

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

**MODA ÜRÜNLERİNDE ENVANTER YÖNETİMİ VE
TALEP TAHMİNİ:
AYAKKABI SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
Onur ÇETİN

İstanbul, 2019

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

**MODA ÜRÜNLERİNDE ENVANTER YÖNETİMİ VE
TALEP TAHMİNİ:
AYAKKABI SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
Onur ÇETİN

Öğrenci No:
160892004

Danışman:
Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin Kerem AYTULUN

İstanbul, 2019

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum " Moda Ürünlerinde Envanter Yönetimi ve Talep Tahmini: Ayakkabı Sektöründe Bir Uygulama" adlı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamını kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve onurumla bunları doğrularım. (04/07/2019)

Aday: Onur ÇETİN



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi...16.089.2.004.no'lu Ömer ÇETİN'in 13/06/19 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda 6.2 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliğiyle, KABUL kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : ...End. Müh. Bilgi Anabilim Dalı
Programı : ...End. Müh. Bilgi
Tez Başlığı³ : Moda Merkezinde Etkinlik Yönetimi ve Talep Tahmini
Ajansları Sektöründe Bir Uygulama

Tez Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

İmza

Danışman

: Dr. Öğr. Üyesi: S. Keleşoğlu

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi: Seyhan KILIÇ

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi: Sait GÖZ

Ömer ÇETİN
Ömer ÇETİN
Ömer ÇETİN

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

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

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

Adı ve Soyadı : Onur ÇETİN
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin Kerem AYTULUN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2019
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Envanter yönetimi, moda ürünleri, talep tahmini

ÖZ

MODA ÜRÜNLERİNDE ENVANTER YÖNETİMİ VE TALEP TAHMİNİ: AYAKKABI SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

İşletmeler etkin bir envanter yönetimi ile müşteri isteklerinin daha az maliyetlerle zamanında karşılanmasına katkı sağlar. Envanter yönetimi literatüründeki modellerin birçoğu, malların süre kısıtı olmadan stokta tutulabileceğinden hareketle geliştirilmiştir. Ancak sağlık, gıda ve moda gibi birçok sektörde karşılaştığımız kısıtlı raf ömrü olan malların envanter yönetimi, dayanıklı ürünlerin envanter yönetiminden farklıdır ve dikkate alınması gerekli mühim bir problemdir.

Bu tezde moda ürünlerinin envanter yönetiminin genel yapısı ve fonksiyonları, bu problemlerin hangi açılardan klasik envanter yönetiminden farklılık gösterdiği ve talep tahmin yöntemleri incelenmiştir. Son olarak, bir moda ve mevsime dayalı ürün olduğu için raf ömrü kısıtlı olan ayakkabı üzerine çalışan bir işletmenin envanter yönetimi ve talep tahmin metodları incelenmiştir.

Name and Surname : Onur ÇETİN
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Sabahattin Kerem AYTULUN
Degree and Date : Master of Science, 2018
Major : Industrial Engineering
Keywords : Inventory management, fashion products, demand forecasting

ABSTRACT

INVENTORY MANAGEMENT AND DEMAND FORECAST FOR FASHION PRODUCTS AND AN APPLICATION IN SHOES INDUSTRY

An effective inventory management allows companies to satisfy their customers demand on time with lower prices. Majority of the models in inventory management literature have been developed with the assumption that products can be stored without shelf life limitation. Nevertheless, the inventory management of many products such as those are used in health, food and fashion industries differ from the classical management since they have a limited shelf lifetime and this is a very important feature to be considered.

The thesis examines the general structure and dynamics of the fashion products inventory management and demand forecasting. It also explores in which aspects it differs from inventory management. Finally, the inventory management and demand forecast of a shoes company is inspected since shoes are a fashion and seasonal product with limited shelf-life.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ .

ÖZ

ABSTRACT

İÇİNDEKİLER i

TABLolar LİSTESİ vii

ŞEKİLLER LİSTESİ viii

BİRİNCİ BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

İKİNCİ BÖLÜM

MODA ÜRÜNLERİNDE ENVANTER YÖNETİMİ 4

2.1. ENVANTER KAVRAMI 4

2.2. ENVANTERLERİN SINIFLANDIRILMASI 5

2.2.1. İşlenmişlik Düzeyine Göre Envanterler 5

2.2.1.1. Hammadde 5

2.2.1.2. Yarı mamül 6

2.2.1.3. Mamül 6

2.2.1.4. Yardımcı Malzemeler ve Hazır Parçalar 6

2.2.2. İşlevine veya Amacına Göre Envanterler 7

2.2.3. Talebine Göre Envanterler 8

2.3. ENVANTER İHTİYACI 8

2.3.1. Talepteki Dalgalanmalar 9

2.3.2. Tedarikte Yaşanabilecek Sorunlar 9

2.3.3. Maliyetle İlgili Sebepler 9

2.3.3.1. Fiyat Koruma	10
2.3.3.2. Düşük Sipariş Maliyetleri	10
2.3.3.3. Miktar İndirimleri	10
2.3.4. İşlenmişlik Düzeyine Göre Envanter İhtiyacı	10
2.3.4.1. Hammadde ihtiyacı	10
2.3.4.1. Yarı mamül ihtiyacı	11
2.3.4.1. Mamül ihtiyacı	12
2.4. ENVANTER MALİYETİ.....	12
2.4.1. Envanter Bulundurma Maliyeti.....	14
2.4.1.1. Sermaye/Fırsat Maliyeti.....	16
2.4.1.2. Servis Maliyeti	16
2.4.1.3. Depo-Alan Maliyeti	17
2.4.1.4. Risk Maliyeti.....	18
2.4.2. Envanter Bulundurmama Maliyeti.....	20
2.4.3. Sipariş Maliyeti	22
2.4.3.1. Hazırlık Maliyetleri:.....	23
2.4.3.2. Direkt İşçilik Maliyeti:.....	23
2.4.3.3. Üretim Kontrol Maliyetleri:	24
2.4.3.4. Kayıp Kapasite Maliyeti:	24
2.4.3.5. Satınalma Sipariş Maliyeti:.....	24
2.5. ENVANTER YÖNETİMİ	24
2.5.1. Envanter Yönetiminin Gelişimi ve Önemi.....	25
2.5.2. Farklı Departmanların Envanter Yönetimi Yaklaşımı	26
2.5.3. Envanter Yönetiminin Amaçları	27

2.5.3.1. Müşteri Hizmet Düzeyi.....	28
2.5.3.2. Envanter Yatırımları ve Envanter Devir Hızı	29
2.6. ENVANTER KONTROLÜ	30
2.6.1. Gözle Kontrol Yöntemi.....	31
2.6.2. Çift Kutu Yöntemi	31
2.6.3. Sabit Sipariş Periyodu Yöntemi.....	32
2.6.4. Sabit Sipariş Miktarı Yöntemi	32
2.6.5. ABC Yöntemi	32
2.6.5.1. A grubu envanter.....	34
2.6.5.2. C grubu envanter.....	34
2.7. TALEPTEKİ BELİRSİZLİK	35

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ	38
3.1. TALEP TAHMİNİ KAVRAMI.....	39
3.1.1. Talep Tahmini İlkeleri	40
3.1.2. Tahmin Aralıkları.....	40
3.1.2.1. Kısa vadeli tahmin	40
3.1.2.2. Orta vadeli tahmin.....	41
3.1.2.3. Uzun vadeli tahmin	41
3.1.3. Talep Tahmininin Aşamaları	41
3.1.3.1. Talep tahmininin amacını belirleme	41
3.1.3.2. Veri toplama.....	41
3.1.3.3. Tahmin periyodunun belirlenmesi	41
3.1.3.4. Tahmin metodunun seçilmesi	42

3.1.3.5. Tahmin tutarlılığının gözlenmesi	42
3.1.4. Tahmin Metodunun Seçimi.....	42
3.2. NİTEL TAHMİN YÖNTEMLERİ.....	42
3.2.1. Delphi Yöntemi.....	43
3.2.2. Uzman Görüşü	43
3.2.3. Pazar Araştırması	44
3.2.4. Yaşam Eğrileri Analoji Yöntemi	44
3.2.5. Satış Gücü Görüşü	44
3.3. NİCEL TAHMİN YÖNTEMLERİ.....	45
3.3.1. ZAMAN SERİLERİ YÖNTEMLERİ	45
3.3.1.1. Zaman Serilerinin Genel Analizi	45
3.3.1.2 Yalın Yaklaşım	49
3.3.1.3. Aritmetik Ortalama Yaklaşımı.....	49
3.3.1.4. Hareketli Ortalama Yöntemi.....	49
3.3.1.5. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi	50
3.3.1.6. Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi	50
3.3.1.7. Basit Üssel Düzeltme Yöntemi.....	51
3.3.1.8. Holt Lineer Trend Yöntemi.....	51
3.3.1.9. Holt-Winters Lineer Trend ve Mevsimsellik Yöntemi.....	52
3.3.2. NEDENSEL MODELLEME YÖNTEMLERİ.....	53
3.3.2.1. Nedensel Tahminleme Yöntemlerinin Genel Analizi.....	53
3.3.2.2. Regresyon Analizi.....	54
3.3.2.3. Korelasyon analizi.....	57
3.4. BOX-JENKINS TAHMİN YÖNTEMLERİ.....	59

3.4.1. Otokorelasyon	59
3.4.2. Otoregresif Model – AR (p).....	60
3.4.3. Hareketli Ortalama Modeli– MA (q).....	61
3.4.4. Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli – ARMA (p, q)	62
3.3.5. Durağan Olmayan Otoregresif Hareketli Ortalama – ARIMA (p,d,q)	62
3.5. TAHMİN YÖNTEMLERİ DOĞRULUK ANALİZİ.....	64
3.5.1 Ortalama hata (ME)	65
3.5.2 Ortalama Mutlak Hata (MAE)	66
3.5.3. Hata Kareleri Ortalaması (MSE).....	66
3.5.4. Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (MAPE).....	66
3.5.5. Theil U İstatistiği (U).....	67
3.5.6. İzleme Sinyali (TS)	68

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEM VE BULGULARI	69
4.1. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	69
4.1.1. Evren ve Örneklem	69
4.1.2. Sayıtlar	69
4.1.3. Sınırlıklar	69
4.1.4. Veri Toplama ve Analizi.....	70
4.1.4.1. Kruskal Wallis Testi.....	70
4.1.4.2. En Kısa Yol Problemi	71
4.2. BULGULAR.....	72
4.2. 1. Xyz Firması hakkında genel bilgi	72

4.2.2. Kullanılan veri hakkında.....	72
4.2.3. Model tahmini.....	72
4.2.4. Sipariş büyüklüğü tahmini.....	77
4.2.5. En iyi parti büyüklüğü belirleme.....	78

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ.....	84
KAYNAKÇA.....	85

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1: A firması aylık satış değerleri tablosu	56
Tablo 2 : Expert Modeller uygulamasının seri tahmini sonucu	74
Tablo 3 : Modele ilişkin uyum istatistikleri	75
Tablo 4 : Modele ait uyum istatistikleri	75
Tablo 5 : Üssel düzeltme model parametreleri	75
Tablo 6 : Önerilen modelin 2019 yılına ait 12 aylık tahmini talep değerleri	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 : Envanterlerin işlenmişlik düzeyine bağlı olarak sınıflandırılması	5
Şekil 2 : Sipariş miktarına bağlı olarak envanter maliyeti	13
Şekil 3 : Envanter bulundurma maliyet bileşenleri	14
Şekil 4 : Envanter bulundurma maliyeti bileşenleri	15
Şekil 5 : Risk maliyeti alt bileşenleri	18
Şekil 6 : Yoksatma durumunda müşteri davranışı	21
Şekil 7 : ABC yöntemi ile envanter sınıflandırma	33
Şekil 8 : Ürün yaşam eğrisi	36
Şekil 9 : Bir işletmede bulunan tahmin alanlarının birbirine etkisi	39
Şekil 10 : Zaman serileri ile tahmin sistemi	46
Şekil 11 : Zaman serilerinde bileşenler	46
Şekil 12 : Neden sonuç ilişkili tahmin sistemi	53
Şekil 13 : A firması aylık satış değerleri grafiği	57
Şekil 14 : Değişkenler arasındaki ilişkilerin yönü ve buna bağlı R değerleri	58
Şekil 15 : Bütün ürünlere ait 24 aylık talep miktarı	73
Şekil 16 : 24 aylık talebin iki yıla bölünerek elde edilen grafiği	73
Şekil 17 : Minitab'de yapılan Kruskal Wallis test sonucu	74
Şekil 18 : Gözlem, uyum ve tahminlerin bir arada gösterilmesi	76
Şekil 19 : Hata terimine ait olan otokorelasyon fonksiyonu	77
Şekil 20 : LINGO model ekranı	78
Şekil 21 : LINGO çözüm ekranı	79
Şekil 22 : Bütünleşik ürünlerin LINGO ile indirgeme modeli ve çözüm ekranı	79
Şekil 23 : 4 dönemli bir problemde kullanılan ağ yapısı	80
Şekil 24 : E1 için sonuç ekranı	80
Şekil 25 : E10 için sonuç ekranı	80
Şekil 26 : E14 için sonuç ekranı	81

Şekil 27 : E7 için sonuç ekranı	81
Şekil 28 : K10 için sonuç ekranı	81
Şekil 29 : K83 için sonuç ekranı	82
Şekil 30 : T1 için sonuç ekranı	82
Şekil 31 : T3 için sonuç ekranı	82
Şekil 32 : Örnek olarak seçilen E1, E10 ve E14 ürün grupları için önerilen sipariş değerleri	83
Şekil 33 : Örnek olarak seçilen E15, E7, K10 ve K83 ürün grupları için önerilen sipariş değerleri.....	83

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin karşılaştıkları güçlüklerden bir tanesi global rekabet etme zorunluluğudur. Bu durum firmaları müşteri memnuniyeti üzerine odaklanmaya zorlamaktadır. Müşteri memnuniyeti ise fiyat ve çeşitte bol miktarda ürünün müşterinin istediği vakitte müşterinin hizmetine sunulmasını gerektirmektedir. Raf ömrü sınırlı olan moda ürünlerinde müşteri isteklerini karşılamak için işletmelerin sunmak zorunda oldukları kaliteli ve hızlı servis, işletmeleri tarihte eşi görülmemiş bir baskı içerisinde bırakmıştır.

Tedarik zinciri yönetiminde, zincirin tüm üyeleri yani tedarikçiler, üreticiler, toptancılar, dağıtım firmaları ve perakende satıcıları nihai müşteri üzerine yoğunlaşarak koordineli bir şekilde tüm operasyonlarını ortaklaşa planlar, uygular ve kontrol ederler. Günümüz rekabet ortamı içerisinde birçok yeni tedarik zinciri yönetim yaklaşımı vardır, ancak, işletme maliyetlerinin minimize edilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması bütün yaklaşımların en belirleyici amacıdır.

Tedarik zinciri içerisinde firmaların maliyetlerini etkileyen ve kârlılığını artıracak en önemli hususlardan biri etkin envanter yönetimine sahip olmaktır. Geleneksel tedarik zinciri envanter yönetimi üzerine yapılan çalışmaların çoğunda uzun (6 aydan fazla) raf ömürlü ürünler incelenmiştir. Bunun yanında, kısa raf ömürlü ürünler üreten işletmelerin envanter yönetiminde, uzun raf ömürlü ürünler için uygun olan envanter politikalarını tercih etmeleri çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. Bunlardan başlıcaları firmaların bozulan/demode olan ürünlerden dolayı maliyetlerinin artması, ürünün satışta hazır olmaması (backorder) ve bu durumların müşteri memnuniyetsizliğine sebep olmasıdır. (Tekin ve diğ., 2001).

Envanter, genelde algılanan şekliyle, üretimde kullanılmak üzere satın alınan ya da üretilmiş ve nihai tüketiciye gönderilmeye hazır ürünler ile sınırlı değildir. Envanter, bir işletmenin gerek hammadde ve yardımcı malzemeleri, gerekse üretim hattında yarı

mamul ve nihayetinde üretimi tamamlanmış ürünleri de kapsayan geniş bir yelpaze alanını kapsamaktadır. Envanter, firma yatırımlarının önemli bir bölümünü oluşturur, bu açıdan envanter çeşitleri ve uygun stok kontrol yöntemlerinin seçilmesi, envanter maliyetlerinin tesbit edilmesi işletme karlılığını arttırmak ve işletme giderlerini en aza indirmek için dikkat edilmesi gereken önemli faktörlerdendir.

Envanter yönetimi, elde stok bulundurmaktan dolayı oluşacak maliyetleri gereksiz yere arttırmayacak kadar az envanter bulundururken, müşteri talebini de zamanında karşılayabilecek kadar çok stoğu elde bulundurmaya gerektiren bir denge yönetimidir. Doğru ve etkin bir şekilde yapılan envanter yönetimi ile işletmeler günümüzün artan rekabet ortamında avantaj elde etmenin yanında, işletme maliyetlerini de azaltarak karlılıklarını artıracaktır. İşletme kaynaklarının harcadığı en önemli varlıklardan birisi olan envanterlerin yönetimi bu sebeple büyük öneme sahiptir. Optimal envanter politikası, sipariş, yoksatma durumu ve stok elde bulundurma maliyetleri toplamını en küçükleyen sipariş miktarı ve zamanının belirlenmesi ile bulunur.

Envanter yönetimi literatüründe çalışılan modellerin çoğu, ürün ve yarı mamüllerin süre kısıtlaması olmadan stoklanabileceği varsayımı ile geliştirilmiştir. Ancak sağlık sektöründe ilaçlar, çeşitli kimyasallar, kan ürünleri; gıda endüstrisinde taze yiyecekler ve hammaddeleri; giyim ve aksesuar endüstrisinde, moda ürünleri, mevsimlik ürünler vb. kısıtlı bir raf ömrü olan ürünlerdir. Bu ürünlerin envanter yönetimi klasik modellerden farklılık gösterir ve üzerinde durulması gereken bir problemdir. Bu yüzden, envanter ve yönetimi literatürünün, kısıtlı raf ömürlü demode olan ve bozulabilir ürünlerde envanter yönetimini araştıran konusu ilgi çeken bir alan olmaya devam etmektedir. (Koçer ve Yalçın, 2013)

Tanım ve uygulanan envanter politikaları açısından, kısıtlı raf ömürlü ürünler üzerinde literatürde çeşitli sınıflamalar yapılmıştır. Goyal ve Giri (2001), bozulabilir ürünlerin envanter yönetimi alanında yapılan çalışmalarını tarayan kapsamlı bir literatür araştırması yapmıştır. Bu çalışmada yapılan sınıflamaya göre işletmelerde bulunan

ürünlerde bozulma açısından meydana gelebilecek durumlar üç ayrı maddede incelenebilir (Goyal ve Giri, 2001):

- (a) **Demode olma (obsolescence):** Teknoloji ve giyim endüstrisindeki bir çok ürünün girdiği bu sınıfta ürünler, zaman içinde modasının geçmesi ya da kullanılan teknolojinin piyasanın gerisinde kalması nedeniyle satılmayan veya değerini büyük ölçüde yitiren ürünlerdir. Teknolojik ve giyim ürünleri rafda bozulan ürünler değildir. Ancak piyasanın çok hızlı gelişmesi nedeniyle, özellikle telefon ve bilgisayar ürünleri fonksiyonel veya fiziksel bir bozulmaya uğramasına rağmen hızla demode olmaktadır. Benzer şekilde giyim ürünlerinin önemli bir kısmı da hem moda hem de mevsime bağlıdır. Bu nedenle demode veya mevsim dışı ürünler satılmamakta veya büyük indirimlerle satılabilmektedir.
- (b) **Bozulma (deterioration):** Bazı ürünler, zaman içinde fiziksel veya kimyasal yapısının bozulması veya yalnızca son tüketim tarihinin geçmesi sonucu satılmama durumu ile karşı karşıyadır. Çoğu gıda ve sağlık ürünlerinin yanı sıra, sanayide birçok kimyasal ve kauçuk esaslı ürünler bu sınıfa girer.
- (c) **Dayanıklı olma:** Demode olma ve bozulma durumunun yeterli saklama koşulları sağlandığı takdirde gözlenmediği, raf ömrünün yeterince uzun veya sınırsız olduğu varsayılabilen ürünleri kapsar.

Bu çalışmada, kısıtlı raf ömürlü ürünlerden demode olan ürünler için envanter yönetimi ve talep tahmin yöntemleri incelenmiştir. Daha sonra, demode olan ürünler altbaşlığına giren ayakkabı için üretim yapan bir firmanın envanter yönetimi hakkında bir uygulama yapılmıştır. Son olarak varılan sonuçlar açıklanarak tez tamamlanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

MODA ÜRÜNLERİNDE ENVANTER YÖNETİMİ

Bu bölümde envanter kavramının anlamını, envanter sınıflandırmalarını, envantere işletmelerin neden ihtiyaç duyduğunu ve envanter maliyetini anlatacağız. Akabinde, envanter yönetimini ve moda ürünlerindeki talebin belirsizlik nedenlerini inceledikten sonra talep tahmin yöntemlerini ele alacağız.

2.1. ENVANTER KAVRAMI

İşletmeler faaliyet alanlarına bağlı olarak, üretim gerçekleştirmek ve faaliyetlerini sürdürmek için veya müşterilerden gelen taleplere hızlı bir şekilde cevap verebilmek için ellerinde hammadde, yarı mamül ve malzemeleri hazır bulundurma ihtiyacı içerisindedirler.

Kobu'ya (1999) göre bir üretim sistemi içinde, üretilen mamüle doğrudan veya dolaylı yoldan katılan bütün fiziksel varlıklar ve mamülün kendisi envanter kavramı içinde düşünülür. Gürçay (2012) ise envanter gelecekteki talebi veya sistemdeki yetersizlikleri karşılamak üzere depolanan tüm malzemeler olarak tanımlamıştır. Literatürde stok ve envanter kelimeleri birbirinin yerine kullanılmaktadır. İşletmeler, üretim faaliyetlerinin aksamadan ve verimli olarak devam etmesini temin etmek için stok bulundururlar. (Demir ve Gümüšoğlu, 2009)

Tüm bu tanımlar birlikte değerlendirildiğinde, envanter genel olarak, üretim süreçlerinde kullanılma amacıyla satın alınan veya sipariş edilmiş ya da üretimi tamamlanmış ve tüketiciye gönderilmek üzere bekleyen ürünlerin yanısıra işletmenin stoklarında bekleyen hammadde, üretim hattında yarı mamul, ve yardımcı malzemelerini de içeren kısacası bir nakdin bağlandığı tüm varlıkları kapsamaktadır (Axsäter, 2015).

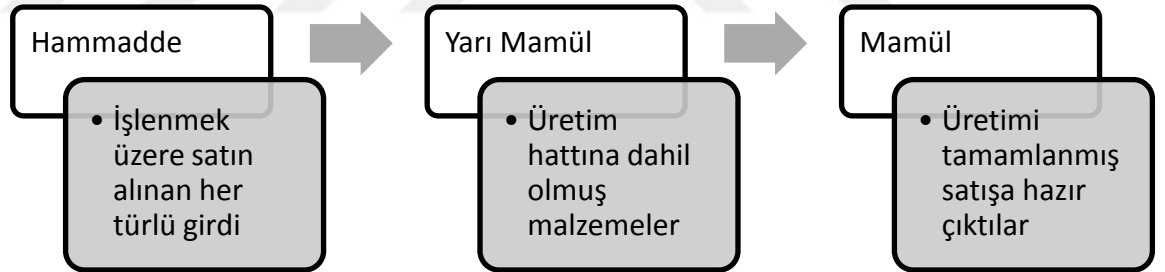
2.2. ENVANTERLERİN SINIFLANDIRILMASI

Envanterleri en iyi bir şekilde yönetmek ve değerlendirmek için kullanım alanı ve işlevleri gibi çeşitli faktörler baz alınarak sınıflandırmak mümkündür. Doğru bir şekilde yapılan sınıflandırma ile hem envanter yönetimi etkinliğini artırır hem de envanter yönetimini kolaylaştırır.

Literatürde envanterler, işlenmişlik düzeyine, işlevine ve talebine göre sınıflandırılmıştır. (Doğar, 2006)

2.2.1. İşlenmişlik Düzeyine Göre Envanterler

İşlenmişlik düzeyine bağlı olarak üç grupta incelemek mümkündür:



Şekil 1 : Envanterlerin işlenmişlik düzeyine bağlı olarak sınıflandırılması

İşlenmişlik düzeyine göre sınıflandırmaya dahil olmayan ancak işletmelerde bulunması gereken yardımcı malzeme ve hazır malzeme stokları da bulunur.

2.2.1.1. Hammadde

İşletmede işlenerek ürünün bir parçası haline alacak ilk girdi malzemeleridir. Hammaddeler, nihai ürünün üretimi için gereklidir ve üretimin yapısına göre değişiklik

arz eder. Bir işletmede üretim hattına veya montajına dahil olarak üzerinde çeşitli işlemler yapılan ve belli bir değer kazanan tüm varlıklar hammadde olarak kabul edilir.

2.2.1.2. Yarı mamül

Yarı mamüller, üretim prosesine dahil olmuş ancak nihai ürün haline gelmemiş, geçici olarak stoklanan parçalardır. Üzerlerinde yapılması gereken işlemler devam etmekte olan, iş istasyonları üzerinde veya iş istasyonları arasında biriktirilen varlıklardır. Bu varlıkların yarı mamul niteliği, üzerlerine yapılması gereken tüm işlemlerin tamamlanması ile değişerek mamule dönüşür.

İşletmenin endüstri alanına ve entegre bir tesis olma durumuna bağlı olarak, bir işletme için yarı mamul olan bir malzeme, diğer bir işletme için hammadde, yarı mamül veya yardımcı malzeme olabilir. Aynı zamanda, bir işletmede bir malın hem hammadde, hem yarımamül, hem de yardımcı malzeme gibi kullanıldığı durumlarda olabilir.

2.2.1.3. Mamül

İşletme içinde yapılması planlanan işlemlerin tamamı bitirildikten sonra müşteriye gönderilmeye hazır olan, nakliye için uygun ancak işletme sınırları içinde bulunan varlıklardır.

Mamül ürünler, tanımlı bir prosesi tamamlayıp belirlenmiş bir yerde sabit durdukları için, kontrolleri kolaydır. Buna karşılık, hammadde ve yarı mamüller stoktan üretime katılma ve üretim yerinde farklı istasyon ve aralarında olduğu için, belirsizlik nispeten fazla ve kontrolleri daha güçtür.

