KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAVAŞ DEVREDEN STOK ELEMANLARI İÇİN ENVANTER YÖNETİMİ MODELLERİ VE BİR UYGULAMA

MUSTAFA ŞENOL

KOCAELİ 2012

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAVAŞ DEVREDEN STOK ELEMANLARI İÇİN ENVANTER YÖNETİMİ MODELLERİ VE BİR UYGULAMA

MUSTAFA ŞENOL

Prof.Dr. Alpaslan FIĞLALI
Danışman, Kocaeli Üniv. .....

Yrd.Doç.Dr. Celal ÖZKALE
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv. .....

Yrd.Doç.Dr. Ümit TERZİ
Jüri Üyesi, Beykent Üniv. .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 28.06.2012

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüzde, küreselleşme sürecinde iş dünyasının getirmiş olduğu artan rekabet ortamı ve bu rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri, işletmelerin var olan kaynaklarını optimum bir şekilde kullanmaları ile mümkündür.

İşletmeler, hızla değişen çevresel etmenler, globalleşme ve ekonomik koşullar karşısında gerekli önlemleri alabilmek, sistemlerinin başarısını arttırabilmek, başka bir deyişle kaynaklarını daha verimli kullanabilmek için çeşitli bilimsel yöntemler ve modern yaklaşımları kullanmak zorundadır. Sistem başarısındaki en önemli parametrelerden birini oluşturması nedeniyle stoklar ve stok kavramı içerisinde yer alan yedek parçalar için envanter yönetimi modelleri bu çalışmaya konu olmuştur.

Bana bu önemli konuda çalışma olanağı sağlayan, bu çalışmanın hazırlanmasında, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr.Alpaslan FIĞLALI'ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca bu çalışmam sırasında manevi desteklerini daima hissettiğim aileme de teşekkürlerimi sunarım.

Haziran-2012 Mustafa ŞENOL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR vi
ÖZET viii
ABSTRACT ix
GİRİŞ 1
1. STOK YÖNETİMİNE İLİŞKİN TEMEL KAVRAMLAR 3
1.1. Stok Kavramı 3
1.2. Stok Bulundurma Nedenleri 3
1.3. Stok Bulundurmama Nedenleri 3
1.4. Stok Çeşitleri 4
1.5. Stok Maliyetleri 5
1.5.1. Elde bulundurma maliyeti 6
1.5.2. Sipariş maliyeti 8
1.5.3. Elde bulundurmama maliyeti 9
2. YEDEK PARÇALAR İÇİN STOK KONTROL MODELLERİ 11
2.1. Basit Stok Kontrol Sistemleri 11
2.1.1. Gözle kontrol yöntemi 11
2.1.2. Çift kutu yöntemi 12
2.1.3. Minimum – maksimum yöntemi 12
2.1.3.1. Sabit sipariş periyodu yöntemi 12
2.1.3.2. Sabit sipariş miktarı yöntemi 13
2.1.4. ABC kontrol sistemi 14
2.2. Deterministik Stok Modelleri 17
2.2.1. Temel ekonomik sipariş miktarı modeli 19
2.2.2. Güvenlik stoğunun belirlenmesi 23
2.2.3. Miktar esaslı indirimler 25
2.2.4. Bekleyen (Karşılanmamış) sipariş modeli 28
2.3. Stokastik Stok Modelleri 30
2.3.1. (s,Q) Stok politikası 31
2.3.2. (s,S) Stok politikası 33
2.3.3. (R,S) Stok kontrol modeli 34
2.3.4. (R,s,S) Stok kontrol modeli 36
3. YAVAŞ DEVREDEN YEDEK PARÇALAR İÇİN STOK KONTROL MODELLERİ 38
3.1. Poisson Dağılımı 40
3.1.1. Poisson dağılımının özellikleri 40
3.2. Poisson Dağılımlı Modeller 41
3.2.1. Servis düzeyi modeli 41
3.2.2. Minimum maliyet modeli 42
3.2.3. Ekipman ulaşılabilirliği modeli 43

3.2.3. Tedarikçi ulaşılabilirliği modeli 45
4. DENİZ KUVVETLERİNDE YEDEK PARÇA YÖNETİMİ 47
5. UYGULAMA 49
5.1. Uygulama Konusunun Tanıtılması 49
5.2. Uygulamada Kullanılacak Değeler ve Varsayımlar 49
5.3. Uygulamada Kullanılacak Malzemelerin Tespiti 51
5.4. Verilerin İncelenmesi ve Analizler 51
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 68
KAYNAKLAR 70
ÖZGEÇMİŞ 73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sabit sipariş periyodu yöntemine göre stok kontrolü 13
Şekil 2.2. Sabit sipariş miktarı yöntemine göre stok kontrolünün elemanları 14
Şekil 2.3. ABC analizi grafiği 16
Şekil 2.4. Sistemin gerçek yaşamdaki işleyişi 19
Şekil 2.5. Temel ekonomik sipariş modeli grafiği 20
Şekil 2.6. Dönemsel toplam stok maliyeti 21
Şekil 2.7. Güvenlik stoğunun gösterimi 23
Şekil 2.8. Müşteri hizmet düzeyi ve stok yatırımı ilişkisi 24
Şekil 2.9. Normal dağılımlı talep karşısında farklı durumlar 25
Şekil 2.10. Miktar esaslı indirim modeli 27
Şekil 2.11. Bekleyen sipariş modeli 28
Şekil 2.12. (s,Q) politikası altında envanter durumu 32
Şekil 2.13. (s,S) politikası altında envanter durumu 34
Şekil 2.14. (R,S) politikası altında envanter durumu 35
Şekil 2.15. (R,s,S) politikası altında envanter durumu 36
Şekil 3.1. Servis düzeyi modeli grafiği 42
Şekil 3.2. Minimum maliyet modeli grafiği 43
Şekil 3.3. Ekipman ulaşılabilirliği modeli grafiği 44
Şekil 3.4. Tedarikçi ulaşılabilirliği modeli grafiği 46

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Tanımlanmış ekipman ulaşılabilirliği ve tedarikçi ulaşılabilirliği için stok seviyeleri Morris ve diğ.(2003) 45
Tablo 5.1. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin 2007-2012 yılları arasında tedarik süresi içerisindeki talep miktarları. 54
Tablo 5.2. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemelerin 2007-2012 yılları arasında tedarik süresi içerisindeki talep miktarları. 55
Tablo 5.3. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin maliyet ve miktar bilgileri. 56
Tablo 5.4. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemelerin maliyet ve miktar bilgileri. 57
Tablo 5.5. Tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin envanter modellerine göre elde bulundurma seviyeleri.... 58
Tablo 5.6. Tedarik süresindeki ortalama talebi ortalama talebi 5 ile 10 birim olan malzemelerin servis düzeyi modeline göre elde bulundurma seviyeleri. 59
Tablo 5.7. Servis düzeyi modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu. 60
Tablo 5.8. Minimum maliyet modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu. 61
Tablo 5.9. Ekipman ulaşılabilirliği modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu. 62
Tablo 5.10. Tedarikçi ulaşılabilirliği modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu. 63
Tablo 5.11. Ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin eldeki miktar ve gerçekleşen talepler(2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu..... 64
Tablo 5.12. Servis düzeyi modeline göre ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemeler için gerçekleşen talepler 2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu. 65
Tablo 5.13. Ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemelerin eldeki miktar ve gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu. 66
Tablo 5.14. Modellerin uygun gördüğü stok seviyesine göre dönem sonlarındaki maliyetler..... 67

SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR

σ_D : Birim zamanda gerçekleşen talebin standart sapması
σ_D^2 : Birim zamanda gerçekleşen talebin varyansı
C_h : Elde bulundurma maliyeti
Cs : Sipariş maliyeti
σ_L : Tedarik süresinin standart sapması (birim zaman)
σ_L^2 : Tedarik süresinin varyansı
A : Mevcut miktar
a : Tedarikçi ulaşılırlığı
C : Sipariş partisi başına sipariş maliyeti
C_3 : Elde bulundurmama maliyeti
C_i : Siparişlerin çevrim süreleri
D : Birim zamanda gerçekleşen talep
d_i : Sipariş teslim anları
d_L : Tedarik süresindeki ortalama talep
D_{LT} : Tedarik süresi
e : Ekipman ulaşılırlığı
F : Satınalma maliyetinin oranı olarak elde bulundurma maliyeti
H : Birim başına dönemsel elde bulundurma maliyeti
k : Hizmet düzeyi (sabit çarpan)
L : Ortalama tedarik süresi (birim zamanlı)
L_i : Tedarik süreleri
P : Satın alınan malın bir biriminin maliyeti
Q : Ekonomik sipariş miktarı
Q_i : Sipariş büyüklükleri
R : Yeniden sipariş verme düzeyi
r_i : Sipariş verme anları
S : En çok stok miktarı
s : Güvenlik stoğu
T : Olması istenen stok miktarı
t : Sipariş süresi
V : En fazla stok miktarı
λ : Poisson rastsal değişkene ait beklenen değer

