemi

Basit üstel düzeltme yöntemi, herhangi bir trendin ya da mevsimsel etkinin gözlemlenmediği, değişimleri ise belirli bir ortalama çevresinde gerçekleşen zaman serilerine uygulanmaktadır. En temel üstel düzeltme yöntemi olarak bilinmektedir ve verilerde gözlemlenen değişimleri hafifletmek için uygulanan pürüzsüzleştirme yöntemleri içerisinde oldukça popüler ve kullanışlı bir yöntemdir ve Denklem 4'te verildiği şekilde formüle edilmektedir (Palit ve Popovic, 2005):

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (4)$$

Burada, α düzeltme katsayısı ve Y_t mevcut dönemde gerçekleşen değerdir. Denklemde, 0 ile 1 aralığında değer alabilen düzeltme katsayısı alfanın doğru bir şekilde saptanabilmesi yapılan tahminin performansı bakımından önemlidir. Düzeltme katsayısı alfanın değeri arttıkça, zaman serisinin yeni değişimlere daha hızlı cevap vermesi mevzubahis iken düzgünleştirme oranı da azalacaktır (http-4).

2.2.5.2.1.3.2. Holt'un Doğrusal Yöntemi

Holt'un doğrusal yöntemi, trendin gözlemlendiği; fakat mevsimsel etkilerin gözlemlenmediği zaman serileri için yapılan tahmin çalışmalarında kullanılmaktadır. Bu yönde bir istek olması ve ek olarak bazı işlemlerin yapılması kaidesi ile mevsimsel etkinin gözlemlendiği veriler de bu yöntem ile tahmin edilebilmektedir. Holt'un doğrusal tahmin yönteminde kullanılan temel ifade Denklem 5'te verildiği şekildedir (Bulut, 2006'dan ve Benli ve Yıldız, 2014'ten aktaran Özüdoğru ve Görener, 2015, s.45):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)L_{t-1} + T_{t-1} \quad (5)$$

$$F_{t+n} = L_t + nT_t$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Burada:

L_t : t dönemi için beklenen düzey

α : Düzeyin düzeltme katsayısı

Y_t : Mevcut dönemde gerçekleşen değer

T_t : t döneme ait trend değeri

β : Trendin düzeltme katsayısı

n : Tahmin edilecek dönem sayısıdır.

2.2.5.2.1.3.3. Holt-Winters Yöntemi

Holt-Winters yöntemi, zaman serisindeki trend ve mevsimsellik etkilerinin ikisini de dikkate alır iken serinin her bir parametresi farklı bir denklemin kullanılması ile tahmin edilmektedir (Şen ve Kaba, 2009).

Mevsimsel etkilerin gözlemlendiği zaman serileri için en sık başvurulan teknikler; toplamsal ve çarpımsal mevsimsellik için olan toplamsal ve çarpımsal Holt-Winters yöntemleridir (Irmak, Köksal ve Asilkan, 2012).

Holt-Winters yöntemine ait denklemlerde üç temel eşitlik bulunmaktadır. Bunlardan ilkinde, zaman serisinin t dönemindeki düzeyinin belirlenmesi

amaçlanmaktadır. İkincisinde, trend belirlenmeye çalışılır iken son olarak da mevsimsel parametrenin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çarpımsal yöntem için kullanılan eşitlikler Denklem 6’da verildiği şekildedir (Çuhadar, 2014):

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (6)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_t$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m}$$

Burada:

L_t : t dönemi için serinin genel düzeyi,

Y_t : Gözlem değeri,

S_t : Mevsimsel parametre,

b_t : Trend parametresi,

α : Düzeyin düzeltme katsayısı,

β : Trendin düzeltme katsayısı,

γ : Mevsimsel düzeltme sabiti,

F_{t+m} : m ileri dönem için tahmin değeridir.

Çarpımsal yöntemde mevsimsel etkinin şiddeti zaman serisinin uzunluğuna göre değişir iken toplamsal yöntemde ise sabittir. Toplamsal yönteme ait eşitlikler ise Denklem 7’de verilmiştir (Çuhadar, 2014):

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (7)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma) S_{t-s}$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$$

2.2.5.2.2. Aralarında Nedensellik İlişkisi Bulunan Yöntemler

Nedensellik ilişkisi üzerine kurulu tahmin yöntemleri, parametreler üzerinde etkili parametrelerin tayin edilerek tahminin bu parametrelerin katkısı ile gerçekleştirilmesine dayanmaktadır. Bu yöntemlerde, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki matematiksel bir fonksiyonla anlatılmaya çalışılır. Söz gelişi, bir parçanın satışının tahmini; parçanın fiyatı, parçanın rakip işletmelerdeki satış fiyatı, reklam giderlerinin vb.lerinin fonksiyonu olacak şekilde formüle edilmektedir. Böylece, bu girdiler üzerinden satış miktarının tahmini yapılmaktadır. İlişkiye dayanan tahmin yöntemleri, öngörü yapmanın dışında başka politikaların saptanmasına da fırsat yaratması nedeni ile idareciler için farklı yararlar sağlayabilmektedir. Zaman serileri analizlerinde, yalnızca tek bir değişken için geçmiş dönemdeki dalgalanmalar gözlemlenmektedir; fakat bu dalgalanmaların hangi sebeplerden kaynaklandığı saptanamamaktadır. Oysa ki nedensellik konsepti üzerinden ilerlenen yöntemlerde parametrelerdeki değişimlerin hangi sebeplerden kaynaklandığı bilgisine sahip olduğu için mevcut stratejiler rahatlıkla belirlenip yönlendirilebilmektedir; fakat bu yöntemlerin tatbiki esnasında birden fazla parametre için bilgi toplama sürecine ve yerinde bir matematiksel model konseptinin kurulmasına gereksinim olduğundan doğal olarak uygulama aşamaları zaman serileri analizlerine nazaran pekala daha zorlayıcı olmaktadır (Chatterjee ve Price, 1975).

2.2.5.2.2.1. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, nedensellik ilişkisi bulunan iki ya da daha fazla parametrenin aralarındaki ilişkiyi belirlemeye çalışan ve bu ilişkiden yararlanarak tahminlerin yapılmasına zemin hazırlayan istatistiksel bir yöntemdir. Bu analiz kapsamında, karakteri tahmin edilmeye çalışılan parametreler bağımlı parametrelerdir. Karakteri tahmin edilmeye çalışılan bağımlı parametrelerin üzerinde etkisi olduğu farz edilen parametreler ise bağımsız parametreleri oluşturmaktadır. Eğer regresyon denkleminin içerisinde tek bir bağımsız parametre yer alıyor ise bu tek parametrelili regresyon; fakat birden fazla parametre yer alıyor ise bu çok parametrelili regresyon analizi olarak adlandırılmaktadır.

Regresyon analizindeki parametreler arasındaki bağlantıyı matematiksel olarak betimleyebilmek için değişken verileri bir yayılma diyagramında göstermek gerekmektedir. Şöyle ki, bu diyagramdaki noktalar belirli bir doğru parçası çevresinde yoğunlaşmış ise doğrusal bir fonksiyonun kullanılması; fakat noktalar arasında eğrilikler ya da bükülmeler ortaya çıkmış ise doğrusal olmayan bir fonksiyonun kullanılması daha uygun olacaktır. Ayrıca, doğrusal olmayan bu noktaların miktarları belirlenebilir ise fonksiyonların mertebeleri de belirlenebilmektedir. Bir noktadan bükülme ikinci mertebeden, üç iki noktadan bükülme ise üçüncü mertebeden bir fonksiyonun kullanılmasını gerektirmektedir (Yanık, 2019).

Regresyon analizinde, parametrelerin arasındaki doğrusal ya da doğrusal olmayan ilişkileri ifade eden regresyon denklemlerinin bir kısmına Denklem 8, 9, 10 ve 11’de yer verilmiştir:

Basit doğrusal regresyon:

$$Y = a + bX \quad (8)$$

Çoklu doğrusal regresyon:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n \quad (9)$$

Üstel regresyon:

$$Y = a + b_1^x \quad (10)$$

Doğrusal olmayan regresyon:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2^2 + b_3X_3^3 + \dots + b_nX_n^n \quad (11)$$

Kısaca, basit doğrusal regresyondan bahsetmek gerekir ise model bir adet bağımlı bir adet de bağımsız parametre içermektedir.

$$Y = \text{Bağımlı parametre (tahmini talep değeri)}$$

$$X = \text{Bağımsız parametre}$$

$$a = \text{Regresyon denkleminin sabit terimi}$$

$$b = \text{Regresyon katsayısı}$$

$$e = \text{Hata terimi}$$

Regresyon katsayısı b, bağımsız parametre X'deki bir birimlik artışın ya da azalışın bağımsız parametre Y'de yarattığı değişimi ifade etmektedir.

Fonksiyonun parametreleri a ve b'yi hesaplayabilmek için en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır. En küçük kareler yöntemi, noktalar kümesi için optimal eğrinin belirlenebilmesi nedeniyle kullanılmaktadır. Amaç, hata değerlerinin karelerinin minimum düzeyde tutulması ve parametreler için tahmini değerlerin hesaplanmasıdır. Başka bir deyiş ile en küçük kareler yöntemi ile hesaplanan tahmin değerlerinin gerçekleşen talep değerlerinden sapmalarının kareleri toplamının minimum seviyede tutulması hedeflenmektedir (http-5).

Hataların kareleri toplamını en küçükleyen doğrusal denklemin belirlenmesinin ardından talep tahmini gerçekleştirilebilir. Tahmin çalışması gerçekleştirilir iken değerine ulaşılması amaçlanan dönem no.su bağımsız parametre olan X'in yerine işlenir.

