



**UZUN TEDARİK SÜRESİ ALTINDA ENVANTER  
MODELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN  
BİR ENDÜSTRİYEL UYGULAMA:  
KONVEYÖR İMALATI ÖRNEĞİ**

**Hande KIRIŞ**

**Yüksek Lisans Tezi  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Doç. Dr. Burak ERKAYMAN  
2019  
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**UZUN TEDARİK SÜRESİ ALTINDA ENVANTER  
MODELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN BİR  
ENDÜSTRİYEL UYGULAMA: KONVEYÖR İMALATI ÖRNEĞİ**

**Hande KIRIŞ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ERZURUM  
2019**

**Her hakkı saklıdır**






T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

UZUN TEDARİK SÜRESİ ALTINDA ENVANTER MODELLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN BİR ENDÜSTRİYEL UYGULAMA:  
KONVEYÖR İMALATI ÖRNEĞİ

Doç. Dr. Burak ERKAYMAN danışmanlığında, Hande KIRIŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 23/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı – Yöneylem Araştırması Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği/oy çokluğu (3./0.) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Burak ERKAYMAN   
Üye : Doç. Dr. Muhammed Emre KESKİN   
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Çağatay TEKE 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 26./12/2019 tarih ve ..50./...41.... nolu kararı ile onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Mehmet KARAKAN  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### UZUN TEDARİK SÜRESİ ALTINDA ENVANTER MODELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN BİR ENDÜSTRİYEL UYGULAMA: KONVEYÖR İMALATI ÖRNEĞİ

Hande KIRIŞ

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Burak ERKAYMAN

Envanter yönetimi stok maliyetlerini arttırmadan en uygun üretim planını hazırlayarak talebin zamanında karşılanmasını sağlayan bir süreçtir. Tedarik zinciri hammaddelerin mamullere dönüştürülerek son kullanıcıya ulaştırıldığı karmaşık sistemlerdir. Tedarik zinciri yönetimi bilgilerin veya malzemelerin müşteriler ve tedarikçileri arasında karşılıklı etkileşimidir. İyi yönetilen bir tedarik zincirinde maliyetleri düşürmek ve talepte olan belirsizlikleri ortadan kaldırmak mümkündür. Bu çalışmada envanter kontrol modelleri kullanılarak optimal stok ve sipariş miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. İşletme işleyişinde herhangi bir envanter politikası uygulanmamaktadır. Stok maliyetlerini azaltmak için uygun envanter politikası belirlenmiştir. Bu amaçla dört yıllık talep değerlerinin dağılımları ARENA paket programındaki Input Analyzer komutu kullanılarak bulunmaya çalışılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Envanter kontrol yöntemlerinden ABC Analizi kullanılarak verilerin gruplandırılması yapılmış ve A grubu stok kalemleri için çalışmaya devam edilmiştir. Daha sonra envanter modelleri oluşturulmuştur. Bu sayede ekonomik sipariş miktarları ve emniyet stokları verilerine ulaşılmıştır. Kullanılan stokastik envanter kontrol modeliyle gerçek zamanlı sonuçlar elde edilmiştir ve işletmeye gelecekte sağlayacağı katkılar çalışmada tartışılmıştır.

**2019, 81 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Envanter, Envanter Yönetimi, Tedarik Zinciri, Envanter Maliyetleri

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **AN INDUSTRIAL APPLICATION FOR EVALUATION OF INVENTORY MODELS UNDER LONG TERM LEAD TIME: SAMPLE STUDY OF CONVEYOR PRODUCTION**

Hande KIRIŞ

Atatürk University  
Faculty of Engineering  
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Burak ERKAYMAN

Inventory management is a process that ensures that the demand is met on time by preparing the most appropriate production plan without increasing inventory costs. Supply chain is a complex system in which raw materials are converted to products and services then delivered to end users. Supply chain management is interaction of information or materials between customers and suppliers. In a well-managed supply chain, it is possible to reduce costs and eliminate uncertainties in demand. In this study, it is aimed to determine optimal inventory and order quantity by using inventory control models. There is no inventory policy applicable in existing process of the enterprise. Appropriate inventory policy has been determined in order to reduce inventory costs. For this purpose, the distributions of the four-year demand values were tried to be determined by using the Input Analyzer command in the ARENA package program. It was observed that the data conform to normal distribution. Datas were grouped by using ABC Analysis, is one of the inventory control methods and study was continued for group A inventory. Then, inventory models were created. Thus, economic order quantities and safety stocks data were obtained. Real time results were obtained with the stochastic inventory control model used and the future contributions to he enterprise were discussed in the study.

**2019, 81 pages**

**Keywords:** Inventory, Inventory Management, Supply Chain, Inventory Costs

## TEŞEKKÜR

Tez alıőmamda sahip olduğu deneyim ve bilgi birikimiyle beni teővik eden, bu sũrete fikirleriyle beni yœnlendiren değerli tez danıőmanım Sayın Doç. Dr. Burak ERKAYMAN'a en bũyœk teőekkũrlerimi sunarım.

Hayatım her anında yanımnda oldukları gibi bu tez çalıőmam da ilgi ve desteklerini esirgemeyen değerli aileme ve eőime en içten teőekkũrlerimi sunarım.

**Hande KIRIŞ**

**Aralık, 2019**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>9</b>
3.1. Envanter Kavramı.....	9
3.1.1. Envanter Türleri.....	9
3.1.2. Envanter Modellerinde Kullanılan Maliyetler.....	10
3.2. Envanter Modellerinin Sınıflandırılması.....	10
3.2.1. Deterministik envanter modelleri.....	11
3.2.1.a. Deterministik envanter modelinin genel yapısı.....	11
3.2.1.b. Temel ekonomik sipariş miktarı modeli.....	12
3.2.1.c. Ekonomik üretim miktarı modeli.....	14
3.2.1.d. Miktar indirimli envanter modeli.....	15
3.2.1.e. Planlı stoksuzluk ekonomik sipariş miktarı modeli.....	16
3.2.2. Stokastik envanter modelleri.....	17
3.2.2.a. Stokastik envanter modelinin genel yapısı.....	17
3.2.2.b. Stokastik envanter modellerinde yeniden sipariş noktasının hesaplanması..	18
3.2.2.c. Stokastik envanter modellerinde uygulanan sipariş verme sistemleri.....	19
3.2.2.d. Talebin ve tedarik süresinin değişken olma durumlarına göre stokastik envanter modelleri.....	20
3.3. Envanter Kontrol ile İlgili Çeşitli Yöntemler.....	25
3.3.1. Gözle kontrol yöntemi.....	26
3.3.2. ABC analizi.....	26
3.3.3. Sürekli gözden geçirilen sistem (Sabit miktar yönetimi)-Q sistemi.....	29
3.3.4. Periyodik gözden geçirilen sistem (Sabit aralık yöntemi)-P sistemi.....	29

3.3.5. Maksimum-minimum yöntemi .....	29
3.4. İşletme Açısından Envanter Yönetiminin Önemi .....	30
3.5. Tedarik Zincirinde Envanter Yönetiminin Yeri .....	31
3.5.1. Tedarik Zinciri Kavramı.....	31
3.5.2. Tedarik zincirinin temel fonksiyonları .....	32
3.5.2.a. Talep ve sipariş yönetimi.....	32
3.5.2.b. Satın-alma.....	32
3.5.2.c. Planlama .....	32
3.5.2.d. Envanter yönetimi .....	33
3.5.2.e. Depo yönetimi .....	33
3.5.2.f. Sevkiyat.....	33
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>34</b>
4.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi .....	34
4.2. İşletmede ABC Analizi Uygulaması .....	34
4.3. Dağılımın Belirlenmesi .....	38
4.4. İşletmede Stok Maliyetlerinin Belirlenmesi .....	49
4.5. Ekonomik Sipariş Miktarının Hesaplanması.....	50
4.6. Q Sistemi ile Emniyet Stoku ve Servis Düzeyinin Belirlenmesi .....	50
4.7. Q Sistemi ile Toplam Maliyet ve Yıllık Sipariş Döngüsünün Belirlenmesi .....	51
4.8. Q Sistemi ile Toplam Maliyet ve Yıllık Sipariş Döngüsünün Belirlenmesi .....	52
4.8. P Sistemi ile Siparişler Arası Sürenin ve Emniyet Stokunun Belirlenmesi .....	53
4.9. P Sistemi ile Sipariş Miktarının ve Yeniden Sipariş Noktasının Belirlenmesi ...	54
4.10. P Sistemi ile Toplam Maliyet ve Yıllık Sipariş Döngüsünün Belirlenmesi.....	55
4.11. Uygulamadan Elde Edilen Veriler .....	56
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>59</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>61</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>64</b>
EK 1.....	64
EK 2.....	66
EK 3.....	68
EK 4.....	70
EK 5.....	72



EK 6.....	74
EK 7.....	76
EK 8.....	78
EK 9.....	80
ÖZGEÇMİŞ .....	82



## KISALTMALAR DİZİNİ

ESM	Ekonomik Sipariş Miktarı
EÜM	Ekonomik Üretim Miktarı
SİM	Sipariş Miktarı
MİP	Malzeme İhtiyaç Planlaması
SS	Emniyet Stoğu
TZ	Tedarik Zinciri
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
TM	Toplam Maliyet
ÜSS	Üst Stok Seviyesi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Yeniden sipariş noktası.....	12
Şekil 3.2. Ekonomik sipariş miktarı modelinin envanter yapısı .....	13
Şekil 3.3. Ekonomik sipariş miktarı modelinin envanter yapısı .....	13
Şekil 3.4. Ekonomik üretim miktarı modeli için envanter dönemi.....	15
Şekil 3.5. Planlı stoksuzluk ESM modeli için envanter yapısı .....	17
Şekil 3.6. Stokastik stok modellerinin alternatif durumları .....	20
Şekil 3.7. ABC eğrisi .....	28
Şekil 3.8. Maksimum-minimum yöntemi .....	30
Şekil 4.1. Zincir A2052Hp (150-01-0460) için normallik testi .....	39
Şekil 4.2. Dilinmiş Rulo Sac 6222kl.71,9x3 mm (150-01-0886) için normallik testi...40	
Şekil 4.3. Sac St 37 (3 mm) (150-01-0509) için normallik testi.....	41
Şekil 4.4. Redüktör (60 gövde Varvel) (150-01-1429) için normallik testi .....	42
Şekil 4.5. Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec) (150-01-1412) için normallik testi .....	43
Şekil 4.6. Sac 6222kl. (3 mm) (150-01-1221) için normallik testi.....	44
Şekil 4.7. Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec) (150-01-1856) için normallik testi .....	46
Şekil 4.8. Elektrik motoru (0,55kw 900d/dk) (150-01-2217) için normallik testi.....	47
Şekil 4.9. Zincir A2052 (150-01-0459) için normallik testi .....	48

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> ABC analizi verileri .....	27
<b>Çizelge 3.2.</b> ABC analizi sonuçları .....	27
<b>Çizelge 4.1.</b> ABC analizi verileri .....	34
<b>Çizelge 4.2.</b> ABC analizi .....	36
<b>Çizelge 4.3.</b> Stok maliyetleri .....	49
<b>Çizelge 4.4.</b> A grubu stok kalemlerine ait Q, SS, TM, N, t, R ve servis düzeyleri.....	53
<b>Çizelge 4.5.</b> A grubu stok kalemlerine ait SİM, SS, TM, t, R ve servis düzeyleri .....	56



## 1. GİRİŞ

İşletmeler dünya pazarında varlığını devam ettirebilmek için gelişen ve değişen zorlu piyasa koşullarına uyum sağlamak zorunda kalmışlardır. Özellikle orta ve küçük boyuttaki işletmeler her geçen gün maliyetlerini minimize ederek karlılığını maksimum seviyede tutmak için yeni yöntemler bulup uygulamak zorundadır. Bu koşullarda ellerinde bulunan malzeme stoklarının planlamasının doğru şekilde yapılması yeterli derecede öneme sahiptir.

Envanter, üretim sistemlerinde üretime dolaylı ve dolaysız olarak katılan tüm fiziksel varlıklardır. Envanter yönetimi, sipariş edilmesi sonrası gelen malzemelerin satın alma aşamasıyla başlayıp ve depolara gelmesinden, müşteriye mamul olarak ulaşmasına kadar olan bütün süreçleri kapsar. Doğru ve etkili bir envanter yönetimi için, işletmenin bulundurması gereken stoklara en uygun olan kontrol sisteminin seçilmesi gerekmektedir. Envanter kontrol yönetimi, işletmelerin üretimini sürekli kılmak için elinde ne kadar ürün bulunduracağını belirlemesi ve ileriye dönük planlaması anlamına gelir. İşletmelerin envanter kontrolü yapma çeşitleri değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada envanter kontrol yöntemlerinden ABC Envanter yönetimi kullanılmıştır. Envanter kontrolü günümüz işletmelerini pek yakından ilgilendiği konulardandır. Genel olarak envanter kontrol modelleri deterministik ve stokastik olmak üzere ikiye ayrılır. Deterministik modellerde talebin bilindiği varsayımı kabul edilir ve ekonomik sipariş miktarı modeliyle istenenler elde edilir. Oysa stokastik envanter modellerinde talep kesin olarak bilinmemektedir ve olasılık dağılımlarıyla belirlenebilmektedir. Gerçek yaşamda da sıklıkla rastlanıldığı gibi bu çalışmada da stokastik envanter modeli uygulanmıştır. Envanter yönetiminde hedeflenen işletmenin karını maksimum seviyeye taşıyacak tüm envanter maliyetlerini en aza indirecek faaliyetleri belirlemek ve uygulamaktır.

Tedarik zinciri mal ve hizmetlerin tedarik sürecinde başlayıp üretim aşamasıyla devam edip son tüketiciye ulaşana kadar tüm süreçleri kapsayan halkalar bütünüdür. İş akışları açısından bakıldığında satış, üretim süreci, envanter planlaması, lojistik, tedarik, müşteri

ilişkileri gibi pek çok alanla ilgilenmektedir. Günümüzde sadece işletmeler arasında rekabet olmamakla birlikte işletmelerin içinde yer aldığı tedarik zincirleri arasında da gerçekleşmektedir. Tedarik zinciri performansını oldukça etkileyen unsurlardan birisi de stokların etkin yönetilmesidir. Etkin envanter yönetimi tedarik zincirinin performansında önemli olan maliyetleri azaltmayı amaçladığı gibi, etkili olmayan bir envanter yönetimi işletmeye ve yer aldığı tedarik zincirine büyük ölçüde zararlar verebilmektedir. İşletmelerin bu amaçlara ulaşmakta kullandığı envanter modelleri mevcuttur. Yapılan çalışmada bir konveyör işletmesinin envanter modeli incelenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, bir konveyör firmasının uzun tedarik süreleri altında optimal stok miktarlarını belirleyerek, envanter yönetiminin başarıyla yönetilmesi için hangi envanter kontrol modelinin kullanılacağını belirlemektir. Belirlenen modelde kullanılan stok kalemlerinin stok seviyesi hangi miktara düştüğünde ne kadar sipariş verilmesi gerektiği ve hangi servis düzeyinde emniyet stoğunun ne kadar olmasının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışması beş aşamaya ayrılarak tamamlanmıştır. Giriş bölümünden sonra ikinci bölümde envanter yönetimi ve envanter kontrol modelleri, tedarik zincirinde envanter yönetimi ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde kullanılan materyal ve yöntemden bahsedilmiştir. Öncelikle envanter ve envanter kontrol modelleri açıklanmıştır. Envanter kontrol modellerinden stokastik ve deterministik envanter modelleri ayrıntılı şekilde ele alınmıştır ve neden stokastik envanter modeli tercih edildiği belirtilmiştir. Dördüncü bölümde ilk olarak çalışmanın konusu tanımlanmıştır. Daha sonra işletmenin stok kalemlerinden en önemli olan 69 stok kaleminin yıllık kullanım miktarları, birim fiyatları ve kullanım değerleri verileri işletmeden alınmıştır. Envanter kontrol yöntemlerinden ABC analizi uygulanarak stok kalemleri önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır. ABC analizi sonrası çıkan sonuçlara göre A grubu stok kalemleri için envanter modeli uygulaması yapılmıştır. Belirlenen 9 adet A grubu stok kalemi için 4 yıllık satış verileri temin edilip ARENA paket programındaki Input Analyzer komutu ile verilerin normal dağılıma uydukları bulunmuştur. Daha sonra Stokastik envanter modellerinden Sabit Sipariş Miktarı Sistemi: Q Sistemi ve Sabit

Zaman Aralıklı Sistem: P Sistemi için uygulama sonuçları elde edilmiştir. Sonuçlar incelenerek işletme için Sabit Sipariş Miktarı Sistemi: Q Sistemi' nin kullanılması önerilmiştir. Bu önerilen model sonucunda emniyet stoğu hesaplanmış ve işletmenin belirlenen periyotlarda vermesi gereken sipariş miktarları sonucuna ulaşılmıştır.

Son bölümde ise, uygulamadan elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Bulunan sonuçlar tartışılmış ve ilerleyen süreçte yapılacak çalışmalar hakkında öneriler sunulmuştur.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Literatürde üretim ve hizmet sektöründe envanter yönetimi ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir:

(Braglia *et al.* 2019) çalışmasında stoklara Sürekli gözden geçirmeli (Q, r) envanter politikası uygulamıştır. Maliyetleri en aza indirmek için tekrarlamalı bir yöntem önerilmiştir. Önerilen modelin etkinliğini incelemek için deneyler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda önerilen modelin geniş bir aralıkta optimal politika sağladığı görülmektedir.

Sayın (2019), üretimi için yurtiçi ve yurtdışından tedarik edilen parçalara ihtiyaç olan bir su arıtma cihazı için envanter modeli oluşturmuştur. Bu çalışmadaki amaç tedarik maliyeti yüksek olan bu parçalar için en uygun envanter planını oluşturarak maliyeti en aza indirmektir. Çalışma da (Q,R) envanter modeli ve hizmet seviyeleri yaklaşımı kullanılarak envanter maliyetleri bulunmuştur.

(Tamjidzad, and Mirmohammadi 2017) çalışmalarında, talebin stokastik ve ayrık olduğu sürekli inceleme kapsamında sınırlı kaynak ve artan miktar indirimi içeren tek maddeli (r, Q) bir modeli incelemişlerdir. Teslim süresinin sabit olduğu ve karışanmayan talebin iade edildiğini varsaymışlardır. Çalışma sonucu, incelenen modelin özellikle tedarikçiler tarafından sunulan birim satın alma fiyatının artan miktar indirimi ile uyumlu olduğunda faydalı olabileceğini göstermiştir.

Geri dönüşümün her alanda önem kazandığı günümüzde bir endüstriyel işletme için Eroğlu(2019) tarafından geri dönüşüm süreci için envanter modeli geliştirilmiştir. Bu modelde geri dönüşümü mümkün olan ürünlerin işlenip tekrardan stoklanabilirliği, geri dönüşümü uygun olmayan ürünlerin ise hurdaya ayrılacağı göz önüne alınmış ve bu koşullara göre Ekonomik Sipariş Miktarı ve Ekonomik Üretim Miktarı hesaplamaları yapılmıştır.