Kısaltmalar

ABC : Pareto analizi
AOS : Aylık ortalama stok yatırımı
DEM : Depolama ve elleçleme maliyeti
DTSM : Dönemsel toplam stok maliyeti
EBM : Elde bulundurma maliyeti

EOQ	: Economic Order Quantity(Ekonomik Sipariş Miktarı)
ERP	: Enterprise Resource Planning(Kurumsal Kaynak Planlama)
ESM	: Ekonomik sipariş miktarı
KSM	: Kayıp satış maliyeti
MRP	: Material Resource Planning(Malzeme İhtiyaç Planlama)
OM	: Ortalama maliyet
ORACLE	: Oracle corporation
PB	: Para birimi
SHM	: Stok hizmet maliyeti
SM	: Sermaye maliyeti
SM	: Sipariş maliyeti
SRM	: Stok riski maliyeti
ÜKM	: Üretim kaybı maliyeti
WIP	: Work in process(Yarı ürün stokları)

YAVAŞ DEVREDEN STOK ELEMANLARI İÇİN ENVANTER YÖNETİMİ MODELLERİ VE BİR UYGULAMA

ÖZET

İşletmeler bir yandan kredi kaynakları ile borçlanırken, diğer yandan da yüksek envanter yükleri taşımaktadırlar. İşletmeler için büyük bir maliyet bileşeni olan stokların yükünü minimize etmek işletmeler için çok önemlidir. İşletmeler, iç ve dış müşterilerden gelen yedek parça taleplerini karşılarken stok eksikliği veya fazlalığı ile karşılaşmamak için bünyelerinde tutmaları gereken en uygun stok miktarının belirlenmesi amacı ile kendileri için uygun olacak envanter modellerini belirlemelidirler. Bu çalışmada ilk bölümde stok kavramına genel bir bakış yapılmış daha sonra yedek parçalar içerisinde hızlı devreden (literatürde tedarik süresindeki talebi 10 birimden yüksek) stok elemanları için stok kontrol modelleri anlatılmış ardından yavaş devreden (literatürde tedarik süresindeki talebi 10 birimden düşük) stok elemanları için poisson dağılımlı stok kontrol modelleri anlatılmıştır. Son olarak ise yavaş devreden stok elemanları için geliştirilmiş poisson dağılımlı modeller ile bir uygulama ve maliyet analizi yapılmış, mevcut durumdaki stok seviyesi maliyetleri ile modellerde önerilen optimum envanter düzeyindeki gözlemlenen maliyetlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Envanter Modelleri, Stok Kontrol, Yavaş Devreden Stok Elemanları, Yedek Parça.

INVENTORY MANAGEMENT MODELS FOR SLOW MOVING SPARE PARTS AND AN APPLICATION

ABSTRACT

Firms are getting in to debt by credit resources, also they are carrying high inventory loads. For the firms, it is very important to minimize to stock loads which is major cost component. Firms should decide inventory models which will be suitable for themselves, to keep best amount in their structure for not to meet with stock deficiency or excess comes from inner and outer customers, when they are corresponding spare part demand. In this study, general view is made to stock issue in the first section, then stock control models are explained for the stock elements which rapidly transfered (of which lead time avarege demand is higher than 10 units in the literature) in the spare parts, subsequently poisson distribution stock control models are explained for stock elements which are slow moving stock items (of which lead time avarege demand is less than 10 units in the literature). Lastly, an application and cost analysis is made with poisson distribution which is developed for slow moving stock items, benchmarking is made for stock level costs which are in the current situation and for the costs which is observed in optimum inventory level in the suggested model.

Keywords: Inventory Models, Inventory Control, Slow Moving Inventory Items, Spare Parts.

GİRİŞ

Envanter, firmaların ve kurumların gelecekte oluşabilecek talebi karşılamaları ve işlemlerin verimli ve hatasız bir şekilde yürümesi için ellerinde tuttukları ürün ve hammaddelerdir. Envanterin uygun düzeyde bulundurulması sistemlerin işleyişini olumlu yönde etkilemektedir. Uygulamada oluşabilecek beklenmedik durumlara, dalgalanmalara, düzensizliklere ve gecikmelere karşı kurumu güvence altına almak esas amaçtır.

İşletmeler bir yandan kredi kaynakları ile borçlanırken, diğer yandan da yüksek envanter yükleri taşımaktadırlar. İşletmenin sermayesinin katma değer yaratmayan noktalarda bağlı olması; nakit akışındaki problemlere, ürünün durduğu yerde maliyetsel olarak negatif yönde değerlenmesine, artan maliyetlerin de satış miktarında azalma olarak firmaya yansımasına neden olmaktadır.

Envanter kontrolü ile girişimci, malların firmaya getirdiği maliyeti minimum yapabilir, sermayenin ne zaman ve nereye yatırılacağı kararını verebilir. Envanter kontrolünde esas amaç en uygun zamanda optimal stok seviyesinin belirlenmesi, firmaya maliyetinin minimum olması ve bunun bir düzen içerisinde sürdürülmesidir. Eğer firmanın envanter düzeyi yüksek olursa, malların elde bulundurulmasından doğacak belirli bir maliyet vardır. Elde gereğinden fazla mal bulundurmak; depo kirası, yıpranma, bozulma, malların modasının geçmesi gibi birçok sorun firmaya belirli bir maliyet yüklemektedir. Eğer envanter düzeyi düşük olursa, firmanın gelen talepleri karşılayamamasına sebep olacaktır. Bunun da firmaya belirli ölçüde maliyet yükleyeceği açıktır. Bu iki oranı dengeleyecek ve minimum maliyeti sağlayacak optimal envanter düzeyi belirlenmelidir. Bunun en iyi şekilde yapılması envanter kontrolüyle mümkündür.

Envanter, bugün bütün işletmelerin odak noktası haline gelmiştir. İşletmelerde başarılı bir yönetim için, stok yönetiminin en iyi şekilde planlanması gereklidir. İşletmeler stoklarında çeşitli nedenlere bağlı olarak belirli bir miktardan fazla finansal kaynak ayıramazlar. Bu bakımdan işletmelerin envanter yönetimi oldukça

önemlidir. Üretim ve envanter yönetiminin başarısı verimlilik ve maliyet analizlerinden ve yorumlanabilmesinden geçmektedir. Buradan hareketle arzu edilen müşteri memnuniyetini, en düşük envanter maliyeti ile sağlayabilmek envanter yönetimin en önemli amacıdır. Sistemlerin kalite ve güvenirlik seviyelerini yüksek tutmaları bu amaca ulaşmalarında çok önemli bir yere sahiptir. Kurumların işleyişi açısından envanterin etkin bir biçimde kontrol edilmesi gerekmektedir. Ancak bu kontrol, oluşabilecek maliyetleri minimize etmek amacıyla, tüm envanterin yok edilmesi anlamına gelmemelidir. Esas kontrol; doğru malzemeyi, doğru zamanda, doğru miktarda ve doğru yerde bulundurmaktır. Bu kavramlardan herhangi birinin eksikliği halinde sistemde işleyiş bakımından aksaklıklar meydana gelecektir. Örneğin, tüketimi (talebi) az olan bir malzemenin stoklarda aşırı miktarda bulunması, stok maliyetini arttıracaktır. Tam tersine, tüketimi (talebi) fazla olan bir malzemenin stoklarda yeterli miktarda bulunmaması da işleyişin duraklamasına ve servis süresinin uzamasına neden olacaktır.