$Y=a+bX$ denklemindeki parametrelerin değerleri Denklem 12'deki formüller üzerinden hesaplanmaktadır:

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum x^2 - (\sum X)^2} \quad (12)$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n}$$

Burada:

X: Dönem numaraları

Y: Geçmiş talep değerleri

n: Geçmiş talep dönemi sayısı

2.2.5.2.2.2. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi; ileriki döneme ait değeri tahmin edilmeye çalışılan parametre ile bu parametre üzerinde etkili parametre ya da parametreler arasındaki ilişkiyi sınamak, varsa bu ilişkinin mertebesini ölçmek için yararlanılan istatistikî bir yöntemdir. Korelasyon analizinde hedef, bağımsız parametre X'in değiştiği anda

bağımlı parametre Y'nin hangi yönde değişim göstereceğini çözümlenmeye çalışmaktır. Korelasyon analizi neticesinde parametreler arasında ilişki olup olmadığı saptanır. Eğer varsa da mertebesi korelasyon katsayısı r ile bulunmaktadır. Parametreler arasında olumlu bir ilişkinin var olması halinde X parametresinin değerinde artış yaşanır iken Y parametresinde de aynı durumun yaşandığı; negatif bir ilişkinin var olması halinde ise parametrelerin bir tanesine ait değer artması halinde ise diğer parametreye ait değer azaldığı gözlemlenmektedir. Korelasyon katsayısı, bağımsız parametre X'in yerine tahmin edilmesi amaçlanan dönem no.ları işlenerek Denklem 13'teki şekilde hesaplanabilir:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (13)$$

Korelasyon katsayısı r, eksi ve artı bir aralığında değer almaktadır. Katsayı r'nin eksi bire yakın konumlanması, parametreler arasında güçlü bir olumsuz doğrusal ilişkinin varlığına; artı bire yakın konumlanması ise güçlü bir olumlu doğrusal ilişki olduğunun göstergesidir. Korelasyon ilişkileri, Denklem 14'teki şekilde özetlenebilir (Tanyaş ve Baskak, 2013):

$$0,9 \leq r < 1 \text{ aralığı: Çok güçlü bir ilişki} \quad (14)$$

$$0,7 \leq r < 0,9: \text{Sıkı bir ilişki}$$

$$0,4 \leq r < 0,7: \text{Orta dereceli bir ilişki}$$

$$0,2 \leq r < 0,4: \text{Zayıf bir ilişki}$$

$$0 \leq r < 0,2: \text{Çok zayıf bir ilişki}$$

2.2.5.2.2.3. Box Jenkins Yöntemleri

Box-Jenkins yöntemi, tek parametrelili zaman serilerinde tahmin çalışmalarının yapılması amacı ile kullanılmaktadır. Box-Jenkins yöntemleri kapsamında incelenecek modeller, eşit zaman aralıkları ile toplanan verilerden ortaya çıkan durağan ve durağan olmayan zaman serilerinin gelecek döneme ait tahmin modellerinin tesis edilmesi ve tutarlı sonuçlar elde edilmesi konusunda başarılı bir yaklaşım içerisindedir. Diğer tahmin yöntemlerine nazaran daha kompleks bir yapısı vardır. Box-Jenkins yönteminin uygulanacağı zaman serisi, durağanlık ve mevsimsellik bakımından incelenip değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak zaman serisinin karakteristik ve dinamikleri için optimal model seçilmektedir; bu nedenle Box-Jenkins, doğrusal filtreleme yöntemi olarak da nitelendirilmektedir (Aydın, 2019).

Box-Jenkins yöntemi şu aşamalardan oluşmalıdır (Manoj ve Madhu, 2012):

- Zaman serisinin durağan hale getirilmesi
- Modelin belirlenmesi
- Parametrelerin seçimi
- Modelin veri setine uygunluğunun test edilmesi
- Modelin tahmin çalışması için kullanılması

Box-Jenkins yöntemi ile tahmin edilmeye çalışılan zaman serisi modelleri ise şunlardır (Kaynar ve Taştan, 2009):

1. Otoregresif (AR) model
2. Hareketli ortalama (MA) modeli
3. Otoregresif hareketli ortalama (ARMA) modeli
4. Otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (ARIMA) modeli

2.2.5.2.2.3.1. Otoregresif (AR) Modeli

Çok parametrelili bir regresyon analizinde, araştırma konusu olan parametre doğrusal bir belirleyici sayesinde öngörülmektedir. AR bir modelde ise incelenen parametre, parametrenin geçmiş dönem verilerinin doğrusal bir kombinasyonunun kullanılması ile öngörülmektedir. Otomatik regresyonda, parametrenin yine kendisi ile arasındaki regresyon ifade edilmektedir AR (p) modellerinin denklemleri Denklem 15’te verilmiştir (http-2):

$$y_t = c + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (15)$$

Burada:

c: y_t 'nin ortalaması

$\varphi_{1,2,3,\dots,n} =$ Bilinmeyen otomatik regresyon parametreleri

ε_t : ortalaması sıfır, sabit varyansa sahip, otokorelasyonsuz rassal parametre

2.2.5.2.2.3.2. Hareketli Ortalama (MA) Modeli

Burada, parametrenin geçmiş dönem verileri yerine regresyona benzeyen, hareketli ortalamalı bir model ile geçmiş döneme ait tahmin hataları kullanılması söz konusudur. MA (q) modeli Denklem 16'da verilmiştir:

$$y_t = c + \varepsilon_t \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \varphi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q} \quad (16)$$

Burada:

c: Sabit parametre

$$\varepsilon_t \sim IID (0, \sigma^2)$$

Son tahminlerin ağırlıklı hareketli ortalaması y_t olarak kabul edilebilir. Ayrıca, hareketli ortalama modelleri, hareketli ortalama yöntemi ile karıştırılmamalıdır. Hareketli ortalama yöntemi ileriye dönük tahmin değerlerini hesaplamak için kullanılır iken hareketli ortalama modellerinde ise geçmiş dönem verilerinin trend döngüsü tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Denklemdaki $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ değerleri hata terimlerini; $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_q$ değerleri ise hata terimlerinin katsayılarını ifade etmektedir.

2.2.5.2.2.3.3. Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) Modeli

Genellikle zaman serileri yalnızca AR(p) veya MA(q) konseptleri tarafından modellenememektedirler; bu nedenle bu zaman serileri otoregresif ve hareketli ortalama modellerinin birleşmesi ile ortaya çıkan ARMA modeli olarak ifade edilmektedirler. AR ve MA modellerinden birinin kullanılması ile birçok parametrenin tanımlanmasını gerektiren veriler, AR ve MA modellerinin birleşimi olan ARMA modelinin kullanılması ile yalnızca birkaç parametre ile yapılandırılabilir (Özek, 2010).

Model, tahmin yapar iken p dönem önceki veri ile q dönem önceki hata değerini toplamaktadır. ARMA (p, q) modelleri Denklem 17'de verilmiştir:

$$y_t = c + \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \varphi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \varphi_q \varepsilon_{t-q} \quad (17)$$

Otoregresif süreç, verilerin zaman içerisinde sabit kalacağı varsayımına dayanmaktadır. Örnek olarak, bir haftada 2500 birimlik satış yapılmış ise farkın karşılanabilmesi için 2500 birim yerine koyulmalıdır. Fazla veya az satış yapılması durumunda ise süreç bu durumdan etkilenmez. Bu süreç, otomatik regresyon olarak nitelendirilmektedir. ARMA yönteminin hareketli ortalama konsepti serinin gecikmeli hata teriminin, mevcut hata terimine tesir etme hali olarak ifade edilmektedir (Adıyaman, 2007).

2.2.5.2.2.3.4. ARIMA Modeli

ARIMA yöntemi kullanılan zaman serilerinde üç temel parametre bulunmaktadır. Verilerin zaman içerisinde birbirine olan yakınlıklarını baz alarak birbirleri ile nasıl bir ilişki içerisinde olduklarını p parametresi ifade etmekte iken d parametresi ise zaman serisini durağan hale getirmek için kullanılmaktadır. Parametre q da zaman serisindeki aşırı sıçrama ve alçalmaları tanımlamak için geliştirilmiştir.

Durağanlık: Verinin durağan olabilmesi için sabit bir ortalama ve varyans değerine sahip olması gerekmektedir. Bir veri dizisi durağan değil ise d parametresi kullanılarak durağan hale getirilebilmektedir. Parametre d, veri dizisinin kaç kez fark işlemine uğradığını ifade etmektedir. Fark denklemi Denklem 18’de verilmiştir:

$$\Delta Y_t = Z_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (18)$$

$\Delta =$ Fark operatörü

$Z_t =$ fark işleminin uygulandığı serinin t anındaki tahmini değeri

Z_t , durağan bir seri oluşturuyor ise d parametresi 1 alınır; fakat seri durağan değil ise fark işleminin bir kez daha uygulanması gerekmektedir. Denklem 19 şu şekildedir:

$$\Delta^2 Y_t = W_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (19)$$

$$\Delta^2 Y_t = W_t = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})$$

2.2.6. Talep Tahmini ile İlgili Çalışmalar

Özdemir ve Özdemir, (2006) seramik üretimi alanında faaliyette bulunan bir işletmeden temin ettikleri verilere istinaden seramik ürünler için 2006'da oluşması beklenen aylık talep miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilecek optimal tahmin yöntemini belirlemek için hipotezler oluşturup analizler yapmışlardır. Çalışmalarında nicel yöntemlerin talep tahminlerinin yapılandırılmasındaki kullanılabilirliği ve kullanılacak olan nicel yöntemin belirlenmesinde veri seyirlerinin ve incelenmesi gereken parametrelerin önemine işaret edilmeye gayret gösterilmiştir. 1998 ve 2004 yıllarındaki veriler değerlendirilerek ulaşılan sonuçlara istinaden işletmenin seramik ürün grubu ile ilişkili mevsimsel farklılıklar oluşmadığına dikkat çekilmesinin ardından 2005 yılında gerçekleşen talep değerleri ile modelden elde edilen sonuçlar arasında bariz bir fark olmadığı yani model sonuçlarının gerçek değerler yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Analizler neticesinde de zaman serisi yöntemleri ile oluşturulan modelin 2006 yılı tahminleri ile yakın sonuçlar üretmediği; bu nedenle de çoklu regresyon analizi yönteminin kullanılmasının daha yerinde bir karar olacağı saptanmıştır. Çoklu regresyon analizi, talebe etki eden birden fazla parametrenin değerlendirilmesine olanak tanınması nedeniyle bu uygulamada daha sağlıklı ve kullanılabilir sonuçlar vermiştir.

Soysal ve Ömürgönülşen, (2010) çalışmalarında, turizm sektörü için bir talep tahmini çalışması gerçekleştirmişlerdir. Veri olarak 2000-2007 yılları arasında turizm işletme belgesine sahip işletmelerde ağırlanan toplam turist sayısı kullanılmıştır. Çalışmanın amacı eldeki veri için optimal tahmin yönteminin saptanması ve bu yöntem aracılığı ile 2008 yılında belirtilen belgeye sahip işletmelere gelecek turist sayısına ilişkin altı aylık öngöründe bulunmaktadır. Bunun için öncelikle zaman serisi analizlerinden hareketli ortalama, basit üstel düzeltim, Holt ve Winter yöntemlerinin sırası ile uygulanmasının akabinde sonuçlara istinaden yöntemlerin performansları kıyaslanmıştır. Değerlendirmeler sonucunda Winter'ın, mevsimsellik ve trend kavramlarını kapsaması ve aynı zamanda diğer zaman serisi analizlerine nazaran daha iyi performans göstermesi nedeniyle mevcut veri seti ile en uyumlu çalışabilecek yöntem olduğu tespit edilmiştir. Winter'ın optimal yöntem olarak belirlenmesinin

ardından, 2000-2007 yılları arasındaki aylık verilerin kullanılması ile 2008 yılının ilk altı ayındaki turist sayısı tahmin edilmiştir.

Çoban ve Özcan, (2011) Konya’da ileriki dönemde, hane halkı ve sanayi çerçevesinde oluşması beklenen doğalgaz talebi ile ilişkili bir tahmin çalışması yapmışlardır. ARIMA yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarına istinaden Konya’da, 2012 yılında, hane halkının doğalgaz tüketiminde aylar içerisinde dalgalanmalar gözlemleneceği neticesine varılmıştır. Bu dalgalanmalara aylık sıcaklık değerleri ve mevsimsellik gibi etmenlerin sebep olabileceği noktasında fikir birliğine varmışlardır ve talebin gerçekten bu etmenlere bağlı olarak doğru orantılı bir biçimde değiştiği gözlemlenmiştir. Mevsimsel etkiler nedeniyle belirli aylarda doğal gaz tüketiminin arttığı gözlemlenir iken belirli dönemlerde de bu durumun tam tersi gözlemlenmiştir. Bilhassa, kış ve bahar döneminde sıcaklık değerlerinin daha düşük olması nedeniyle doğal gaz tüketiminin arttığı neticesine ulaşılmıştır. Endüstri kanadındaki doğal gaz tüketimi ile ilişkili tahminlerde ise dalgalanmalar saptanmamıştır. Bunun nedeni ise mevsimsellik etkisinin talep üzerinde etkili olmaması ile açıklanmıştır. Endüstri kanadındaki doğal gazın tüketimi hane halklarından farklı olarak daha çok imalat amacı ile kullanılmaktadır; bu nedenle de tüketimde ciddi değişiklikler gözlemlenmemiş aksine artış eğilimi gözlemlenmiştir.