(Maddah and Noueihed 2017) çalışmalarında, sipariş politikasının stok seviyesi sıfıra düştüğünde ve talep meydana geldiğinde aynı tutarın sipariş edilmesi gerektiğini varsayımlardır. Önerilen model, klasik EOQ modelinin varsayımlarını yenilenen stokastik bir süreçten takip ettiğini göz önünde bulundurmıştır. Çalışma sonucu bazen olasılıklı EOQ olarak bilinen EOQ formülünün bir başka biçiminin, klasik EOQ modelindeki talebin yenilemeli stokastik süreçten meydana geldiği varsayılırsa geçerli olabileceğini göstermiştir.

Bal (2012)'a göre başarılı bir şekilde yönetilen tedarik zinciri ile maliyetlerin ve belirsizliklerin azaltılması mümkündür ve bu da çoğu işletmenin arzuladığı bir başarıdır. Tedarik zincirinin başarılı bir şekilde yönetiminde stok kontrolünün payının büyük olduğunu öne süren Bal (2012), çalışmasında oluşturmuş olduğu envanter modeli ile optimalliği amaçlamıştır. Çalışmasında stokastik envanter modelini tercih etmiş ve çözümü için P ve Q sistemlerini kıyaslamıştır. Uygun bulunan Q sistemine göre emniyet stoğu ve yeniden sipariş noktası hesabı yapılmıştır.

Kasap vd (2010) iş makinesinin yenilenmesinde kullanılan önemli yedek parçalar için bir envanter modeli oluşturmuştur. Çözüm yöntemi olarak ABC analizi geliştirilmiş ve sezgisel bir yöntem önerilmiştir. Envanter maliyetlerini asgariye indirmek ve elde bulunmama riskini ortadan kaldırmak için yeniden sipariş noktası ve miktarının stokastik envanter modeli ile belirlendiği bu çalışma sonucunda maliyette %5'lik bir azalma sağlanmıştır.

Kızılboğa (2013)'a göre stoğun fazla miktarda olması atıl kapasite ve gereksiz stok maliyetlerine, az veya hiç olmaması da pahalı üretim ve aksamalara neden olmaktadır. Aradaki bu dengeyi sağlayabilmek için uygun bir stok politikasına ihtiyaç duymuşlardır. Kızılboğa (2013), bu çalışmasında ABC analizini kullanmış ve en ekonomik modeli kurabilmek adına en önem arz eden kalemler üzerinde yoğunlaşmıştır.

(Sun and Zhang 2019), üreticinin bir ürünü bir perakendeciye tedarik ettiği ve teslim süresi talebinin stokastik olduğu entegre bir sistem için sipariş miktarını, sipariş sırasını,

teslimat süresini ve teslimat numarasını optimize ederek birim başına beklenen toplam maliyeti en aza indirmeye çalışmışlardır.

(Das *et al.* 2019) çalışmalarında, stokastik ortamda çok talepli, çok kademeli stok problemi için optimum servis seviyesini, tüm tesislerde en düşük stok maliyetine sahip tüm ürünler için uygun sipariş noktasını belirlemek için stokastik bir model geliştirmişlerdir.

Karahasan ve Aslan (2016) bir çimento fabrikası için hammadde stok kontrolü modeli oluşturmuşlardır. Stokastik stok modeli önerisi yapılan çalışmada önerilen model simülasyon programına aktarılmış ve elde edilen veriler ile işletmenin geçmiş verileri kıyaslanmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre stok yönteminin geleneksel yöntemle kıyaslandığında daha az maliyeti olduğu belirlenmiştir.

Talepteki dalgalanmayı azaltarak tedarik sürecini düzene sokan ve böylelikle stok maliyetlerini düşüren bir model geliştirip öneri getiren Erk (2009), çalışma sonucunda maliyet azalması, verimlilik ve müşteri memnuniyetini elde edilmiştir. Modeldeki önermeler bir firmada uygulanmış ve stok maliyetlerinde gözlemlenen azalma üzerinden model doğrulanmıştır.

Stok yönetiminin, işletmelerin üretim maliyeti öncelikli olmak üzere tüm maliyetler üzerinde büyük önem taşıdığını belirten Zemestani (2016), tedarik zinciri stratejilerinde deterministik ve stokastik modellerinin kullanımını açıklamıştır. Dört farklı tedarik zinciri stratejisi kullanılmış ve Yapısal Eşitlik Modellemesi yöntemi kullanılarak bu stratejiler üzerinde hangi stok kontrol modelinin kullanılabildiğine dair dört farklı model önermiştir.

Özkan (2010) Nedtrain'deki tamir edilebilir parçalar için bir envanter kontrol uygulaması yapmıştır. Bu uygulama çok kademeli ve çok parçalı bir sistem içermektedir ve her bir aşamada farklı bir talep karşılama tekniği vardır. Stokastik

modelin uygun görüldüğü bu çalışmada modeli çözebilmek için sezgisel metod kullanılmıştır.

Değişken pazar yapısına sahip olan havacılık sektöründe maliyeti düşürmek amacıyla envanter modeli oluşturan Yerlioğlu (2016), belirsizliği yüksek görülen ürünlerin talepleri bulanık olarak ele alınmıştır ve çözüm için bulanık doğrusal programlama kullanılmıştır. Önerilen envanter modeli ile şirketin maliyetinde düşüş sağlanmış, aynı zamanda da planlama sürecinde kullanılabilir bir karar destek aracı sunmuştur.

Karahaliloğlu (2018), bir otomotiv firması şirketinin ürün yelpazesi içerisinde hem firma hem de insan güvenliği açısından güven arz eden yüksek maliyetli bir ürün için envanter modeli uygulaması yapmıştır. Çalışmada temin süreleri deterministik ve talepler stokastik olarak alınmıştır ve çalışma sonucunda maliyette azalma sağlandığı belirttiği gibi aynı zamanda üretimdeki dar boğazların da minimize edilmesi başarmıştır.

Yılmaz (2012)' ye göre envanter kontrolünün verimli olması için deterministik yerine olasılıklı talep yapılarının göz önünde bulundurulması önemlidir. Çalışma kapsamında depo ve envanter değişkenleri birleştirilmiş ve toplam maliyeti minimize ederek model çözülmüştür. Sezgisel bir yöntem uygulanmıştır.

(Zhou *et al.* 2013) çalışmalarında, çoklu ürün çok kademeli envanter kontrol modeli oluşturmuşlardır. Oluşturulan modeli çözmek için Genetik Algoritma tarafından tasarlanan bir algoritma kullanmışlardır. Modeli üç farklı sipariş politikasında simüle ederek çalıştırmışlar ve kurulan modelin çok iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

Çalışmalarında Endüstri 4.0'ın önemi vurgulayan (Pires *et al.* 2018), malzeme envanteri, üretim ve nakliye alanlarının planlanması ve kontrolüyle aynı anda başa çıkmak için bir simülasyon tabanlı optimizasyon yaklaşımı önermişlerdir.

Erman (2018), envanter maliyetinin kontrolünü sağlayabilmek adına bir ecza deposunda envanter modeli oluşturmuştur. Envanter modelinde; hareketli ortalama ve Holt

yöntemleriyle yaptığı talep tahmini verilerini kullanmış ve bir matematiksel model oluşturmuştur, çözümü için ise sezgiseller önerilmiştir. Talep tahmininde, regresyon ve Holt yöntemlerinin, tezde önerildiği şekilde geliştirilerek uygulandığında daha az hataya yol açtığı bulgusu elde edilmiştir. Envanter yönetiminde matematik modelin “cplex” çözücüsünde çok kısa sürede problemi optimum çözdüğü bulgusuna ulaşılmıştır.

Literatürde Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir:

(Vizinger and Zerovnik 2019) perakende tedarik zinciri dağıtım akışının koordinasyonu için stokastik talep altında taşımacılık ve depo maliyetlerinin en aza indirilmesi, stok etkilerinin en aza indirilmesi ve müşterinin hizmet seviyesinin en üst düzeye çıkarılması için çok amaçlı bir optimizasyon yaklaşımı önermişlerdir.

Bir şirket uzun vadede hayatta kalmak istiyorsa, tedarik zinciri ve Envanter alanına özen göstermesini gerektiğini vurgulayan (Singh and Verma 2018) çalışmalarında, tedarik zincirindeki envanter yönetimine ve bir işletmedeki envanterle ilgili konulara genel bir bakış sunmuşlardır. Çalışma sonucunda tedarik zinciri yönetimi verimliliğini artırmada kuruluşlar için oldukça yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında envanter yönetimi konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Sonuçlar gereken envanter yönetimi türünün şirketlerin niteliğine göre değiştiğini göstermektedir (Saraçoğlu 2014). Tedarik zincirinde envanter yönetimi ile ilgili malzemeler için çalışmalar bolca bulunmaktadır. Fakat imalat sektöründe özellikle de konveyör sektöründe yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Ayrıca uzun tedarik süresi altında stokta bulundurulması gereken envanter miktarı ve tedarik süresini belirleme çalışması yok denecek kadar azdır. Yapılan çalışma sonrasında envanter maliyetleri düşürülecek, işletme de envanter yönetimi oluşmasında destek sağlayacaktır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Şirketler kendi ihtiyaçları veya müşterilerinin taleplerini karşılamak için ellerinde envanter bulundururlar. Uygulamada, şirketleri envanter bulundurmaya isteklendiren nedenlerin başında; ölçek ekonomileri, belirsizlikler, spekülasyon, değişkenliği azaltma, ulaşım, lojistik ve kontrol maliyetlerinin geldiği görülmektedir (Öztürk 2018).

#### 3.1. Envanter Kavramı

İmalat sürecinde talepte olan belirsizlikleri, ekonomik kısıtlardan dolayı bulundurulması gereken hammadde ve mamullerdir (Özgür 2007). İmalatta üretime dolaylı veya dolaysız olarak katılan tüm fiziksel varlıklar ve mamuller envanter olarak düşünülür (Kobu 2017).

##### 3.1.1. Envanter Türleri

Envanter türlerini imalat ve dağıtıma sağladığı katma değer yönünden ele aldığımızda dört gruba ayırabiliriz (Öztürk 2018)

- **Hammaddeler:** Şirketin genellikle dışardan satın aldığı doğrudan nihai üretimde kullandığı nesnelere, mallara, elemanlara ve kalemlerdir.
- **Bileşenler:** Bileşenler üretim sürecinde henüz tamamlanmamış kalemlere karşılık gelir. Makine parçalarını, doğrudan nihai ürünün parçası olmayan malların üretim veya hizmetinde kullanılan stok kalemlerini (paketleme malzemeleri, kırtasiye) ve depolanan hammadde ve malzemeleri bu grupta düşünebiliriz. Bazı bileşenler doğrudan şirket dışından satın alınarak hammadde envanterinde stoklanır. Şirketin hammadde kullanarak ürettiği diğer bileşenler ise nihai üretim ihtiyacı için stoklanır.
- **Süreç içi malzemeler:** Üretim sisteminde işlenen veya işlem için bekleyen malzemeler, parçalar ve bir araya getirilen fakat nihai ürüne dönüşmemiş hammaddeler, süreç içi envanterini oluşturur. Süreç içi envanter düzeyi üretim

programlama sisteminin etkinlik ölçüsü olarak sıkça kullanılır. Yalın üretim veya tam zamanında üretim yaklaşımında bu envanterin minimum düzeyde olması amaçlanır.

- **Nihai mallar:** Nihai mallar envanteri tamamlanmış ürünlerin stokudur. Bu envanter türü bir bakıma üretim sürecinin nihai ürünüdür.

### 3.1.2. Envanter Modellerinde Kullanılan Maliyetler

Gerçekte, tüm envanter modelleri optimizasyon kriteri olarak maliyet minimizasyonunu kullanır. Envanter sisteminde yaygın kullanılan beş maliyet türü bulunmaktadır (Öztürk 2018).

- **Sipariş veya Üretim Hazırlık Maliyeti:** Bir kalemin hazırlığı için yapılan temizleme, düzenleme, hazırlama gibi işlemler için hesaplanan maliyettir.
- **Elde Bulundurma Maliyeti:** Elde bulundurma maliyeti zamanın herhangi bir noktasında eldeki fiziki envanter miktarına bağlı tüm maliyetlerin toplamıdır. Elde bulundurma maliyeti birbirine benzemeyen bileşenleri içerir. Bu bileşenlerin en önemlileri, sermaye maliyetleri, depolama maliyetleri ve risk maliyetleridir (Öztürk 2018). Bir kalemin yıllık olarak stoklanması sonucu doğan maliyettir.
- **Stok Tükenme Maliyeti:** Talebe karşılık stokta mal bulundurulmaması durumunda meydana gelen maliyetlerdir. Mamul bir mal tükendiğinde iki değişik durum ortaya çıkabilir. Sipariş sonradan tekrarlanır veya sipariş tekrarlanmaz (Ayanoglu 2006).
- **Satın Alma Maliyeti:** Bir kalemin, miktarına göre değişmekle birlikte, satın alınırken oluşan bedelini ifade eder.

### 3.2. Envanter Modellerinin Sınıflandırılması

Envanter modelleri işletmelerin verimli bir envanter politikası yürütebilmeleri adına oluşturulan modellerdir.

Envanter modellerinin gruplandırılmasında temel belirleyici talep değişkenidir. Talebe göre sınıflandırma yapıldığında envanter kontrol modelleri, deterministik ve stokastik modeller olarak ikiye gruba ayrılmaktadır (Sulak ve Eroğlu 2009).

### **3.2.1. Deterministik envanter modelleri**

Bu bölümde talebin gelecekteki durumunun bilinmesi durumunda kullanılan modeller belirtilecektir. İlk olarak genel yapısından bahsedilecek olup daha sonra ekonomik sipariş miktarı modeline değinilecektir.

#### **3.2.1.a. Deterministik envanter modelinin genel yapısı**

Stok kontrol problemleri belirsizlik nedeniyle matematik modeller yardımı ile çözümünü sınırlı hale gelmektedir. Bilgisayar kullanımı arttıkça bilgi işlem problemi ortadan kalkmıştır. Buna rağmen özellikle talep tahminlerindeki hatalar matematik çözümlerin geçerliğini olumsuz olarak etkiler (Kobu 2017).

Envanter kontrol probleminde amaç toplam maliyeti minimize edecek şekilde;

- Ne miktar sipariş edilmelidir?
- Ne zaman sipariş oluşturulmalıdır?

Deterministik stok modelleri, değişmeyen miktarda aboneli sürekli satışın olduğu durumlarda, sabit teslim zamanlı tedarik olduğu durumlarda, standart ve sabit kapasiteli üretim durumlarında kullanılmak için uygundur (Erk 2009).

“Ne kadar sipariş vermeli” sorusunun cevabı genellikle “ekonomik sipariş miktarı modeli” adı verilen, talebin kesin olarak bilindiği durumlarda uygulanan bir envanter kontrol yöntemi ile bulunmaktadır (Erk 2009).

Ekonomik sipariş miktarı modeli daha sonra anlatılacaktır.

“Ne zaman sipariş vermeli?” sorunun cevabı ekonomik sipariş miktarı hesaplandıktan sonra bilinmektedir. Cevabı aslında süre ile ilgili değil, stok seviyesinin hangi noktasında sipariş verilmesi gerektiğinin hesabına bağlı olarak miktar ile ilgilidir.

Yeniden sipariş noktası aşağıdaki formülle hesaplanır (Sezen 2004);

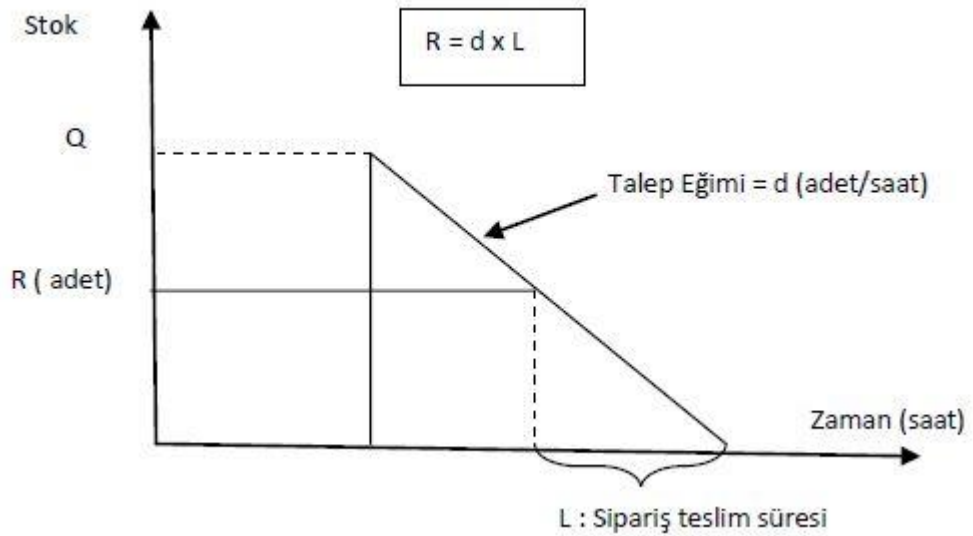
$R$  = Yeniden sipariş noktası

$d$  = belirli zaman dilimindeki talep (günlük, aylık)

$L$  = tedarik süresi

$R = d * L$

(3.1)



**Şekil 3.1.** Yeniden sipariş noktası (Sezen 2004)

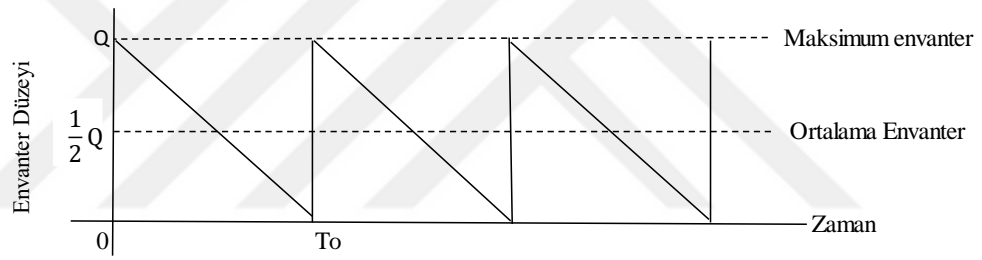
### 3.2.1.b. Temel ekonomik sipariş miktarı modeli

Envanter kontrolü için bilimsel gelişim süreci, Harris (1913) tarafından ESM problemi ile başlamıştır. Temel ekonomik sipariş miktarı modelinde sadece elde bulundurma maliyeti ve sipariş maliyeti ele alınır.

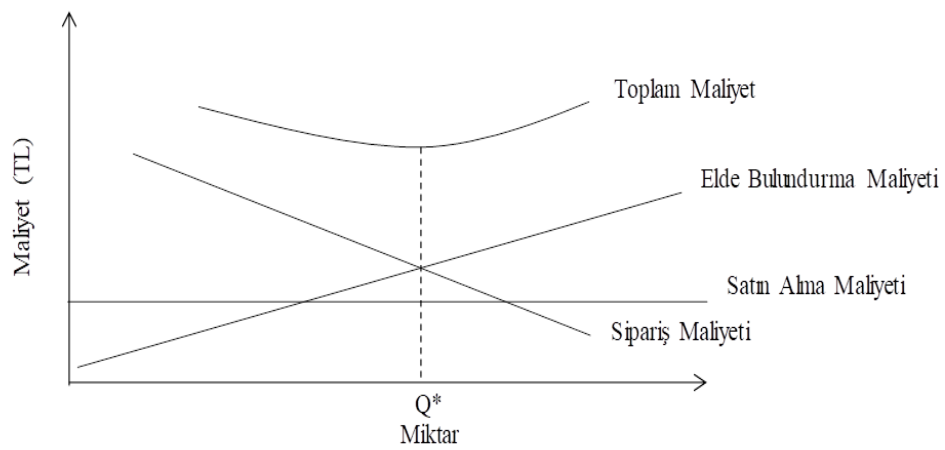


Ekonomik sipariş miktarı modeli aşağıdaki varsayımları içerir (Öztürk 2018);

- Talep bilinmekte, sabit ve bağımsızdır.
- Tedarik süresi bilinmekte ve sabittir.
- Birim maliyetler bilinmekte ve sabittir.
- Siparişler stoksuzluğu önlemek için sabit miktarda ve doğru zamanda verilecektir.
- Miktar indirimi mümkün değildir.
- Elde bulundurma maliyeti belirlenirken, ortalama stok miktarı göz önünde bulundurulur.
- Sipariş edilen miktar her sipariş için aynı olmakta ve hiç değişmemektedir.
- Sipariş edilen malların ulaşımı bir anda olmaktadır.