Bu çalışmada yedek malzeme talepleri değerlendirilerek envanter modelleri anlatılmaya çalışılmıştır. Bu modellerin hedefi, envanter maliyetlerini asgariye indirmek için yedek parçalara ait stok parametrelerini ve yeniden sipariş noktasını belirlemektir. Aynı zamanda kritik yedek parçaların envanterde bulunabilirliği de arttırılmaktadır. Son olarak yedek malzemeler sınıfında bulunan yavaş devreden kritik malzemeler için bir uygulama ve envanter modelleri üzerinden bir maliyet analizi yapılmış , mevcut durumdaki ile envanter kontrol modellerinde önerilen optimum envanter düzeyindeki maliyetlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

1. STOK YÖNETİMİNE İLİŞKİN TEMEL KAVRAMLAR

1.1. Stok Kavramı

Bir üretim sisteminde üretilen mamule dolaylı ve dolaysız olarak katılan bütün fiziksel varlıklar ve ürünün kendisi stok kavramı içinde düşünülebilir (Kobu, 1999).

1.2. Stok Bulundurma Nedenleri

Stok bulundurmanın temel amacı, işletmenin başarısı ve karlılığını arttırmaktır. (Güner, 2010).Bu doğrultuda işletmelerde stok bulundurmanın nedenlerini sıralarsak;

- Bir mamulün üretilmesi ve dağıtımının yapılabilmesi için gerekli işlemleri birbirlerinden ayırarak bağımsız kılmak,
- Üretim olanakları yetersiz kaldığında veya talepte mevsimlik patlamalar olduğunda tüketici talebini karşılamak,
- Üretim seviyesini korumak ve işgücünün kalıcılığını sağlamak,
- Talepteki dalgalanmaların etkisine karşı bir tampon oluşturmak,
- Miktar iskontolarından yararlanmak,
- Fiyat spekülasyonu veya yokluk tehlikesine karşı önlem,
- Üretimin ekonomik olarak sürdürülebilmesi için olası üretim artışlarını göz önüne almak.

1.3. Stok Bulundurmama Nedenleri

Bu nedenleri sıralarsak;

- Soğutma, ısıtma, ışıklandırma giderleri,
- Gereğinden çok depo personeli çalıştırma durumu,

- Stokların bozulma, değer kaybetme, aşınma ve eskime durumları,

- Sigorta değerlerinin yüksek olması durumu.

1.4. Stok Çeşitleri

Stoklar genel olarak dört sınıfa ayrılırlar:

- Hammadde stokları: Hammaddeler dışarıdan alınıp üretimde doğrudan kullanılarak son ürünü elde etmede kullanılan malzemelerdir. Hammadde ile ifade edilen genelde metaller, boya, özel çelikler, kimyasal maddeler vb.'dir. Ayrıca motorlar, özel devreler, silindirler gibi organizasyon dışından satın alınan parçalar da organizasyonun hammadde stokları içerisinde yer alır.

- İşletme malzemeleri: Bakım-onarım malzemeleri, yedek parçalar, temizlik malzemeleri ve kırtasiye malzemeleri kastedilmektedir. Bu tür malzemeler (Örneğin karbon kağıdı, kalem, ambalaj/paketleme malzemesi) üretimde doğrudan kullanılmazlar.

- Yarı ürün stokları (Wip: Work in process): Üretimdeki stok, fabrikanın sistemi içerisinde işlem gören veya işlem görmeyi bekleyen her çeşit malzeme, parça veya montaj parçasından oluşmaktadır.

- Ürün stokları: Burada kastedilen, tüm üretim aşamalarından geçerek tamamlanmış ürünlerdir. Bu ürünler; toptancı, perakendeci, servis veya diğer satış noktalarına gönderilmek üzere stokta bekletilirler.

Dikkat edilirse stok sistemi ile üretim sistemi arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Stoklar; müşteri hizmetini, fabrika ve ekipman kullanımını, kapasite ve işgücü verimliliğini etkilemektedir. Stok yöneticilerinin amacı toplam maliyetleri en azlamaktır. Oysa buradaki tek amaç maliyetleri en azlamak olmamalıdır. Maliyetlerin yanında müşteri hizmeti ve düzgün bir malzeme akışı da önemlidir. Yukarıda belirtilen sınıflandırma dışında işleve göre de bir stok sınıflandırması aşağıda yapılmıştır:

- Çevrim (Cycle) stoğu: Ürünler ve malzemeler, partiler halinde sipariş edilirler. Dolayısıyla tüketim sürerken bir kısım stokta bekler. Bir satınalma veya üretim partisine karşılık gelen ve her parti için ikmal edilen stok miktarı, çevrim stoğu olarak düşünülür.

- Tampon stok (Buffer) veya ara stok: Üretim akışını düzenlemek amacıyla iş merkezleri arasında tutulan stoktur.

- Güvenlik (Safety) stoğu: Çevrim stoğunun dışında belirsiz talep ve belirsiz tedarik süresine karşılık olarak tutulur. Zorunlu kalmadıkça kullanılmamaya çalışılır.

- Mevsimsel (Seasonal) stok: Bir mevsim başlamadan önce mevsim boyunca oluşacak tüketimi karşılamak üzere tutulan stoktur. Örneğin kırtasiye sektöründe okul öncesi dönemde daha fazla stok bulundurulur.

- Spekülatif stok: Oluşabilecek fiyat değişimlerine karşı avantaj sağlayabilmek için tutulan stoktur.

- Promosyon stoğu: Pazarlama kapsamında yapılan promosyon (indirimli satış, hediyeli satış vb.) durumlarında oluşabilecek fazla satışlar için bulundurulan stoktur.

- Transit stokları: Transit deyişi, ürünlerin bir yerden başka bir yere nakli sırasında kullanılır. Çevrim stoklarının bir parçası olarak da düşünülebilir. Yoldaki (sipariş edilmiş) stok olarak da adlandırılır. Çünkü kullanıma ve satışa hazır değildir.

- Ölü (Atıl) stok: Belirli bir süre boyunca talebi hiç olmayan ürünlerdir. Bazı firmalar bu ölü stokları satarak gelir elde ederler (Baskak, 2011).

1.5. Stok Maliyetleri

Stok maliyetleri, stok yönetimi sistemlerinin seçimi veya sipariş verme politikalarının belirlenmesi amacıyla yapılacak değerlendirmelerde ve modellerde, sistemin çalışmasını belirleyecek değişkenlerin hesabı için kullanılan parametrelerdir (Baskak, 2011).

Bu amaçla başlıca üç çeşit stok maliyeti tanımlanır:

1. Elde Bulundurma (Stok Bulundurma, Stok Taşıma, Elde Tutma) Maliyeti

2. Sipariş ve Üretim Hazırlık Maliyeti

3. Elde Bulundurmama (Stok Tutmama) Maliyeti

1.5.1. Elde bulundurma maliyeti

Ürün veya hammadde olarak stoklarda bekleyen her çeşit malzemenin getireceği malî külfeti ölçmek amacıyla kullanılır. Beş çeşit bileşeni vardır:

Sermaye maliyeti: Fırsat maliyeti olarak da ifade edilebilen sermaye maliyeti, elde bulundurma maliyetinin en önemli bileşenidir. Hatta genellikle tek başına, stok tutmanın firmaya getirebileceği mali yükü tanımlamak için kullanılmaktadır. Sermaye maliyeti, stoklara bağlanan paranın belirli bir getirisi olarak hesaplanır. Aşağıdaki formülasyonda "getiri oranı" olarak adlandırılan değerin seçimi oldukça tartışmalıdır. Uygulamada genellikle geçerli faiz oranına eşit olarak alınmaktadır. Şirketin işletme kredisi kullanması durumunda kredi faizi, getiri oranı olarak kullanılabilir. "Stoğun değer kazanma oranı" ise bir öngörü niteliğinde olup, stoğun hesaplama dönemi içinde ne kadar değer kazanacağının bir tahminidir. Emin olunamadığı durumlarda bu değerin 0 (sıfır) alınması önerilir. Bazen bu değer negatif (-) yönde hesaba katılabilir. Bu değerlerden yararlanarak Sermaye Maliyeti aşağıdaki Denklem (1.1) deki gibi hesaplanabilir;

SM = Stok Değeri(Getiri Oranı – Stoğun Değer Kazanma Oranı) (1.1)

Örneğin, stok değeri (birim maliyeti) 100 PB olan, yıllık getiri oranının %10 olduğu ve stoğun değer kazanmasının belirgin olmadığı durum için sermaye maliyeti şu şekilde hesaplanır:

SM = 100 PB/adet (%10 – 0) /yıl = 10 PB/(adet·yıl)

Depolama ve elleçleme maliyeti: Stok malzemelerinin fiziksel olarak depolanması ve taşınması ile ilgili (kira/amortisman, ısıtma, aydınlatma, elleçleme vb.) masrafları içerir. Ancak bu masrafların, stok düzeylerinin azaltılması veya çoğaltılması üzerinde etkisi oluyorsa hesaba katılması anlamlı olur. Örneğin; eğer satın alınacak bir malzemenin depolanması için kiralık bir depo kullanılıyorsa, malzemenin buraya

nakli ve depolanması ile ilgili masraflar, gönderilen malzeme miktarı ile orantılı olacaktır. Yani bu masraflar değişken masraflardır ve hesaba katılması gerekir. Firma içindeki depolama masrafları ise sabittir. Depo hacmi bir kısıt oluşturmuyorsa bu çeşit sabit masrafların stok maliyetlerinin değerlendirilmesinde bir anlam taşımadığını unutmamak gerekir. Bir malzeme için Depolama ve Elleçleme Maliyeti eğer değişken ise aşağıdaki Denklem (1.2) deki gibi hesaplanabilir;

DEM = [Yıllık Depolama Gideri · (Söz konusu Malzeme için Ortalama Kullanılan Hacim / Toplam Depolama Hacmi)] / Yıllık Ortalama Stok Miktarı (1.2)

Örneğin; yıllık depolama gideri 200.000 PB ve depolama hacmi 200 m^3 olan bir depoda, öngörülen malzeme için ayrılmış olan hacim 2 m^3 ve bu malzemenin yıllık ortalama stok miktarı 1.000 adet ise depolama ve elleçleme maliyeti şu şekilde hesaplanır:

DEM = [200.000 PB/yıl (2 m^3 / 200 m^3)] /1.000 adet = 2 PB/(adet·yıl)

Stok riski maliyeti: Depoda bulunan malzemenin bozulması, kaybı, raf veya teknolojik ömrünün dolması olasılığı ile ilgili olarak bu maliyet, geçmişte ortaya çıkan bu gibi durumların istatistiksel bilgileri dikkate alınarak, ortalama bir değer şeklinde alınabilir. Stok Riski Maliyeti aşağıdaki Denklem (1.3) deki gibi hesaplanabilir;

SRM = Birim Maliyet · Yıllık Kayıp Oranı (1.3)

Örneğin birim maliyeti 100 PB olan bir malzemenin yıllık kayıp oranının geçmiş yıllarda ortalama %1 olduğu belirlenmiştir. Bu durumda stok riski maliyeti şu şekilde hesaplanır: SRM = 100 PB/adet · %1 /yıl = 1 PB/(adet·yıl)

Stok hizmet maliyeti: Sigorta giderleri ve malzemenin stokta bulunduğu sırada bozulmaması için gerekli bakım-tutum masrafları, bu maliyet içinde değerlendirilir. Stok Hizmet Maliyeti aşağıdaki Denklem (1.4) deki gibi hesaplanabilir;

SHM= Birim Maliyet·Yıllık Hizmet Maliyet Oranı (1.4)

Örneğin birim maliyeti 100 PB olan bir malzemenin yıllık hizmet maliyet oranının %2 olduğu düşünülmektedir. Bu durumda stok hizmet maliyeti şu şekilde hesaplanır:

SHM = 100 PB/adet · %2 /yıl = 2 PB/(adet·yıl)

Vergi: Stokların mali yıl sonunda aktif olarak bir sonraki yıla devretmesi durumunda oluşan ödemedir. Sözkonusu verginin stok üzerine etkisi hesaplanabildiği takdirde dikkate alınır.

Bu durumda Elde bulundurma maliyeti aşağıdaki Denklem (1.5) deki gibi hesaplanabilir;

EBM = Sermaye Maliyeti + Depolama ve Elleçleme Maliyeti
+ Stok Riski Maliyeti + Stok Hizmet Maliyeti (1.5)

Örneğin yukarıdaki durum için elde bulundurma maliyeti şöyle bulunur:

EBM = SM + DEM + SRM + SHM = 10 + 2 + 1 + 2 = 15 PB/(adet·yıl)

1.5.2. Sipariş maliyeti

Sipariş maliyeti (Order Cost): Satın alınan her çeşit malzemenin siparişinin gerektirdiği tedarik işlemleri masrafları olup, bunlar aşağıda belirtilmiştir:

• Stok düzeylerinin gözden geçirilmesi

• Satın alma talebinin hazırlanması

• Seçenekler arasından bir satıcının seçilmesi

• Sipariş verilmesi, işleme konması

• Eğer taşıma giderleri tarafımıza ait ise ve sipariş miktarının düşürülmesi birim taşıma başına maliyeti arttırıyorsa söz konusu artış maliyeti

• Mal kabul işlemleri

• Gelen stokların kontrol edilmesi, muayenesi

• Ödeme işlemlerinin yapılması

Bu işlemlerin çoğunun maliyeti; memur ve personel ücreti, kağıt ve kırtasiye masrafları, haberleşme ve posta masrafları şeklinde doğrudan hesaplanabilir (Baskak, 2011).

Sipariş Maliyeti aşağıdaki Denklem (1.6) deki gibi hesaplanabilir;

SM = Yıllık Tedarik İşlemleri Toplam Gideri (Malın Satınalma Gideri hariç) / Toplam Sipariş Sayısı (1.6)

Örneğin toplam 1.000 siparişin yıllık tedarik işlemleri toplam gideri 50.000 PB ise sipariş maliyeti şu şekilde hesaplanır:

SM = 50.000 PB / 1.000 sipariş = 50 PB/sipariş.

1.5.3. Elde bulundurmama maliyeti

Talep olduğu halde ürün bulunmamasının getirdiği maliyet bir fırsat maliyeti olarak değerlendirilebilir. Elde bulundurmama maliyeti iki türlü oluşabilir.

- Bekleyen Sipariş (Backorder) Maliyeti
- Kayıp Satış (Lost Sales) Maliyeti

Bekleyen sipariş (Backorder) maliyeti: Müşterinin talebinin öngörülen zamandan daha geç karşılanma durumudur. Bu durumda müşteriden yapılacak tahsilat da gecikebilecektir. Hesaplanması aşağıdaki Denklem (1.7) deki gibidir;

BSM = Birim Kar · Bekleme Süresi Getiri Oranı · İmaj Kaybı Katsayısı (1.7)

Örneğin 100 PB/adet birim kar ile satılan bir ürün için gelen siparişin 6 ay geç teslim edildiği, getiri oranının %10 olduğu ve imaj kaybı katsayısının şirket tarafından 2 olarak belirlendiği durum için bekleyen sipariş maliyeti şu şekilde hesaplanır:

BSM = 100 PB/adet · ½ yıl · %10/yıl · 2 = 10 PB/adet

Kayıp satış (Lost sales) maliyeti: Müşteri talebinin, öngörülen zamanda karşılanamaması nedeniyle müşterinin siparişini iptal etmesi veya bir daha hiç sipariş vermemesi durumuna karşılık gelen maliyettir. Bu durumda sözkonusu müşteri

kaybedilecektir. Müşteri kaybının getireceği maliyeti hesaplamak güçtür. Çünkü fırsat maliyetinin, birim kar olarak kolayca tanımlanabilmesine rağmen, kaybedilen müşteri talebini kesin olarak tanımlamak olanaklı olmayabilir. Hesaplanması aşağıdaki Denklem (1.8) deki gibidir;

KSM = Birim Kar · Yıllık Satış Miktarı · 7 Yıl · 7 Benzer Müşteri (1.8)

Yıllık Satış Miktarı, kaybedilen müşteriye ait yıllık satışı ifade etmektedir. 7 yıl, deneysel bir değer olup kaybedilen bir müşterinin 7 yıl boyunca geri kazanılamadığını göstermektedir. Benzer Müşteri kavramı ise, kaybedilen bir müşterinin 7 benzer müşteriyi etkileyerek onları da kayıp müşteri haline dönüştürdüğünü ifade etmektedir. Burada belirtilen 7 değerleri, pazarlama araştırmaları kapsamında belirlenen ve kullanılan deneysel değerlerdir.