2.2.1.4. Yardımcı Malzemeler ve Hazır Parçalar

Yardımcı malzemeler, bir üründe parça olarak sayılmayan veya üretime girmeyen, ancak işletmenin üretimini veya yönetimini devam ettirmesi için sahip olması gereken malzemelerdir. Bunlara, tamir parçaları, makine yağları, çeşitli bıçaklar, kırtasiye malzemeleri vb. örnek verilebilir. (Kobu, 1999)

Hazır parçalar ise, üründe bir fonksiyonu tamamlayan ve çoğu zaman fabrika içinde üretmektense bir tedarikçiden hazır şekilde temin edilen varlıklardır. Bunlar rulman, civata gibi basit görülen ancak önemli ve sıkça kullanılan parçalar olmanın yanı sıra, elektrik panosu, şanzıman, motor benzeri hacimli ve ürüne direk montajı yapılan komplike parçalar da olabilir. (Doğar, 2006)

2.2.2. İşlevine veya Amacına Göre Envanterler

Bir işletmede bulunan envanterleri işlevine veya bulundurma amacına göre şu gruplarda inceleyebiliriz (Kara, 2014):

Güvenlik Stoku: Ürüne olan talepte veya ürün hammaddelerinin tedarikinde olması muhtemel herhangi bir dalgalanma veya bulunamama durumlarından etkilenmemek için işletmelerin envanterlerinde bulundurma ihtiyacı hissettikleri stoklardır. Güvenlik miktarı belirlenirken, önceki tecrübeler, müşteri talebinde değişimler, trend ve mevsimsel etkiler de gözönüne alınır. Güvenlik stok miktarı arttıkça elde bulundurma maliyeti artacaktır. Buna karşın güvenlik stokunu bulundurularak stoksuz kalma maliyeti azaltılır.

Tahmin Stoku: Planlanmış üretim tatilleri, mevsim veya döneme bağlı olarak oluşan talebin veya üretimin azalıp artması gibi gelişmeler için tutulan stoktur.

Promosyon Stoku: Fiyat indirimleri vb. kampanyalar ile bir ürünü daha fazla satabilme ya da numune dağıtımını amacıyla elde bulundurulan stoklardır.

Transit Stoku: Özellikle uzun mesafeli durumlarda ve malın sahipliği işletmede iken dağıtım için transit halde olan envanter türüdür.

Spekülatif Stok: Beklenen fiyat artışlarından menfaat elde etmek veya fiyat artışı sağlamak veya fiyatı denetim altında tutma yoluyla kazanç elde etmek için tutulan stoklara denir. Buna halk arasında stokçuluk da denir ve bazı durumlarda yasal müeyyideler sözkonusudur.

2.2.3. Talebine Göre Envanterler

Bir firmanın üretim planı açısından elinde bulundurduğu envanterler iki grupta incelenebilir (Sezen, 2019):

Bağımsız talepli envanter: Firmanın çıktısı olan nihai ürünlere ilişkin talepler, bağımsız talep olarak adlandırılır. Firma bu ürünler için üretim planı ve nihayetinde stok oluştururken, kendinden bağımsız, dış müşteri siparişini karşılamayı hedefler. Bağımsız talep sürekli ve rassal nitelikte oluşur.

Bağımlı talepli envanter: Üretim sürecinde, nihai ürüne olan talebi karşılama amacıyla nihai ürünün üretim prosesinde kullanılan hammadde, montaj parçaları ve yarı ürünlere ait talebe bağımlı talep denir. Bağımlı talep, bağımsız talepli ürünün üretim miktarına bağlıdır.

2.3. ENVANTER İHTİYACI

Bütün işletmeler faaliyetlerini devam ettirmek için envanter gereksinimi içindedirler. Ancak hem fazla stok buldurmanın hem de az veya hiç stok buldurmanın çeşitli avantajları ve dezavantajları vardır (Selçuk, 2007):

Eğer bir firma gereğinden fazla stok buldurursa;

- Depolama maliyeti artar. Depolama maliyeti işçilik, iklimlendirme, hasar ve bozulma gibi masrafları kapsar.
- Stoğa bağlanan sermaye sebebiyle, para alternatif kaynaklar veya fırsatlar için kullanılamaz.
- Modası geçme ihtimali olan bir maldan geniş bir stok buldurulması durumunda, malın satış değeri hurda fiyatına kadar düşer.
- Piyasada olabilecek ani fiyat düşmelerinde malzemenin, yüksek fiyat ile satın alınmış olması sebebiyle nakit kaybı olur. Ters bir durumda yani, piyasadaki malın fiyatı yükselirse nakit açısından kâr elde edilir.

Eğer bir firma gereğinden az stok bulundurursa veya bulundurmazsa;

- Üretimde aksamalara ve durmalara sebep olabilir.
- Müşterinin ürüne olan talebi karşılanmayabilir. Bu durum müşteri memnuniyetsizliğine ve kaybına sebep olabilir.
- Müşteri talebinin olağan prosesle karşılanamaması nedeniyle, müşteri memnuniyeti için, normal programın dışına çıkma veya özel imalat yöntemleri gibi daha maliyetli yollara başvurulur.

İşletmeler envanter bulundururken şu nedenleri dikkate alırlar:

2.3.1. Talepteki Dalgalanmalar

İşletmeler talepteki belirsizlikleri absorbe edebilmek için belirli bir miktar stok bulundurma gereksinimi duyarlar. Stok işletmeler için belirsizliğe karşı bir güvencedir. Fazla talep durumunda karşılaşılabilecekleri yoksatma durumunu engellemek ve müşteri memnuniyetsizliğini veya kaybını engellemek için işletmenin sektörüne bağlı olarak hazır da hammadde veya mamül stoku bulundurulmalıdır. Bu yolla belli bir dönem içindeki kümülatif arzların kümülatif talebi karşılaması sağlanır.

2.3.2. Tedarikte Yaşanabilecek Sorunlar

İşletmeler elde stok bulundurarak, tedarikçilerinden istedikleri anda malzeme alamama veya bir hammaddenin temin etmesi bir süreliğine güçleşmesi durumunda üretime ve müşterilerine ürün vermeye devam edilebilir.

Tedarikçi ile ilgili yaşanabilecek sorunları aşmanın alternatif veya destekleyici bir yolu da özellikle kritik ürünlerde tedarikçi çeşitliliğine gitmektir.

2.3.3. Maliyetle İlgili Sebepler

Firmalar gereksinim duydukları malları daha düşük maliyetlerle elde etmek için stok tutmak isteyebilir. Bu sebeplerin başlıcaları şunlardır:

2.3.3.1. Fiyat Koruma

İşletmeler, kendi öngörülerini ve ekonomik trendi dikkate alarak, fiyatlara gelebilecek zamlardan önce normal ihtiyacından fazla miktarda mal alarak ileride oluşacak fiyat değişimlerinden negatif olarak etkilenmemeyi hedefler. Özellikle yüksek enflasyon durumunda ve mevsimlik ürünlerde bu sebeple stok tutma tercih edilir.

2.3.3.2. Düşük Sipariş Maliyetleri

Firmalar açısından, işletme, taşıma, iletişim vb. sebeplerden dolayı, büyük partiler halinde uzun aralıklarla mal satın almak, küçük partiler halinde ancak kısa aralıklarla satın almaya nazaran maliyeti daha düşüktür. Bu sayede malın her birimi için yapılan satın alma, sipariş ve taşıma maliyetleri daha az olur. Ancak büyük miktarlarda alım yaparken, stok bulundurma maliyeti artar, bu maliyet dikkate alınmazsa, parti büyüklüğünden kaynaklı yapılan kar farkında olmadan kaybedilir.

2.3.3.3. Miktar İndirimleri

Bazı tedarikçiler, büyük miktarlarda mal alımını teşvik etmek için küçük miktarlardaki alımlara kıyasla daha fazla indirim uygulayabilir. Bazı tedarikçiler ise belirli bir miktarda alım dışında firmayı perakendecilerine yönlendirebilir. Bu sebeplerle toplu alımlar tercih edilebilir.

2.3.4. İşlenmişlik Düzeyine Göre Envanter İhtiyacı

İşletmeler çeşitli sebeplerle hammadde, yarı mamül veya mamül bulundurmaya bulundurmamaya tercih ederler.

2.3.4.1. Hammadde ihtiyacı

Üretim aksamasını önlemek, işçi ve makinaların boş durmasını engellemek için hammadde stoğu tutulur. Böylece ham madde alımında oluşabilecek bir gecikme veya temininde güçlük çekilmesi durumunda hammadde stokları kullanılır ve üretime devam edilir.

Envanterde hammadde stoku bulundurmayı şu faktörler etkiler: (Kara, 2014)

- Hammadde eksikliği sebebiyle, üretimin ileri dönemlerde sekteye uğramasını engellemek için bulundurulan emniyet stoku,
- İleri dönemlerde üretimi planlanan ürün miktarına bağlı stok ,
- Üretimin veya hammaddenin mevsim veya dönemlik oluşu,
- Toplu alımlarda sağlanan iskonto nedeniyle yapılan stok,
- İleride hammadde fiyatlarında beklenen gelişmeler,
- Firmanın uygun ve yeterli depolama kapasitesi,
- Elde stok bulundurma maliyetinin düşüklüğü,
- Finansman imkânlarının elverişliliği ve maliyeti,
- Hammaddenin stokta bekleme dayanıklılığı,
- Hammaddenin sağlandığı kaynak sayısı şeklinde sıralanabilir.

2.3.4.1. Yarı mamül ihtiyacı

Yarı mamul stoku tutulmasının amacı, üretim sürecinde makina veya işlerin hızının aynı olmaması sebebiyle bir faaliyette oluşacak aksamanın diğer bir faaliyetleri etkilemesini engellemektir. İşletme içinde yarı mamul stok miktarı, üretim sırasında ard arda gelen işlemlerin istasyonlardan çıktı oranlarının farklı olmasından veya bazı istasyonların tamir/bakım/bozulma vb. sebeplerden durmalarına rağmen diğerlerinin üretime devam etmelerinden de kaynaklanır.

Bir işletmede, yarı mamul stokları bulundurmayı etkileyen başlıca faktörler şu şekilde sıralanabilir (Kara, 2014):

- İmalat prosesinin teknik niteliği, yönetimi ve uzunluğu
- İş istasyonların hızlarının farklı/dengesiz olması,
- Yarı mamullerin başka işletmelere yaptırılıp yaptırılmaması,
- Üretim faaliyetlerinin sürekliliği,
- Üretim miktarı.

2.3.4.1. Mamül ihtiyacı

Mamüller, işletmede belirli bir prosesi tamamlayıp satışa hazır olan çıktılardır. Müşteri memnuniyeti açısından en önemli stok kalemidir. İşletmeler ürettikleri miktar ile piyasada talep edilen miktar arasında olan belirsizlikte denge sağlamak için ürün stoğu tutma gereksinimindedirler. Mamül stoku bulundurmamayı etkileyen başlıca faktörler şu şekilde sıralanabilir (Selçuk, 2007):

- Üretimin sipariş veya piyasa için yapılması,
- Talebin mevsime veya trende bağlı özelliği,
- Satış bölgeleri ve dağıtım kanallarının durumu ve çeşitliliği,
- Serbest piyasa rekabet ortamı,
- Mamulün fiziki özellikleri,
- İş gücünde beklenen değişimler, grev beklentisine karşı korunmak vb.
- Mamül stoğu bulundurma ve bulundurmamanın maliyet ve riskleri.

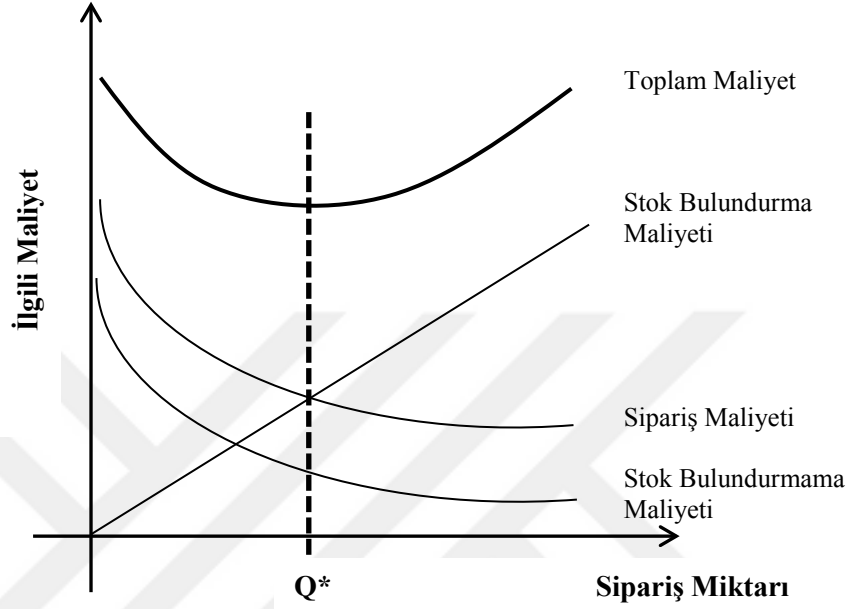
2.4. ENVANTER MALİYETİ

Envanter bir işletmenin sahip olduğu varlıkların önemli bir kısmını teşkil eder, bu bakımdan envanter kontrol ve yönetiminin doğru seçilmesi ve envanter maliyetlerinin eksiksiz tesbit edilmesi firma karlılığını arttırmak ve zararlarını azaltmak için önemlidir.

Envanterler, direkt hammadde ve malzeme maliyetlerini oluşturmanın yanında sigorta, vergi, taşıma, bozulma, depolama ve fırsat gibi endirekt maliyetlerin de oluşmasına sebep olurlar (Axsäter, 2015).

Modern üretim felesefelerinden Tam Zamanında Üretim (JIT) en önemli israf kaynağı ve maliyet kalemi olarak envanterleri öne çıkarır. Buna rağmen çoğu zaman, işletmeler tedarikçilerine olan güvensizlik ve piyasadaki belirsizliklerden sebebiyle işletme içinde stok tutma eğilimindedirler (Güner ve Karaca, 2008).

Envanter maliyetleri genel olarak stok bulundurma, bulundurmama ve sipariş maliyetleri olarak üç ana grupta sınıflandırılır (Dooley, 2005).



Şekil 2 : Sipariş miktarına bağlı olarak envanter maliyeti

Kaynak: Kaya, 2004

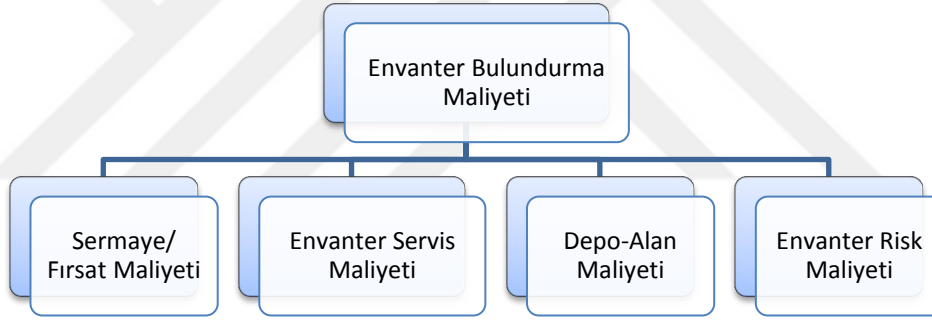
Şekil 2, envanter maliyetinin üç ana unsurunun sipariş büyüklüğüne bağlı olarak parasal olarak değişimini göstermektedir. Envanter bulundurma maliyeti ile sipariş maliyetlerinin kesişim noktası, toplam sipariş maliyetinin en az olduğu kısma denk gelir ve ekonomik sipariş miktarını verir. Belirlenen ekonomik sipariş miktarı ile yetersiz stok bulundurmaktan doğacak maliyetlerde azaltılmış olur.

Gerçeğinden daha yüksek belirlenen bir maliyet değeri sonucunda, işletme stok seviyesini düşük tutma eğilimi gösterir. Düşük stok halinde işletme stoksuz kalmasının sonucu olarak, müşteri memnuniyetini kaybetme riski ile karşılaşır. Aynı zamanda küçük siparişler, yüksek sipariş maliyeti sebep olur. Az envanter bulundurma sonucu oluşacak yoksatma riskini önlemek amacıyla firmalar emniyet stoğu tutabilir fakat bu da yeni bir maliyet oluşturur. Öte yandan, gerçek değerinden düşük belirlenen stok bulundurma maliyeti sonucu firma yüksek miktarda stok tutma eğiliminde olur, bu

durum karın azalmasına neden olur. Sonuç olarak, envantere bulundurulması optimum olan miktarı belirlemenin en ideal yöntemi “ekonomik sipariş miktarı”dır.

2.4.1. Envanter Bulundurma Maliyeti

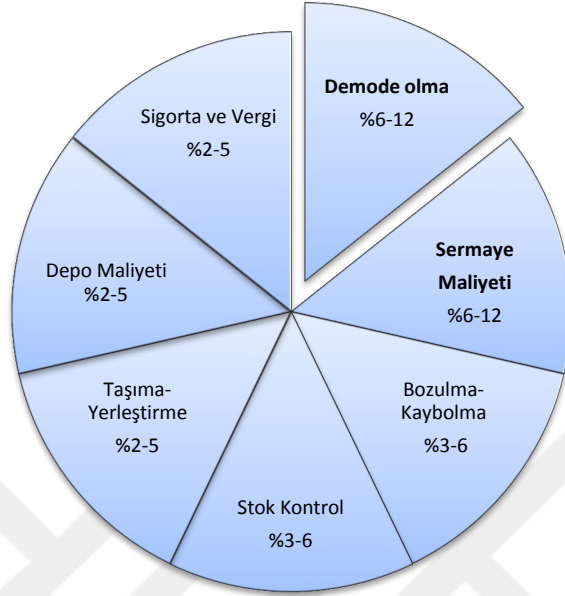
İşletmenin belli bir dönem boyunca envanterinde stok bulundurduğu durumda işletmenin yaptığı maliyetlerdir (Kaya, 2004). İşletmelerin ellerinde stok bulundurmalarının temel amaçlarından birisi, işletmede devam ettirilen proseslerin birinin diğerinden ve dış etkenlerden en az etkilenmesini temin etmektir. Lakin envanterler bir firmanın nakdini bağlayan fiziksel varlıklardır ve hızlı bir şekilde nakide dönüştürülmeleri çoğu zaman mümkün olmadığından dolayı elde bulundurulmaları süre ve miktarına bağlı olarak işletmeye olan maliyetini artırır.



Şekil 3 : Envanter bulundurma maliyet bileşenleri

Kaynak: Rem Assoc., 2019)

Envanter bulundurma maliyetini oluşturan alt bileşenler Şekil 3’de gösterilmiştir. Sekilde yer alan alt bileşenlerin oranını ayrı ayrı hesaplamak kolay değildir bununla birlikte literatürde envanter bulundurma maliyetinin belirli bir süre için (çoğu zaman 1 yıl kabul edilir) ortalama envanter değerinin yüzdesi cinsinden hesaplanmış değerler vardır. Bu yüzdeler oran endüstriden endüstriye ve malın cinsine bağlı olarak değişik kaynaklarda minimum %12 ile maksimum %34 arasında değiştiği görülmüştür (Rem Assoc., 2019).



Şekil 4 : Envanter bulundurma maliyeti bileşenleri

Kaynak: www.remassoc.com/Portals/0/carryingcosts.pdf

Şekil 4’de maliyetler bileşenleri ürün değeri açısından % olarak ifade edilmiştir. Şekilde kesin değerler yerine aralıklarla ifade verilmiştir. Bunun sebebi her parça için elde bulundurma maliyeti alt bileşeni değişir. Bunun bir çok sebebi vardır. Örnek olarak, sermaye maliyeti ürünün ne hızda nakde çevrilebildiğine bağlıdır. Ürünlerin modasının geçme özelliği, son kullanma tarihi olup olmaması veya zamanla kalite kaybı farklıdır.

Envanterde bulunan her kalem için stokta bulundurmanın maliyet oranının eşit varsayılmayacağı aşikârdır. Envanterdeki ürünler için elde bulundurma maliyetini hesaplamak istersek öncelikle envanter bulundurma maliyetinin hangi bileşen veya faktörlerinin üründen ürüne farklılık gösterdiğini bilmeliyiz.

Envanter bulundurma maliyeti bir işletmenin stoğunu nasıl yönettiğinin belirgin bir ölçüsüdür. Envanter bulundurma maliyeti birçok işletmede toplam lojistik maliyetlerinin önemli bir yüzdesini oluşturur. İdeal olarak işletmede bulunan her parça grubu için kendi karakteristiklerini dikkate alarak elde bulundurma maliyeti yöneticiler tarafından belirlenmelidir. Yanlış hesaplanan maliyet değeri sonucunda stok miktarı

olması gerekenden farklı olur bu da maliyeti etkiler. Eğer yöneticinin amacı yüksek müşteri hizmet düzeyi ise daha çok stok bulundurmak isteyecektir.

2.4.1.1. Sermaye/Fırsat Maliyeti

Satın alınan stok kalemi için ödenen harcama ve ödemelerin maliyetidir. Envanter satın almak için yatırılan nakit veya sermaye işletme açısından başka amaçlar için kullanılmayacağından işletme finansmanı tarafından kayıp fırsat maliyetidir. Bu yüzden bazı kaynaklarda fırsat veya sermaye maliyeti olarak adlandırılır. “Stok bulundurmak için yapılan yatırım eğer başka alanlarda değerlendirilseydi bize getirisi ne olurdu?” sorusunun yanıtı fırsat maliyetini tanımlar. İşletme envanter yatırımının bir kısmı ile malzeme alımı için kullanmayı devlet tahvili alınması veya bankaya faiz için yatırılması durumunda kazanılacak miktar ölçülerek fırsat maliyeti hesaplanabilir.

Fırsat maliyeti envanterin nakde dönüştürülebiyecek değerine bağlıdır. Bir malın nakde karşılık gelecek değeri firma türüne bağlı olarak değişir. Firma toptan veya perakende mal alım satım işi yapıyorsa malın nakit değeri malı tekrar almak istediğinde kendisine mal olacak miktardır. Ancak firma bir üretici ise nakit değeri malı üretip satışa hazır hale getirmenin maliyetine eşittir. Stok için yapılan harcamanın fırsat maliyeti hesaplanırken performansın altında kalan veya ölü stok için fırsat maliyeti de hesaplanmalıdır. (Özgür, 2007)

2.4.1.2. Servis Maliyeti

Envanter bulundurma sonucu oluşan maliyetim önemli alt bileşenlerinden biri olan envanter servis maliyeti, envanterlerden kaynaklı vergi, sigorta ve envanter sayımı gibi maliyetlerin toplamıdır. Sigorta ve vergi üründen ürüne değişir bu yüzden her ürün için servis maliyeti aynı kabul edilmemelidir.

Envanter vergi oranı; ilgili mevzuatta bulunabileceği üzere, ürün tipine, değerine miktarına ve ürünün alış amacına (ihracat, ithalat, katma değerli üretim vb.) bağlı olarak değişmektedir.

Sigorta, ürün tipine, değerine deponun fiziki yapısına ve miktarı ile ilişkili olarak kaybolma, kaza, yangın, hasar görme, çalınmaya karşı yapılır ve zamana bağlı olarak prim ödemek gerekir. Sigorta primleri sadece belirli bir zaman periyodu için ürünün değerini kapsadığından envanter seviyesinin bir yüzdesi olarak hesap etmek yanlış olur.

Envanter kontrolü için yapılan malzeme/ürün sayımı ve kontrolünden dolayı bir maliyet oluşur. Envanter sayım maliyeti fiziki sayımın yapılması, yapılan sayım sonuçlarının bilgisayara aktarılması, varsa fiziki sayım ile bilgisayarda sayım arasındaki çelişkilerin gözden geçirilmesi için geçen zamanlardan kaynaklı işçilik maliyetidir. İşletmeler genellikle, hızlı satılan ürünleri yavaş satılan ürünlere nazaran daha sık sayar. Bunun yanında, bazı ürünler fiziksel yapıları nedeniyle başka ürünlere göre daha kolay sayılır. Kısacası, yapılan işlemler benzerde olsa kontrol maliyeti ürünün cinsine bağlıdır.

Sayım maliyetini belirlemek için önce depolarda tutulan birbirine benzeyen ürünler gruplandırılır. Akabinde her bir grubun envanter miktarı belirlenir. Son olarak sayım ve kontrolü yapılır. Kontrol maliyeti çarpanının hesaplamak için sayımda harcanan toplam süre toplam ürün sayısına bölünür. Yılda yapılan sayım miktarı ile bu çarpan çarpıldığında bir stok kalemi için sayım maliyeti hesaplanmış olur (Özgür, 2007).

2.4.1.3. Depo-Alan Maliyeti

Depolama ve depo alan maliyetleri, depo çalışanları, depoda kullanılan araç-gereçler, ve malzeme yerleştirme ve taşıma makina ve aletleri için yapılan harcamaları kapsar. Genellikle envanter miktarı arttıkça ya da depo doldukça, depo maliyetleri artar. Alan maliyeti, genellikle sabittir, ama stok miktarı değişken olduğu için alan maliyetini herhangi bir ürünün değerine oranla hesaplamak zordur. İşletmeler çoğu kez, yalnızca kiraladığı depoların maliyetini alan stok bulundurma maliyetine dâhil edip, kendi alanını kullanıyorsa dâhil etmemektedir. Ancak, depo firmanın alanı içinde olsa dahi, fırsat maliyeti (firma, depo alanını kullanmıyor olsa bu alanda ne yapabilir), işletme gideri, vb. giderler vardır.

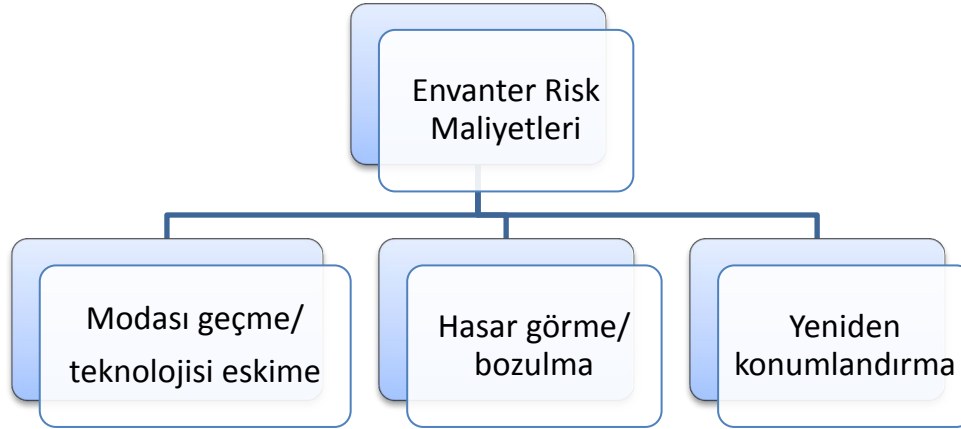
Bir depoyu kullanmanın maliyeti hesaplanırken aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır:

- Vergi (depo alanı için emlak vergisi)
- Sigorta (dask, emlak)
- İşletme masrafları (iklimlendirme, güvenlik, elektrik, aydınlatma)
- Yıpranma (deponun ve depo ekipmanlarının bakım ve onarımı)

Depo-alan maliyetini hesaplamak için, elde bulundurulan envanterin yıllık ortalama masrafı, depo-alan faaliyetleri için yapılan yıllık harcamaların toplamına bölünür.