Özüdoğru ve Görener, (2015) İstanbul’da bir hastane tarafından sağlanan veriler neticesinde, 2010-2014 yılları arasında tüketilen enjektörlerin talep miktarları incelenerek ileriki döneme yönelik tahmin yapılmıştır. Elde edilen verilere Minitab yazılımında zaman serisi analizleri uygulanmış olup optimal tahmin yönteminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çeşitli tahmin yöntemleri kıyaslanarak veri setleri içerisinde en az hata payına sahip yöntemler belirlenmiştir. Seçilen yöntem ile bir sonraki sene için tahmin yapılmıştır. MAPE, MAE ve MSE olmak üzere toplamda üç hata ölçütü üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen hata değerleri incelendiğinde, üç ölçüt kapsamındaki en düşük iki hata değerine beşer aylık hareketli ortalama yönteminde ulaşılmış olup diğer en düşük hata değerine ise toplamsal Holt-Winters yöntemi ile ulaşılmıştır. Bulgular neticesinde, satın alma biriminin planlamalarında güncelleme yapılabilmesi sağlanmıştır.

Çakır, (2017) giyim sektöründe faaliyette bulunan işletmeler için sektörün dinamiği ile uyumlu, değişken içsel ve çevresel koşullar çerçevesinde esnekliğe ve

hareket kabiliyetine sahip, optimal tahmin yöntemini belirlemek hedefi ile talep tahminine dair bir çalışma yürütmüştür. Söz konusu araştırmanın verileri, kadın giyim sektöründe imalat yapan büyük ölçekli bir işletme tarafından sağlanmıştır. Veriler üzerinde aritmetik, hareketli ve ağırlıklı ortalama yöntemlerinin uygulanması ile gelecek yıla ait talep miktarları hesap edilmeye çalışılmıştır. Üç farklı yöntem üzerinden hesaplanmaya çalışılan tahmini talep değerleri ile gerçekleşen değerler kıyaslanmıştır. Kıyaslama neticesinde beden numaraları bazında oluşması beklenen talep miktarının tahmin edilmesi konusunda ağırlıklı hareketli ortalama yönteminin diğer yöntemlere nazaran gerçekleşen miktarlara en yakın sonuçları verdiği gözlemlenmiştir. Ürün renklerine göre oluşması beklenen talep miktarının tahmin edilmesinde ise ağırlıklı hareketli ortalama yönteminin gerçekleşen değerlere en yakın sonuçları verdiği gözlemlenmiştir.

Odabaş, (2019) çalışmasında Düzce’de tekstil üzerine üretim yapan büyük ölçekli bir firma için talep tahmini uygulaması gerçekleştirmiştir. Firma tarafından temin edilen veri setine çoklu doğrusal regresyon analizi, basit doğrusal regresyon analizi ve ağırlıklı hareketli ortalama yöntemleri uygulanmıştır. Çoklu doğrusal regresyon analizi Eviews ve Weka yazılımları, tek parametrelili doğrusal regresyon analizi Minitab yazılımı ve ağırlıklı ortalama yöntemi de MS Excel kullanılarak sonuçlandırılmıştır. Çoklu doğrusal regresyon analizinden elde edilen tahmin sonuçları ile gerçekleşenler arasında oranlama yapıldığında tahmin başarı yüzdesinin Eviews yazılımında %90,6, Weka programında ise %96,52 olduğu belirlenmiştir. Basit doğrusal regresyon analizinden elde edilen tahmin sonuçları ile gerçekleşen değerler arasında oranlama yapıldığında tahmin başarı yüzdesinin Minitab yazılımında %81 olduğu saptanmıştır. Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi ile tahminleme yapmaya çalışılır iken alanyazında sıklık ile kullanıldığı şekilde son ay için ağırlık katsayısı onda beş, ondan da bir önceki ay için ağırlık katsayısı onda üç ve sondan üçüncü ay için ağırlık katsayısı onda iki olarak kabul edilmiştir. Ağırlıklı hareketli ortalama yönteminden elde edilen tahmin sonuçları ile gerçekleşen değerler arasında oranlama yapıldığında çalışmanın tahmin başarı yüzdesinin %93,64 olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi ile basit doğrusal regresyon analizi yöntemine nazaran daha başarılı bir sonuç elde edilmiştir; fakat başarı oranlarına bakıldığında firma her iki yöntemi de kullanabilecektir.

Şahin, (2019) imalatını parlak ve vasıflı çelik alanında yoğunlaştırmış bir işletmede talep tahmini çalışması yapmayı amaçlamıştır; bu nedenle satış hacmi en yüksek üç markanın kapsamındaki toplam 1.995 farklı ürünün toplam 116 aylık geçmiş satış rakamlarından yararlanarak bir sonraki 52 aylık dönem için muhtemel talebi tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışması kapsamındaki verilere çoklu regresyon analizi ve Holt-Winters üstel düzeltimi yöntemlerini uygulamıştır. Çalışmada, 2018-2019 yılları arasında sırasıyla eylül ve haziran ayları arasındaki periyotta gerçekleşen değerler ile tahmini değerlerin hata ve başarı yüzdelerine odaklanılmıştır. Çoklu regresyon analizinde, MAPE ölçütü kapsamında %23,65’lik bir hata yüzdesi tespit edilirken %76,35 seviyesindeyse başarı elde edilmiştir. Holt ve Winters yöntemlerindeki başarı oranları sırasıyla %51,10 ve %45,15 olarak ölçülmüştür. Başvurulan yöntemler arasında, başarı sonucu ve tahmin gücü en yüksek olan çoklu regresyon analizi yönteminin uygulanmasına karar verilmiştir.

3. YÖNTEM-BULGU VE YORUMLAR

Bu çalışma, elektromekanik sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Üretilen güç transformatörlerine ait geçmiş yıllarda gerçekleşen satış değerlerinden oluşan bir serinin karakteristiğini analiz edip, bu analiz neticesinde de sonuçlara en iyi uyum sağlayan kantitatif yöntemi kullanarak güç transformatörleri için oluşması beklenen talep miktarını tahmin etmek amacıyla yapılmıştır. Transformatörler, elektrik enerjisinin gerilim ve akım değerini, ihtiyaca uygun şekilde değiştirebilen makinelerdir ve Elektrikli Makine ve Cihazlar Sektörü içinde önemli bir yere sahiptir.

3.1. Araştırmanın Modeli

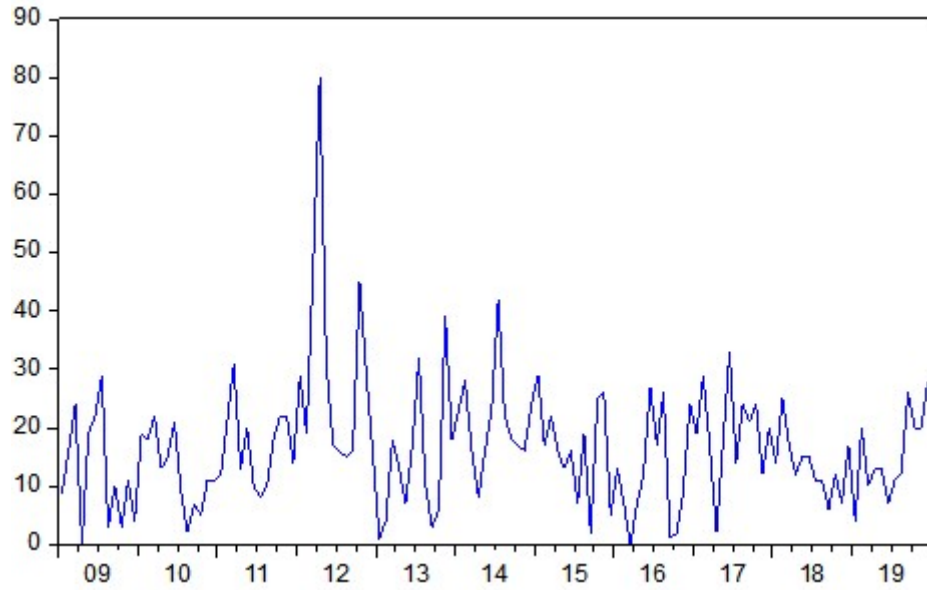
Talep tahmini yapmak amacıyla elde edilen geçmiş dönem verilerine ilişkin öncelikle tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış daha sonra Box Jenkins yöntemleri ile tahminleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Diğer tahmin yöntemlerine göre daha kompleks bir yapısı olan Box-Jenkins yöntemleri zaman serisinin, durağanlık ve mevsimsellik bakımından incelenip değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

3.2. Verilerin Toplanma Süreci

Hakkında tahmin çalışması yürütülen ürün grubuna ait veriler işletme yetkilileri tarafından sağlanmış olup çalışma, 2009:01 ve 2019:12 dönemi içinde yer alan 132 adet gözlem değeri üzerinden yapılmıştır.

3.3. Verilerin Analizi

Çalışmada, güç transformatörlerinin satış miktarına ilişkin 2009:01 ve 2019:12 dönemi içinde yer alan 132 adet gözlem değeri dikkate alınmıştır. Zaman Yolu grafiği aşağıda verilen Şekil 30'da gösterilmektedir.



Şekil 30. Güç Transformatörleri Zaman Yolu Grafiği

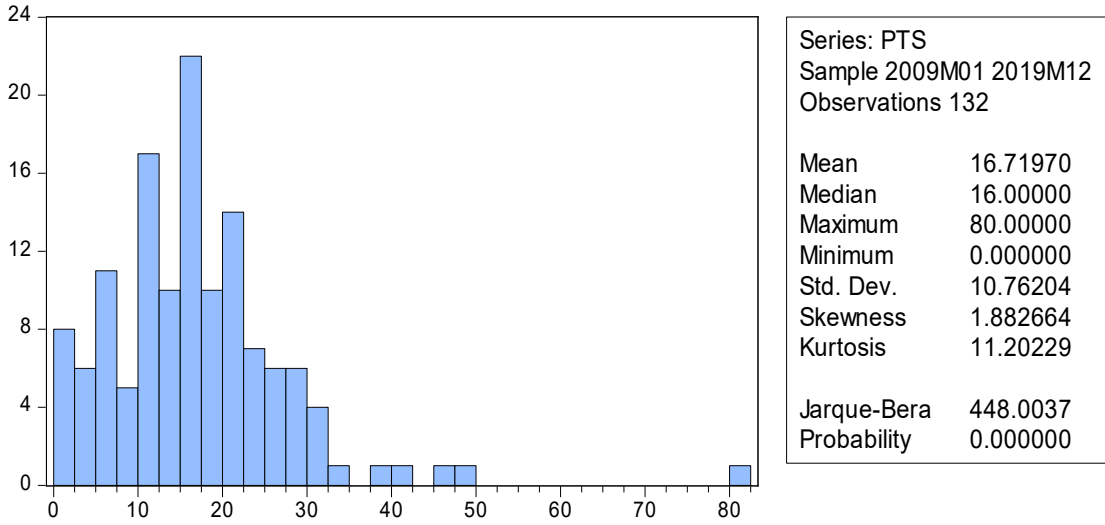
Seriye ilişkin grafik serinin durağan olduğu izlenimini vermektedir; fakat bazı dönemlerde aykırı değerler dikkat çekmektedir. Seriye ilişkin tanımlayıcı istatistik verileri aşağıda verilen Çizelge 3’te sunulmaktadır.