Örneğin 100 PB/adet birim kar ile satılan bir ürünü temin eden bir müşteriye olan yıllık satışın 1.000 adet olduğunu varsayalım. Bu müşterinin kaybedilmesi durumunda kayıp satış maliyeti şu şekilde hesaplanır:

KSM = 100 PB/adet · 1.000 adet/yıl · 7 yıl/kayıp müşteri · 7 kayıp müşteri = 4.900.000 PB

Üretim kaybı maliyeti (ÜKM): Üretim kaybı, malzeme ve yarı ürün stoklarının bulunmaması nedeniyle ürün talebi karşılanamadığında söz konusu olmaktadır. Bu malzeme yokluğunun maliyeti hesaplanması aşağıdaki Denklem (1.9) da ki gibidir;

ÜKM = Birim Kar · Üretim Hızı * Duruş Süresi + Duruş Maliyeti (1.9)

Örneğin saatte 100 adet ürün üreten bir firma, bu üründen 100 PB/adet kar ediyorsa, elde yeterli malzemenin olmaması sonucu 2 saatlik bir üretim aksaması meydana gelmiş olup, bu sürede 2.000 PB'lik duruş maliyeti oluşmuştur. Bu durumda üretim kaybı maliyeti şu şekilde hesaplanır:

ÜKM = 100 PB/adet · 100 adet/saat · 2 saat + 2.000 PB = 22.000 PB

2. YEDEK PARÇALAR İÇİN STOK KONTROL MODELLERİ

Etkin bir stok politikası işletmelerin maliyetlerini düşürerek rekabet güçlerini artırmaktadır. Rekabet gücü yüksek olan işletmelerin rakip işletmelere karşı karlılık ve verimlilikleri artmaktadır. Uygun stok yönetimi satışlar, satın alma, üretim ve finans bölümleri arasında yakın eşgüdümü gerektirir. Stok yönetiminin amacı, faaliyetleri devam ettirmek için gerekli stokları minimum maliyetle sağlamaktır.

2.1. Basit Stok Kontrol Sistemleri

Bilgisayar destekli sistemlere oranla daha kolay uygulanabilen basit planlama ve kontrol sistemleri, genellikle küçük hacimli işletmelerde kullanılmakta olup, daha karmaşık yapıdaki orta ve büyük hacimli işletmelerde tercih edilmemektedir. Stok kontrolü kapsamına giren basit değerleme sistemlerinin belli başlıları şunlardır (Ertürk, 2001):

- Gözle kontrol yöntemi
- Çift kutu yöntemi
- Minimum-Maksimum yöntemi
- ABC kontrol sistemi

2.1.1. Gözle kontrol yöntemi

Bu yöntemde stoklar, tecrübeli bir görevli tarafından periyodik olarak gözden geçirilir ve belirli bir düzeyin altına düşen stok kalemlerinin siparişi verilir. Basit ve ucuz bir yöntem olmakla beraber belirli bir büyüklükteki işletmelerde uygulanması sakıncalıdır.

Bu yöntemin başlıca üç sakıncası vardır(Kobu, 1999):

- Kişisel yargılarla kontrol yapıldığından hata olasılığı yüksektir,

- Depodaki malzemeler sistematik bir düzende değilse, gözlem yapan yetkili yanılgıya düşebilir,

- Stok devir hızı, tedarik süresi vb. bir faktördeki değişmenin fark edilmemesi halinde alınacak tedbirlerde geç kalınabilir.

2.1.2. Çift kutu yöntemi

Bu yöntemde stokta bulunan malzemeler göz kararıyla kabaca iki bölüme ayrılır. Bu bölümlerdeki malların bir kısmı bittiği zaman sipariş verilir ve sipariş gelinceye kadar ikinci bölümdeki mallar kullanılır. Küçük hacimli, basit ve ucuz stok kaleminden oluşan işletmelerde kullanılan bu yöntem, pratikliği ve sakıncaları bakımından gözle kontrol yöntemine benzer(Çelikçapa, 2000).

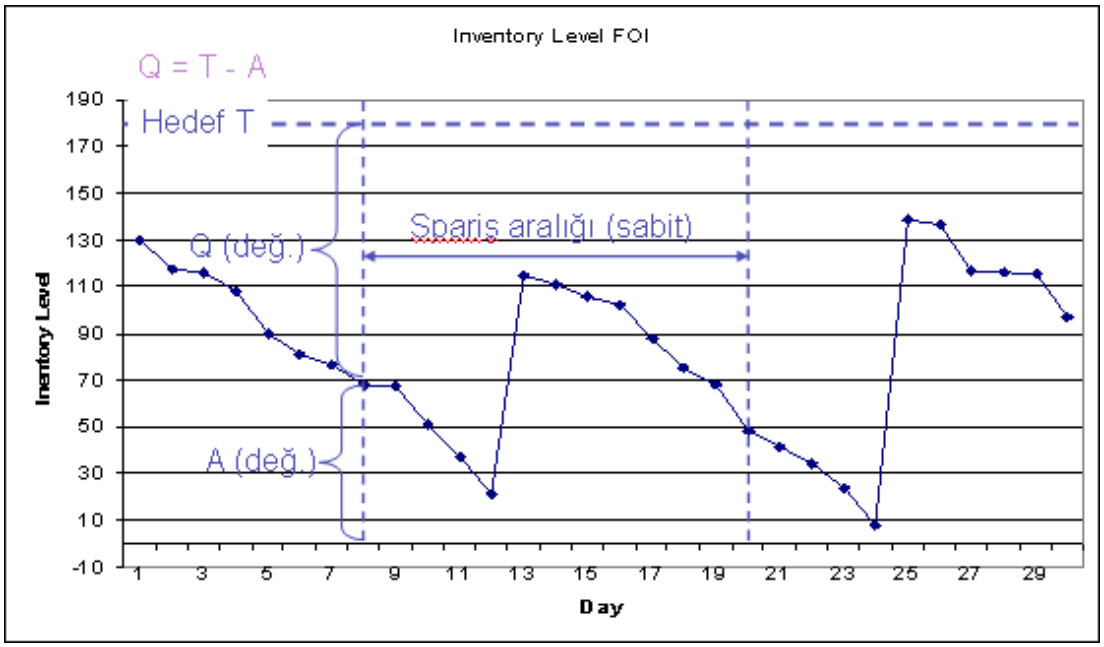
2.1.3. Minimum – maksimum yöntemi

Bu yöntemde stokların kullanılma hızı ve siparişle teslim arasında geçen süre dikkate alınarak bir sipariş noktası belirlenir. İşletmenin elinde bulunduracağı stokların maksimum ve minimum düzeyleri önceden belirlenir. Eldeki stoklar sipariş noktasına(minimum) kadar düşünce tekrar sipariş verilir. Siparişin zamanında kullanıma hazır hale gelmemesi halinde kullanılmak üzere belirli bir miktar, emniyet stoğu olarak elde tutulur(Ertürk, 2001).

Bu tekniği uygulamada iki farklı sistem kullanılır. Bunlar; sabit sipariş miktarı ve sabit sipariş periyodu yöntemleridir.

2.1.3.1. Sabit sipariş periyodu yöntemi

Bu yöntemde, sabit zaman aralıklarıyla her stok kalemini belirli bir düzeye getirecek siparişler verilir. Tüketim hızı her periyotta farklı olabileceğinden sipariş miktarları da farklı olabilir. Çok sayıda stok kaleminin yer aldığı işletmelerde uygulanması zor bir yöntemdir. Sipariş miktarları farklı olduğundan satın almada güçlükler de yaşanır(Çelikçapa, 2000).