Şekil 3.2. Ekonomik sipariş miktarı modelinin envanter yapısı (Öztürk 2018)



Şekil 3.3. Ekonomik sipariş miktarı modelinin envanter yapısı (Öztürk 2018)

Modelde kullanılan parametreler aşağıda gösterilmektedir;

$k$  = satın alınan malın birim maliyeti

$v$  = sipariş miktarı göze alınmadan sipariş maliyeti

$c$  = elde bulundurma maliyeti

$D$  = talep miktarı

$Q$  = sipariş miktarı

$TM$  = toplam maliyet

$\frac{D}{Q}$  = dönem başına sipariş sayısı

$\frac{v*D}{Q}$  = dönem başına sipariş maliyeti

$\frac{c*Q}{2}$  = dönem başına elde bulundurma maliyeti

$\frac{Q}{2}$  = ortalama envanter düzeyi

$k * D$  = dönem başına satın alınan malların maliyeti

$$TM = k*D + \frac{v*D}{Q} + \frac{c*Q}{2} \quad (3.2)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2*v*D}{c}} \quad (3.3)$$

### 3.2.1.c. Ekonomik üretim miktarı modeli

Ne zaman ve ne miktarda üretim yapılacağı belirlenmeye çalışılmaktadır (Aydemir 2015).

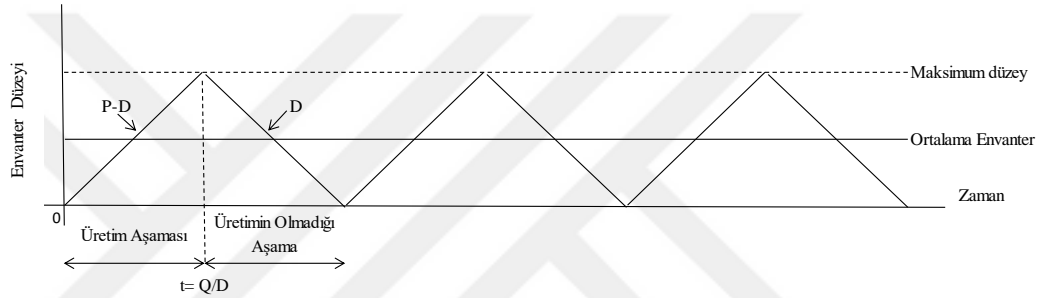
Diğer bir adı Sabit oranlı sipariş modelidir. Ekonomik sipariş miktarı modelinde siparişlerin tümü aynı anda teslim edildiği varsayılırken, ekonomik üretim miktarı modelinde ise siparişlerin veya üretimin kademeli olarak teslim edildiği varsayılır (Öztürk 2018).

$$Q = \sqrt{\frac{2 * v * D}{c * (1 - \frac{D}{P})}} \quad (3.4)$$

Maksimum stok düzeyi aşağıdaki gibi hesaplanır.

Maksimum stok düzeyi ( $I_m$ )

$$I_m = (1 - D/P) * Q \quad (3.5)$$



**Şekil 3.4.** Ekonomik üretim miktarı modeli için envanter dönemi (Öztürk 2018)

İşletme, üretimini  $P$  birim/zaman hızı ile üretir ve  $P > D$ 'den daha büyüktür.  $P$  hızı ile üretimin yapıldığı zaman süresi içinde talep  $D$  birim/zaman hızı ile stokları eritir. Bundan dolayı, üretim esnasında envanterlerin artış hızı  $P-D$  birim/zamandır (Öztürk 2018).

### 3.2.1.d. Miktar indirimli envanter modeli

Miktar indirimi, tedarikçinin satış miktarlarını arttırmak için ürün fiyatlarında sattığı miktara göre uyguladığı indirimlerdir.

Ekonomik sipariş miktarı modelinde satın alma maliyetinin ( $k$ ) sipariş miktarından bağımsız olduğunu varsaymıştık. Miktar indirimli modelinin, ESM modeli varsayımlarından farklı olarak ele aldığı varsayımlar şunlardır (Öztürk 2018);

- Satın alma maliyeti veya fiyat bilinmekle birlikte, satın alınan ürün miktarına göre değişmektedir.
- Elde bulundurma maliyeti de genellikle satın alma maliyetinin belli bir yüzdesi olarak alındığından miktara bağlı olarak değişecektir.

Miktar indirimi uygulaması, şirketin satın alma maliyetini ve sipariş verme maliyetini düşürürken stok bulundurma maliyetini artırır (Öztürk 2018).

Toplam stoklama maliyeti aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$TM = k \cdot D + \frac{v \cdot D}{Q^*} + \frac{c \cdot Q^*}{2} \quad (3.6)$$

$$\text{Ekonomik sipariş miktarı } Q = \sqrt{\frac{2 \cdot v \cdot D}{c}}$$

Beklenen Q miktarı hesaplanan aralık değerleri arasında ise bu grup için optimal değer Q\* değeri olur. Bulunan Q miktarı sipariş aralığının alt sınırından daha az olduğunda ise bu grup için aralığın alt sınır değeri optimal Q\* değeri olur. Eğer bulunan Q miktarı aralığın üst sınır değerinden daha fazla ise bu kez bu grup için aralığın üst sınır değeri optimal Q\* değeri olur.

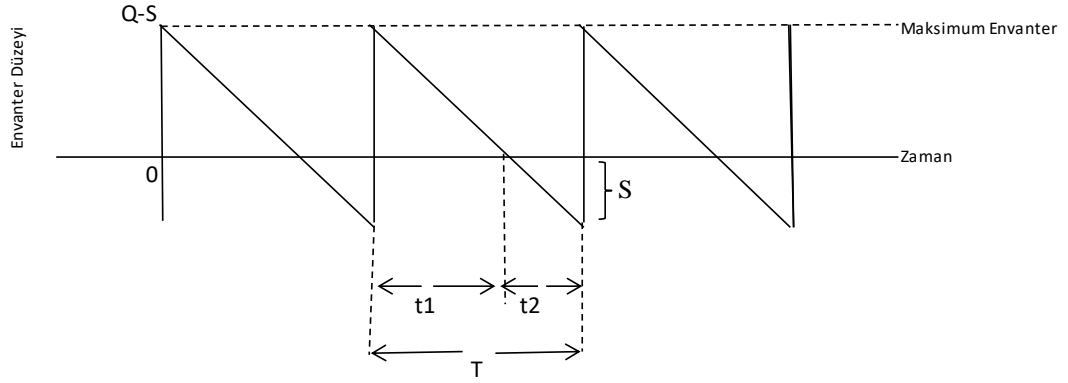
### 3.2.1.e. Planlı stoksuzluk ekonomik sipariş miktarı modeli

ESM modeli ile bu model arasındaki tek fark yönetimin stoksuzluğu planlamasıdır. Stoksuzluk olanağı olduğunda yönetim Q miktarında malı sipariş ettiğinde S miktarında malı hemen bekleyen müşteriye teslim edecektir. Geriye kalan (Q-S) miktarındaki malda şirketin stoğuna girecektir (Öztürk 2018).

S= Stoksuzluk veya stok tükenme miktarı

t1= Talebin stoktan karşılanma süresi

t2= stoksuzluk süresidir.



**Şekil 3.5.** Planlı stoksuzluk ESM modeli için envanter yapısı (Öztürk 2018)

$Q^*$  = Toplam maliyeti minimum kılan sipariş miktarı

$S^*$  = Toplam maliyeti minimum kılan optimal stoksuzluk miktarı

$$Q^* = \sqrt{\frac{2*v*D*(c+r)}{c*r}} \quad (3.7)$$

$$S^* = Q^* \left( \frac{c}{c+r} \right) \quad (3.8)$$

$c$  = elde bulundurma maliyeti

$v$  = sipariş verme maliyeti

$D$  = talep miktarı

$r$  = birim ürünün yok satma veya stok tükenme maliyeti

### 3.2.2. Stokastik envanter modelleri

Envanter modeli oluşturulurken talebin değişken ve/veya önceden bilinemediği, aynı zamanda tedarik süresinin de değişken olduğu durumlarda stokastik envanter modelleri kullanılır.

#### 3.2.2.a. Stokastik envanter modelinin genel yapısı

İşletmelerin sahip olduğu talep türü ve tedarik süresi değerlerinin geçmişteki verilere göre bir miktar hata payı ile tahmini mümkündür. İşletmeler stoksuzluğu önlemek için

belirli bir miktar envanter elde tutması gerekmektedir. Belirsiz talep durumunda güvende olmak için emniyet stoğu tutmaktadırlar (Saraçlar 2003). Tedarik süreleri de sabit olmayan bir değişkendir. Bu nedenle siparişin teslim zamanı da değişkenlik göstermektedir. Bu durum stoksuzluğa yol açabilmektedir (Satıcı 1995).

Stoksuzluğu önlemek için elde tutulan fazla stoğa **emniyet stoku** denir (Bal 2012).

SS= emniyet stoku

R=yeniden sipariş noktası

$\mu$  = ortalama talep

$$SS=R-\mu \quad (3.9)$$

### 3.2.2.b. Stokastik envanter modellerinde yeniden sipariş noktasının hesaplanması

Yeniden sipariş noktası stok hangi seviyeye indiğinde sipariş verilmesi gerektiğini belirleyen bir referans miktarıdır. Deterministik modellerde de kullanılan yeniden sipariş noktası hesabı olasılıklı modellerde çok daha önemlidir, çünkü bütün miktar hesaplamaları bunun üzerine kurulur. Yeniden sipariş noktasına gelindiğinde modelin gösterdiği ekonomik sipariş miktarı kadar sipariş verilir, emniyet stokları da hesaba katılır (Erk 2009).

Bu durumda yeniden sipariş noktası tedarik süresi boyunca beklenen toplam talebe eşit olur ve şu şekilde formüle edilir (Erk 2009);

R = Yeniden sipariş noktası (zamanı)

d= belli zaman dilimindeki talep miktarı (günlük, aylık)

L= tedarik süresi

$R=d*L$

İlerleyen bölümlerde tedarik süresinin veya talebin ya da ikisinin birden değişken olduğu durumlarda R'nin nasıl hesaplandığı ve envanter modelinin nasıl oluşturulduğuna değinilmektedir.

### **3.2.2.c. Stokastik envanter modellerinde uygulanan sipariş verme sistemleri**

Stokastik envanter modelleri için kullanılan iki türlü sipariş sistemi aşağıdaki gibidir;

- Sabit Sipariş Miktarı Sistemi: Q Sistemi
- Sabit Zaman Aralıklı Sistem: P Sistemi

#### **a. Sabit sipariş miktarı sistemi: Q sistemi**

Diğer bir adı sürekli gözden geçirilen sistem olan Q sisteminde, değişen aralıklar ile sabit miktarlarda sipariş verilmektedir.

Belli bir optimum sipariş miktarı ve emniyet stoğu belirlenir, stok seviyesi belirlenen miktara düştüğünde optimal sipariş miktarı kadar sipariş verilir (Erk 2009).

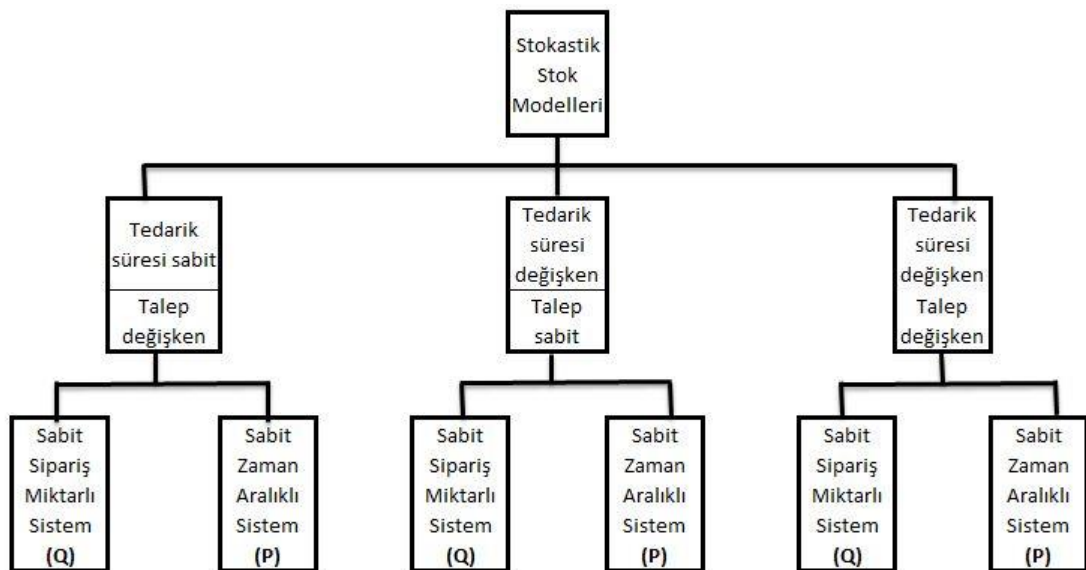
ABC sınıflandırılması A tipi kalemler için gereklidir. Stok kalemleri içinde az yer tutan ancak maddi değeri yüksek olan ürünlerin yönetiminde stoksuzluk riski minimize edilir. Binlerce kalemden oluşan ürün gamlarında uygulaması pek pratik olmamaktadır çünkü her kalem ayrı ayrı takip edilebilse bile, her kalem için özel sipariş vermek çoğu zaman imkansız bulunmaktadır (Erk 2009).

### b. Sabit zaman aralıklı sistem: P sistemi

Diğer bir adı periyodik gözden geçirilen sistem olan P sisteminde stoklar belirli aralıklarla kontrol edilmektedir. ABC analizinde B ve C stoklar için daha az miktarda kontrol gerektiğinden bu stok kalemlerinde uygulanabilir.

Envanter sistemi toplam olarak deterministik olduğu ve sabit talep hızı kullanıldığı zaman Q ve P sistemleri birbirine çok benzer. Deterministik bir envanter problemi P ve Q sistemleriyle çözülmüşse karar değişkenleri yani ekonomik sipariş miktarları eşit değerli olurlar. Model deterministik olduğunda iki sistem arasında farklılık yoktur. P ve Q sistemleri arasındaki farklılık model stokastik olduğunda ortaya çıkar. Fark emniyet stoğu miktarlarından gelir. P sisteminde emniyet stoku tedarik süresi boyunca talep değişmelerine bağlı olduğu halde, Q sisteminde emniyet stoku tedarik süresi ve sipariş aralıklarındaki değişmelere bağlıdır. Bunun sonucu olarak da P sistemi Q sisteminden daha fazla emniyet stokunu gerektirir (Öztürk 2018).

### 3.2.2.d. Talebin ve tedarik süresinin değişken olma durumlarına göre stokastik envanter modelleri



Şekil 3.6. Stokastik stok modellerinin alternatif durumları (Erk 2009)



Aşağıdaki bölümlerde tedarik süresinin ve talebin durumlarına göre Q ve P sistemleri incelenmektedir.

### a. Sabit tedarik süresi ve değişken talep ile Q sistemi

Modelde talep dağılımı olasılıklıdır. Siparişlerin ulaşması da sabit bir zamanda gerçekleşir. İşletmedeki geçmiş veriler kullanılarak talebin olasılık dağılımı belirlenir.

Yeniden sipariş noktası (R) aşağıdaki gibi hesaplanır (Öztürk 2018);

$\bar{d}$  = belli zaman dilimindeki ortalama talep miktarı (günlük, aylık)

$D_{\max}$  = tedarik süresi boyunca beklenen maksimum talep

$z$  = servis düzeyine göre standart sapma değeri

$\sigma_d$  = talebin standart sapması

$L$  = tedarik süresi

$SS$  = emniyet stoku

$$D_{\max} = \bar{d} * L \quad (3.10)$$

$$SS = z * \sigma_d * \sqrt{L} \quad (3.11)$$

$$R = SS + D_{\max} \quad (3.12)$$

### b. Sabit tedarik süresi ve değişken talep ile P sistemi

P sisteminde, bir başka deyişle sabit zaman aralıklı sistemde ise geçmiş yıllara dayalı maksimum ve ortalama talep miktarı haricinde siparişler arası sürenin de bilinmesi gerekmektedir (Erk 2009).

$t$  = siparişler arası süre

$\bar{d}$  = belli zaman dilimindeki ortalama talep miktarı (günlük, aylık)

$Q$  = ekonomik sipariş miktarı

$$t = \frac{Q}{\bar{d}} \quad (3.13)$$

P sisteminde bir de üst stok seviyesi belirlemek gerekmektedir. Bu üst stok miktarı servis seviyesine göre elde tutulan emniyet stoğu ve tedarik süresi ile sipariş periyodu süresinin toplamı boyunca oluşacak ortalama talep kadar olmalıdır (Erk 2009).

Üst stok seviyesi aşağıdaki gibi hesaplanır;

ÜSS= üst stok seviyesi

$D_{max}$  = tedarik süresi boyunca beklenen maksimum talep

SS= emniyet stoku

$$\text{ÜSS} = D_{max} + SS \quad (3.14)$$

SİM=sipariş miktarı

e= sipariş anında eldeki stok miktarı

Sipariş miktarı üst stok seviyesinden eldeki stok miktarı çıkartılarak hesaplanır.

$$SİM = \text{ÜSS} - e \quad (3.15)$$

L= tedarik süresi

$$D_{max} = \bar{d} * (L+t) \quad (3.16)$$

SS= emniyet stoku

z= servis düzeyine göre standart sapma değeri

$\sigma_d$  = talebin standart sapması

L= tedarik süresi

$$SS = z * \sigma_d * \sqrt{L+t} \quad (3.17)$$

P ve Q sistemlerinde ekonomik sipariş miktarı ve toplam maliyet aşağıdaki gibi hesaplanır;

Q= ekonomik sipariş miktarı

$$Q = \sqrt{\frac{2 * v * D}{c}} \quad (3.18)$$

Formülde bulunan;

$c$ = elde bulundurma maliyeti

$v$  = sipariş maliyeti

$D$ = yıllık talep miktarı

$TM$ = toplam maliyet

$k$ = satın alınan malın birim fiyatı

$$TM = \sqrt{2 * v * c * D} + c * SS + k * D \quad (3.19)$$

### c. Değişken tedarik süresi ve sabit talep ile Q sistemi

Yeniden sipariş noktası formüldeki gibi hesaplanır (Öztürk 2018);

$R$ = yeniden sipariş noktası

Talep sabit olduğu için günlük talep kullanılır.