2.4.1.4. Risk Maliyeti

Envanterler için başlıca risk maliyetleri elde tutulan ürünün demode olması, teknolojisinin eskimesi, hasara uğraması ve son kullanım tarihinin geçmesi olasılıklarından oluşur. (Dooley, 2005). Basit olarak eldeki ürünün risk maliyeti, ürünün hurda değeriyle ilişkilidir. Risk maliyetinin ürüne bağlı olan oranını hesaplamak için, ele alınan bir dönem için ürünlerin hurda değeri, ortalama envanter miktarına bölünür.



Şekil 5 : Risk maliyeti alt bileşenleri

Kaynak: Özgür, 2007

Risk maliyetini oluşturan alt bileşenler Şekil 5 de verilmiştir. Şimdi bu alt bileşenleri inceleyelim:

Modası geçme/ teknolojisi eskime:

Moda ürünleri bir trende bağlı olarak ortaya çıkar ve çoğu zaman kestirelemeyen bir dönem sonunda eski değerini kaybeder. Benzer şekilde günümüzde, teknolojik aletler ve buna bağlı birçok ürün de teknolojik gelişmeler nedeniyle zamanla değerini kaybeder. Ürünün demode olma ihtimaline bağlı olarak menvanterde kalmasından dolayı alınan risk maliyeti, ürünün reel satış fiyatı ile hurda değeri arasındaki farka eşittir.

Bir ürün için modası geçme risk faktörü yüzdesini belirlemek için nispi olarak uzun sayılacak bir döneme ihtiyaç duyulur. Örnek olarak, 1 yıllık bir süre için ürünün demode olma maliyeti, geçen sene bu ürünün stoğu için yapılan harcamaların, bir yıl içerisinde hurdaya çıkmış ürün miktarına bölünmesiyle hesaplanır. Bunun yanında demode olma faktörünü her bir ürün bazında tesbit etmek yerine bir ürün grubu için hesaplamak daha uygundur.

Hasar görme/ süresinin geçmesi:

Envanterde bulunan ürünlerin kırılma, hasar görme, bozulma, çürüme, kaybolma, ömrünün dolması gibi sebeplerle kullanılamaz hale gelmesi firma açısından bir risk ve buna bağlı olarak maliyet oluşturur. Bir ürün için bozulma maliyet yüzdesi, herhangi bir ürünün hasar görmesi/bozulması sebebiyle yapılan düzenlemelerin 1 senelik toplam değerinin aynı zaman içinde ürün için yapılan toplam stok ödemesine oranlanmasıyla hesaplanır. Burada ortalama stok değeri yerine toplam stok ödemesi kullanma tercihimizin sebebi toplam stok miktarının ne oranda müşteri isteğini cevap vermek için ya da ne oranda üretimde kullanılmak için satın alındığını tesbit etmektir.

Yeniden konumlandırma:

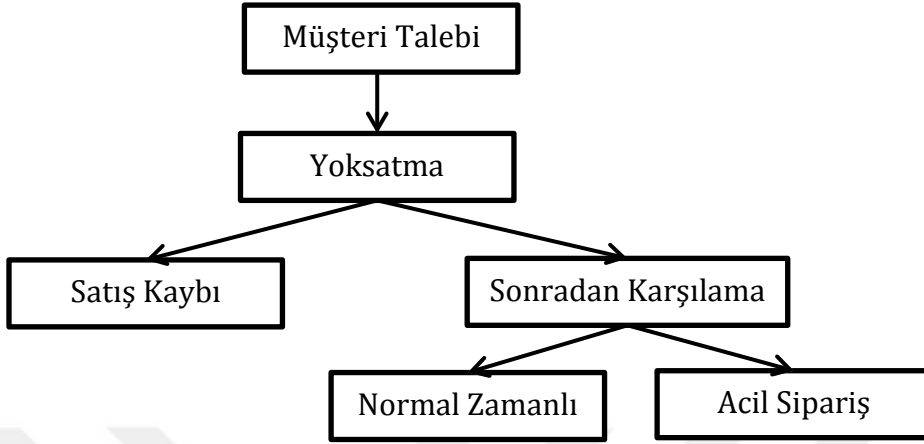
Moda kavramı ve moda değişimi bölgeden bölgeye farklılık gösterebilir. Bu değişimin sebep olacağı elde kalma maliyetini bertaraf etmek amacıyla satış yerleri arasında ürün transferi yapılabilir ve buna yeniden konumlandırma denir. Ürünün daha az talep gördüğü bir yerden daha çok talebi olan bir bölgeye konumlandırılması moda değişiminden kaynaklanan zararı minimize ederken, yeniden konumlandırma maliyetleri ortaya çıkartır (Özgür, 2007).

2.4.2. Envanter Bulundurmama Maliyeti

Elde bulunan envanteri aşacak miktarda talep olması durumunda, fazla gelen talebin karşılanamaması sonucu oluşan maliyettir. Yetersiz envanter bulundurmamak envantere bağlı olarak, talebin yetersiz karşılanmasına, satışın gerçekleşmemesine veya üretim duraksaması neticesi verir. Normal tedarik süresinde ürüne olan talep, tahmin edilen miktardan fazla olursa bir envanter eksikliği oluşur.

Firmanın, müşteri isteğini talep anında yerine getiremediği, yetersiz stok haline yoksatma denir. Yoksatma maliyetleri, müşteri sadakatinin yitilmesi, işletmenin imajının kaybedilmesi sonucu meydana gelen kayıp satışlardır.

İşletme tarafından müşteri talebinin yerine getirilmediği zaman müşteri iki durumdan birini tercih eder (a) siparişden vazgeçer (b) ürün hazır olana kadar beklemeye razı olur. Bekleme halinde ise müşteri (a) istediği ürünün normal zamanda teslimini kabul eder (b) firmanın teklifinden daha erken bir vakitte teslim ister. Müşterinin yoksatma durumunda davranış alternatifleri Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6 : Yoksatma durumunda müşteri davranışı

Bazı sektörler için - örnek olarak otomobil, özel üretim giysi, mobilya- müşterilerin yoksatma halini anlama ve beklemeye razı olma ihtimalleri daha yüksektir. Mobilya mağazaları ve araba galerilerinde değişik ürün seçeneklerinden numune sunulmakta farklı ürün seçenekleri müşteri isteği ile hazır hale getirilmektedir. Dolayısıyla bazı sektörlerin yoksatma durumunun oluşmasına izin verme nedenleri şu şekilde özetlenebilir:

- Envanter bulundurma maliyeti çok yüksek,
- Sınırlı rekabet, Alternatif ürünlere olan çeşitli üstünlükler,
- Müşteriler teslim için beklemeye razı,
- Çok çeşitli ürün seçeneği,
- Tedarikçiden elde etme, siparişi hazırlama süresi yeterince kısa,
- Özel üretim.

Yukarıda bahsedilen özel durumların dışında, yoksatma durumu işletme için maliyetli olabilir. Çünkü yeniden sipariş maliyeti, duran üretim hatları ve tesbiti zor olan kayıp satışlar ile kaybedilen mevcut ve potansiyel müşteriler sebebiyle işletmenin kısa ve uzun vadede kar kaybına sebep olacaktır. Firmalar, tedarik elde etme süresinde talebin tahmin edilen miktardan daha fazla olduğu vakitlerde stoksuz kalma sonucu

yoksatmanın neden olacağı zararları bertaraf etmek için fazladan envanter bulundurarak ürün eksikliğini azaltabilirler. Ayrıca müşteriyi kaybetmeme adına acil siparişler verebilir. Ancak, firma tarafından müşteriye sunulabilen iyileştirilmiş teslim süresi, üretim prosesinde karışıklıklara sebep olabilir. İşletme, acil siparişden dolayı üretim programlarını yeniden planlamak, alternatif ve daha maliyetli tedarikçilerle iş yapmak zorunda kalabilir, fazladan emek ve zaman harcanarak, ürünün daha maliyetli olan ikamesi kullanılabilir.

Ölçülmesi kolay olmayan yoksatma maliyetinin özellikle mevcut müşterilerin başka firmalardan ürün satın almayı tercih etmesi durumunda yüksek olduğu firmalar tarafından anlaşılır. Uzun vadede pazarın büyüklüğüne bağlı olarak satış trendleri ve pazar payındaki değişim incelenerek yoksatma durumu tesbit edilmeye çalışılır. Bunun yanı sıra yoksatma maliyetinin büyüklüğü müşterinin yoksatma ile karşılaştığı zaman gösterdiği davranışa, yoksatma durumunun işletmede meydana gelme sıklığına ve ikame ürünlerin maliyetine bağlıdır.

Yüksek müşteri hizmet düzeyini amaçlayan işletmeler emniyet stoğu şeklinde fazla stok bulundurarak, yoksatma durumunu en aza indirmeyi tercih edebilir. Bu durumda stok bulundurma maliyeti artar. Sonuç olarak firma yöneticileri fazladan emniyet stoğu bulundurma maliyeti ile yoksatma durumunu maliyetini karşılaştırarak firma açısından en kazançlı orta yolu tercih etmelidir (Tanrıverdi, 2010).

2.4.3. Sipariş Maliyeti

Bir işletmenin, envanterine yeni bir ürün katmak için sipariş verdiğinde ortaya çıkan maliyetlerdir. İşletmelerde, üretimi gerçekleştirmeden önce, üretimde kullanılan malzemelerin elde edilmesi için bir sipariş ve hazırlık süreci oluşur. İşletme için gerekli malzemeleri elde etmek için yapılan işlerden kaynaklanan sipariş maliyetleri, sipariş edilen stokun işletme içerisinden veya işletme dışından elde edilmesine göre farklılık gösterir. Bir firma için sipariş çeşitleri iki gruba ayrılır:

- Üretim yaparak firma içinden karşılanan siparişler

- Satın alma yaparak dışarıdan elde edilen siparişler

Üretim yoluyla elde edilen siparişler için, sipariş maliyeti malzeme aktarma, işçilik, iletişim ve kırtasiye giderleri olup üretim maliyeti içine dahil edilir. Satın alma yoluyla dışarıdan karşılanan siparişler için siparişin üst makamca onaylanması, siparişin gönderilmesi, siparişin kontrol ve kabulü, fatura ve muhasebe ile ilgili işler kaynaklı işletme giderleri ve kırtasiye harcamaları sipariş maliyetine girer.

Bir işletmede sipariş maliyetleri şu başlıklarda toplanabilir:

2.4.3.1. Hazırlık Maliyetleri:

Firma dahilinde veya dışından olsun, yeni bir sipariş verme durumunda yapılan hazırlık masrafları olur. (Fıçı, 2006). Örnek olarak, dışarıdan temin edilecek bir malzeme için gerekli formların yazılması, ilgili departmanlardan onay alınması, tedarik eden firmaların araştırılması gibi faaliyetleri yerine getirmenin bir maliyeti vardır.

Satılacak bir malzeme hazırlanması aşamasında da, satış bölümünün talebi ile üretim iş emirlerinin hazırlanması, planlama faaliyetleri ve son olarak imalat için kalıp, tertibat, takım değiştirme vb. işlemlerden kaynaklı maliyetler hazırlık maliyetidir.

Siparişleri gerçekleştirmek için yapılan hazırlıklarda sık ama küçük sipariş ile az ama büyük siparişlerin maliyetleri kıyaslanmalıdır.

2.4.3.2. Direkt İşçilik Maliyeti:

İşçi bir işi önceden yapmış da olsa tekrar yapacağı zaman o işi tekrar öğrenmek için zaman harcar. Harcanan süre işin kompleksliğine, ne kadar süre önce benzer bir iş yapıldığına ve işçinin yeteneklerine bağlıdır. Öğrenme neticesinde bir işçinin bir mamül üretimi için harcadığı süre %20-80 oranında iyileşebilir. Ustalık ve kişisel yetenek isteyen emek yoğun işlerde süredeki iyileşme oranı daha yüksek olması beklenir. Sipariş hacmi küçük olursa, farklı ürünlerin üretimi, yani çok sık ürün dolayısıyla üretimin değiştirilmesi öğrenme için kaybedilecek işçilik süresini artırır.

Hazırlık ve işçilik öğrenme maliyetinin yüksek olduğu durumlarda, envanter miktarını artırmasına rağmen, stoğa da ürün üretip öğrenme maliyetini azaltma sonucu toplamda avantaj olup olmadığı değerlendirilmelidir.(Doğar, 2006).

2.4.3.3. Üretim Kontrol Maliyetleri:

Üretim ve ürünlerin kontrolü için yapılan yıllık maliyet alınan sipariş sayısı ve çeşitliliği ile ilişkilidir. Çoğu zaman siparişlerin büyüklüğü ile ilişkisi azdır. Bir yılda üretilen sipariş çeşidi sayısı az olursa kontrol maliyeti de o derece azalır.

2.4.3.4. Kayıp Kapasite Maliyeti:

Yeni bir sipariş alındığında üretim için yapılan hazırlanma faaliyetleri sırasında harcanan zaman verimli kapasite zamanı açısından bir kayıptır. Hazırlık zamanı aynı zamanda kayıp kapasiteye sebep olur. Kayıp kapasite ve hazırlık süresinin alınan sipariş çeşit sayısı ile ilişkilidir. Hassaten üretimde dar boğaz anlarında, bu kaybın etkisi daha iyi anlaşılır.

2.4.3.5. Satınalma Sipariş Maliyeti:

Bir satın alma siparişi durumunda ortaya çıkan, sipariş için tedarikçi bulunması, sipariş detaylarının hazırlanması, takip, teslim alma, kontrol, fatura kaydı ve ödenmesi gibi muhasebe işlemleri, vb. maliyetleri içerir. Yıllık oluşan satınalma sipariş maliyeti, işletme tarafından verilen sipariş sayısına bağlıdır. Verilen siparişlerin sayısı azaltılıp miktarı çoğaltılarak sipariş maliyeti azaltılabilir. Ancak bu durum envanter seviyesini dolayısıyla de envanter bulundurma maliyetlerini arttırır.

2.5. ENVANTER YÖNETİMİ

Envanter, işletme içinde üretimde kullanılmak veya nihai müşteriye gönderilmek üzere elde bulunan bütün hammadde, yarı mamül, yardımcı malzeme ve nihai ürünlerdir.

Envanter yönetimi, envanterler için performans standartları ve politika oluşturulmasından, işletmeye giren hammaddeden müşteriye giden son ürüne kadar envanterin planlama ve kontrolünden mesuldür (Axsäter, 2015). Etkin bir envanter yönetimi için bir yönetici aşağıdaki temel faktörlerin değerini bilmelidir (Özgür, 2007):

- Bir kalemin envantere kaldığı sürenin uzunluğu,
- Envanter kalemlerinin değeri,
- Envanter kalemlerinin miktarı,
- Stok bulundurma maliyeti.

Etkin envanter yönetiminin amacı, “optimum stok yatırım düzeyini planlamak” ve “kontrol kanalıyla planlanan optimum düzeylerini muhafaza etmektir”. Etkili bir envanter yönetiminde, sürekli kontrol sayesinde stoklarda meydana gelen olumsuz gelişmeler anında tesbit edilir ve yeterli ve uygun tedbirler hızlı bir şekilde alınır (Thiry, 1967).

Çoğu işletmede binlerce kalem envanter bulunur ve bu envanterlerin kontrolü, bakımı ve uygun miktarda elde bulundurmanın sürekliliği tüm imalat işletmelerinin yönetmek zorunda olduğu bir durumdur. İşletme yöneticileri için envanter yönetiminde çeşitli problemlerin bulunduğu, envanterin daha etkin ve verimli yönetilmesi gerektiği sinyalini veren bazı emareler vardır. Bu emarelerden bazılarını örnek olarak; işletmeye alınan toplam envanter miktarının yapılan satıştan daha fazla olması, üretimde kullanılacak parçaların eksikliğinden dolayı üretimin aksaması, sevkiyat, tedarik, ve elde bulundurma maliyetlerinin artmaya başlaması, stokta bulunan bazı parçaların miktarı çok yüksekken, bazı parçaların gereğinden az olması, parça kaybolmaları, yanlış yerde parça bulunması, stoklanan malzemelerin bozulup çürümeleri ve hasar görmeleri nedeniyle artan eksilme oranları verilebilir (Acılar ve Başaran, 2008).

2.5.1. Envanter Yönetiminin Gelişimi ve Önemi

Hızla gelişen teknoloji ve geliştirilen yeni tahmin yöntemleri işletmelerin önemli problemlerinden olan tedarik, üretim ve dağıtım süreçlerindeki belirsizliği tahmin etme imkanlarını geliştirmiştir. Tedarik halkaları arasındaki iletişim ve koordinasyon her halkadaki stoğu daha iyi yönetme olanağı sunmaya başlamıştır. İşletmede stok bulundurmaya bir çok sorunun üstünü örtmeye yardımcı olur, ancak, paranın maliyeti arttıkça yöneticiler verimliliği artırmanın dolayısıyla envanteri yönetmenin daha iyi

yollarını aramak zorunda kalmışlardır. Bütün bu gelişmelerin sonucu olarak, envanter kontrol ve yönetimine verilen önemi artırmıştır.

Yöneticiler ihtiyaçtan fazla stok bulundurma sayesinde gizlenen problemleri ortaya çıkartarak, bunları çözmeye odaklanmış ve stok seviyelerini düşürecek çözüm yollarını araştırmışlardır. Stok seviyesini azaltma çabaları aynı zamanda, stok bulundurmamanın yaratacağı sorunlarında görünmesini sağlamıştır. Bir çok sektör için yoksatma maliyetleri oldukça yüksektir ve malzeme akışının yönetim, üretim ve proses maliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Söz konusu maliyetlerin artması; ileri dönemlerdeki satışları kaybetme riski ve müşteri memnuniyetsizliği sonucunu doğurur.

Envanter miktarını azaltıp, ara tamponları ortadan kaldırarak, yöneticiler, sistem içerisinde fazla stok sayesinde gizlenen sorunların lokasyonlarını belirleyebilir. Açığa çıkan bu problemleri çözmek için sistem çapında bir koordinasyon gereklidir. Envanter yönetimi bu noktada daha çok önem kazanan, hangi ürüne nerede ihtiyaç var, ne zaman alınmalı, ne kadar elde bulundurulmalı, nerelerde stoklanmalı vb. sorulara cevap vermelidir.

2.5.2. Farklı Departmanların Envanter Yönetimi Yaklaşımı

Bir işletmede, envanter ile firmanın lojistik, müşteri hizmeti ve üretim faaliyetlerini desteklemek amaçlanır. Envanter bulundurmanın ve bulundurmamanın önceki bölümlerde incelendiği üzere, firma açısından çeşitli yararları ve zararları vardır. Envanter yönetimi işletmedeki farklı departmanların bazen birbiriyle çelişkili isteklerini dengeleyici bir rol üstlenerek tüm firma için optimum kararları vermeyi hedefler. Bir işletmedeki farklı departmanların kendi amaçları doğrultusunda ideal envanter seviyelerinde farklı ve çoğu zaman çelişkili yaklaşımlar görülür. Bu yaklaşımlar şu şekilde özetlenebilir:

Üretim departmanlarının önceliği, işgücü ve fabrika verimliliğini artırmak, müşteri talebindeki değişiklikleri karşılamak ve üretimde envanter eksikliğinden dolayı yaşanabilecek sorunlardan etkilenmemektir. Bu yüzden, yüksek envanter seviyesini tercih ederler.

Satın alma departmanları yüksek miktarda alım sayesinde indirimli fiyatlardan ve taşıma maliyetlerinden tasarruf yapılacağını savunur.

Satış departmanları, elinde gelecek dönemlerde olası ani talep artışını karşılayabilecek bir biçimde envanter bulundurulmasını ister. Her ürün kaleminden bir miktar envanterde bulundurulması gerektiğini düşünür.

Finans departmanları, işletme sermayesinin büyük bir bölümünü kullanması ve nakit akışında problemlere neden olması sebebiyle mümkün olan en az miktarda malzeme alınmasını savunur.

Kalite kontrol departmanları, gerekli kalite kontrol işlemlerini yerine getirirken envanter hareketlerinin yavaşlatırlar, bu da envanterde artışa sebep olur. Diğer yandan, envanter hareketinin seviyesi az olursa kalite kontrol işlemleri daha hızlı yapılır.

Depo ve ürün dağıtım departmanları yüksek envanter seviyesinin operasyonlarını negatif yönde etkilediğini ve yeterli alan bulmakta zorlandıklarını söylerler.

Üretim departmanlarının önceliği, işgücü ve fabrika verimliliğini artırmak, müşteri talebine uygun üretimi gerçekleştirme ve üretimde envanter eksikliğinden dolayı meydana çıkabilecek problemlerden etkilenmemektir. Bu yüzden, hem hammadde hem yarı mamül açısından envanterin çok olmasını tercih ederler.

Envanter yönetiminin gelişmesindeki başlıca nedenlerden biri, aynı firma içindeki farklı departmanların bu çelişkili yaklaşımlarına genel bir bakış açısıyla yaklaşarak işletme açısından en az maliyetli çözüme olan ihtiyaçtır. Eldeki verileri değerlendirerek, her departmanın ihtiyaç ve kaygılarını göz ederek dengeli bir noktada buluşturmak envanter yönetiminin görevidir.

2.5.3. Envanter Yönetiminin Amaçları

Bir işletme açısından en uygun politika müşteri hizmet düzeyini en yüksek seviyede tutarken minimum harcama ve maksimum kar yapmaktır. Envanter yönetimi bu amaca ulaşmada önemli bir araçtır. Bir işletme karlılığı sağlamıyorsa kısa dönemde

işletmenin kapanması söz konusu olur. Öte taraftan, müşteri hizmet düzeyi yetersiz olursa yoksatma durumu oluşur ve müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkar ve bu durumda işletme kısa dönemde kar yapsa bile uzun vadede kapanma riski ile yüzleşir. Bu yüzden envanter yöneticisi pazarlama ve satış ile finansman arasında bir denge kurmalıdır.

Kısacası envanter kontrol aktivitelerinin firma işlemlerine destek vermeye yönelik amacı şu üç hedefi optimize etmektir:

- Maksimum müşteri hizmet düzeyi,
- Minimum envanter yatırımı,
- Minimum maliyetle fabrika operasyonlarını destekleme.

2.5.3.1. Müşteri Hizmet Düzeyi

Müşteri hizmet düzeyi, belirli bir periyod içerisinde müşteri taleplerine olumlu cevap verme yüzdesidir. Müşteri hizmet düzeyi aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$\text{Müşteri Hizmet Düzeyi} = \frac{\text{Zamanında Karşılana n Talep Miktarı}}{\text{Toplam Talep Miktarı}}$$

Müşteri talepleri hızlı bir şekilde değişmektedir. Bu yüzden firmalar, müşterinin sesine kulak vermeli, ihtiyaçlarını anlamalı, anlamak için araştırma yapmalı, ihtiyaçdaki değişimi sezmeli, ve bu bilgilerin sonucunu dikkate alarak hareket etmelidir ki, bu istekleri geç olmadan uygulayarak müşterinin sesine hızlı bir şekilde cevap verebilsinler. İşletmeler arasında farklılık oluşturan en önemli unsurlardan biri müşteri hizmet düzeyidir. Aynı ürün bir çok firma tarafından satılabilir ancak bu rekabet ortamında müşteri, kendi isteklerine en iyi cevap veren ve problem olduğunda ilişki yönetimi en iyi olan firmaları tercih edecektir.

Talep tahminleri sonucu elde bulundurulana envanter miktarının müşteri hizmet düzeyi üzerinde önemli tesiri vardır. Tahminlerin gerçekleşecek sonuçlar ile tam olarak uyuşması beklenmez, ancak tahmin edilen miktarın, gerçekleşen miktardan çok düşük olması hizmet düzeyini düşürür. Aksi durumda da elde fazla stok olacak, bunun sonucu

oluşan maliyet de firmayı olumsuz etkileyecektir. Sonuç olarak, düşük yada yüksek tahmin sonucu oluşan aradaki farkın fazla olması firmanın katlanması gereken maliyetide artıracaktır. Bu gereksiz maliyetden kaçınmak için hem bilimsel hem de tecrübe ve piyasaya dayalı sağlıklı tahminler yapılmalıdır.

Müşteri taleplerinin envanter açısından minimum maliyetle karşılanması ve hizmet düzeyinin en yüksek seviyede tutulması için, envanterin tedarik zincirindeki hareketi koordineli ve hızlı bir şekilde gerçekleşmelidir. Bu noktada, tüm tedarik zinciri halkalarının ve işletme departmanlarının koordinesi önemlidir. Üretimde ya da tedarik zinciri üyelerinden birinden kaynaklanan sorun bazı noktalarda stok seviyelerini arttırırken bazı noktalarda yetersiz kalmasına sebep olacak bu da hem maliyetlerin artmasına hem de müşteri hizmet düzeyinin olumsuz etkilenmesine sebep olacaktır.

2.5.3.2. Envanter Yatırımları ve Envanter Devir Hızı

Envanter yönetiminin amaçlarından biri, işletmenin envantere bulundurması gereken malzeme seviyelerini, meydana gelebilecek talep değişimleri ve başka şartları dikkate alarak optimum düzeyde belirlemektir. Üretim esnasında gerekli malzemelerin miktarı, ne zaman envantere alınacağı önemli bir problemdir. Envanter maliyetleri incelendiğinde en fazla payı envantere yapılan yatırımlar oluşturur. İşletmelerin faaliyetlerini sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmesi için sahip olduğu kaynak ve yatırımları denge içinde kullanması gerekir. Yapılacak sağlıklı planlama, talep tahmin ve yönetimle lüzumsuz yere envantere fazla para yatırılması engellenerek nakit kaynakları optimum şekilde kullanılır.

Envanterlerin doğru yönetildiğini gösteren önemli kriterlerden birisi stok devir hızıdır. Stok devir hızı işletmede belirlenen bir zaman aralığında elde bulunan stokların satılma sayısını, başka bir ifadeyle yenilendiğini gösteren bir performans ölçüsüdür.

$$\text{Stok Devir Hızı} = \frac{\text{Stoktan Satılan Ürünün Parasal Miktarı}}{\text{Ortalama Stoğun Parasal Miktarı}}$$

Ortalama stok miktarı belli bir dönem içerisinde elde bulundurulan stokların ortalam değeridir. Örnek olarak, dönem başlangıç stok miktarı, dönem ortası stok miktarı ve dönem sonu stok miktarı toplamı 3'e bölünerek ortalama stok miktarının parasal değeri bulunabilir.