Şekil 2.1. Sabit sipariş periyodu yöntemine göre stok kontrolü (Ertürk, 2001)

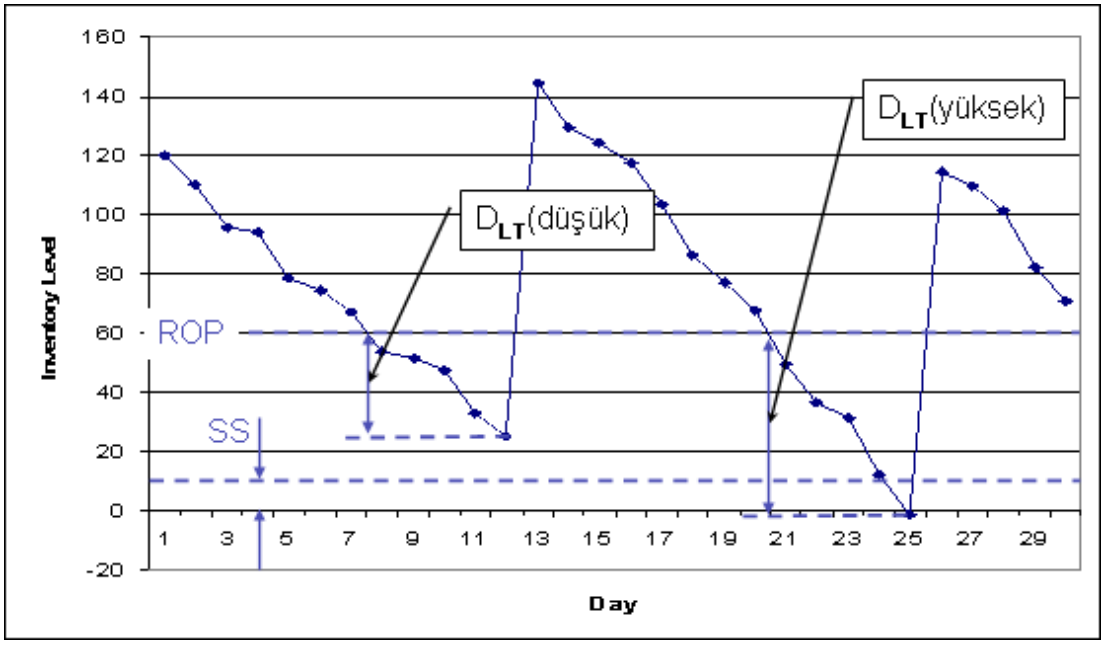
Q: sipariş miktarı

A : Mevcut miktar.

T: Olması istenen stok miktarı

2.1.3.2. Sabit sipariş miktarı yöntemi

Bu yöntemde, stoklar belirli bir düzeye indiğinde toplam stok maliyetini minimum yapacak şekilde önceden belirlenmiş miktarlarda sipariş verilir. Her stok kalemi için toplam stok maliyetini minimum yapan sipariş miktarı, sipariş noktası düzeyi ve emniyet stoğunun hesaplanması gerekir. Sipariş noktası düzeyi sabit olduğundan her periyottaki tedarik aralıkları değişkendir(Çelikçapa, 2000).



Şekil 2.2. Sabit sipariş miktarı yöntemine göre stok kontrolünün elemanları (Ertoğral, 2012)

D_{LT}=Teslim süresindeki talep

Q : sipariş miktarı

t : sipariş süresi

2.1.4. ABC kontrol sistemi

İtalyan ekonomist Vilfredo Frederico Damaso Pareto tarafından geliştirilen Pareto Prensibi daha çok 80-20 prensibi olarak bilinir. Pareto Prensibine göre değişkenlerin % 20'si sonuçların % 80'ini meydana getirir. Başka bir ifadeyle sonuçların çoğunun sebebi az sayıdaki nedenlerdir. Mesela bir şirketin cirosunun % 80'inin tüm ürün setinin % 20'sinden elde edilmesi veya maliyetlerin % 80'inin maliyeti oluşturan unsurların % 20'si tarafından oluşturulması gibi(Altuğ, 2010).

ABC Analizi ise, Pareto prensibinden yola çıkarak meydana getirilmiş bir sınıflandırma tekniğidir. Pareto prensibi ABC Analiziyle, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde, etkin bir stok optimizasyonu ile maliyetlerin düşürülmesi, satış, kalite kontrolü, üretim planlama vs. alanlarda oluşan proses problemlerini teşhis ve analiz

etmek amacıyla kullanılmaktadır. Pareto analizi son derece basit ancak oldukça etkili bir tekniktir.

Pareto'nun 20-80 Prensibinin stok yönetimine uygulanmasını şöyle ifade edebiliriz: Stokların büyük bir bölümü (%80 kadarı) düzenli stok giriş çıkış hareketine sahip ve ekonomik getirisi az olan kalemlerden meydana gelir. Küçük bir bölümü ise (%20'si) hem çok hareketli yani stok devir hızları yüksek, hem de ekonomik getirisi yüksek yani, işletmeye yüksek ciro sağlayan kalemlerden oluşmaktadır.

Stok yönetiminde ABC Analizi ile, stokları meydana getiren kalemler önem derecesine göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırmada stoklar A, B ve C grupları olmak üzere 3 ana gruba ayrılır. Örneğin, iş makineleri sektöründe çalışan bir şirketin yedek parça deposundaki stok kalemleri için bir ABC analizi yapmak istersek; her bir parça için son 1 yıllık toplam satış adetlerinin aritmetik ortalaması alınarak aylık ortalama satış adeti (D) bulunur. D1+D2+D3+...+D12 / 12 = D. Bulunan bu değer o parçanın ortalama maliyeti (OM) ile çarpılır. Bu hesaplama ile bir parçanın Aylık Ortalama Stok Yatırımı (AOS) Denklem (2.1) deki gibi;

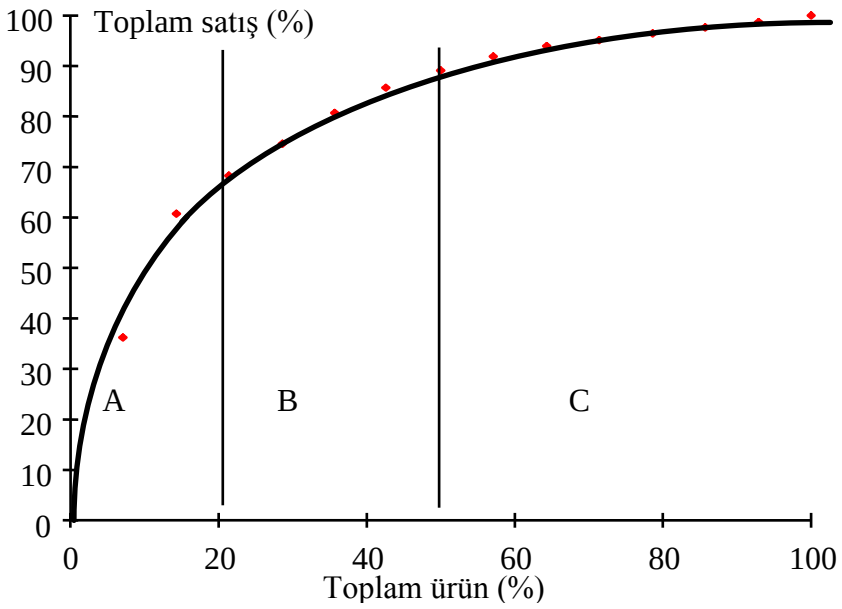
$$AOS = D \cdot OM \tag{2.1}$$

bulunur. Bu işlem tüm yedek parça setini oluşturan her bir parça için tek tek yapılır. Parçaların aylık ortalama stok yatırımı en büyükten en küçüğe doğru sıralanır. Parçalar için aylık ortalama stok yatırımları toplanarak bir genel yatırım toplamı elde edilir.

Bu sonuca göre genellikle stokların miktar olarak % 10-20'si parasal değer bakımından satışların % 70-80'nine karşılık gelir. Bu stoklar A grubu stoklar olarak ifade edilir. Stokların kalan kısmını ise B ve C tipi parçalar oluşturur.

Sonuç olarak:

A grubu miktarların % 20'sini, toplam değerin % 80'ini, B grubu miktarların %30'unu, toplam değerin % 15'ini, C grubu ise miktarların % 50'sini, toplam değerin ise sadece % 5'lik payını oluşturur.



Şekil 2.3. ABC analizi grafiği (Ertoğral, 2012)

Buradaki miktar ve değer yüzdeleri tabiki kesin bir kural değildir. Ancak şu ana kadar yapılan araştırma ve deneyimler genelde ABC Analizini oluşturan grupların bu değerlerlere üç aşağı beş yukarı denk geldiğini göstermektedir. Her işletmenin kendi bünyesine ve ürünlerine göre bir sınıflandırma yapması ve buna göre yüzdeleri belirlemesi daha doğru olacaktır. Hatta uygulamada ABC gruplarının altında bunlara ait A1, A2, A3 vs. benzeri alt gruplamalar yaparak çok daha etkin bir stok yönetimi yaptıkları sıkça görülmektedir.

