



**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DÜŞÜK TALEPLİ ÜRÜNLERDE RİSKLİ DEĞER  
YAKLAŞIMIYLA STOK POLİTİKALARININ  
OPTİMİZASYONU**

**Engin BAYTÜRK**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**Danışman**

**Prof. Dr. Alp BARAY**

**Ocak, 2016**

**İSTANBUL**

Bu çalışma 12/01/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliğı programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi:**

Prof.Dr. Alp BARAY(Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Şakir ESNAF  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Mehmet Mutlu YENİSEY  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Ferhan ÇEBİ  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
İşletme Fakültesi

Doç. Dr. Dilek YILMAZ BÖREKÇİ  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamda bana yardımlarını esirgemeyen saygı değer hocam Prof. Dr. Alp BARAY'a ve üniversitemiz Endüstri Mühendisliği bölümünde çalışan akademik ve idari personele ilgilerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışma sürecim boyunca her zaman bana destek olan Yrd. Doç. Dr. Ufuk KULA'ya ve Dr. Zeynep GERGİN'e gösterdiği ilgi ve yardımlardan dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmamın uygulama kısımlarında çalıştığım kurumun yönetici ve çalışanlarına yardımları ve paylaştıkları bilgiler için çok teşekkür ederim.

Ocak, 2016

Engin BAYTÜRK

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ .....	vi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY .....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>	<b>4</b>
2.1 BASİT TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ .....	4
2.1.1 Hareketli Ortalama .....	5
2.1.2 Basit Üstel Düzeltme .....	8
2.1.3 Tahmin Doğruluğu .....	11
2.1.3.1 Ortalama Mutlak Sapma (MAD).....	12
2.1.3.2 Ortalama Hata Karesi (MSE) .....	12
2.1.3.3 Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) .....	13
2.2 BOOTSTRAP YÖNTEMİ.....	14
2.2.1 Bootstrap Yöntemi İle Örneklem Tahminin Standart Hatası.....	14
2.2.2 Bootstrap İle Yanlılık Doğrulama.....	15
2.2.3 Bootstrap Güven Aralığı .....	15
2.2.3.1 Bootstrap Yüzde Yöntemi .....	16
2.2.3.2 Ortalanmış Bootstrap Yüzde Yöntemi .....	16
2.2.3.3 Bootstrap T Yöntemi.....	16
2.3 RİSKE MARUZ DEĞER .....	17
2.3.1 Riske Maruz Değerin Ölçülmesi.....	19
2.3.1.1 Varyans-Covaryans Yöntemi.....	19
2.3.1.2 Tarihsel Benzetim Yöntemi.....	20
2.3.1.3 Monte Carlo Benzetimi.....	21

2.4 STOK YÖNETİMİ .....	22
2.4.1 Gazete Satıcısı Modeli .....	24
2.4.2 (S,T) Modeli.....	26
2.5 RİSKE MARUZ DEĞER VE STOK YÖNETİMİ .....	27
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM .....</b>	<b>29</b>
3.1 VERİ ANALİZİ VE ÜRÜNLERİN BELİRLENMESİ .....	30
3.2 BOOTSTRAP YÖNTEMİ İLE TALEP TAHMİNİ.....	30
3.3 MATEMATİKSEL MODEL.....	32
3.4 BENZETİM MODELİ.....	35
3.4.1 Önerilen Model İçin Benzetim Modeli .....	35
3.4.2 Kullanılan Model İçin Benzetim Modeli .....	36
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>37</b>
4.2 VERİ ANALİZİ VE ÜRÜNLERİN BELİRLENMESİ .....	48
4.3 BOOTSTRAP YÖNTEMİ SONUÇLARI.....	52
4.3 MATEMATİKSEL MODEL SONUÇLARI.....	56
4.4 BENZETİM SONUÇLARI ÖRNEKLERİ.....	65
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>80</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>82</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>85</b>
EK 1. MATEMATİKSEL MODEL KODU .....	85
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>87</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 2.1: Tahmin karar modelleri (Bulfin ve Sipper, 1998).....	4
Şekil 2.2: Zaman doğrusu üzerinde dönem. ....	6
Şekil 2.3: Hareketli ortalama n=5 sonuçları. ....	8
Şekil 2.4: Basit üstel düzeltme $\alpha=0,8$ için sonuçlar.....	10
Şekil 2.5: Basit Üstel düzeltme $\alpha=0,2$ için sonuçlar. ....	11
Şekil 2.6: Riske maruz değer.....	19
Şekil 2.7: Tarihsel benzetim örnek verileri (Cabedo ve Moya, 2003).....	20
Şekil 2.8: Tarihsel benzetim riske maruz değer sonuçları (Cabedo ve Moya, 2003).....	21
Şekil 2.9: Stok yönetimi modelleri (Bulfin ve Sipper, 1998).....	23
Şekil 2.10: Gazete satıcısı sipariş miktarı.....	25
Şekil 2.11: Gazete satıcısı sipariş miktarına göre kazanç.....	25
Şekil 2.12: S,T modeli (Bulfin ve Sipper, 1998).....	26
Şekil 3.1: Metodolojinin akış diyagramı. ....	29
Şekil 3.2: Bootstrap dağılımı. ....	31
Şekil 3.3: Talep dağılım histogramı. ....	31
Şekil 3.4: Önerilen stok yönetimi politikası için benzetim modeli. ....	35
Şekil 3.5: Kullanılan stok yönetimi politikası için benzetim modeli.....	36
Şekil 4.1: Hareketli ortalama n=3 sonuçlar. ....	40
Şekil 4.2: Hareketli ortalama n=4 sonuçlar. ....	41
Şekil 4.3: Hareketli ortalama n=5 sonuçlar. ....	41
Şekil 4.4: Basit üstel düzeltme $\alpha=0,2$ . ....	43
Şekil 4.5: Basit üstel düzeltme $\alpha=0,4$ . ....	44
Şekil 4.6: Basit üstel düzeltme $\alpha=0,6$ . ....	44

<b>Şekil 4.7:</b> Basit üstel düzeltme $\alpha=0,8$ . .....	45
<b>Şekil 4.8:</b> Verilerin zaman serisi diyagramları örneği. ....	46
<b>Şekil 4.9:</b> Talep dağılımı belirleme testi.....	47
<b>Şekil 4.10:</b> Matematiksel modelin sonuçları matrisi. ....	56
<b>Şekil 4.11:</b> Yakıt filtresi parçası için sipariş miktarına göre kazanç. ....	60
<b>Şekil 4.12:</b> Hava filtresi toz kabı parçası için sipariş miktarına göre kazanç. ....	61
<b>Şekil 4.13:</b> Manifold conta parçası için sipariş miktarına göre kazanç. ....	62
<b>Şekil 4.14:</b> Komple fan parçası için sipariş miktarına göre kazanç.....	63
<b>Şekil 4.15:</b> Isı sensörü parçası için sipariş miktarına göre kazanç.....	64
<b>Şekil 4.16:</b> Yakıt filtresi parçası için önerilen politika benzetim sonuçları.....	65
<b>Şekil 4.17:</b> Yakıt filtresi parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları.....	66
<b>Şekil 4.18:</b> Hava filtresi toz kabı parçası için önerilen politika benzetim sonuçları. ....	68
<b>Şekil 4.19:</b> Hava filtresi toz kabı parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları.....	69
<b>Şekil 4.20:</b> Manifold conta parçası için önerilen politika benzetim sonuçları. ....	71
<b>Şekil 4.21:</b> Manifold conta parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları.....	72
<b>Şekil 4.22:</b> Radyatör destek sacı parçası için önerilen politika benzetim sonuçları. ....	74
<b>Şekil 4.23:</b> Radyatör destek sacı parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları. ....	75



## TABLO LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 2.1:</b> Talep tahmini için örnek veri.....	6
<b>Tablo 2.2:</b> Hareketli ortalama değerleri.....	7
<b>Tablo 2.3:</b> Basit üstel düzeltme $\alpha=0,2$ için sonuçlar.....	10
<b>Tablo 2.4:</b> Tahmin hatalarına ait sonuçlar.....	13
<b>Tablo 2.5:</b> Riske maruz değer katsayıları.....	18
<b>Tablo 2.6:</b> Stok yönetim modelleri ve kullanım alanları (Bulfin ve Sipper, 1998).....	22
<b>Tablo 4.1:</b> Ürünlerin genel verileri örneği.....	37
<b>Tablo 4.2:</b> Haftalık satış değerleri ile frekans değerleri örneği.....	38
<b>Tablo 4.3:</b> Hareketli ortalama doğruluk ölçütleri.....	42
<b>Tablo 4.4:</b> Basit üstel düzeltme doğruluk ölçütleri.....	45
<b>Tablo 4.5:</b> Tezde kullanılacak olan parçaların değerleri.....	49
<b>Tablo 4.6:</b> Parçaların talepleri ortalamaları.....	53
<b>Tablo 4.7:</b> Matematiksel model sonuçları.....	57
<b>Tablo 4.8:</b> Yakıt filtresi parçası için maliyet hesabı.....	67
<b>Tablo 4.9:</b> Hava filtresi parçası için maliyet hesabı.....	70
<b>Tablo 4.10:</b> Manifold conta parçası için maliyet hesabı.....	73
<b>Tablo 4.11:</b> Radyatör destek sacı parçası için maliyet hesabı.....	76
<b>Tablo 4.12:</b> Benzetim sonuçları karşılaştırması.....	77

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
<b>c</b>	: Maliyet
<b>d</b>	: Talep
<b>E</b>	: Beklenen değer
<b>e</b>	: Tahmin hatası
<b>F</b>	: Kümülatif talep fonksiyonu
<b>f</b>	: Talebin olasılık kütle fonksiyonu
<b>M</b>	: Hareketli ortalama değeri
<b>n</b>	: Örneklem sayısı
<b>P</b>	: Olasılık
<b>p</b>	: Fiyat
<b>S</b>	: Basit üstel düzeltme değeri
<b>SE</b>	: Standart hata
<b>SE<sub>B</sub></b>	: Bootstrap standart hata
<b>s</b>	: Hurda değeri
<b>t</b>	: Periyot
<b>Q</b>	: Sipariş miktarı
<b>X</b>	: Örneklem ortalaması
<b><math>\alpha</math></b>	: Güven aralığı değeri
<b><math>\beta</math></b>	: Riske maruz değer olasılığı
<b><math>\pi_0</math></b>	: Hedeflenen kar
<b><math>\pi_i</math></b>	: Gerçekleşen kar
<b><math>\mu</math></b>	: Ana kütle ortalaması
<b><math>\sigma</math></b>	: Ana kütle standart sapması
<b><math>\theta</math></b>	: Ana kütle tahmin edilmek istenen parametresi
<b><math>\theta_B</math></b>	: Ana kütle tahmin edilmek istenen parametresinin bootstrap tahmincisi

Kisaltmalar	Açıklama
<b>MAD</b>	: Ortalama mutlak sapma
<b>MSE</b>	: Ortalama hata karesi
<b>MAPE</b>	: Ortalama mutlak yüzde hata

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## DÜŞÜK TALEPLİ ÜRÜNLERDE RİSKLİ DEĞER YAKLAŞIMIYLA STOK POLİTİKALARININ OPTİMİZASYONU

Engin BAYTÜRK

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Alp BARAY

Bir işletme için en önemli yönetim kararlarından birinin stok yönetimi olduğu ifade edilebilir. Doğru stok yöntemini uygulamak, işletmenin kâr durumuna direkt etki ederken, doğru olmayan bir politika ile stok yönetim sistemi kurulduğunda şirketin elinde çok fazla ürün kalabilir ya da müşterinin talebini karşılayamamaktan kaynaklanan memnuniyetsizlikler maddi kayıplara yol açabilir. Ayrıca, belirli bir süreden fazla bekletilen ürünlerin fazladan elde tutma maliyetinin yanısıra, bu ürünlerin bazılarının kullanım süresinin sona ermesinden dolayı hurdaya ayrılmaları ile katlanılan maliyetler de söz konusu olabilmektedir. Sonuç olarak, stok yönetimi uygularken gerçekleşen talepten daha az veya daha fazla ürün elde bulundurulması işletmeler için maddi kayıpların oluşması riskini doğurmaktadır. Bu sebeple son yıllarda literatürde stok yönetimi alanında risk faktörünün göz önünde bulundurulduğu görülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda literatürde az talebi olan ürünlerin stok yönetiminin risk yaklaşımı ile birlikte düşünüldüğü bir projeye rastlanmamış ve çalışmada bu katkıyı sağlayacak bir metodoloji geliştirilmiştir. Metodolojinin ilk adımında az talebi olan ürünlerin taleplerini tahmin edebilmek için “Bootstrap yöntemi” kullanılarak tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımları belirlenmektedir. Daha sonra risk faktörünün göz önüne alındığı, kazancı en büyükmeyi amaçlayan bir matematiksel model önerilmektedir. Üçüncü aşamada ise benzetim modelleri kullanılarak mevcut ile önerilen sipariş politikası maliyet açısından karşılaştırılmaktadır. Bu tez çalışmasının uygulaması uluslararası faaliyet gösteren bir otomotiv firmasında yapılmıştır.

Ocak 2016, 96 Sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Bootstrap, riske maruz değer, stok yönetimi

## **SUMMARY**

**M.Sc. THESIS**

### **OPTIMIZATION OF INVENTORY POLICIES BY RISK VALUE APPROACH FOR LOW DEMAND PRODUCTS**

**Engin BAYTÜRK**

**İstanbul University**

**Institute of Graduate Studies in Science and Engineering**

**Department of Industrial Engineering**

**Supervisor : Prof. Dr. Alp BARAY**

One of the most important management decision for a company is inventory management. While using a right inventory management policy directly affects the situation of profit of the company, establishing wrong inventory management policy, can cause surplus or backorders, and can make dissatisfactions that create financial losses. Moreover, the inventory that is held more than specific time period, has holding cost, and some of these inventories can turn to be salvage because of expiration date. As a result, the company can hold less or more inventory than actual demand and this situation creates the risk of financial loss. Hence, in recent years, risk factor is being taken into consideration in inventory management area in literature. The result of literature review revealed no project that use risk approach and intermittent demand together, and a new methodology is proposed for that contribution in this thesis.

First step of the methodology is determining the lead time demand distribution of the products which have intermittent demand by using bootstrap method. After that, mathematical model that integrates risk factor is built. The aim of this model is to maximize profit. In third step, current and proposed inventory management policies are compared with respect to cost by simulation models. Results of the simulation models are evaluated. The application of thesis is done in a worldwide operating otomotive company. It is thought that, this study contributes to the related literatüre with its new inventory management approach.

January 2016, 96 Pages.

**Keywords:** Bootstrapping, value at risk, inventory management

## 1. GİRİŞ

Stok yönetimi, stok seviyesini belirlenen bir seviyede tutabilmek için gerekli kontrol sisteminin oluşturulmasıdır. Doğru stok yönetimi politikası belirlemek işletmeler için çok önemli bir karardır. Gerekinden fazla stok tutmak kısıtlı olan depo alanının aşımına, yüksek stok maliyetine ve dönem sonunda birçok parçanın hurdaya ayrılması ile maddi zararlara neden olmaktadır. Az stok tutulması ise karşılanmayan talepler oluştuğunda müşteri memnuniyetinin azalmasının yanı sıra maddi ceza ile sonuçlanabilecek sorunlar doğurmaktadır. Bu bakımdan, ürünlerin farklı talep yapıları değerlendirilerek uygun stok yönetimi politikasının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Az talebi olan ürünler için talep tahmini yapmak, diğer ürünlere olan talebi belirlemekten daha zordur. Talebi çok ve satış frekansı yüksek olan ürünlerin talep tahminleri, basit talep tahmin yöntemleri ile de yapılabilirken, az satılan ve satış frekansı düşük olan ürünler için basit talep tahmin yöntemleri uygun sonuçlar verememektedir. Bir sene içerisinde sadece 4-5 adetlik talebi olan ürünlerin stok yönetim politikası belirlenmesi bu nedenle zorlu bir iştir. Literatürde bu tip ürünlerin talep tahmini problemini çözebilmek için yapılan çalışmalarda “Bootstrap yöntemi” kullanıldığı görülmektedir (Efron ve Tibshirani, 1993). Bootstrap yöntemi, az talebi olan ve satış frekansı düşük ürünlerin tedarik süresi boyunca talep dağılımlarını bulmak için kullanılan bir yöntemdir (Efron, 1979).

Son yıllarda literatürde stok yönetim politikası alanında ele alınan bir yöntem de risk faktörlerinin değerlendirilmesidir. Riske maruz değer yaklaşımı olarak adlandırılan bu yöntem ilk olarak finans sektöründe kağıt fiyatlarını öngörebilmek için uygulanmış (Leavans, 1945), daha sonraki yıllarda stok yönetim politikası oluşturulmasında kullanılabileceği düşünülerek bu amaç için de çalışmalar yapılmıştır (Sabkarasubramanian ve Kuramarasamy, 1983, Lau ve Lau, 1988, Luciano ve diğ., 2003).

Bu tez çalışmasının amacı düşük talebe sahip olan ve az sayıda depolanan ürünler için riske maruz değer yaklaşımı kullanılarak yeni bir stok yönetim politikası önermektir.

Böylece stok yönetimi politikasında risk faktörünü de dikkate alan bir yöntem ile literatüre yeni bir katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Tezin giriş bölümünü izleyen ikinci bölümünde çalışmanın kavramsal yapısına dair genel bilgiler verilmiştir. Bu bölümde basit talep tahmin yöntemleri, Bootstrap yöntemi, riske maruz değer yaklaşımı ve gazete satıcısı problemi ile ilgili genel bilgiler verilerek, bu konularda literatürde yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

Üçüncü bölüm malzeme ve yöntem bölümüdür. Bu bölümde az talebi olan ürünler gözetilerek, geliştirilen stok yönetimi politikası için önerilen metodoloji tanıtılmaktadır. Metodolojinin ilk adımında az satılan ve satış frekansı düşük olan ürünlerin taleplerini tahmin edebilmek için “Bootstrap yöntemi” kullanılarak tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımları belirlenmiştir. Daha sonra risk faktörünün göz önüne alındığı, kazancı en büyükmeyi amaçlayan bir matematiksel model oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada ise benzetim modelleri yardımı ile işletmenin kullandığı sipariş politikası ile önerilen sipariş politikası maliyet açısından karşılaştırılmaktadır. Bu bölümde ürünlerin talep tahminlerini belirlemek için kullanılan Bootstrap yönteminin bir örneği ile risk yaklaşımı ile oluşturulan matematiksel model ve önerilen stok yönetim politikasını mevcut uygulama ile karşılaştıran bir benzetim modeline yer verilmiştir.

Talebi az olan ürünlerin tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımlarını belirlemek için kullanılan Bootstrap yönteminin uygulaması Minitab paket programında yapılmıştır. Bunun için öncelikle Microsoft Excel paket programında veriler düzenlenmiş ve Bootstrap uygulamasına uygun hale getirilmiştir. Riske maruz değer yaklaşımı ile en uygun stok yönetimi politikasını belirlemek amacıyla önerilen matematiksel model Matlab paket programında kodlanmıştır. Son olarak, Arena paket programında parçaların dağılımlarının bulunması ve tez çalışması sonucunda elde edilen sonuçların karşılaştırılması sağlanmıştır.

Bu tez çalışmasının uygulaması dördüncü bölümde verilmiştir. Bu kapsamda uluslararası alanda faaliyet gösteren bir otomotiv işletmesinde seçilen ürünler için önerilen metodoloji uygulanarak bulgular gösterilmiştir.

Çalışmanın beşinci ve son bölümünde bulgular tartışılarak sonuçlar açıklanmış, gelecek dönemde yapılacak olan çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışma ile akademik literatüre yapılması hedeflenen katkılar şöyle sıralanabilir;

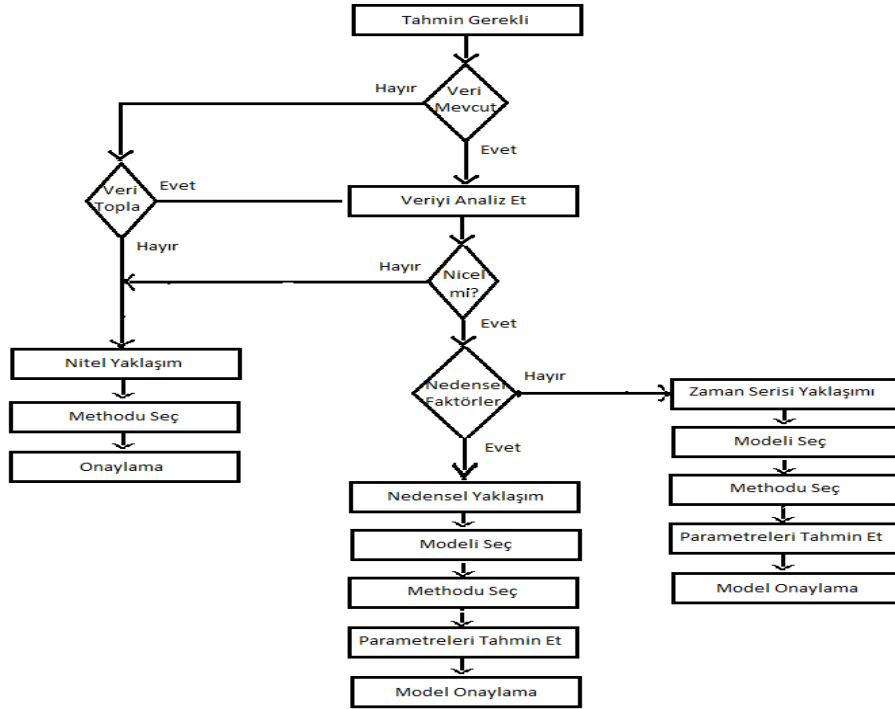
- Az talebi olan ve satış frekansı düşük ürünler ile riske maruz değer yaklaşımının birlikte kullanıldığı bir model geliştirilmesi,
- Stok yönetimi alanında risk yaklaşımı ile yeni bir bakış açısı kazandırılması,
- Az talebi olan ve satış frekansı düşük olan ürünler için tüm sistemlerde kullanılabilir bir model geliştirilmesi.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1 BASİT TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ

Talep tahmini, bir ürüne olan talebin gelecek zaman dönemlerindeki değerlerini bulmaya çalışan istatistiksel bir yöntemdir (E.J. Douglas, 1946). Bir işletme için talep tahmini yapmak üretim planlaması ve stok yönetimi açısından çok önemli bir süreçtir. Doğru talep tahmini ve doğru uygulanan bir stok yönetim politikası ile şirket faaliyet gösterdiği alanda başarılı olabilir.

Bir ürünün talep tahmini yapılmadan önce dikkat edilmesi gereken adımlar ve tahmin süreci Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Doğru tahmin modelini oluşturabilmek için bu adımların izlenmesi gerekmektedir.



Şekil 2.1: Tahmin karar modelleri (Bulfin ve Sipper, 1998).



Bu bağlamda önce verinin mevcudiyeti kontrol edilir. Veri yoksa, veri toplama süreci gerçekleştirilir.

Verinin sağlanması ardından/mevcut olması durumunda veri analizi sağlanır. Veriler nicel bir değere sahipse, nedensel faktörler araştırılır. Nicel veri nedensel faktöre sahip değilse, zaman serisi yaklaşımı yapılarak uygun model seçilir. Daha sonra, seçilen model baz alınarak uygun yöntem seçimi yapılarak parametre tahmini gerçekleştirilir ve modelin doğruluğu onaylanır.

Nicel veri nedensel faktörlere sahipse, nedensel yaklaşım yapılarak metod seçimi ve model seçimi gerçekleştirilir. Akabinde parametreler tahmin edilerek, modelin doğruluğu onaylanır.

Toplanılan / mevcut veri, nicel bir değere sahip değil ise, nitel yaklaşım yapılarak model seçimi yapılarak modelin onaylama işlemi gerçekleştirilir.

### 2.1.1 Hareketli Ortalama

Bir değer tahmini için geçmişte var olan tüm verilerin ortalamalarını almak yerine, en son gözlenen değerlerin bazılarının ortalamaları alınabilir. Bu yöntem, hareketli ortalama yöntemi olarak adlandırılır. Son gözlem değerleri kullanıldığı için değişimlere çabuk cevap verebilen bir yöntemdir. Ayrıca, son gözlenen değerlerin ortalaması rastgele değişimlerin etkisini azaltır (Bulfin ve Sipper, 1998).

$M_T$ : " $T$ " dönemindeki ortalama değer

$N$ : Dönem miktarı

$d_T$ : Talep

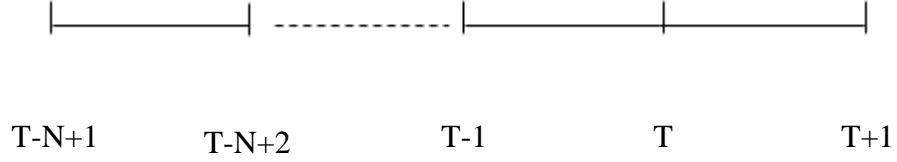
Olmak üzere;

$T$  dönemindeki bir talebin tahmini hareketli ortalama yöntemi ile aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$M_T = \frac{1}{N} (d_{T-N+1} + d_{T-N+2} + \dots + d_T) = \frac{1}{N} \sum_{t=T-N+1}^T d_T \quad (2.1)$$

$$M_{T+1} = M_T + \frac{d_{T+1} - d_{T-N+1}}{N} \quad (2.2)$$

Şekil 2.2’de yukarıdaki formüllerde görülen her veri noktasının zamanlarına dair bilgi verilmektedir:



**Şekil 2.2:** Zaman doğrusu üzerinde dönem.

Hareketli ortalama yöntemi izleyen sayfalarda bir örnek ile açıklanmaktadır. Tablo 2.1’de haftalara göre dış macunu satış verileri verilmektedir. Bu tablodaki veriler, hareketli ortalama yönteminin yanısıra izleyen bölümlerde tanıtılacak diğer yöntemlerin doğruluk değerleri üzerinde tartışabilmek ve uygulamalarını gösterebilmek amacıyla kullanılacaktır.

**Tablo 2.1:** Talep tahmini için örnek veri.

HAFTA	TALEP	HAFTA	TALEP	HAFTA	TALEP	HAFTA	TALEP
1	56	14	49	27	50	40	48
2	46	15	48	28	42	41	47
3	53	16	43	29	50	42	48
4	50	17	47	30	57	43	44
5	50	18	55	31	51	44	43
6	52	19	52	32	54	45	50
7	46	20	52	33	54	46	57
8	53	21	44	34	51	47	46
9	55	22	47	35	52	48	44
10	46	23	57	36	48	49	52
11	53	24	45	37	50	50	58
12	45	25	48	38	49		
13	50	26	55	39	52		

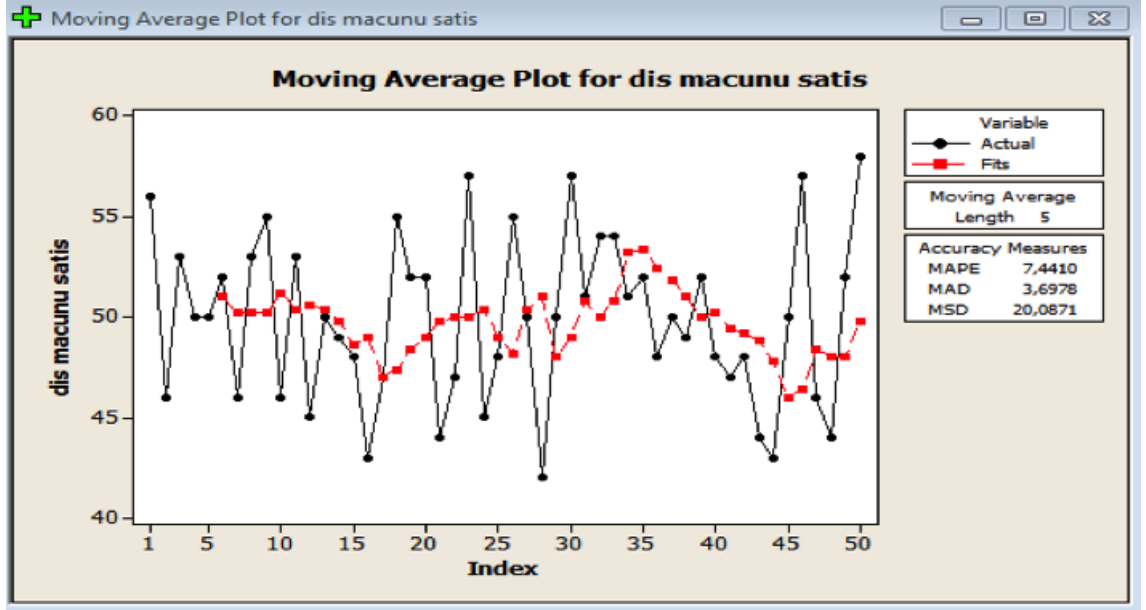
Örneğin 45. zaman değeri için hareketli ortalama hesaplanacak olursa:

$$M_{45} = \frac{d_{40} + d_{41} + d_{42} + d_{43} + d_{44}}{5} = \frac{48 + 47 + 48 + 44 + 43}{5} = 46$$

Tablo 2.2 ve Şekil 2.3’de hareketli ortalama sonuçları gösterilmektedir. Tablo 2.2’deki sonuçlar, diğ macunu örneğinde verilmekte olan verilere göre hareketli ortalama formülü kullanılarak bulunmuştur. Aynı şekilde Şekil 2.3’de bu sonuçlar grafiksel olarak gösterilmektedir. Şekil 2.3’de siyah olarak gösterilmekte olan noktalar gerçekleşen talepleri gösterirken kırmızı noktalar ise hareketli ortalama yöntemi ile tahmin edilen değerleri simgelemektedir.