2.6. ENVANTER KONTROLÜ

İşletme giderlerinin önemli bir kısmını (sektöre ağırlık olarak %25-90 arasında bir oran) envanterler oluşturur. Bu durum, envanter kontrolünün ne derece önemli olduğunu gösterir. İstenilen ürünü istenilen vakitte istenilen yerde hazır olarak sunmak ve bu işlemi en az maliyetli olacak şekilde gerçekleştirmek, işletme içindeki değişik departmanların talep ve beklentilerine karşılayacak envanterin hazır edilmesi envanter kontrolünün temel amacıdır (Özgür, 2007). İşletmede ihtiyaç duyulan çok sayıda değişik malzemenin, değişik iş proseslerine entegrasyonu veya çok sayıda değişik noktaya, değişik kategorilerdeki ürünlerin lojistiğini en ideal bir şekilde gerçekleştirme bilgi ve emek gerektiren zorlu süreçlerdir. Bu yüzden üretim ve / veya dağıtım yapan işletmeler için, envanter yönetim ve kontrolü vazgeçilmez bir öğedir

Endüstri işletmeleri ciddi derecede fazla çeşit hammadde, yardımcı madde kullanır. Envanter kontrol sistemleri genel olarak kontrol edilecek malzemenin cinsine bağlı olarak seçilir. Çeşit sayısının fazla olması ve her sistemin çoğu zaman bir kaç sınıf malzemeyi desteklemesi nedeniyle endüstri işletmelerinin malzeme cinslerine uygun birkaç envanter kontrol yöntemi kullanması daha doğru bir karar olacaktır. Envanter kontrolü kapsamında literatürde ismi geçen değerlendirme yöntemlerinden en çok kullanılan çeşitleri şöyledir (Özgür, 2007):

- Gözle kontrol yöntemi
- Çift kutu yöntemi
- Sabit sipariş periyodu politikası
- Sabit sipariş miktarı politikası
- ABC yöntemi

2.6.1. Gözle Kontrol Yöntemi

Envanterin düzenli periyotlarla, deneyimi olan görevli tarafından kontrol edilerek belirlenen bir miktardan az olan envanterlerin belirlenmesi ve siparişin yenilenmesi şeklinde gerçekleştirilir (Doğan, 2002). Özellikle orta ve küçük envanter çeşidine sahip işletmelerde, ambar sorumlusu tarafından uygulanabilir bir envanter kontrol yöntemidir. Stok seviyesi belli seviyelerin altına düşen kalemleri depo sorumlusu belirler ve sipariş verilmesi için firmadaki satınalma birimine bilgi verir. Gözle kontrol yöntemi, orta ve küçük envanter çeşidine sahip işletmelerde tecrübeli bir ambar görevlisinin sorumluluğuna bırakılması şartı ile kolay ve pahalı olmayan bir envanter kontrol yöntemidir. Bunlara ek olarak sistemin bazı negatif yönleri vardır (Kaya, 2014):

- İşletmede bir malın tüketim hızı ani artar veya yavaşlarsa, tedarik elde etme süresi veya tedarik ve tüketimi etkileyen başka bir faktörün değişmesi halinde bu durumun hemen farkedilmesi güçtür.
- Kişisel tecrübe ve bilgiye dayandığı için verilen sipariş aralığı ve sipariş miktarı ve kontrol sıklığında optimum değer uzağında olma olasılığı fazladır
- Depo içinde malların düzenlenmesi sistematik bir şekilde tasarlanmamış ise depo sorumlusunun hata yapma ihtimali fazladır.
- Kontrolü yapan memurun kişisel tecrübesine dayalı olduğundan başka bir kişi tarafından kontrol yapılması gerektiğinde güçlük yaşanır.

2.6.2. Çift Kutu Yöntemi

Depodaki envanter kalemleri, sipariş teslim süresi ve malzeme tüketim hızı düşünülerek tasarlanmış, iki bölmeye sahip kutulara konur. İki kutudan birinin içindeki malzeme bittiğinde, sipariş verilmesi için sinyal sayılır, ilgili departman bilgilendirilir, yeni ürün gelene kadar diğer kutu kullanılır (Küçük, 2011: 60). Gözle kontrol yönteminden daha sistematik bir yaklaşım olan çift kutu yönteminin etkin çalışmasında mühim olan kriter, ikinci kutudaki malzeme miktarının, malzemenin sipariş verilmesi ile teslim alınması arasında geçen zaman boyunca üretim ve diğer faaliyetlerin akamasına sebep olmayacak kadar yeterli miktarda olması gerektiğidir.

2.6.3. Sabit Sipariş Periyodu Yöntemi

İki sipariş verme arası sürenin önceden tesbit edilmiş olan sabit sabit zaman aralığı olduğu yöntemdir. Her periyot akabinde, her envanter kalemi için, miktarı çalışılarak tesbit edilmiş bir stok miktarı olacak şekilde sipariş geçilir.

Özellikleri birbirinden farklı ve çok sayıda envanter kaleminin olduğu bir işletmede sipariş periyotlarının ayrı ayrı hesaplanması ve bu süreye bağlı olarak kontrol yapılması kolay değildir. Bu bağlamda sipariş periyodunun hesaplanmasında dikkatli olmak gerekir. İki sipariş arası geçecek sürenin firma için uygun süreden uzun veya kısa olması durumunda toplam envanter maliyetini artırıcı etki gösterir.

2.6.4. Sabit Sipariş Miktarı Yöntemi

Malzeme stoğu belirli bir miktara düştüğünde, toplam envanter maliyetini en azlayacak şekilde Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP) veya başka bir yöntemle belirlenmiş sabit bir miktar sipariş edilir. Genelde bu yöntem, MRP sistemi ile entegre olarak kullanılır. MRP içindeki bazı envanter kalemlerinin siparişi ve sipariş verme maliyetinin yüksek olması halinde tercih edilir. Sipariş verilen miktar sabit olmasına rağmen, sipariş arası sürenin üründen ürüne farklılıklara sahip olması tedarik için birtakım problemler oluşturabilir. Bu sebepten ötürü sipariş süresi hesaplanırken her stok ayrı ayrı düşünülmelidir.

2.6.5. ABC Yöntemi

Envanter kontrolü için ABC yöntemi, envanter çeşitlerinin toplam envanter içindeki oranlarına bakarak sınıflandırılmasıdır. İtalyan ekonomist Pareto'nun geliştirdiği 80/20 kuralına dayanan bu yöntemde göre herhangi bir ekonomik sistemde, bütün elemanların az bir kısmı (%20), etkinin büyük kısmına (%80) sahiptir.

ABC yöntemi ile malzeme sınıflandırmada stoklar 3 sınıfta incelenir:

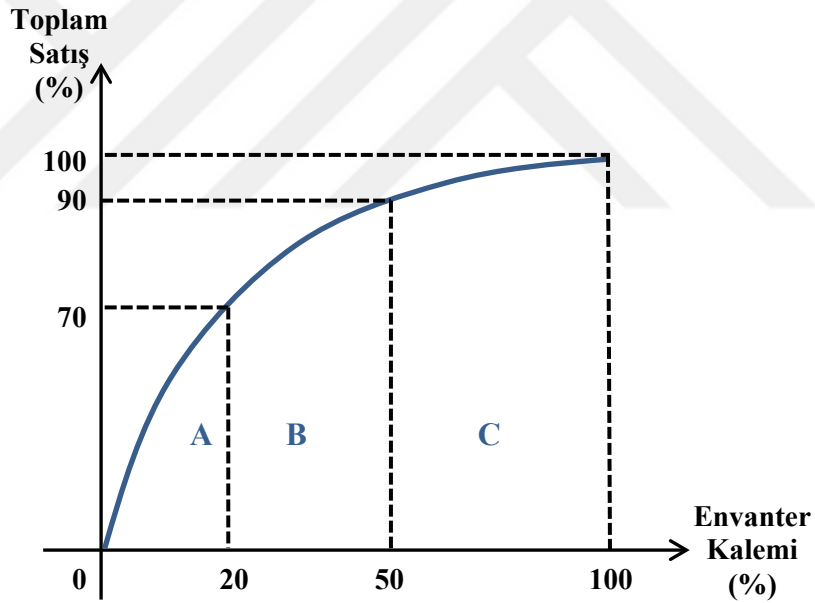
A Grubu envanter çeşitleri: Bütün envanterin miktar olarak % 15-20'si, toplam envanter değerinin ise % 75-80'ini meydana getiren sınıftır.

B Grubu envanter çeşitleri: Bütün envanterin miktar olarak % 30-40'ını, toplam envanter değerinin ise % 10-15'ini meydana getiren sınıftır.

C Grubu envanter çeşitleri: Bütün envanterin miktar olarak % 40-50'sini, toplam envanter değerinin ise % 5-10'unu meydana getiren sınıftır.

ABC prensibi ile yapılan envanter sınıflandırmada,

- A – En önemli
- B – Orta önemli
- C – En az önemli envanter gruplarıdır.



Şekil 7 : ABC yöntemi ile envanter sınıflandırma

Kaynak: (Doğar, 2006)

Şekil 7 de gösterildiği gibi ABC yöntemi ile gruplama sayesinde, envanter kontrol faaliyetlerinin farklılaştırılması sağlanırken, en önemli gruba en fazla önem verilir.

2.6.5.1. A grubu envanter

A grubu envanter sınıfına giren malzemeler firmanın envanterindeki en önemli mallardır. Bu sınıfın kontrolü sıkı olmalıdır. Envanter yönetimi görevlerinden olan sipariş miktarı ve zamanının belirlenmesi, emniyet stoğu miktarı, fiili ve kayıt üzerindeki stok miktarı, tedarik süresi gibi kontrollerin tamamı bu ürünler için sistematik ve dikkatli bir şekilde yerine getirilmelidir. Bu kriterlerin sürekli kontrol altında tutulması envanterin az ama sürekli bir miktar olmasını sağlar ve maliyeti minimize eder. Siparişler kısa aralıklarla verilerek, fiili stok ile talep arası sürenin kısa olması sağlanır. Bu sayede emniyet stokları, en az seviyede tutulabilir. Kısa aralıklarla verilen siparişlerle, en pahalı olan bu grup envanterin işletmede bekleme süresi azalır, böylece elde stok bulundurma masrafları azalır.

2.6.5.2. C grubu envanter

C grubu envanter kalemleri firmanın envanterindeki en ucuz ancak miktar olarak çok olan mallardır. Bu gruba giren malzemeler büyük partiler halinde ve iki sipariş arası süre uzun olacak şekilde verilir. Emniyet stoğu seviyesi yüksek tutulurken, kayıt, kontrol faaliyeti seyrekleştirilir. Bu gruptaki envanter çeşitlerinin her bir kalem için elde bulundurma maliyeti düşük olduğu için yüksek emniyet stokları çok masraflı olmaz. C grubuna giren malzemeler standard ve çabuk bulunan mallardır. Eskime, bozulma gibi riskleri azdır. Her bir kalem için ayrı ayrı politika belirlemek yerine bütün grup için tek politika belirlenerek emniyet stoğu, sipariş miktarı, sipariş arası süre vb. kararlar ortak verilebilir. Bu gruba giren envanter kalemleri için, sipariş sayısı az, ancak sipariş miktarı yüksek tutulabilir. Bu durum elde bulundurma maliyetini artırsa da sipariş maliyetini azaltacaktır. Ancak bu gruba giren malzemelerin birim başı maliyeti düşük olduğu için elde bulundurma maliyeti çoğu zaman sipariş maliyetinin altında kalacaktır.

2.6.5.3. B grubu envanter

B grubu envanter sınıfına giren malzemelerde, A ve C grubunda anlatılan iki uç durumun ortasında bir kontrol mekanizması tercih edilir. Bu gruba giren her malzeme sınıfı için stok kontrolü ve kayıdı tutulmalı, raporlama yapılmalı, sipariş miktarı,

emniyet stok düzeyi, sipariş aralığı vb. kriterler belirlenmelidir. Elde bulundurma, sipariş maliyeti gibi maliyet kalemlerine dikkat edilmeli, olası talep değişimleri için aşırı miktarda envanter tutulmamalı ve yönetim kriterleri güncellenmelidir.

Sonuç olarak, ABC yöntemi bir işletmede uygulanması sırasında iki temel kriter dikkate alınmalıdır:

1. Düşük değerli ve düşük hacimli malzemelerin envanterini yüksek seviyede tutmak,
2. Yüksek değerli ve malzemelerin envanterini düşük seviyede tutmak ve kontrolünü iyi yapmak.

2.7. TALEPTEKİ BELİRSİZLİK

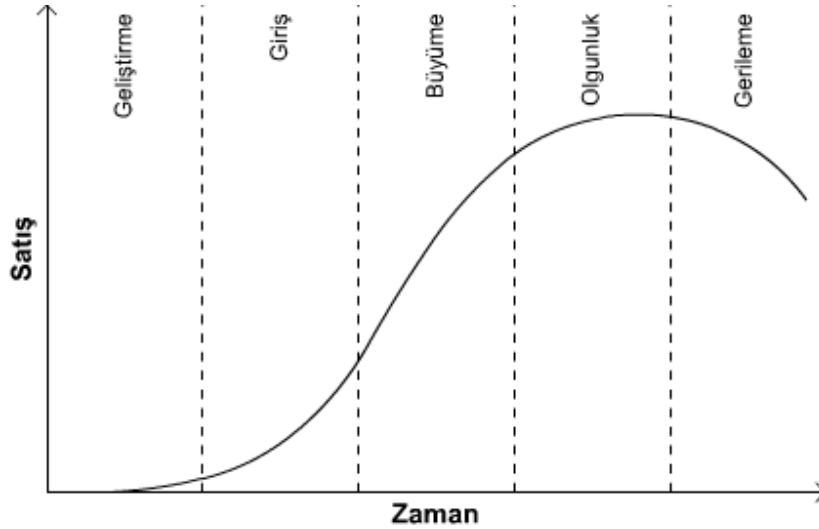
Bir işletmede gerçekleşen ve tahmin edilen talep arasında bir miktar farklılık olması normaldir. Siparişin miktarı, malın kullanım hızı, tedarik için geçen süre gibi değişkenler envanter talebinde belirsizlik oluşturur. Bu belirsizliklerden dolayı firmalar, rekabette ve üretimde riskleri azaltmak için emniyet stoğu altında ek stok tutarlar, bu durumda da stok bulundurma maliyeti artar. Envantere mevsimlik talep ve arz değişiminin fazla olduğu ürünlerde üretimi dengelemek için ihtiyaç duyulur. Müşteri taleplerinde oluşacak değişim, üretimden değil de envanterden sağlanır (Dooley, 2005).

Müşteri hizmet düzeyi üzerinde firmanın yaptığı talep tahminleri çok etkilidir. Yapılan tahminlerin fiili durumla tam olarak uyuşması beklenmez ancak, tahmin miktarının gerçekleşen fiili miktardan az kalması ve bu farkın ciddi bir miktar olması durumunda müşteri hizmet düzeyi düşük kalır. Tersisi durum olan, tahmin miktarının gerçekleşen fiili miktardan fazla olması halinde ise aradaki fark elde bulundurma maliyetinin yükselmesine sebep olur.

Bir işletmede nihai bir ürünün üretim miktarı arttıkça bu ürüne olan alt bileşenlerin de bağımlı talebi artar. Herhangi bir nihai ürüne olan müşteri talebinde olan artış ise bağımsız talebi artırır. İşletmeler belirsizlik ortamı oluşturan bağımsız talebin

fonksiyon yapısını iyi analiz etmelidir. Ürün yaşam eğrisine bağlı olarak bağımsız talepte zaman içinde değişir.

Şekil 8’de piyasaya çıkan bir çok ürün için ortak olan ürün yaşam eğrisi görülmektedir. Ürün yaşam süresi ve satış hacmi üründen ürüne büyük farklılıklar gösterse bile yaşam eğrisi genel olarak benzerlik gösterir. Şekil 8’de verilen ürün yaşam eğrisinde geliştirme safhası yeni geliştirilen bir ürünün piyasaya sunulmaya hazırlandığı ve giriş safhası ise yeni piyasaya çıktığı süreci verir. Giriş safhasında ürünün piyasada tanınırlığı azdır satış miktarı ve karı az olur. Ürün reklamlar ve bilinirliği arttıkça pazar içinde kendine yer edinir ve satış rakamlarında artmalar görünür. Büyüme evresinde işletme müşterilerden gelen talebi vakit kaybetmeden karşılamak ve yoksatmamak için elinde uygun miktarda ürün bulundurmalıdır. Olgunluk safhası satış hacminin yavaşlayarak arttığı ve artık en yüksek noktasına ulaştığı safhadır. Bu safhada ürüne olan talep fazla olur, bu yüzden malın müşterilere yoksatma durumu oluşturmadan dağıtımı önemlidir.



Şekil 8 : Ürün yaşam eğrisi

Kaynak: (Pehlivan, 2018)

Modası geçme riski ile karşı karşıya kalan ürünler, gerileme aşamasındadırlar.

Gerileme safhasında envanter kontrol faaliyetlerinin önemi artar. Bu safhada nakit yönetimi dikkat edilmesi gereken önemli bir durumdur. Her bir safhanın ne kadar süreceği, satışların nasıl bir hızda artıp nasıl bir hızda azalacağı gibi durumları tahmin etmek kolay değildir. Piyasa tecrübesi ve yaşam eğrisinin safhalarını anlamak gereklidir.

Yaşam eğrisi boyunca piyasada kalan üründen etkin bir şekilde faydalanmak için geliştirilen strateji sayesinde iyileştirilmiş giriş maliyetleri sağlanabilir, sonrasında yüksek karlar ile yüksek miktarda ürün piyasaya arz edilebilir, ve ürünün piyasadan kalkma zamanında oluşabilecek elde kalma ve demode olma maliyetleri minimize edilebilir. Ürünlerin yaşam eğrisi iyi anlaşılırsa, işletmeye doğru lojistik taktikleri ve stok seviyesi seçmede yardımcı olur (Özgür, 2007).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ

İşletmeler gelecek dönemlerde yapacakları üretimler için çeşitli hazırlıklar ve planlar yapmak zorundadırlar. Yapılan hazırlıkların firmanın ürünlerine olan talep miktarına uygun olması gerekir. Özellikle ürün yaşam süresi kısa olan moda ürünlerinde talebi doğru tahmin etmek çok önemlidir. Aksi durumda firma talebi karşılayamama veya ürettiği ürünün elde kalması gibi sorunlarla karşılaşabilir. Bu yüzden firmalar geçmiş verilere ve talebi etkileme ihtimali olan mevcut bazı göstergelere bakarak tahminlerde bulunur. Yapılan tahminler gerçekleşen taleplerden mutlaka az veya çok olacaktır. Önemli olan tahminlerin gerçekleşen rakamlar ile arasındaki yanılma payının çok büyükoranlar olmamasıdır.

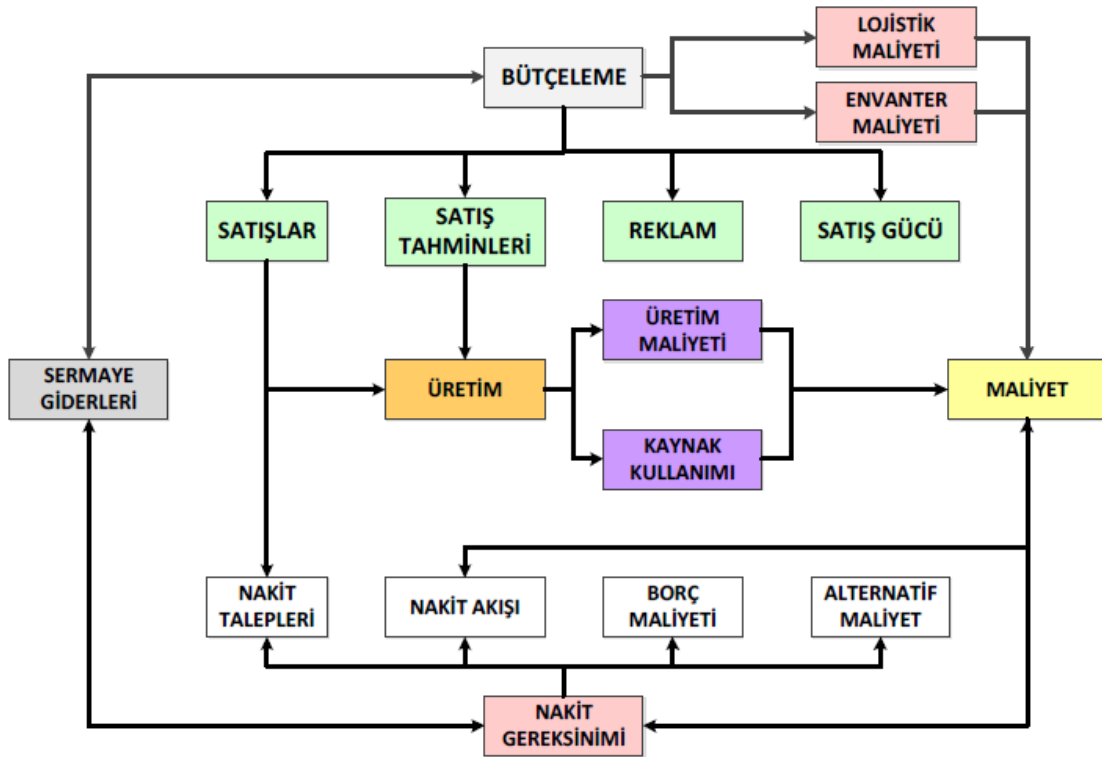
Artan rekabet, daralan pazar ve kısalan ürün yaşam sürelerinden dolayı firmaların yanlış talepten kaynaklanabilecek zararları karşılama toleransları azalmıştır. Önceleri tecrübe ve sezgisel yöntemlere dayanan tahminler yerini geçmiş ve mevcut sayısal verilere dayanan analitik ve istatistiksel yöntemlere bırakmıştır. Artan bilgisayar işlemci hızları sayesinde daha büyük veri üzerinden daha doğru sonuçlara ulaştıran yöntemler geliştirilmiştir.

Tahmin yöntemleri, geçmiş ve güncel verilere dayanarak geleceğe yönelik tahmin yapma prosedürleridir. Tahmin ve verilerin niteliğine göre basit bir çıkarım olabileceği gibi çeşitli olasılık ve matematiksel çıkarımlara dayalı kompleks bir algoritma da olabilir. Hata oranlarını azaltmak için sürekli yeni tahmin yöntemleri geliştirilmektedir. Doğal olarak her yöntem, her tür tahmin için uygun değildir. Problemin niteliğine dayanarak en uygun tahmin yöntemini seçmemiz gerekir. Tahmin yöntemleri literatürde genellikle, nitel (sezgisel) ve nicel (sayısal) olarak iki ana başlık altında toplanır.

Bu bölümde önce talep tahminine olan ihtiyaç irdelenecek, daha sonra nitel ve nicel tahmin yöntemleri anlatılacaktır.

3.1. TALEP TAHMİNİ KAVRAMI

Geleceğe yönelik tahminde bulunma yönetimin karar vermesi gereken işlerden birisidir. Talep, bir malı alma isteği olarak tanımlanabilir. Bireysel talep, bir maldan bir alıcının hangi fiyattan, ne zaman ve ne kadar almak istediği; piyasa talebi ise tüm alıcıların o maldan sunulan her fiyattan ne kadar miktarlarda almak istediğidir. Talep tahmini ise oluşacak satış miktarı ve zamanlarını tahmin etmektir.



Şekil 9 : Bir işletmede bulunan tahmin alanlarının birbirine etkisi

Kaynak: (Yücesoy, 2011)

Bir işletmede bulunan departmanların birbiri ile ilişkili olduğu düşünüldüğünde yapılan tahminlerinde bütün bir işletmeyi etkileyeceği açıkça görülür. Şekil 9'de görüldüğü üzere yapılan tahminler dolaylı ve dolaysız bütün departmanları etkiler. Talep

tahmini üretim planına dayanak olması sebebiyle bütçelemenin başlangıç noktasıdır. Dolayısıyla şirketin kar veya zarar yapmasına doğrudan etki eder.

3.1.1. Talep Tahmini İlkeleri

Tahmin metodundan bağımsız olarak tahminler bazı varsayım ve ilkeler üzerine kurulur. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Gelecek, geçmişte olan olaylara benzer bir devinim içindedir. (Aksoy, 2008)
- Tahmin süresi arttıkça tahminin doğruluğu azalır. Örnek olarak 1 hafta sonrası için yapılan bir tahmin, bir ay sonrası için yapıldan o da 1 yıl sonrası için yapılan tahminden daha tutarlı sonuç verir (Tanyaş ve Baskak, 2017).
- Toplu tahminler daha doğru sonuç verir. Örnek olarak, bir ürün kalemi yerine bir ürün grubu için yapılacak tahmin gerçeğe daha yakın sonuç verecektir.
- Tahminler tam olarak doğru sonuç vermez. Dolayısıyla, bir hata payı da belirtmek daha doğru olacaktır.
- Kullanılan bir tahmin metodunun sonucuna göre uygulamaya geçmeden önce metodun doğruluğu test edilmelidir.

3.1.2. Tahmin Aralıkları

Yapılan talep tahmininin amacına göre tahmin aralığı belirlenir. Bir şirkette, kapsamlı bir yatırım ile gelecekteki talep tahmin edilmek isteniyorsa bir kaç yıl sonraki talebi, üretimi devam eden ürünler için hammadde alınacaksa üç dört ay sonraki taleplerin tahmin edilmesi gerekebilir. Yapılan tahminler kapsadığı süreye göre isimler alır. Bunlar kısa, orta ve uzun vadeli olarak isimlendirilir (Tanyaş ve Baskak, 2017):

3.1.2.1. Kısa vadeli tahmin

Bir kaç aydan daha kısa süre genellikle kısa vade olarak kabul edilir. Üretim ile ilgili operasyonel kararlar, iş atamaları, fazla mesai kararı, kolay bulunabilen malzemelerin alımları kısa vadeli tahminlere dayanır. Kısa dönemli tahminler aynı zamanda uzun dönemli plan ve tahminlerin gerçekleştirilmesine yönelik kararları destekler nitelikte olur.

3.1.2.2. Orta vadeli tahmin

Bir kaç ay ile bir kaç yıl arası olabilecek taleplere yönelik yapılan tahminlerdir. Yeni ürün piyasaya sürme, fason ürün yapımı, işgücü değişimi (işçi alımı veya çıkarılması) gibi taktiksel kararlar orta vadeli tahminlere dayanır. İşletme açısından orta vade fiziksel kapasitesini oluşturan bina ve teçhizatının sabit kalacağı süredir.

3.1.2.3. Uzun vadeli tahmin

Bir kaç yıldan daha uzun süreli taleplere yönelik yapılan tahminlerdir. İşletmenin tesis genişletme, yeni yer alma, ürün kategorisi değiştirme gibi stratejik kararlar yapılan uzun vadeli tahminlere dayanarak yapılır.

3.1.3. Talep Tahmininin Aşamaları

Bir ürüne yönelik yapılan talep tahmininin uygulanmasından önce şu dört aşamadan geçmelidir:

3.1.3.1. Talep tahmininin amacını belirleme

Talep tahmininin olan veri toplama, metodun belirlenmesi, test edilmesi gibi sonraki aşamaları tahminin amacına göre belirlenir. Bu yüzden işletme öncelikle tahmin yapmaktaki amacını belirlemelidir. Yapılacak tahminin sonucunda hangi kararlar verilmek istendiğine bağlı olarak tahminin amacı değişir.