Çizelge 3. Serinin Tanımlayıcı İstatistik Verileri

Ortalama	16.71970
Medyan	16.00000
Maksimum	80.00000
Minimum	0.000000
Standart sapma	10.76204
Çarpıklık	1.882664
Basıklık	11.20229
Jarque Bera Olasılığı	0.0000

Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde güç transformatörlerinin satış miktarına ilişkin ortalama değer 16.71 ve medyan değerinin 16 olduğu görülmektedir. Çarpıklık, basıklık ve Jarque Bera olasılık değeri sonuçlarına göre seri

normal dağılım özelliği göstermemektedir. Seriyeye ilişkin grafik aşağıda verilen Şekil 31’de görülmektedir.



Şekil 31. Serinin Tanımlayıcı İstatistik Verilerinin Grafiği

Tanımlayıcı istatistiklerin değerlendirilmesinin ardından yapılan analizlere ilişkin karar vermek için öncelikle serinin durağanlığı incelenmiştir.

Bu çalışmada, güç transformatörleri satışları serisinin birim kök testi için Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF), Philips-Perron (PP) ve Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin (KPSS) testleri uygulanmıştır. (Dickey ve Fuller, 1979; Philips ve Perron 1988, Kwiatkowski, Philips, Schmidt ve Shin 1992). Test sonuçları aşağıda verilen Çizelge 4’te görülmektedir.

Çizelge 4. Birim Kök Durağanlık Testleri (Trendli Test Sonuçları)

		DÜZEY			
		ADF	PP	KPSS	
PTS	t-istatistiği	-7.924200	-7.875100	0.137009**	
	Olasılık	0.0000*	0.0000*		
	Kritik Değer	%1	-3.480818	-3.480818	0.739000
		%5	-2.883579	-2.883579	0.463000
		%10	-2.578601	-2.578601	0.347000

* ADF ve PP için olasılık değeri, 0.05’ten büyük ise H_0 hipotezi (H_0 : Seri durağan değildir) kabul edilir, seri durağan değildir. Olasılığın 0.05’ten küçük olduğu durumda ise H_0 hipotezi reddedilir.

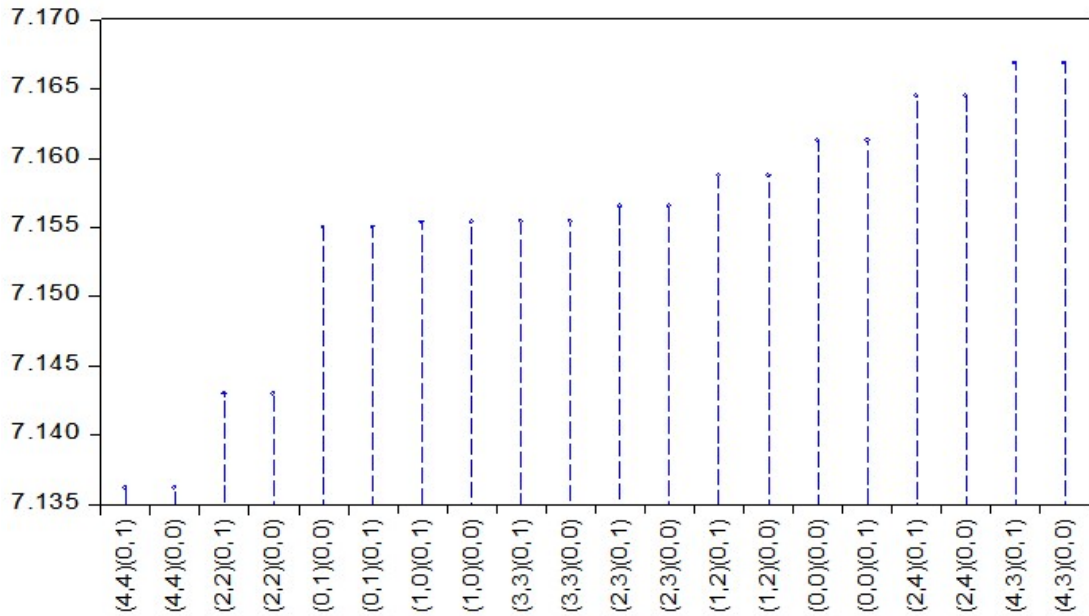
** KPSS için hesaplanan LM istatistik değeri %1 düzeyindeki kritik değerden küçük olduğunda H_0 hipotezi (H_0 : Seri durağandır) kabul edilir.

Tabloya göre, PTS serisinin düzeyde durağanlık ADF, PP ve KPSS birim kök testi sonucu %1, %5 ve %10 anlam düzeylerindeki kritik değerlerle karşılaştırıldığında durağandır. Dolayısıyla seri her üç test için de $I(0)$ 'dır. PTS serisi durağandır ve $I(0)$ sürecine sahiptir.

Serinin durağanlığının incelenmesinde korelogram görüntüsüne de bakılabilmektedir. Eğer Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) geometrik olarak azalırken Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF) için anlamlı gecikmeler bulunuyorsa AR modeli tahmin edilebilir. Tam tersi görüntü de MA modeline işaret etmektedir. Her iki fonksiyonda da geometrik azalma görünüyorsa ARMA modeli kullanılmaktadır (Bozkurt, 2013: 181).

PTS serisinin aylık verilerle düzenlenmiş olmasından dolayı mevsimsellik içerme durumunun incelenebilmesi için ayrıca yapılan denemelerde mevsimsel parametreler de kullanılmış ve 12 mevsimsel periyod ile çalışılmıştır.

Düzye değerlerine ilişkin korelogram görüntüsü EK-1'de verilmektedir. Korelogram görüntüsüne göre ACF ve PACF değerlerinin anlamlı olduğu gecikmeler gözlenebilmektedir. Kesin kararın verilmesi için Akaike Bilgi Kriterlerine (AIC) göre seçim yapılmıştır. Alternatiflere ilişkin AIC değerleri aşağıda verilmekte olan Şekil 32'de görülebilmektedir.



Şekil 32. Alternatif AIC değerleri

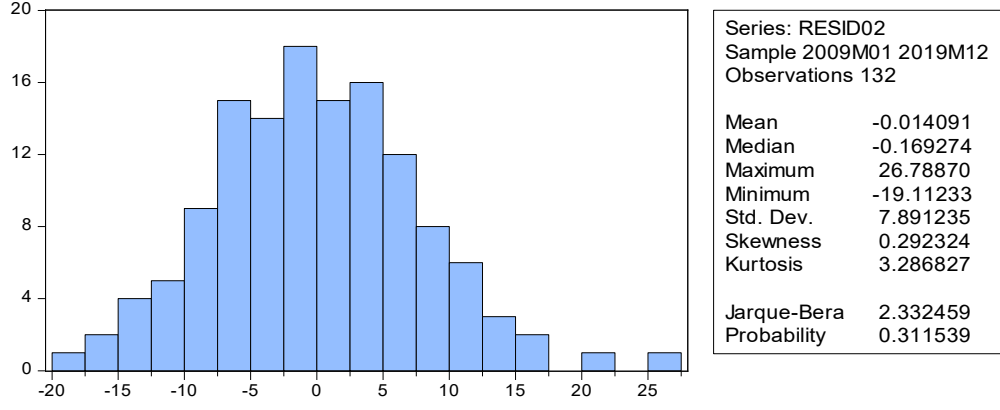
En düşük AIC kriterine göre alternatif modeller arasından en iyi seçimin 7.13627 AIC değerine sahip olan ARMA(4,4) x SMA(1)12 modeli olduğuna karar verilmiştir. Kurulan 50 modele ilişkin kriter değerleri EK- 2’de “Alternatif Modeller” başlıklı tabloda verilmektedir. Model tahminlerinin sonuçları da Çizelge 5’ten görülebilmektedir.

Çizelge 5. Model Tahminlerinin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	T istatistiği	Olasılık
Sabit Terim (c)	15.59907	0.891039	17.50660	0.0000
Kukla Değişken	38.39092	2.953495	12.99847	0.0000
AR(1)	-0.404994	0.086186	-4.699091	0.0000
AR(2)	-0.457775	0.090221	-5.073921	0.0000
AR(3)	-0.433998	0.096969	-4.475630	0.0000
AR(4)	-0.831789	0.120255	-6.916895	0.0000
MA(1)	0.541879	77.72067	0.006972	0.9944
MA(2)	0.596306	105.4550	0.005655	0.9955
MA(3)	0.541877	115.5032	0.004691	0.9963
MA(4)	0.999995	353.5997	0.002828	0.9977
SMA(12)	-0.021217	0.124388	-0.170571	0.8648
SIGMASQ	61.80003	1817.519	0.034002	0.9729

Elde edilen modelde; sabit (c), kukla (dummy) ve AR katsayılarının olasılık değerleri 0,05’ten küçük olduğu için katsayılar anlamlıdır. Modele ilişkin R^2 değeri (R-squared) 0.462347 iken düzeltilmiş R^2 değeri (Adjusted R-squared) 0.413063 olarak elde edilmiştir. Modele ilişkin F-istatistiği 9.381131 iken olasılık değeri 0,00 olarak elde edilmiştir. Modele ilişkin kriter değerleri ve AR ve MA kök değerleri EK- 3’te “ARMA Modeli” tablosunda verilmektedir.

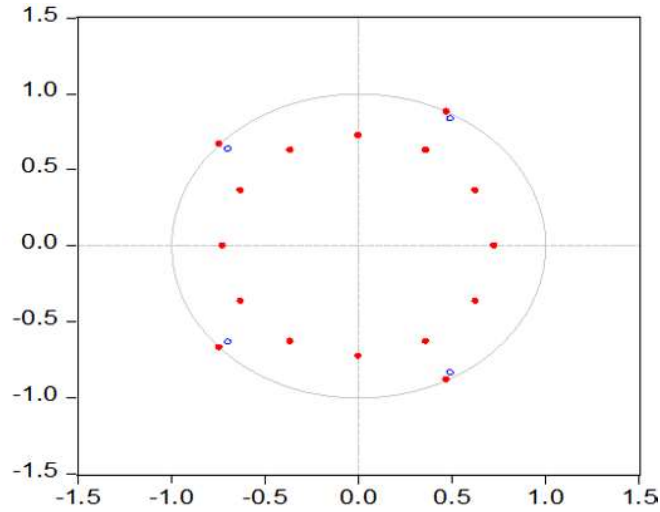
Modelin artık değerlerine ilişkin elde edilen artık değerleri analiz edilmiştir. Normallik testi yapılmış ve korelogramı incelenmiştir. Test sonuçları Şekil 33’te verilmektedir.