**Tablo 2.2:** Hareketli ortalama değerleri.

<b>t</b>	<b>d<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>	<b>d<sub>t+1</sub></b>	<b>d<sub>t-N</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
<b>41</b>	47	<b>49,40</b>	48	<b>50</b>	51,4
<b>42</b>	48	<b>49,20</b>	44	<b>49</b>	48,80
<b>43</b>	44	<b>48,80</b>	43	<b>52</b>	47,80
<b>44</b>	43	<b>47,80</b>	50	<b>48</b>	46,00
<b>45</b>	50	<b>46,00</b>	57	<b>47</b>	46,40
<b>46</b>	57	<b>46,40</b>	46	<b>48</b>	48,40
<b>47</b>	46	<b>48,40</b>	44	<b>44</b>	48,00
<b>48</b>	44	<b>48,00</b>	52	<b>43</b>	48,00
<b>49</b>	52	<b>48,00</b>	58	<b>50</b>	49,80
<b>50</b>	58	<b>49,80</b>		<b>57</b>	51,40



Şekil 2.3: Hareketli ortalama n=5 sonuçları.

### 2.1.2 Basit Üstel Düzeltme

Üstel düzeltme modelleri, ortalama ve hareketli ortalama değişimi modellerinden önemli bir farklılık gösterir. Ortalama ve hareketli ortalama değişimi modellerinde her gözlem değeri eşit ağırlıklandırılır ve bu ağırlık değeri '1'dir. Ancak üstel düzeltme modelinde son gözlemlere daha fazla ağırlık verilerek önceki gözlemlerin ağırlığı azaltılır. Geriye doğru gidildikçe ağırlık üstel olarak azalır.

Basit üstel düzeltme modelinin iki temel özelliği vardır. İlki, son gözlem değerlerine daha fazla ağırlık verilip geçmiş gözlem değerlerine daha az ağırlık verilmesidir. İkincisi, mevcut dönemdeki gözlenen hatayı otomatik olarak ayarlamasıdır. Bu özellikleri basit üstel düzeltme yönteminin formülü yardımı ile aşağıdaki şekilde gösterebiliriz.

$F_t$ : Tahmin edilen değer

$\alpha$ : Basit üstel düzeltme ağırlığı

Olmak üzere;

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2.3)$$

$$F_{T+k} = S_T \quad (2.4)$$

Özellik 1 : Son gözlemlere daha fazla ağırlık verilip önceki gözlemlere daha az değer verilir. Her bir değere ne kadar ağırlık verileceği formüldeki  $\alpha$  değerine göre belirlenir.  $\alpha$  değeri 0 ile 1 arasında değişir. Daha büyük  $\alpha$  değeri son gözlemlere daha fazla ağırlık verilmesini sağlamaktadır.

Özellik 2 : Bu özellik geçerli dönem için hatayı otomatik olarak ayarlar. Bu ayarlama  $\alpha$  değerine bağlı, 0 ile 1 arasında değişmektedir (Bulfin ve Sipper, 1998).

Üstel düzeltme tekniğinde  $\alpha$  değerine karar vermek önemli bir durumdur. Verilerin zaman serisi grafiğine bakılarak verinin değişkenliğinin mi yoksa durağanlığının mı daha fazla olması tercihine göre  $\alpha$  değeri ile ilgili yorum yapılabilir. İstatistiksel paket programlarında da en uygun  $\alpha$  değerini veren seçenekler sunulduğu bilinmektedir.  $\alpha$  değeri büyüdükçe hassasiyet artacağı için değişken verilerde yüksek alınmasının daha uygun olduğu genel olarak bilinmektedir.

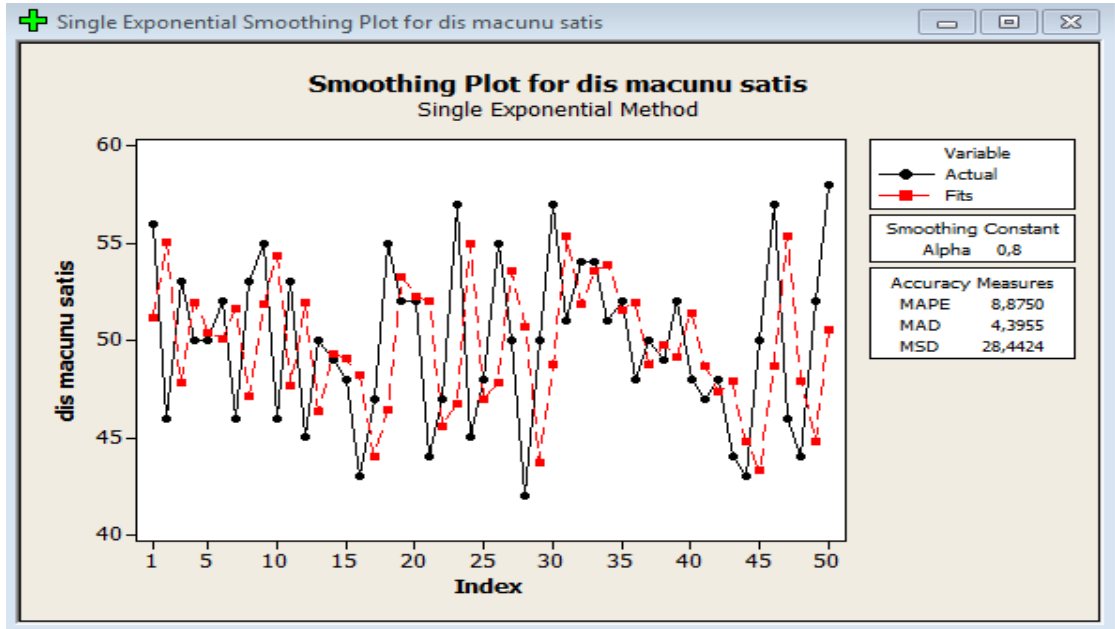
Aşağıdaki talep tahminleri basit üstel düzeltme yöntemi ile, Tablo 2.1'de verilen veri kullanılarak,  $\alpha = 0,2$  değerine göre bulunmuştur. Minitab programında  $\alpha = 0,2$  ve  $\alpha = 0,8$  için sonuçlar gösterilmektedir. Bu gösterimin sebebi önceki paragrafta açıklanan  $\alpha$  değerinin değişmesi ile tahmin değerleri arasındaki ilişkinin net bir şekilde açıklanmasını sağlamaktır.

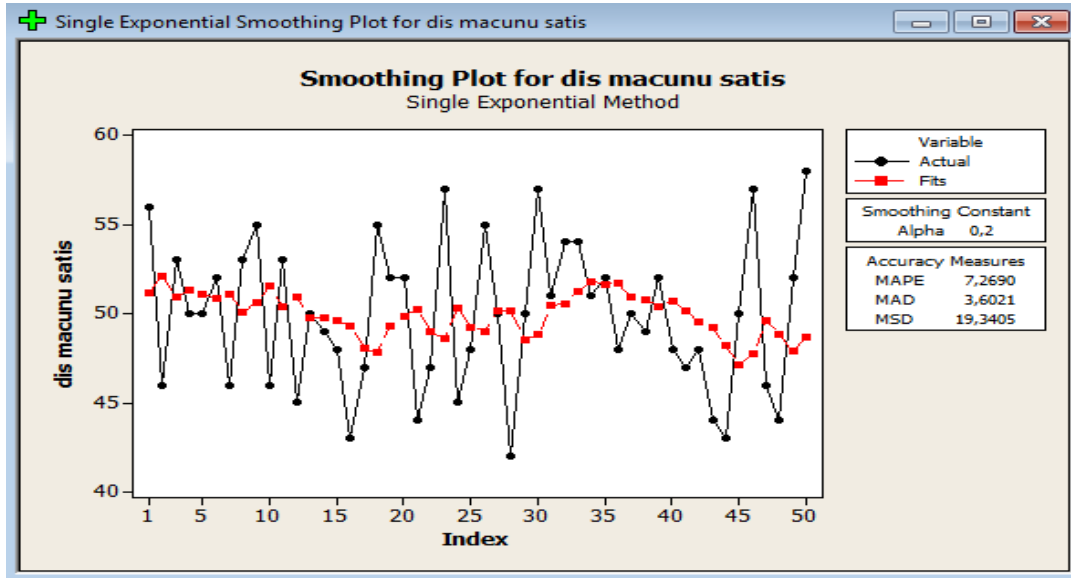
Örnek olarak;

$$S_{42} = 0,2 * 47 + (1 - 0,2) * 50,189 = 49,551$$

**Tablo 2.3:** Basit üstel düzeltme  $\alpha=0,2$  için sonuçlar.

Zaman	Tahmin
41	50,189
42	49,551
43	49,241
44	48,193
45	47,154
46	47,732
47	49,579
48	48,863
49	47,890
50	48,712

**Şekil 2.4:** Basit üstel düzeltme  $\alpha=0,8$  için sonuçlar.



Şekil 2.5: Basit Üstel düzeltme  $\alpha=0,2$  için sonuçlar.

$\alpha$  değerinin büyümesi ile değişkenlik daha çok takip edilebilir hale gelmiştir. Son değerlerin ağırlığı  $\alpha$  değerinin büyümesi ile artmış olduğu için model değişkenliği daha hızlı takip edilebilmektedir. Ancak  $\alpha$  değerinin çok büyük olması durumunda, tahminin ortalama değerden çok son verileri takip etmesi sebebiyle bu durum bazı riskler oluşturabilir.

Şekil 2.5'te siyah ile görülen değerler gerçek talep değerlerini göstermek için kullanılırken, kırmızı ile gösterilen değerler ise basit üstel düzeltme yönteminin tahmin değerlerini göstermektedir.

Grafikte tahmin doğruluğuna ait veriler gösterilmektedir. Bu tahmin doğruluğu ölçütleri gerçek talep değerleri ile tahmini değerler arasından matematiksel işlemler ile bulunmuştur. Bir sonraki bölümde tahminin doğruluğunun ölçülmesi ile ilgili detaylar anlatılmaktadır.

### 2.1.3 Tahmin Doğruluğu

Tahmin doğruluğu, tahmin hatasının çeşitli ölçütlerle ölçülmesiyle belirlenir. Tahmin hatası, gerçekleşen talep ile tahmin arasındaki farktır. Matematiksel olarak ise aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$e_t$ : Tahmin hatası

$d_t$ : Talep

$F_t$ : Tahmin edilen değer

olmak üzere;

$$e_t = d_t - F_t \quad (2.5)$$

Toplam tahmin hatası ise:

$$E_T = \sum_{t=1}^T e_t \quad (2.6)$$

Toplam hata değeri sıfır (0) olarak dahi hesaplanırsa dahi bu tahminin iyi olduğu anlamına gelmemektedir. Çünkü, tahminde oluşan negatif değerler ile pozitif değerlerin toplamından dolayı bu değeri alabilir. Bu durumda toplam hata değeri sıfır (0) olsa da, büyük hatalar yapılmış olabilir. Bu sonuçtan kaçınmak için bazı ölçülere ihtiyaç duyulmuştur. Bu modeller izleyen bölümlerde açıklanan ortalama mutlak sapma, ortalama hata karesi, ortalama mutlak yüzdesel hata yöntemleridir.

### **2.1.3.1 Ortalama Mutlak Sapma (MAD)**

Ortalama mutlak sapma (MAD: Mean Absolute Deviation) yöntemi, hatanın yönünden kurtulup ortalama hatanın büyüklüğünü gösterebilmek için ortaya çıkmış bir yöntemdir. Hataların mutlak değerlerini toplayıp dönem sayısına bölerek aşağıda verilen denklem ile ortalama değerini bulmaktadır.

$$MAD = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |e_t| \quad (2.7)$$

### **2.1.3.2 Ortalama Hata Karesi (MSE)**

Ortalama hata karesi (MSE: Mean Square Error) Bu ölçütte toplam hatanın sıfır (0) olması durumundan kaçınılmak için ortaya atılmış, aşağıdaki denklem ile hesaplanan hata ölçme yöntemidir.

$$MSE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_t^2 \quad (2.8)$$

Bu ölçütte hataların mutlak değerlerinin alınması yerine hataların kareleri alınarak negatif ifadelerden, diğer bir ifadeyle hatanın yönünden kurtularak hatanın



büyükliklerinin toplamlarının dönem sayısına oranı alınıp, hata karelerinin ortalamaları bulunmaktadır.

### 2.1.3.3 Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)

Yukarıda açıklanan yöntemler, tahmin edilen sayıların büyüklüğüne bağlıdır. Bu bağlamda, eğer bu sayılar büyük ise hata da büyük olmaya meyillidir. Bu durumda, tahminin büyüklüğüne bağlı hata ile ilgilenmek daha anlamlı olabilir. Bu ise aşağıda verilen ortalama mutlak yüzdesel hata (MAPE: Mean Absolute Percentage Error) ölçütü ile yapılmaktadır.

$$MAPE = \frac{1}{T} \left( \sum_{t=1}^T \frac{|e_t|}{d_t} \times 100 \right) \quad (2.9)$$

Tablo 2.4'te açıklanan hata ölçütleri kullanılarak hesaplanan örnek değerler gösterilmektedir. Talep değerleri  $d_t$  sütununda yer almaktadır.  $S_t$  sütunu ise basit üstel düzeltme yöntemiyle  $\alpha=0,2$  iken bulunmuş değerlerdir. Hata ölçütlerinin tamamı bu iki sütundaki veriler ile hesaplanmıştır.

**Tablo 2.4:** Tahmin hatalarına ait sonuçlar.

$t$	$d_t$	$S_t$	$e_t=d_t-S_{t-1}$	$E_t$	$MAD$	$MSE$	$MAPE$
1	105	101	5	5	5,00	25,00	4,76
2	97	100	-4	1	4,50	20,50	4,44
3	107	101	7	8	5,33	30,00	5,14
4	109	102	8	16	6,00	38,50	5,69
5	83	98	-19	-3	8,60	103,00	9,13
6	109	100	11	8	9,00	106,00	9,29
7	117	103	17	25	10,14	132,14	10,04
8	106	103	3	28	9,25	116,75	9,14
9	96	101	-7	21	9,00	109,22	8,93

## 2.2 BOOTSTRAP YÖNTEMİ

Birçok araştırmacı, bazı matematik yöntemlerinin istatistikte kullanılmasını zor ve ürkütücü bulabilmektedir. Bu şekilde bir yaklaşım analizlerde hata yapılması ihtimalini de arttırmaktadır. Bununla birlikte, istatistiksel programların yaygınlaşması ile analiz uygunluğu ve yöntemine dair doğru kararlar verilebilmektedir. Uygulamalı istatistik alanında yaygın olarak kullanıldığı bilinen Bootstrap Yöntemi'nin esası, mevcut veri setlerinden büyük bir veri seti üretmek üzere birçok rastgele örnekleme yapılmasıdır (Sacchi, 1998). Bu sayede az sayıdaki veri kümeleri için çeşitli istatistikler belirlenebilmektedir.

Bootstrap yöntemi, karışık matematik formüllerinden uzak, sınırlı varsayımları olan, anlaşılması ve kullanılması kolay bir yöntemdir (Simon ve Bruce, 1991). Özellikle yöntem, bilinen istatistiksel yöntemlerinin yetersiz kalması halinde güvenilir sonuçlar vermektedir. Bootstrap yöntemi, olasılıkta kullanıldığı gibi, hipotez testi ve regresyon analizleri için de kullanılmaktadır (Efron ve Tibshirani, 1993).

Efron ilk olarak Bootstrap yöntemini 1979 tarihinde önermiştir ve yöntem istatistik biliminin içerisinde birkaç sene içerisinde yaygınlaşmaya başlamıştır. Bootstrap yönteminin uygulaması yapılırken aşağıda sıralanan adımlar izlenmektedir:

- Mevcut veriler bir ana kütle gibi düşünülür.
- Bu verilerden rastgele örneklem alınarak birçok tekrar yapılır ve yeni büyük bir veri seti oluşturulur.
- Bu oluşturulan örneklem kümesinin histogram grafiği ise bootstrap dağılımı olarak adlandırılır.

Bootstrap yönteminin en basit ve en temel uygulaması ise, örneklemden büyük sayıda kopya üretilmesidir.

### 2.2.1 Bootstrap Yöntemi İle Örneklem Tahminin Standart Hatası

Bootstrap yöntemi ile tahminin standart hatasını tahmin etmek üzere, ana kütlede aranan parametrenin  $\theta$  olduğunu varsayalım,  $\hat{\theta}$  örneklem sayısı  $n$  olan rastgele örneklemin  $\theta$  tahmincisi olarak düşünelim.  $\hat{\theta}$ ,  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  değerlerinin bir fonksiyonudur.  $\hat{\theta}$  değerinin standart hatasını tahmin edebilmek için, aşağıdaki yöntem izlenir.

$\hat{\theta}$  değerinin hesaplanması ile aynı şekilde tüm  $(\theta_1^*, \theta_2^*, \dots, \theta_N^*)$  değerleri hesap edilir. Ancak şu an her birinin örneklem sayısı  $n$  olan  $N$  farklı bootstrap örnekleme dayalıdır.  $N$  sayısı ile ilgili kabul görülebilir durum ise  $N = n^2$  olarak düşünülebilir. Eğer,  $n^2$  değeri çok büyük bir değer ise  $N$  için uygunluk  $n \log_e n$  olur. Standart hata aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$SE_B(\hat{\theta}) = [(1/N) \sum_{i=1}^N (\theta_i^* - \hat{\theta})^2]^{1/2} \quad (2.10)$$

Eski örneklem alma tekniği olan Jackknife yöntemi de benzer şekilde kullanılmaktadır. Ancak bootstrap yöntemi çok daha uygulanabilir. Ayrıca, Jackknife yönteminde  $\hat{\theta}$  örneklem medyanı iken sonuç vermediği ve bootstrap yönteminin bu durumda da kullanılabilir olduğu bilinmektedir.

### 2.2.2 Bootstrap İle Yanlılık Doğrulama

$\hat{\theta}$  örnekleme dağılımının ortalaması genellikle  $\theta$ 'dan farklılık gösterir.

$$Bias(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta}) - \theta \quad (2.11)$$

Bootstrap yöntemine dayalı yaklaşım ise ile,

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \theta_i^* - \hat{\theta} \quad (2.12)$$

Burada  $\theta_i^*$ ,  $\hat{\theta}$ 'ın bootstrap kopyasıdır. Açıkça görülür ki bu yaklaşım standart bootstrap düşüncesine dayanan bir yaklaşımdır. Ana kütle, örneklemin ampirik ana kütlesi ile değişir.

### 2.2.3 Bootstrap Güven Aralığı

Ana kütle parametresi  $\theta$ 'nın güven aralığı örnekleme bağı olarak  $[\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2]$  arasındadır. Aralık işleminin özelliği  $\theta$  değerinin yüksek (belirlenen) güven ile bu aralıklar içerisinde kalmasıdır. Bu durum seçilen örneklere göre değişim gösterebilir. Genellikle kullanılan güven aralığı değerleri %95 ve %99'dur. Geleneksel güven

aralıkları  $\hat{\theta}$  örnekleme dağılımının bilgisine dayanır. Aşağıda bootstrap yönteminde kullanılan güven aralıklarının oluşumu anlatılmaktadır.

### 2.2.3.1 Bootstrap Yüzde Yöntemi

Bootstrap yüzde yöntemi, kolaylığı sebebiyle popüler bir yöntemdir. Örnek olarak,  $\hat{\theta}$ , 1000 bootstrap tekrarından sonra elde edilen değerler  $(\theta_1^*, \theta_2^*, \dots, \dots, \theta_{1000}^*)$  olsun. Aşağıdan yukarıya bir sıralamaya sokulduktan sonra, bu bootstrap değerlerine  $(\theta_{(1)}^*, \theta_{(2)}^*, \dots, \dots, \theta_{(1000)}^*)$  dediğimizi düşünelim. Bootstrap %95 güven aralığı  $[\theta_{(25)}^*, \theta_{(975)}^*]$  arasında olacaktır. Bu yöntemin teorik yaklaşımı incelendiğinde, yöntemin uygulanabilmesi için  $\hat{\theta}$  örneklem dağılımının  $\theta$  değerinin etrafında ve simetrik olması gerektiğini belirtmek gerekmektedir.

### 2.2.3.2 Ortalanmış Bootstrap Yüzde Yöntemi

$\hat{\theta} - \theta$  örnekleme dağılımına bootstrap yönteminin önerdiği gibi  $\hat{\theta}_B - \hat{\theta}$  ile yaklaşıldığını varsayalım.  $\hat{\theta}_B$  'ın 100. persantil değeri  $B_s$  olsun. Bu nedenle  $\hat{\theta} - \theta$ ,  $B_{0.025} - \hat{\theta}, B_{0.975} - \hat{\theta}$  arasında kalır. Ancak bu açıklama kolaylıkla  $\theta$ ,  $(2\hat{\theta} - B_{0.925}, 2\hat{\theta} - B_{0.025})$  şekline dönüştürülebilir. Bu aralığa %95 güven derecesiyle ortalanmış bootstrap yüzde güven aralığı ismi verilir. 1000 bootstrap tekrarı ile  $B_{0.025} = \theta_{(25)}^*, B_{0.975} = \theta_{(975)}^*$  değeridir.

### 2.2.3.3 Bootstrap T Yöntemi

Bootstrap yönteminde  $T = (\hat{\theta} - \theta)/SE$ , ifadesindeki SE değerini  $\hat{\theta}$  'nin standart hatası olarak kullanmak ile yöntemin doğruluğunun arttırıldığı düşünülmektedir. T burada standart t dağılımını simgeler ve  $t = (\bar{X} - \mu)/(s/\sqrt{n})$  dir. Burada  $\theta = \mu$  (ana kütle ortalaması),  $\hat{\theta} = \bar{X}$  (örneklem ortalaması), ve s ise örneklem standart sapmasına karşılık gelmektedir. T değerinin bootstrap karşılığında ise,  $T_B = (\hat{\theta}_B - \hat{\theta})/SE_B$  olarak değişir. Buradaki  $SE_B$ , SE'nin hesap edilmesiyle birebir aynıdır ancak sadece bootstrap örnekleme kullanılarak hesap edilmiştir.  $T_B$ 'nin 100. bootstrap persantil değerine  $b_s$  denilirse, T  $[b_{0.025}, b_{0.975}]$  aralığı içerisinde kalır.  $T = (\hat{\theta} - \theta)/SE$  formülünü dönüştürdükten sonra ise  $\theta$ ,  $(\hat{\theta} - SE b_{0.975}, \hat{\theta} - SE b_{0.025})$  aralığında olur. Bu aralığa ise bootstrap t güven aralığı denmektedir.

Zaman serisi verilerine bootstrap yöntemini uygulamanın zor olduğu ifade edilebilir. Zaman serisi analizi birçok disiplin için kritik bir önem ifade eder. Bu zorlukların kaynağı iki aşamadan oluşur. Birincisi, zaman serisi verileri birbirlerine genellikle bağlıdır. Örneğin bir sonraki dönemde gerçekleşecek değer çoğu zaman bir önceki değerlere bağlı olarak anlam ifade eder. İkinci durum ise, ana kütle zamanla değişir ve bu da durağanlığı değiştiren bir durumdur. Singh (1981) birbirlerine bağımlı olan verilerin klasik bootstrap yöntemleriyle başarılı olarak çözülemeyeceğini söylemiştir. Bootstrap yönteminin değişikliğe uğratan ve geliştirilmiş şekline oluşturmak üzerine bazı çalışmalar geliştirilmiştir. Kunch (1989), Lui ve Singh (1992) yapılan çalışmalarla yeni bir bakış açısı kazandırmışlardır.

### 2.3 RİSKE MARUZ DEĞER

Finansal risk, yatırımların olumlu ya da olumsuz sonuçlanma olasılığını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Risk 5 alana ayrılır; Pazar, Likitide, İş, Kredi ve Operasyonel Risk. Özellikle Pazar riski, pazar fiyatlarındaki öngörülemez hareketliliğin ortaya çıkmasıdır. Likitide riski, yatırımcıların varlıklarını önemli bir fiyat değişimi yapmadan elinden çıkarmamasından oluşur. İş riski, belli sanayi ve marketlerde firmanın faaliyetini sürdürememesi olasılığıdır. Operasyonel risk ise fiziksel engel, insan hatası gibi iç sistemin hataları ile ilgilidir.

Riske maruz değer yöntemine yakın bir yaklaşım ilk olarak New York Menkul Kıymetler Borsasında 1922 yılında uygulanmıştır. Bu dönemde, şirketler varlıklarının %10'unu riske maruz kalındığında kullanmak üzere sermaye olarak tutmaya zorlanmıştır. Leavens (1945) ilk sayısal riske maruz değer yaklaşımını sunmuştur. Markowitz (1952) ve Roy (1952) riske maruz değer, garanti ve çeşitlilik etkilerini gösteren risk faktörlerinin kovaryansını ölçmek için kullanıldığı bir çalışma sunmuşlardır. Baumol (1963) kullanıcının riske yaklaşımını gösteren, belirlenmiş güven seviyesini ölçmek için kullanılan ve standart sapmaya dayalı bir ölçüm önermiştir. Bu ölçüm genelde bilinen riske maruz değerden farklı değildir. Riske maruz değer yaygın adaptasyonu 1994 yılından sonra başlamış, banka yönetmeliğine adapte edilmiştir. Halen finansal kurumların karşılaşılabileceği risklere karşı banka sermaye gerekliliğini ölçmek için kullanılmaktadır. Bankalar riske maruz değeri aşağıda verilen denklem ile hesaplayabilir.