$d$ = günlük talep miktarı

$\bar{L}$  = ortalama tedarik süresi

$z$ = servis düzeyine göre standart sapmaların değeri

$\sigma_L$  = tedarik süresinin standart sapması

$$R = d * \bar{L} + z * d * \sigma_L \quad (3.20)$$

Emniyet stoğunu belirlemek için ise kullanılan formül bir önceki modele benzemektedir. Tek fark bu sefer talep sabit olduğu için günlük talep kullanılmıştır, tedarik süresi değişken olduğu için ortalaması kullanılmıştır (Erk 2009).

Formül aşağıdaki gibi hesaplanır (Öztürk 2018);

$SS$ = emniyet stoğu

$R$ = yeniden sipariş noktası

$d$ = talep miktarı (günlük)

$\bar{L}$  = ortalama tedarik süresi

$$SS = R - d * \bar{L} \quad (3.21)$$

#### d. Değişken tedarik süresi ve sabit talep ile P sistemi

Maksimum talep aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanır (Öztürk 2018);

$D_{\max}$  = sipariş süresi boyunca beklenen talep

$d$  = günlük talep

$L_{\max}$  = en uzun tedarik süresi

$t$  = siparişler arası süre

$$D_{\max} = d * (L_{\max} + t) \quad (3.22)$$

Emniyet stoğu formülü;

$SS$  = emniyet stoğu

$\bar{L}$  = ortalama tedarik süresi

$$SS = D_{\max} - d * (\bar{L} + t) \quad (3.23)$$

Sipariş miktarı formülü;

$SİM$  = sipariş miktarı

$e$  = sipariş anındaki eldeki stok miktarı

$$SİM = D_{\max} + SS - e \quad (3.24)$$

#### e. Değişken tedarik süresi ve değişken talep ile Q sistemi

Sistemde sipariş kuralı “stoktaki birimlerin sayısı ile siparişler  $D_{\max}$ ’a çıktığında ekonomik sipariş miktarı kadar ( $Q$ ) sipariş verilmelidir (Öztürk 2018).

$SS$  = emniyet stoğu

$D_{\max}$  = sipariş süresi boyunca beklenen talep

$\bar{d}$  = belli zaman birimindeki ortalama talep miktarı

$\bar{L}$  = ortalama tedarik süresi

$$SS = D_{\max} - \bar{d} * \bar{L} \quad (3.25)$$

### f. Değişken tedarik süresi ve değişken talep ile P sistemi

Bu sistemde Q sistemindeki hesaplamalara ek olarak siparişler arası sürede hesaplanmalıdır. Sipariş kuralı; her t döneminde envanter düzeyi gözden geçirilir ve elde edilen optimal sipariş miktarı ( $Q^*$ ) bu siparişler arası sürede sipariş edilir (Öztürk 2018).

$t$ = siparişler arası süre

$Q$ = ekonomik sipariş miktarı

$\bar{d}$  =belli zaman birimindeki ortalama talep miktarı

$$t = \frac{Q}{\bar{d}} \quad (3.26)$$

$SS$ = emniyet stoğu

$D_{(L+t)}$ = tedarik süresi ile siparişler arası süre toplamında oluşacak maksimum talep

$\bar{L}$  = ortalama tedarik süresi

$$SS = D_{(L+t)} - \bar{d} * (\bar{L} + t) \quad (3.27)$$

$Q^*$ = optimal sipariş miktarı

$Q$ = ekonomik sipariş miktarı

$e$ = sipariş anındaki eldeki stok miktarı

$ys$ =yoldaki sipariş

$$Q^* = (Q + SS + \bar{d}) - e - ys \quad (3.28)$$

### 3.3. Envanter Kontrol ile İlgili Çeşitli Yöntemler

İşletmeler, gerekli stok düzeyini belirlemek ve toplam stok maliyetini minimuma indirmek gibi gayeler doğrultusunda envanter kontrol çalışmaları yapmaktadırlar. Envanter kontrol modelleri beş ayrı başlıkta incelenebilir.

### 3.3.1. Gözle kontrol yöntemi

İşletmedeki deneyimli bir görevli tarafından stokların kontrol edilmesi ve azalan stoklar için sipariş oluşturulmasına dayanan ekonomik ve basit bir kontrol yöntemidir. Kontrolün göz ile yapılıyor olmasından dolayı büyük işletmeler için kullanılması uygun değildir. Yapılan kontrolün çalışan görevlinin tecrübesine ve etkinliğine dayanmasından dolayı talep ve tedarik süresi bileşenlerinin ani değişimi durumunda hata olasılığının yüksek kabul edildiği bir yöntemdir.

### 3.3.2. ABC analizi

İşletmeye ait stok kalemlerinin kümülatif yüzdelerine göre sınıflandırılmasıyla yapılmaktadır. Bu sınıflandırma, işletmelerdeki kalemlerin nitelikleri açısından önemlerinin farklı olmasından dolayı yapılmaktadır. Bu analiz, Pareto tarafından bulunan 'Pareto Analizi' çalışmasının stok kontrolü için yapılan bir uyarlamasıdır. ABC analizinde kalemler üç farklı şekilde gruplandırılır;

A Grubu Stoklar: Toplam miktarın %5-20'sini, toplam değer %55-65'ini oluştururlar.

B Grubu Stoklar: Miktar olarak %20-30, değer olarak %20-40'lık bir payları vardır.

C Grubu Stoklar: Miktar olarak %50-75, değer olarak sadece %5-25'lik paya sahiptirler.

ABC analizi çalışması için yapılan bir örnek şu şekildedir;

10 adet parçanın yıllık kullanım adedi ve birim maliyetleri göz önünde bulundurularak yıllık parasal kullanımları hesaplanmıştır.

**Çizelge 3.1.** ABC analizi verileri (Demirel 2007)

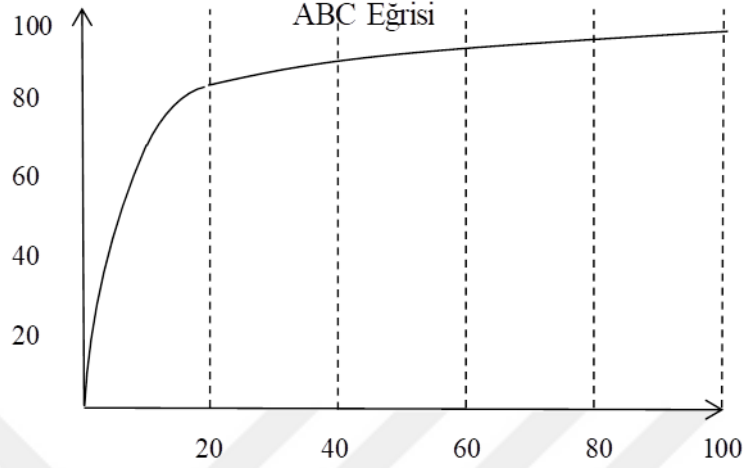
Parça No	Yıllık Kullanım Adedi	Birim Maliyet	Yıllık Parasal Kullanım
1	1100	\$2	\$2200
2	600	\$40	\$24000
3	100	\$4	\$400
4	1300	\$1	\$1300
5	100	\$60	\$6000
6	10	\$25	\$250
7	100	\$2	\$200
8	1500	\$2	\$3000
9	200	\$2	\$400
10	500	\$1	\$500
Yıllık Toplam Parasal Kullanım			\$38250

Envanter kalemlerinin yıllık parasal kullanımları büyükten küçüğe sıralanır, daha sonra kümülatif dağılımları hesaplanır ve kümülatif parasal kullanım yüzdeleri bulunur. Bu yüzdelerle göre envanter kalemleri aşağıdaki gibi gruplandırılır.

**Çizelge 3.2.** ABC analizi sonuçları

Parça No	Yıllık Parasal Kullanım	Kümülatif Parasal Kullanım	Kümülatif Parasal Kullanım Yüzdeleri	Nesnelerin Kümülatif Yüzdeleri	Gruplar
2	\$24000	\$24000	63	10	A
5	\$6000	\$30000	78	20	A
8	\$3000	\$33000	86	30	B
1	\$2200	\$35200	92	40	B
4	\$1300	\$36500	95	50	B
10	\$500	\$37000	97	60	C
3	\$400	\$37400	98	70	C
9	\$400	\$37800	99	80	C
6	\$250	\$38050	99.5	90	C
7	\$200	\$38250	100	100	C

Yapılan hesaplamalar sonucu oluşan ABC eğrisi aşağıdaki gibidir.



**Şekil 3.7.** ABC eğrisi

Sonuçlara göre A, B ve C grubu stoklar, önem sırasına göre, yüksek değerli, orta değerli, düşük değerli stokları temsil eder. Buna göre;

A grubu stok kalemleri; kritik ve yüksek değere sahip malzemelerdir ve fazla kontrole tabi tutulmalıdır. Sipariş miktarı, emniyet stoku, tedarik süresi, fiili stoklar gibi sistemin temel faktörlerinin hepsi dikkatle kontrol edilmelidir.

B grubu stok kalemleri; normal değere sahip ve normal kontrolleri gerektiren stok kalemleridir. A grubuna nazaran daha az, C grubuna göre ise daha fazla önem gösterilmesi gerekir. Bu iki stok kalemi arasında uygun bir kontrol sistemi oluşturulmalıdır.

C grubu stok kalemleri; birim başına elde bulundurma masrafı düşük olduğundan, yüksek emniyet stokları ekonomiktir. Eskime ve yıpranma riski azdır. Belirlenen politika ile emniyet stokları tayin edileceğinden, her kalem için, ayrı ayrı emniyet stoğu seviyesi tayin etmeye gerek yoktur (Erk 2009).



### **3.3.3. Sürekli gözden geçirilen sistem (Sabit miktar yönetimi)-Q sistemi**

Bu sistemde stoğun sürekli olarak kontrol edildiği bir düzen söz konusudur. Stoğun yeniden sipariş seviyesine veya altına indiği durumlarda ekonomik sipariş seviyesine eşit miktarda bir sipariş açılır. Sürekli gözden geçirilen sistemde, stokta bir ekleme veya çıkarma işlemi yapıldığında direkt olarak stok güncellenir. Bilgisayar destekli kayıt sistemlerinin oldukça yaygınlaştığı günümüzde, bir kalemin stok durumunu kontrol etmek ve değiştirmek oldukça hızlı ve kolaydır.

### **3.3.4. Periyodik gözden geçirilen sistem (Sabit aralık yöntemi)-P sistemi**

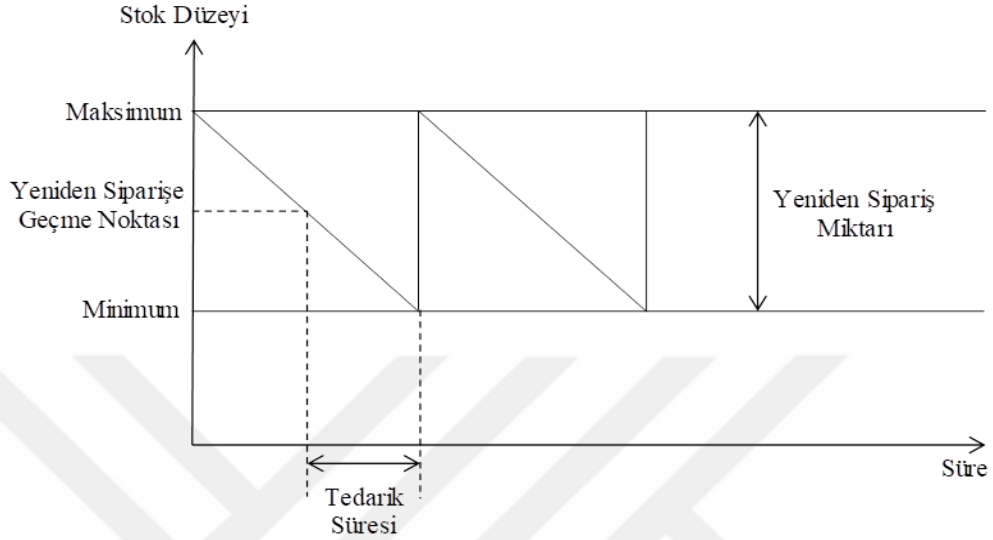
Periyodik gözden geçirilen sisteminde, sürekli gözden geçirilen sisteminden farklı olarak envanter durumu sürekli olarak kontrol edilmez, sadece belirli zamanda kontrol edilir. Çok miktarda kalemin siparişinin bir arada verilmesi sipariş maliyetini azaltmakta ve iskonto yapılabilir. Stoğunda çok fazla kalem bulduran işletmeler için periyodik gözden geçirilen sistem daha uygundur. Çünkü sürekli olarak kontrol sağlayıp eksilen her stok kalemi için sipariş açılması periyodik olarak stoğun güncellenmesinden çok daha maliyetli olacaktır.

### **3.3.5. Maksimum-minimum yöntemi**

Maksimum- minimum yöntemi, sürekli ve periyodik envanter sisteminin bir bileşimidir. Bu sistemde envanter seviyesi belli aralıklarla gözden geçirilir fakat önceden tahmin edilmiş bir yeniden sipariş miktarına düşene kadar sipariş verilmez. Kontrol edildiğinde, envanter seviyesi yeniden sipariş miktarının altında ise sipariş verilir, üstünde ise verilmez.

Sürekli ve tekrarlı envanter sistemlerinin en iyi özelliklerinin birleştirilmesi ile verilen optimal sipariş miktarlarından dolayı maliyetler düşmektedir. Ancak zaman ve sipariş aralığı süresinden dolayı meydana gelen dalgalanmalar güvenlik stoğunu artırmaktadır (Ödevsel 2019).

Maksimum- minimum sistemini özetleyen şekil aşağıdaki gibidir.



**Şekil 3.8.** Maksimum-minimum yöntemi (Karahana ve Aslan 2016)

### 3.4. İşletme Açısından Envanter Yönetiminin Önemi

İşletmelerin başlıca amaçlarından biri kar etmektedir ve bu amacı gerçekleştirmek büyük ölçekte etkili maliyet yönetimine bağlıdır. İşletmelerde bulunan hammadde, mamul, yarı mamul, yan ürün, hurda gibi kalemler envanter olarak isimlendirilmektedir. Ekonomik değeri olan bu envanterlerin yönetimi maliyet ve verimlilik açısından oldukça önemlidir.

Envanter yönetimi; bir kalemin satın alınmasını, stoklanmasını, işlenmesini ve müşteriye satılması gibi işlemlerin tümünü kapsar. İşletmede stok bulundurmanın bir maliyeti olmasına karşın elde bulundurmanın da bir maliyeti söz konusudur. Bu dengeyi en uygun şekilde sağlayabilmek işletmelerdeki karlılığı oldukça artırır. Dolayısıyla envanter yönetimi, işletmelerde üzerine düşülmesi gereken ve işletmeye oldukça fayda sağlayabilecek önemli bir işlemdir.

Oluşturulan etkin bir stok kontrol sisteminin işletme ekonomisine sağlayacağı yararlar şöyle sıralanabilir (Kobu 2017).

- Boş beklemler minimuma iner ve dar boğazlar azalır.
- Sağlıklı bir finans yönetimi gerçekleşir.
- Tedarik süresi ve satış masrafları azalır.
- Üretim programlarının kolay ve gerçeğe uygun düzenlenmesi mümkün olur.

### **3.5. Tedarik Zincirinde Envanter Yönetiminin Yeri**

Artan rekabet ortamında işletmeler, pazar paylarını korumak ve arttırabilmek adına çalışmalar yapmak durumundadırlar. Bu çalışmaları yapabilmek adına işletme faaliyetlerini iyi anlayabilmek ve yönetebilmek gerekir. Tedarik zinciri de işletme faaliyetlerinin neredeyse tümünü içermektedir. Dolayısıyla, tedarik zincirini anlayabilmek ve etkili bir şekilde yönetebilmek işletmeler için oldukça önemlidir. İşletmeler, maliyet ve kar açısından büyük önem taşıyan tedarik zinciri yönetimini düzgün bir şekilde sürdürebilmeyi amaçlar. Bu amacı gerçekleştirebilmek için yapılan çalışmalarda envanter yönetiminin büyük bir payı vardır. Üretim ve malzeme akışını doğrudan etkileyen envanter yönetimi fonksiyonu işletme için en uygun şekilde gerçekleştirilmelidir. Bunun için envanter kontrol sistemleri, üretim planlamasına uygun malzeme ihtiyaç planlamaları oluşturulmalı ve bu planların uygun olarak sürdürülebilmesi için gerekli kontroller sağlanmalıdır.

#### **3.5.1. Tedarik Zinciri Kavramı**

Tedarik zinciri, tedarikçiler, üreticiler, distribütörler, perakendeciler ve müşterilerden oluşan bir ağıdır (Herer *et al.* 2002).

Tedarik zinciri, malzeme tedariki işlemlerini yerine getiren, bunları yarı mamul ve mamullere dönüştüren ve daha sonra bunları dağıtım kanalıyla müşterilere ulaştıran hizmet ve dağıtım seçeneklerinden oluşan bir döngüdür.

### **3.5.2. Tedarik zincirinin temel fonksiyonları**

Tedarik zinciri bileşenleri birbiriyle bütünleşik halde olmalıdır. Tedarik zinciri sağlıklı bir şekilde incelenebilmek adına alt başlıklara ayrılmıştır;

#### **3.5.2.a. Talep ve sipariş yönetimi**

Müşteri kayıpları, sipariş gecikmeleri ve yok satmalardan kaynaklanmaktadır. Talep ve sipariş yönetimindeki temel amaç müşteri siparişlerini hızlı bir şekilde cevaplayabilmektir (Eymen 2007).

#### **3.5.2.b. Satın-alma**

İşletmelerde bütün envanter, hizmet, ekipman gibi ihtiyaçlar için uygun maliyet ve kalite şartlarını sağlayan temin işlemidir. Satın alma işlemi yapılırken şu şartlar göz önünde bulundurulmalıdır; satın alma stratejileri ve işletme stratejileri çakışmamalıdır, tedarikçilerle entegre bilgi sistemi kurulmalıdır ve stok kontrolüne uygun sistem kurulmalıdır.

#### **3.5.2.c. Planlama**

Müşterilerden alınan siparişleri ve eğer uygulanıyorsa işletme emniyet stoğunu doğru zaman ve doğru şekilde üretebilmek adına yapılan çalışmalar planlama işlevini oluşturur. Bu doğrultuda üretim planlama ve bu üretim etkin bir şekilde işleyebilmesi adına malzeme planlama işlemleri maliyeti optimize edecek şekilde uygulanır. yönetebilmek için satın alma işleviyle entegre bilgi sistemi kurmak çok önemlidir.

Maliyeti minimize etmek adına ise üretimdeki aksamalar, beklemler kontrol altında tutulmalıdır.

#### **3.5.2.d. Envanter yönetimi**

İşletmedeki üretim planının uygun bir şekilde yönetilebilmesi adına optimum malzeme miktarının belirlenmesi, bu malzeme stoklarının kontrol altında tutulması işlemleri envanter yönetimi işlevini oluşturur. Envanter yönetimini etkin olarak sürdürebilmek için düzenli stok kontrolünün yapılabileceği bir sistem kurulmalıdır. Kontrolün sağlıklı olabilmesi adına stokta bir ekleme veya çıkarma işlemi yapıldığında anında sisteme kaydedilmelidir.