3.1.3.2. Veri toplama

Tahmin ilkelerinden birisi geleceğin geçmişe dayalı olduğudur. Bu ilkedan yola çıkarak ürünün geçmiş dönemlere ait satış rakamları, fiyat, talep ve maliyet ilişkisi, müşteri tepkileri, piyasa durumu, malın ürün yaşam aşaması, rakiplerin durumu, ekonomik veriler, resmi istatistikler, devletin ekonomi politikası vb. gibi gelecek dönemde talebi etkileyebilecek veriler toplanmalıdır. Ancak verilerin yetersiz veya çok fazla olması, yanlış sonuca varacak verilerin kullanılması gibi durumlar gereksiz yere zaman ve maliyete sebep olabilir.

3.1.3.3. Tahmin periyodunun belirlenmesi

Talebin kullanılış amacına göre tahminin vadesi seçilmelidir. Örnek olarak, orta vadeli taktiksel işlerden olan işgücü değişimi için uzun vadeli tahminlerde bulunmak gereksiz ve yanıltıcı olabilir.

3.1.3.4. Tahmin metodunun seçilmesi

Eldeki verilere ve periyodun uzunluğuna göre yapılacak olan tahmin metodunu değiştirmek gerekir. Örneğin piyasa araştırması yöntemi orta ve uzun vade için iyi bir tahmin metodu iken kapsamlı veri toplanmasını da gerektirir. Ancak kısa vadeli tahminler için piyasa araştırması tavsiye edilen bir metod değildir (Özsoy, 2006).

3.1.3.5. Tahmin tutarlılığının gözlenmesi

Tahmin sonuçlarına dayanarak uygulamaya geçmeden önce sonuçların doğruluğu araştırılmalıdır. Araştırma, ek veriler kullanarak, güvenilir başka metodların sonuçları ile karşılaştırma yaparak ve yöneticilerin tecrübelerine dayanarak olabilir.

3.1.4. Tahmin Metodunun Seçimi

Tahmin yapmaktaki amacımıza, elimizdeki verilere, maliyet ve zamana bağlı olarak farklı tahmin metodları seçilebilir. Tahmin yöntemini etkileyen faktörleri şu şekilde açıklayabiliriz:

- Geçmiş dönemlere ait veri olup olmaması ve dönem sayısı
- Geleceğin tahmininde istenen hassasiyet düzeyi
- Tahmin işlemi için ayrılacak bütçe
- Tahmini yapılacak dönem sayısı
- Tahmin işlemi için ayrılacak zaman

3.2. NİTEL TAHMİN YÖNTEMLERİ

Tahmin yapılacak alanda tecrübeli kişiler ve uzmanların görüş ve yargılarını esas alan yöntemlerdir. Nitel yöntemler genel olarak tahmin yapacak kişilerin ürünü ve piyasayı iyi bilmesine ihtiyaç duyar. Strateji belirleme, bazı taktiksel kararlar alma gibi

orta ve uzun vadeli tahminler için daha uygundur. Kalitatif yöntemin bazı üstünlükleri şunlardır:

- Kısa sürede sonuca varılabilir.
- Sayısal yetenek gerektirmez.
- Sayısal veri yetersizliğinde de kullanılabilir.
- Verileri işlemek için bilgisayar ve yazılımlara ihtiyaç duymaz.
- Matematiksel modellerde kullanılması zor veya imkânsız verilerden yararlanılabilir.
- Özellikle uzun dönemli tahminlerde etkilidir.

Nitel yöntemlerin zayıflığı ise eldeki özellikle sayısal verilerden yararlanılmaması, kişisel beceri ve duygulara bağlı olarak sonuca ulaşıldığı için yanılma oranının artması ihtimali vardır. Ek olarak nitel yöntemlerde tutarlılık sınırlıdır. Bir tahmin için aynı yöntem her değerlendirmede farklı sonuçlar verebilir veya farklı yöntemler çok farklı sonuçlar önerebilir.

3.2.1. Delphi Yöntemi

Bir işletmede tahmin yaparken farklı departmanlardan birçok kişinin görüşünü almayı ancak alırken de birbirinden etkilenmemesi amacını güder. Görüş sahiplerinin kimliği gizli kalır ve amaç tek bir sonuca ulaşmaktan ziyade bir çerçeve belirlemektir. Özellikle üstlerin altları veya bir kısmın diğer kısmı duygusal veya pozisyonel olarak etkileyebileceği ortamlarda tercih edilir. Aşamaları şu şekildedir:

- Farklı departman ve düzeylerden ilgili uzmanlar tesbit edilir.
- Yönetimce hazırlanmış anket formu gönderilir ve anonim olarak geri dönülmesi istenir.
- Sonuçlar değerlendirilir, özetlenir ve katılımcılara tekrar gönderilir. Bu aşama belli bir çerçeve ve verimli bir döngü olduğu müddetçe tekrarlanabilir.
- Genellikle 3 turda tatmin edici sonuca ulaşılır.

3.2.2. Uzman Görüşü

Karar verme yetkisine sahip yönetici ve ilgili uzmanların biraraya gelerek bilgilerini paylaşma ve bir sonuca varmasıdır. Hızlı bir şekilde sonuca varması, birçok kişinin görüşlerinden yararlanılması, ortama veya bilgisayara bağlı olmaması avantajlarıdır. Bunun yanında zayıf noktaları toplam bir tahmini yansıtmazlar ve farklı yetkililerin ortak kararı sorumluluğun da dağıtılmasına sebep olur (Aydın, 2017).

3.2.3. Pazar Araştırması

Müşterilerin bir ürün hakkında talep ve görüşünü almak için çeşitli yollarla anket ve görüşmeler yaparak bilgi edinmektir. Bu yöntemle mevcut ürünler için talep tahminin yanısıra yeni ürün tasarımı ve ürün planlaması yapmak içinde faydalanılır. Avantajı doğrudan müşteri görüşlerine dayanarak tahminde ve geliştirmede bulunulmasıdır. Dezavantajı ise veriler görüşülen kişilere bağlı olarak yanıltıcı olabilir, zaman alıcı ve maliyetli bir yöntemdir.

3.2.4. Yaşam Eğrileri Analoji Yöntemi

Piyasaya giren ürünlerin belli bir yaşam eğrisi olduğunu önceki bölümde incelemiştik. Bu yöntemle mevcut ürünün yaşam eğrisinde hangi evreyi yaşadığı anlaşılmasına çalışılarak tahmin de kullanılır. Yeni bir ürün için ise benzer özellikli ürünlerin yaşam eğrisi incelenerek yatırım ve üretim planlama kararları verilir.

Örneğin CD çalarların yaşam eğrisi incelenerek DVD çalar için talep tahmini yapılabilir.

3.2.5. Satış Gücü Görüşü

Satış sorumlularının kendi ilgili ürünlerinde veya bölgelerinde olacak satışları tahmin ettiği yöntemdir. Önceki dönemlerde yaptıkları tahminlerde dikkate alınarak düzeltmeler yapılmalıdır. Bunun yanında satış sorumlularının bilgisi dışında ancak yöneticilerin haberdar olduğu olabilecek kampanya, ürün tasarım değişikliği gibi bilgilerden dolayı yöneticiler tarafından gözden geçirilmelidir.

Bu yöntemin avantajı hızlı karar verilebilmesi, tüketiciyi en iyi tanıyanlar satış elemanları olduğu için kuvvetli tahminlerin yapılabilmesi ve düşük maliyetli olmasıdır.

Dezavantajları ise sezgiye dayandığı için tecrübe çok önemlidir. Kişilerin iyimser/kötümser duygularından etkilenebilir. Ancak kısa ve orta vadeli tahminlerde kestirimler tutarlı olur.

3.3. NİCEL TAHMİN YÖNTEMLERİ

Geçmişteki talep miktarlarını ya da talep miktarları ile birlikte talebi etkileyen bazı faktörleri bir arada değerlendirerek sonuçlar çıkaran yöntemlere nicel tahmin yöntemleri denir. Verilen şu üç şart gerçekleşirse nicel tahmin yöntemleri kullanılabilir (Makridakis v.d., 1997):

- Geçmiş hakkında veri mevcut.
- Bu veriler sayısal olarak düzenlenebilir.
- Talebin, gelecekte de geçmişe benzerlik göstereceği varsayılabilir.

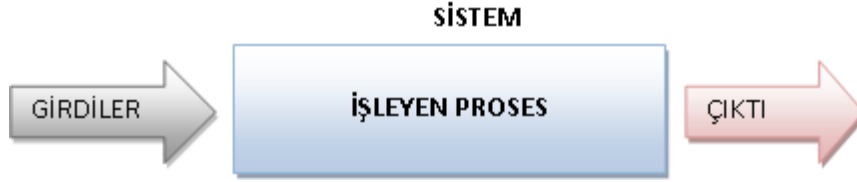
Genel olarak bu yöntemler zaman serileri ve nedensel modeller olmak üzere ikiye ayrılır.

3.3.1. ZAMAN SERİLERİ YÖNTEMLERİ

Zaman serisi, zaman içinde gözlemlenen verilerin kronolojik bir sırayla düzenlenmesidir. Başka bir ifadeyle, rasgele bir değişkenin zamana bağlı fonksiyonudur. Zaman eğrileri trend, mevsimsel dalgalanmalar, dönemsel dalgalanmalar ve tesadüfi hareketler gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Tanyaş ve Baskak, 2017).

3.3.1.1. Zaman Serilerinin Genel Analizi

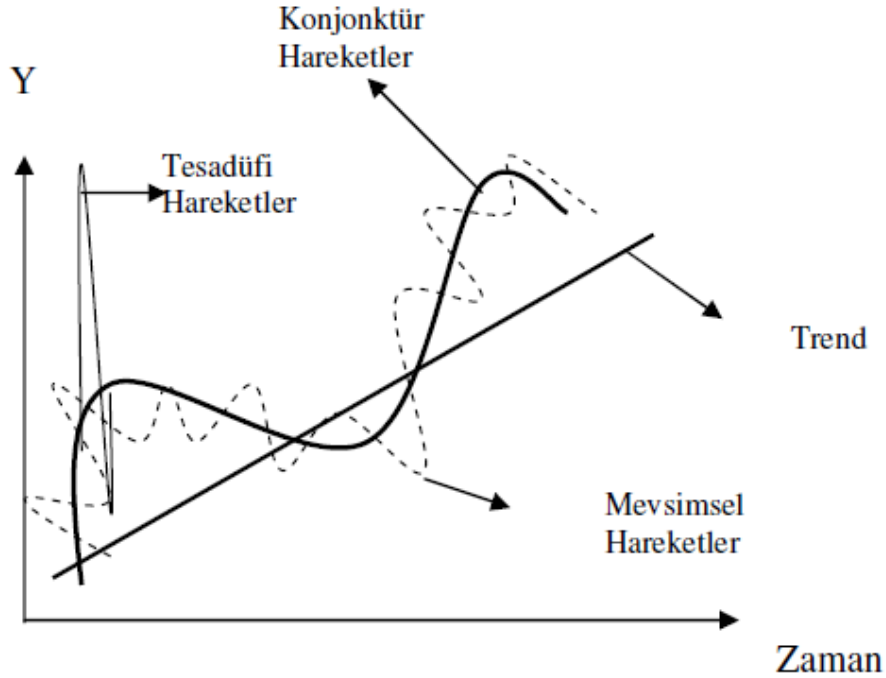
Zaman serilerinde işleyen prosesin nasıl işlediği ile ilgilenilmez. Şekil 10'da bu şekilde çalışan bir sistem resmedilmiştir. Zaman dışında sisteme etki eden faktörler gözardı edilir ve işleyen proses bir karakutu olarak varsayılır. Bu şekilde varsayılmasının iki temel nedeni vardır. Birincisi, yöntem sistemin nasıl çalıştığı üzerine yoğunlaşırsa ilişkilerin kurulması ve çözümün bulunması çok zor olabilir; ikincisi ise yöntemin nasıl oluyordan ziyade ne olacak sorusuna odaklanmasıdır.



Şekil 10 : Zaman serileri ile tahmin sistemi

Kaynak: Makridakis v.d., (1997)

Zaman serisi belli bir dönem boyunca zaman göre sıralı veri kümeleridir. Günlük, haftalık, aylık, üç aylık gibi zaman aralıklarına göre değer alan bir değişken vardır. Y zamana bağlı bir seriyi, t zamanı, Y_t ise değişkenin t zamanındaki gözlem değerini gösterebilir. Zaman serisini $Y = f(t)$ şeklinde formüle edebiliriz.



Şekil 11 : Zaman serilerinde bileşenler

Zaman serileri, gelecekteki talep değerlerinin geçmiş taleplerin bir fonksiyonu olduğunu varsayar. Bu yüzden talebin seyrinin nasıl gerçekleştiği incelenmelidir.

Gerçekleşen talebin dört ana bileşene bağlı olduğu düşünülür. Şekil 11’de bu bileşenler gösterilmiştir (Axsäter, 2015):

- Trend (T)
- Mevsimsel dalgalanmalar (S)
- Devresel dalgalanmalar (C)
- Tesadüfi hareketler (I)

Y yapılan tahminin değeri olmak üzere bu bileşenler $Y = T + S + C + I$ veya $Y = T * S * C * I$ şeklinde formüle edilir. Birinci formüle toplam ikinciye ise çarpım modeli denir.

İki modelin farklılıkları şunlardır (Özsoy, 2006):

- Toplam modelinde bileşenler kendi değerlerini alarak toplama katılırlar. Çarpım modelinde ise bir bileşen kendi değerinde ifade edilirken diğerleri % değerle çarpıma katılır. Kendi değeri ile kalan olarak trend (T) bileşeni en çok tercih edilenidir.
- Toplam modelinde bileşenler birbirinden bağımsız değişkenler olarak kabul edilirken, çarpım modelinde bileşenler cebirsel anlamda birbirine bağımlıdır.
- Toplam modelinde trend artış durumundayken mevsim etkisi sabittir. Çarpım modelinde trend artış durumundayken mevsim etkisi ve devresel dalgalanmalar da artar.

Ekonomik alanlarda yapılan analizlerde çarpım metodu daha geçerli sonuçlar vermektedir. Şimdi bu bileşenleri inceleyelim.

3.3.1.1.1. Trend

Zaman içinde ürüne olan talep genel olarak artış veya azalış gösteriyorsa bir trend vardır (Montgomery v.d., 2008). Ürüne olan talep zamana bağlı olarak grafiğe döküldüğünde belli bir trend varsa görülür. Daha kesin sonuçlar bulmak için literatürde

yer alan hareketli ortalama, yarı ortalamalar veya en küçük kareler yöntemi kullanılır. En küçük kareler yöntemi en objektif ve sık kullanılan yöntemdir. Ancak trendin doğrusal olduğu varsayımını yapar.

Ürünün trendi doğru şekilde tespit edilirse işletme ileriki dönemler için yatırım veya ürün değiştirme gibi stratejik kararlarını daha isabetli verir.

3.3.1.1.2. Mevsimsel dalgalanmalar

Mevsimlik dalgalanmalar uzunluklarının ve bu sırada oluşacak eğilimlerin tahmin edilebildiği talebi etkileyen dönemlerdir. Ürünün cinsine göre iklimsel mevsimler, tatiller, özel günler mevsimsel etki oluşturabilir. Örneğin yaz mevsiminin ilk ayları yazlık kıyafete olan talep artar sonrasında azalır ve sonbaharda tükenmeye yüz tutar (Tanyaş ve Baskak, 2017).

Mevsimsel etkiyi tespit etmek için basit ortalama, veya nispet yöntemleri kullanılabilir. Üç tür nispet metodu vardır. Bunlar trende nispet, hareketli ortalamaya nispet ve zincirleme nispet metodudur.

Bu metodlardan biriyle hesaplanan mevsimsellik indeksi gerçekleşen satış rakamlarına bölünürse mevsimden arındırılmış etki bulunabilir. Ancak bulunan sonucun halen

3.3.1.1.3. Dönemsel dalgalanmalar

Satış verilerinin mevsimsellik ve trend etkilerinden arındırılmasıyla dönemsel dalgalanmaların ve tesadüfi hareketlerin etkisi bulunur. Bulunan değerlerin hareketli ortalaması hesaplanarak da tesadüfi hareketlerin etkisi giderilir.

3.3.1.1.4. Tesadüfi hareketler

Eldeki verilerin trend, mevsimsellik ve devresel hareketlerin etkisinden arındırılmasıyla tesadüfi hareketlerin etkisi bulunur. Tesadüfi hareketler diğer bileşenlere göre küçük etkiye sahiptir ve normal dağılıma uyar. Yani ortalamadan

sapmaya neden olan etkisi büyük tesadüfi hareketler az görülürken, etkisi küçük hareketler sık görülür (Tanyaş ve Baskak, 2017).

3.3.1.2 Yalın Yaklaşım

Talep tahmini açısından en basit yöntemdir. Gelecek dönemdeki satışın içinde olduğumuz döneme eşit olduğu varsayılır (Aytulun, 2018a). F tahmin serisini, Y de gerçekleşen değeri göstermek üzere yaklaşım,

$$F_{t+1} = Y_t \quad (1)$$

şeklinde formülize edilebilir. Örnek olarak dönem birimini ay olarak kabul edersek, bir işletme Şubat ayında 100 birim ürün satmış ise Mart ayında da 100 birim satacağını tahmin etmiş olur.

3.3.1.3. Aritmetik Ortalama Yaklaşımı

Gelecek tahminlerine başka basit bir yaklaşım da aritmetik ortalama yöntemidir. Bu yaklaşım önümüzdeki dönemlerdeki satışların geçmiş dönemlerdeki satışın ortalaması kadar olacağını varsayar. Denklem (2)'de gösterildiği gibi ortalama hesaplama yöntemidir.

$$F_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i \quad (2)$$

Bu yaklaşım daha fazla veri kullandığı için yalın yaklaşımdan daha avantajlıdır. Tahminde tesadüfi hareketlerin etkisini azaltır. Ancak trend ve mevsimsel etkileri gözardı eder. Bu yüzden trend ve mevsimsel etkinin az olduğu durumlarda kısa dönem tahminler için uygundur.

3.3.1.4. Hareketli Ortalama Yöntemi

Aritmetik ortalama olduğu gibi geleceğin geçmiş verilerin bir benzeri olduğu varsayılır. Aritmetik ortalama farklı olarak, her tahmin için son dönemden başlayarak belirlenen bir sayıda geçmiş dönemlerin ortalaması alınarak hesaplanır (Fuller, 1996). Eğer son n dönemin ortalaması alınmak istenirse hesaplama şu şekilde yapılır:

$$F_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{(t-n+1)} \quad (3)$$

Tahmin edeceğimiz değeri mevsimsellik etkisinden arındırmak için n değerini küçük seçmeliyiz. Trend etkisini yakalamada basit ortalamdan daha başarılı ancak tam yeterli değildir. Örneğin, eğer değeri tahmin edilecek ürünün artan bir trendi varsa çıkan sonuç gerçekleşecek değerden daha küçük olma ihtimali yüksektir. Ancak bu sonuç yine de daha fazla dönemi kapsayan basit ortalamanın bulunduğu sonuçtan daha büyük olacaktır.

3.3.1.5. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi

Bu yöntemde genellikle son dönemler olmak üzere istenilen dönemlere daha fazla ağırlık verilerek ortalama hesaplanır (Montgomery v.d., 2008). Bu şekilde son dönemlerin etkisi artırılmış eski dönemlerinki azaltılmış olur. Bu hesaplama yöntemi ile trend etkisi daha iyi hesaba katılmış olur. W_i i. dönemdeki ağırlığı temsil etmek üzere ağırlıklı hareketli ortalama şu şekilde formülize edilebilir:

$$F_{t+1} = \frac{\frac{1}{t} \sum_{i=1}^t W_i Y_i}{\sum_{i=1}^t W_i} \quad (4)$$

Örneğin 3 aylık bir veri ile 4. ayın talebi tahmin edilmek istenirse, 3. ayın verisi 0.5, 2. ayın verisi 0.3 ve ilk ayın verisi 0.2 ile çarpılarak son aylara daha fazla ağırlık verilmiş olur. Doğru seçilen ağırlık denemeleri ile hareketli ortalamadan daha iyi sonuçlar verir.

3.3.1.6. Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama Yöntemi

Mevcut döneme daha fazla ağırlık veren bu yöntemde, mevcut dönem ile önceki dönemlere ait ortalamaya belli oranlarda ağırlık vererek bir sonraki dönemin tahmini yapılır. Bu yöntemin üç ana özelliği (1) daha yeni veriye daha fazla ağırlık verilir (2) hesaplaması bir çok yöntem göre kolaydır (3) sınırlı sayıda veri ile de çalışır (Fuller,

1996). Yöntemde sadece geçmiş dönemlere ait ortalama ve son dönemin verisi yeterlidir. n dönem sayısı olmak üzere $X = \frac{1}{\frac{n}{2}-1}$ şeklinde hesaplandıktan sonra:

$$F_{t+1} = \left[(1 - X) * \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} Y_i \right] + [X * Y_n] \quad (5)$$

X değeri ile önceki dönemler ile son dönemin ağırlıkları hesaplanmış olur. Bu şekilde eldeki veri miktarı arttıkça önceki dönemlerin ortalamasına verilen ağırlık artar ve son döneme verilen ağırlık azalır.

3.3.1.7. Basit Üssel Düzeltme Yöntemi

Bu yöntemde önceki anlatılan yöntemlerden farklı olarak bir önceki dönem için yapılan tahminin değeri de kullanılır (Montgomery v.d., 2008). Bir önceki dönemin tahminine gerçekleşen ile arasındaki fark düzeltme katsayısı ile çarpılarak eklenir. Böylece yapılan hata telafi edilmiş olur. α , 0 ile 1 arasında bir düzeltme katsayısı olmak üzere bir sonraki dönemin talep tahmini şu şekilde formülize edilir:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t) \quad (6)$$

Burada α 'nın seçilen değeri sıfıra yaklaştıkça yöntem yalın yaklaşım yöntemine yaklaşır. Bu formülü aşağıdaki şekilde tekrar yazabiliriz.

$$F_{t+1} = \alpha Y_t - (1 - \alpha)F_t \quad (7)$$

3.3.1.8. Holt Lineer Trend Yöntemi

Tahmin edilecek değişken bir trende bağlı ise basit üssel düzeltme yöntemi doğru sonuçlar vermez. Holt, 1957 yılında basit üssel düzeltme yöntemini trendi de dikkate alarak şu şekilde geliştirmiştir (Holt, 2004):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (8)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (9)$$

Bu yöntemde, $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ olmak üzere α zaman serisini düzeltme katsayısı, β ise trendin düzeltme katsayısıdır.

L_t zaman serisinin t anındaki seviyesini (level) gösterir ve önceki dönemin seviye değeri ve trend değerini düzgünleştirir.

T_t ise zaman serisinin t anındaki yani eğimini (trend) gösterir. Son iki dönem arasındaki seviye farkını düzgünleştirip, oluşan farkı kullanarak trend bileşenini hesaplamış olur.

m , tahmin edilecek dönemin uzaklığını gösteren değişken olmak üzere t 'den itibaren m dönem sonrası eşitlik (8) ve (9) da hesaplanan sabit değerler kullanılarak doğrusal ilişki ile şu şekilde hesaplanır:

$$F_{t+m} = L_t + T_t m \quad (10)$$

Bu formülle L_t seviyesine m defa b_t trend sabiti eklenerek t 'den itibaren m dönem sonrası için tahmin yapılır. Tahmin edilen gelecek değerleri, T_t 'nin pozitif veya negatif olmasına bağlı olarak artan veya azalan doğrusal bir trend izleyecektir.

3.3.1.9. Holt-Winters Linear Trend ve Mevsimsellik Yöntemi

Zaman serisinin trendin yanı sıra mevsimsellikte içermesi durumunda Holt'un lineer metodu yanlış sonuçlar verir. Winters (1960) tarafından mevsimsellik etkisi de dikkate alınarak geliştirilmiştir:

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (11)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (12)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (13)$$

Bu yöntemde, $0 \leq \gamma \leq 1$ olmak üzere γ zaman serisinin mevsimsel indekslerin düzeltme katsayısıdır.

S_t zaman serisinin t anındaki mevsimsellik (Seasonal) seviyesini gösterir ve seriye eklenerek mevsimsellik etkisi hesaplanmış olur. s ise bir mevsimin uzunluğunu ifade eden zaman indeksidir.

Bundan yola çıkarak bir sonraki dönemin tahmini toplamlı mevsimlik yöntemle göre şu şekilde hesaplanır:

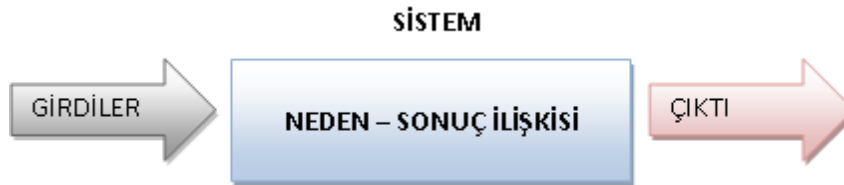
$$F_{t+m} = L_t + T_t m + S_{t-s+m} \quad (14)$$

3.3.2. NEDENSEL MODELLEME YÖNTEMLERİ

Nedensel modelleme yöntemleri, sistem çıktılarının sistemin girdilerine bağlı olduğu, yani aralarında sebep sonuç ilişkisinin olduğunu varsayan ve bu ilişkiyi modelleyen yöntemlerdir.

3.3.2.1. Nedensel Tahminleme Yöntemlerinin Genel Analizi

Nedensel modeller sisteme giren verilerle çıkan sonuçlar arasında bir neden sonuç ilişkisi olduğunu varsayar. Doğru bir neden sonuç ilişkisi kurulursa, verilen veriler vasıtasıyla gerçek taleple tutarlı çıktılar elde edilebilir. Şekil 12’de neden sonuç ilişkili tahmin sistemi gösterilmiştir.



Şekil 12 : Neden sonuç ilişkili tahmin sistemi

Kaynak: Makridakis v.d., (1997)

Nedensel tahmin yöntemlerinde bağımlı değişken (talebi tahmin edilecek ürünün zaman içindeki satış miktarı) birçok bağımsız değişkene bağlı olarak değerler alır. Bağımsız değişkenlere örnek olarak ürünün fiyatı, pazarın büyüklüğü, ürünün yaşam

süresi, mevsim, rakip firma sayısı, ikame ürünlerin fiyatı vb. satışa etki eden etkenler örnek verilebilir.

Nedensel tahmin yöntemlerinde zaman serilerinden farklı olarak sistemin işleyişi anlaşılmasına çalışılır (Yaffee ve McGee, 2000). Bunun için regresyon ve korelasyon gibi basit istatistiksel yöntemlerin yanısıra yapay sinir ağları, çeşitli sezgisel algoritmalar, makine öğrenme teknikleri gibi çeşitli gelişmiş teknikler de kullanılmaktadır. Nedensel tahmin yöntemlerinde bağımsız değişkenlerin doğru seçimi sistemin doğru anlaşılmasını kolaylaştırmanın yanısıra yapılan işlem ve analizleri de kolaylaştıracaktır.