A grubunu oluşturan kalemler için uygulanacak politika; sık ve düzenli stok kontrolünün yapılması, tedarik süresi, sipariş noktası ve emniyet stok adetlerinin titizlikle tespit edip buna göre, sipariş adet ve frekanslarının belirlenmesi şeklinde olmalıdır. A grubu parçalar için stok devir hızı daima yüksek olmalı ve stok eksikliği nedeniyle karşılanamayan müşteri siparişleri yani satış kaybı olmamalıdır.

C grubundaki kalemler için kontrol, sipariş vs. hususlar en alt düzeyde tutularak ihtiyaç oldukça temin işlemi yapılmalıdır. Ancak C grubu kalemlerin aslında en çok sorun yaratan grup olduğu da göz ardı edilmemelidir. Örneğin yılda bir iki defa satılan elektronik bir iş makinesi parçasının yokluğu o makinenin serviste yatmasına ve bunun doğal sonucu olarak ciddi bir müşteri memnuniyetsizliğinin oluşmasına neden olur. Ya da bu gruptaki kalemlere yapılan bilinçsiz satın alma siparişleri stok

yöneticilerini sıkıntıya sokan yüksek atıl stokları oluşturmasına neden olabilir. Dolayısıyla da C grubuna da A grubu kadar sıklıkla olmasa da etkin bir şekilde hakim olunmalıdır. B grubu içinse A ve C gruplarının ortasında bir politika izlenmelidir. Bu gruptaki kalemlerin kolaylıkla A veya C gruplarına kayabildiği unutulmamalıdır.

ABC Analizini satışlarda uygulayarak satışların % 70-80'lik bir bölümünü tüm müşteri portföyünün % 10-20'si tarafından gerçekleştiğini görebilir, buna göre müşterilerimizi sınıflandırır ve fiyat, indirim, vade veya kampanya politikalarımızı buna göre daha sağlam bir temel üzerine inşa edebiliriz. Aynı şekilde önceki yıllarda çok satan bir ürünün son bir yıldır satılamadığı veya çok az satıldığı için C grubunda yer aldığını görebilir ve bunun nedenleri üzerine giderek belki de bu ürünün fiyatının piyasaya göre çok yüksek kaldığını ya da tedarik sıkıntısı nedeniyle satış siparişlerinin karşılanamadığını ve bu nedenle de alternatif bir imalatçı belirleme ihtiyacının ortaya çıktığını tespit edebiliriz.

Sonuç olarak, stoklarını, satışlarını veya müşterilerini ABC Analizi yardımıyla sınıflandırıp, bunları etkin bir şekilde analiz eden işletmelerin problemleri meydana getiren tüm nedenlerle uğraşıp zaman ve enerji kaybetmeleri yerine problemlerin % 70-80 gibi büyük bir kısmına odaklanıp daha iyi iş sonuçlarına ulaşabilecekleri kesindir.

Stok modelini oluşturmada yatan temel amaç, karar değişkenleri olan ne kadar ve ne zaman için optimal (en düşük maliyeti sağlayan) değerleri belirlemektir. Stok kontrol modellerini talebin belirli olup olmamasına bağlı olarak Deterministik ve Stokastik olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Yani, talep bir günden diğerine bir olasılık dağılımına göre değişebilir. Turner ve diğ.(1992). İlk olarak Deterministik Stok Modellerini incelenecektir.

2.2. Deterministik Stok Modelleri

Belirlilik halindeki bu deterministik stok modellerindeki temel amaç ne zaman ve hangi miktarlarda envanter tutulacağını belirlemek ve toplam maliyeti en küçüklemektir. Bunu yaparken işletmenin pazarlama ve satış ile stok politikaları ve

finansal koşulları ile zaman, miktar, fiyat ve kalite ölçütleri göz önüne alınarak tutulması gereken en uygun stok miktarının belirlenmesi gereklidir(Kahveci, 1993).

Kullanacağımız modellerde temel amaç toplam maliyeti yıllık itibariyle minimum kılmak ve bu modellerle bir defada ne miktarda, ne zaman, hangi sıklıklarda sipariş verilmesi gibi sorulara da cevap araması bakımından da önemlidir.

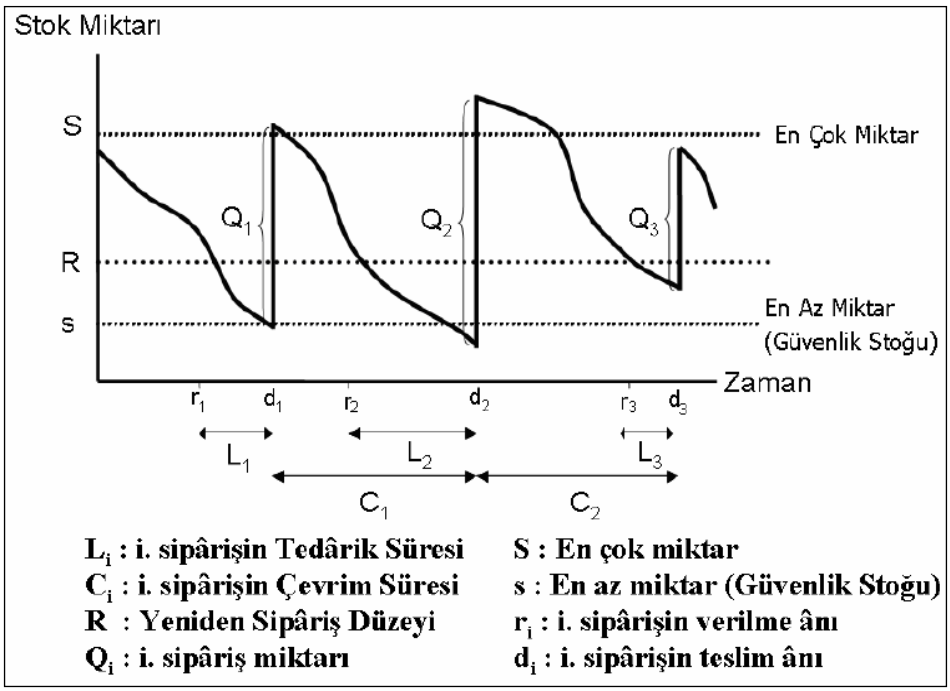
Daha önceden de belirtildiği gibi tüm stok modellerinde şu soruların cevabı aranır:

- Ne miktar sipariş verilmeli?
- Ne zaman sipariş verilmeli?

Stok modelini oluşturmaktaki temel amaç "ne miktar" ve "ne zaman" gibi karar değişkenleri için optimal değerleri belirlemektir demiştik, buna göre optimizasyon yıllık toplam maliyeti minimum kılacak karar değişkenlerinin değerini bulmayı amaçlar. "Ne kadar sipariş vermeli" sorusunun cevabı genellikle "ekonomik sipariş miktarı modeli" adı verilen, talebin kesin olarak bilindiği durumlarda uygulanan bir stok kontrol yöntemi ile bulunmaktadır "Ne zaman sipariş vermeli?" sorunun cevabı ise ekonomik sipariş miktarı hesaplandıktan sonra verilmektedir. Bu ne zaman sorusunun cevabı aslında süre ile ilgili değil, stok seviyesinin hangi noktasında sipariş verilmesi gerektiğinin hesabına bağlı olarak miktar ile ilgilidir. Daha açık bir deyişle, elde ne miktarda stok kaldığında yeniden sipariş verilmesi durumunda stoksuz kalmamanın cevabıdır. Bu miktar direk olarak temin süresi ile ilgilidir. Yeni siparişin siparişi verilir verilmez anında işletmeye ulaşması her zaman söz konusu olmadığından bir temin süresi geçmesi gerekebilir. Siparişin verildikten sonra işletmeye ne kadarlık bir zaman diliminde ulaştığının bilinmesi önemlidir. Bu tedarik süresi bilindiği taktirde günlük talep ile tedarik süresinin çarpımı yeniden sipariş noktasını vermektedir(Taha, 2000).