#### **3.5.2.e. Depo yönetimi**

Depo yönetimini verimli bir şekilde yapabilmek için; satın alma, planlama ve envanter yönetimi fonksiyonları uyumlu olarak çalışmalıdır, depo yerleşimi malzeme özelliklerine uygun olmalı ve depo otomasyonu maliyeti ve hızı optime edecek biçimde ayarlanmalıdır.

#### **3.5.2.f. Sevkiyat**

Sevkiyat fonksiyonu, müşteriye ulaşmaya hazır durumundaki ürünlerin sevk edileceği yere ulaşmasını sağlayan faaliyetleri içerir. Bu fonksiyonu gerçekleştirebilmek için; dağıtım kanalları fayda ve maliyet şartları göz önünde bulundurularak ayarlanmalı, sevkiyat siparişlere göre uygun bir şekilde planlanmalı ve rota seçimleri uygun olarak yapılmalıdır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi

Tezin uygulama bölümü Konveyör sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletmede üretim, siparişe göre yapılmaktadır. Mevcut sistemde herhangi bir stok politikası mevcut değildir. Depo biriminden bildirilen azalan stoklar, Satınalma birimi tarafından herhangi bir envanter politikası olmaksızın sipariş edilmektedir.

Malzemelerin sipariş periyotları ve tedarik süreleri farklılık göstermektedir. Ancak ürün grupları için tedarik süreleri kendi arasında sabittir. Malzemelerin tedarik süreleri Elektrik motorları ve Redüktörler 30 gün, Sac 20 gün, Zincir 240 gün'dür. Üretilen ürünlerin talebi dalgalıdır. Dalgalanmalardan dolayı hemen hemen her üründen stok bulundurulmak zorundadır. Özellikle konveyör üretiminde önemli bileşen olan zincir grubu hem uzun tedarik süresine sahip hem de ithal edilen bir ürün olduğu için stok miktarının sürekli belli bir seviyenin üzerinde tutulması gerekmektedir.

### 4.2. İşletmede ABC Analizi Uygulaması

ABC analizi stok kalemlerinin yıllık kullanım değerlerine uygulanmıştır. İşletmede kullanılan uzun tedarik süreli konveyör imalatında büyük öneme sahip 69 stok kaleminin işletmeden alınan yıllık talep miktarları, birim fiyatları ve talep değerleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

**Çizelge 4.1.** ABC analizi verileri

Stok Kodu	Stok Kısa Adı	Birim	Birim Fiyat (TL)	Talep Miktarı	Talep Tutarı (TL)
150-01-1627	Sac St 37 (2 mm )	kg	3,57	29391,5	104927,655
150-01-0509	Sac St 37 (3 mm )	kg	3,55	239281	849447,550
150-01-0477	Sac St 37 (4 mm )	kg	3,73	40835	152314,550

Çizelge 4.1. (devam)

150-01-0478	Sac St 37 5 mm )	kg	3,73	10281,7	38350,741
150-01-0510	Sac St 37 (6 mm )	kg	3,73	7598,5	28342,405
150-01-0885	Sac St 37 (8 mm )	kg	2,67	10901	29105,670
150-01-3091	Sac St 37 (10 mm )	kg	3,55	29100	103305,000
150-01-0130	Sac St 37 (12 mm )	kg	3,55	852	3024,600
150-01-1192	Sac St 37 (15 mm )	kg	3,63	8088	29359,440
150-01-1221	Sac 6222klt. (3 mm)	kg	3,55	99332,6	352630,730
150-01-0886	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt71,9x3mm	kg	3,86	226409,6	873941,056
150-01-1515	Dilinmiş Rulo Sac6222klt117,5x3mm	kg	3,86	35709,28	137837,821
150-01-2826	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt.135x3 mm	kg	2,7	750	2025,000
150-01-2420	Dilinmiş Rulo Sac6222klt168,7x3mm	kg	2,7	9318,69	25160,463
150-01-2761	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt.144x3 mm	kg	2,57	12418	31914,260
150-01-2762	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt.196x3 mm	kg	2,57	1100	2827,000
150-01-0109	Dilinmiş Rulo Sac6222klt105,9x3mm	kg	3,86	24468	94446,480
150-01-2779	Dilinmiş Rulo Sac6222klt85,90x3mm	kg	2,45	6160	15092,000
150-01-0216	Lama ST 37 (20x10 mm)	kg	3	102	306,000
150-01-0217	Lama ST 37 (25x10 mm)	kg	3,38	8620,79	29138,270
150-01-0218	Lama ST 37 (30x10 mm)	kg	3,38	21612,21	73049,270
150-01-2939	Lama ST 37 (35x10 mm)	kg	3	57,86	173,580
150-01-2985	Lama ST 37 (35x15 mm)	kg	3,49	4934	17219,660
150-01-0219	Lama ST 37 (40x10 mm)	kg	3,45	1668,78	5757,291
150-01-3224	Lama ST 37 (45x15 mm)	kg	2,5	2000	5000,000
150-01-0220	Lama ST 37 (50x10 mm)	kg	3,45	2286	7886,700
150-01-2738	Lama ST 37 (50x16 mm)	kg	2,5	192	480,000
150-01-0221	Lama ST 37 (60x10 mm)	kg	3,19	3715,2	11851,488
150-01-0222	Lama ST 37 (80x10 mm)	kg	1,86	3953,2	7352,952
150-01-3239	Lama ST 37 (100x10 mm)	kg	1,86	236	438,960
150-01-0363	Silme ST 37 (20x5 mm)	kg	3,38	9465,84	31994,539
150-01-1473	Silme ST 37 (25x5 mm)	kg	3,52	418,62	1473,542
150-01-0364	Silme ST 37 (30x5 mm)	kg	3,38	4945,86	16717,007
150-01-2687	Silme ST 37 (35x5 mm)	kg	2,01	2323,5	4670,235
150-01-0365	Silme ST 37 (40x5 mm)	kg	1,68	843,28	1416,710
150-01-0368	Silme ST 37 ( 45x5 mm)	kg	2,75	1860	5115,000
150-01-0366	Silme ST 37 (50x5 mm)	kg	2,27	1160	2633,200
150-01-0511	Soğuk Çekme Lama (25x15 mm)	kg	4,65	34909	162329,082
150-01-2674	Kulaklı Zincir (12B1)	mt	70	420	29400,000
150-01-0459	Zincir A2052	mt	21,52	11742,13	252690,638
150-01-0460	Zincir A2052Hp	mt	33,22	26766,16	889171,835
150-01-2697	Zincir C2062	mt	46,5	3400	158100,000
150-01-2643	Zincir C2062Hp	mt	25,44	5141	130787,040
150-01-0461	Zincir C2082	mt	59,54	1340	79783,600
150-01-0462	ZİNCİR C2082Hp	mt	85	2700	229500,000
150-01-2672	ZİNCİR C2102Hp	mt	114,15	1336	152504,400
150-01-1429	Redüktör (60 Gövde Varvel)	ad	1400	404	565600,000
150-01-1730	Redüktör (71/60 Gövde Tlı Varvel)	ad	2078	101	209878,000
150-01-2898	Redüktör (Pq110+511 Hydro-mec)	ad	2990	18	53820,000
150-01-3243	Redüktör (Pq50 i:129 Hydro-mec)	ad	870	5	4350,000
150-01-1855	Redüktör (Pq50 i:200 Hydro-mec )	ad	923	187	172601,000
150-01-0892	Redüktör (Pq50 i:60 Hydro-mec )	ad	541	89	48149,000
150-01-1856	Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec)	ad	1146	306	350676,000
150-01-1412	Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec)	ad	726	634	460284,000
150-01-1939	Redüktör (Pq75 Hydro-mec)	ad	1390	21	29190,000

**Çizelge 4.1. (devam)**

150-01-3258	Redüktörlü Motor Finex E1610	ad	467	12	5604,000
150-01-3313	Redüktörlü Motor Finex G1610	ad	784	5	3920,000
150-01-0538	Elektrik Motoru (0,18kw 1400d/dk)	ad	110	7	770,000
150-01-1011	Elektrik Motoru (0,18kw 900d/dk )	ad	185	14	2590,000
150-01-1857	Elektrik Motoru (0,25kw 1400d/dk)	ad	240	262	62880,000
150-01-1507	Elektrik Motoru (0,25kw 900d/dk)	ad	349	232	80968,000
150-01-1858	Elektrik Motoru (0,37kw 1400d/dk)	ad	160	134	21440,000
150-01-1475	Elektrik Motoru (0,37kw 900d/dk)	ad	299,75	310	92922,500
150-01-0125	Elektrik Motoru (0,55kw 1400d/dk)	ad	300	341	102300,000
150-01-2217	Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk)	ad	411,3	651	267756,300
150-01-0589	Elektrik Motoru (0,75kw 1400d/dk)	ad	331,34	28	9277,520
150-01-1986	Elektrik Motoru (2,2kw 1400d/dk)	ad	560	9	5040,000
150-01-0086	Elektrik Motoru (2,2kw B14)	ad	1120	8	8960,000
150-01-0537	Elektrik Motoru (1,1kw 1400d/dk)	ad	418	5	2090,000

ABC analizi uygulaması için malzemelerin birim fiyatları kullanım miktarları ile çarpılıp, elde edilen talep tutarları (yıllık satış tutarları) büyükten küçüğe sıralanmıştır.

ABC analizi sonuçları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

**Çizelge 4.2. ABC analizi**

Stok Kodu	Stok Kısa Adı	Talep Tutarı	Sıralama	Kümülatif Talep Tutarı	Kümülatif % Talep tutarı	Sınıf
150-01-0460	Zincir A2052Hp	889171,835	1	889171,835	11,485%	A
150-01-0886	Dilinmiş RuloSac 6222klt71,9x3mm	873941,056	2	1763112,891	22,773%	A
150-01-0509	Sac St 37 (3 mm )	849447,550	3	2612560,441	33,745%	A
150-01-1429	Redüktör (60 Gövde Varvel)	565600,000	4	3178160,441	41,051%	A
150-01-1412	Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydromec)	460284,000	5	3638444,441	46,996%	A
150-01-1221	Sac 6222klt. (3 mm)	352630,730	6	3991075,171	51,551%	A
150-01-1856	Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydromec)	350676,000	7	4341751,171	56,080%	A
150-01-2217	Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk)	267756,300	8	4609507,471	59,539%	A
150-01-0459	Zincir A2052	252690,638	9	4862198,109	62,802%	A
150-01-0462	Zincir C2082Hp	229500,000	10	5091698,109	65,767%	B
150-01-1730	Redüktör (71/60 Gövde T1Varvel)	209878,000	11	5301576,109	68,478%	B
150-01-1855	Redüktör (Pq50 i:200 Hydro-mec )	172601,000	12	5474177,109	70,707%	B
150-01-0511	Soğuk Çekme Lama (25x15 mm)	162329,082	13	5636506,191	72,804%	B
150-01-2697	Zincir C2062	158100,000	14	5794606,191	74,846%	B
150-01-2672	Zincir C2102Hp	152504,400	15	5947110,591	76,816%	B
150-01-0477	Sac St 37 (4 mm )	152314,550	16	6099425,141	78,783%	B
150-01-1515	Dilinmiş RuloSac 6222klt117,5x3m	137837,821	17	6237262,962	80,563%	B
150-01-2643	Zincir C2062Hp	130787,040	18	6368050,002	82,253%	B
150-01-1627	Sac St 37 (2 mm )	104927,655	19	6472977,657	83,608%	B
150-01-3091	Sac St 37 (10 mm )	103305,000	20	6576282,657	84,942%	B
150-01-0125	Elektrik Motoru (0,55kw 1400d/dk)	102300,000	21	6678582,657	86,264%	B
150-01-0109	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt105,9x3m	94446,480	22	6773029,137	87,484%	B



Çizelge 4.1. (devam)

150-01-1475	Elektrik Motoru (0,37kw 900d/dk)	92922,500	23	6865951,637	88,684%	B
150-01-1507	Elektrik Motoru(0,25kw 900d/dk)	80968,000	24	6946919,637	89,730%	C
150-01-0461	Zincir C2082	79783,600	25	7026703,237	90,760%	C
150-01-0218	Lama ST 37 (30x10 mm)	73049,270	26	7099752,506	91,704%	C
150-01-1857	Elektrik Motoru (0,25kw 1400d/dk)	62880,000	27	7162632,506	92,516%	C
150-01-2898	Redüktör (Pq110+511 Hydro-mec)	53820,000	28	7216452,506	93,211%	C
150-01-0892	Redüktör (Pq50 i:60 Hydromec)	48149,000	29	7264601,506	93,833%	C
150-01-0478	Sac St 37 (5 mm )	38350,741	30	7302952,247	94,328%	C
150-01-0363	Silme ST 37 (20x5 mm)	31994,539	31	7334946,787	94,742%	C
150-01-2761	Dilinmiş Rulo Sa6222klt144x3mm	31914,260	32	7366861,047	95,154%	C
150-01-2674	Kulaklı Zincir (12B1)	29400,000	33	7396261,047	95,534%	C
150-01-1192	Sac St 37 (15 mm)	29359,440	34	7425620,487	95,913%	C
150-01-1939	Redüktör (Pq75 Hydro-mec)	29190,000	35	7454810,487	96,290%	C
150-01-0217	Lama St 37 (25x10 mm)	29138,270	36	7483948,757	96,666%	C
150-01-0885	Sac St 37 (8 mm )	29105,670	37	7513054,427	97,042%	C
150-01-0510	Sac St 37 (6 mm)	28342,405	38	7541396,832	97,408%	C
150-01-2420	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt168,7x3m	25160,463	39	7566557,295	97,733%	C
150-01-1858	Elektrik Motoru (0,37kw1400d/dk)	21440,000	40	7587997,295	98,010%	C
150-01-2985	Lama St 37 (35x15 mm)	17219,660	41	7605216,955	98,232%	C
150-01-0364	Silme St 37 (30x5 mm)	16717,007	42	7621933,962	98,448%	C
150-01-2779	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt85,90x3m	15092,000	43	7637025,962	98,643%	C
150-01-0221	Lama St 37 (60x10 mm)	11851,488	44	7648877,450	98,796%	C
150-01-0589	Elektrik Motoru (0,75kw 1400d/dk)	9277,520	45	7658154,970	98,916%	C
150-01-0086	Elektrik Motoru (2,2kw B14)	8960,000	46	7667114,970	99,032%	C
150-01-0220	Lama St 37 (50x10 mm)	7886,700	47	7675001,670	99,134%	C
150-01-0222	Lama St 37 (80x10 mm)	7352,952	48	7682354,622	99,229%	C
150-01-0219	Lama St 37 (40x10 mm)	5757,291	49	7688111,913	99,303%	C
150-01-3258	Redüktörlü Motor Finex E1610	5604,000	50	7693715,913	99,376%	C
150-01-0368	Silme St 37 ( 45x5 mm)	5115,000	51	7698830,913	99,442%	C
150-01-1986	Elektrik Motoru (2,2kw 1400d/dk)	5040,000	52	7703870,913	99,507%	C
150-01-3224	Lama St 37 (45x15 mm)	5000,000	53	7708870,913	99,571%	C
150-01-2687	Silme St 37 (35x5 mm)	4670,235	54	7713541,148	99,632%	C
150-01-3243	Redüktör (Pq50 i:129 Hydro-mec)	4350,000	55	7717891,148	99,688%	C
150-01-3313	Redüktörlü Motor Finex G1610	3920,000	56	7721811,148	99,738%	C
150-01-0130	Sac St 37 (12 mm )	3024,600	57	7724835,748	99,778%	C
150-01-2762	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt.196x3m	2827,000	58	7727662,748	99,814%	C
150-01-0366	Silme St 37 (50x5 mm)	2633,200	59	7730295,948	99,848%	C
150-01-1011	Elektrik Motoru (0,18kw 900d/dk )	2590,000	60	7732885,948	99,882%	C
150-01-0537	Elektrik Motoru (1,1kw 1400d/dk)	2090,000	61	7734975,948	99,909%	C
150-01-2826	Dilinmiş Rulo Sac 6222klt.135x3m	2025,000	62	7737000,948	99,935%	C
150-01-1473	Silme St 37 (25x5 mm)	1473,542	63	7738474,490	99,954%	C
150-01-0365	Silme St 37 (40x5 mm)	1416,710	64	7739891,200	99,972%	C
150-01-0538	Elektrik Motoru (0,18kw 1400d/dk)	770,000	65	7740661,200	99,982%	C
150-01-2738	Lama St 37 (50x16 mm)	480,000	66	7741141,200	99,988%	C
150-01-3239	Lama St 37 (100x10 mm)	438,960	67	7741580,160	99,994%	C
150-01-0216	Lama St 37 (20x10 mm)	306,000	68	7741886,160	99,998%	C
150-01-2939	Lama St 37 (35x10 mm)	173,580	69	7742059,740	100,000%	C

Tablodan elde edilen sonuçlara göre talep kullanım değerleri aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır.

- A grubu stoklar %62,80
- B grubu stoklar %25,88
- C grubu stoklar %11,32

Envanter yatırımı stok gruplarına göre;

- A grubu 4862198,109 TL
- B grubu 2003753,5278 TL
- C grubu 876108,1038 TL

İşletmenin en büyük envanter yatırımı A grubu kalemlerde olduğundan dolayı çalışmanın bundan sonraki kısmında A grubu kalemler için envanter yönetimi uygulanacaktır.

#### 4.3. Dağılımın Belirlenmesi

Envanter yönetimi uygulamaları içinde en yaygın kullanıma sahip olan dağılım normal dağılımdır. İşletmeden alınan veriler ışığında A grubu stok kalemlerinin haftalık bazda 4 yıllık taleplerinin normal dağılıma uygunluğu stokastik envanter modelleri açısından değerlendirilmiştir. Ürünlerin 2015-2016-2017 ve 2018 yılına ait 52 haftalık talep miktarları EK’te verilmiştir.

Verilerin dağılıma uygunluğu ARENA paket programındaki Input Analyzer komutu kullanılarak belirlenmiştir. Veriler Excel de hazırlanmıştır, metin belgesi olarak Input Analyzer’ a uygun formata getirilmiştir. Normallik testi için kurulan hipotezler aşağıda belirtilmiştir.