3.3.2.2. Regresyon Analizi

Regresyon analizinde bir bağımlı değişken ve onun değerini etkileyen bir veya daha çok bağımsız değişken vardır. Bağımsız değişkenlerin sayısına ve bağımsız değişkenle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığına göre regresyon analizi değişir (Yaffee ve McGee, 2000). Genel olarak basit doğrusal regresyon, çoklu doğrusal regresyon ve doğrusal olmayan regresyon olarak üçe ayrılır. Biz burada basit regresyonu anlatıp diğerlerinin basit regresyonla ilişkisini açıklayacağız.

Sistemin çıktısı olan bağımlı değişken, Y ile, sistem girdisi olan bağımsız değişkenlerde X_1, X_2, \dots, X_n ile ifade edilsin.

Bu durumda bağımlı değişkenin yalnızca bir bağımsız değişkene bağlı olduğu basit regresyon şu şekilde formülize edilir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad i=0,1,\dots,n \quad (15)$$

Bu formulasyonda Y_i tahmin değeri, X_i bağımsız değişkenin doğrusal bir fonksiyonudur. β_0 , doğrunun Y eksenini kesdiği noktayı, β_1 ise doğrunun eğimini, ε_i ise ilgili dönemin hata payını temsil eder. Sabit sayılar olan β_0 ve β_1 en küçük kareler metodu ile hesaplanır.

En küçük kareler metoduna göre bir veri kümesini en iyi temsil eden doğru veya eğri fonksiyonu, gerçekleşen değerlerle tahmin edilen değerler arasındaki farkın kareleri toplamını en küçükleyen fonksiyondur.

En küçük kareler metodundan yola çıkarak fonksiyon sabitleri olan β_0 ve β_1 şu formüllerle hesaplanır:

$$\beta_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \quad (16)$$

$$\beta_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - \beta_1 \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (17)$$

Çoklu doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişken, Y , birden fazla değişkenler, X_1, X_2, \dots, X_n ile ifade edilir. Bu durum şu şekilde formülize edilir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad i=0,1,\dots,n \quad (18)$$

Eğer doğrusal denklem tahmin için yeterince doğru sonuçlar vermiyorsa eğrisel trend eğrileri hesaplanmalıdır. Doğrusal olmayan regresyon analizinde bağımlı değişken, Y , birden fazla değişkenler, X_1, X_2, \dots, X_n ile ifade edilsin. Bu durumda doğrusal olmayan regresyon analizi şu şekilde formülize edilir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X^1 + \beta_2 X^2 + \dots + \beta_n X^n + \varepsilon_i \quad i=0,1,\dots,n \quad (19)$$

Üssel değişkenler sayesinde eğriler elde edilir. Tepe noktasının sayısına uygun olarak üssel ifadenin derecesi de belirlenebilir.

Regresyonu bir örnek ile daha iyi açıklayalım.

Örnek: Bir A firmasının ilk 10 ay içinde satmış olduğu ürünlerin miktarı Tablo 1'de verilmiştir. A firması 11 ve 12. ay için satış tahmini yapmak istemektedir. Bu örnekte bir bağımsız değişken olan ay (X_i) ve buna bağlı olarak değişen bir satış değeri (Y_i) vardır.

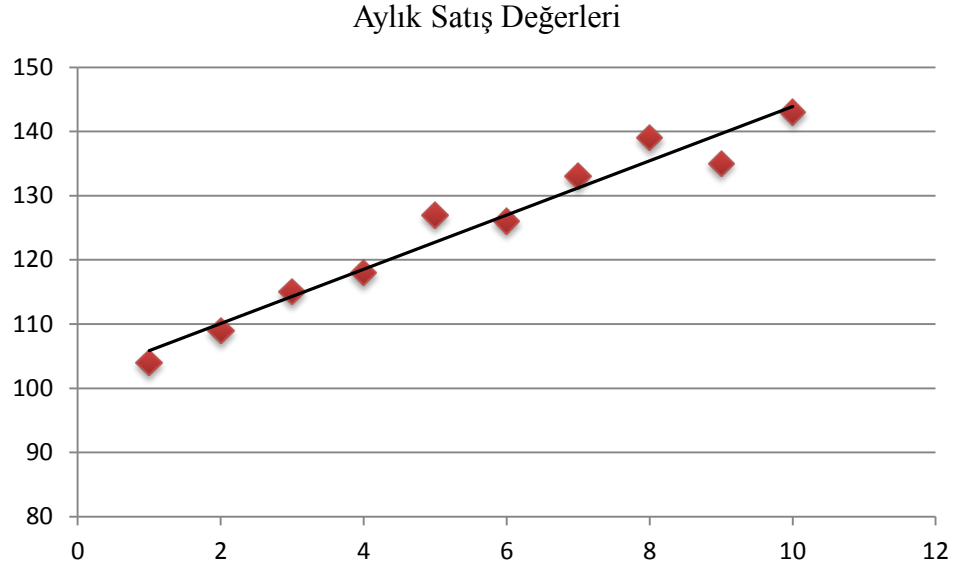
Tablo 1: A firması aylık satış değerleri tablosu

Ay (X_i)	Satış (Y_i)
1	104
2	109
3	115
4	118
5	127
6	126
7	133
8	139
9	135
10	143

Öncelikle satış değerlerini grafik üzerinde göstermek istersek Şekil 13'i elde ederiz. Şekilden anlaşıldığı üzere satış rakamları doğrusal bir trend sergilemektedir. O halde $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon$ $i=0,1,\dots,n$ formülünde $\beta_0 = 101.67$ ve $\beta_1 = 4.22$ olarak hesaplarız. Bu durumda doğrusal trend eğrimizin fonksiyonu:

$$Y_i = 101.67 + 4.22 X_i + \varepsilon_i$$

şeklinde karşımıza çıkar. ε hata payı olmak üzere fonksiyondan 11. ayın satış tahmini $148.09+\varepsilon$ ve 12. ayın satış tahmini $152.31+\varepsilon$ olarak bulunur.



Şekil 13 : A firması aylık satış değerleri grafiği

3.3.2.3. Korelasyon analizi

Regresyon analizi ile bağımsız değişkenin aldığı farklı değerlerde talebin ne olacağı hesaplanır. Bunu yaparken de bir doğru yada eğri trend çizgisi oluşturur. Korelasyon ise oluşturulan bu çizginin uygunluğunu sayısal olarak ifade eder. Buna benzer olarak bağımlı değişkenin başka bağımsız değişkenlerle olan ilişkisini araştırmak dolayısıyla talebi etkileyen değişkenleri tesbit etmek için de korelasyon analizine başvurulur. Bir değişkenin talep ile korelasyonu ne kadar yüksekse o kadar değişken üzerinde etkilidir (Fuller, 1996).

R , korelasyon katsayısı olmak üzere $-1 \leq R \leq 1$ arasında değer alır. Katsayının değeri 0'dan ne kadar uzak olursa iki değişken arasındaki korelasyon derecesi de o kadar artar.

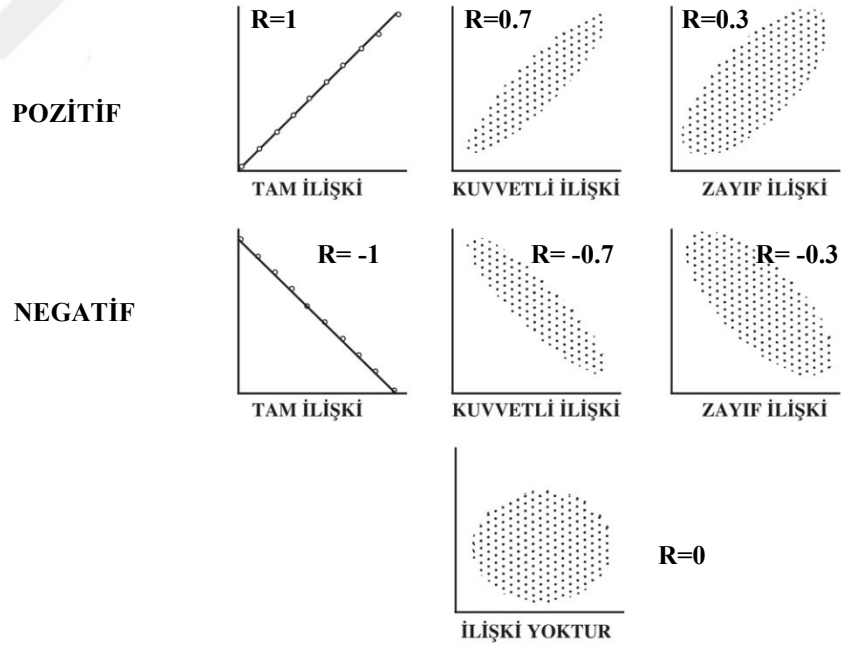
$-1 \leq R < 0$ arası değerler negatif korelasyon olarak adlandırılır. R -1'e yaklaştıkça negatiflik artar. Negatif korelasyon bir değişkenin artarken diğerinin azalması olarak ifade edilebilir.

$R = 0$ durumunda iki değişken arasında herhangi bir ilişki yoktur. Başka bir ifadeyle birinin artması yada azalması diğerini pozitif yada negatif yönde etkilemez.

$0 < R \leq 1$ arası korelasyon değerlerde pozitif korelasyon var denir. Bu durumda bir değişken artarken diğer değişkenin değeri de artar veya bir değişken azalırken diğer değişkenin de değeri azalır.

X_i bağımsız değişkenin bir gözlem değeri ve Y_i bağımlı değişkenin bir gözlem değeri ve n gözlem sayısı olsun. Bu durumda iki değişkenin aralarındaki korelasyon şu formülle bulunur:

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\left(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right) \left(n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right)} \quad (20)$$



Şekil 14 : Değişkenler arasındaki ilişkilerin yönü ve buna bağlı R değerleri

Kaynak: (Sümbüloğlu ve diğ., 1998)

3.4. BOX-JENKINS TAHMİN YÖNTEMLERİ

Box-Jenkins yöntemleri bir rasgele değişkeni olan zaman serilerinde kullanılan çeşitli yöntemlerdir. Özellikle kısa dönemli tahmin yapılmak istenildiğinde oldukça başarılı sonuçlar veren olasılığa bağlı (stokastik) yaklaşımlardır (Box, Jenkins, Reinsel, 2008). Bu yöntemlerde rasgele değişkenin zaman içinde artarda aldığı değerler arasında bulunan otokorelasyon etkili bir şekilde ele alınır.

Box – Jenkins modelleri, modelin tanımlanması, parametrelerin belirlenmesi ve test edilip kabul veya red edilmesi aşamalarından oluşur.

Otoregresif modeller (AR), hareketli ortalama yöntemleri (MA), otoregresif hareketli ortalama (ARMA) ve durağan olmayan serilerde kullanılan otoregresif entegre edilmiş hareketli ortalama (ARIMA) modellerinden oluşmaktadır.

3.4.1. Otokorelasyon

Otokorelasyon, ardışık gözlemler arasındaki korelasyon katsayısı ile ilgilidir. Ardışıklıktan dolayı $(n - 1)$ çift bulunur. $(y_1, y_2), (y_2, y_3), (y_3, y_4), \dots, (y_{n-1}, y_n)$ olmak kaydıyla (x, y) çift bulunur (Aytulun, 2018a).

Genel korelasyon katsayısı formülü; $r = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-\bar{x})^2 \Sigma(y-\bar{y})^2}}$ olduğundan $r = \frac{\Sigma(y_{i-1}-\bar{y}_{1,n-1})(y_i-\bar{y}_{2,n})}{\sqrt{\Sigma(y_{i-1}-\bar{y}_{1,n-1})^2 \Sigma(y_i-\bar{y}_{2,n})^2}}$ bulunur. Burada $\bar{y}_{1,n-1}$ ve $\bar{y}_{2,n}$ değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$\bar{y}_{1,n-1} = \frac{y_1+y_2+y_3+\dots+y_{n-1}}{n-1} \quad \text{ve} \quad \bar{y}_{2,n} = \frac{y_2+y_3+y_4+\dots+y_n}{n-1} \quad (21)$$

Pratik olması açısından eğer seri k ya göre büyük bir seri ise; seri ortalaması \bar{y} , kısmi ortalamalar olan $\bar{y}_{1,n-1}$ ve $\bar{y}_{2,n}$ ile serinin kareler toplamı da kısmi kareler toplamı ile değiştirilebilir.

Elde edilen eşitliğe 1 gecikmeli (lag) basit otokorelasyon katsayısı yada kısaca r_1 denir ve aşağıdaki gibi gösterilir:

$$r_1 = \frac{\Sigma(y_{i-1} - \bar{y})(y_i - \bar{y})}{\Sigma(y_i - \bar{y})^2} \quad (22)$$

r_1 değeri yaklaşık olarak von Neumann oranı M ile ilişkilidir.

$$r_1 \approx 1 - M/2 \quad (23)$$

Benzer şekilde $(n - k)$ çift için $(y_1, y_{k+1}), (y_2, y_{k+2}), (y_3, y_{k+3}), \dots, (y_{n-k}, y_n)$ k gecikmeli basit otokorelasyon;

$$r_k = \frac{\Sigma_{i=k+1}^n (y_{i-k} - \bar{y})(y_i - \bar{y})}{\Sigma_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{\Sigma(y_{i-k} - \bar{y})(y_i - \bar{y})}{SS_{yy}} \quad (24)$$

r_k 'nin belirli k gecikme değerleri için aldığı değerler sütun grafik ile gösterildiğinde otokorelasyon fonksiyonu ortaya çıkmaktadır. r_k 'nin bir rassal değişken olarak ele alınması sonucunda bu rassal değişken için alt ve üst limitler %95 güven düzeyinde yaklaşık olarak 2 sigma uzaklık olarak seçildiğinde $r_k > 2/\sqrt{n}$ eşitsizliği, gecikme değerleri arasında bir korelasyon olup olmadığını anlamak için kullanılır (Aytulun, 2018a).

3.4.2. Otoregresif Model – AR (p)

Otoregresif (Auto regressive) modeller, Markov modelleri olarak da adlandırılır. AR (p) olarak gösterilir. Burada p dönem (period) sayısını gösterir. Geçmiş p dönemdeki seri değerlerinin ağırlıklandırılmış toplamı ve rassal hata değerinin toplam fonksiyonudur (Box, Jenkins, Reinsel, 2008). Şu şekilde ifade edilir:

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon \quad (25)$$

Burada μ serinin ortalama değerini, $\varphi_1 \dots \varphi_p$ ise bilinmeyen içsel bağımlılık otoregresif parametrelerdir. Bu parametreler geçmiş dönemlerin varyansının bir fonksiyonudur ve Yule – Walker eşitliği ile hesaplanır.

AR(1) , 1. dereceden bağımlı bir otoregresif zaman serisidir. Dolayısıyla Y_t , zaman serisinde kendinden önceki Y_{t-1} değerine bağlıdır. AR(1) şu şekilde ifade edilebilir:

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varepsilon$$

Benzer şekilde AR(2) , 2. dereceden bağımlı bir otoregresif zaman serisidir. Dolayısıyla Y_t , zaman serisinde kendinden önceki Y_{t-1} ve Y_{t-2} değerine bağlıdır. AR(2) şu şekilde ifade edilebilir:

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \varepsilon$$

AR (p) modelinde, dönem sayısı, p Yule – Walker eşitliğine bağlı kısmi korelasyon ile bulunur.

3.4.3. Hareketli Ortalama Modeli– MA (q)

Hareketli ortalamalar (Moving Average)- MA(q), Y_t dönem tahminin serideki q dönem tahmin hatasının bir fonksiyonu olduğunu varsayar. MA(q) genel gösterimi şu şekildedir:

$$Y_t = e_t - e_{t-1}\theta_1 - e_{t-2}\theta_2 - \dots - e_{t-q}\theta_q \quad (26)$$

Burada e hata terimlerini, θ ise hata terimlerinin katsayılarını ifade etmektedir.

Örneğin MA(1), zaman serisinin geçmiş bir dönemdeki hataya bağlı fonksiyonudur. Aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$Y_t = e_t - e_{t-1}\theta_1$$

Benzer şekilde MA(2), zaman serisinin geçmiş iki dönemdeki hataya bağlı fonksiyonudur. Aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$Y_t = e_t - e_{t-1}\theta_1 - e_{t-2}\theta_2$$

MA(q) modellerinde periyod sayısı q değeri Yule – Walker eşitliğine bağlı kısmi korelasyon ile bulunur.

3.4.4. Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli – ARMA (p, q)

Zaman serilerinin AR modeliyle yada MA modeli ile modellenmesi yeterli olamadığı durumlar vardır. Bu durumda zaman serisi hem otoregresif hemde hareketli ortalamalar ile birlikte modellenir (Aytulun, 2018c). AR(p) , p.derecen otoregresif bileşen , MA(q) q.dereceden hareketli ortalama bileşeni olmak üzere yeni oluşturulan karma model ARMA(p,q) olarak ifade edilir.

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + e_t - e_{t-1}\theta_1 - e_{t-2}\theta_2 - \dots - e_{t-q}\theta_q \quad (27)$$

ARMA (p,q) modeli zaman serisinin t anından p adet geçmiş dönem gözlem değerleri ile q adet geçmiş dönem gözlemlerinin toplamından elde edilir.

ARMA (p,q) modelinde çoğu zaman p ve q dönem sayıları 2'yi geçmez. Doğal bir sonuç olarak ARMA (p,0) hareketli ortalama modeli içermez ve AR (p) ile eşdeğerdir. Benzer şekilde ARMA (0,q) otoregresif süreç modeli içermez ve MA (q) ile eşdeğerdir.

p=1 ve q=1 olan bir ARMA (p,q) modeli ARMA (1,1) şeklinde ifade edilir. Bu durumda model bir dönem gerçekleşen değer ile bir dönem hatasının fonksiyonu olur ve şu şekilde hesaplanır:

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + e_t - e_{t-1}\theta_1 \quad (28)$$

3.3.5. Durağan Olmayan Otoregresif Hareketli Ortalama – ARIMA (p,d,q)

Durağan Olmayan Otoregresif Hareketli Ortalama (Auto Regressive Integrated Moving Average) – ARIMA(p,d,q) modeli durağan olmayan yani artan veya azalan bir trend gösteren zaman serilerinde kullanılır.

Pratikte zaman serilerinin çoğu durağan değildir. Serilerin durağanlığı trend, mevsimsel ve dönemsel dalgalanmalar ve tesadüfi sebepler gibi etmenler sebebiyle değişkenlik gösterir. Bu etmenlere rağmen zaman serilerinin çoğunda homojen bir yapı görülür (Box, Jenkins, Reinsel, 2008). ARMA modelleri durağan olmayan serilerde pek başarılı değildir. Bazı basit yöntemlerle serinin durağan hale getirilmesi mümkündür (Aytulun, 2018c). Durağan olmayan seriyi durağan hale dönüştürmek amacıyla serinin yeterli derecede farkı alınır. Çoğu zaman bir kez fark alma işlemi ile seri durağanlaştırılabilir.

Örneğin bir doğrusal trend ile ifade edilen sürecin sabit bir seriye dönüştürülmesi için aşağıdaki dönüşüm yapılarak U_t süreci tanımlanır:

$$U_t = Y_t - Y_{t-1}$$

Burada U_t süreci orijinal verideki eğimi takip eder, bir doğrusal trendin eğimi sabit sayı olduğundan U_t sabit değerler alır ve sabit bir seri oluşur.

U_t 'den yararlanılarak orijinal serinin elde edilmesine integration denildiğinden, yukarıda açıklanan yöntemi kullanan Box-Jenkins Modeline Autoregressive integrated moving average ifadesini simgeleyen ARIMA adı verilir. Yaygın kullanımda fark U_t yerine ∇Y_t şeklinde ifade edilir ve burada geriye fark alındığını gösterir.

Eğer sabitliğe ulaşmak için iki seviyeli fark alma işlemi yapılacaksa:

$$U_t = \nabla^2 Y_t = Y_t - Y_{t-1} - (Y_{t-1} - Y_{t-2}) \quad (29)$$

Bu eşitlikte serinin iki kez farkı alınmıştır ($d=2$). Model ARIMA(p,2,q) şeklinde gösterilir. ∇^2 geriye doğru iki kez fark alındığını gösterir.

Box - Jenkins modellerini en genel şekliyle ARIMA(p,d,q) olarak gösterebiliriz. Ancak veriye göre uygun bir modelin seçilmesi başka bir ifadeyle p,d,q değerlerinin belirlenmesi önemli bir aşamadır. Bunlar arasından d'ye karar vermek diğerlerine göre daha kolaydır. Serinin artan veya azalan bir eğilimi varsa, bu eğilimin

lineer olması durumunda $d=1$, eğrisel olması halinde ise $d=2$ olarak seçilir (Aksoy, 2008).

Ancak p ve q değerlerine karar verilmesi otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları ile belirlenir. Korelasyon ve otokorelasyon fonksiyonlarını hesaplanmak için SPSS gibi istatistik yazılımları kullanılabilir.

Modelin parametrelerine karar verilmesinden sonra modeli test ve kabul aşamasına geçilir. Tahmin hataları serisinin otokorelasyon yöntemi elde edilen modeli test etmek ve akabinde kabul etmek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Her bir dönemin gerçek değerinden tahmin değerini çıkartarak tahmin hatası bulunabilir. Sonuçta oluşan seriye tahmin hataları serisi denir. Eğer seri rassal değil de elemanları arasında belirli bir ilişki görülüyorsa o zaman kullanılan model geçerli olmaz.

3.5. TAHMİN YÖNTEMLERİ DOĞRULUK ANALİZİ

Yapılan hiçbir tahminin tam olarak gerçekleşen değerle uyuşması beklenmez. Ancak gerçek değer ile arasındaki sapma ne kadar az olursa bir tahmin o kadar iyidir. Sapmayı ölçerek tahmin metodunun değerlendirilmesi yapılır, sonuca göre metodun kullanılmaya devam edilmesi, iyileştirilmesi veya başka metodların kullanılması kararlarından biri verilir.

zaman serileri analizinde mevsimsel düzeltme yöntemleri ve aylık sanayi üretim indeksine uygulanması

Talep tahmin metodlarıyla ilgili çeşitli şirket yöneticileri ile Mentzer ve Kahn (1995) tarafından yapılan bir anket çalışmasında en önemli iki kriter %60'dan fazla katılımcıya göre tahminin doğruluk ve güvenilirliğidir. Gene doğrulukla yakın ilişkili olan müşteri hizmet düzeyi de yaklaşık %60 oranıyla doğruluk ve güvenilirliği takip etmektedir. Gerçekten de bir anket bu üç kriteri karşılamıyorsa ucuz, kolay veya hızlı olmasının pek önemi yoktur.

F_t , belirli bir t periyodu için yapılan tahmin değerini, Y_t ise gerçekleşen değeri göstermek üzere,

$$\varepsilon_t = Y_t - F_t \quad (30)$$

formülünde ε_t t dönemindeki hata payını gösterir. Bütün tahmin yöntemlerinde amaç bu farkı en aza indirmektir. Bu yüzden tahmin metodlarındaki hata payını hesaplayan bir çok yöntem geliştirilmiştir.

Small (2002) doğruluk analizi yaparken şu faktörlere dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir:

- Güvenilirlik,
- Geçerlilik,
- Hata payları analizi aykırı (outlier) verilerden fazla etkilenmemelidir.
- Hata payı ölçüden bağımsız olmalıdır.
- Hata ölçümü modelde yapılan değişimleri algılamalıdır.
- Hata payları, kullanılan metoda benzeyen bir yöntemle elde edilmelidir.

Tahmin metodlarının en önemli başarı kriteri hatanın 0'a yakın olmasıdır. Bir metodun doğruluk analizi yapılırken birden fazla metod tercih edilmelidir. Farklı yöntem ve bu yöntemler için farklı parametreler seçilip bunların karşılaştırması geçmiş verileri kullanılarak yapılır ve hata payı en az olan metod tercih edilir. Ancak bir metod tercih edildikten sonra da izleme sinyali ile yapılan tahminlerin doğruluğunun devam edip etmediği kontrol edilmeli ve gerekirse metod,parametre ve veri değiştirme gibi düzeltici faaliyetler yapılmalıdır.

3.5.1 Ortalama hata (ME)

Bu metotta önceki dönemler için tahmin edilen değer ile gerçekleşen değerler arasındaki farkın ortalaması hesaplanır. Hata değerlerini analiz etmekte kullanılan en basit yöntemdir. ME (mean error) ile gösterilir ve şu şekilde hesaplanır:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t \quad (31)$$

Ortalama hata metodunda pozitif ve negatif değerler birbirini yok ederek hatanın daha az görünmesine sebep olabilir.

3.5.2 Ortalama Mutlak Hata (MAE)

Ortalama mutlak hata adından anlaşılacağı üzere hataların mutlak değerlerinin ortalamasını alır. Ortalama hatanın dezavantajlarından olan hataların birbirini yok etmesini engellemek için mutlak değerleri alınır. Böylelikle tahminlerin gerçek değerlerden uzaklıkları hesaba katılmış olur. MAE (mean absolute error) ile gösterilir ve şu şekilde hesaplanır:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |\varepsilon_t| \quad (32)$$

3.5.3. Hata Kareleri Ortalaması (MSE)

Bu yöntemde önceki dönemler için tahmin edilen değer ile gerçekleşen değerler arasındaki farkın karelerinin ortalaması hesaplanır (Aytulun, 2018b).

MSE (mean square error) ile gösterilir ve şu şekilde hesaplanır:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2 \quad (33)$$

En sık kullanılan yöntemlerden birisidir ve mutlak ortalama hatada olduğu gibi bütün hataların büyüklükleri alınmış olur. Hataların karesi alınarak da hatalar abartılmış, dolayısıyla cezalandırma artmış olur. Ancak değeri 1'den kek hatalar karesi alınınca azalır. Ancak büyük hataların karesinin alınarak daha da büyütülmesi ve 1'den kek hataların daha da küçültülmesi sayısal değerlere sahip hata analizlerinde dezavantaj oluşturur.

3.5.4. Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (MAPE)

Bu yöntem hataların mutlak değerini hesaba katarak uzaklıkları dikkate alır. Bunun yanısıra yüzde hesabı sayesinde hataların gerçek değerlere oranını hesaplamış olur ve birbiri ile kıyaslanmasına olanak sağlar (Aytulun, 2018a). MAPE (mean absolute percentage error) ile ifade edilir ve şöyle hesaplanır:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|\varepsilon_t|}{y_t} \times 100 \quad (34)$$

MAPE yönteminde büyük hatalarda sınır yoktur ancak örneğin değeri sıfır olan bir tahminin hatasını da 0 alır. Bu durumda az tahminleri çok tahminlere karşı kayırmış olur (Small, 2002).