Şekil 33. Artık Değerler Analizi

Jarque-Bera olasılık değeri ($0,311 > 0,05$) olduğundan artıkların dağılımı normaldir. Korelogram grafiğine göre ise istatistik değerleri uygundur. Korelogram grafiği EK-4'te verilmiştir.

Modelin istikrarını kontrol edebilmek için AR polinomunun ters kökleri incelenmektedir. Ters köklerin çemberin içinde olması ya da modül değerlerinin 1'den küçük olması istikrarı göstermektedir. Şekil 34'te verilen polinoma bakıldığında bütün ters kökler birim çemberin içinde yer almaktadır. Elde edilen koordinat değerleri ise EK-5'te verilmiştir.



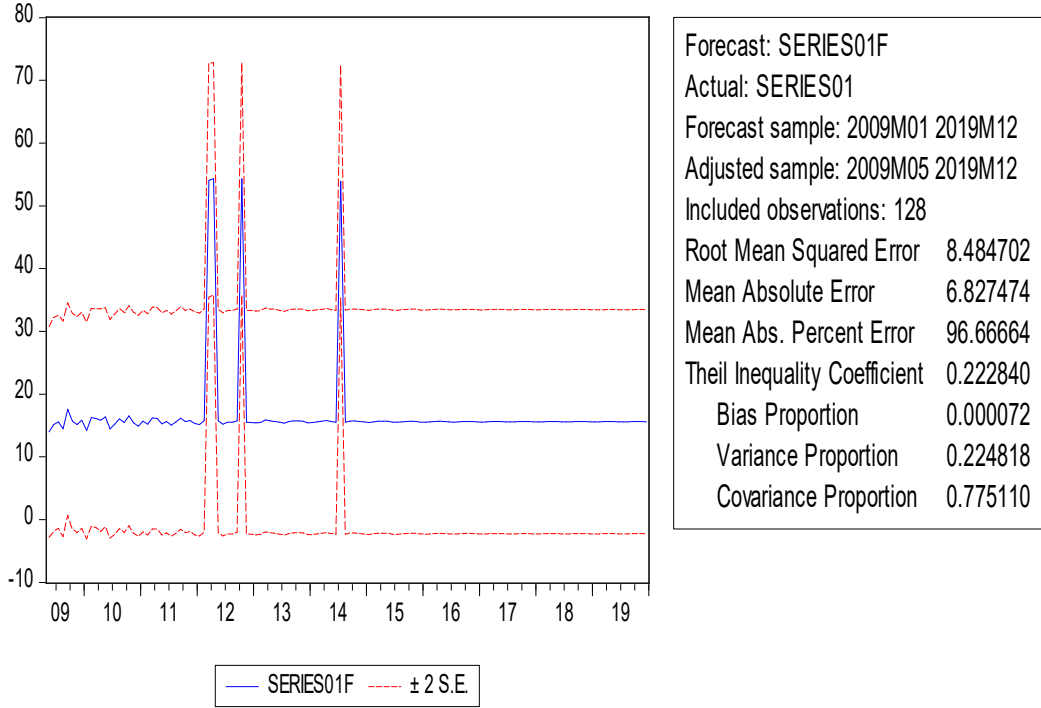
Şekil 34. AR/MA Polinomları için Ters Kök Denetimi

Modele ilişkin gerçek ve ARMA modeli korelogramları ile yanıt değerleri EK-6'da verilmektedir.

Tahminleme aşamasında dikkate alınan performans kriterleri şunlardır:

- Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü [Root Mean Square Error (RMSE)]
- Mutlak Hata Oranları Ortalaması [Mean Absolute Percentage Error (MAPE)]
- Theil Eşitsizlik Katsayısı

Performans kriterleri için elde edilen değerler Şekil 35’te verilmektedir.



Şekil 35. Performans Kriterleri

RMSE, MAPE ve MAE değerlerinin küçük olması beklenmektedir. Bu değerlere ait formüller Denklem 20, 21 ve 22’de verilmiştir [İlgili denklemlerde; y_t değeri gerçek değerleri, \hat{y}_t değeri tahmini değerleri, T değeri ise tahmin sayısını ifade etmektedir (Şahan ve Okur, 2016. 65)]:

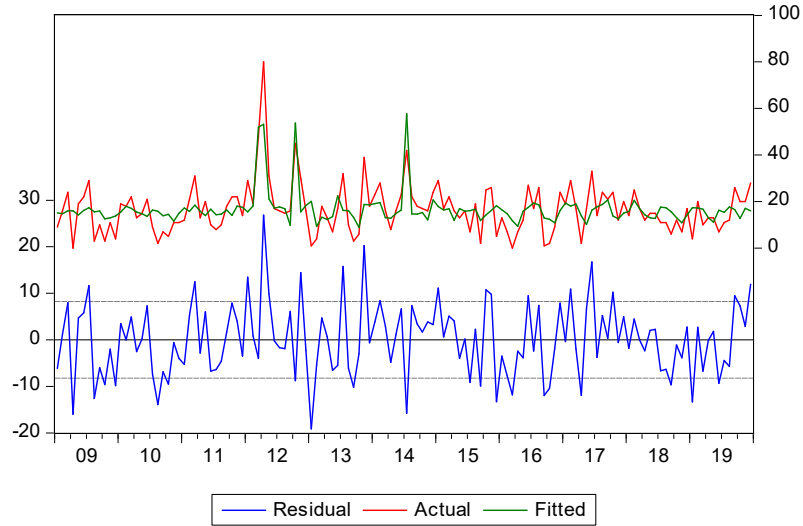
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2} \quad (20)$$

$$MSE = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (21)$$

$$MAPE = \frac{1}{T} \sum \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| * 100 \quad (22)$$

- **Theil eşitsizlik katsayısının** sıfıra yakın bir değer alması beklenmektedir.
- **Bias proportion** değeri sistematik hataya işaret etmektedir. Sıfıra yakın olması sonuçların güvenilir olduğunu göstermektedir.
- **Variance proportion** değeri serideki değişkenliğin ne kadar öngörülebildiğini ifade etmektedir. Serinin değeri, burada elde edilen yüzde değeri kadar öngörülememiş olarak kabul edilmektedir; bu nedenle ilgili değer küçük olması beklenmektedir.
- **Covariance proportion** değeri sistematik olmayan hatayı göstermektedir. Diğer katsayılara nazaran daha büyük bir “covariance proportion” değerinin elde edilmesi gerçekleşen hatanın sistematik olmadığına işaret etmektedir; bu nedenle bu değer büyük olması istenmektedir (Bozkurt, 2013: 188).

Şekil 35’te yer alan grafikte de verildiği gibi tahmini olarak elde edilen son dönem değerlerinin 15.5990 birimlik satışı öngördüğü belirlenmiştir. Önümüzdeki 3-6 aylık planlama dönemi için bu değer dikkate alınması uygun olacaktır. Daha sonraki dönemler için tahminleme çalışması tekrarlanabilir. Artık, gerçekleşen ve tahmin değerlerinin karşılaştırma sonuçları Şekil 36’da verilmektedir.



Şekil 36. Karşılaştırma Grafiği

Elde edilen grafiğe göre serilerin birbiriyle örtüşme durumu izlenebilmektedir. Grafiğin görünümüne göre tahmin serisinin orijinal seriyi izlediği söylenebilmektedir. Kukla değişken kullanılması nedeniyle sapan değerler de tahmin edilebilmiştir.

Buradaki sonuçlara göre, model doğru belirlenmiştir ve sistematik bir hata bulunmamaktadır. Sistematik olmayan hata yüzdesi ise 0,77 kadar iken serideki değişkenliğin %77'lik kısmı öngörülebilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Plan, gerçek ya da tüzel kişilerin ileriki bir zaman diliminde gerçekleştirmeyi arzuladıkları hedeflerine ulaşmak için kullandıkları yol haritası olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle plan, bir amacın gerçekleştirilebilmesi için alınan sistemsal kararlar bütünüdür. Karar vermek ile yükümlü olan bütün işletmeler gerek ekonomik gerekse kurumsal gelişimlerini sağlamak ve sürdürülebilir kılmak için planlama yapmak ve gelecek senaryoları hakkında öngörü yapmak durumundadırlar.

Talep tahmini; çeşitli gelecek senaryolarının akademik alanda kabul gören bir güvenilirlik seviyesi ile tahmin edilmesini, bunlar için gerek var ise tedbirlerin alınıp adımların atılmasını, uygulama aşamasında ise incelenen veri setinin karakteristiğine en uygun tekniğin seçilip kullanılmasını gerektirmektedir. Bu şekilde yürütülen, sağlıklı bir analiz neticesinde geleceğin bilinmez, menfi senaryoları için detaylıca planlanmış, sıkı önlemler alınabilir.

Günlük yaşantımızın neredeyse her anında kullandığımız elektrik bize ulaşmaya dek birçok aşamadan geçer. Enerji hatları ile taşınan elektriğin çoğunluğu işyerlerinde ve evlerde kullanılmaktadır. Elektrik, aynı zamanda çağdaşlaşmanın da önemli bir emaresi olup yaşantılarımızda aslında tam anlamıyla fark edemediğimiz kadar büyük bir öneme sahiptir. Sağlık, trafik, ulaşım, eğitim, spor, ticaret, teknoloji, haberleşme, güvenlik, su, enerji, imalat, basın-yayın sektörleri elektriğe bağımlı olarak faaliyet gösteren alanlardan sadece ilk akla gelenlerdir.

Şu anda bir çoğumuz, elektriğin hayatımızın ne denli büyük bir bölümünü kapsadığının farkında değiliz. Bizler, hayatımıza bu denli ve doğrudan katkı sağlayan elektrik enerjisini ne yazık ki üretildiği andan itibaren kullanamıyoruz. Rüzgâr ya da güneş enerjisi gibi farklı kaynakları kullanarak farklı yollar ile santrallerde üretilen elektrik enerjisinin gerilimi öncelikle transformatör merkezlerinde yükseltilir. Daha sonra, uzun mesafeler kat edip verimli bir şekilde şehirlere ulaştırılması gerekmektedir; bu nedenle de elektrik enerjisi transformatör merkezlerinden elektrik iletim hatlarına gönderilir. Bu iletim hatları genellikle yüksek gerilim hatları olarak

isimlendirilirler. Elektrik, mahalledeki transformatör merkezlerine ulaştıktan sonra elektriğin voltajı düşürülür. Voltajı düşürülen elektrik enerjisi evlere taşınmadan önce mahallelerdeki dağıtım hatlarına yönlendirilir. Burada da elektriğin kutuplar arası gerilimi düşürülür; evlerimize ulaştırılır.

Transformatör olarak adlandırılan makinaların; elektrik, evlerimize ulaşana kadar kat edilen bu uzun ve meşakkatli süreç içerisinde önemi gerçekten büyüktür. Tüm bunların yanı sıra, transformatörler artık hemen hemen her elektronik cihazın içinde bulunmakla kalmayıp belki de önemini ancak yokluğunda anlayabileceğimiz bir boşluğu doldurmaktadır.