- **Zincir A2052Hp** (150-01 0460)

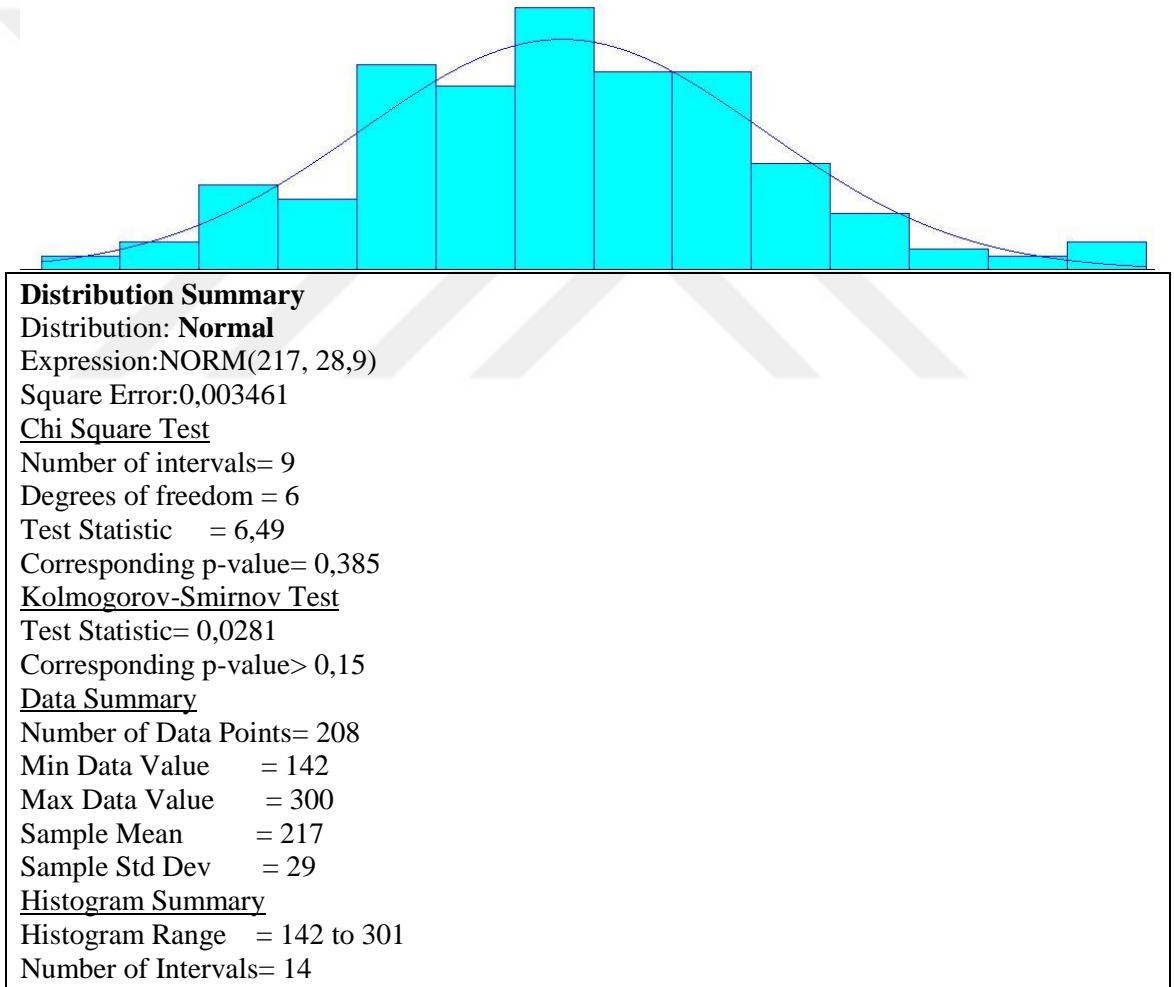
150-01-0460 stok kodlu Zincir A2052Hp malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp (150-01-0460) için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 1**'de gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.** Zincir A2052Hp (150-01-0460) için normallik testi

- **Dilinmiş Rulo Sac 6222klt.71,9x3 mm (150-01-0886)**

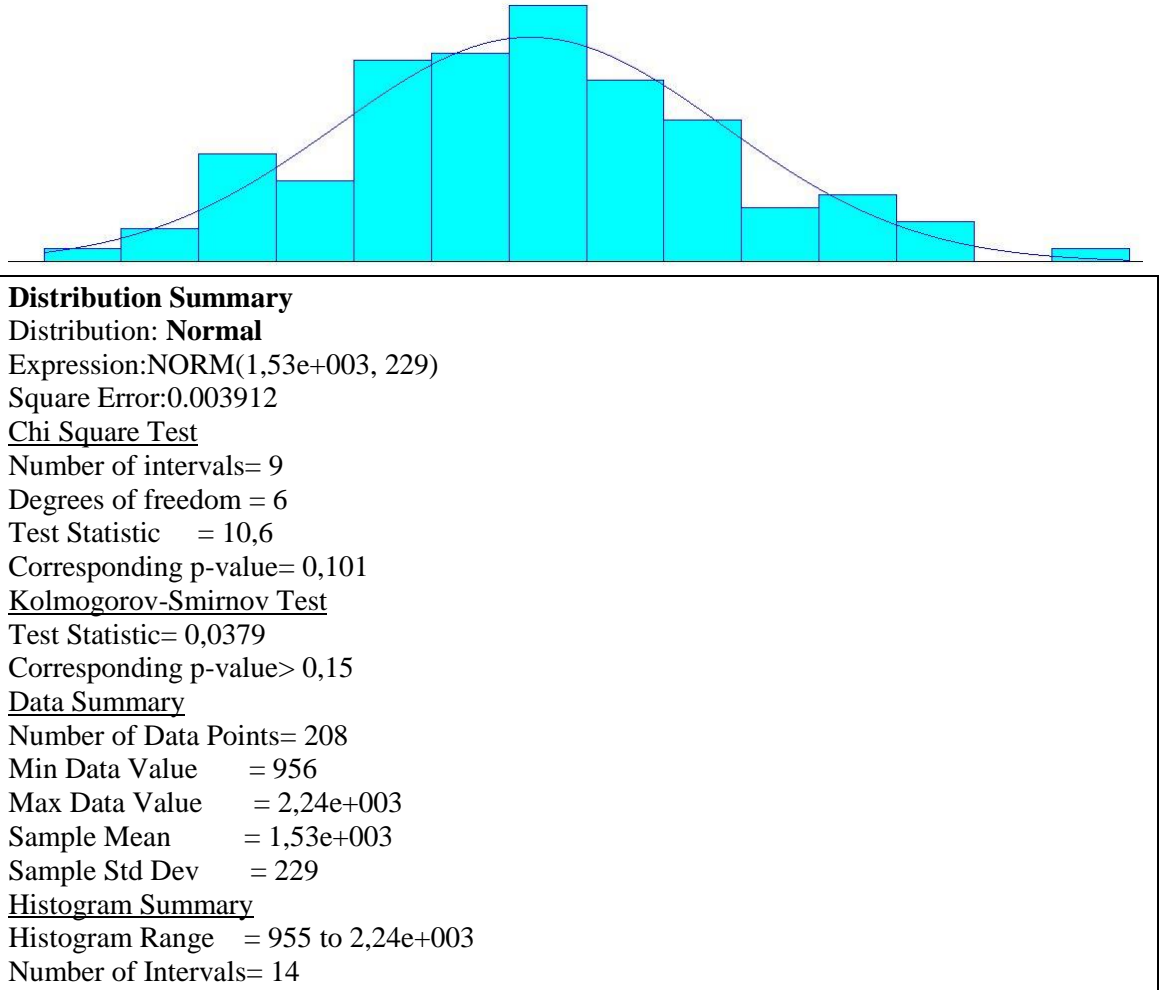
Dilinmiş Rulo Sac 6222kl.71,9x3mm (150-01-0886) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-0886 kodlu Dilinmiş Rulo Sac 6222kl.71,9x3 mm için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 2'**de gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.2.** Dilinmiş Rulo Sac 6222kl.71,9x3 mm (150-01-0886) için normallik testi

- **Sac St 37 (3 mm) (150-01-0509)**

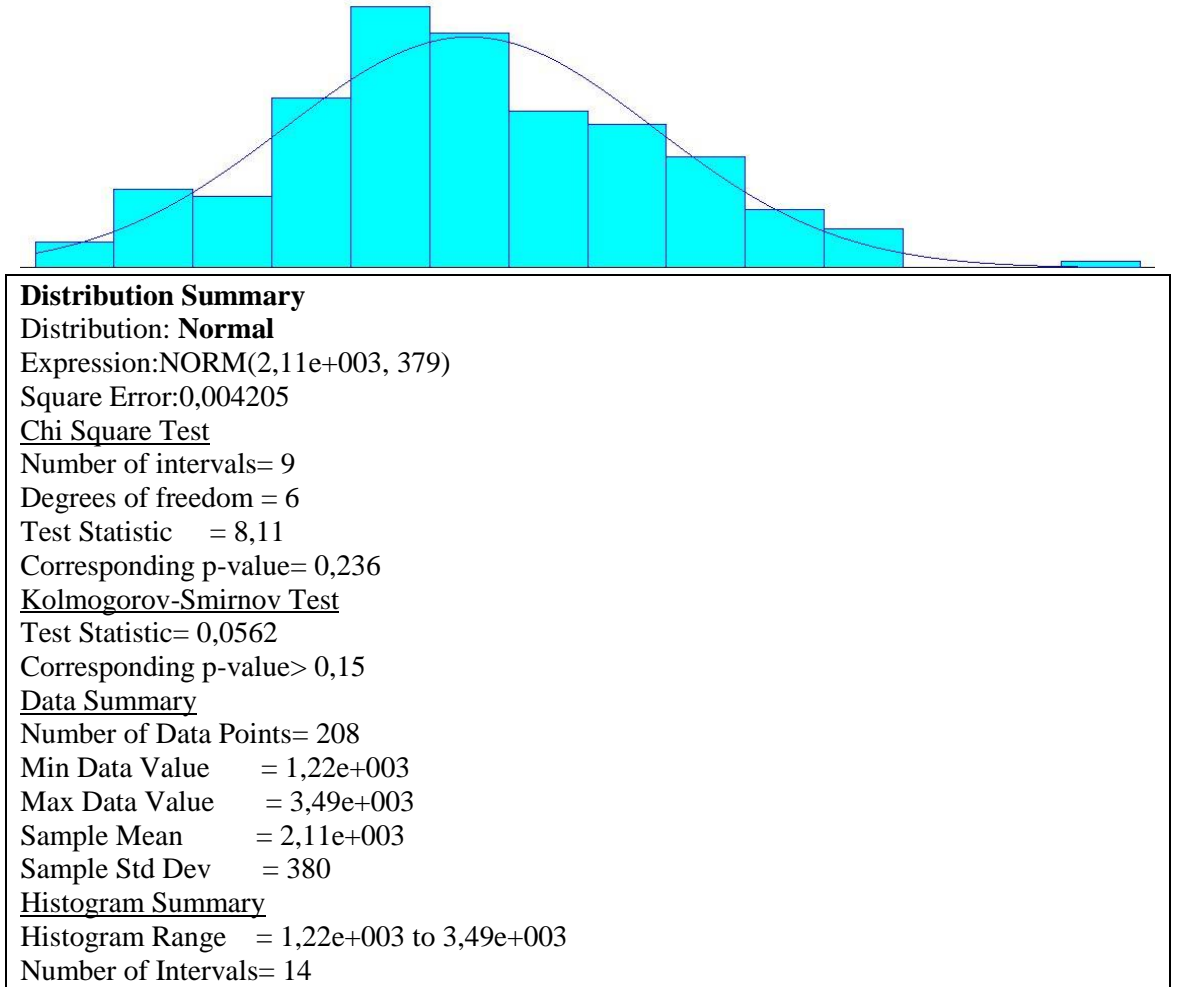
Sac St 37 (3 mm) (150-01-0509) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-0509 kodlu Sac St 37 (3 mm) için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 3**'de gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.3.** Sac St 37 (3 mm) (150-01-0509) için normallik testi

- **Redüktör (60 gövde Varvel) (150-01-1429)**

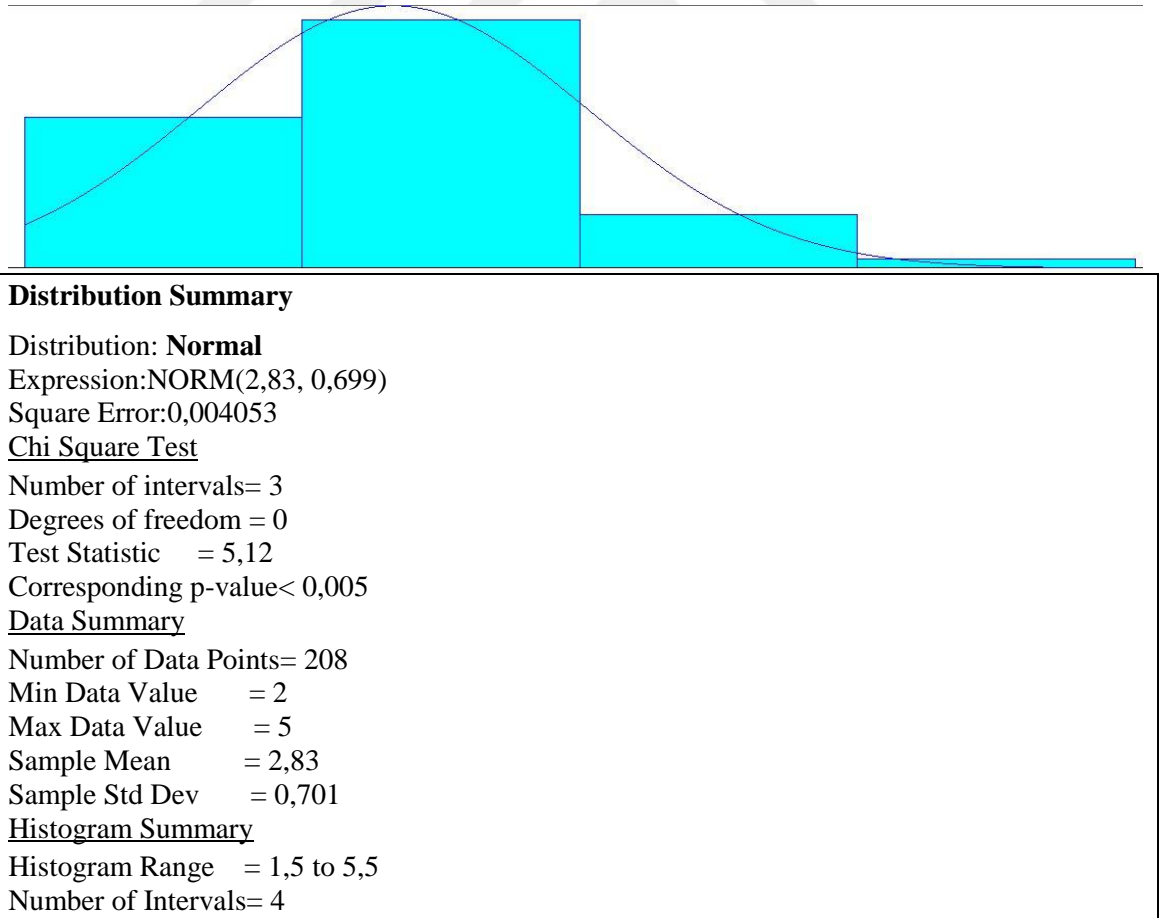
Redüktör (60 gövde Varvel) (150-01-1429) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-1429 kodlu Redüktör (60 gövde Varvel) için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 4**'de gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.4.** Redüktör (60 gövde Varvel) (150-01-1429) için normallik testi

- **Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec) (150-01-1412)**

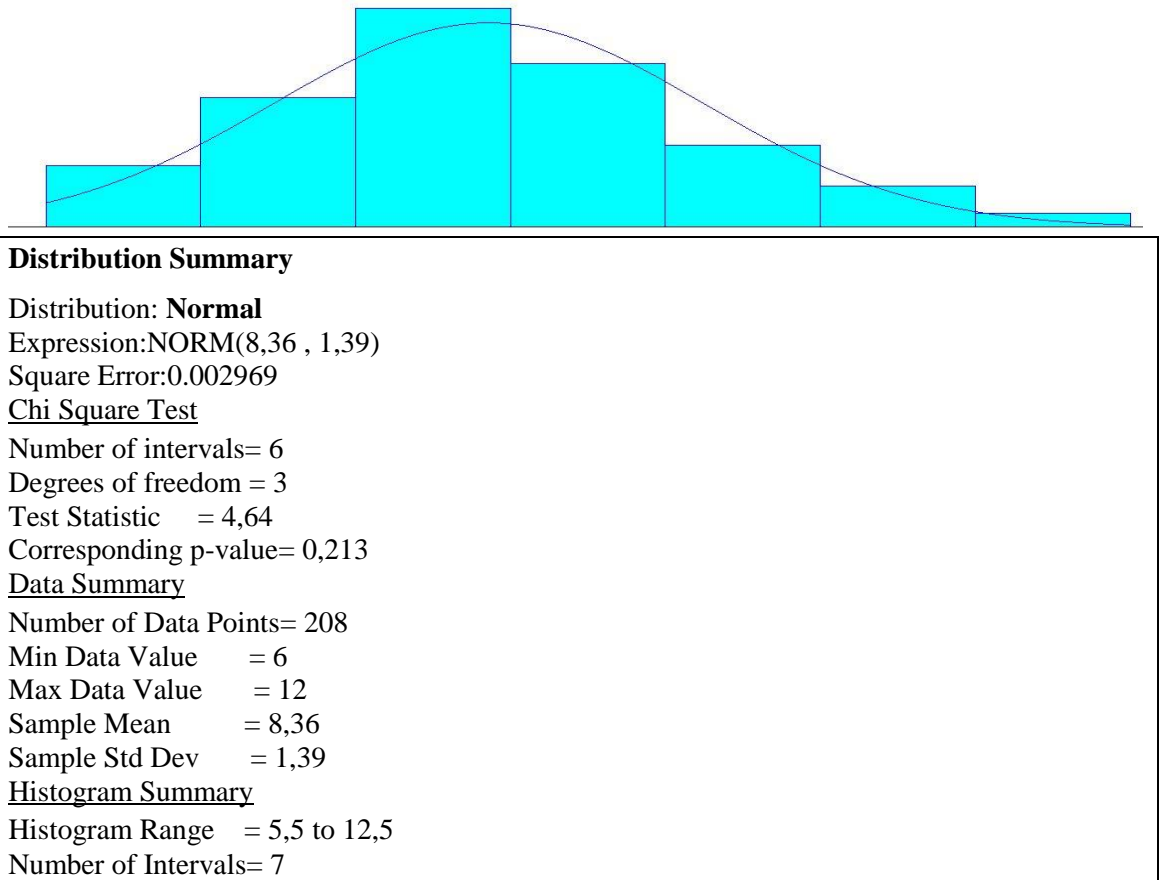
Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec) (150-01-1412) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-1412 kodlu Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec) için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 5**'de gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.5.** Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec) (150-01-1412) için normallik testi

- **Sac 6222kl. (3 mm) (150-01-1221)**

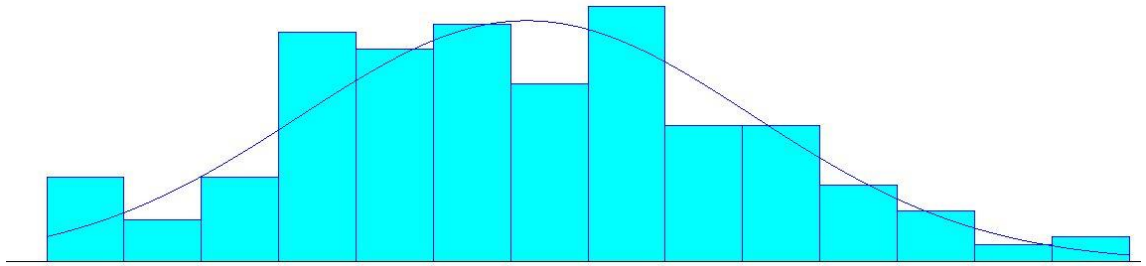
Sac 6222kl. (3 mm) (150-01-1221) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-1221 kodlu Sac 6222kl. (3 mm) için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 6**'da gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



#### **Distribution Summary**

Distribution: **Normal**

Expression: NORM(1,67e+003, 297)