3.5.5. Theil U İstatistiği (U)

Theil tarafından geliştirilen U istatistiği (Theil, 1966) hata kareleri ortalaması (MSE) yönteminde olduğu gibi büyük hatalara daha fazla önem verir. Theil U istatistiği kullanılan yöntemi yalın tahmin yöntemiyle karşılaştırarak, kullanılan tahminin yalın yaklaşımdan (bir sonraki dönemin tahmini, bir önceki dönemin gerçekleşen değerinin aynısıdır) farklı olup olmadığını karşılaştırmak için bir temel sunar. $\varepsilon_t = Y_t - F_t$ olmak üzere Makridakis'in (1997) sadeleştirdiği şekliyle U istatistik şu şekilde hesaplanır:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{\varepsilon_{t+1}}{Y_t}\right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t}\right)^2}} \quad (35)$$

Kullanılan metodun hata kareleri ortalamasını yalın yaklaşımın hata karelerinin ortalamasına bölüp kökünü alır.

- $U = 1$ ise kullanılan metod ancak yalın yaklaşım kadar iyidir.
- $U > 1$ ise kullanılan tahmin metodu yalın yaklaşımdan dahi kötü sonuçlar vermektedir. Kullanılmasının manası yoktur.
- $U < 1$ ise yöntem yalın yaklaşımdan daha iyi sonuç vermektedir. Sonuç 0'a ne kadar yakınsa yöntem değerlendirilmeyi o kadar çok hakeder (Small, 2002).

3.5.6. İzleme Sinyali (TS)

İzleme sinyali, tahmin modelinde tahmin yanlılığının mevcut olduğunu gösteren basit bir göstergedir. Gerçekleşen değerle yapılan tahminleri karşılaştırma yaparak izler ve sonuçların tahminlerden beklenmeyen şekilde ayrılması durumunda uyarır. İzleme sinyali, en sık tahmin modelinin geçerliliği şüpheli olduğunda kullanılır. İzleme sinyali toplam hataların mutlak ortalama hataya oranlanmasıyla bulunur, TS (tracking signal) ile kısaltılır, $\varepsilon_t = Y_t - F_t$ olmak üzere, şu şekilde formülize edilir:

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |\varepsilon_t|} \quad (36)$$

Yapılan tahminlerde önemli bir sapma yoksa, TS değeri 0'a yakın olur. TS değerinin 0'dan büyük olması gerçekleşen değerlerin yapılan tahminlerden daha büyük olduğunu; negatif olması da daha küçük olduğunu gösterir.

TS için -3 alt kontrol limiti ve +3'ü üst kontrol limiti olarak değerlendirilir. -3 ile +3 değerlerinin dışında elde edilen TS sonucu, yapılan tahminlerin talepte meydana gelen değişikliklere ayak uyduramadığını ve tahmin metodunda düzeltici önleyici faaliyetler yapılması gerektiğini gösterir. Aykırı değerleri tahminde kullanmamak, varsa tahmin metodundaki düzeltme katsayılarının değerini değiştirmek, kullanılan veri setini değiştirmek düzeltici faaliyetlere örnek olarak verilebilir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEM VE BULGULARI

Bu bölümde öncelikle yapılan araştırmanın yöntemi, örneklem ve toplanan veriler hakkında bilgi, sayıtlar ve kısıtları verilecektir. Daha sonra, verilerin alındığı ayakkabı üretim sektöründe faaliyet gösteren firma hakkında bilgi verilecek, firmada karşılaşılan envanter ve talep tahmin problemleri açıklanacak ve firmaya ait veriler kullanılarak çözümler önerilecektir.

4.1. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu araştırmada moda ürünleri için envanter ve talep tahmin analizleri yapmak amacıyla bir moda ürünü olan ayakkabı örnek olay modeli (case study) olarak ele alınacaktır. Örnek olay modeli için, ayakkabı üretim sektöründe yer alan bir firmanın verilerinden faydalanılarak envanter yönetimi ve talep tahminleri yapılacaktır.

4.1.1. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini giyim, ayakkabı, aksesuar gibi moda ürünleri oluşturmaktadır. Yargısal örnekleme metoduyla belirlenen ayakkabı üretim sektöründe faaliyet gösteren orta ölçekli bir ayakkabı üretim firması araştırmanın örneklemdir.

Araştırma için firmaya ait bazı özel verilerin gerekliliğinden, işyerinin geçmişe yönelik kayıt tuttuğundan, işletmenin verileri araştırma amaçlı paylaşmasından dolayı sözkonusu firma tercih edilmiştir.

4.1.2. Sayıtlar

Araştırma sayıtları olarak, firmanın sağladığı satış, kod, envanter, üretim vb. verilerin doğru kabul edilmesi ve firmanın özelde ayakkabı üretim sektörü, genelde moda sektörü için bir örneklem olması söylenebilir.

4.1.3. Sınırlıklar

Araştırmanın sınırlıkları şu şekildedir:

Araştırmanın konusu, ayakkabı üretim sektöründeki bir firmanın envanter yönetimi ve talep tahmini ile sınırlandırılmıştır.

Araştırma firmanın satın aldığı ve her ayakkabıda kullanılması zorunlu olan ayakkabı taban verileri üzerinden yapılmıştır.

Araştırma kapsamı firmanın son üç yıla ait verileri ile sınırlandırılmıştır.

4.1.4. Veri Toplama ve Analizi

Araştırmanın literatür taraması kısmında çeşitli akademik dergi, kitap ve yayınların yanısıra ders notlarından faydalanılmıştır.

Araştırmada kullanılan veriler literatürde kullanılan verilere paralel olarak satış, fiyat bilgilerini içermektedir. Veriler firmanın çeşitli departmanlarından alınıp özetlenmiştir.

Verilerin analizinde MiniTab v18.1 ve SPSS v20.0 istatistik ve LINGO 11.0 yöneylem araştırması programları kullanılmış, bu tezin literatür kısmında anlatılan yöntemlerin yanısıra aşağıdaki test ve yöntemlerden yararlanılmıştır.

4.1.4.1. Kruskal Wallis Testi

İki yada daha çok örneklemin ortalamasının birbirinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediğini test etmek için kullanılan parametrik olmayan bir test yöntemidir (Çolak, 2019). Bu test tek yönlü ANOVA'nın non-parametrik karşılığıdır. p adet örneklem herhangi bir dağılım varsayımı gerekmeksizin Kruskal Wallis testine tabi tutulabilir (Montgomery ve Runger, 2002). Testin temel varsayımları şunlardır:

- Örneklemeler birbirinden bağımsız ve rasgele seçilmiştir.
- Her örnekleme 5 veya daha fazla gözlem vardır.
- Örneklemelerin seçildiği populasyonlar sürekli dağılım gösterir.

Analizde veri değerleri sıralı hale getirilir, sıra toplamları grup büyüklüğüne bölünerek sıra ortalamaları hesaplanır ve bu ortalamalar karşılaştırılır. Test hipotezi

bütün örneklemelerin ortalamalarının eşit olduğu üzerine kurulur. Daha sonra sıralamaların beklenen değeri hesaplanır eğer beklenen değer Kruskal Wallis testi kritik değerinden çok büyükse test hipotezi reddedilir (Montgomery ve Runger, 2002).

4.1.4.2. En Kısa Yol Problemi

Bir ağ grafiği üzerindeki bir veya daha fazla başlangıç (kaynak) noktası ile bitiş (hedef) noktası arasındaki en kısa yolu bulmak için geliştirilen çeşitli yöntemler vardır. Ağın kenarlarının özelliğine ve kaynak ve hedef nokta sayısına bağlı olarak çeşitli çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Ancak bu problemler ulaşım ağlarındaki problemlerin yanısıra üretim planlama, ekipman yenileme gibi başka alanlarda da kullanılmaktadır.

En kısa yol algoritmaları içerisinde en yaygın kullanılanlardan biri Dijkstra algoritmasıdır. Dijkstra algoritması negatif değerlere sahip kenarı olmayan tek kaynak problemler için basit ve verimli bir yöntemdir. Tek kaynaktan başlayarak hedef noktaya ulaşana kadar uğradığı bütün noktalara giden en kısa yolu da hesaplar. Dijkstra algoritmasında ziyaret edilmemiş düğümlere “geçici” ve en iyi değeri bulunmuş düğüme “kalıcı” olmak üzere iki adet düğüm etiketi kullanılır. “Geçici” etiketi, eğer daha kısa bir yol bulunursa modifiye edilir. Algoritmanın adımları şunlardır (Taha, 2007):

Adım 0. Kaynak noktasına “0” diğer bütün noktalara “sonsuz” değeri atanır.

Bütün noktalar “geçici” olarak işaretlenir.

Adım 1. Ziyaret edilmemiş ve başlangıçtan uzaklık değeri en düşük olan nokta “aktif nokta” olarak seçilir.

- Aktif noktadan, ziyaret edilmemiş bütün komşularının başlangıç noktasına olan uzaklığı hesaplanır.
- Komşu noktalardan, yeni hesaplanan uzaklık değeri noktanın mevcut değerinden daha küçükse noktanın değeri küçük olan değer ile güncellenir.
- Ziyaret edilmemiş bütün komşularının değeri hesaplandıktan sonra aktif nokta “kalıcı” olarak işaretlenir. Ziyaret edilen bir noktanın değeri nihaidir.

Adım 2. Eğer ziyaret edilen nokta hedef nokta ise algoritma sonlanır, değilse 1. adıma geri dönlür.

Dijkstra algoritması ağ üzerindeki herhangi iki düğüm arasındaki en kısa yolun hangi yol olduğunu belirlemez. Yalnızca bir başlangıç noktasından itibaren en kısa yolları hesaplar. Her bir düğüm için algoritmadaki başlangıç düğümü yeniden tanımlanarak hesap edilmesi gerekir. Bu sebeple Floyd algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritma en kısa yol problemini daha genel ele alır.

4.2. BULGULAR

Bu kısımda öncelikle firma hakkında ve kullanılan veriler hakkında genel bilgi verilecek akabinde yapılan analizin aşamaları ve bulguları sunulacaktır.

4.2. 1. Xyz Firması hakkında genel bilgi

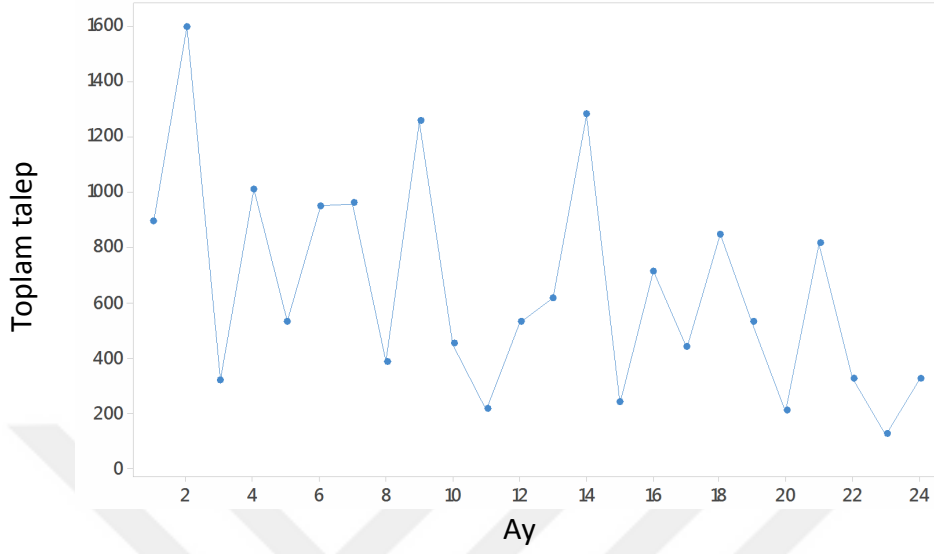
Xyz firması 1989 yılında bir şahıs şirketi olarak kurulmuştur. Şu anda 1500 m² alanda üretim yapmakta ve 50 kişi istihdam etmektedir. Firmanın yıllık üretim kapasitesi yaklaşık 250000 çift ayakkabı olmak üzere erkek ve spor ayakkabı alanında yüzlerce farklı ürün üretmektedir. Üretimin çoğunu yurtdışında yirmiye aşkın ülkedeki müşterilerine yapan firma yurtiçinde de kendi markası ile ve bazı büyük markalar için fason olarak yapmaktadır.

4.2.2. Kullanılan veri hakkında

Uygulamada kullanılmak üzere firmadan elde edilen veri genel olarak, 2017 ve 2018 yıllarına ait 141 farklı ürün grubuna ait 24 aylık talepleri içermektedir. Her bir talepte müşteri bilgisi, sipariş zamanı, istenilen ayakkabıya ait taban türü, taban kodu, taban kalitesi, tabanı üreten firma ve firmanın öngördüğü minimum sipariş miktarı, tabancı firmaya ait taban termin süresi ve taban adet alış fiyatı bilgileri bulunmaktadır.

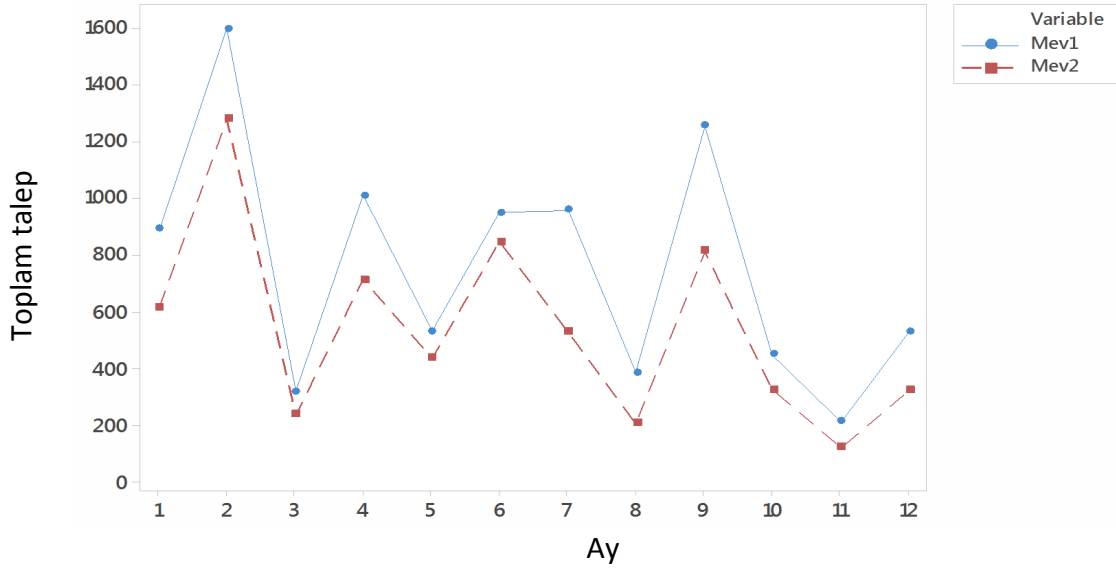
4.2.3. Model tahmini

Öncelikle talep verilerinin zaman serisi grafiği elde edilmiş böylece mevsimsel, trend ve dönemsel dalgalanmalar görülmüştür. Bu analizde MiniTab v18.1 ve SPSS v20.0 den yararlanılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:



Şekil 15 : Bütün ürünlere ait 24 aylık talep miktarı

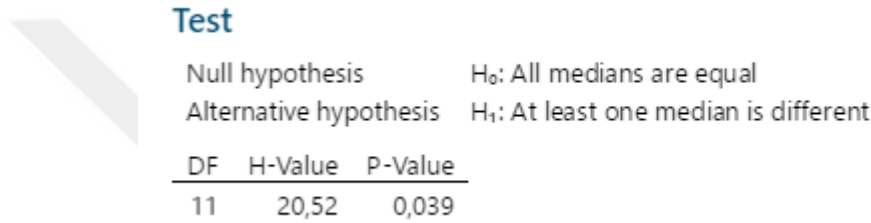
Bütün ürünlere olan toplam talebin 24 aylık zaman serisi grafiği Şekil 15’de verilmiştir. Bu grafikte aşağı yönlü bir trend görsel olarak gözlenmekte ise de mevsimsellik tam olarak dikkat çekmemektedir.



Şekil 16 : 24 aylık talebin iki yıla bölünerek elde edilen grafiği

Bu yüzden 24 aylık talep iki yıla ayrılarak üst üste tekrar grafiği çizilmiştir. Şekil 16 'da görüldüğü üzere mevsim dönemlerine ait taleplerin birbirlerine benzedikleri görülmektedir.

Bu sebeple mevsimsellik özelliğinin olup olmadığı konusunun incelenmesi ihtiyacı doğmuştur. MiniTab ile yapılan Kruskal-Wallis testi ile mevsimsellik teyidi alınmıştır.



The image shows a screenshot of the Minitab Test results for a Kruskal-Wallis test. The test results are as follows:

DF	H-Value	P-Value
11	20,52	0,039

Null hypothesis: H_0 : All medians are equal
Alternative hypothesis: H_1 : At least one median is different

Şekil 17 : Minitab'de yapılan Kruskal Wallis test sonucu

Testte elde edilen p -değeri $0,039 \leq 0,05$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Bu durum seride bir mevsimsellik olduğunun göstergesi olarak kabul edilir.

Daha sonra aynı seri, SPSS v20.0'da Expert Modeler uygulamasına tabi tutulmuş ve serinin tahmininde çarpımsal Winter yönteminin kullanılması önerilmiştir. Söz konusu öneriye ait program çıktıları Tablo 2 gösterilmiştir:

Tablo 2 : Expert Modeler uygulamasının seri tahmini sonucu

Model Description		
Model ID	Model Name	Model Type
VAR00001	Model_1	Winters' Multiplicative

Modele ilişkin uyum istatistikleri ise

Tablo 3’de verilmiştir. Bu istatistikler bilinen bütün modeller içerisinde en iyi uyum istatistiği değerleridir.

Tablo 3 : Modele ilişkin uyum istatistikleri.

Model Fit											
Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile						
					5	10	25	50	75	90	95
Stationary R-squared	,888	.	,888	,888	,888	,888	,888	,888	,888	,888	,888
R-squared	,979	.	,979	,979	,979	,979	,979	,979	,979	,979	,979
RMSE	58,293	.	58,293	58,293	58,293	58,293	58,293	58,293	58,293	58,293	58,293
MAPE	7,227	.	7,227	7,227	7,227	7,227	7,227	7,227	7,227	7,227	7,227
MaxAPE	31,098	.	31,098	31,098	31,098	31,098	31,098	31,098	31,098	31,098	31,098
MAE	38,151	.	38,151	38,151	38,151	38,151	38,151	38,151	38,151	38,151	38,151
MaxAE	163,578	.	163,578	163,578	163,578	163,578	163,578	163,578	163,578	163,578	163,578
Normalized BIC	8,528	.	8,528	8,528	8,528	8,528	8,528	8,528	8,528	8,528	8,528

Ayrıca daha iyi bir sonuca varmak için modelin uygun bir model olduğuna ilişkin model uyum istatistiği de elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4’de verilmiştir. Buna göre $R^2 = 0,888$ değerine ulaşmıştır.

Tablo 4 : Modele ait uyum istatistikleri

Model Statistics						
Model	Number of Predictors	Model Fit statistics	Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	Statistics	DF	Sig.	
VAR00001-Model_1	0	,888	17,121	15	,312	0

Önerilen modele ait elde edilen parametreler ise Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5 : Üssel düzeltme model parametreleri

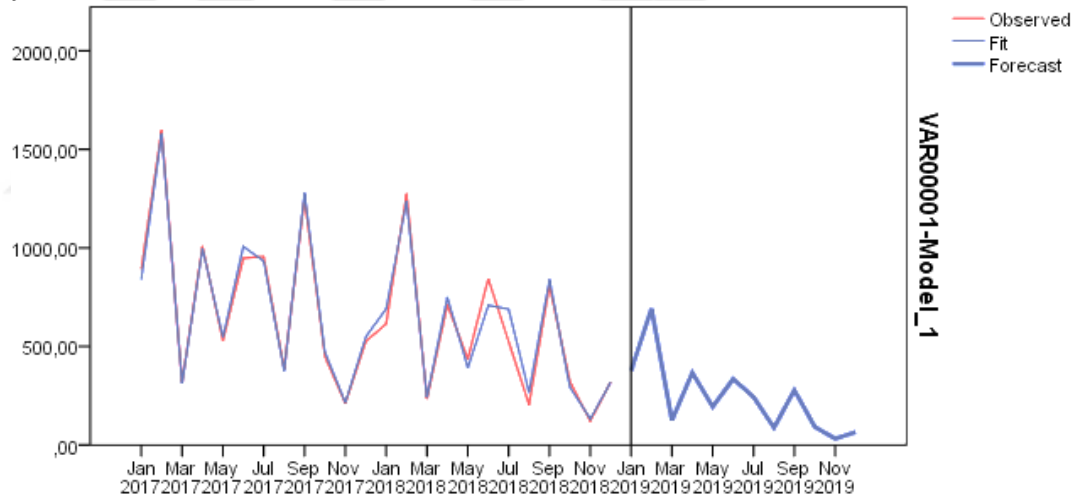
Exponential Smoothing Model Parameters						
Model		Estimate	SE	t	Sig.	
VAR00001-Model_1	No Transformation	Alpha (Level)	,080	,026	3,129	,005
		Gamma (Trend)	,626	,270	2,321	,030
		Delta (Season)	,466	,199	2,347	,029

Buna göre Tablo 5’de verilen parametreler yardımıyla modelin 2019 12 aylık tahmini talep değerleri Tablo 6’daki gibidir.

Tablo 6 : Önerilen modelin 2019 yılına ait 12 aylık tahmini talep değerleri

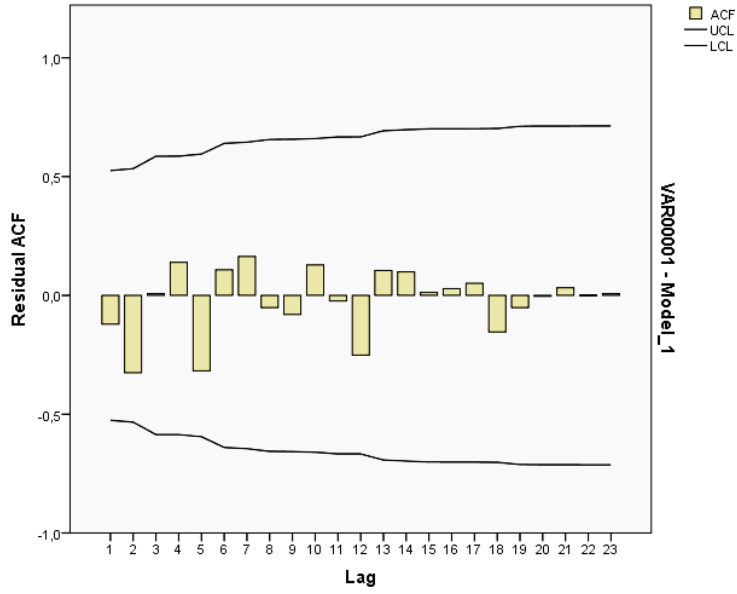
		Forecast											
Model		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
		2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
VAR00001-	Forecast	375,57	691,57	125,10	366,32	194,50	335,05	243,16	87,39	278,78	91,63	32,17	65,45
Model_1	UCL	540,62	862,01	290,60	552,03	372,74	569,62	477,43	271,26	672,42	322,83	215,92	365,88
	LCL	210,53	521,13	-40,41	180,61	16,26	100,47	8,90	-96,48	-114,86	-139,58	-151,58	-234,98

Hem uyumun hem de tahminlerin bir arada görüldüğü grafik ise Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18 : Gözlem, uyum ve tahminlerin bir arada gösterilmesi

Söz konusu modelin uyumunun iyiliğini gösteren diğer bir istatistik de hata terimine ait olan otokorelasyon fonksiyonudur. Bu fonksiyon, Şekil 19’da verilmiş olup, herhangi bir gecikme değerinin anlamlı bir fark yaratmadığı gözlenmektedir.



Şekil 19 : Hata terimine ait olan otokorelasyon fonksiyonu

4.2.4. Sipariş büyüklüğü tahmini

Sipariş büyüklüklerinin hesaplanmasında ekonomik sipariş büyüklüğü (EOQ) veya diğer parti büyüklüğü belirleme algoritmalarından hangisinin seçileceğine, değişkenlik katsayısına (VC : Variability Coefficient) bakılarak karar verilecektir. EOQ yönteminde ortalama talepler üzerinden en ekonomik sipariş büyüklüğü hesaplandığından, talebin dalgalı olması durumunda kısa kalmaya veya fazla stok bulundurmaya giden olumsuzluklarla karşılaşılabilir. Bu sebeple VC değerine bakılarak karar verilmeye çalışılır. VC değerinin 0,20 den küçük değerleri için ortalama ve talep ile EOQ hesaplamak uygun olmaktadır. VC 'nin 0,20 den büyük değerleri için EOQ yerine bu değişkenliğe cevap verecek Wagner Whitin veya en kısa yol problemini çözen yöntemlerden birinin kullanılması daha uygun olacaktır. VC değeri denklem (1) ile hesaplanır. Aslında VC değeri istatistikte ortalama başına düşen değişkenliği ölçen varyans katsayısının (coefficient of variance) değiştirilmiş şeklidir.

$$VC = \frac{Var(\hat{D})}{\mu_D^2} \quad (1)$$

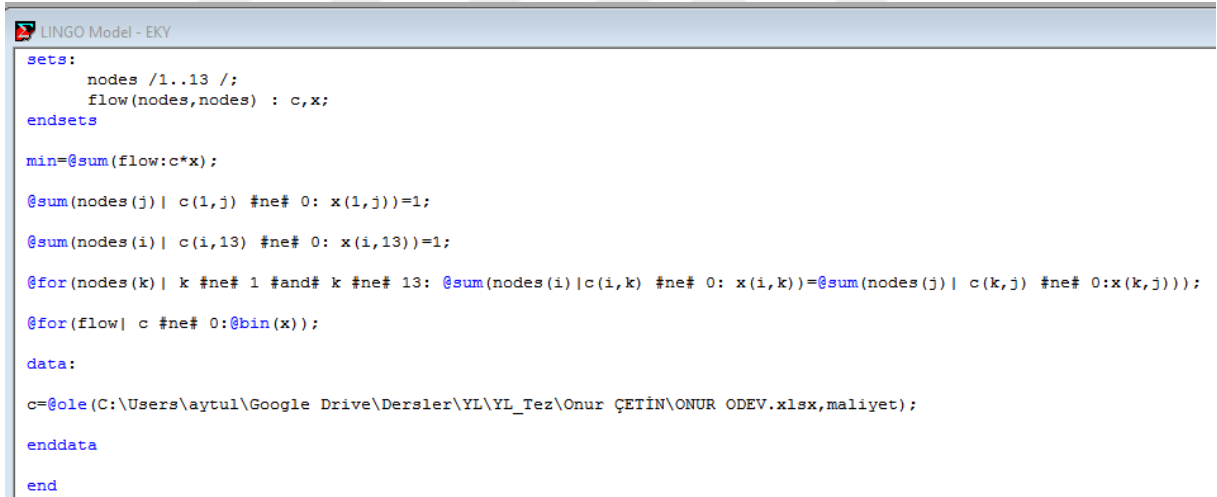
Burada \hat{D} ile tahmini talep gösterilmekte olup, VC değeri bu tahmini talebin varyansının ortalamalarının karesine oranı olarak tanımlanır. Buna göre tahmini taleplerin varyansı 31919,44 adet, ortalaması ise 240,5579 adet olduğundan;

$$VC = \frac{31919,44}{240,5579^2} = 0,55158$$

VC değeri 0,55158 çıkmaktadır. Bu değer 0,20 den büyük olduğundan en iyi parti büyüklüğü belirleme yöntemlerinin kullanılması daha sağlıklı olacaktır.