Pazar risk sermayesi (Market Risk Capital:  $MRC_t$ ) şu şekilde hesaplanabilir:

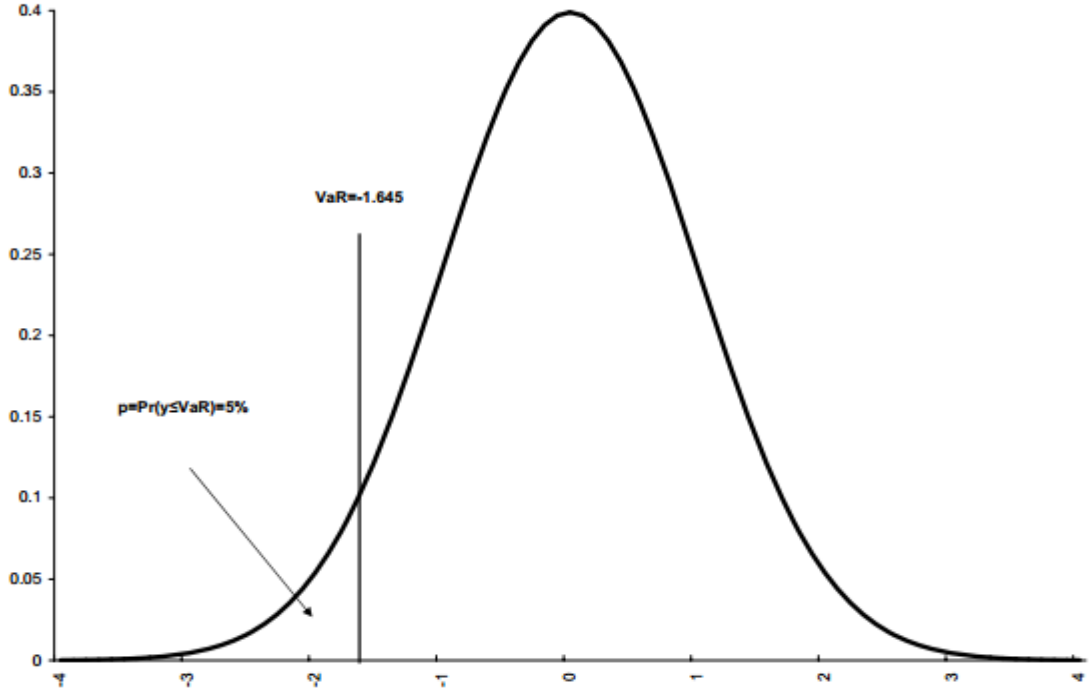
$$MRC_t = \max(k \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i}, VaR_{t-1}) \quad (2.13)$$

Buradaki  $VaR_t$ ,  $k$  kat sayısı ile büyütülerek, önceki 60 günlük ortalama riske maruz değerle karşılaştırılan  $t$  günündeki riske maruz değer olarak belirtilmiştir.  $k$  kat sayısı yönetsel belirlenen 3 ile 4 arasında değişen bir katsayıdır. Bankanın iç risk modelleri tarafından belirlenemeyen operasyonel ve spesifik riskleri modellemek için kullanılır. Özellikle 1 yıllık dönemde ve %99 güven seviyesi için ihlal sayısı 4 veya daha küçükse kat sayı 3'e eşittir. Eğer 9'dan daha büyük ise kat sayı 4'e eşittir.  $k$ 'nın özel durumları tablo 2.5'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.5:** Riske maruz değer katsayıları.

İstisna Sayısı	Katsayı
4 veya daha az	3,00
5	3,40
6	3,50
7	3,65
8	3,75
9	3,85
10 veya daha fazla	4,00

Riske maruz değer modeli risk durumuna göre 3 farklı şekilde değerlendirilebilmektedir. Bunlar, yeşil bölge, sarı bölge ve kırmızı bölgedir. Yeşil bölgede riske maruz değer modeli kesindir. Burada ki yeşil bölge 4 ya da daha az istisnanın olduğu durumlardır. Sarı bölgede ihlal sayısı arttıkça,  $k$  aşamalı olarak artar. Buradaki sarı bölge 5 ile 9 istisna sayısını içerir. Son olarak kırmızı bölgede riske maruz değer modeli kusurludur.  $k$  değeri 4'e yükselir ve kurum risk ölçütlerini ve yönetim sistemini geliştirmek zorundadır. Kırmızı bölge 10 ve daha fazla istisna sayısını içerir.



Şekil 2.6: Riske maruz değer.

Genel olarak, riske maruz değer bir varlığın yada bir portföyün belirlenen dönemde verilen güven aralığı için değerinin potansiyel kaybını ölçmek için kullanılan bir ölçüttür.

### 2.3.1 Riske Maruz Değerin Ölçülmesi

Riske maruz değer ölçümü farklı yöntemler ile yapılabilmektedir. Bu ölçüm yöntemleri aşağıda anlatılmaktadır.

#### 2.3.1.1 Varyans-Covaryans Yöntemi

Riske maruz değer belirli bir zaman aralığında bir varlığın ya da portföyün belirlenen değer altına düşmesinin olasılığını ölçtüğünden, potansiyel değerlerin olasılık dağılımları çıkarılabildiği takdirde kolaylıkla hesap edilebilecektir.

Örnek olarak, tek bir varlık için riske maruz değer uygulanacağı bir durumda bu varlığın potansiyel değerleri normal dağılmış, ortalaması 120 milyon TL standart sapması ise 10 milyon TL olduğu bilindiğinde %95 güvenle, bir sonraki yıla kadar bu

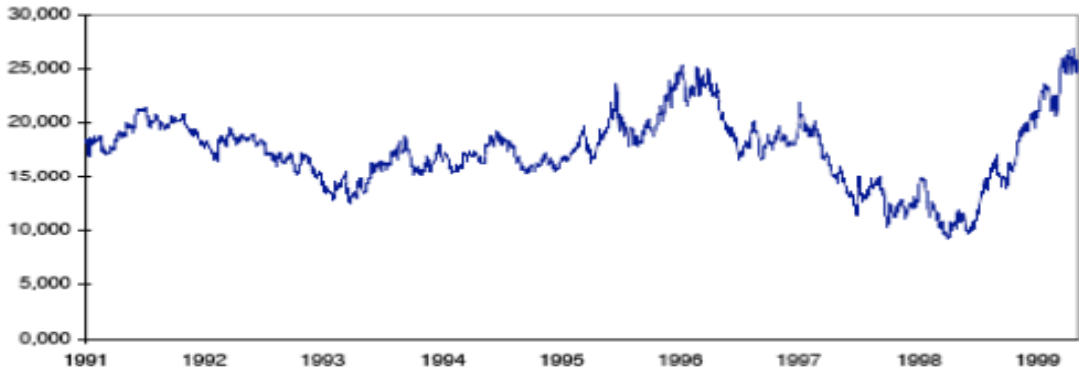
varlığın değerinin 80 milyon TL'nin altında ve 140 milyonun üzerinde olmayacağı bilinebilir.

Genel olarak bu yöntem dört adım içermektedir:

1. Portföy içerisindeki varlıklar standardize edilip makul değere çekilir.
2. Finansal varlıklar standardize edilmiş pazar değerlerinde bir pozisyona çekilir.
3. Portföydeki standart hale gelmiş değerler, varlık ya da varlıkların etkisi tanımlanır. Varyans ve kovaryansları tahmin edilir.
4. Son adımda, standardize edilmiş varlıkların ağırlıkları, varyans ve kovaryansları ile riske maruz değer hesaplanır.

### **2.3.1.2 Tarihsel Benzetim Yöntemi**

Tarihsel benzetim yöntemi birçok portföy için riske maruz değeri ölçmenin en kolay yoludur. Bu yaklaşımda, geçmişte gerçekleşen veriler ve her bir dönemde oluşan değişimler hesaplanarak portföyün getirisinin hipotetik zaman serisi oluşturularak riske maruz değer hesaplanır. Tarihsel benzetimi yapabilmek için, pazardaki her risk faktörü zaman serisi verisinde görüntülenmektedir. Ancak, geleceğe dönük varyans ve kovaryans tahmini yapılmamaktadır. Cabedo ve Moya (2003), tarihsel benzetimi petrol fiyatlarındaki riske maruz değeri ölçmekte kullanmışlardır.

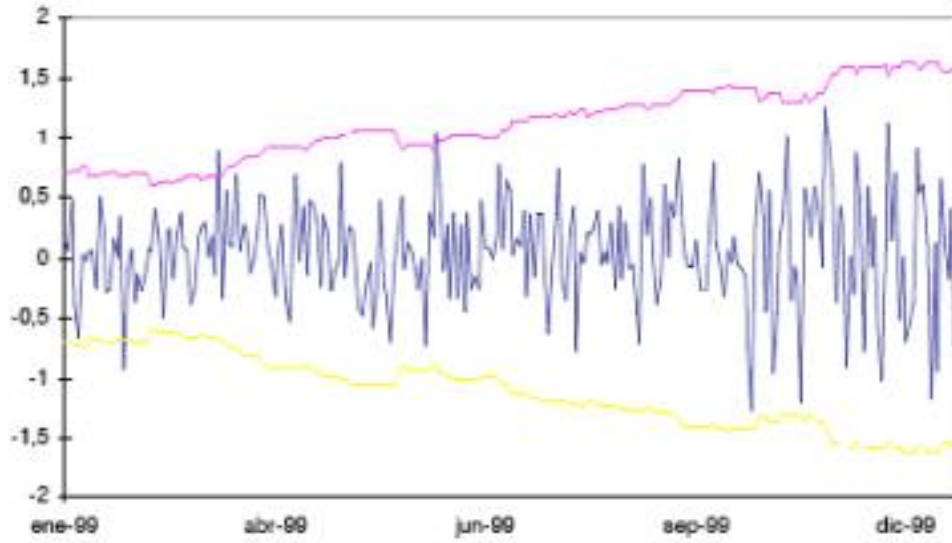


**Şekil 2.7:** Tarihsel benzetim örnek verileri (Cabedo ve Moya, 2003).



1992 ve 1998 arasındaki günlük fiyatların listelendiği grafik Şekil 2.7’de yer almaktadır.

Günlük fiyat değişimlerini pozitif ve negatif olarak ayırarak her bir grubu analiz etmişlerdir. %99 güven aralığında, pozitif ve negatif fiyat değişimlerini incelemişlerdir. İncelenen dönem aralığında günlük riske maruz değer iki yönde de yaklaşık %1’dir.



**Şekil 2.8:** Tarihsel benzetim riske maruz değer sonuçları (Cabedo ve Moya, 2003).

Şekil 2.8’de uygulanan yöntem ile riske maruz değerlerin hesaplanmış olduğu görülmektedir. Pembe ile gösterilen yerler pozitif riske maruz değerler, sarı ile gösterilen yerler ise negatif riske maruz değerlerdir. Mavi çizgiler ise değişim miktarlarıdır.

### **2.3.1.3 Monte Carlo Benzetimi**

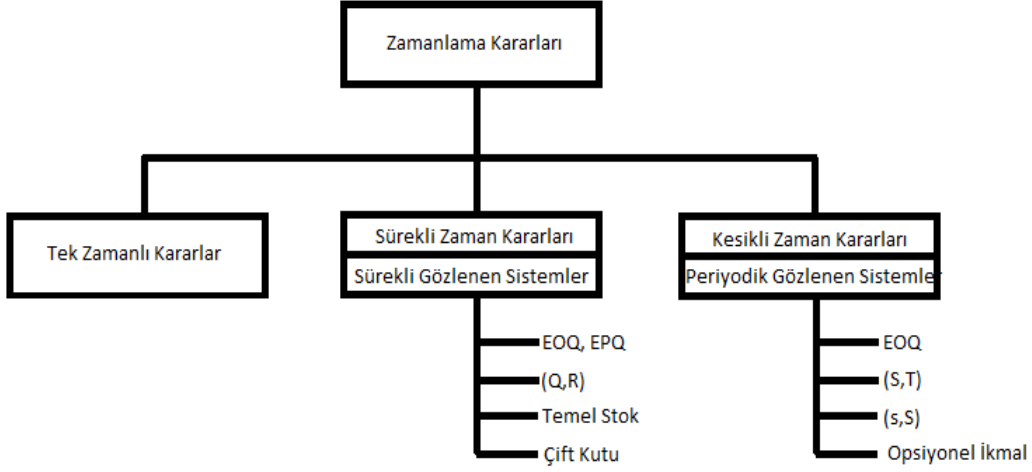
Monte Carlo benzetimindeki ilk iki adım, varyans-kovaryans yöntemindeki adımlar ile aynıdır. Portföydeki varlık ya da varlıklara etki eden pazar risklerini tanımlamak ve varlıkları standart bir değer haline getirmektir. Üçüncü adımda ise varyans-kovaryans yönteminde olduğu gibi pazardaki risk faktörlerinin varyans ve kovaryansları hesaplamak yerine her bir pazar riskinin olasılık dağılımı belirlenir ve pazar risk faktörlerinin beraber nasıl hareket ettiği incelenir.

## 2.4 STOK YÖNETİMİ

Tablo 2.6’da stok yönetim modelleri ve kullanım alanlarına dair detaylı bilgiler verilmektedir. Bu modellerde, sistemi gözlem politikalarının, talep dağılımlarının, modelin amacının, sipariş adedi kararı ve uygulanan sektörler gösterilmektedir.

**Tablo 2.6:** Stok yönetim modelleri ve kullanım alanları (Bulfin ve Sipper, 1998).

Model	Politika	Talep	Amaç	Adet Kararı	Uygulama
Gazete Satıcısı	Tek Dönem	Stokastik	Beklenen Maliyeti En Küçükleme	$F(Q^*) = \frac{\pi}{\pi + c_o}$	Bir talep Periyodu, Perakende
EOQ	Sürekli İnceleme	Düzenli / Deterministik	Maliyeti En Küçükleme	$\sqrt{\frac{2A\bar{D}}{h}}$	Ham madde, Perakende
EPQ	Sürekli İnceleme	Düzenli / Deterministik	Maliyeti En Küçükleme	$\sqrt{\frac{2A\bar{D}}{h(1-D/\psi)}}$	Üretim
(Q,R)	Sürekli İnceleme	Stokastik	Beklenen Maliyeti En Küçükleme	$\sqrt{\frac{2A\bar{D}}{h}}$	Ham madde, Perakende
Temel Stok	Sürekli İnceleme	Stokastik	Maliyeti En Küçükleme	R değerine kadar	Pahalı ürünler
Çift Kutu	Sürekli İnceleme	Stokastik	Maliyeti En Küçükleme	$\sqrt{\frac{2A\bar{D}}{h}}$	Ucuz ürünler
EOQ	Kesikli İnceleme	Düzenli / Deterministik	Maliyeti En Küçükleme	—	Ham madde, Perakende
(s,T)	Kesikli İnceleme	Stokastik	Beklenen Maliyeti En Küçükleme	R değerine kadar	
Opsiyonel İkmal	Kesikli İnceleme	Stokastik		S değerine kadar	



**Şekil 2.9:** Stok yönetimi modelleri (Bulfin ve Sipper, 1998).

Tablo 2.6 ve Şekil 2.9’de periyodik sistemlere ait 4 model bulunmakta olduğu belirtilmektedir. Ancak bu 4 modelin bazı yaklaşımları, bazı varsayımları vardır. Tez çalışması için kullanılan ve önerilen modeller kesikli zaman aralıklarında incelenen sistemler için uygunluğu kanıtlanan ve uygulanabilecek modeller olduğu tespit edilmiştir.

Wongwongkolrit ve Rassameethes (2011) kesikli talebe sahip ağır devreden yedek parçalar için değiştirilmiş EOQ modelini önermişlerdir.

Pinçe ve diğ. (2011) ağır devreden ürünler için tükenim süresini düşünerek stok yönetim modeli önermişlerdir.

Jingyoo ve diğ. (2015) talebi belirsiz olan hava araçlarının yedek parçaları için stok yönetim modeli önermişlerdir.

Hahn ve Lecucht (2015) ağır devreden ürünler için negatif binom ve parametrik olmayan modelleri kullanarak stok yönetimi modeli geliştirmişlerdir.

### 2.4.1 Gazete Satıcısı Modeli

Gazete Satıcısı problemi genel olarak, her gün gazete satmak için standı olan bir satıcının problemini ele almaktadır. Eğer satıcı çok fazla gazete alırsa, gün sonunda elinde fazladan gazeteler kalmaktadır. Satıcı yeteri kadar gazete almaz ise gazete bittiği durumda gazete almak için gelen müşteriler memnuniyetsiz olacaklar ve bu maddi kayıplara sebep olacaktır. Gazete satıcısı probleminin amacı en uygun sayıda ürünü alarak beklenen kazancı en büyükleme olarak incelemektedir.

İlk olarak gazete satıcısı problemini ele alan ve tartışmaya açan Edgeworth (1888), yaptığı çalışmayı finans alanında, bankacılıkta kullanmıştır. Morse ve Kimball (1951) kritik fraktıl çözümü ile marjinal analiz yapmışlardır. Arrow ve diğ. (1951) daha büyük bir problem için bu probleme çözümler getirmişlerdir.

Problem 1960 ve 1970 tarihlerinde ise Noel ağacı problemi ve gazeteci çocuk problemi adlarıyla üne kavuşmuştur. 1980 tarihlerinde, gazete satıcısı problemi olarak literatüre geçmiştir (Bellman ve diğ., 1955).

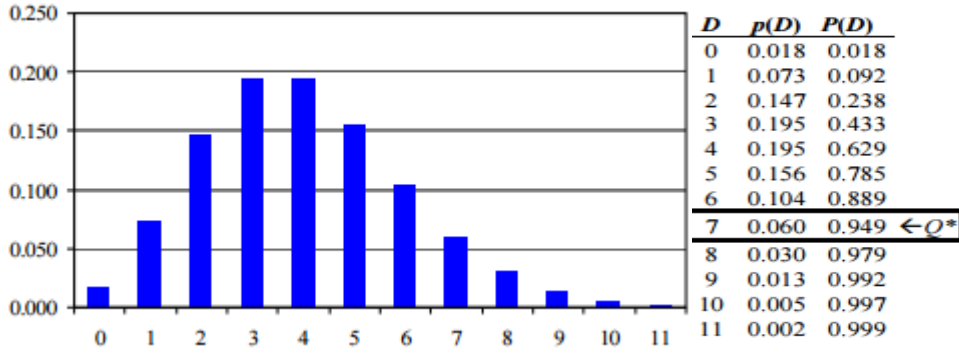
Gallejo (1997), satılmayan ürünler için hurda değerini düşünerek çözüme daha gerçekçi bir yaklaşım getirmiş ve bu yaklaşımla birçok farklı pazarda kullanılabilecek bir problem çözümü haline gelmiştir. Satın alma maliyetinin satın alınan miktara bağlı olduğu durumlar için tekrar bir formülasyon gerekmektedir. Ancak fiyat ile ürün adedi arasında gerçek hayatta birçok durumda orantısal olarak bir değişim olmadığı düşünülmektedir. Zipkin (2000) ve Porteus (2002) halen kullanılan modelin teorisini ortaya çıkarmışlardır. Talluri ve Ryzin (2004) gelir yönetimindeki gelişmeler ile yeni bir yaklaşım kazandırmıştır. Gazete satıcısı modeli birçok model disiplinin birleşiminden oluşan anahtar bir modeldir.

Talebin kesikli bir dağılıma uyduğu durumlarda gazete satıcısı problemi maliyeti en küçükleme üzerinden yapıldığında aşağıdaki gibidir. Maliyeti en küçükleme problemi kolaylıkla kazancı en büyükleme olarak değiştirebilir.

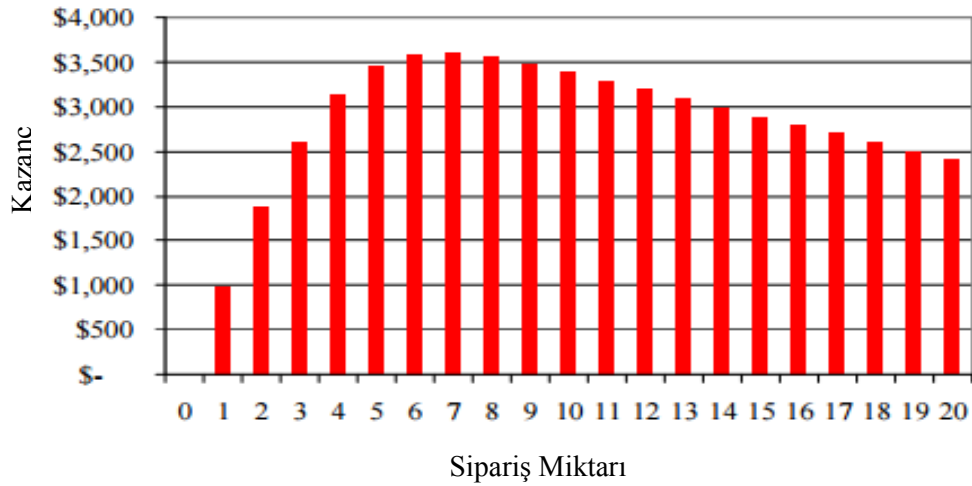
$$EMaliyet(Q) = \sum_{D=0}^{\infty} P(D)Maliyet(Q, D) \quad (2.14)$$

$$P(Q^*) = \sum_{D=0}^{Q^*} P(D) \leq \frac{c_u}{c_u + c_o} \quad (2.15)$$

Şekil 2.9'da Poisson dağılım ve ortalaması dört birim olan gazete satıcısı probleminin çözüm şekli gösterilmektedir. Bu problemde  $c_u = 100$  ve  $c_o = 1000$  değerleri verilmiştir. Buna göre kritik nokta  $= c_u/(c_u+c_o)$  olacağından değer 0,909 değerine eşittir.



Şekil 2.10: Gazete satıcısı sipariş miktarı.



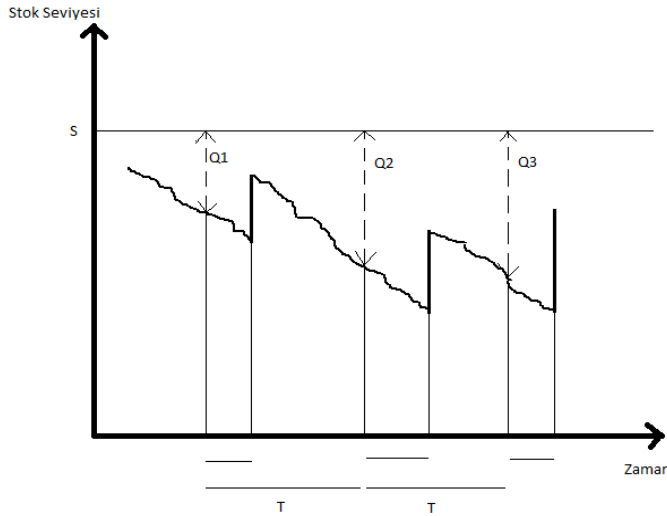
Şekil 2.11: Gazete satıcısı sipariş miktarına göre kazanç.

Şekil 2.11'de beklenen kazancın en yüksek olduğu değer sipariş miktarı 7 olduğunda gerçekleşmektedir. Maliyet en küçükleme kolaylıkla kazanç modeline dönüştürülebilir.

### 2.4.2 (S,T) Modeli

Periyodik gözlem politikasında, belirlenmiş zaman aralıklarında (bir ay, bir hafta gibi), sistemde bulunan stok miktarı kontrol edilir. Stok miktarı belirlenen seviyenin altında ise önceden tanımlanmış bir stok seviyesine çekilmesi sağlanır.

S,T modeli periyodik gözleme politikalarından biridir. Hedeflenen stok seviyesi S olarak düşünülür. İki adet karar değişkeni vardır. Bu karar değişkenlerinden ilki, gözlem aralığı, stok seviyesinin ne sıklıkla gözleneceğidir. Bu ifade T ile gösterilir. Karar değişkenlerinin ikincisi ise, hedeflenen stok seviyesi yani S değeridir. Bu modele ait iki yaklaşım bulunmaktadır. İlk yaklaşım optimizasyon yaklaşımıdır. Bu yaklaşım talebi karşılayamama maliyetleri ile ilgilendir. İkinci yaklaşım ise, yönetsel yaklaşımdır. Yönetsel yaklaşım ise müşteri hizmet düzeyine bağlı bir yaklaşımdır. Şekil 2.12’de S,T modelinin grafiğe dönüştürülmüş hali gösterilmektedir.



Şekil 2.12: S,T modeli (Bulfin ve Sipper, 1998).

Hedef stok seviyesini seçmek güven stok seviyesine karar vermek ile aynı özelliği taşımaktadır. Hedef stok seviyesi kararı bu modelde Q,r politikasına benzer özellikler gösterir. Tek fark ise Q,r modelinde sipariş her an gelebildiği için güven stoğu sadece tedarik süresini kapsamaktadır. S,T modeli için ise, yapılan sipariş bir sonraki gözleme

kadar talebi karşılayabilecek düzeyde olmalıdır. Bu sebeple hem tedarik süresini hem de bir sonraki dönem aralığını hesaba katarak işlem yapılmalıdır.

$$S = \bar{D}(T + \tau) + Z\sigma_{T+\tau} \quad (2.16)$$

Hedef Stok Politikası 1:

1. Normal dağılım tablosundan z değeri hesaplanması.

$$F(z) = \alpha \quad (2.17)$$

2. Bulunan z değerine göre S değerini hesapla.

Hedef Stok Politikası 2:

$$L(z) = \frac{(1-\beta)\bar{D}(T+\tau)}{\sigma_{T+\tau}} \quad (2.18)$$

Politika 2 için izlenmesi gereken adımlar ise:

1. L(z) değerinin hesaplanması.
2. L(z) değerini kullanarak z değerinin elde edilmesi.
3. Z değerini kullanarak S değerinin hesaplanması.

## 2.5 RİSKE MARUZ DEĞER VE STOK YÖNETİMİ

Son yıllarda stok yönetimi kararlarının içine risk faktörünü eklemek dikkat çekmeye başlamıştır. Sabkarasubramanian ve Kumarasamy (1983) tek dönemli stokastik stok problemi için daha önceden belirlenmiş kazanç değerinin gerçekleşme olasılığını en büyükleyen ürün sipariş miktarını belirlemiştir. Optimal sipariş miktarına karar verme durumu üç özel durumda verilmiştir. Schweitzer ve Cachon (2000) gazete satıcısı probleminde bilinen talep dağılımı için karar yanlılığını araştırmıştır.

Lau (1980) hurda değeri sıfır (0) olan tek bir ürün için müşteri hizmet düzeyini en büyükleyen bir problemi çözmüştür. Lau ve Lau (1988) 2 ürün için belirlenen hedef kazanca ulaşmayı en büyükleyen bir problem üzerinde çalışmıştır. Çözüm kısmında 2 ürün için de en uygun sipariş miktarı belirlenerek, hedeflenen kazanca ulaşmayı en büyüklemişlerdir.

Luciano ve diğ. (2003) tek bir ürün için çok dönemde ekonomik sipariş miktarı modelinde riske maruz değer yaklaşımı içeren bir model geliştirilmiştir.

Gan ve diğ. (2004) tek bir ürün için azalan risk kısıtını içeren gazete satıcısı problemini ele almıştır. Kısıt olarak gerçekleşen kazancın, hedeflenen kazançtan az olma olasılığı olarak gösterilmiştir.

Gotoh ve Takano (2007) ve Zhou ve diğ. (2008) bağımsız olarak şartlı riske maruz değer yaklaşımı kullanarak çoklu ürün için gazete satıcısı problemini ele almışlardır.

Özler ve diğ. (2009) çoklu ürün için riske maruz değer yaklaşımıyla gazete satıcısı problemini ele almışlardır.

Bharadwaj ve diğ. (2011) yedek parça ürünleri için risk yaklaşımıyla stok yönetimi optimizasyonu modeli önermişlerdir.

Radke ve Tseng (2012) üretimde stok yönetimi için risk yönetimine dayalı bir model geliştirmişlerdir.