Square Error: 0.005085

#### Chi Square Test

Number of intervals= 10

Degrees of freedom = 7

Test Statistic = 8,98

Corresponding p-value= 0,255

#### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic= 0,0415

Corresponding p-value > 0,15

#### Data Summary

Number of Data Points= 208

Min Data Value = 1,04e+003

Max Data Value = 2,46e+003

Sample Mean = 1,67e+003

Sample Std Dev = 298

#### Histogram Summary

Histogram Range = 1,04e+003 to 2,46e+003

Number of Intervals= 14

**Şekil 4.6.** Sac 6222kl. (3 mm) (150-01-1221) için normallik testi



- **Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec) (150-01-1856)**

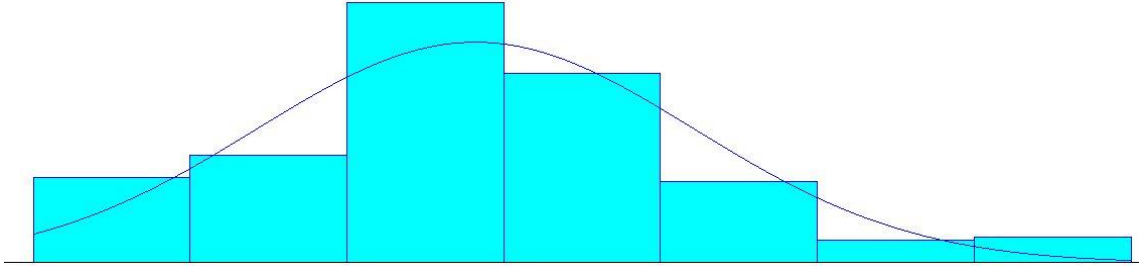
Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec) (150-01-1856) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-1856 kodlu Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec) için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 7**'de gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



### Distribution Summary

Distribution: **Normal**

Expression: NORM(8,32 , 1,4)

Square Error: 0,009260

### Chi Square Test

Number of intervals= 6

Degrees of freedom = 3

Test Statistic = 10,6

Corresponding p-value= 0,0157

### Data Summary

Number of Data Points= 208

Min Data Value = 6

Max Data Value = 12

Sample Mean = 8.32

Sample Std Dev = 1,4

### Histogram Summary

Histogram Range = 5,5 to 12,5

Number of Intervals= 7

**Şekil 4.7.** Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec) (150-01-1856) için normallik testi

- **Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk) (150-01-2217)**

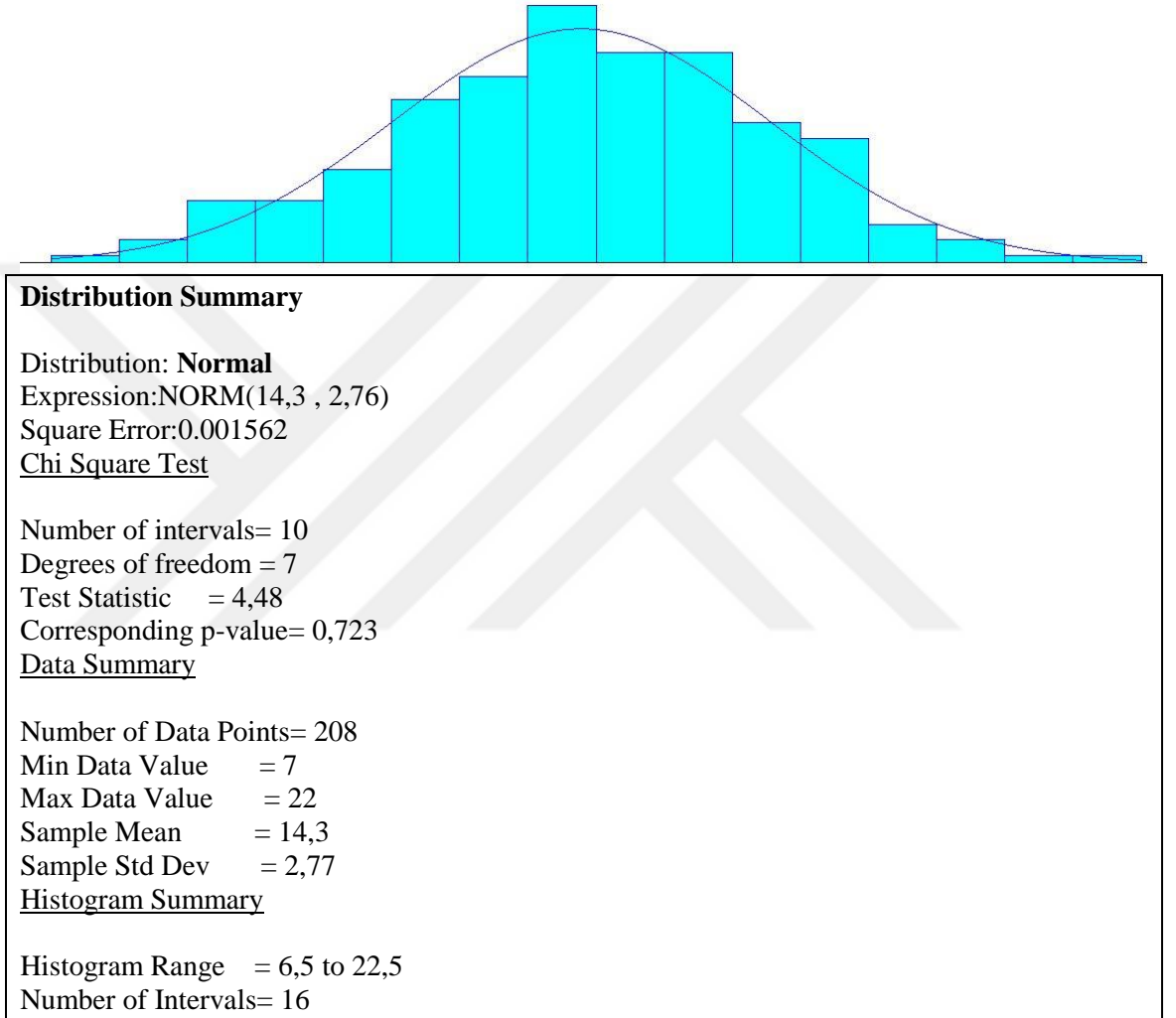
Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk) (150-01-2217) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-2217 kodlu Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk) için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 8**'de gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.8.** Elektrik motoru (0,55kw 900d/dk) (150-01-2217) için normallik testi

- **Zincir A2052** (150-01-0459)

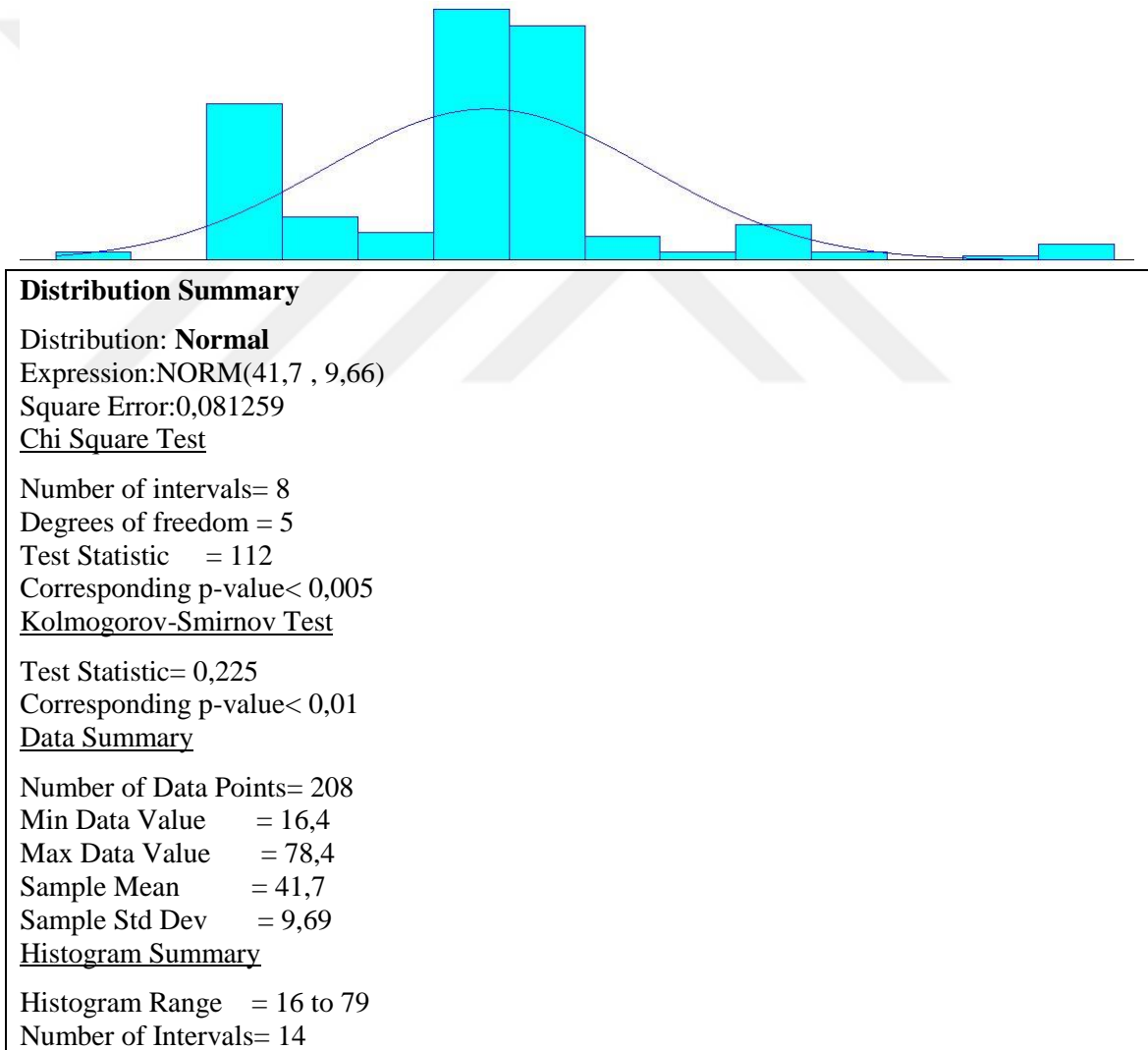
Zincir A2052 (150-01-0459) malzeme için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : talep normal dağılmaktadır.

$H_1$ : talep normal dağılmamaktadır.

$p \geq 0,05$ , talepler normal dağılım göstermektedir.

A grubu 150-01-0459 kodlu Zincir A2052 için işletmeden alınan dört yıllık talep değerleri **EK 9**'da gösterilmiş olup, verilerin normal dağılıma uygun sonuçları Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.9.** Zincir A2052 (150-01-0459) için normallik testi

#### 4.4. İşletmede Stok Maliyetlerinin Belirlenmesi

- **Elde bulundurma maliyeti;** 1 birim stok için ödenen paranın faiz getirisi ile hesaplanmaktadır. Yıllık Merkez Bankası faiz oranı %19,75 olarak dikkate alınmıştır ve her bir stok kalemi için hesaplanmıştır.
- **Tedarik süresi;** Firmanın tedarik süresi malzeme gruplarından Elektrik motorları ve Redüktörler 30 gün, Sac 20 gün, Zincir 240 gün' dür.
- **Sipariş maliyeti;** Sipariş edilecek envanterler dikkate alınarak hesaplanır. Çoğu zaman sabit ve değişken maliyetler olmak üzere ikiye ayrılır. Sabit maliyet, sipariş miktarından bağımsızdır. Değişken maliyet ise, sipariş edilen veya üretilen mal için katlanılan maliyettir (Çekiç 2015). Örneğin siparişin açılması, tedarikçi firmalardan fiyat araştırması sırasında harcanan zaman, fatura ve mal kabulü ile ilgili işlemler oluşturmaktadır. İşletmenin, tedarikçilerle yapılan anlaşma gereği taşıma maliyeti olmayacaktır. Bu adımlar dikkate alındığında sipariş maliyeti 150 TL olarak belirlenmiştir.
- **Stoksuzluk maliyeti;** Elde yeteri kadar stok bulundurmama siparişi karşılanamaması ve müşteri kaybıyla sonuçlanacaktır. İşletme tarafından birim stok değerinin %25 i olarak belirlenmiştir.

A grubu için stok maliyetleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Stok maliyetleri

Stok Kodu	Stok Adı	(k) Brim Fiyat (TL)	(L) Teda rik Süresi	(c ) Elde Bulundurma maliyeti	(v) Sipariş maliyeti	(r ) Stoksuz luk maliyeti
150-01-0460	Zincir A2052Hp	33,22	240	6,56	150	8,31
150-01-0886	Dilinmiş Rulo Sac6222kt71,9x3m	3,86	20	0,76	150	0,97
150-01-0509	Sac St 37 (3 mm)	3,55	20	0,70	150	0,89
150-01-1429	Redüktör (60 gövde Varvel)	1400	30	276,50	150	350,00
150-01-1412	Redüktör (Pq63 9d/d) Hydromec	726	30	143,39	150	181,50
150-01-1221	Sac 6222kt. (3 mm)	3,55	20	0,70	150	0,89
150-01-1856	Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydromec)	1146	30	226,34	150	286,50
150-01-2217	Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk)	411,30	30	81,23	150	102,83
150-01-0459	Zincir A2052	21,52	240	4,25	150	5,38

#### 4.5. Ekonomik Sipariş Miktarının Hesaplanması

150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp için yapılan hesaplamalar aşağıdaki gibidir.

Sipariş miktarı göze alınmadan sipariş maliyeti (v) = 150 TL

Talep miktarı (D)= 26766,16 Metre

150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp Birim fiyat:33,22 Tl

(c) Elde bulundurma maliyeti= 33,22\*0,1975 = 6,56 Tl

(c) Elde Bulundurma maliyeti 6.56 Tl olarak hesaplanmıştır.

$$Q = \sqrt{\frac{2vD}{c}}$$

$$Q_{(150-10-0460)} = \sqrt{\frac{2*150*26766,16}{6,56}} = 1106,37 \text{ mt}$$

İşletmenin 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp için vermesi gereken ekonomik sipariş miktarı 1106,37 mt' dir.

İlerleyen bölümlerinde A grubu stok kalemlerinin hangi sistemle kontrol edileceği araştırılacaktır. Optimal stok politikasını belirlemek için Q sistemi ve P sistemi uygulaması sonuçları karşılaştırılacaktır.

#### 4.6. Q Sistemi ile Emniyet Stoku ve Servis Düzeyinin Belirlenmesi

150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp için yapılacak hesaplamalar için veriler aşağıdaki gibidir.

Elde bulundurma maliyeti(c ): 6,56 TL

Ekonomik sipariş miktarı (Q): 1106,37 Mt

Talep miktarı (D) = 26766,16 Mt

Stoksuzluk maliyeti (r) : 8,305 Tl

$$\text{Servis Düzeyi} = 1 - \frac{Qc}{Dr}$$

$$\text{Servis Düzeyi} = 1 - \frac{1106,37 * 6,56}{26766,16 * 8,305} = 0,9674$$

İşletmenin stoksuz kalmama yüzdesi %97, stoksuzluk düzeyi ise %3'dir. Servis düzeyinin normal dağılım tablosuna göre z değeri 1,84 olarak belirlenmiştir. Servis düzeyi her iki sistem içinde aynı hesaplamalar ile elde edilir.

Servis düzeyine göre standart sapmaların değeri (z) = 1,84

Talep miktarının standart sapması (  $\sigma_d = 28,986$  (standart sapma değerleri Ek. 2' de dir)

Tedarik süresi (L) = 240 gündür.

$$\text{Emniyet stoku (SS)} = z * \sigma_d * \sqrt{L}$$

$$\text{Emniyet stoku (SS)} = 1,84 * 28,986 * \sqrt{240} = 826,250 \text{ Mt}$$

İşletmenin 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için bulundurması gereken emniyet stoku 826,250 mt olarak hesaplanmıştır.

#### 4.7. Q Sistemi ile Toplam Maliyet ve Yıllık Sipariş Döngüsünün Belirlenmesi

150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kaleminin yeniden sipariş noktasının hesaplanması için gerekli veriler aşağıdaki gibidir;

Belirli bir zaman dilimindeki ortalama talep miktarı (günlük) ( $\bar{d}$ ) =  $26766,16 / 260 = 102,947$  mt

Tedarik süresi (L) = 240 gün

Tedarik süresi boyunca beklenen maksimum talep ( $D_{\max}$ )

$$D_{\max} = \bar{d} * L$$

$$D_{\max} = 102,947 * 240 = 24707,28 \text{ mt}$$

Emniyet stoku (SS) = 826,250 mt

Yeniden sipariş noktası (R)

$$R = SS + D_{\max}$$

$$R = 826,250 + 24707,28 = 25533,53 \text{ mt}$$

İşletme 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi miktarı 25533,53 metreye düştüğünde tekrar sipariş vermelidir.

#### 4.8. Q Sistemi ile Toplam Maliyet ve Yıllık Sipariş Döngüsünün Belirlenmesi

150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için gerekli hesaplamalar aşağıdaki gibidir;

$$TM = \sqrt{2 * v * c * D} + c * SS + k * D$$

TM= Toplam Maliyet

Ekonomik sipariş miktarı (Q) =1106,37 Mt

Sipariş maliyeti (v) =150 TL

Yıllık Talep miktarı (D) =26766,16 Mt

Elde bulundurma maliyeti(c): 6,56 TL

Satın alınan malın birim fiyatı (k) =33,22 TL

Emniyet stoku (SS)= 826,250 mt

$$TM = \sqrt{2 * 150 * 6,56 * 26766,16} + 6,56 * 826,250 + 33,22 * 26766,16 = 901849,845 \text{ TL}$$

İşletmenin 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için yıllık toplam maliyeti 901849,845 TL' dir.

Yıllık Talep (D) = 26766,16 Mt

Ekonomik sipariş miktarı (Q) =1106,37 Mt

Yıllık Sipariş Döngüsü (N)

$$N = \frac{D}{Q}$$

$$N = \frac{26766,16}{1106,37} = 24 \text{ gün}$$

İşletmenin yılda 260 gün faaliyet gösterdiği varsayılarak siparişler arası süre;

T= 260/24= 11 gün olarak hesaplanır.

Yapılan hesaplamalara göre işletmenin stok yönetimi şu şekilde olmalıdır;



İşletmenin 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için stok seviyesi 25533,53 mt' ye düştüğünde, 1106,37 mt sipariş vermelidir.

Q sistemi ile elde edilen, A grubunda bulunan diğer kalemlere ait veriler Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.4.** A grubu stok kalemlerine ait Q, SS, TM, N, t, R ve servis düzeyleri

Stok Kodu	Stok Adı	(Q) Ekonomik Sipariş Miktarı	(SS) Emniyet Stoku	Ser vis Düze yi	(TM ) (Toplam Maliyet)	(N) Sipar iş Döng üsü	(t) Sipar işler Arası Süre	(R ) (Yeniden Sipariş Noktası)
150-01-0460	Zincir A2052Hp	1106,37	826,25	0,97	901849,845	24	11	25533,53
150-01-0886	Dilinmiş Rulo Sac 6222kl.71,9x3 mm	9441,27	1886,52	0,97	883857,57	24	11	19302,64
150-01-0509	Sac St 37 (3 mm)	10119,42	3110,17	0,97	858721,49	24	11	21516,39
150-01-1429	Redüktör (60 gövde Varvel)	21,00	7,00	0,96	573324,44	20	13	67,00
150-01-1412	Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec)	36,00	13,00	0,96	467370,40	18	14	103,00
150-01-1221	Sac 6222kl. (3 mm)	6524,65	2170,52	0,95	358717,35	15	17	9811,49
150-01-1856	Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec)	20,00	12,00	0,95	357950,37	15	17	42,00
150-01-2217	Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk)	49,00	23,00	0,94	273607,58	13	20	113,00
150-01-0459	Zincir A2052	910,42	231,13	0,94	277542,21	13	20	11070,18

#### 4.8. P Sistemi ile Siparişler Arası Sürenin ve Emniyet Stokunun Belirlenmesi

150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için hesaplamalar aşağıdaki gibidir.