Çalışmamız kapsamında öncelikle güç transformatörlerinin geçmiş 132 aya ilişkin satış miktarlarının zaman yolu grafiğini oluşturulup incelenmiştir. Serinin durağan bir görüntüsü olmasına rağmen aykırı değerler olduğu gözlemlenmiş olup tanımlayıcı istatistik verileri çıkarılmış ve buradan hareket ile ortalama ve medyan değerlerinin 16 olduğu saptanmıştır. Tanımlayıcı istatistik verilerin incelenmesinin ardından ise serinin durağan olup olmadığı incelenmiştir. Birim kök testleri kapsamında veri setine ADF, PP VE KPSS testleri uygulanmıştır. Testler sonucunda serinin durağan olduğu kanıtlanmıştır. Serinin durağanlığını incelemek için ayrıca korelogram görüntüsü de değerlendirilmiştir. Korelogram üzerine yapılan değerlendirmeler neticesinde ACF ve PACF değerlerinin anlamlı olduğu gecikmeler yakalanabilmiştir; fakat kesin kararın verilebilmesi için Akaike Bilgi Kriter'lerine başvurulmuştur. Bunun sonucunda, alternatif modeller arasından en iyi seçimin 7.13627 (en düşük) değerine sahip olan ARMA (4,4) x SMA (1)12 modeli olduğuna karar verilmiştir. Modeldeki; c, dummy ve AR katsayılarının olasılık değerlerinin .05'ten küçük yani anlamlı olduğu saptanmıştır. AR-MA denklemlerine bakıldığında bütün ters köklerin birim çemberin içerisinde olduğu saptanmış olup modelin istikrarı kanıtlanmıştır. Performans ölçümlerinde RMSE, MAE, MAPE ve Theil eşitsizlik katsayısı ölçütlerinden yararlanılmıştır.

Sonuçlara göre, model doğrudur ve sistematik bir hataya rastlanmamıştır. Sistematik olmayan hata %77 kadar iken serideki değişkenlik %77 ile tahmin edilebilmiştir. Ele edilen sonuçlar işletmenin yönetimi ile de paylaşılmıştır.

Bu sonuçlar, Box-Jenkins yöntemlerinin transformatör üretimi talep tahmini çalışmalarında kullanılmasının uygun olduğunu göstermektedir. Bu çalışma ile

kantitatif tahminleme yöntemlerinin kullanımının bu sektör planlama çalışmalarında destekleyici bir araç olarak kullanılabileceği gör÷lmektedir. Benzer yaklaşımlar farklı sektörler için de kullanılabilir ve yararlı sonuçlar sunabilir.

KAYNAKÇA

- Adıyaman, F. (2007). *Talep Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Anderson, D. and McNeill, G. (1992). *Artificial Neural Networks Technology. a DACS (Data & Analysis Center for Software) State-of-the -Art Report*, Contract Number F30602-89-C-0082. New York.
- Aydın, M. R. (2019). *Perakende sektöründe talep tahmini*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aykan, R., Hacıyev, Ç. ve Çalışkan, F. (2006). EKF ve yapay sinir ağları ile uçak kanat buzlanmalarının tespiti ve yeniden şekillendirilebilir kontrol. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 5 (2), 122-132.
- Bal, B. (2015). *Talep tahminleme ve planlama; perakende sektörü, e-ticaret uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Benli, Y. K. ve Yıldız, A. (2014). Altın fiyatının zaman serisi yöntemleri ve yapay sinir ağları ile öngörüsü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 42, 213-224.
- Bergmeir, C., Hyndman, R.J. and Benítez, J.M. (2016) Bagging exponential smoothing methods using STL decomposition and Box-Cox transformation, *International Journal of Forecasting, Elsevier*, 32, 303-312.
- Bircan, H. ve Karagöz, Y. (2003). Box Jenkins Modelleri ile Aylık Döviz Kuru Tahmini Üzerine Bir Uygulama *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(6), 49-62.
- Box, G.E., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. and Ljung, G.M. (2016). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. New Jersey: John Wiley & Sons Incorporated.
- Bozkurt, Hilal Yıldız (2013), Zaman Serileri Analizi, 2. Baskı, Ekin Kitapevi.
- Brewer, E. W. (2007). *Delphi technique. in the encyclopaedia of measurement and statistics-1*, USA: SAGE.
- Bulu, M., Eraslan, İ. H., ve Kaya, H. (2006). Türk elektronik sektörünün rekabetçilik analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 5 (9), 49-66.
- Bulut, Ş. (2006). *Orta ölçekli bir işletmede talep tahmin yöntemlerinin uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Calp, M. H. (2019). İşletmeler İçin Personel Yemek Talep Miktarının Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Tahmin Edilmesi. *Politeknik dergisi*, 22(3), 675-686.
- Çakır Aydın, M. (2017). *Giyim endüstrisinde talep tahmin yöntemlerinin uygulanması: Örnek bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Chatterjee, S. and Price, B. (1977). *Regression Analysis by Example*. New York: John Wiley and Sons.

- Christou, I.T. (2012). *Quantitative Methods in Supply Chain Management*. London: Springer-Verlag London Limited.
- Çoban, O. ve Özcan, C.C. (2011). Sektörel Açıdan Enerjinin Artan Önemi: Konya İli için Bir Doğalgaz Talep Tahmini Denemesi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11 (22), 85-106.
- Çuhadar, M. (2014). Muğla İline Yönelik Dış Turizm Talebinin Modellenmesi ve 2012-2013 Yılları için Tahminlenmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 12, 1-22.
- Dedeoğlu, T. (2019). *Sağlık sektöründe talep tahmini*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Demirdöğen, O. (1998). Talep Tahmininde Monte-Carlo Simülasyon Tekniğinin Kullanılması. *Turizm Araştırma Dergisi*, 15(1), 25-30.
- Devlet Planlama Teşkilatı. (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrikli Makinalar Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara, Devlet Planlama Teşkilatı.
- Devlet Planlama Teşkilatı. (2007). Dokuzuncu Kalkınma Planı Elektronik ve Elektrikli Makinalar Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara, Devlet Planlama Teşkilatı.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Efe, Ö. ve Kaynak, O. (2004). *Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Duru, Ö. (2007). *Zaman Serileri Analizinde Arıma Modelleri ve Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü Otomotiv, Makine, Elektrik ve Elektronik Ürünler Daire Başkanlığı. (2016). Elektrikli Makineler ve Kablolar Sektörü. Ankara, Ekonomi Bakanlığı.
- Goodwin, P. (2010) The Holt–Winters approach to exponential smoothing: 50 years old and going strong. *Foresight*, 19, 30-33.
- Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Risk Yönetimi ve Kontrol Genel Müdürlüğü Ekonomik Analiz ve Değerlendirme Dairesi. (2013). Elektrikli Teçhizat Sektörü. Ankara, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı.
- Hanke, J.E. and Wichern, D.W. (2009). *Business Forecasting*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Irmak, S., Köksal, C. D. ve Asilkan, Ö. (2012). Hastanelerin Gelecekteki Hasta Yoğunluklarının Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(1), 101-114.
- Jain, C.L. and Malehorn, J. (2012). *Fundamentals of Demand Planning & Forecasting*. New York: Graceway Publishing Company Inc.
- Karahan, M. (2015). Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini: ARIMA ve YSA Metodunun Karşılaştırmalı Analizi. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 15(2), 165-172.

- Kayım, H. (1985). *İstatistiksel ön tahmin yöntemleri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları.
- Kaynar, O. ve Taştan, S. (2009). Zaman serisi analizinde MLP yapay sinir ağları ve ARIMA modelinin karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33, 161-172.
- Korkut, D. (2019). *Yapay sinir ağları yöntemi ile talep tahmini ve ayakkabı sektörüne uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. CB., Schmidt P., Shin Y. (1992), Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root, *Journal Of Econometrics* (54), 159-178.
- Makridakis, S. and Wheelwright, S.C. (1979). *Forecasting Methods and Applications* New York: John Wiley and Sons.
- Malhotra, M., Ritzman, L.P. and Krajewski, L.J. (2013). *Operations Management, Processes and Supply Chains* (Çev: S. Birgün) Ankara: Nobel Yayın.
- Manoj K. and Madhu A. (2012). An Application Of Time Series ARIMA Forecasting Model for Predicting Sugarcane Production in India. *Studies in Business and Economics*, 9(1), 81-94.
- Mentzer, John T. and Mark A. Moon. (2005). *Sales Forecasting Management: A Demand Management Approach*. London: SAGE Publications.
- Odabaş, S. (2019). *Tekstil Sektöründe İhracat Yapan Bir Firmada Talep Tahmini Uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük: Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Olgun, S. (2009). *Tedarik zinciri yönetiminde talep tahmini yöntemleri ve yapay zeka tabanlı bir talep tahmini modelinin uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Orhunbilge, N. (1996). *Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi*. İstanbul: Avcıol Basım Yayınevi
- Orhunbilge, N. (1999). *Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri*. İstanbul: Avcıol Basım Yayınevi.
- Özdemir, A. ve Özdemir, A. (2006). Talep Tahminlemede Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Seramik Ürün Grubu Firma Uygulaması. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 6(2), 105-114.
- Özek, T. (2010). *Zaman Serisi Modelleri Üzerine Bir Simülasyon Çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özoğuz, K. (1986). Zaman Serilerinde Trend Fonksiyon Tipinin Belirlenmesi ve Yorumu. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 42, 1-4.
- Özudoğru, A.G. ve Görener, A. (2015). Sağlık Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi*, 27, 37-53.

- Palit, A.K. and Popovic, D. (2005) *Computational intelligence in time series forecasting: Theory and engineering applications*. New Jersey: Springer Verlag.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., and Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of Information Technology Education Research*, 6(1), 1-21.
- Soysal, M. ve Ömürgönülşen, M. (2010). Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 21(1), 128.
- Şahan, M., ve Yüksel, Okur. (2016). Akdeniz Bölgesine Ait Meteorolojik Veriler Kullanılarak Yapay Sinir Ağları Yardımıyla Güneş Enerjisinin Tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 11(1), 61-71.
- Şahin, B. (2019). *Vasıflı ve parlak çelik sektöründe çoklu regresyon analizi ile talep tahmini uygulaması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük: Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şen, A. B. ve Kaba, G. (2009). Öncü Göstergeler Kullanımının Tahminin Doğruluğuna Etkisi: Türk Otomotiv Pazarı Üzerine Bir Araştırma. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(2), 397-411.
- Tanyaş, M. ve Baskak, M. (2013). *Üretim Plânlama ve Kontrol*. İstanbul: İrfan Yayıncılık.
- Tekin, M. (2009). *Üretim Yönetimi* Cilt 1 (6. Baskı). Konya: Günay Ofset.
- Teknoloji, Bilim ve Sanayi Bakanlığı, Türkiye Elektrik ve Elektronik Sektörü Strateji Belgesi Eylem Planı 2012-2016. (19 Aralık 2012). Resmî Gazete, 28502.
- Yakar, H. (2019). *Ortaokul düzeyinde iklim okuryazarlığı yeterliliklerinin Delphi tekniğiyle belirlenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yanık, E. (2019). *İş makinaları sektöründe yapay sinir ağları ile talep tahmini uygulaması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

http-1:

<https://productphilosophy.com/zaman-serisi-analizi/> (Erişim Tarihi: 16.12.2019)

http-2:

<https://otexts.com/fpp2/> (Erişim Tarihi: 22.12.2019)

http-3:

<https://faculty.psau.edu.sa/filedownload/doc-12-pdf-0a64dcdecbcd89c8d0f1540e08ec12091-original.pdf> (Erişim Tarihi: 22.12.2019)

http-4:

<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/stat-data/forecast.htm> (Erişim Tarihi: 15.12.2019)

http-5:

<http://www.istatistik.gen.tr/?p=83> (Erişim Tarihi: 19.12.2019)

EK-1 PTS Serisinin Korelogramı

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.340	0.340	15.609	0.000
		2	0.075	-0.045	16.382	0.000
		3	-0.028	-0.045	16.493	0.001
		4	0.004	0.036	16.496	0.002
		5	0.015	0.006	16.529	0.005
		6	0.202	0.216	22.233	0.001
		7	0.202	0.077	28.032	0.000
		8	0.117	0.015	29.979	0.000
		9	-0.114	-0.172	31.863	0.000
		10	-0.145	-0.065	34.932	0.000
		11	-0.101	-0.022	36.428	0.000
		12	0.033	0.047	36.584	0.000
		13	0.028	-0.046	36.698	0.000
		14	-0.023	-0.088	36.775	0.001
		15	-0.062	-0.003	37.358	0.001
		16	-0.075	0.016	38.208	0.001
		17	-0.280	-0.233	50.245	0.000
		18	-0.212	-0.080	57.199	0.000
		19	-0.030	0.054	57.343	0.000
		20	-0.001	-0.027	57.344	0.000
		21	0.041	0.105	57.611	0.000
		22	0.044	0.033	57.921	0.000
		23	-0.032	0.001	58.087	0.000
		24	-0.040	0.069	58.343	0.000
		25	-0.064	-0.025	59.021	0.000
		26	0.016	0.007	59.062	0.000
		27	0.082	-0.005	60.189	0.000
		28	0.086	-0.012	61.461	0.000
		29	-0.008	-0.050	61.472	0.000
		30	0.029	0.085	61.615	0.001
		31	0.006	-0.027	61.623	0.001
		32	0.058	0.041	62.224	0.001
		33	0.125	0.123	65.013	0.001
		34	0.042	-0.160	65.326	0.001
		35	0.013	-0.029	65.358	0.001
		36	-0.012	0.006	65.386	0.002

EK -2 Alternatif Modeller

Model Selection Criteria Table

Dependent Variable: SERIES01

Sample: 2009M01 2019M12

Included observations: 132

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(4,4)(0,1)	-459.990335	7.136217	7.376451	7.233837
(4,4)(0,0)	-459.990335	7.136217	7.376451	7.233837
(2,2)(0,1)	-464.436969	7.142984	7.295860	7.205106
(2,2)(0,0)	-464.436969	7.142984	7.295860	7.205106
(0,1)(0,0)	-468.230806	7.155012	7.242370	7.190510
(0,1)(0,1)	-468.230806	7.155012	7.242370	7.190510
(1,0)(0,1)	-468.253861	7.155362	7.242719	7.190860
(1,0)(0,0)	-468.253861	7.155362	7.242719	7.190860
(3,3)(0,1)	-463.258820	7.155437	7.351991	7.235307
(3,3)(0,0)	-463.258820	7.155437	7.351991	7.235307
(2,3)(0,1)	-464.329929	7.156514	7.331229	7.227510
(2,3)(0,0)	-464.329929	7.156514	7.331229	7.227510
(1,2)(0,1)	-466.476753	7.158739	7.289775	7.211986
(1,2)(0,0)	-466.476753	7.158739	7.289775	7.211986
(0,0)(0,0)	-469.644865	7.161286	7.226804	7.187909
(0,0)(0,1)	-469.644865	7.161286	7.226804	7.187909
(2,4)(0,1)	-463.856117	7.164487	7.361041	7.244357
(2,4)(0,0)	-463.856117	7.164487	7.361041	7.244357
(4,3)(0,1)	-463.012762	7.166860	7.385254	7.255605
(4,3)(0,0)	-463.012762	7.166860	7.385254	7.255605
(3,4)(0,1)	-463.055646	7.167510	7.385904	7.256255
(3,4)(0,0)	-463.055646	7.167510	7.385904	7.256255
(2,0)(0,0)	-468.222450	7.170037	7.279234	7.214410
(2,0)(0,1)	-468.222450	7.170037	7.279234	7.214410
(0,2)(0,0)	-468.225203	7.170079	7.279276	7.214452
(0,2)(0,1)	-468.225203	7.170079	7.279276	7.214452
(1,1)(0,1)	-468.226437	7.170098	7.279295	7.214470
(1,1)(0,0)	-468.226437	7.170098	7.279295	7.214470
(1,3)(0,1)	-466.274341	7.170823	7.323699	7.232945
(1,3)(0,0)	-466.274341	7.170823	7.323699	7.232945
(3,2)(0,1)	-465.350614	7.171979	7.346694	7.242975
(3,2)(0,0)	-465.350614	7.171979	7.346694	7.242975
(3,1)(0,0)	-466.495898	7.174180	7.327056	7.236302
(3,1)(0,1)	-466.495898	7.174180	7.327056	7.236302
(0,3)(0,1)	-468.146067	7.184031	7.315068	7.237279
(0,3)(0,0)	-468.146067	7.184031	7.315068	7.237279
(4,1)(0,0)	-466.152317	7.184126	7.358841	7.255122
(4,1)(0,1)	-466.152317	7.184126	7.358841	7.255122
(3,0)(0,1)	-468.222160	7.185184	7.316221	7.238431
(3,0)(0,0)	-468.222160	7.185184	7.316221	7.238431
(2,1)(0,1)	-468.222392	7.185188	7.316224	7.238435

(2,1)(0,0)	-468.222392	7.185188	7.316224	7.238435
(0,4)(0,0)	-467.390166	7.187730	7.340606	7.249852
(0,4)(0,1)	-467.390166	7.187730	7.340606	7.249852
(4,0)(0,0)	-468.072801	7.198073	7.350949	7.260194
(4,0)(0,1)	-468.072801	7.198073	7.350949	7.260194
(4,2)(0,0)	-466.137943	7.199060	7.395614	7.278931
(4,2)(0,1)	-466.137943	7.199060	7.395614	7.278931
(1,4)(0,1)	-467.140683	7.199101	7.373817	7.270098
(1,4)(0,0)	-467.140683	7.199101	7.373817	7.270098

EK -3 ARMA Modeli

series01 c dummy ar(1) ar(2) ar(3) ar(4) ma(1) ma(2) ma(3) ma(4) sma(12)

Automatic ARIMA Forecasting

Selected dependent variable: SERIES01

Sample: 2009M01 2019M12

Included observations: 132

Forecast length: 0

Number of estimated ARMA models: 50

Number of non-converged estimations: 0

Selected ARMA model: (4,4)(0,1)

AIC value: 7.13621719891

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15.59907	0.891039	17.50660	0.0000
DUMMY	38.39092	2.953495	12.99847	0.0000
AR(1)	-0.404994	0.086186	-4.699091	0.0000
AR(2)	-0.457775	0.090221	-5.073921	0.0000
AR(3)	-0.433998	0.096969	-4.475630	0.0000
AR(4)	-0.831789	0.120255	-6.916895	0.0000
MA(1)	0.541879	77.72067	0.006972	0.9944
MA(2)	0.596306	105.4550	0.005655	0.9955
MA(3)	0.541877	115.5032	0.004691	0.9963
MA(4)	0.999995	353.5997	0.002828	0.9977
SMA(12)	-0.021217	0.124388	-0.170571	0.8648
SIGMASQ	61.80003	1817.519	0.034002	0.9729
R-squared	0.462347	Mean dependent var		16.71970
Adjusted R-squared	0.413063	S.D. dependent var		10.76204
S.E. of regression	8.245000	Akaike info criterion		7.196584
Sum squared resid	8157.604	Schwarz criterion		7.458657
Log likelihood	-462.9746	Hannan-Quinn criter.		7.303079
F-statistic	9.381131	Durbin-Watson stat		1.978905
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.49-.84i	.49+.84i	-.69-.63i	-.69+.63i
Inverted MA Roots	.73	.63+.36i	.63-.36i	.47+.88i
	.47-.88i	.36-.63i	.36+.63i	.00-.73i
	-.00+.73i	-.36+.63i	-.36-.63i	-.63+.36i
	-.63-.36i	-.73	-.74-.67i	-.74+.67i

Estimation Command:

=====

LS(ARMA=ML, ARMAOPT=KA) SERIES01 C DUMMY AR(1) AR(2) AR(3)
AR(4) MA(1) MA(2) MA(3) MA(4) SMA(12)

Estimation Equation:

=====

SERIES01 = C(1) + C(2)*DUMMY +
[AR(1)=C(3),AR(2)=C(4),AR(3)=C(5),AR(4)=C(6),MA(1)=C(7),MA(2)=C(8),MA(3)=C(9),MA(4)=C(10),SMA(12)=C(11),UNCOND,ESTSMPL="2009M01 2019M12"]

Substituted Coefficients:

=====

SERIES01 = 15.5990746385 + 38.3909236188*DUMMY + [AR(1)=-0.40499402225,AR(2)=-0.457774588306,AR(3)=-0.433998078415,AR(4)=-0.831789114064,MA(1)=0.541879274436,MA(2)=0.59630575498,MA(3)=0.541877014313,MA(4)=0.999995129274,SMA(12)=-0.0212169675515,UNCOND,ESTSMPL="2009M01 2019M12"]

Model:

C(1)+C(2)*DUMMY+[AR(1)=C(3),AR(2)=C(4),AR(3)=C(5),AR(4)=C(6),MA(1)=C(7),MA(2)=C(8),MA(3)=C(9),MA(4)=C(10),SMA(12)= C(11), UNCOND ESTSMPL="2009M01 2019M12"]

=15.599 + 38.390*DUMMY + [AR(1)=-0.404, AR(2)=-0.457, AR(3)=-0.4335, AR(4)=-0.831, MA(1)=0.541, MA(2)=0.596, MA(3)=0.541, MA(4)=0.999, SMA(12)=-0.0212, UNCOND, ESTSMPL="2009M01 2019M12"]

EK-4 Artık Serisi Korelogramı

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Q-Statistic probabilities adjusted for 9 ARIMA terms									
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*				
		1	-0.001	-0.001	4.E-05				
		2	-0.041	-0.041	0.2258				
		3	0.040	0.040	0.4495				
		4	0.075	0.074	1.2290				
		5	-0.088	-0.085	2.3020				
		6	-0.049	-0.045	2.6410				
		7	0.147	0.137	5.6816				
		8	0.039	0.038	5.9036				
		9	0.165	0.147	9.8186				
		10	0.073	0.070	10.595	0.001			
		11	-0.011	-0.048	10.612	0.005			
		12	0.002	0.031	10.612	0.014			
		13	-0.129	-0.102	13.083	0.011			
		14	0.064	0.024	13.704	0.018			
		15	-0.134	-0.162	16.412	0.012			
		16	-0.091	-0.037	17.667	0.014			
		17	-0.178	-0.201	22.561	0.004			
		18	0.014	-0.014	22.590	0.007			
		19	-0.040	-0.029	22.036	0.011			
		20	-0.103	-0.099	24.524	0.011			
		21	0.049	0.052	24.907	0.015			
		22	0.021	-0.023	24.977	0.023			
		23	-0.045	0.007	25.304	0.032			
		24	0.042	0.043	25.586	0.043			
		25	-0.132	-0.149	28.478	0.028			
		26	0.022	-0.039	28.555	0.039			
		27	-0.036	0.022	28.770	0.051			
		28	0.147	0.102	32.466	0.028			
		29	-0.012	-0.031	32.491	0.038			
		30	0.046	0.027	32.854	0.048			
		31	0.020	-0.040	32.925	0.063			
		32	0.030	-0.000	33.086	0.080			
		33	0.107	0.125	35.134	0.066			
		34	0.019	-0.062	35.198	0.085			
		35	0.087	0.073	36.562	0.082			
		36	0.026	-0.012	36.691	0.101			