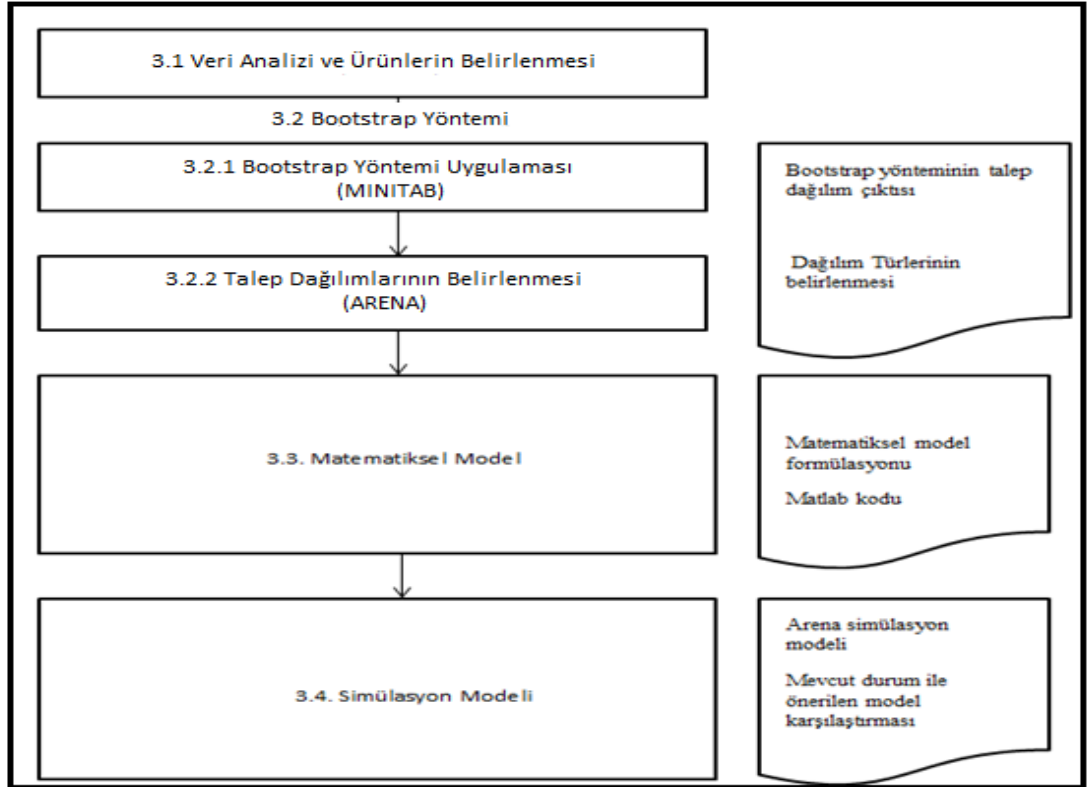
Wang ve diğ. (2013) risk kısıtı altında sabit ve oransal işlem giderleri için en uygun sipariş politikası belirleyen bir model geliştirmişlerdir.

Xue ve diğ. (2015), koşullu riske maruz değer yaklaşımı yöntemi ile en uygun stok politikası modelini geliştirmişlerdir.



### 3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölümde tez çalışmasının malzeme ve yöntemi anlatılmaktadır. Bu tez çalışmasında önerilen metodoloji veri analizi ile başlamaktadır. Öncelikle az miktarda satılan ürünler belirlenir. Bu ürünler maliyet açısından en fazla kayba sebep olan ürünlerdir. İkinci adımda seçilen ürünlerin talep tahmininin yapılmasını sağlamak için basit talep tahmini yöntemleri ile “Bootstrap Yöntemi” karşılaştırılır. Bootstrap yöntemi ile tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımları oluşturulup Arena programında dağılım türlerinin belirlenmesi sağlanır. Daha sonra, riske maruz değer yaklaşımı ile risk faktörünün gözetildiği bir matematiksel model kurulup yeni stok yönetim politikası belirlenir. Kullanılmakta olan stok yönetim politikası ile önerilen model, benzetim modelleri yardımı ile karşılaştırılır. Çalışmanın metodoloji akışı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1: Metodolojinin akış diyagramı.

Metodolojinin ilk adımında talebi az olan ürünlerin tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımlarını belirlemek için kullanılan Bootstrap yönteminde Minitab uygulaması kullanılarak talep dağılım çıktıları elde edilir. Elde edilen veriler kullanılarak Arena programı ile dağılım türlerinin belirlenmesi sağlanır. Riske maruz değer yaklaşımı kullanılarak en uygun stok yönetimi politikasını belirlemek amacıyla önerilen matematiksel model Matlab paket programında kodlanır. Son olarak, benzetim modelleri yardımı ile mevcut ve önerilen modeller karşılaştırılır.

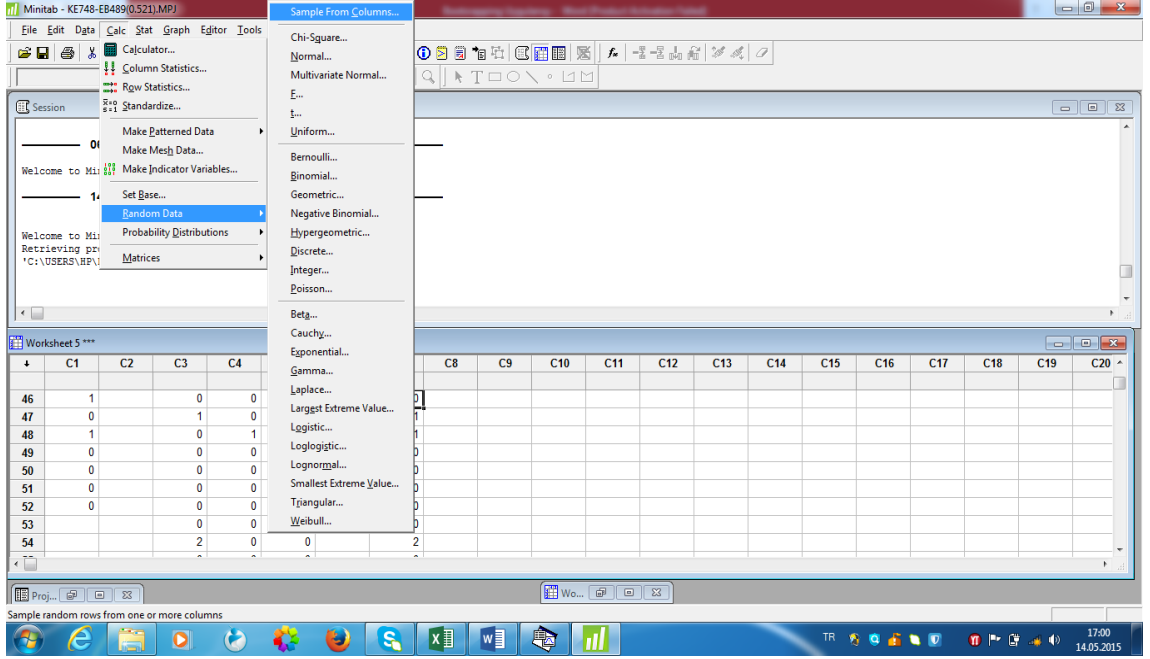
### **3.1 VERİ ANALİZİ VE ÜRÜNLERİN BELİRLENMESİ**

Tez çalışmasının metodolojisinin ilk adımı veri analizi ve ürünlerin belirlenmesidir. Bu adımda, metodolojinin uygulanacağı ürünlerin tespiti için ürünlere dair talep miktarı ve satış frekansı, fiyat ve maliyet değerlerine ait veriler analiz edilir. Az satan ve satış frekansı düşük olan ürünlerin talep tahminlerinin yapılabilmesi için her ürünün haftalık satış verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Haftalık satış verileri, zaman serisi diyagramı oluşturabilmek ve Bootstrap yöntemini uygulayabilmek için önemli bir faktördür. Risk faktörünün gözetildiği matematiksel modelin oluşturulabilmesinde her bir ürünün satış fiyatı, maliyeti ve varsa hurda değeri bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

### **3.2 BOOTSTRAP YÖNTEMİ İLE TALEP TAHMİNİ**

Az satan ürünlerin taleplerinin çoğu zaman içerisinde sıfır (0) değerine sahiptir. Hareketli ortalama metodu ve basit üstel düzeltme metodu talep değerlerinin tahminini yaparken bootstrap yöntemi talep değerlerini değil dağılımını tahmin eden bir yöntemidir.

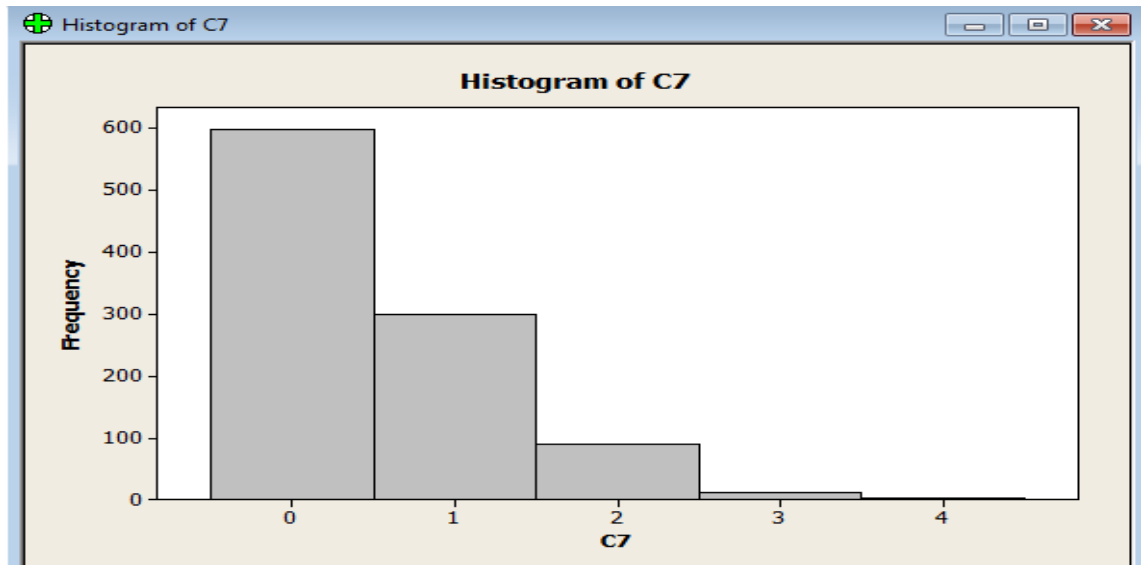
Bu tez çalışmasında bootstrap uygulaması için tedarik süresi 3 hafta olan ürünler seçilmiştir. Bootstrap yöntemi tedarik süresi boyunca gerçekleşecek olan talebin dağılımını tahmin eder. Bu dağılımı bilerek her bir tedarik süresi zarfında ne kadarlık bir talep geleceğini ön görmek ve buna göre bir sipariş politikası belirlemek yöntemin kullanılma amacı olarak ifade edilebilir. Bootstrap yöntemi çözümü için MINITAB isimli istatistik paket programından yararlanılmıştır. Şekil 3.10'da bootstrap yönteminin nasıl kullanıldığına dair bir örnek verilmiştir.



Şekil 3.2: Bootstrap dağılımı.

MINITAB programının içerisinde olan “Sample from Coloums” yani sütunlardan örneklem alma seçeneği kullanılır. Bu seçenek geçmişte olan talep değerlerinden rastgele örnekler alarak tedarik süresi boyunca bir talep dağılımı oluşturur. Az satan parçaların tedarik süresi boyunca olması beklenen talebin dağılımını belirlemek ve onun üzerinden talebi tahmin etmeye çalışmak istatistikçilerin birçoğunun kullandığı yöntemdir.

Tedarik süresi boyunca oluşturulan talep dağılımının histogram grafiği Şekil 3.11’de örnek bir veri için gösterilmektedir.



Şekil 3.3: Talep dağılım histogramı.

Histograma bakıldığında grafiğin x eksenini talep değerlerini, y eksenini ise örneklem adedi boyunca gerçekleşen talep miktarını gösterir. Örneğin, örneklem değerlerinin yaklaşık 600 tanesinde tedarik süresi boyunca talep değeri 0 olarak görülmüştür. Histogram rasgele 1000 adet tedarik süresi boyunca gerçekleşebilecek talep değerlerinin ne kadar sıklıkla olduğunu gösterir ve talep dağılımını belirlemeyi kolaylaştıran bir grafik olarak kullanılır.

En uygun stok yönetimi uygulamak ve sipariş politikası belirlemek için her bir dönemde gelecek olan talep miktarını belirleyebilmek önemli bir noktadır.

Verilerin hangi dağılıma ait olduğunu belirlemek için ARENA programının “input analyzer” seçeneğinden yararlanılmıştır. Bu seçenek Kolmogrov Smirnov test ve Ki-Kare testi yaparak p değerine göre verilerin hangi dağılıma uyduğunu göstermek için kullanılır. Tez içerisindeki ürünler için bootstrapping yapıldıktan sonra bu seçenek kullanılmıştır. Kesikli ve sürekli dağılımların hepsi için uygulanabilen bu yöntem, verileri her bir dağılım için test eder ve sonuç olarak bu veriler için en uygun dağılımı verir.

Her bir parça için bootstrap yöntemi uygulanır ve daha sonrasında talep dağılımları elde edilir. Elde edilen tedarik süresi boyunca oluşacak olan talep dağılımı bir dağılım testine sokulur ve anlamlı olan dağılımlar kontrol edilir.

### **3.3 MATEMATİKSEL MODEL**

Matematiksel modelin amaç fonksiyonu her bir ürün için beklenen kazancı en büyükmeyi hedeflemektedir.

Matematiksel model riske maruz değer yaklaşımını kısıt olarak göstermektedir. Bu kısıt ise gerçekleşen kazanç değerinin, hedeflenen kazanç değerinden küçük olma olasılığının riske maruz değer olasılığından küçük olmasını hedefler. Amaç fonksiyonunda ise kazancın beklenen değerini en büyükmeyen bir model kullanılmıştır (Özler ve diğ.,2009).

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Max } E[\pi_i] = (p_i - c_i)Q_i - (p_i - s_i)Q_iF(Q_i) + (p_i - s_i) \int_0^{Q_i} xf(x)dx \quad (3.1)$$

Kısıt

$$P(\pi_i < \pi_0) \leq \beta \quad (3.2)$$

$$F_i\left(\frac{\pi_0 - (s_i - c_i)Q_i}{p_i - s_i}\right) \leq \beta \quad (3.3)$$

$$Q_i = \left(\frac{F^{-1}(\beta)(p_i - s_i) - \pi_0}{c_i - s_i}\right) \quad (3.4)$$

Burada;

$\pi_i$ : i'nci ürünün karı

$p_i$ : i'nci ürünün fiyatı

$c_i$ : i'nci ürünün maliyeti

$s_i$ : i'nci ürünün hurda değeri

$Q_i$ : i'nci ürünün sipariş miktarı

$\beta$ : Risk kısıtı

$\pi_0$ : Hedeflenen kar

F : Kümülatif talep fonksiyonu

f : Talebin olasılık kütle fonksiyonu

Modelin kısıtını belirleyebilmek için bazı dönüşümler uygulanmıştır. İlk dönüşüm hedeflenen kazanç değerinin olasılığını belirleyebilmek için talep dağılımının kümülatif talep fonksiyonu hesaba katılmıştır. Denklem 3.4'te ise tez için kullanılan son durum verilmektedir. Talebin kümülatif fonksiyonunun tersinde riske maruz değer olasılığı kullanılmış ve bu kısıt olarak sipariş miktarını belirlemekte kullanılmıştır. Tek dönem için verilen bu denklem her bir t dönemi için arttırılarak hesaplanmıştır. Ekler kısmında her bir dönem için kullanılan model verilmiştir.

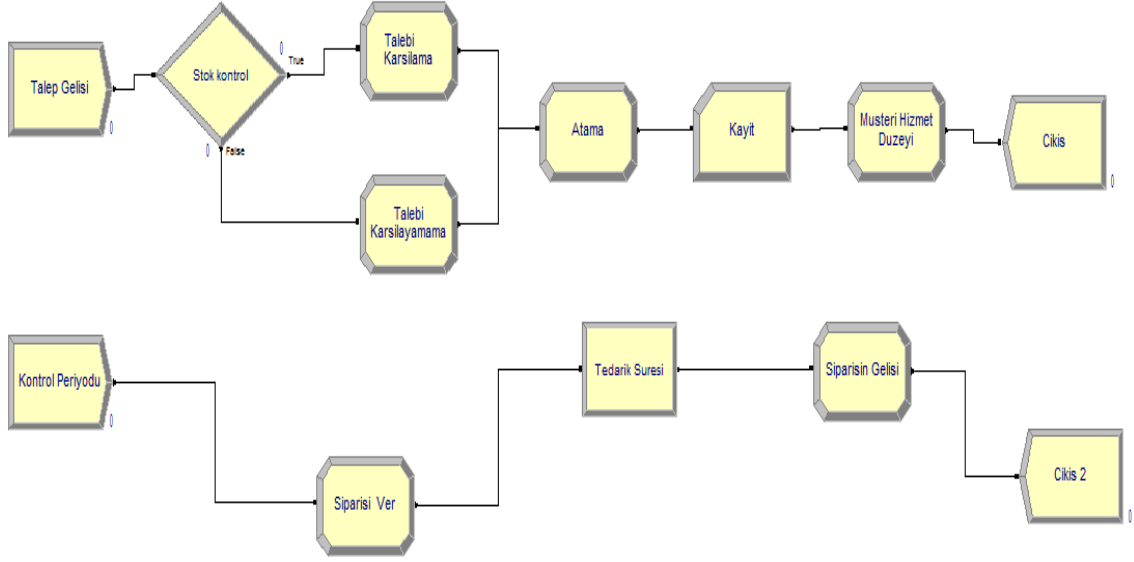
Tez için kullanılan matematiksel modelin ana kısımları yukarıda verildiği gibidir. Matlab programında yazılan bu matematiksel model, değişken  $\beta$  ( riske maruz değer yaklaşımdan gelen değer) değerleri için tüm dönemleri gözden geçirerek hepsi için bir sipariş miktarı hesap eder. Hesap ettiği sipariş miktarlarından en yüksek kazanç değerine ait sipariş miktarını,  $\beta$  değerini ve kaç dönemde bir sipariş verilmesi gerektiğini belirtir.

Yukarıda gösterilmekte olan kazanç değerine ait formül gazete satıcı problemindeki formül ile birebir aynıdır. Ancak tezde var olan parçaların talepleri kesikli olarak ölçüldüğünden yukarıdaki formülde var olan integral durumu toplam sembolü olarak değiştirebilir. Genel olarak kullanılabilirliğinden dolayı matematiksel modelde integral olarak kalması daha uygun olduğu düşünülmüştür. Toplam sembolü olarak kullanılan durum, tezin EK1 kısmında detaylı olarak incelenebilir.

Risk kısıtında var olan gerçekleşen kazanç değerinin, hedeflenen kazanç değerinden küçük olma olasılığı şirketin, bir üründe oluşabilecek riskini belirler. Şirket mevcut stok yönetim politikasında seçilen ürünlerde zarar ettiğinden dolayı matematiksel modelde hedeflenen kazanç değeri ürünün kazancının 0 değerinden büyük olmasıdır.

### 3.4 BENZETİM MODELİ

#### 3.4.1 Önerilen Model İçin Benzetim Modeli

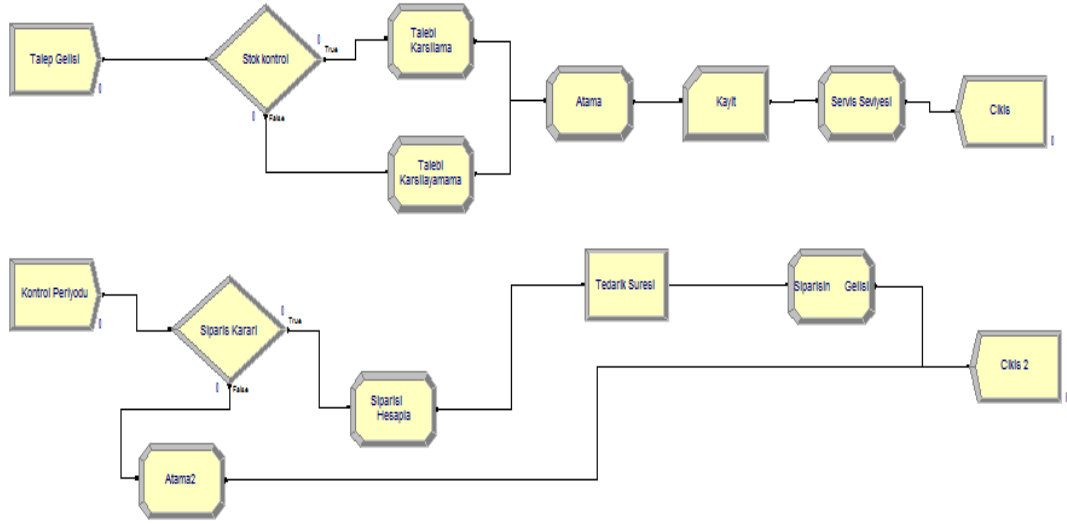


Şekil 3.4: Önerilen stok yönetimi politikası için benzetim modeli.

Önerilen stok yönetimi politikasına göre tasarlanan benzetim modeli Şekil 3.13’de gösterilmektedir. Talep gelişleri bootstrap yöntemi ile belirlenen talep dağılımlarına göre gelmekteyken, kontrol periyodu isimli noktada en uygun olarak seçilen dönem tanımlanarak o dönemlerde sipariş verilmesi gerektiği belirtilir. “Sipariş ver” seçeneğinde sipariş edilecek olan ürün miktarı, kullanılan modelden farklı olarak hesaplanan en uygun sipariş miktarına göre uygulanır. Seçilen dönem sayısına göre belirli dönemlerde hesaplanmış ve en uygun olarak tercih edilmiş sipariş miktarını göz önünde bulundurarak işlem yapan bir benzetim modelidir. Bu model karşılaştırma yapabilmek için dönem sonunda elde kalan miktarı, talebi karşılanamayan toplam müşteri sayısını ve müşteri hizmet düzeyi gibi önemli başarı ölçütlerini gösterir.

### 3.4.2 Kullanılan Model İçin Benzetim Modeli

Tezin yapıldığı şirketin kullandığı stok yönetimi politikasına uygun bir biçimde hazırlanmış benzetim modeli Şekil 3.14'te gösterilmektedir.



**Şekil 3.5:** Kullanılan stok yönetimi politikası için benzetim modeli.

Önerilen ve kullanılan stok yönetim politikası karşılaştırması yapabilmek için kurulmuş olan benzetim modelleri arasında ufak bir fark bulunmaktadır. Şirketin şu anda kullandığı politikada stok miktarı haftanın sonunda kontrol edilir ve belirli seviyenin altındaysa o belirlenen noktaya kadar sipariş verilir. Şirketin tezde kullanılan parçalar için belirlediği o kritik nokta 3 tür. Yani, haftanın sonunda stok kontrolü yapılır eğer herhangi bir parça 3'ün altında ise sipariş verilir. Bu durumu benzetim ortamında sağlayabilmek için “Sipariş Kararı” modülü bulunmaktadır. Bu karar noktası, stok seviyesini belirlenen kritik nokta ile karşılaştırır ve eğer stok seviyesi daha düşük ise sipariş verilmesini sağlar.



## 4. BULGULAR

Bu tez çalışmasının uygulaması uluslararası alanda faaliyet gösteren bir otomotiv firmasında yapılmıştır. Firma 1933 yılında kurulmuştur. Otomotiv, finans ve mühendislik alanlarında faaliyet göstermektedir. Şirkette çalışan sayısı 200.000'in üzerindedir.

Bu çalışmada belirlenen ürünler firmanın Türkiye piyasasında yedek parça olarak kullandığı ürünlerin içerisinden seçilmiştir. Firma, çalışmada belirlenen bu ürünlerin sipariş politikasını uygularken şu yöntemi izlemektedir;

Ürünler her hafta sonunda kontrol edilir. Eğer 3'ün altında stok değerine sahip bir ürün varsa 3 adet sipariş verilir. Çalışmada bu politika ile önerilen politika karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

### 4.1 UYGULAMA

#### 4.1.1 Veri Analizi Ve Ürünlerin Belirlenmesi Uygulaması

Risk faktörünün gözetildiği matematiksel modelin oluşturulabilmesinde her bir ürünün satış fiyatı, maliyeti ve varsa hurda değeri bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu verilerin bulunduğu örnek, Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

Bootstrap yöntemini uygulayabilmek için ürünlerin haftalık satış verilerine ihtiyaç duyulur Haftalık satış verileri olan ürünlerin örneği Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.1:** Ürünlerin genel verileri örneği.

Parça Kodu	Parça Adı	Fiyat	Maliyet	Satış Miktarı	Frekans
16405-00QAC	YAKIT FİLTRESİ	100	50	15	13
16585-AU00A	HAVA FİLTRE TOZ KABI	30	10	15	15
20695-8H32C	MANIFOLD CONTA	5	2	15	15
21481-1FE0A	KOMPLE FAN	600	420	15	15
22630-JG73A	ISI SENSURU	200	75	15	15
23796-ED00B	AAC VALFI	80	40	15	15
24845-1KB3A	KUMANDA PANELİ	50	20	15	15
25540-JD03A	FAR KOLU	75	25	15	15
26010-BN01A	SAĞ FAR	400	125	15	15
26135-AX600	SOL SİNYAL	200	80	15	15
26135-BM415	SOL SİNYAL	30	15	15	15
28646-AU300	BRAKET	30	18	15	15
32604-40P61	SENKROMENÇ	35	20	15	15
54320-1KA0B	AMORTİSORST TAKOZ	100	70	15	15
62245-5X00A	TAMPONST SACI	150	80	15	15
62521-JG00A	ON PANEL ALT SACI	200	145	15	15
62822-3UC0A	HAVALANDIRMA IZGARASI	180	70	15	15
63113-8H700	ÖN ÇAMURLUK SOL	40	20	15	15
63842-BN800	ÇAMURLUK DAVLUMBAZI	120	60	15	15

**Tablo 4.2:** Haftalık satış değerleri ile frekans değerleri örneği.

PARÇA KODU	16405-00QAC	16585 - AU00A	11067-JD50A	11920-0W002	11044-89J00	E4303-BA61A	KE748-EB489
PARÇA ADI	YAKIT FİLTRESİ	HAVA FİLTRELE TOZ KABI	ISITMA ZAMANLAYICI	KOMPRESÖR KAYIŞI	SİLİNDİR KAPAK CNT	ON AMORTİSOR SOL	PASPAS
HAFTA 1	1	2	1	0	0	0	0
HAFTA 2	0	1	1	0	1	0	1
HAFTA 3	0	1	1	0	1	1	1
HAFTA 4	0	0	0	2	0	0	0
HAFTA 5	0	0	0	1	0	0	0
HAFTA 6	1	0	1	0	0	0	0
HAFTA 7	0	0	2	1	0	0	0
HAFTA 8	0	0	1	0	0	0	0
HAFTA 9	0	0	1	0	0	0	0
HAFTA 10	1	0	0	0	1	0	0
HAFTA 11	2	0	0	1	0	0	0
HAFTA 12	0	0	0	1	0	0	0
HAFTA 13	0	0	0	0	0	0	0
HAFTA 14	0	0	1	0	0	1	0
HAFTA 15	0	0	0	1	0	0	0
HAFTA 16	1	0	0	0	0	0	0
HAFTA 17	1	0	0	0	0	0	0
HAFTA 18	0	0	0	0	1	0	0
HAFTA 19	0	0	0	0	1	0	0
HAFTA 20	0	0	0	1	0	0	0
HAFTA 21	0	1	0	0	0	0	0
HAFTA 22	2	0	0	0	1	0	0
HAFTA 23	0	0	0	0	1	0	0
HAFTA 24	0	2	0	0	0	0	0
HAFTA 25	1	0	0	0	0	1	0
HAFTA 26	0	0	0	1	0	0	2
HAFTA 27	0	0	0	0	1	0	0
HAFTA 28	0	0	1	1	0	0	0
HAFTA 29	0	1	0	0	0	0	1
HAFTA 30	1	0	0	0	0	0	0

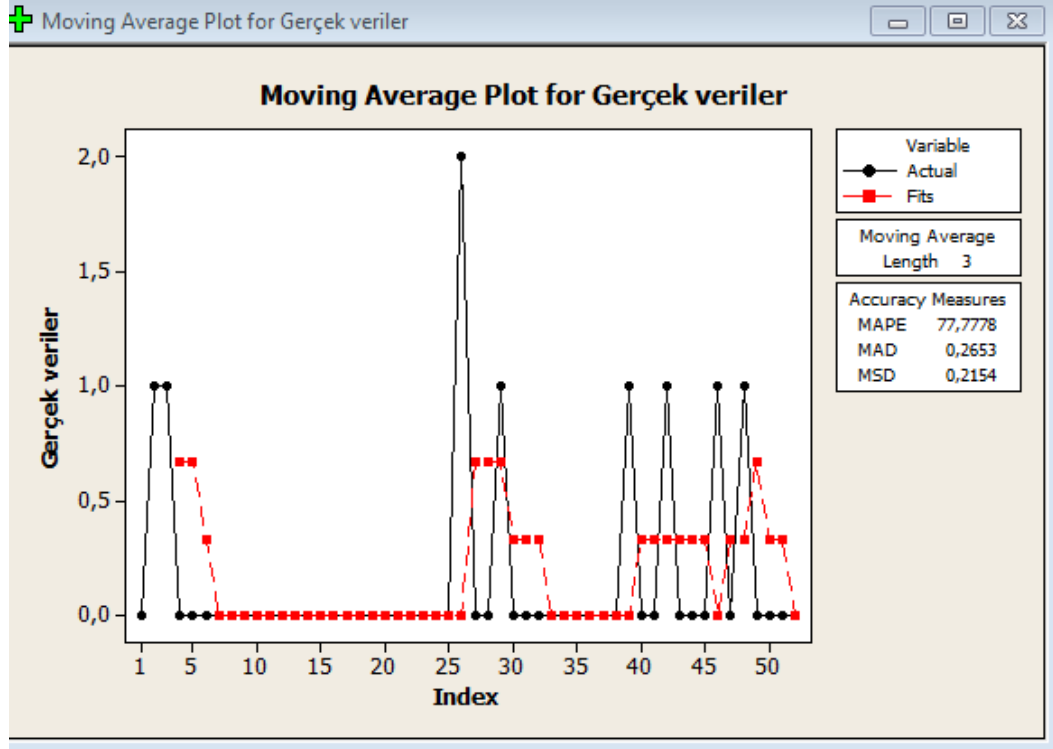
**Tablo 4.2 (Devam)**

PARÇA KODU	16405-00QAC	16585-AU00A	11067-JD50A	11920-0W002	11044-89J00	E4303-BA61A	KE748-EB489
PARÇA ADI	YAKIT FİLTRESİ	HAVA FİLTRE TOZ KABI	ISITMA ZAMANLAYICI	KOMPRESÖR KAYIŞI	SİLİNDİR KAPAK CNT	ON AMORTİSOR SOL	PASPAS
HAFTA 33	0	0	0	0	1	0	0
HAFTA 34	0	1	0	0	0	0	0
HAFTA 35	0	0	0	0	0	0	0
HAFTA 36	0	0	0	0	2	2	0
HAFTA 37	0	0	2	0	0	1	0
HAFTA 38	0	0	0	0	0	1	0
HAFTA 39	0	0	0	0	0	0	1
HAFTA 40	0	0	1	0	0	0	0
HAFTA 41	0	1	1	1	0	0	0
HAFTA 42	1	1	0	1	0	0	1
HAFTA 43	0	0	0	0	0	1	0
HAFTA 44	0	0	0	0	0	0	0
HAFTA 45	0	0	0	2	0	0	0
HAFTA 46	1	0	0	0	0	0	1
HAFTA 47	0	1	0	0	0	0	0
HAFTA 48	0	0	0	0	1	1	1
HAFTA 49	0	1	0	0	0	0	0
HAFTA 50	1	0	0	0	0	0	0
HAFTA 51	1	1	0	0	0	0	0
HAFTA 52	0	0	0	0	0	0	0
SATIŞ ADETİ	15	15	14	14	12	10	9
SATIS FREKANSI	13	13	14	12	11	10	8

#### 4.1.2 Bootstrap Uygulaması

Az satan ürünlerin taleplerinin çoğu zaman içerisinde sıfır (0) değerine sahiptir. Hareketli ortalama metodu ve basit üstel düzeltme metodu talep değerlerinin tahminini yaparken bootstrap yöntemi talep değerlerini değil dağılımını tahmin eden bir yöntemidir.