Ekonomik sipariş miktarı (Q) =1106,37 Mt

Belirli bir zaman dilimindeki ortalama talep miktarı (günlük) ( $\bar{d}$ ) = 26766,16 /260= 102,947 Mt

Siparişler arası süre (t)

$$t = \frac{Q}{\bar{d}}$$

$$t = \frac{1106,37}{102,947} \cong 11 \text{ gün}$$

Servis düzeyine göre standart sapmaların değeri (z) = 1,84

Talep miktarının standart sapması ( $\sigma_d$ )= 28,986

Tedarik süresi (L) = 240 gün

Siparişler arası süre (t) = 11 gün

Emniyet Stoğu (SS)

$$SS = z * \sigma_d * \sqrt{L+t}$$

$$SS = 1,84 * 28,986 * \sqrt{240 + 11} = 844,973 \text{ mt}$$

İşletmenin 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için bulundurması gereken emniyet stoğu 844,973 mt 'dir.

#### 4.9. P Sistemi ile Sipariş Miktarının ve Yeniden Sipariş Noktasının Belirlenmesi

Tedarik süresi (L) = 240 gün

Belirli bir zaman dilimindeki ortalama talep miktarı (günlük) ( $\bar{d}$ ) = 26766,16 /260= 102,947 mt

Sipariş anındaki eldeki stok miktarı (e)

$$e = \bar{d} * L$$

$$e = 102,947 * 240 = 24707,28 \text{ mt}$$

Siparişler arası süre (t) = 11 gün

Tedarik süresince beklenen maksimum talep ( $D_{\max}$ )

$$(D_{\max}) = \bar{d} * (L+t)$$

$$(D_{\max}) = 102,947 * (240+11) = 25839,697 \text{ mt}$$

Emniyet Stoğu (SS) =844,973 mt

Üst stok seviyesi (ÜSS)

$$\text{ÜSS} = (D_{\max}) + SS$$

$$\text{ÜSS} = 25839,697 + 844,973 = 26684,67 \text{ mt}$$

Sipariş Miktarı (SİM)

$$\text{SİM} = \text{ÜSS} - e$$

$$\text{SİM} = 26684,67 - 24707,28 = 1977,39 \text{ mt}$$

Emniyet Stoğu (SS) =844,973 mt

Belirli bir zaman dilimindeki ortalama talep miktarı (günlük) ( $\bar{d}$ ) = 26766,16 /260= 102,947 mt

Tedarik süresi (L) = 240 gün

Siparişler arası süre (t) = 11 gün

Yeniden Sipariş Noktası (R)

$$R = SS + \bar{d} * (L + t)$$

$$R = 844,973 + 102,947 * (240 + 11) = 26684,67$$

İşletme 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için 26684,67 mt' ye düştüğünde tekrar sipariş vermelidir.

#### 4.10. P Sistemi ile Toplam Maliyet ve Yıllık Sipariş Döngüsünün Belirlenmesi

Toplam maliyet ve Sipariş döngüsünün hesaplama adımları aşağıdaki gibidir;

$$TM = \sqrt{2 * v * c * D} + c * SS + k * D$$

Toplam Maliyet (TM)

Ekonomik sipariş miktarı (Q) = 1106,37 mt

Sipariş Maliyeti (v) = 150 TL

Yıllık Talep (D) = 26766,16

Elde bulundurma maliyeti (c) : 6,56 TL

Satın alınan malın birim fiyatı (k) = 33,22 TL

Emniyet Stoğu (SS) = 844,973 mt

$$TM = \sqrt{2 * 150 * 6,56 * 26766,16} + 6,56 * 844,973 + 33,22 * 26766,16 = 901972,668$$

Firmanın yıllık toplam maliyeti 901972,668 TL' dir.

Yapılan hesaplamalara göre firmanın stok yönetimi şu şekilde olmalıdır;

150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kalemi için stok seviyesi 26684,67 mt ye düştüğünde 1977,39 mt sipariş verilmelidir.

P sistemi ile elde edilen, A grubunda bulunan diğer kalemlere ait bilgiler Çizelge 4.5. 'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.5.** A grubu stok kalemlerine ait SİM, SS, TM, t, R ve servis düzeyleri

Stok Kodu	Stok Adı	(SİM) Sipariş Miktarı	(SS) Emniyet Stoku	Ser vis Dü zeyi	(TM) Toplam Maliyet	(t) Sipar işler Arası Süre	(R) Yeniden Sipariş Noktası
150-01-0460	Zincir A2052Hp	1977,39	844,97	0,97	901972,67	11	26684,67
150-01-0886	DilinmişRulo Sac 6222klt.71,9x3mm	11896,87	2317,96	0,97	882887,51	11	29313,07
150-01-0509	Sac St 37 (3 mm)	13995,56	3872,13	0,97	859255,62	11	32401,80
150-01-1429	Redüktör (60 gövde Varvel)	30	8	0,96	573600,94	11	90
150-01-1412	Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec)	51	15	0,96	467657,18	12	141
150-01-1221	Sac 6222klt. (3 mm)	9447,08	2952,23	0,95	359264,55	17	17088,08
150-01-1856	Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec)	36	16	0,95	358855,73	20	66
150-01-2217	Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk)	77	29	0,94	274094,96	16	167
150-01-0459	Zincir A2052	1143,77	240,57	0,94	257582	20,3	11982,2

Yapılan hesaplamalar neticesinde, Q sistemi ile elde edilen sipariş miktarı, emniyet stoğu ve yeniden sipariş noktası değerlerinin P sistemine göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. A grubu stoklar kritik ve yüksek değerli ürünler olduğundan dolayı sıklıkla kontrol edilmesi gerekir. Amacımız eldeki stokları sipariş miktarlarına olabildiğince yakın değerde tutmaktır. Emniyet stoklarının minimum derecede bulundurulması çok önemlidir. Yapılan inceleme sonucunda A grubu stok kalemlerinin kontrolünün Q sistemi ile yapılmasına karar verilmiştir.

#### 4.11. Uygulamadan Elde Edilen Veriler

Çalışmanın uygulama bölümünde işletme için varlık değeri yüksek ve tedarik süresi uzun olan konveyör üretiminin büyük bölümünü oluşturan 69 farklı stok kaleminin birim fiyatları, talep miktarları ve talep değerleri belirlenmiştir. Stok kalemlerin her birinin tedarik süresi kendi içinde sabit (Motor-Redüktör 30 gün, Sac grubu 20 gün, Zincir 240 gün) olmakla birlikte talepleri değişkendir. Her bir stok kaleminin birim fiyatı toplam talebi ile çarpılarak talep değeri bulunmuştur. Elde edilen veriler

doğrultusunda ABC analizi yapılarak stok kalemleri önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır. Analiz sonucunda A grubunda 9, B grubunda 14 ve C grubunda 46 adet stok kalemi tespit edilmiştir.

İşletmenin bulundurması gereken emniyet stoğu miktarı ve yeniden sipariş noktası hesaplanmıştır. İşletme için belirlenen stok politikası aşağıdaki gibidir;

- 150-01-0460 kodlu Zincir A2052Hp stok kaleminin stok seviyesi 25533,53 mt 'ye düştüğünde 1106,37 mt sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.97 ve emniyet stoku 826,25 mt 'dir.
- 150-01-0886 kodlu Dilinmiş Rulo Sac 6222kl.71,9x3mm stok kaleminin stok seviyesi 19302,64 kg'a düştüğünde 9441,27 kg sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.97 ve emniyet stoku 1886,52 kg'dır.
- 150-01-0509 kodlu Sac St 37 (3mm) stok kaleminin stok seviyesi 21516,39 kg'a düştüğünde 10119,42 kg sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.97 ve emniyet stoku 3110,17 kg'dır.
- 150-01-1429 kodlu Redüktör (60 gövde Varvel) stok kaleminin stok seviyesi 67 adet' e düştüğünde 21 adet sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.96 ve emniyet stoku 7 adet' tir.
- 150-01-1412 kodlu Redüktör (Pq63 (9d/d) Hydro-mec) stok kaleminin stok seviyesi 103 adet' e düştüğünde 36 adet sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.96 ve emniyet stoku 13 adet' tir.
- 150-01-1221 kodlu Sac 6222kl. (3 mm) stok kaleminin stok seviyesi 9811,49 kg'a düştüğünde 6524,65 kg sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.95 ve emniyet stoku 2170,52 kg'dır.
- 150-01-1856 kodlu Redüktör (Pq63 (7d/d) Hydro-mec) stok kaleminin stok seviyesi 42 adet' e düştüğünde 20 adet sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.95 ve emniyet stoku 12 adet' tir.
- 150-01-2217 kodlu Elektrik Motoru (0,55kw 900d/dk) stok kaleminin stok seviyesi 113 adet' e düştüğünde 49 adet sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.94 ve emniyet stoku 23 adet' tir.

- 150-01-0459 kodlu Zincir A2052 stok kaleminin stok seviyesi 11070,18 mt 'ye düştüğünde 910,42 mt sipariş verilmelidir. Servis düzeyi 0.94 ve emniyet stoku 231,13 mt' dir.



## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

İşletmeleri üretim sürecinde yaşadığı en büyük sorunlardan biri talepte oluşan belirsizliktir. Talebin hem değişken hem de belirsiz olduğu bu durumlarda işletme müşterilerine daha iyi cevap verebilmek için maksimum düzeyde stok bulundurmak zorunda kalacaktır ve bu durum işletmeye yüksek maliyetlere neden olacaktır.

Bu çalışmada talebin belirsiz, tedarik süresinin belli olduğu stokastik envanter modelleri kullanılarak işletme için uygun envanter modeli önerilmiştir. Önerilen envanter modeli sayesinde işletme için ne kadar emniyet stoğu tutması gerektiği belirlenmiş aynı zamanda stok seviyesi ve sipariş verilmesi gereken miktarlara ulaşılmıştır.

İşletme yönetiminin doğru envanter yönetimini görebilmesi sağlanmıştır. İşletmenin envanter yatırımlarının önemli bir kısmını oluşturan A grubunda bulunan 9 adet stok kaleminin 4 yıllık talepleri incelenmiştir. 2018, 2017, 2016 ve 2015 yılına ait haftalık talepleri ARENA paket programındaki Input Analyzer komutunda normallik testi uygulanmıştır. Normallik testi uygulanan 9 adet stok kaleminin elde bulundurma maliyetleri, sipariş maliyetleri ve stoksuz kalma durumunda karşılaşılan stoksuzluk maliyetleri belirlenerek “sabit tedarik süresi ve değişken talep yapısı Q sistemi” ve “sabit tedarik süresi ve değişken talep yapısı P sistemi” uygulanarak sonuçları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında P sisteminin daha fazla stok bulundurduğu ve maliyetlerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Oluşan temel farkın nedeni emniyet stoğu miktarından kaynaklanmaktadır. A grubunda bulunan 9 adet stok kalemlerinin elde edilen sonuçlara göre Q sistemi ile kontrol edilmesine karar verilmiştir.

Bu çalışmada A grubu stok kalemlerinin “ne kadar” ve “ne zaman” sipariş edilmesi gerektiği verilerine ulaşılmıştır. Bu yapılan çalışma kapsamı daha da geliştirilebilir. Bundan sonra yapılabilecek çalışmalarda, tedarik süresi stokastikleştirilebilir.

“Koordineli Envanter Yöntemleri” uygulanabilir. “Veri Madenciliği” ile “Koordineli Envanter Yöntemleri” içerisindeki beraber hareket eden envanterler tespit edilebilir.

Envanter yönetiminde kullanılan karar değişkenleri olan “ne miktar”, “ne zaman” ve “hangi ürünler” sorularının cevabını ABC analizi ile birlikte belirlemeyi öngören bu çalışmanın, farklı sektörlerde kullanılması durumunda nasıl sonuçlar getirebileceği hususunun ileride yapılabilecek farklı araştırmalara konu teşkil etmesi temelli edilmektedir.





## KAYNAKLAR

- Ayanođlu, M., 2006. Stok Kontrol Modelleri, Bölüm 10, Üretim Yönetimi (Ders Notları). Sakarya Yayıncılık, Sakarya, 321-367.
- Aydemir, E., 2015. Envanter Yönetimi ve Uzantıları: Ekonomik Üretim Miktarı Modelleri Üzerine Bir Bilimsel Yazın Araştırması. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15 (3), 97-112.
- Bal, S., 2012. Tedarik Zinciri Yönetiminde Envanter Modellerinin Önemi Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Başkol, Melih., 2011. Bir Rekabet Aracı Olarak Tedarik Zinciri Yönetimi: Strateji ve Yaklaşımlar. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 3 (5), 13-27.
- Braglia, M., Castellano, D., Marrazzini L., and Song, D., 2019. A continuous review,  $(Q, r)$  inventory model for a deteriorating item with random demand and positive lead time. Computers and Operations Research, 109, 102-121.
- Çekiç, B., 2015. Tedarik Zincirlerinde Durağan Olmayan Talep Altında Çok Kademeli Stok Kontrol Yönetimi İçin Bir Stokastik Programlama Yaklaşımı. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1 (33), 45-77.
- Das, D., Hui, N.B., and Jain, V., 2019. Optimization of stochastic,  $(Q, R)$  inventory system in multi-product, multi-echelon, distributive supply chain. Journal of Revenue and Pricing Management, 18, 405-418.
- Demirel, T., 2007. Yöneyem-2 Ders notları. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Erk, E., 2009. Talep Yönetimi Yolu İle Stok Kontrolü Üzerine Bir Model Önerisi Ve Ticari Bir İşletmede Uygulama, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Erman, M., 2018. Talep Tahmini ve Envanter Yönetiminde Matematiksel Modelleme: Bir Eczacı Deposuna Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eroğlu, R., 2019. Geri Dönüşüm Süreci İçin Yeni Bir Envanter Modeli Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Eymen U.E., 2007. Tedarik Zinciri Yönetimi. Kaliteofisi Yayınları No: 14, <http://kisi.deu.edu.tr//ozkan.tutuncu/TedarikZinciriYonetimi.pdf> (30.08.2019).
- Harris, F.W., 1913. How many parts to make at once. Factory The Magazine of Management, 10, 135-136.
- Herer, Y.T., Tzur, M. And Yücesan, E., 2002. Transshipments: an emerging inventory recourse to achieve supply chain leagility. International Journal of Production Economics, 80, 201-212.
- Janssen, L., Sauer, J., Selvi İ.H., And Cesur, M.R., 2016. A real-time inventory model to manage variance of demand for decreasing inventory holding cost. Computers & Industrial Engineering, 102, 435-439.
- Karahaliloğlu, M., 2018. Bir Otomobil Firmasında Envanter Yönetimi ve Yedek Parça Stoku Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Karahasan, M. ve Aslan Ş., 2016. Bir Çimento Fabrikasında Hammadde Stok Kontrolü Uygulaması, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21 (3), 773-783.
- Kasap, N., Biçer, İ. ve Özkaya, B.E., 2010. Stokastik envanter model kullanılarak iş makinelerinin onarımında kullanılan kritik yedek parçalar için envanter yönetim sistemi oluşturulması. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 39 (2), 310-334.
- Kızılboga, A., 2013. Envanter Kontrol yöntemleri ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kobu, Bülent., 2017. Stok Kontrolü, Bölüm 12, Üretim Yönetimi. Beta Yayıncılık, İstanbul, 327-368.
- Maddah, B. And Noueihed, N., 2017. EOQ holds under stochastic demand, a technical note. Applied Mathematical Modelling, 45, 205-208.
- Ödevsel, <https://www.odevsel.com/bilim/1895/1-envanter-kontrol-sistemleri.html> , (02.09.2019).
- Özgür, B., 2007. Envanter Yönetimi İçin Maliyet Parametrelerinin Hesaplanması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özkan, E., 2010. Stochastic Inventory Modelling, Master Thesis, Middle East Technical University Master of Science in Industrial Engineering Department., Ankara.
- Öztürk, A., 2018. Envanter Modelleri, Bölüm 10, Yöneylem araştırmasına Giriş. Ekin Yayınevi, Bursa, 499-554.
- Pires, C.P., Frazzon, E.M., Danielli A.M.C., Kück, M., and Freitag, M., 2018. Towards a simulation-based optimization approach to integrate supply chain planning and control. Procedia CIRP, 72, 520-525.
- Saraçlar, Ç., 2003. Lojistik Faaliyetler İçinde Envanter Yönetiminin Rolü ve Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Saraçoğlu, İ., 2014. A Genetic Algorithm Approach For A Multi-Product Multi-Period Continuous Review Inventory Model With Deterministic And Variable Demand, Dokuz Eylül University Graduate School Of Natural And Applied Sciences, İzmir.
- Satıcı, G., 1995. Enflasyonist Ortamda Endüstri İşletmelerinde Envanter Model Analizleri (Üretim ve Stok Sistemleri) ve Bir Uygulama, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Sayın, D., 2018. Arıtma Sistemlerinde Envanter Planlaması ve Endüstriyel Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sezen, B., 2004. Tedarik zincirinde stok yönetimi problemleri için elektronik tablolar yardımı ile simülasyon uygulaması. Yönetim ve Ekonomi, 1 (11), 57-68.
- Singh, D. And Verma, A., 2018. Inventory Management in Supply Chain. Materials Today: Proceedings, 5, 3867-3872.
- Sulak, H. ve Eroğlu A., 2009. Ekonomik sipariş ve üretim miktarı modellerinde yeni açılımlar. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14 (3), 383-406.
- Sun, X. And Zhang, R., 2019. The single-manufacturer single-retailer integrated production-delivery lot sizing model with production capacity under stochastic lead time demand. Procedia CIRP, 83, 528-533.

- Tamjidzad, S. And Mirmohammadi, S.H., 2017. Optimal  $(r, Q)$  policy in a stochastic inventory system with limited resource under incremental quantity discount. *Computers & Industrial Engineering*, 103, 59-69.
- Torkul, O., Yılmaz, R., Selvi İ.H., And Cesur, M.R., 2016. A real-time inventory model to manage variance of demand for decreasing inventory holding cost. *Computers & Industrial Engineering*, 102, 435-439.
- Vizinger, T., and Zerovnik, J., 2019. A stochastic model for better planning of product flow in retail supply chains. *Journal of The Operational Research Society*, 70(11), 1900-1914.
- Yerlioğlu, S., 2016. Bir Havayolu Firmasına Yönelik Yeni Bir Envanter Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, Ö.F., 2012. Bekleyen Sipariş Durumunda Sürekli Gözden Geçirmeye Dayalı Olasılıklı  $(R,Q)$  Stok Kontrol Modeli Ve Depo Yapısı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zemestani, G., 2016. Tedarik Zinciri Stratejilerinde Deterministik ve Stokastik Stok Kontrol Modellerinin Kullanımı ve Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Zhou, W.O., Chen, L., and Ge, H.M., 2013. A multi-product multi-echelon inventory control model with joint replenishment strategy. *Applied Mathematical Modelling*, 37, 2039-2050.

## ÖZGEÇMİŞ

Hande KIRIŞ 1992 yılında Giresun'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Giresun'da tamamladı. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamladı. 2016 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans öğrenimine başladı.