4.2.5. En iyi parti büyüklüğü belirleme

Daha önce elde edilen bütünleşik tahmini talepler “en iyi parti büyüklüğü belirleme” sürecinde en kısa yol ve tam sayılı programlama yardımıyla incelenmiş ve aşağıdaki LINGO r11 kodu ile hesaplamalar tamamlanmıştır.



```
LINGO Model - EKY
sets:
  nodes /1..13 /;
  flow(nodes,nodes) : c,x;
endsets

min=@sum(flow:c*x);

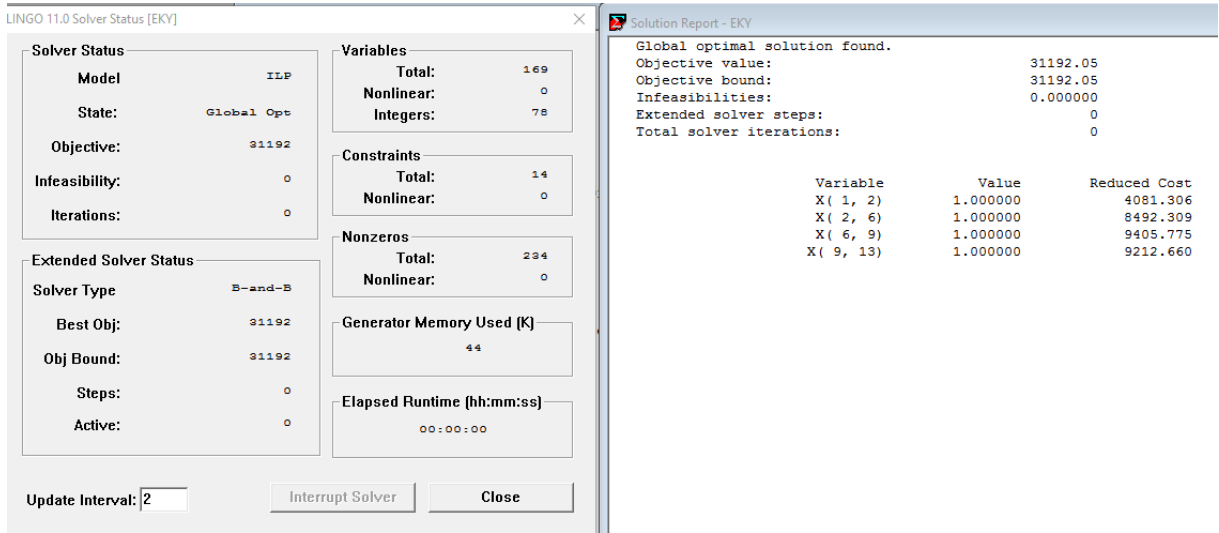
@sum(nodes(j) | c(1,j) #ne# 0: x(1,j))=1;
@sum(nodes(i) | c(i,13) #ne# 0: x(i,13))=1;
@for(nodes(k) | k #ne# 1 #and# k #ne# 13: @sum(nodes(i) | c(i,k) #ne# 0: x(i,k))=@sum(nodes(j) | c(k,j) #ne# 0:x(k,j)));
@for(flow| c #ne# 0:@bin(x));

data:
c=@ole(C:\Users\aytul\Google Drive\Dersler\YL\YL_Tez\Onur ÇETİN\ONUR ODEV.xlsx,maliyet);
enddata

end
```

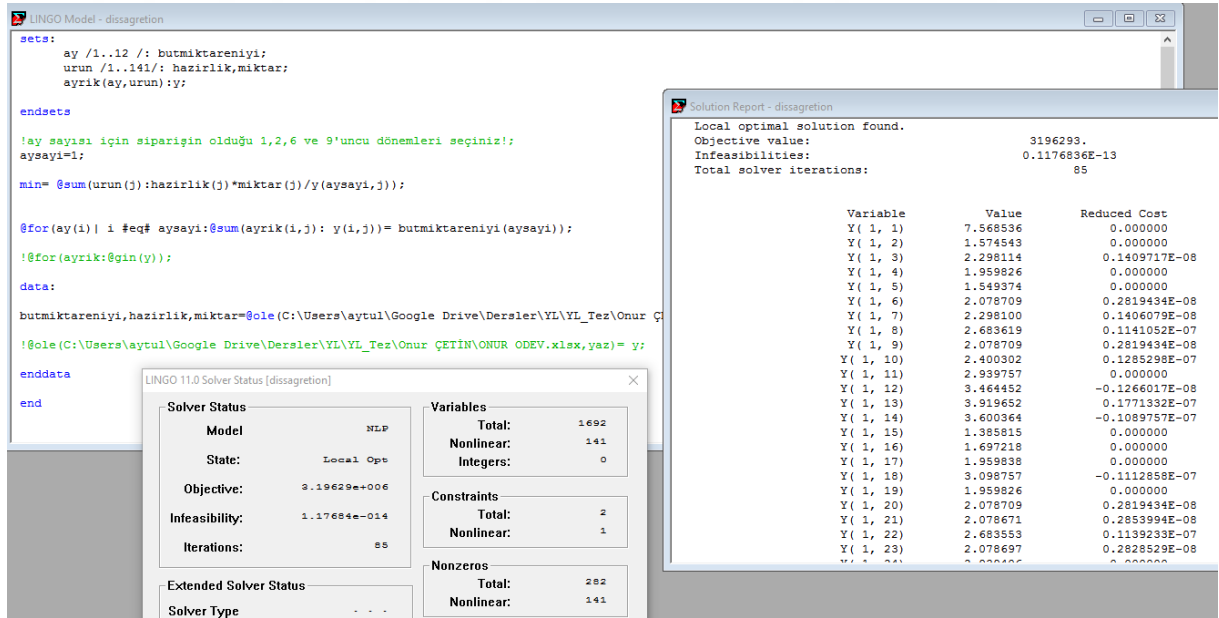
Şekil 20 : LINGO model ekranı

Elde edilen LINGO çözüm ekranı Şekil 21 ‘de sunulmuştur.



Şekil 21 : LINGO çözüm ekranı

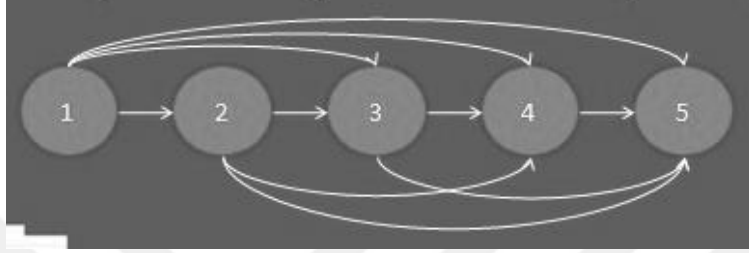
En iyi parti büyüklüğü stratejisi sonuçlarına göre elde edilen bütünleşik ürünler indirgeme işlemine tabi tutulmuştur. İşlem yine LINGO r11 optimizasyon yazılımı ile hesaplanmış olup kodlama çözüm sonuçlarıyla beraber aşağıda sunulmuştur.



Şekil 22 : Bütünleşik ürünlerin LINGO ile indirgeme modeli ve çözüm ekranı

LINGO ile elde edilen indirgenmiş talep değerleri en yakın üst tamsayıya yuvarlanmıştır.

Bu tip problemler düğüm sayısı periyot sayısından “1” fazla olan tek yönlü bir şebeke olarak şekillendirilebilir. Şebekedeki başlangıçtan bitişe doğru olan her bir yol “bir tam ihtiyaç kuralına” denk gelir. Örneğin 4 dönemli bir problemde kullanılan ağ yapısı aşağıdaki Şekil 23’de görülmektedir.



Şekil 23 : 4 dönemli bir problemde kullanılan ağ yapısı.

Değişik ürün grupları için elde edilen çözümler tesbit edilmiştir. E1 için en iyi sonuç 1-6-9-13 tür.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                637.3737
Objective bound:                637.3737
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        0

      Variable      Value      Reduced Cost
      X( 1, 6)      1.000000      302.0579
      X( 6, 9)      1.000000      167.6579
      X( 9, 13)     1.000000      167.6579
  
```

Şekil 24 : E1 için sonuç ekranı

E10 için ise en iyi sonuç 1-2-6-9-13 olarak bulunmuştur.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                26.26577
Objective bound:                26.26577
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        0

      Variable      Value      Reduced Cost
      X( 1, 2)      1.000000      6.566443
      X( 2, 6)      1.000000      6.566443
      X( 6, 9)      1.000000      6.566443
      X( 9, 13)     1.000000      6.566443
  
```

Şekil 25 : E10 için sonuç ekranı

E14 için en iyi sonuç da 1-2-6-9-13 olarak tesbit edilmiştir.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                26.26577
Objective bound:                26.26577
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:       0

Variable      Value      Reduced Cost
X( 1, 2)     1.000000     6.566443
X( 2, 6)     1.000000     6.566443
X( 6, 9)     1.000000     6.566443
X( 9, 13)    1.000000     6.566443

```

Şekil 26 : E14 için sonuç ekranı

E7 için en iyi sonuç 1-2-6-9-13 olarak karşımıza çıkmaktadır.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                50.86587
Objective bound:                50.86587
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:       0

Variable      Value      Reduced Cost
X( 1, 2)     1.000000     12.71647
X( 2, 6)     1.000000     12.71647
X( 6, 9)     1.000000     12.71647
X( 9, 13)    1.000000     12.71647

```

Şekil 27 : E7 için sonuç ekranı

K10 için ise en iyi sonuç 1-6-9-13 olarak bulunmuştur.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                101.0341
Objective bound:                101.0341
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:       0

Variable      Value      Reduced Cost
X( 1, 6)     1.000000     50.17803
X( 6, 9)     1.000000     25.42803
X( 9, 13)    1.000000     25.42803

```

Şekil 28 : K10 için sonuç ekranı

K83 için ise en iyi sonuç 1-6-9-13 olarak bulunmuştur.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                136.7857
Objective bound:                136.7857
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:       0

Variable      Value      Reduced Cost
X( 1, 6)     1.000000     68.12857
X( 6, 9)     1.000000     34.32857
X( 9, 13)    1.000000     34.32857

```


Şekil 29 : K83 için sonuç ekranı

T1 için ise en iyi sonuç 1-2-6-9-13 olarak bulunmuştur.

```
Global optimal solution found.
Objective value:                25.42756
Objective bound:                25.42756
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:       0

Variable      Value      Reduced Cost
X( 1, 2)      1.000000    6.356890
X( 2, 6)      1.000000    6.356890
X( 6, 9)      1.000000    6.356890
X( 9, 13)     1.000000    6.356890
```

Şekil 30 : T1 için sonuç ekranı

T3 için ise en iyi sonuç 1-2-6-9-13 olarak bulunmuştur.

```
Global optimal solution found.
Objective value:                200.9130
Objective bound:                200.9130
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:       0

Variable      Value      Reduced Cost
X( 1, 2)      1.000000    50.22824
X( 2, 6)      1.000000    50.22824
X( 6, 9)      1.000000    50.22824
X( 9, 13)     1.000000    50.22824
```

Şekil 31 : T3 için sonuç ekranı

Son olarak farklı minimum sipariş adedine sahip ürünler örnek olarak seçilerek, söz konusu minimum sipariş adedine uygun olarak ihtiyaca göre sipariş verilmiş ve toplam maliyetler hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 32 ve Şekil 33’de gösterilmiştir. Burada öneri niteliği taşıyan minimum sipariş adetleri ile de işlem yapılmış (yeşil bölgeler) bunlar için de toplam maliyet hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda hazırlık maliyeti K ’nın genel ortalama hazırlık maliyetine katkısı olan değer kullanılmış olup, bu değer bulunurken ilgili ürünün bütün ürünler içindeki talep yüzdesi kullanılmıştır.

Burada önemli sorunlardan biri de müşteri talepleri alınırken herhangi bir sipariş standardı yokken, bu talepleri karşılamak için kullanılan ham malzemenin sipariş verilmesinde ise tedarikçinin minimum parti büyüklüğü kullanmasıdır. Bu şartlar altında 10’dan büyük olmayan siparişler alınırken, tedarikçiye çoğunlukla 100 ve üstünde miktarlarda hammadde siparişi verilmek zorundadır. Bu durum göz önüne alınarak

tedarikçiye gönderilen siparişlerin olması gereken minimum adetlerinde bir öneri sistemi de geliştirilmiştir. Örnek olarak elde edilen sonuçlarda bu rakam 10 olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ürün	E1	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	E10	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	E14	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.
Oca	8	10	2	10	2	36	28	2	100	98	10	8	2	0	3	125	122	10	7	3	0
Şub	28	30	4	30	4	0	6	0	6	92	0	6	0	8	0	114	10	9	8	0	0
Mar	0	4	4	4	0	0	0	0	0	92	0	2	0	0	0	114	0	9	0	0	0
Nis	0	4	4	4	0	0	0	0	0	92	0	2	0	0	0	114	0	9	0	0	0
May	0	4	4	4	0	0	0	0	0	92	0	2	0	0	0	114	0	9	0	0	0
Haz	14	10	0	10	0	14	0	3	0	89	10	9	3	0	4	0	110	0	5	4	0
Tem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	9	0	0	0	110	0	5	0	0	0
Ağu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	9	0	0	0	110	0	5	0	0	0
Eyl	10	10	0	10	0	10	0	2	0	87	0	7	2	0	3	0	107	0	2	3	0
Eki	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	7	0	0	0	107	0	2	0	0	0
Kas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	7	0	0	0	107	0	2	0	0	0
Ara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	7	0	0	0	107	0	2	0	0	0
Top.Mik.	60	18	18	18	28	13	1081	71	0	18	1336	66	0	0	0	66	0	66	0	0	0
Toplam.Mal.	757.03 ₺	757.03 ₺	637.37 ₺	5,843.97 ₺	396.53 ₺	26.27 ₺	7,227.12 ₺	381.83 ₺	50.87 ₺												
min.sip.adedi	10						100								125						
Öneri	10						10								10						
Birim Fiyat	24.00						27.00								27.00						
h	4.80						5.40								5.40						
K'ya katkısı	167.66						6.57								12.72						

Şekil 32 : Örnek olarak seçilen E1, E10 ve E14 ürün grupları için önerilen sipariş değerleri

E15	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	E7	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	K10	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	K83	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.	Sip	D.S.Env.
3	150	147	10	7	3	0	3	50	47	10	7	3	0	3	75	72	10	7	14	11	4	60	56	10	6	17	13
9	138	10	8	9	0	8	39	10	9	8	0	11	61	10	6	0	13	43	10	3	0	0	43	10	3	0	0
0	138	0	8	0	0	0	39	10	9	0	0	61	10	6	0	0	43	0	3	0	0	0	43	10	3	0	0
0	138	0	8	0	0	0	39	10	9	0	0	61	10	6	0	0	43	0	3	0	0	0	43	10	3	0	0
0	138	0	8	0	0	0	39	10	9	0	0	61	10	6	0	0	43	0	3	0	0	0	43	10	3	0	0
5	133	3	5	0	4	35	5	4	0	6	55	0	6	55	0	6	7	36	10	6	7	0	36	10	6	7	0
0	133	3	0	0	0	35	5	0	0	55	0	0	55	0	0	0	36	0	6	0	0	0	36	10	6	0	0
0	133	3	0	0	0	35	5	0	0	55	0	0	55	0	0	0	36	0	6	0	0	0	36	10	6	0	0
3	130	0	3	0	3	32	2	3	0	4	51	10	6	4	0	5	31	11	1	5	0	0	31	11	1	5	0
0	130	0	0	0	0	32	2	0	0	51	10	6	0	0	0	31	11	1	0	0	0	0	31	11	1	0	0
0	130	0	0	0	0	32	2	0	0	51	10	6	0	0	0	31	11	1	0	0	0	0	31	11	1	0	0
0	130	0	0	0	0	32	2	0	0	51	10	6	0	0	0	31	11	1	0	0	0	0	31	11	1	0	0
20	1618	48	0	18	436	66	0	24	685	55	11	29	460	40	13	0	40	13	0	0	0	40	13	0	0	0	
	8,751.82 ₺	288.45 ₺	58.50 ₺	2,105.52 ₺	342.23 ₺	50.86 ₺	1,566.68 ₺	200.03 ₺	101.03 ₺	1,230.33 ₺	206.99 ₺	136.79 ₺															
150							50							75								60					
10							10							10								10					
27.00							24.00							11.25								13.00					
5.40							4.80							2.25								2.60					
14.62							12.72							25.43								34.33					

Şekil 33 : Örnek olarak seçilen E15, E7, K10 ve K83 ürün grupları için önerilen sipariş değerleri

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ

Bu çalışmada, kısıtlı raf ömürlü ürünlerden demode olan ürünler için envanter yönetimi ve talep tahmin yöntemleri incelenmiştir. Moda ürünlerinin ortak özelliklerinden olan kısa sürede demode olma ve ürün çeşitliliği uygulama yapılan ayakkabı sektöründe de gözlenmiştir. Uygulamada yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

Uygulamada, ürün taleplerinin iki yıllık analizi yapılmış ve bir sonraki yılın talepleri istatistiksel olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ancak bu tahmini her bir ürün için ayrı ayrı yapmak yerine bütünlük ürün mantığı kullanılmış ve böylece tek tek bakıldığında fark edilemeyen bazı talep eğrileri bu aşamada tespit edilmiş ve etkili bir talep modeli kurulmuştur.

Bütünlük talepler üzerinden en iyi parti büyüklükleri en kısa yol algoritması kullanılarak hesaplanmış ve bu miktarlar üzerinden hazırlık maliyeti minimizasyonu ile bütünlük birimler indirgenmiştir. Bu indirgeme sırasında ürünlerin aynı veya yakın dönemlerde oluşturulması da sağlandığından birden fazla ürününü aynı dönemde sipariş vermesi sağlanmış ve böylelikle koordineli envanter yaklaşımının avantajları sağlanmıştır.

Burada önemli sorunlardan biri de müşteri talepleri alınırken herhangi bir sipariş standardı yokken, bu talepleri karşılamak için kullanılan ham malzemenin sipariş verilmesinde ise tedarikçinin minimum parti büyüklüğü kullanmasıdır. Bu şartlar altında 10'dan büyük olmayan siparişler alınırken, tedarikçiye çoğunlukla 100 ve üstünde miktarlarda hammadde siparişi verilmek zorundadır. Bu durum göz önüne alınarak tedarikçiye gönderilen siparişlerin olması gereken minimum adetlerinde bir öneride bulunulmuştur.

KAYNAKÇA

ACILAR, A., BAŞARAN, B. (2008). *Kobi'lerde Stokların Yönetiminde Bilgi ve Teknolojinin Kullanımını Etkileyen Etmenler: Görgül Bir Araştırma*. **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 31:165-186.

AKSOY, Z.S. (2008), *Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımlarında Talep Tahmin Yöntemleri ve Uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi

AYTULUN, S.K. (2018a), *Öngörüleme ve Zaman Serileri*, Ders Notları, Beykent Üniversitesi.

AYTULUN, S.K. (2018b), *Tahminin İzlenmesi*, Ders Notları, Beykent Üniversitesi.

AYTULUN, S.K. (2018c), *Box-Jenkins Modelleri*, Ders Notları, Beykent Üniversitesi.

AXSÄTER, S. (2015), *Inventory Control*, 3rd Ed., International Series in Operations Research & Management Science, Springer

AYDIN, M.Ç. (2017), *Giyim Endüstrisinde Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması: Örnek Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi

BOX, G.E.P., JENKINS, G.M., REINSEL G.C., (2008), *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, 4th Ed., Wiley Series in Probability and Statistics.

ÇİĞDEM, Ş. (2009), *Gazi-zaman serileri analizinde mevsimsel düzeltme yöntemleri ve aylık sanayi üretim indeksine uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi

ÇOLAK, E. (2019), Varyans Analizi (ANOVA) ve Kruskal-Wallis H Testi, Ders Notu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, http://eczacilik.anadolu.edu.tr/bolumSayfaları/belgeler/ecz2014%2011_20140527094539.pdf , Son erişim tarihi: 6 Mayıs 2019

DEMİR, H., GÜMÜŞOĞLU, Ş. (2009), *Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi)*. (7. Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.

DOĞAR, A. (2006), *Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi

DOĞAN, İ. (2002), *Tedarik Zincirinde Kamçı Etkisi ve Envanter Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi

DOOLEY, F., (2005), *Logistics, Inventory Control and Supply Chain Management*, **Choices Magazine**, 20(4), <http://www.choicesmagazine.org/2005-4/supplychain/2005-4-14.htm> , Son erişim tarihi: 6 Şubat 2019

FİÇİ G. (2006), *Tedarikçi Yönetiminde Envanter Kontrolü*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi

FULLER, W.A, (1996), *Introduction to Statistical Time Series*, 2nd Ed., Wiley Series in Probability and Statistics.

GOYAL, S.; GIRI, B. (2001), *Recent Trends in Modeling of Deteriorating*, **European Journal of Operational Research**, 134 (1): 1-16.

GÜNER, E., KARACA, M.E. (2008), *Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri ve En İyi Parti Büyüklüğü Üzerine Bir Uygulama*, **Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 19(4): 443-454.

GÜRÇAY, G. (2012), *Yöneticiler İçin Temel Stok Kontrolü*, (1. Baskı), İstanbul: Çatı Kitapları.

HOLT,C.C.(2004), Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages, **International Journal of Forecasting**, 20 (2004), 5– 10.

KAYA, A. (2004), *Etkin Stok Yönetimi ve Türkiye'de bir Uygulama*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi

KARA, Ö. (2014), *İşletmelerde Stok Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi

KOBU B. (1999), *Üretim Yönetimi*, (10. Baskı), İstanbul: Beta Yayınları.

KOÇER, UU; YALÇIN, B. (2013), *Bir Stokastik Model Olarak Bozulabilir Envanter Problemi: Literatür Araştırması*, **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 28(1), 119-144.

MAKRIDAKIS, S.G.; WHEELWRIGHT, S. C.; MCGEE, V.E. (1997), *Forecasting Methods and Applications*, 3rd Ed., Wiley Wiley series in management.

MENTZER, J.T., KAHN, K.B., (1995), *Forecasting Technique Familiarity, Satisfaction, Usage, and Application*, **Journal of Forecasting**, 14, 465-476.

MONTGOMERY, D.C., RUNGER, G.C., (2002), *Applied Statistics and Probability for Engineers*, 3rd Ed., John Wiley & Sons, Inc.

MONTGOMERY, D.C., JENNINGS, C.L., KÜLAHCI, M., (2008), *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*, Wiley Series in Probability and Statistics.

ÖZGÜR, B. (2007), *Envanter Yönetimi İçin Maliyet Parametrelerinin Hesaplanması: Otomotiv Sektöründe bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

ÖZSOY, E. (2006), *Talep Tahminine Dayalı Müşteri Odaklı Üretim Planının Oluşturulması ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi .

REM Associates (2019), Methodology of Calculating Inventory Carrying Costs, <http://www.remassoc.com/Portals/0/carryingcosts.pdf> , Son erişim tarihi: 1 Şubat 2019.

SELÇUK, B. (2007), *Stok Kontrol Yöntemlerinin İncelenmesi ve İnşaat Malzemeleri Sektöründe bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

SEZEN, K. (2019), *Malzeme Gereksinim Planlama Sistem Analizi ve Bir Uygulama*, <http://kemal.home.uludag.edu.tr/wp-content/uploads/2016/03/Malzeme-Gereksinim-Planlama-Sistem-Analizi.doc> , Son erişim tarihi: 1 Şubat 2019.

SMALL, G.R., WONG, R. (2002), *The Validity of Forecasting*, Pacific Rim Real Estate Society (PRRES) International Conference, Christchurch, Australia.

SÜMBÜLOĞLU, V., ALPAR, R., ÖZDEMİR, P., (1998), *Değişkenler Arası İlişkilerin İncelenmesi*, **İç Hastalıkları Dergisi** (5) 416-419 http://www.ichastaliklaridergisi.org/managete/fu_folder/1998-06/html/1998-5-6-416-419.html . Son erişim tarihi: 24 Şubat 2019.

PEHLİVAN, S. (2018), *Sektör Analizi Nedir, Nasıl Yapılır?*, <http://www.spfinans.com/sector-analizi-nedir-nasil-yapilir/>, Son erişim tarihi: 6 Şubat 2019.

TAHA, H.A. (2007), *Operations Research: An Introduction*, 8.Baskı, Pearson Prentice Hall, New Jersey.

TANRIVERDİ, Y. (2010), *Tedarik Zinciri ve Stok Yönetimi Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi.

TANYAŞ, M., BASKAK, M. (2017), *Üretim Planlama ve Kontrol*, 3.Baskı, İrfan Yayıncılık, İstanbul.

TEKİN E., GÜRLER Ü., BERK E. (2001), *Age-based vs. stock level control policies for a perishable inventory system*, **European Journal of Operational Research**, 134(2): 309-329.

THEIL, H. (1966). *Applied Economic Forecasting*. Chicago, Rand McNally.

WINTERS,P.R., *Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages*, **Management Science**, 6(3):324-342.

YAFFEE,R., MCGEE, M., (2000), *An Introduction to Time Series Analysis and Forecasting with Applications of SAS and SPSS*, Academic Press.

YÜCESOY M., (2011), *Temizlik Kağıtları Sektöründe Yapay Sinir Ağları İle Talep Tahmini*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

ÖZGEÇMİŞ

Onur Çetin

13.07.1993'te İstanbul'da doğdu. İlk ve Orta Okulu Fikret Yüzatlı İlköğretim okulunda, liseyi Bakırköy Anadolu Lisesi'nde okudu. 2011'de Beykent Üniversitesi Yazılım Mühendisliği bölümünde başladığı lisans eğitimini 2016 yılında tamamladı. 2016 yılında Beykent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği programında Tezli Yüksek Lisans eğitime başladı. Halen Çetsan Ayakkabı San. Tic. Ltd. Şti firmasında 'Moda Ürünlerinde Envanter Yönetimi ve Talep Tahmini: Ayakkabı Sektöründe Bir Uygulama' konusunda çalışmalarını sürdürmektedir.