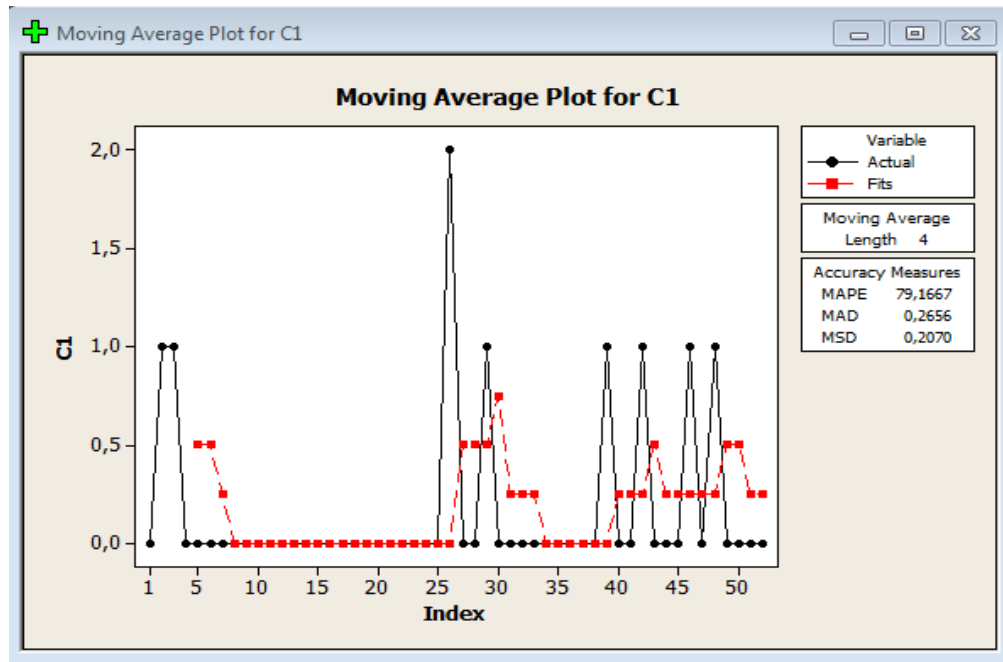
Şekil 4.1’de üçüncü mertebeden hareketli ortalama kullanarak bir örnek ürün için bulunan sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 4.1: Hareketli ortalama  $n=3$  sonuçlar.

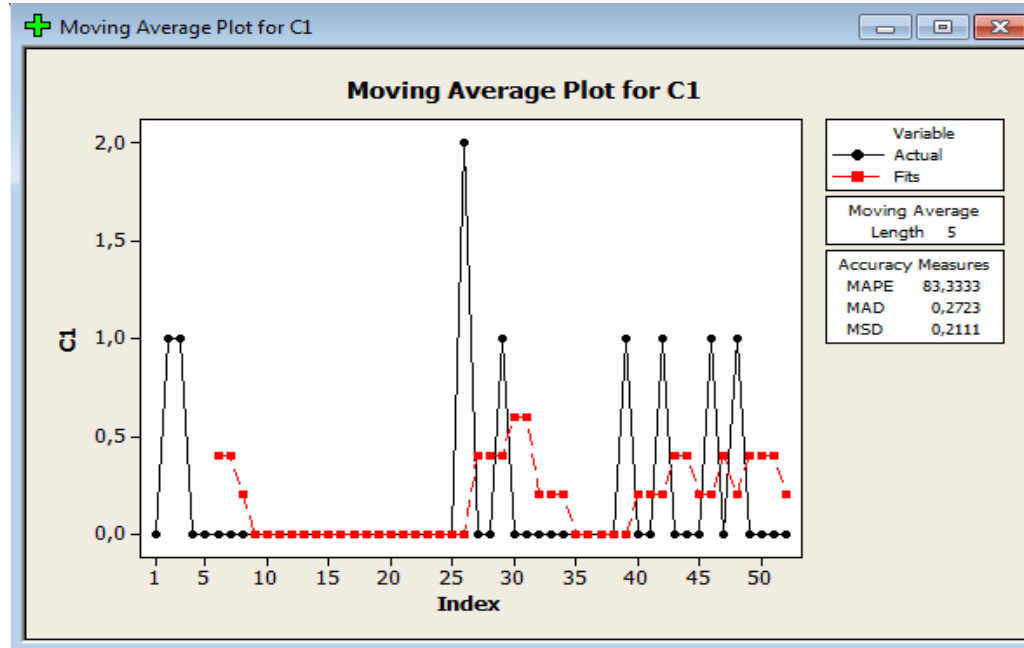
3 haftalık talepler için kullanılan hareketli ortalama değerlerinin birçoğu ürün adeti olan 0,1,2 gibi değerlerden uzaktır. 0,6, 0,7 gibi gerçekte olması mümkün olmayan değerler almaktadır. Bu değerleri üste ya da alta yuvarlamak ise zaten 0,1,2 adet satan parçalar için büyük bir hataya sebep olacaktır. Hareketli ortalama yönteminin daha ziyade çok satan parçalar için kullanıldığı bilinmektedir. Çünkü ortalama 300,7 adet satılan ilk 3 haftalık bir talep değerini 301 değerine dönüştürmek çok büyük bir hataya sebep olmasa da ortalama 0,6 adet satan bir ürünü 1 değerine yuvarlamak uzun vadede büyük hatalara sebep olabilir.

Şekil 4.2’de aynı ürün için 4. mertebeden hareketli ortalama değeri için bulunan sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 4.2: Hareketli ortalama n=4 sonuçlar.

Şekil 4.3'te aynı ürün için 5. mertebeden hareketli ortalama değeri için bulunan sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 4.3: Hareketli ortalama n=5 sonuçlar.

Tablo 4.4'te hareketli ortalama yönteminde kullanılan farklı dönem miktarları için doğruluk ölçütleri gösterilmektedir.

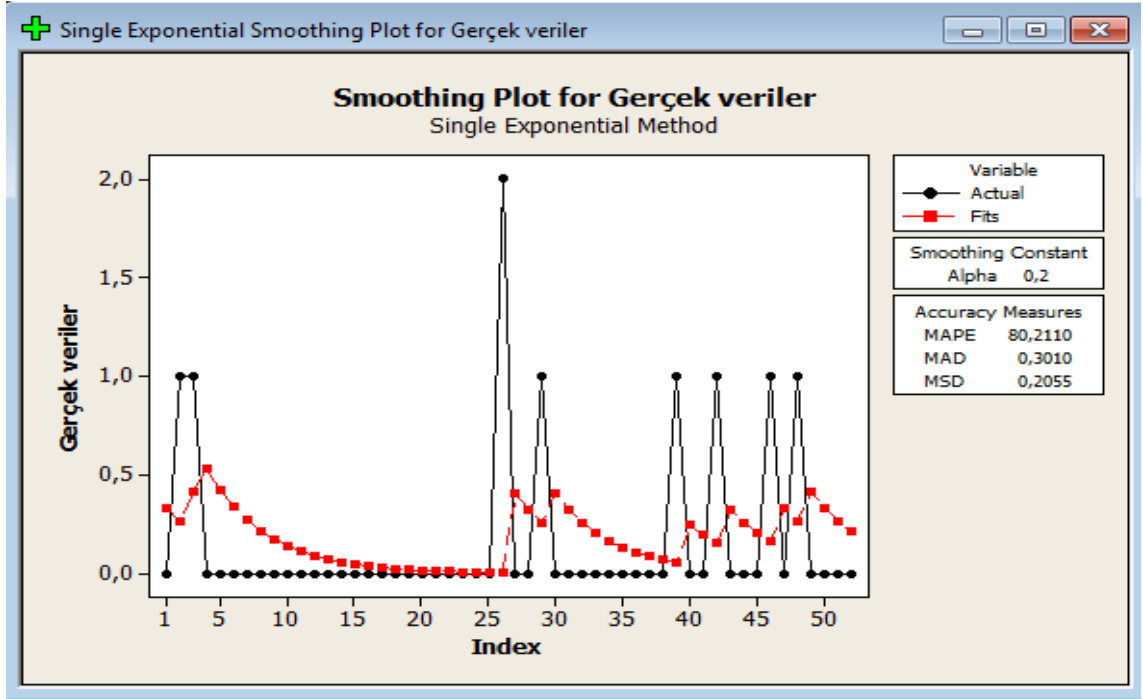
**Tablo 4.3:** Hareketli ortalama doğruluk ölçütleri.

ÜSTEL DÜZELTME	MAPE	MAD	MSD
N=3	77,7778	0,2653	0,2154
N=4	79,1667	0,2656	0,2070
N=5	83,3333	0,2723	0,2111

Tablo 4.3'te ki değerlere göre n=3'de en uygun sonuçlar elde edilmesine rağmen hareketli ortalama bu tarz verilerin tahmini için uygun bir yöntem olmadığı düşünülmektedir. Bunun sebebi ise birçok değerlerin sıfır (0) olduğu bir durumda geçmiş dönemlerdeki verilerin önemsenmesi gerekliliğidir. Ancak hareketli ortalama geçmiş verileri tahmin sürecinde hesaba katmamaktadır.

Hareketli ortalama yöntemi bir talebi tahmin ederken, gerçekleşen son talep değerlerinden seçilen dönem miktarı kadar değerlerin ortalamasını alarak bir sonraki dönemde gerçekleşecek olan talebi tahmin etmektedir. Geçmişteki gerçekleşen talepleri tahmin için kullanmamaktadır.

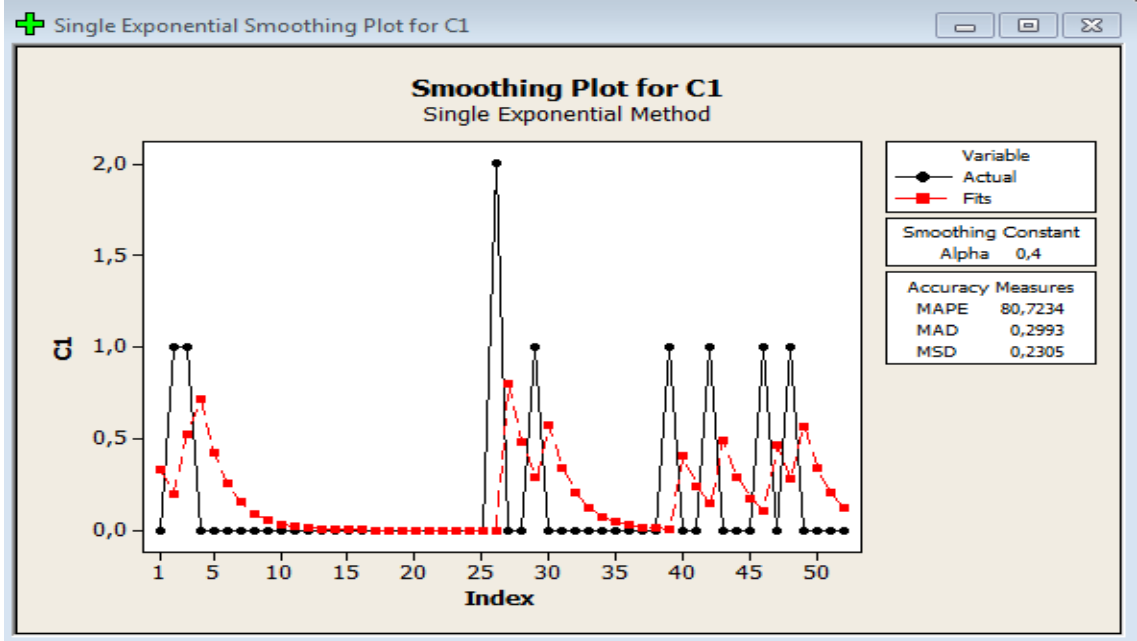
Şekil 4.4'te basit üstel düzeltme yöntemi  $\alpha=0,4$  değeri için sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 4.4: Basit üstel düzeltme  $\alpha=0,2$ .

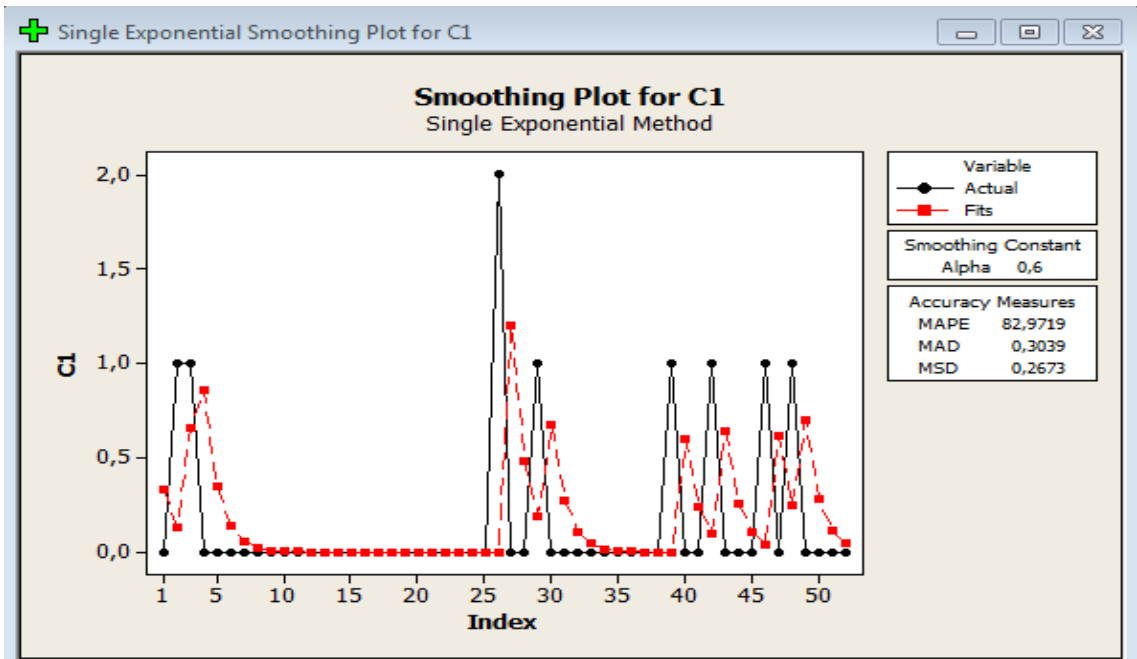
Basit hareketli ortalama için yapılan açıklama basit üstel düzeltme metodu içinde aynı şekilde yapılabilir. Görüleceği üzere yapılan tahminlerin neredeyse tamamı belirli bir tam sayı değerinin dışındadır. Bu değerleri başka değerlere yuvarlamak yöntemin üsteliğini bozacak ve tahmin yönteminin doğruluğundan uzaklaşarak uzun vadede hata yapılmasına sebep olacaktır. Bu sebeple herhangi bir doğruluk ölçütüne bakılmaya gerek yoktur. Örnek olarak  $\alpha$  değeri 0,2 olan bir model kullanılmıştır. Diğer modellerde de aynı sorunlar ortaya çıktığı için tezin içeriğine dahil edilmemiştir. Az talebi olan bu tarz ürünler için basit üstel düzeltme metodu doğru bir yöntem olmayacağı Şekil 4.4'te gösterilen örnekten de anlaşılabilir.

Şekil 4.5'te basit üstel düzeltme yöntemi  $\alpha=0,4$  değeri için sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 4.5: Basit üstel düzeltme  $\alpha=0,4$ .

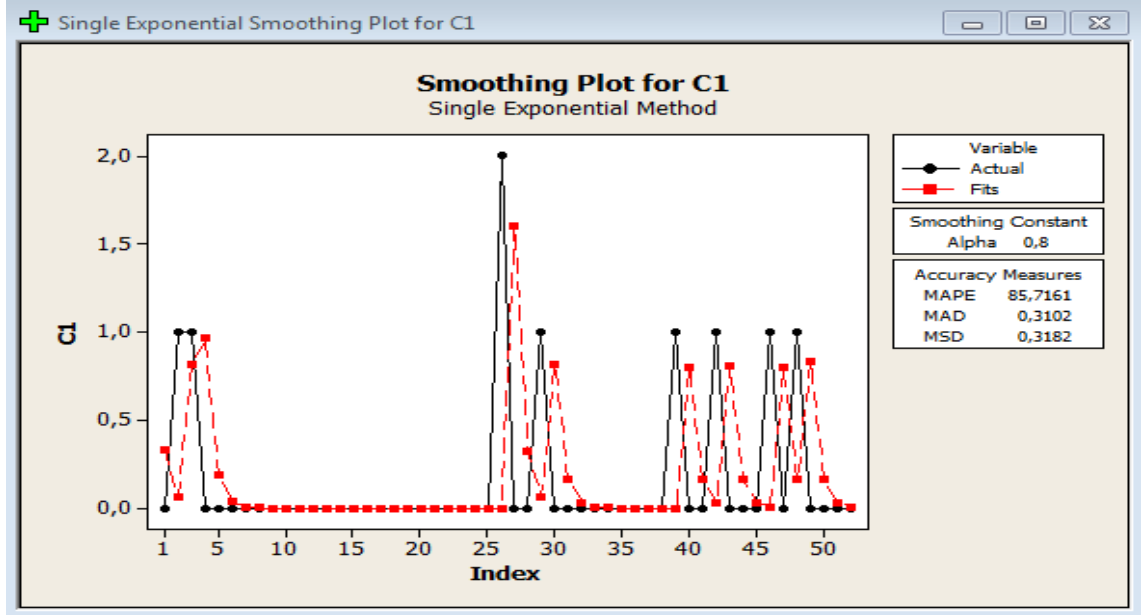
Şekil 4.6'da basit üstel düzeltme yöntemi  $\alpha=0,6$  değeri için sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 4.6: Basit üstel düzeltme  $\alpha=0,6$ .



Şekil 4.7’de basit üstel düzeltme yöntemi  $\alpha=0,8$  değeri için sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 4.7: Basit üstel düzeltme  $\alpha=0,8$ .

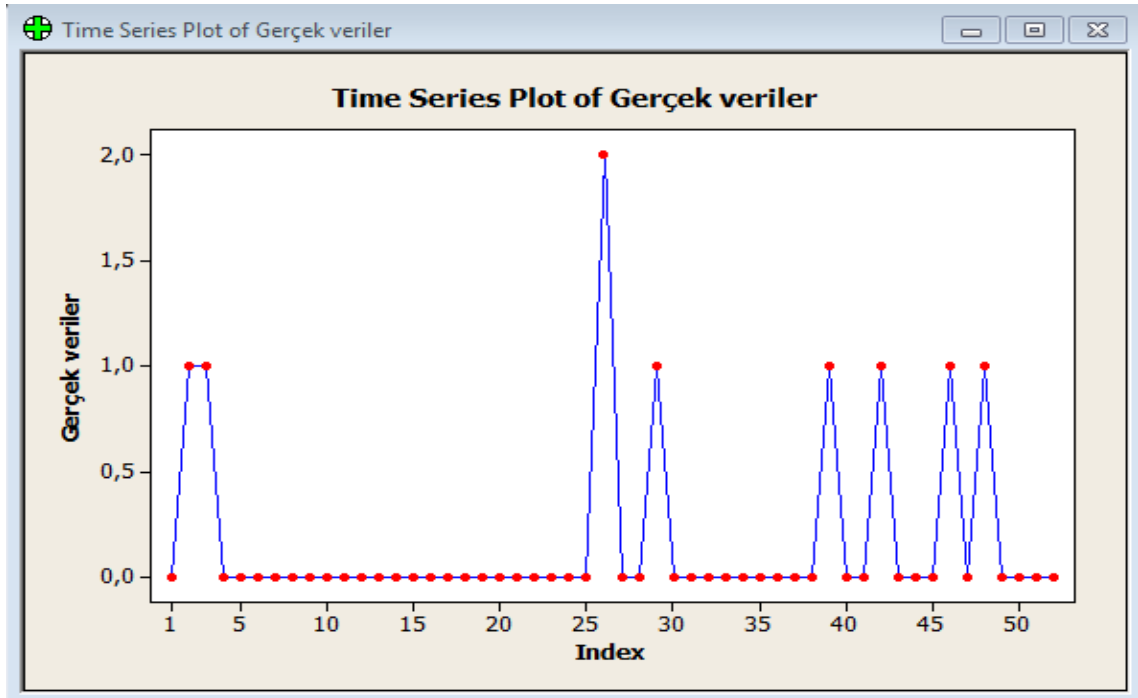
Tablo 4.4’te basit üstel düzeltme yönteminde kullanılan  $\alpha$  değerleri için doğruluk ölçütleri gösterilmektedir.

**Tablo 4.4:** Basit üstel düzeltme doğruluk ölçütleri.

ÜSTEL DÜZELTME	MAPE	MAD	MSD
$\alpha=0,2$	80,2110	0,3010	0,2055
$\alpha=0,4$	80,7234	0,2993	0,2305
$\alpha=0,6$	82,9719	0,3039	0,2673
$\alpha=0,8$	85,7161	0,3102	0,3162

Tablo 4.4'te ki değerlere göre  $\alpha=0,2$ 'de en uygun sonuçlar elde edilmesine rağmen basit üstel düzeltme bu tarz verilerin tahmini için uygun bir yöntem olmadığı düşünülmektedir. Bunun sebebi ise birçok değerın sıfır (0) olduğu bir durumda geçmiş dönemlerdeki verilerin önemsenmesi gerekliliğidir. Ancak basit üstel düzeltme geçmiş verileri tahmin sürecinde hesaba katmamaktadır.

Şekil 4.8'de tezde kullanılan parçaların genel olarak zaman serisi diyagramının nasıl olduğu konusunda bir örnek olarak gösterilebilir. Görüleceği gibi talep değerlerinin birçok kısmında talep değeri 0'dır.



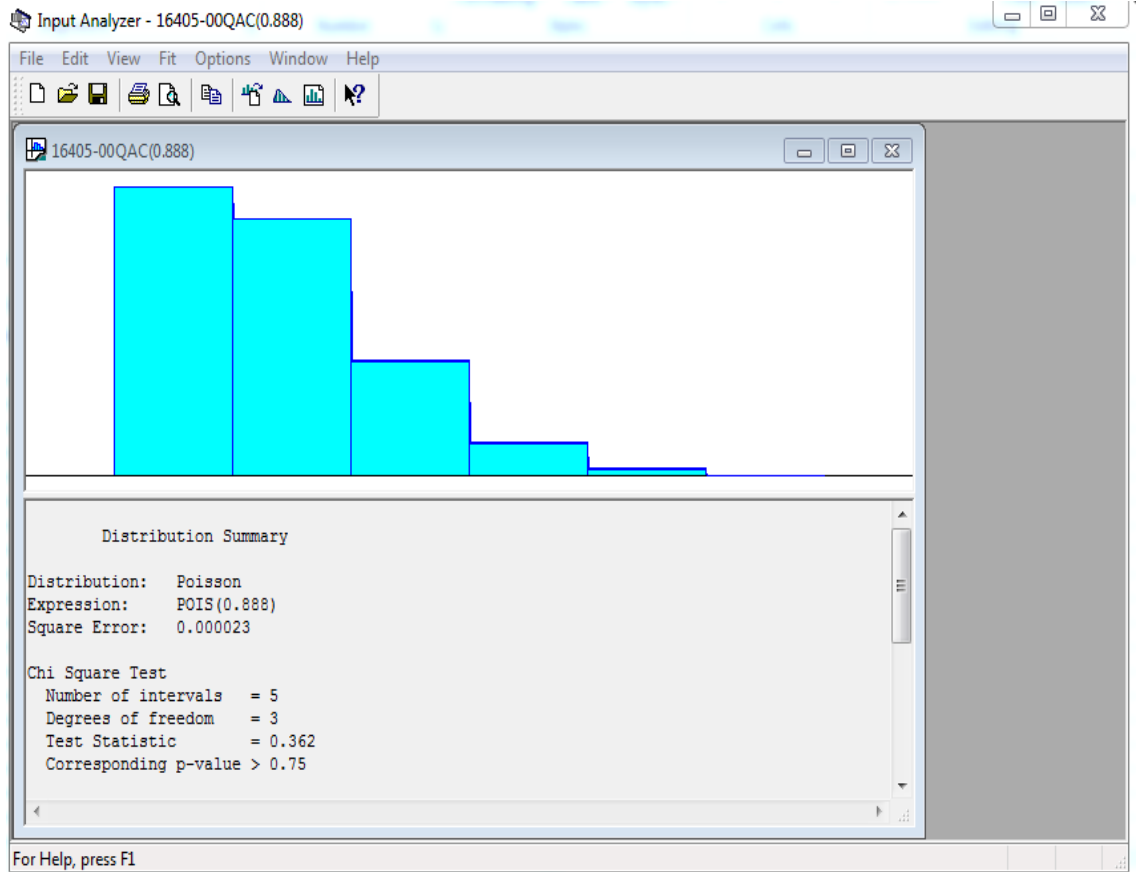
Şekil 4.8: Verilerin zaman serisi diyagramları örneği.