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

EK -5 AR Polinomunun Ters Kökleri

Inverse Roots of AR/MA Polynomial(s)
 Specification: SERIES01 C DUMMY AR(1) AR(2)
 AR(3)
 AR(4) MA(1) MA(2) MA(3) MA(4) SMA(12)
 Date: 05/05/20 Time: 17:39
 Sample: 2009M01 2019M12
 Included observations: 132

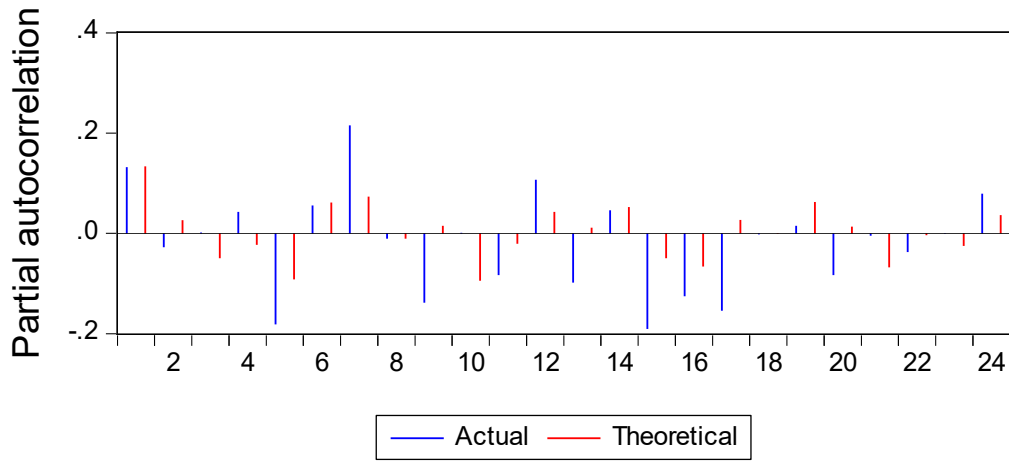
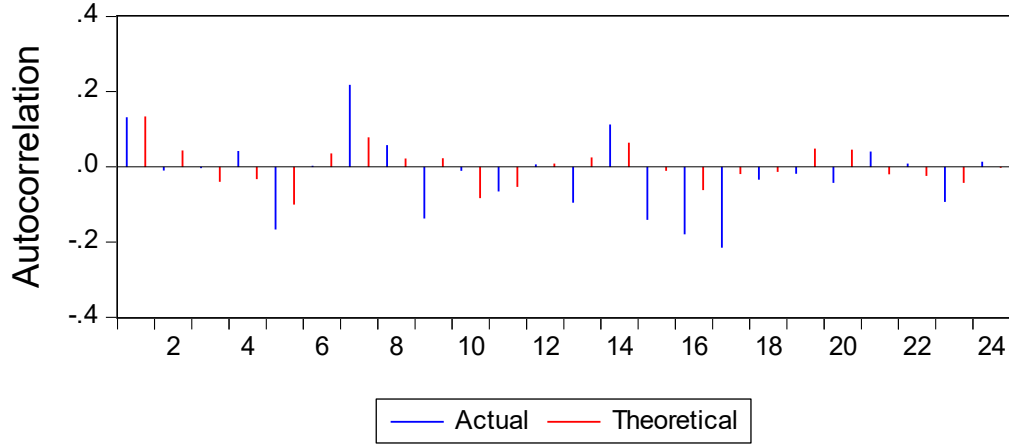
AR Root(s)	Modulus	Cycle
0.492066 ± 0.835144i	0.969327	6.051087
-0.694563 ± 0.634702i	0.940885	2.616688

No root lies outside the unit circle.
 ARMA model is stationary.

MA Root(s)	Modulus	Cycle
-0.743149 ± 0.669124i	0.999999	2.608687
0.472210 ± 0.881485i	0.999999	5.823158
0.628185 ± 0.362683i	0.725366	12.000000
1.94e-16 ± 0.725366i	0.725366	4.000000
-0.628185 ± 0.362683i	0.725366	2.400000
0.725366	0.725366	
0.362683 ± 0.628185i	0.725366	6.000000
-0.725366	0.725366	
-0.362683 ± 0.628185i	0.725366	3.000000

No root lies outside the unit circle.
 ARMA model is invertible.

EK -6 Gerçek (Actual) ve ARMA Model (Theoretical) Korelogramları ve Yanıt Değerleri



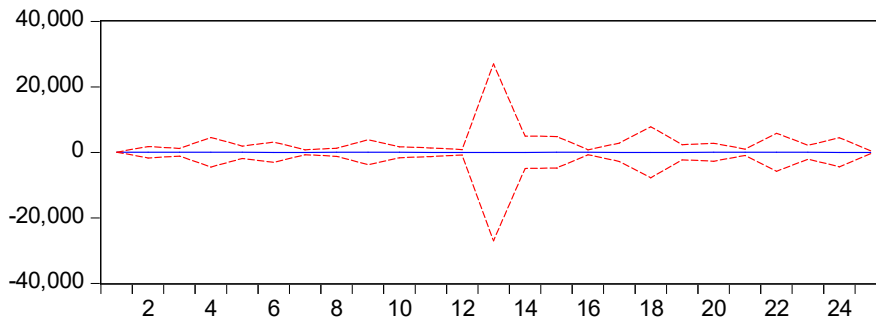
Actual and ARMA Model
 Correlogram
 Specification: SERIES01 C DUMMY AR(1) AR(2) AR(3)
 AR(4) MA(1)
 MA(2) MA(3) MA(4)
 SMA(12)
 Date: 05/05/20 Time: 17:41
 Sample: 2009M01
 2019M12
 Included observations: 132

	<u>Autocorrelation</u>			<u>Partial Autocorrelation</u>			
	Actual	Model	Difference	Actual	Model	Difference	
0	1.000	1.000	0.000	0	1.000	1.000	0.000
1	0.132	0.134	-0.002	1	0.132	0.134	-0.002
2	-0.009	0.044	-0.053	2	-0.027	0.026	-0.054

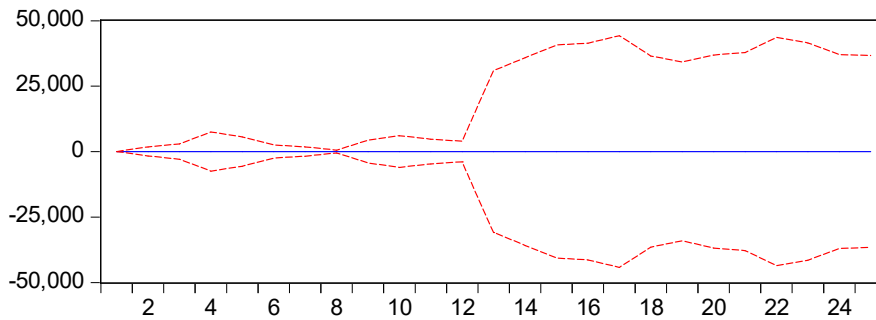
3	-0.003	-0.039	0.036	3	0.002	-0.049	0.051
4	0.042	-0.032	0.074	4	0.043	-0.022	0.065
5	-0.166	-0.100	-0.067	5	-0.181	-0.091	-0.090
6	0.003	0.035	-0.032	6	0.055	0.062	-0.006
7	0.218	0.078	0.140	7	0.216	0.073	0.142
8	0.058	0.022	0.035	8	-0.010	-0.010	-0.000
9	-0.137	0.023	-0.160	9	-0.138	0.015	-0.153
10	-0.010	-0.083	0.072	10	0.001	-0.094	0.095
11	-0.065	-0.053	-0.012	11	-0.083	-0.020	-0.063
12	0.006	0.009	-0.002	12	0.107	0.043	0.064
13	-0.095	0.025	-0.119	13	-0.098	0.011	-0.109
14	0.112	0.064	0.049	14	0.046	0.053	-0.007
15	-0.140	-0.010	-0.131	15	-0.190	-0.049	-0.141
16	-0.179	-0.062	-0.117	16	-0.125	-0.066	-0.059
17	-0.215	-0.019	-0.196	17	-0.154	0.027	-0.181
18	-0.033	-0.013	-0.020	18	-0.001	-0.000	-0.001
19	-0.018	0.049	-0.066	19	0.015	0.063	-0.047
20	-0.042	0.046	-0.088	20	-0.083	0.013	-0.096
21	0.041	-0.019	0.060	21	-0.004	-0.067	0.063
22	0.009	-0.023	0.032	22	-0.037	-0.003	-0.034
23	-0.093	-0.042	-0.051	23	0.001	-0.024	0.025
							0.043
24	0.013	-0.002	0.015	24	0.079	0.036	

Response to One S.D. Innovation

Impulse Response ± 2 S.E.



Accumulated Response ± 2 S.E.



ARMA Impulse Response
 Specification: SERIES01 C DUMMY AR(1) AR(2) AR(3)
 AR(4) MA(1)
 MA(2) MA(3) MA(4)
 SMA(12)
 Date: 05/05/20 Time: 17:42
 Sample: 2009M01 2019M12
 Included observations: 132
 Warning: estimated ARMA model is NOT
 stationary
 Response to One S.D. Innovation

Period	Response	Std.Err.	Accumulated	Std.Err.
1	8.245000	(0.50744)	8.245000	(0.50744)
2	1.128619	(869.818)	9.373619	(869.818)
3	0.685106	(603.439)	10.05872	(1468.27)
4	0.095345	(2277.43)	10.15407	(3742.39)
5	0.544802	(948.185)	10.69887	(2803.62)
6	-1.500396	(1557.12)	9.198476	(1246.96)
7	-0.252988	(370.658)	8.945488	(878.943)
8	0.473552	(623.142)	9.419040	(259.503)
9	0.122034	(1918.95)	9.541074	(2178.41)
10	1.091606	(847.835)	10.63268	(3023.11)
11	-0.493046	(665.133)	10.13963	(2358.47)
12	-0.746887	(408.260)	9.392748	(1958.55)
13	-0.222007	(13499.2)	9.170741	(15456.5)
14	-0.356981	(2487.86)	8.813760	(17943.1)
15	0.876148	(2418.19)	9.689907	(20361.2)
16	0.431392	(359.320)	10.12130	(20719.8)
17	-0.411130	(1409.64)	9.710169	(22128.2)
18	-0.114289	(3880.17)	9.595881	(18248.5)
19	-0.681502	(1173.14)	8.914378	(17075.4)
20	0.147925	(1374.88)	9.062304	(18450.0)
21	0.643641	(465.539)	9.705944	(18911.0)
22	0.062448	(2911.50)	9.768392	(21822.5)
23	0.182734	(1064.03)	9.951126	(20759.2)
24	-0.504974	(2234.58)	9.446151	(18524.9)
25	-0.441615	(208.442)	9.004537	(18319.0)

ARMA Frequency Spectrum