Herhangi bir trend, mevsimsellik ya da bir örüntüye rastlanmamaktadır. Veriler, rastgele olarak dağılmış ve müşteri gelişleri arasında herhangi bir benzerlik söz konusu değildir. Birçok değerın 0 değerini alması talep tahminini zorlaştıracak bir durum ortaya çıkarmıştır. Şekil 4.1 – 4.7'de verilen örneklerden de anlaşılacağı gibi basit talep tahmin yöntemleri bu tarz ürünlerin taleplerini tahmin etmek için doğru yöntemler değildir. Az satan parçaları tahmin edebilmek çoğunlukla zordur. Bu tarz ürünlerin talepleri ise bootstrap yöntemi veya Croston's yöntemi ile tahmin edilmektedir.

Şekil 4.7’de örnek bir ürün için verilerin dağılım uygunluğu testi yapılmıştır.

Her bir parça için bootstrap yöntemi uygulanır ve daha sonrasında talep dağılımları elde edilir. Elde edilen tedarik süresi boyunca oluşacak olan talep dağılımı Şekil 4.7’de olduğu gibi bir dağılım testine sokulur ve anlamlı olan dağılımlar kontrol edilir.

Bu örnek veri seti için verilerin dağılımı Poisson dağılıma benzemekte olup test kısmındaki sonuçlara bakılarak yüksek p değeri görülmüştür. P değerinin 0,05 değerinden daha büyük olması anlamlı bir sonuç çıktığını yani dağılım Poisson dağılıma uygunluk gösterdiği sonucunu vermektedir. Parça kodu 1605-00QAC olan parça için Poisson dağılımın p değeri 0,75 den büyük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9: Talep dağılımı belirleme testi.

POIS(0.888) yazılan kısımda ise Poisson dağılımın tek parametresi olan lambda değeri verilmektedir.

## 4.2 VERİ ANALİZİ VE ÜRÜNLERİN BELİRLENMESİ

Veri analizi ve ürünlerin belirlenmesi sürecinde öncelikle şirketten tüm ürünlerin fiyat, maliyet, satış miktarları ve satış frekansları alınmıştır.

Çalışmanın kapsamına alınacak ürünler analiz edilmiş ve ürünlerin belirlenmesi sağlanmıştır. Bu ürünler belirlenirken, az satan ve satış frekansı düşük olan ürünler olmalarının yanı sıra şirket için maddi açıdan yük oluşturan veya şirketi maddi olarak zarara uğratan ürünlerden seçilmiştir. Bu ürünlerin hurda değerleri olmadığı için tablolarda hurda değerine ait bilgiler bulunmamaktadır.

Satış miktarı bir ürünün bir yıllık sürede her hafta toplam satış miktarını belirtmektedir. Frekans sütünü ise, bir yılda toplam kaç haftada talebin gerçekleştiğini göstermektedir. Tez çalışmasında seçilen ürünlerin maliyet ve satış fiyatları gerçeğe yakın değerler olarak çalışmada kullanılmaktadır.

Çalışmada kullanılan ürünlere ait veriler Tablo 4.5’de gösterilmektedir.

Örnek olarak; ilk satırda bulunan yakıt filtresi ürünü için bir yıllık sürede 15 adet talep gerçekleşmektedir. Ayrıca bu ürün için toplamda 13 farklı haftada talebin gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Bu ürün için maliyet ise 50 iken ürünün satış fiyatı 100 olarak belirtilmektedir.

**Tablo 4.5:** Tezde kullanılacak olan parçaların değerleri.

Parça Kodu	Parça Adı	Fiyat	Maliyet	Satış Miktarı	Frekans
16405-00QAC	YAKIT FİLTRESİ	100	50	15	13
16585-AU00A	HAVA FİLTRE TOZ KABI	30	10	15	15
20695-8H32C	MANIFOLD CONTA	5	2	15	15
21481-1FE0A	KOMPLE FAN	600	420	15	15
22630-JG73A	ISI SENSORU	200	75	15	15
23796-ED00B	AAC VALFI	80	40	15	15
24845-1KB3A	KUMANDA PANELİ	50	20	15	15
25540-JD03A	FAR KOLU	75	25	15	15
26010-BN01A	SAĞ FAR	400	125	15	15
26135-AX600	SOL SİNYAL	200	80	15	15
26135-BM415	SOL SİNYAL	30	15	15	15
28646-AU300	BRAKET	30	18	15	15
32604-40P61	SENKROMENÇ	35	20	15	15
54320-1KA0B	AMORTİSORST TAKOZ	100	70	15	15
62245-5X00A	TAMPONST SACI	150	80	15	15
62521-JG00A	ON PANEL ALT SACI	200	145	15	15
62822-3UC0A	HAVALANDIRMA IZGARASI	180	70	15	15
63113-8H700	ÖN ÇAMURLUK SOL	40	20	15	15
63842-BN800	ÇAMURLUK DAVLUMBAZI	120	60	15	15
76853-3UB1A	ON DODİK SOL	500	270	15	15
85032-JG00A	ARKA TAMPON SACI	300	210	15	15
11067-JD50A	ISITMA ZAMANLAYICI	700	490	14	14
11920-0W002	KOMPRESÖR KAYIŞI	75	30	14	14
12279-BX00A	KRANK YAĞ KEÇESİ	100	70	14	14
13070-JK21B	EKSANTRİK GERGİSİ	20	10	14	14
14035-EB300	MANIFOLD CONTAS	200	125	14	14
14461-EB360	TURBO RADYATÖRÜ	260	190	14	14
21632-AX800	SOGUTMA HORTUMU	400	310	14	14
24810-1KB0B	KM SAATI KOMPLE	250	200	14	14
25620-1HA0A	KORNA	100	70	14	14
26160-6F605	ÇAMURLUK SİNYALİ	50	10	14	14
34935-AX10A	VİTES TELİ	200	125	14	14
65601-1HBOA	KAPUT KILIDI	260	190	14	14
11044-89J00	SİLİNDİR KAPAK	400	310	12	12

Tablo 4.5 (devam)

Parça Kodu	Parça Adı	Fiyat	Maliyet	Satış Miktarı	Frekans
13085-31U02	EKSANTRİK ZİNCİRİ GE	250	200	12	12
14461-3UC0C	TURBO RADYATORU	100	70	12	12
16400-LC30A	YAKIT FİLTRESİ	50	30	12	12
17040-9U01C	BENZİN POMPASI	200	100	12	12
20010-BR40A	EKSOZ ON BORUSU	400	280	12	12
20695-ED10C	EMME MANIFOLD CONTA	50	20	12	12
62320-AU300	ON PANJUR SAG	180	45	12	12
62820-JD71A	RADYATOR SACI	250	50	12	12
63112-VK300	ÖN ÇAMURLUK SAĞ	200	100	12	12
65100-AV630	MOTOR KAPUTU	400	150	12	12
65771-BR00A	KAPUT DAYAMA CUBUGU	45	15	12	12
74814-BR00A	ALT MUHAFAZA	80	60	12	12
76748-9U00A	ARKA DAVLUMBAZ	120	70	12	12
78128-9U00H	STOP ALT BAKALITI	100	40	12	12
78813-JG000	ARKA PACALIK SOL	90	40	12	12
80721-VJ20A	ON KAPI CAM KRIKOSU	100	20	12	12
80870-9F500	ON KAPI BANTI SAG	70	25	12	12
83313-JD00A	ARKA KELEBEK CAMI	250	145	12	12
84979-JD10A	ARKA YAN BAKALIT	180	80	12	12
90300-1KA0B	ARKA CAM	300	175	12	12
90606-01G0B	BAGAJ ACMA KOLU	125	30	12	12
93313-EB030	ARKA CAMURLUK SACI SOL	90	40	12	12
93494-EB300	KAPI ARMASI	95	20	12	12
93840-VK200	ARKA DODIK FITİLİ	60	20	12	12
96301-BG00C	DIS DIKIZ AYNASI SAG	300	145	12	12
96365-3S305	DIŞ DIKIZ AYNA CAMI	100	35	12	12
96365-JG05A	DIS DIKIZ AYNA CAMI	100	40	12	12
96374-9U00A	AYNA KAPAGI	75	30	12	12
985P1-1KA0D	AIR BAG	400	150	12	12
E4303-BA61A	ON AMORTISOR SOL	180	65	10	10
D0300-BA61A	JANT	400	150	9	9
D1060-2Y990	ON FREN BALATASI	170	60	9	9
D8640-1HA0A	ROT BASI	200	110	9	9
E4302-9U00D	ON AMORTISOR SAG	200	90	9	9

Tablo 4.5 (devam)

Parça Kodu	Parça Adı	Fiyat	Maliyet	Satış Miktarı	Frekans
E4303-BR04A	ON AMORTISOR SOL	200	90	9	9
G8113-1KAMA	ARKA ÇAMURLUK	250	60	9	9
H0100-VK9MM	ÖN KAPI SAĞ	400	150	9	9
H0153-1HAMB	KAPI SACI SOL ON	100	30	9	9
H2101-VK9MM	ARKA KAPI SOL	400	150	9	9
K0300-JG10B	ARKA CAM	300	120	9	9
K3312-VL4MA	ARKA CAMURLUK SACI	120	30	9	9
K6301-BN2MA	DIS DIKİZ AYNA SAG	150	40	9	9
KE240-YDLBE044	BE044 AKU	200	140	9	9
KE540-YKYNMD40	ONKORUMANEMRUT	120	35	9	9
KE545-YARP003	ARKA KORUMA T31	120	40	9	9
KE546-YPCRBNA	KASA ROL BARI ASTARLI	200	100	9	9
KE748-EB489	PASPAS	70	25	9	9
10101-1KT0A	TAKIM CONTA	25	10	8	8
11041-00Q1M	SİLİNDİR KAPAGI	100	40	8	8
11330-VK300	MOTOR TRAVERSİ	200	80	8	8
12033-DB010	SEGMAN TAKIMI	180	65	8	8
12036-EB30B	SEGMAN TAKIMI	180	65	8	8
13036-00Q1A	KAPAK CONTA	25	8	8	8
13052-00Q0C	POMPA DISLISI	40	10	8	8
13070-7J600	EKSANTRİK GERGİSİ	120	50	8	8
13085-EB70B	EKSANTRİK ZİNCİRİ	130	65	8	8
13270-ED000	KULBUTOR CONTASI	30	12	8	8
13500-AX000	ON KAPAK	70	20	8	8
14035-9F610	MANIFOLD CONTAS	25	7	8	8
14056-BB30A	SU BORUSU	90	40	8	8
15010-00Q0C	YAG POMPASI	160	60	8	8
15239-VK500	CONTA SOĞUTUCU	150	35	8	8
16546-MA70C	HAVA FİLTRESİ	260	80	8	8
16585-JD50B	HAVA FİLTRE TOZ KABI	70	20	8	8
16700-00Q1L	MAZOT POMPASI	350	130	8	8
17251-79970	BENZİN DEPO KAPAĞI	170	30	8	8

### 4.3 BOOTSTRAP YÖNTEMİ SONUÇLARI

Bootstrap yönteminin uygulanabilmesi için ilk olarak ürünlerin zaman serisi grafikleri incelenip, daha sonra Bootstrap yöntemi ile tedarik süresi boyunca oluşacak talep dağılım grafikleri oluşturulmuştur. Bu oluşan talep dağılımlarının hangi dağılıma benzerlik gösterdiği her bir ürün için belirlenmiştir.

Az talebi olan bu ürünler için her bir parçanın tedarik süresi boyunca oluşması beklenen taleplerinin dağılımları Poisson dağılıma uyduğu gözlenmiştir. Bu dağılıma ait parametre değerleri bulunmuştur. Poisson dağılıma ait tek bir parametre olan lambda değerleri Tablo 4.6'da verilmiştir. Bu lambda değerleri her bir parçadan tedarik süresi boyunca ortalama ne kadar talep edileceğini belirten değer olarak gösterilebilir.

Az talebi olan ürünler için önceden yapılan çalışmalarda bu tarz ürünlerin tedarik süresi içerisindeki talep dağılımlarının genellikle poisson dağılıma uyduğunu göstermektedir. Tezde kullanılan parçalar da önceki yapılan çalışmalara benzer biçimde bu özelliği göstermiştir.

Her bir ürün için Bootstrap yöntemi ile belirlenen tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımları Tablo 4.6'da gösterilmedi.

Örnek olarak; ilk sütunda bulunan yakıt filtersi isimli ürünün üç haftalık tedarik süresi boyunca ortalama beklenen talep miktarı 0,888 olarak belirtilmektedir. Bu tez çalışmasında düşük talepli ürünlerde tedarik süresi boyunca talebin dağılımı belirlenip bu dağılımı talebin tahmini olarak kullanılarak işlem yapılmaktadır. Her ürün için tedarik süresi boyunca gerçekleşecek olan ortalama talep değerleri hesaplanmış ve bu talebin dağılımı belirlenmiştir.



**Tablo 4.6:** Parçaların talepleri ortalamaları.

<b>Parça Kodu</b>	<b>Parça Adı</b>	<b>Lambda</b>
16405-00QAC	YAKIT FİLTRESİ	0.888
16585-AU00A	HAVA FİLTRE TOZ KABI	0.876
20695-8H32C	MANIFOLD CONTA	0.846
21481-1FE0A	KOMPLE FAN	0.825
22630-JG73A	ISI SENSORU	0.872
23796-ED00B	AAC VALFI	0.841
24845-1KB3A	KUMANDA PANELİ	0.859
25540-JD03A	FAR KOLU	0.847
26010-BN01A	SAĞ FAR	0.823
26135-AX600	SOL SİNYAL	0.871
26135-BM415	SOL SİNYAL	0.875
28646-AU300	BRAKET	0.843
32604-40P61	SENKROMENÇ	0.841
54320-1KA0B	AMORTİSORST TAKOZ	0.834
62245-5X00A	TAMPONST SACI	0.815
62521-JG00A	ON PANEL ALT SACI SO	0.852
62822-3UC0A	HAVALANDIRMA IZGARAS	0.861
63113-8H700	ÖN ÇAMURLUK SOL	0.856
63842-BN800	ÇAMURLUK DAVLUMBAZI	0.847
76853-3UB1A	ON DODIK SOL	0.835
85032-JG00A	ARKA TAMPON SACI	0.852
11067-JD50A	ISITMA ZAMANLAYICI	0.814
11920-0W002	KOMPRESÖR KAYIŞI	0.796
12279-BX00A	KRANK YAĞ KEÇESİ	0.819
13070-JK21B	EKSANTRİK GERGİSİ	0.776
14035-EB300	MANIFOLD CONTAS	0.782
14461-EB360	TURBO RADYATÖRÜ	0.753
21632-AX800	SOGUTMA HORTUMU	0.791
24810-1KB0B	KM SAATI KOMPLE	0.770
25620-1HA0A	KORNA	0.759
26160-6F605	ÇAMURLUK SİNYALİ	0.763
34935-AX10A	VİTES TELİ	0.782
65601-1HB0A	KAPUT KILIDI	0.760
11044-89J00	SİLİNDİR KAPAK CNT	0.732

Tablo 4.6 (devam)

Parça Kodu	Parça Adı	Lambda
13085-31U02	EKSANTRİK ZİNCİRİ GE	0.729
14461-3UC0C	TURBO RADYATORU	0.746
16400-LC30A	YAKIT FİLTRESİ	0.763
17040-9U01C	BENZİN POMPASI	0.729
20010-BR40A	EKSOZ ON BORUSU	0.741
20695-ED10C	EMME MANIFOLD CONTA	0.73
62320-AU300	ON PANJUR SAG	0.698
62820-JD71A	RADYATOR DESTEK SACI	0.659
63112-VK300	ÖN ÇAMURLUK SAĞ	0.732
65100-AV630	MOTOR KAPUTU	0.724
65771-BR00A	KAPUT DAYAMA CUBUGU	0.714
74814-BR00A	ALT MUHAFAZA	0.675
76748-9U00A	ARKA DAVLUMBAZ	0.663
78128-9U00H	STOP ALT BAKALITI	0.690
78813-JG000	ARKA PACALIK SOL	0.701
80721-VJ20A	ON KAPI CAM KRİKOSU	0.684
80870-9F500	ON KAPI BANTI SAG	0.660
83313-JD00A	ARKA KELEBEK CAMI	0.731
84979-JD10A	ARKA YAN BAKALIT	0.718
90300-1KA0B	ARKA CAM	0.671
90606-01G0B	BAGAJ ACMA KOLU	0.689
93313-EB030	ARKA CAMURLUK SACI SOL	0.734
93494-EB300	KAPI ARMASI	0.709
93840-VK200	ARKA DODIK FITİLİ	0.665
96301-BG00C	DIS DİKİZ AYNASI SAG	0.658
96365-3S305	DIŞ DİKİZ AYNA CAMI	0.661
96365-JG05A	DIS DİKİZ AYNA CAMI	0.730
96374-9U00A	AYNA KAPAGI	0.677
985P1-1KA0D	AIR BAG	0.714
E4303-BA61A	ON AMORTİSOR SOL	0.589
D0300-BA61A	JANT	0.504
D1060-2Y990	ON FREN BALATASI	0.54
D8640-1HA0A	ROT BASI	0.524
E4302-9U00D	ON AMORTİSOR SAG	0.514

Tablo 4.6 (devam)

Parça Kodu	Parça Adı	Lambda
E4303-BR04A	ON AMORTISOR SOL	0.504
G8113-1KAMA	ARKA ÇAMURLUK	0.518
H0100-VK9MM	ÖN KAPI SAĞ	0.498
H0153-1HAMB	KAPI SACI SOL ON	0.524
H2101-VK9MM	ARKA KAPI SOL	0.486
K0300-JG10B	ARKA CAM	0.490
K3312-VL4MA	ARKA CAMURLUK SACI	0.477
K6301-BN2MA	DIS DIKIZ AYNA SAG	0.529
KE240-YDLBE044	BE044 AKU	0.508
KE540-YKYNMD40	ONKORUMANEMRUT	0.511
KE545-YARP003	ARKA KORUMA T31	0.505
KE546-YPCRBNA	KASA ROL BARI ASTARLI	0.508
KE748-EB489	PASPAS	0.521
10101-1KTOA	TAKIM CONTA	0.471
11041-00Q1M	SILINDIR KAPAGI	0.460
11330-VK300	MOTOR TRAVERSİ	0.475
12033-DB010	SEGMAN TAKIMI	0.484
12036-EB30B	SEGMAN TAKIMI	0.468
13036-00Q1A	KAPAK CONTA	0.465
13052-00Q0C	POMPA DISLISI	0.476
13070-7J600	EKSANTRİK GERGİSİ	0.462
13085-EB70B	EKSANTRİK ZINCİRİ	0.430
13270-ED000	KULBUTOR CONTASI	0.415
13500-AX000	ON KAPAK	0.481
14035-9F610	MANIFOLD CONTAS	0.460
14056-BB30A	SU BORUSU	0.471
15010-00Q0C	YAG POMPASI	0.450
15239-VK500	CONTA SOĞUTUCU	0.443
16546-MA70C	HAVA FİLTRESİ	0.432
16585-JD50B	HAVA FİLTRE TOZ KABI	0.451
16700-00Q1L	MAZOT POMPASI	0.449
17251-79970	BENZİN DEPO KAPAĞI	0.480

### 4.3 MATEMATİKSEL MODEL SONUÇLARI

Matlab programında yazılan matematiksel model EK1’de verilmektedir. Bu model ait sonuçlar ise Şekil 4.10, Tablo 4.7’de verilmektedir. Bu sonuçlarda ise her bir parçanın  $\beta$  değeri, sipariş miktarı ve bu dönemde sipariş ederek kazanacağı gelir hesaplanıp verilmiştir.

Bu programda ise gerçek hali bir 4x100’ lük bir matris olarak yazılmış ve atanmıştır.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	271.2603	97.6950	15.3949	1.7442e+03	671.9942	244.8512	157.8485	231.1875	1.2254e+03	645.7942
2	2	6	5	3	5	4	5	6	6	5
3	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6

**Şekil 4.10:** Matematiksel modelin sonuçları matrisi.

Şekil 4.1’deki matriste verilen değerlerin ilk satırı her bir parçanın belirlenen değerleriyle oluşan kazançlarıdır. İkinci satırda ise her bir parçadan ne kadar sipariş verilmesi gerektiği belirtilmektedir. Üçüncü satırda kazancın her bir parçada sıfır değerinden küçük olma olasılığı verilmektedir. Bu değer, riske maruz değer yaklaşımına ait bir değer olduğunu bilinmektedir. Matrisin dördüncü ve son satırında yer alan değerler ise her parçanın hangi dönem aralıklarıyla sipariş verilmesi gerektiği sonucu vermektedir.

Tüm ürünlere ait değerlerin bulunduğu tablolar bir sonraki sayfada verilmiştir. Parça isimleri ve matematiksel modele ait tüm veriler Tablo 4.3’de mevcuttur.

**Tablo 4.7:** Matematiksel model sonuçları.

Parça Adı	Kazanç	Sipariş Miktarı	$\beta$ Değeri	Dönem
YAKIT FİLTRESİ	271.2603	2	0,1	4
HAVA FİLTRE TOZ KABI	97.6950	6	0,1	6
MANIFOLD CONTA	15,3949	5	0,1	6
KOMPLE FAN	1,7442	3	0,1	6
ISI SENSORU	671,9942	5	0,1	6
AAC VALFI	244,8512	4	0,1	6
KUMANDA PANELİ	157,8485	5	0,1	6
FAR KOLU	1,2254	6	0,1	6
SAĞ FAR	645,7942	6	0,1	6
SOL SINYAL	97,9392	5	0,1	6
SOL SİNYAL	92,919	4	0,1	6
BRAKET	99,4489	3	0,1	6
SENKROMENÇ	97,1224	4	0,1	6
AMORTISORST TAKOZ	296,0964	3	0,1	6
TAMPONST SACI	415,6959	4	0,1	6
ON PANEL ALT SACI SO	598,7929	3	0,1	6
HAVALANDIRMA IZGARAS	580,4148	5	0,1	6
ÖN ÇAMURLUK SOL	126,0256	4	0,1	6
ÇAMURLUK DAVLUMBAZI	371,5967	4	0,1	6
ON DODIK SOL	1,4323	4	0,1	6
ARKA TAMPON SACI	920,6893	3	0,1	6
ISITMA ZAMANLAYICI	1,9887	3	0,1	6
KOMPRESÖR KAYIŞI	208,0964	5	0,1	6
KRANK YAĞ KEÇESİ	287,0632	3	0,1	6
EKSANTRİK GERGİSİ	60,8121	2	0,1	5
MANIFOLD CONTAS	574,7929	3	0,1	6
TURBO RADYATÖRÜ	857,6027	1	0,1	5
SOGUTMA HORTUMU	1,0613	1	0,1	4
KM SAATI KOMPLE	828,5603	1	0,1	5
KORNA	335,9241	1	0,1	5
ÇAMURLUK SİNYALİ	140,8985	5	0,1	5
VITES TELİ	574,7929	3	0,1	6
KAPUT KILIDI	886,7027	1	0,1	5
SİLİNDİR KAPAK CNT	1,2597	1	0,1	5

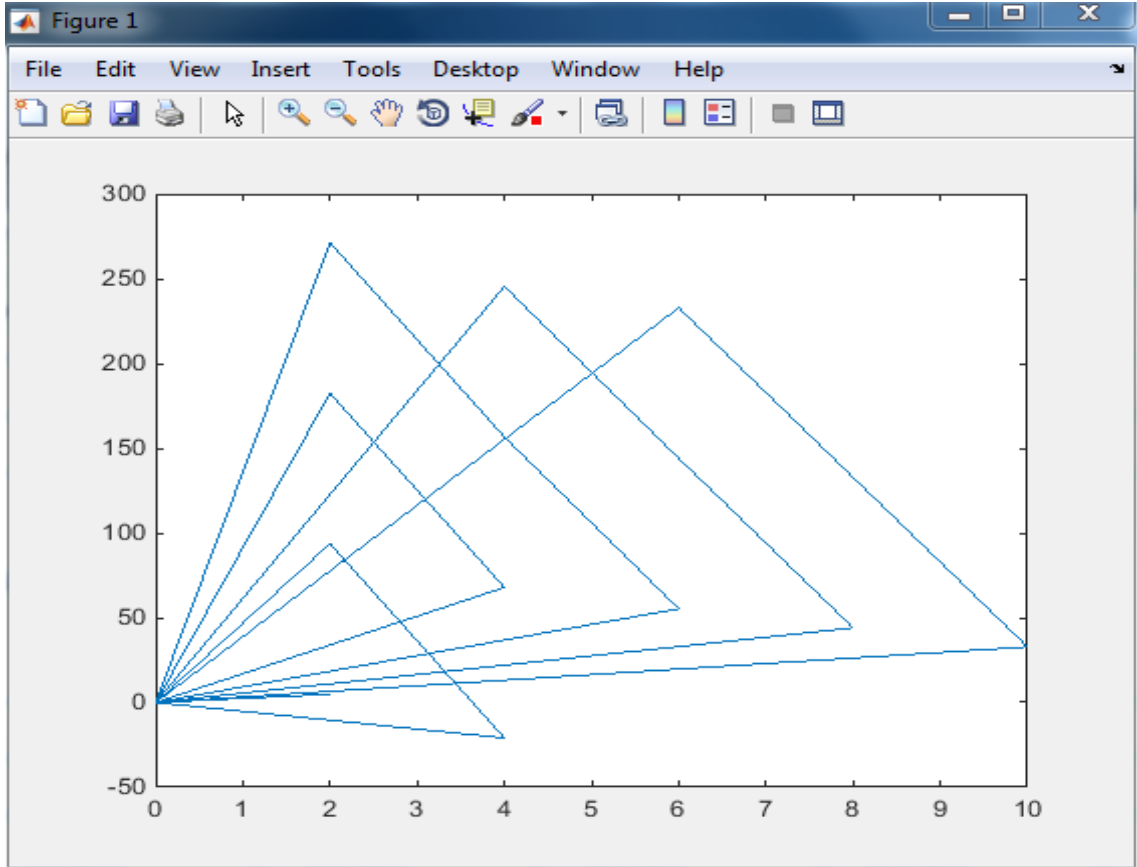
Tablo 4.7 (devam)

Parça Adı	Kazanç	Sipariş Miktarı	$\beta$ Değeri	Dönem
EKSANTRİK ZİNCİRİ GE	777,3103	1	0,1	5
TURBO RADYATORU	329,4241	1	0,1	5
YAKIT FİLTRESİ	141,7482	3	0,1	6
BENZİN POMPASI	561,1206	2	0,1	5
EKSOZ ON BORUSU	1,3077	1	0,1	5
EMME MANIFOLD CONTA	125,3482	3	0,1	5
ON PANJUR SAĞ	450,8351	4	0,1	5
RADYATOR DESTEK SACI	574,4927	5	0,1	5
ÖN ÇAMURLUK SAĞ	564,1206	2	0,1	5
MOTOR KAPUTU	1,0208	3	0,1	5
KAPUT DAYAMA CUBUGU	118,2134	3	0,1	5
ALT MUHAFAZA	231,1393	1	0,1	5
ARKA DAVLUMBAZ	277,0723	2	0,1	5
STOP ALT BAKALITI	230,6964	3	0,1	5
ARKA PACALIK SOL	249,9043	2	0,1	5
ON KAPI CAM KRİKOSU	242,2971	5	0,1	5
ON KAPI BANTI SAĞ	159,9875	3	0,1	5
ARKA KELEBEK CAMI	675,7411	3	0,1	6
ARKA YAN BAKALIT	515,1085	2	0,1	5
ARKA CAM	704,6808	2	0,1	5
BAGAJ ACMA KOLU	312,4549	4	0,1	5
ARKA CAMURLUK SACI SOL	264,7543	2	0,1	5
KAPI ARMASI	357,0572	5	0,1	5
ARKA DODİK FITİLİ	142,9179	3	0,1	5
DIS DİKİZ AYNASI SAĞ	745,1802	2	0,1	5
DIŞ DİKİZ AYNA CAMI	231,1964	3	0,1	5
DIS DİKİZ AYNA CAMI	250,6964	3	0,1	5
AYNA KAPAGI	168,1473	3	0,1	5
AIR BAG	1,0008	3	0,1	5
ON AMORTİSOR SOL	451,3736	3	0,1	6
JANT	782,3858	3	0,1	6
ON FREN BALATASI	380,4840	3	0,1	6
ROT BASI	440,9206	2	0,1	6
ON AMORTİSOR SAĞ	468,962	2	0,1	6

Tablo 4.7 (Devam)

Parça Adı	Kazanç	Sipariş Miktarı	$\beta$ Değeri	Dönem
ON AMORTISOR SOL	456,92	2	0,1	6
ARKA ÇAMURLUK	540,6598	4	0,1	6
ÖN KAPI SAĞ	767,9858	3	0,2	6
KAPI SACI SOL ON	230,0964	3	0,1	6
ARKA KAPI SOL	739,1858	3	0,2	6
ARKA CAM	539,0893	3	0,2	6
ARKA CAMURLUK SACI	255,1967	4	0,2	6
DIS DIKİZ AYNA SAĞ	318,2959	4	0,1	6
BE044 AKU	522,4482	1	0,1	6
ONKORUMANEMRUT	269,7587	3	0,1	6
ARKA KORUMA T31	250,4357	3	0,1	6
KASA ROL BARI ASTARLI	441,7206	2	0,1	6
PASPAS	147,8075	3	0,1	6
TAKIM CONTA	42,0741	3	0,2	6
SİLİNDİR KAPAGI	161,6964	3	0,2	6
MOTOR TRAVERSİ	341,3929	3	0,2	6
SEGMAN TAKIMI	337,9736	3	0,2	6
SEGMAN TAKIMI	320,6936	3	0,2	6
KAPAK CONTA	47,1741	3	0,2	6
POMPA DISLISI	74,8256	4	0,2	6
EKSANTRİK GERGİSİ	251,9123	2	0,2	6
EKSANTRİK ZİNCİRİ	226,2784	2	0,2	6
KULBUTOR CONTASI	40,4089	3	0,2	6
ON KAPAK	123,0448	4	0,2	6
MANIFOLD CONTAS	41,3660	4	0,2	6
SU BORUSU	188,7943	2	0,2	6
YAG POMPASI	261,1143	3	0,2	6
CONTA SOĞUTUCU	260,959	4	0,2	6
HAVA FİLTRESİ	448,7308	3	0,2	6
HAVA FİLTRE TOZ KABI	110,4448	4	0,2	6
MAZOT POMPASI	572,8376	3	0,2	6
BENZİN DEPO KAPAĞI	309,6849	6	0,2	6

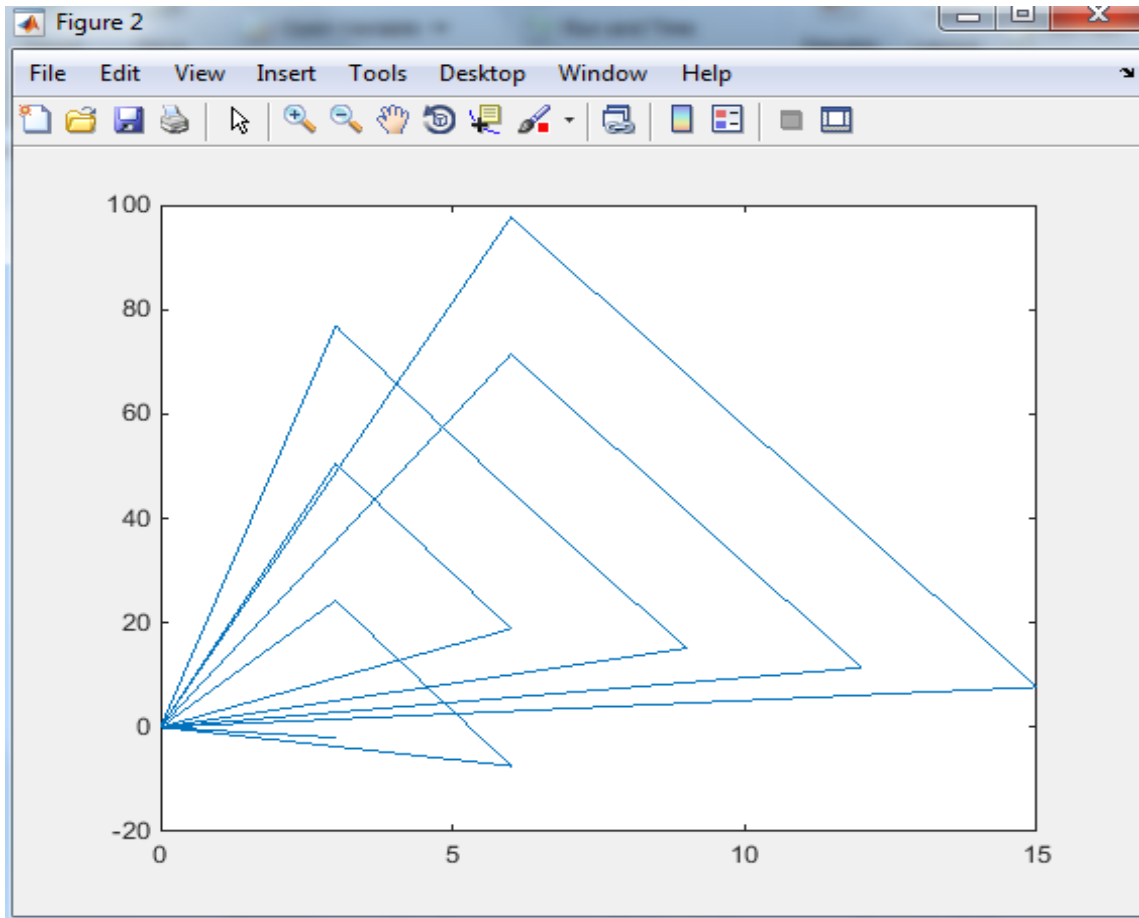
Şekil 4.11-4.15'te örnek olarak belirlenen her bir parçanın sipariş miktarına göre aldığı kazanç değeri verilmektedir. Yakıt filtresi parçası için değerlerin gösterildiği Şekil 4.11'de y ekseninde gösterilen kazanç değerinin en yüksek olduğu değer x ekseninde 2 olarak görülmektedir. Matematiksel modelin sonuçlarının verildiği Tablo 4.7'de bu sipariş miktarının ilk parça için 2 değerine sahip olduğunu görülmektedir. Tezde matematiksel modele uygun olan tüm sipariş değerleri için hesaplanan kazanç değerlerinden en yükseğine karar veren ve bunu optimal değer olarak kullanan bir model yazılmıştır.



Şekil 4.11: Yakıt filtresi parçası için sipariş miktarına göre kazanç.



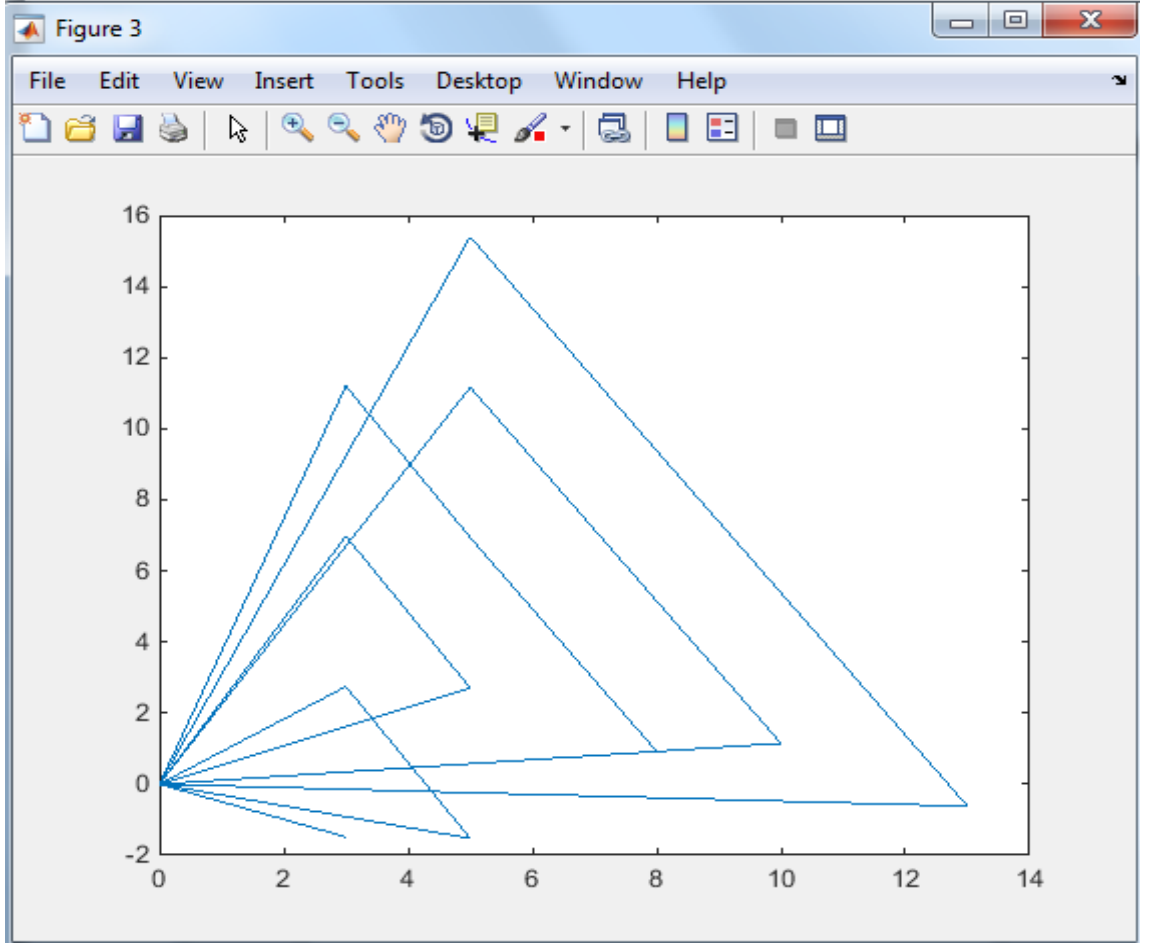
Hava filtresi toz kabı parçası için optimal sipariş miktarı ve ona ait olan kazanç değeri Şekil 4.12’de gösterilmektedir. Sipariş miktarı 6 olduğunda en büyük kazanç değerine ulaşılmıştır. Sipariş miktarı arttıkça kazanç değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu azalmanın sebebi ise fazla sipariş verilmesi halinde dönem sonunda elde kalan ürünlerin hurda değerinin olmamasıdır. Dolayısıyla bu parçaların fazla elde kalması halinde maliyet artacaktır.



Şekil 4.12: Hava filtresi toz kabı parçası için sipariş miktarına göre kazanç.

Bu grafikte de x eksenini sipariş miktarlarını, y eksenini ise kazanç değerlerini göstermektedir.

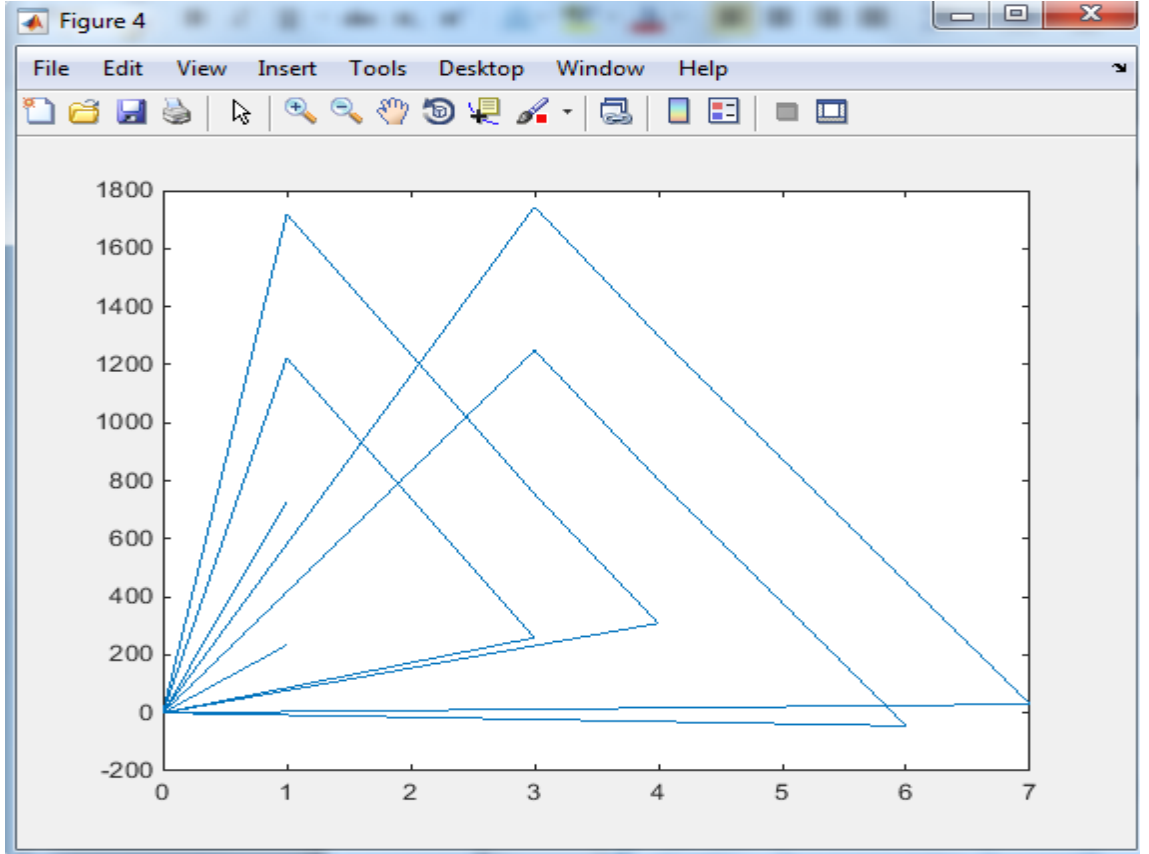
Manifolt conta parçası için sipariş miktarlarına göre oluşan kazanç değerleri grafikte gösterilmiştir. Bazı sipariş miktarlarında kazanç değerinin eksi değerler aldığı gözlemlenmektedir. En yüksek kazanç değerine ise sipariş miktarı 5 olduğunda ulaşılmıştır. Sipariş miktarı 5'ten fazla olduğu durumlarda ise kazanç değerinin azalmaya başladığı gözlenmektedir.



**Şekil 4.13:** Manifolt conta parçası için sipariş miktarına göre kazanç.

Bu grafikte de x eksenini sipariş miktarlarını, y eksenini ise kazanç değerlerini göstermektedir.

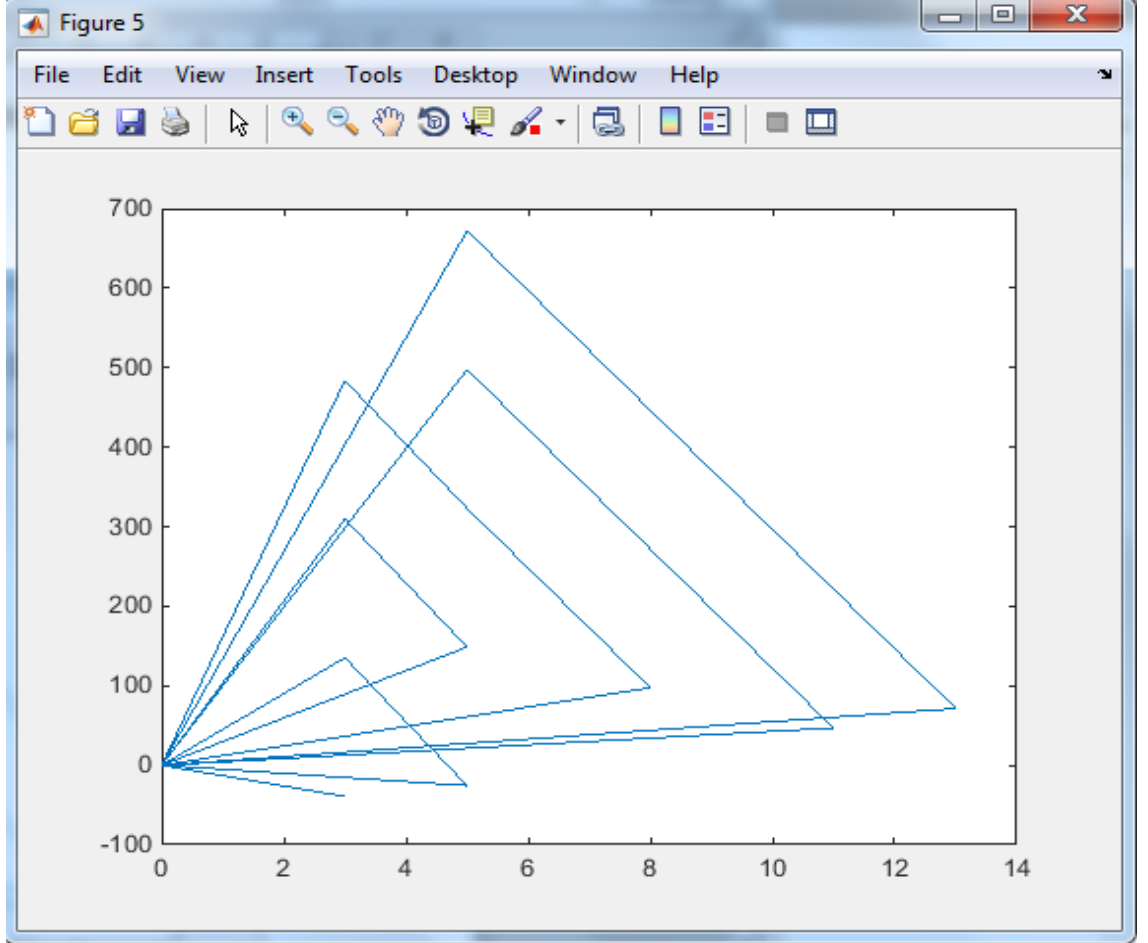
Komple fan parçası için sipariş miktarlarına göre oluşan kazanç değerleri Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Bazı sipariş miktarlarında kazanç değerlerinin eksi değerler aldığı gözlenebilir. Sipariş miktarı 1 ve 3 olduğunda kazanç değerleri birbirlerine çok yakındır. Ancak sipariş miktarı 3 olduğunda kazanç değerinin en büyük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.14: Komple fan parçası için sipariş miktarına göre kazanç.

Bu grafikte de x eksenini sipariş miktarlarını, y eksenini ise kazanç değerlerini göstermektedir.

Isı sensörü parçasına ait sipariş miktarına göre oluşan kazanç değerleri grafiği Şekil 4.15'te gösterilmektedir. Bu parçaya ait en yüksek kazanç değeri sipariş miktarı 5 olduğunda gözlemlenmektedir. Bu değer üzerinde sipariş miktarları için kazanç değerleri azalmaktadır.



Şekil 4.15: Isı sensörü parçası için sipariş miktarına göre kazanç.

Bu grafikte de x eksenini sipariş miktarlarını, y eksenini ise kazanç değerlerini göstermektedir.

#### 4.4 BENZETİM SONUÇLARI ÖRNEKLERİ

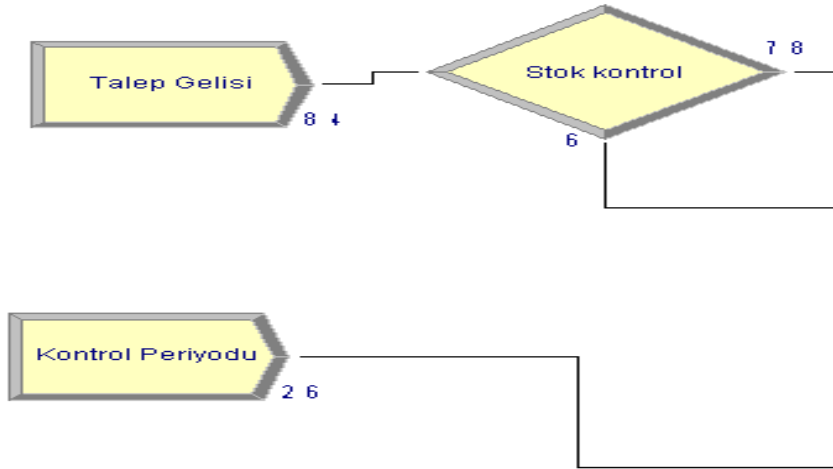
Şekil 4.16'da yakıt filtresi parçası için önerilen politikanın benzetim sonuçları gösterilmektedir.

##### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsılanamayan_Talep	7.9100	(Insufficient)	0	6.0000
saat	1,171.92	(Insufficient)	0	2,376.00
Siparis_Miktari	4.0000	(Insufficient)	0	4.0000
Stok_Seviyesi	13.5100	(Insufficient)	0	25.0000

##### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.9048



Şekil 4.16: Yakıt filtresi parçası için önerilen politika benzetim sonuçları.

Müşteri hizmet düzeyinin 0,904 olduğu gözlenmektedir. Bu ürün için gelen 84 adet talebin 78 tanesi karşılanmış durumdadır. Karşılanamayan talep miktarı ise sadece 6 tanedir. Bu talebi karşılayabilmek için dönem sonunda şirketin elinde 25 adet stok kalmış olduğu görülmektedir.

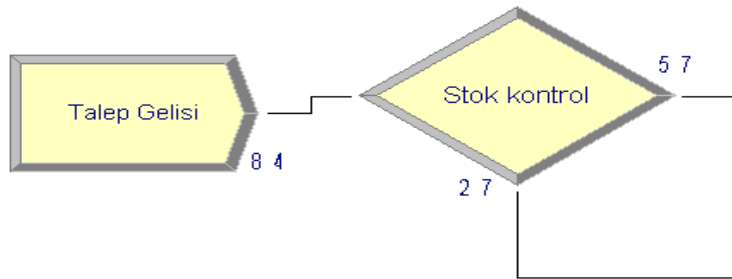
Şekil 4.17’de yakıt filtresi parçası için kullanılan politikanın benzetim sonuçları gösterilmektedir.

### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsilanamayan_Talep	15.9300	(Insufficient)	0	27.0000
S_Seviyesi	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
saat	1,171.92	(Insufficient)	0	2,376.00
Siparis_Miktari	1.3000	(Insufficient)	0	3.0000
Stok_Seviyesi	1.7833	(Insufficient)	0	5.0000

### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.6071



Şekil 4.17: Yakıt filtresi parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları.

Bu sonuçlarda müşteri hizmet düzeyinin önerilen modeldeki değerden daha düşük olduğu gözlenmektedir. Gerçekleşen 84 adet talebin 27 tanesi karşılanamamış olarak görülmektedir.

Tablo 4.4’de yakıt filtresi parçası için önerilen ve kullanılan politikaların maliyet açısından karşılaştırılmıştır.

**Tablo 4.8:** Yakıt filtresi parçası için maliyet hesabı.

	Sipariş Sayısı	Stok Seviyesi	Bekletilen Talep	Yaklaşık Maliyet
Kullanılan Model	26	5	27	2950
Önerilen Model	29	25	6	1850

Sipariş sayısı modelde maliyet açısından önemsiz gibi görülsede, gerçek hayatta daha az sipariş sayısının olması toplam durumda tercih edilecek bir durumdur. Parça başına düşen uçak kargosu maliyeti ortalama 100 TL olarak alınabileceği varsayılmıştır.

Modeller için yaklaşık bir maliyet hesaplaması:

Maliyet = stok seviyesi\*parça maliyeti + bekletilen talep\*parça başına düşen uçak kargosu maliyeti

Benzetim sonuçları değerlendirildiğinde önerilen modelin maliyetinin kullanılan modelin maliyetinden daha düşük olduğu gözlemlenmektedir.

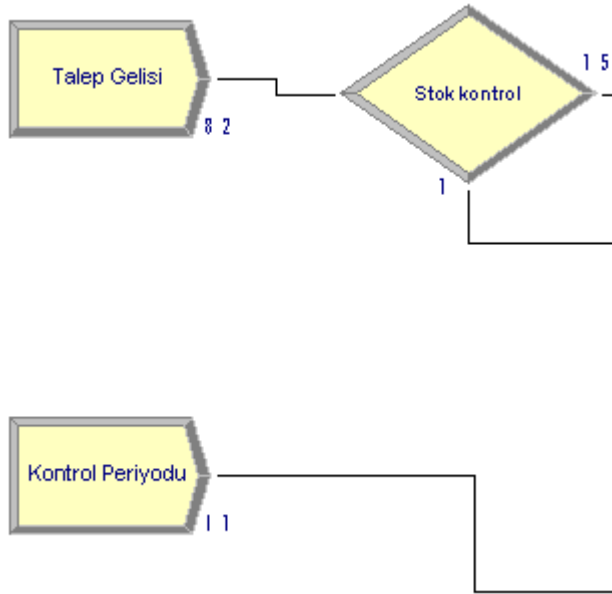
Şekil 4.18’de hava filtresi toz kabı parçası için önerilen politikanın benzetim sonuçları gösterilmektedir.

### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsilanamayan_Talep saat	6.8600	(Insufficient)	0	7.0000
Siparis_Miktari	1,172.40	(Insufficient)	0	2,352.00
Stok_Seviyesi	6.0000	(Insufficient)	0	6.0000
	14.1300	(Insufficient)	0	29.0000

### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.8902



Şekil 4.18: Hava filtresi toz kabı parçası için önerilen politika benzetim sonuçları.



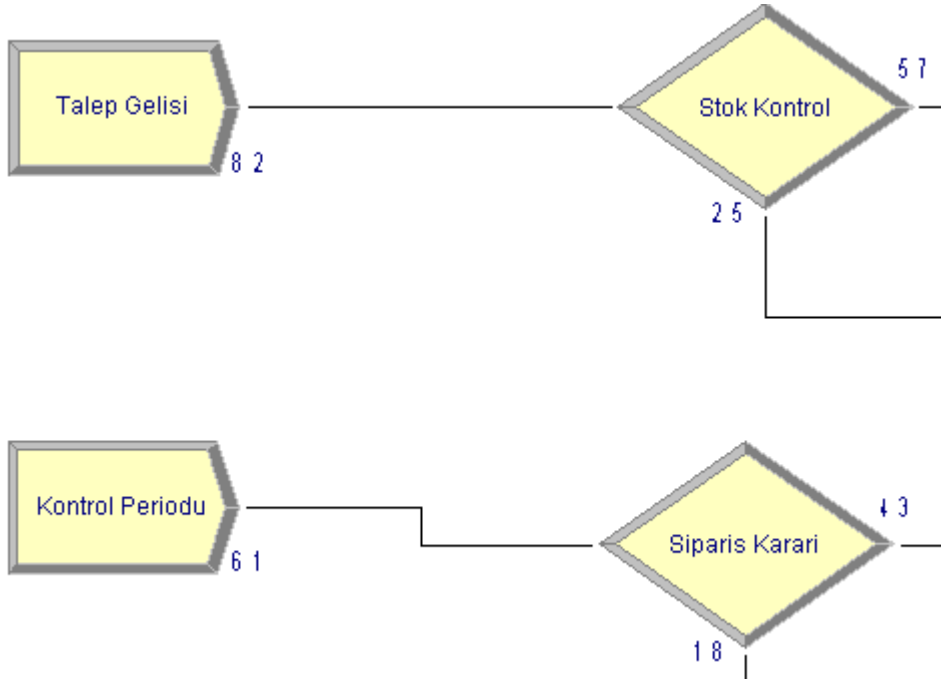
Şekil 4.19’da hava filtresi toz kabı parçası için kullanılan politikanın benzetim sonuçları gösterilmektedir.

### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsilanamayan_Talep	15.3400	(Insufficient)	0	25.0000
S_Seviyesi	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
saat	1,172.40	(Insufficient)	0	2,352.00
Siparis_Miktari	1.3167	(Insufficient)	0	3.0000
Stok_Seviyesi	1.6767	(Insufficient)	0	5.0000

### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.6829



Şekil 4.19: Hava filtresi toz kabı parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları.

Tablo 4.9’da hava filtresi parçası için önerilen ve kullanılan politikaların maliyet açısından karşılaştırılması yapılmaktadır.

**Tablo 4.9:** Hava filtresi parçası için maliyet hesabı.

	Sipariş Sayısı	Stok Seviyesi	Bekletilen Talep	Yaklaşık Maliyet
Kullanılan Model	43	5	25	2550
Önerilen Model	11	29	7	990

Modeller için yaklaşık bir maliyet hesaplaması:

Maliyet = stok seviyesi\*parça maliyeti + bekletilen talep\*parça başına düşen uçak kargosu maliyeti

Şeklindedir.

Kullanılan modelde sipariş sayısı 43, stok seviyesi 5 ve bekletilen talep 25 iken yaklaşık maliyet ise 2550 TL değerini almıştır.

Önerilen modelde sipariş sayısı 11, stok seviyesi 29 ve bekletilen talep 7 iken yaklaşık maliyet ise 990 TL’dir.

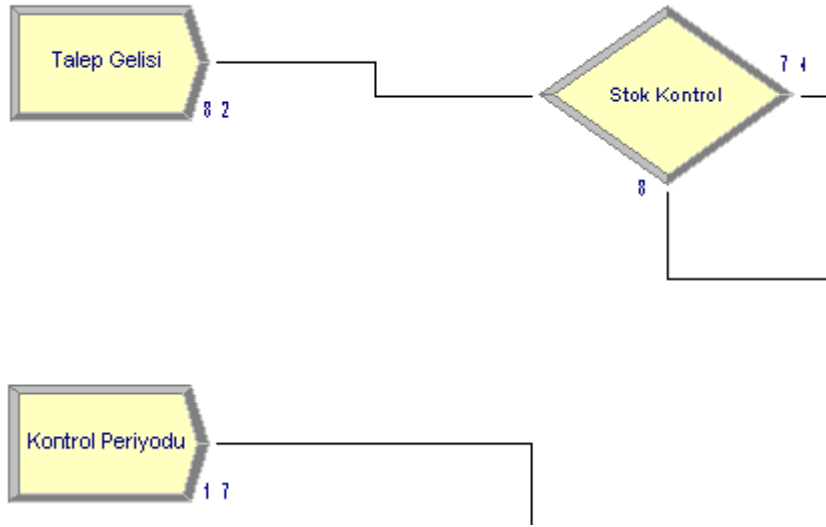
Şekil 4.20’de manifold conta parçası için önerilen politika benzetim sonuçları gösterilmektedir.

### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsılanamayan_Talep	7.7000	(Insufficient)	0	8.0000
saat	1,172.16	(Insufficient)	0	2,400.00
Siparis_Miktari	5.0000	(Insufficient)	0	5.0000
Stok_Seviyesi	7.9800	(Insufficient)	0	16.0000

### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.8780



Şekil 4.20: Manifold conta parçası için önerilen politika benzetim sonuçları.

Müşteri hizmet düzeyi 0,8780 değerini almaktadır.

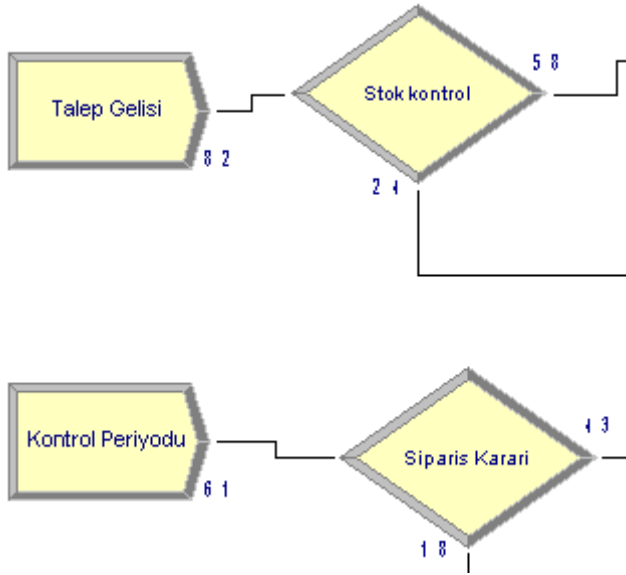
Şekil 4.21'de manifold conta parçası için kullanılan politikanın benzetim sonuçları gösterilmektedir.

### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsilanamayan_Talep	13.7700	(Insufficient)	0	24.0000
S_Seviyesi	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
saat	1,172.16	(Insufficient)	0	2,400.00
Siparis_Miktari	1.3000	(Insufficient)	0	3.0000
Stok_Seviyesi	1.7033	(Insufficient)	0	5.0000

### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.7073



Şekil 4.21: Manifold conta parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları.

Bu ürün için kullanılan model ile müşteri hizmet düzeyinin 0,7073 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.10'da manifold conta parçası için önerilen ve kullanılan politikaların maliyet açısından karşılaştırılması yapılmaktadır.

**Tablo 4.10:** Manifold Conta parçası için maliyet hesabı.

	Sipariş Sayısı	Stok Seviyesi	Bekletilen Talep	Yaklaşık Maliyet
Kullanılan Model	43	5	24	2410
Önerilen Model	17	8	16	1680

Sipariş sayısı modelde maliyet açısından önemsiz gibi görülse de, gerçek hayatta daha az sipariş sayısının olması toplam durumda tercih edilecek bir durumdur. Kullanılan modelde 25 defa daha fazla sipariş verilmiş durumdadır.

Modeller için yaklaşık bir maliyet hesaplaması:

Maliyet = stok seviyesi\*parça maliyeti + bekletilen talep\*parça başına düşen uçak kargosu maliyeti

Kullanılan modelde sipariş sayısı 43, stok seviyesi 5 ve bekletilen talep 24 iken yaklaşık maliyet ise 2410 TL değerini almıştır.

Önerilen modelde sipariş sayısı 17, stok seviyesi 8 ve bekletilen talep 16 iken yaklaşık maliyet ise 1680 TL'dir.

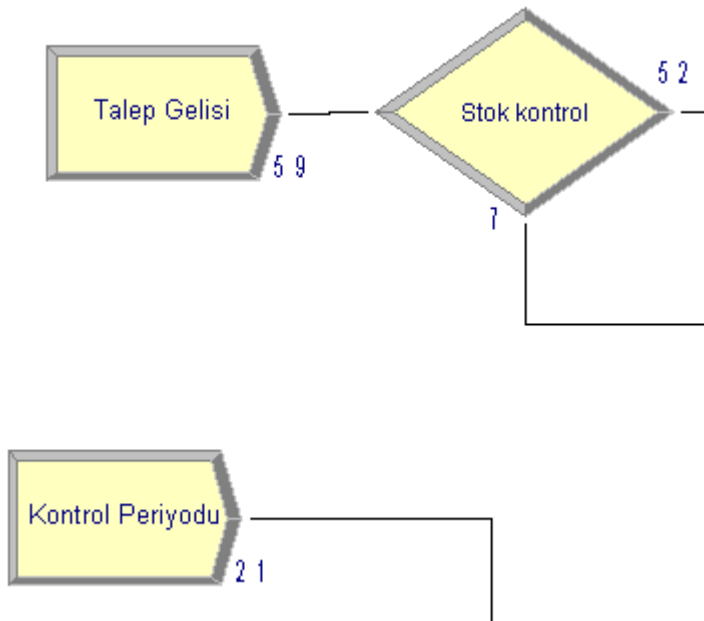
Şekil 4.22'de radyatör destek sacı parçası için önerilen politikanın benzetim sonuçları gösterilmektedir.

### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsilanamayan_Talep	6.8500	(Insufficient)	0	7.0000
saat	1,166.64	(Insufficient)	0	2,376.00
Siparis_Miktari	5.0000	(Insufficient)	0	5.0000
Stok_Seviyesi	22.4800	(Insufficient)	0	14.0000

### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.8814



Şekil 4.22: Radyatör destek sacı parçası için önerilen politika benzetim sonuçları.

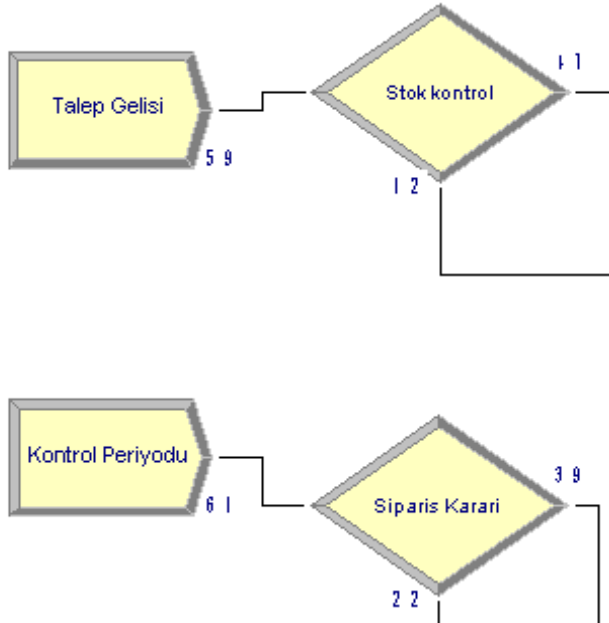
Şekil 4.23'de radyatör destek sacı parçası için kullanılan politikanın benzetim sonuçları gösterilmektedir.

### Time Persistent

Variable	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Karsilanamayan_Talep	8.5500	(Insufficient)	0	12.0000
S_Seviyesi	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
saat	1,166.64	(Insufficient)	0	2,376.00
Siparis_Miktari	1.0667	(Insufficient)	0	3.0000
Stok_Seviyesi	1.9600	(Insufficient)	0	5.0000

### Output

Output	Value
Musteri_Hizmet_Duzeyi	0.7966



Şekil 4.23: Radyatör destek sacı parçası için kullanılan politika benzetim sonuçları.

Tablo 4.11’de hava filtresi parçası için önerilen ve kullanılan politikaların maliyet açısından karşılaştırılması yapılmaktadır.

**Tablo 4.11:** Radyatör destek sacı parçası için maliyet hesabı.

	Sipariş Sayısı	Stok Seviyesi	Bekletilen Talep	Yaklaşık Maliyet
Kullanılan Model	39	5	12	1450
Önerilen Model	21	14	7	1400

Modeller için yaklaşık bir maliyet hesaplaması:

Maliyet = stok seviyesi\*parça maliyeti + bekletilen talep\*parça başına düşen uçak kargosu maliyeti

Kullanılan modelde sipariş sayısı 39, stok seviyesi 5 ve bekletilen talep 12 iken yaklaşık maliyet ise 1450 TL değerini almıştır.

Önerilen modelde sipariş sayısı 21, stok seviyesi 14 ve bekletilen talep 7 iken yaklaşık maliyet ise 1400 TL’dir.



**Tablo 4.12:** Benzetim sonuçları karşılaştırması.

<b>Parça Adı</b>	<b>Kullanılan Modelin Maliyeti</b>	<b>Önerilen Modelin Maliyeti</b>
YAKIT FİLTRESİ	2950	1850
HAVA FİLTRE TOZ KABI	2550	990
MANIFOLD CONTA	2410	1680
KOMPLE FAN	3760	4080
ISI SENSORU	2675	1425
AAC VALFI	2700	1260
KUMANDA PANELİ	2920	1040
FAR KOLU	2950	1175
SAĞ FAR	4025	3000
SOL SİNYAL	2460	1420
SOL SİNYAL	2575	970
BRAKET	2090	968
SENKROMENÇ	2260	820
AMORTİSORST TAKOZ	2350	1620
TAMPONST SACI	2960	1720
ON PANEL ALT SACI SO	5770	4270
HAVALANDIRMA IZGARAS	2850	2560
ÖN ÇAMURLUK SOL	2300	700
ÇAMURLUK DAVLUMBAZI	2340	2160
ON DODIK SOL	3850	4450
ARKA TAMPON SACI	3640	2910
ISITMA ZAMANLAYICI	6920	4220
KOMPRESÖR KAYIŞI	2360	1380
KRANK YAĞ KEÇESİ	1850	2040
EKSANTRİK GERGİSİ	1430	700
MANIFOLD CONTAS	2725	3850
TURBO RADYATÖRÜ	3390	4780
SOGUTMA HORTUMU	6590	5470
KM SAATI KOMPLE	3500	2800
KORNA	3150	2420
ÇAMURLUK SİNYALİ	1590	390
VİTES TELİ	2875	2500
KAPUT KİLİDİ	2180	3820
SİLİNDİR KAPAK CNT	2430	2060

Tablo 4.12 (devam)

Parça Adı	Kullanılan Modelin Maliyeti	Önerilen Modelin Maliyeti
EKSANTRİK ZİNCİRİ GE	3000	2300
TURBO RADYATORU	2920	1480
YAKIT FİLTRESİ	2650	1040
BENZİN POMPASI	3300	2400
EKSOZ ON BORUSU	4520	4500
EMME MANIFOLD CONTA	2600	880
ON PANJUR SAĞ	3070	1715
RADYATOR DESTEK SACI	1450	1400
ÖN ÇAMURLUK SAĞ	2400	2500
MOTOR KAPUTU	2985	2400
KAPUT DAYAMA CUBUGU	2575	790
ALT MUHAFAZA	2300	2060
ARKA DAVLUMBAZ	2660	2120
STOP ALT BAKALITI	2200	1140
ARKA PACALIK SOL	2880	1160
ON KAPI CAM KRIKOSU	2920	1020
ON KAPI BANTI SAĞ	2625	1300
ARKA KELEBEK CAMI	2925	1300
ARKA YAN BAKALIT	2520	2680
ARKA CAM	3375	3025
BAGAJ ACMA KOLU	2920	1440
ARKA CAMURLUK SACI SOL	2700	1640
KAPI ARMASI	2340	1120
ARKA DODIK FITİLİ	1600	940
DIS DİKİZ AYNASI SAĞ	1835	2050
DIŞ DİKİZ AYNA CAMI	2275	1510
DIS DİKİZ AYNA CAMI	1749	1480
AYNA KAPAGI	1470	710
AIR BAG	3250	2150
ON AMORTİSOR SOL	2825	2290
JANT	2850	3050
ON FREN BALATASI	1680	1460
ROT BASI	2020	2380
ON AMORTİSOR SAĞ	1690	1500

Tablo 4.12 (devam)

Parça Adı	Kullanılan Modelin Maliyeti	Önerilen Modelin Maliyeti
ON AMORTISOR SOL	1970	1200
ARKA ÇAMURLUK	2460	1420
ÖN KAPI SAĞ	2150	2400
KAPI SACI SOL ON	2740	1070
ARKA KAPI SOL	3350	2550
ARKA CAM	3100	2780
ARKA CAMURLUK SACI	2980	1310
DIS DIKİZ AYNA SAG	3040	1580
BE044 AKU	2760	3300
ONKORUMANEMRUT	2145	790
ARKA KORUMA T31	2700	1440
KASA ROL BARI ASTARLI	2500	2300
PASPAS	2300	950
TAKIM CONTA	2050	660
SİLİNDİR KAPAGI	2880	1160
MOTOR TRAVERSİ	3280	2580
SEGMAN TAKIMI	2825	2420
SEGMAN TAKIMI	2525	1600
KAPAK CONTA	1872	808
POMPA DISLISI	2550	550
EKSANTRİK GERGİSİ	3000	2000
EKSANTRİK ZİNCİRİ	2825	2290
KULBUTOR CONTASI	2324	912
ON KAPAK	1600	940
MANIFOLD CONTAS	1421	670
SU BORUSU	2300	1640
YAG POMPASI	1960	1920
CONTA SOĞUTUCU	1515	795
HAVA FİLTRESİ	2900	1240
HAVA FİLTRE TOZ KABI	2600	1120
MAZOT POMPASI	2670	2670
BENZİN DEPO KAPAĞI	1590	980

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, az satan ürünler için tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımlarını belirleyerek doğru sipariş yönetim politikası oluşturulup riske maruz değer yaklaşımı ile her ürünün toplam kazancını en büyükmek üzerine kurulmuştur. Şirket içerisinde kullanılmakta olan sipariş politikası ve matematiksel model sonucunda önerilen stok yönetim modeli karşılaştırılmıştır. Önerilen stok yönetim modelinin kullanılan modelden daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Tez çalışmasında tüm ürünler irdelenip analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda belirlenen ürünlerin talep dağılımları Bootstrap yöntemi ile tespit edilmiştir. Daha sonra ise talep dağılımları belirlenen ürünler için risk faktörünün gözetildiği bir matematiksel model yardımı ile yeni bir stok yönetim politikası geliştirilmiştir. Şirketin kullandığı stok yönetim politikası ile önerilen politika karşılaştırılmıştır.

Az satan ürünler belirlenirken şirket için maliyet açısından en fazla zararı veren parçalar ön planda tutulmuştur. Yaklaşık olarak 300 adet parça içerisinde en önemli görülen 100 adet parça alınıp tezin içeriğine katılmıştır. Yapılan araştırmada şirketin bu 100 ürünün hepsinde dönem sonunda zarar ettiği tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi elde fazla ürün tutulması veya şirkete gelen müşterilerin taleplerinin sağlanamamasıdır. Bununla birlikte müşteri talepleri sağlanamadığında ürünlerin en kısa sürede tedarik edilmesi için uçak kargosunu kullanmak zorunda kalınmasıdır.

Az satan ve satış frekansı düşük olan ürünlerin taleplerinin tahmin edilmesi için basit talep tahmini yöntemlerinin yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Talep özellikleri buna benzer olan ürünler için “Bootstrap yöntemi” ile talep tahmini yapılmasının daha doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmada önerilen stok yönetimi politikası ile şirket için maddi kayıplara sebep olan tüm ürünlerden kazanç elde edildiği tespit edilmiştir.

Literatür taraması sonucunda az satan ürünlerin stok yönetim politikasını riske maruz değer yaklaşımıyla ele alan bir proje bulunmadığından, bu tezin stok yönetimi konusunda literatüre yeni bir kazanım getirdiği düşünülmektedir.

İleriki çalışmalarda tez çalışmasının varsayımlarından biri olan her dönem sonunda sabit olarak tükenen raf ömrü değiştirilip, her bir ürün için değişken raf ömrü ile yeni bir matematiksel model kurularak yeni bir yaklaşım daha getirilebilir.

Az satan ve satış frekansı düşük olan ürünlerin tedarik süresi boyunca oluşan taleplerinin Poisson Dağılıma uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. İleriki çalışmalarda değişken raf ömürlerinin yanında tedarik süresi boyunca oluşan talep dağılımlarının farklı dağılımlara uygunluk göstermesi durumunda farklı bir matematiksel kurularak stok yönetimi konusunda literatüre yeni bir yaklaşım kazandırılabilir.

Tez çalışmasının uygulamasının yapıldığı şirketin stok kontrolü kesikli zaman içerisinde yapılmaktadır. İleriki yapılacak olan çalışmalarda sürekli zaman içerisinde stok miktarını kontrol eden bir sistem olduğunda satış frekansı düşük ve az satılan ürünler için stok yönetim politikasını belirleyen yeni bir çalışma yapılabilir.

**KAYNAKLAR**

- Arrow, K., T. Harris, J. Marschak, 1951, Optimal inventory policy, *Econometrics*, 19, 250-272.
- Baumol, W.J., 1963, An expected gain confidence limit criterion for portfolio selection, *Management Science*, 10, 174-182.
- Bellman, R., Glicksberg, I., Scarf, H., 1958, *Studies in the mathematical theory of inventory and production*, Stanford University, Stanford.
- Bharadwaj, U. Ve diğ., 2011, Risk based optimization of spares inventory management, *Advances in Production Engineering & Management* 6 (2011) 3, 173-184
- Bickel, P.J. ve Freedman, D. 1981, *Some asymptotic theory for the bootstrap*, Ann. Stat. 9,1196-1217.
- Bulfin, R.L. ve D. Sipper, 1998, *Production planning, control and integration*, McGraw-Hill, New York, ISBN: 0-07-115843-X.
- Douglas, E.J., 1946, *Managerial economics:Analysis and Strategy*, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Edgeworth, F., 1888, The mathematical theory of banking, *Journal of royal statistical society*, 113-127.
- Efron, B. ve R. Tibshirani, 1993, *An introduction to the Bootstrap*, Chapman and Hall, New York.
- Gallego, G., 1997, *Uncertain demand at salvage value*, Production management, Columbia University, New York.
- Gan, X., Sethi, S.P., Yan, H., 2004. *Coordination of supply chains with riskaverse agents*. Production and Operations Management, 13, 135-149.
- Gotoh, J., Takano, Y., 2007. Newsvendor solutions via conditional value at-risk minimization, *European Journal of Operational Research* 179, 80-96.
- Hahn, G.J., Leucht, A., 2015, A managing inventory systems of slow-moving items, *International Journal of Production Economics*, 170, 543-550.
- Jingyao, G., Guoqing Z., Li, K., 2015, Efficient aircraft spare parts inventory management under demand uncertainty, *Journal of Air Transport Management*, 42, 101-109.

- Kunch, H.R., 1989, *The jackknife and bootstrap for general stationary observations*, Ann. Stat. 17, 1217-1241.
- Eavens, D., 1945, *Diversifications of investments*, Trust and estates, 80, 469-485.
- Liu, R.Y. ve Singh, K., 1992, *Moving block jackknife and bootstrap capture weak dependence*, Exploring the limits of bootstrap, R. Lepage ve L.Billard, Wiley, Newyork.
- Jain, L.C ve J. Malehorn, 2005, *Practical guide to bussiness forecasting*, New York, ISBN: 0932126578
- Lau, H., 1980, The newsboy problem under alternative optimization objectives, *Journal of Operational Research Society* 31, 525-535.
- Lau, A.H., Lau, H., 1988, Maximizing the probability of achieving a target profit in a two-product newsboy problem, *Decision Sciences* 19, 392-408.
- Luciano, E., Peccati, L., Cifarelli, D.M., 2003, VaR as a risk measure for multiperiod static inventory models, *International Journal of Production Economics*, 81-82, 375-384.
- Markowitz, H., 1952, Portfolio selection, *Journal of financial economics*, 22, 335-354.
- Ozler, A., Tan, B., Karaesmen, F., 2009, Multi-product newsvendor problem with value-at-risk considerations, *International Journal of Production Economics*, 117, 244-255.
- Pinçe, Ç., Dekker, R., 2011, An inventory model for slow moving items subject to obsolescence, *European Journal of Operations Research*, 212,83-95.
- Radke, A., M., Tseng, M.M., 2012, A risk management-based approach for inventory planning of engineering-to-order production, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 61, 387-390.
- Roy, A. D., 1952, Safety first and the holding of assests, *Econometrica*, 20, 431-449.
- Sacchi, M.D., 1998, *A bootstrap procedure for high-resolution velocity analysis*, Geophysics, 5, 63.
- Simon, J. L., P. Bruce, 1991, *Resampling: A tool for everyday statistical work*, Chance, 4, 22-32.
- Singh, K., 1981, On Asymptotic accuracy of Efron's bootstrap, *Ann. Stat.* 9, 1187-1195
- Singh, K., 1998, Breakdown theory for bootstrap quamtiles., *Ann. Stat.* 26, 1719-1732.
- Sankarasubramanian, E., Kumarasamy, S., 1983. Optimal ordering quantity to realize a pre-determined level of profit. *Management Science*, 29, 512-514.

- Schweitzer, M.E., Cachon, G.P., 2000. Decision bias in the newsvendor problem with a known demand distribution: experimental evidence. *Management Science* 46, 404-420.
- Xue, W., Ma, L., Shen, H., 2015, Optimal inventory and hedging decisions with CVaR consideration, *International Journal of Production Economics*, 162, 70-82.
- Zhou, Y.-J., Chen, X.-H., Wang, Z.-R., 2008, Optimal ordering quantities for multi-products with stochastic demand: Return-CVaR model, *International Journal of Production Economics*, 112, 782-795.
- Zipkin, P., 2000, *Foundations of inventory management*, McGraw-Hill/Irwin, New York.



**EKLER****EK 1. MATEMATİKSEL MODEL KODU**

```

clear;
fiyat=[100,30,5,600,200,80,50,75,400,200,30,30,35,100,150,200,180,40,120,500,300,7
00,75,100,20,200,260,400,250,100,50,200,260,400,250,100,50,200,400,50,180,250,200
,400,45,80,120,100,90,100,70,250,180,300,125,90,95,60,300,100,100,75,400,180,400,1
70,200,200,200,250,400,100,400,300,120,150,200,120,120,200,70,25,100,200,180,180,
25,40,120,130,30,70,25,90,160,150,260,70,350,170];

malijet=[50,10,2,420,75,40,20,25,125,80,15,18,20,70,80,145,70,20,60,270,210,490,30,
70,10,125,190,310,200,70,10,125,190,310,200,70,30,100,280,20,45,50,100,150,15,60,7
0,40,40,20,25,145,80,175,30,40,20,20,145,35,40,30,150,65,150,60,110,90,90,60,150,30
,150,120,30,40,140,35,40,100,25,10,40,80,65,65,8,10,50,65,12,20,7,40,60,35,80,20,130
,30];

hurda=zeros(1,100);

lambda=[0.888,0.876,0.846,0.825,0.872,0.841,0.859,0.847,0.823,0.871,0.875,0.843,0.8
41,0.834,0.815,0.852,0.861,0.856,0.847,0.835,0.852,0.814,0.796,0.819,0.776,0.782,0.7
53,0.791,0.77,0.759,0.763,0.782,0.760,0.732,0.729,0.746,0.763,0.729,0.741,0.73,0.698,
0.659,0.732,0.724,0.714,0.675,0.663,0.690,0.701,0.684,0.660,0.731,0.718,0.671,0.689,
0.734,0.709,0.665,0.658,0.661,0.730,0.677,0.714,0.589,0.504,0.54,0.524,0.514,0.504,0.
518,0.498,0.524,0.486,0.49,0.477,0.529,0.508,0.511,0.505,0.508,0.521,0.471,0.46,0.47
5,0.484,0.468,0.465,0.476,0.462,0.430,0.415,0.481,0.460,0.471,0.45,0.443,0.432,0.451,
0.449,0.48];
f=zeros(100,10000);
z=zeros(100,10000);
x=zeros(4,100);
kazanc=zeros(100,10000);
count=1;
q=zeros(100,10000);
q1=zeros(100,10000);

for j=1:100
    for n=1:1:6

        for i=0:0.1:0.5

            q1(j,count)=(( poissinv(i,n*lambda(j)).*fiyat(j))./malijet(j));
            q=round(q1);
            if(q(j,count)==0)
                profit(j,count)=0;
            else

```

```

kazanc(j,count)=(fiyat(j)-maliyet(j)).*q(j,count)-((fiyat(j)-
hurda(j)).*q(j,count).*(poisscdf(q(j,count),1)))+((fiyat(j)-hurda(j)).*(n*lambda(j)));
end
f(j,count)=i;

kazanc(j,count);
count=count+1;
z(j,count)=n;
    end
    end
    count=1;
end
for i=1:size(kazanc,1)
    for ii=1:size(kazanc,2)
x(1,i)=max(kazanc (i,:));
        for j=2:4
            if x(1,i)==kazanc(i,ii)
                x(2,i)=q(i,ii);
                x(3,i)=f(i,ii);
                x(4,i)=z(i,ii);
            end
        end
    end
end
end
display(x);

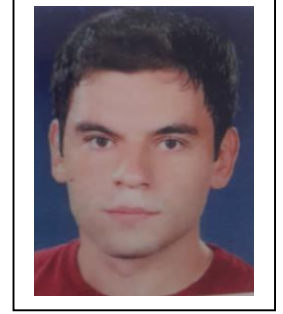
ba=zeros(1,96);
for j=1:size(profit,1)
    for u=1:size(profit,2)
        if x(1,j)==profit(j,u);
            ba(j)=u;
        end
    end
end
end

for i=1:2

    figure(i),plot(q(i,:),kazanc(i,:));

end

```

**ÖZGEÇMİŞ****Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı	Engin BAYTÜRK
Uyruğu	T.C
Doğum tarihi, Yeri	27.06.1990 / Çorlu
Telefon	+905078314239
E-mail	enginbayturk@hotmail.com

**Eğitim**

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı/ Endüstri Mühendisliği Programı	2016
Lisans	İstanbul Kültür Üniversitesi	2012
Lise	Bursa Nilüfer Koleji	2007