Bir stok sisteminden beklenen, "Ne zaman ?" ve "Ne kadar ?" sorularına karşılık vermesi olup, verilecek yanıt, stok talebine ve sistemi tanımlamak için kullanılan parametrelere göre değişmektedir. Bu sistemlerde talebin sürekli olduğu kabul edilmekte ve stoklar belli bir düzeye inince sipariş verilmektedir. Şekil 2.4.'de bu durum grafik olarak gösterilmektedir. Şekilde güvenlik stoğu s, sipariş büyüklükleri

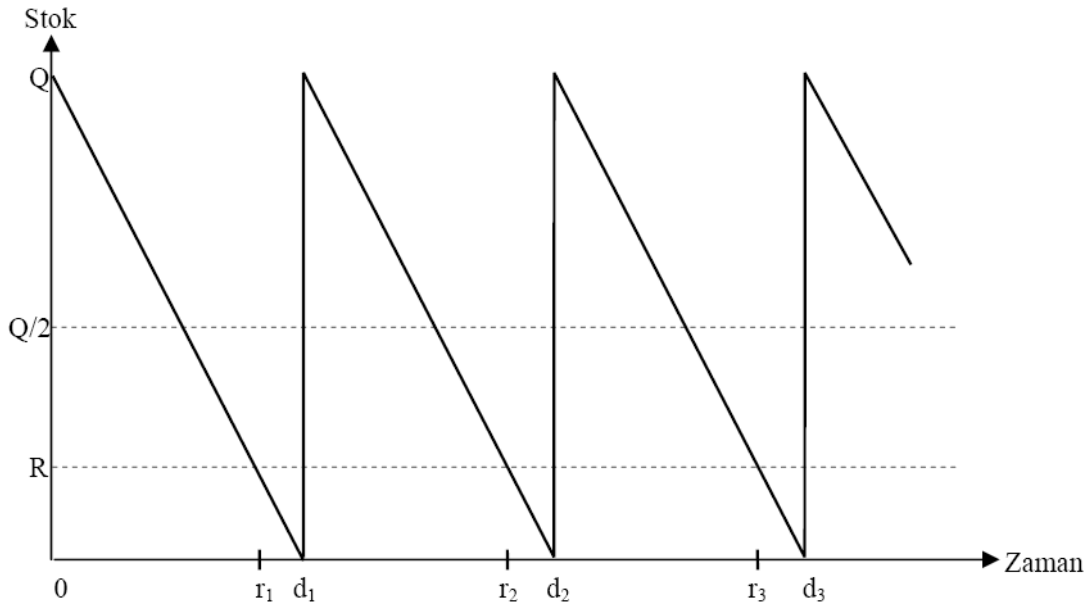
Q_i, tedarik süreleri L_i, sipariş verme anları r_i, sipariş teslim anları d_i, en çok stok miktarı S, yeniden sipariş verme düzeyi R (Re-OrderLevel) ve siparişlerin çevrim süreleri C_i ile gösterilmiştir(Baskak, 2011).



Şekil 2.4. Sistemin gerçek yaşamdaki işleyişi (Baskak, 2011)

2.2.1. Temel ekonomik sipariş miktarı modeli

Burada stok, sabit bir talep hızına bağlı olarak azalacaktır. (Eğimi negatif olan doğrular). Tedarik süresi (L_i) sabit (L) kabul edilir. Tedarik süresi sonunda sipariş bir seferde teslim alınır ve stok olarak yerleştirilir. Stok miktarları yeniden sipariş verme düzeyine (R) indiğinde sipariş verilecektir. Bu R düzeyi, L süresine karşılık gelen talep miktarı ile güvenlik stoğu toplanarak belirlenir. Her bir sipariş anında değişken miktarlarda (Q_i) sipariş verme yerine, toplam stok maliyetlerini en azlayan miktarda (Q: ekonomik sipariş miktarı) sipariş verilir. Güvenlik stoğu miktarına (s), söz konusu ekonomik sipariş miktarı (Q) eklenerek en çok miktar düzeyi (S) belirlenir. Bu şekilde işleyen sabit sipariş düzeyi sistemleri Q-sistem olarak da bilinmektedir.



Şekil 2.5. Temel ekonomik sipariş modeli grafiği (Baskak, 2011)

Şekil 2.5 de yukarıda açıklanan yapının, güvenlik stoğunun sıfır olarak kabul edildiği halini (s=0) göstermektedir. Bu durumda, bir sipariş teslim edildiği zaman stok düzeyi Q'ya çıkacaktır. Dikey çizgi stoğa konulmak üzere alınan siparişi göstermektedir. Yeni sipariş partisi, stoğun tam sıfıra ulaştığı anda teslim alınmaktadır ve böylece ortalama stok miktarı [(Q+0)/2]= Q/2 adet olmaktadır.

Stok dışı kalma (elde bulundurmama) durumlarına izin verilmezse, dönemsel toplam stok maliyeti (TC) Şekil 2.6'da gösterildiği gibi olur.

Dönemsel Toplam Stok Maliyeti;

DTSM= Satınalma Maliyeti + Sipariş Maliyeti + Elde Bulundurma Maliyeti

$TC = P\cdot D + C\cdot D/Q + H\cdot Q/2$

D : Dönemsel talep miktarı (birim)

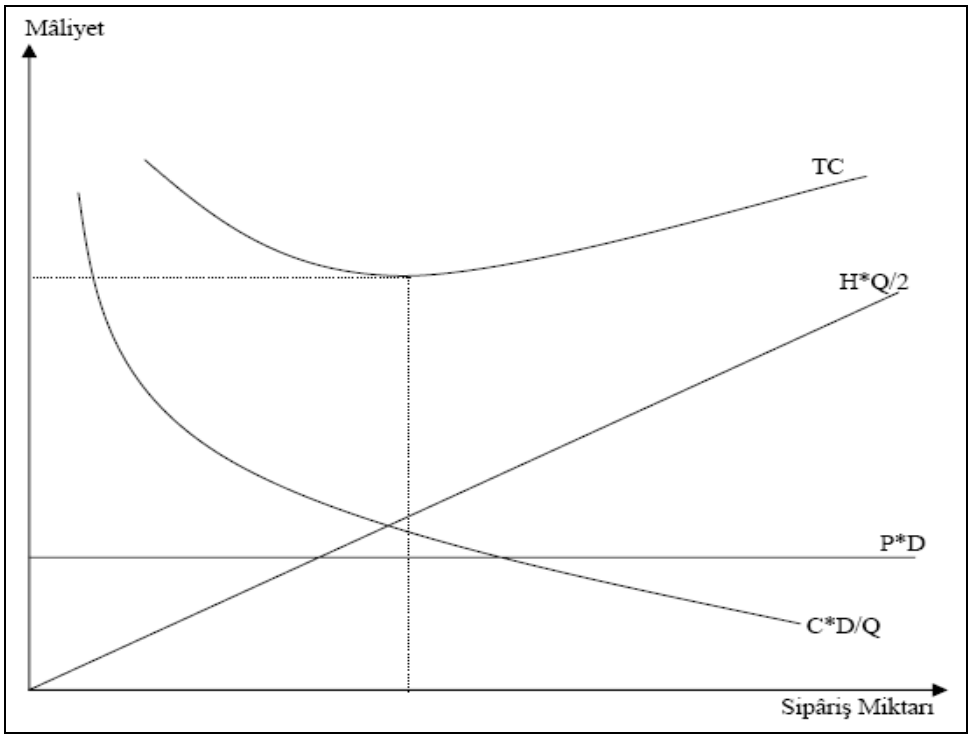
P : Satın alınan malın bir biriminin maliyeti

C : Sipariş partisi başına sipariş maliyeti

F : Satınalma maliyetinin oranı olarak elde bulundurma maliyeti

H =(P·F) : Birim başına dönemsel elde bulundurma maliyeti

Q : Sipariş miktarı (birim)



Şekil 2.6. Dönemsel toplam stok maliyeti (Baskak, 2011)

Dönemsel talep (D) ile satın alınan bir birim ürünün maliyetinin (P) çarpılması sonucu dönemsel satınalma maliyeti bulunmaktadır. Dönemsel sipariş maliyeti, bir dönemdeki sipariş sayısıyla (D/Q) sipariş maliyetinin (C) çarpılması sonucunda bulunmaktadır. Dönemsel elde bulundurma maliyeti ise dönemsel ortalama stok miktarı (Q/2) ile bir birim ürünü bir dönem elde bulundurma maliyetinin (H) çarpılması yoluyla bulunur. Bu üç maliyetin toplamı ise dönemsel toplam stok maliyetini vermektedir. Ekonomik sipariş miktarını bulmak için, dönemsel toplam maliyetin sipariş miktarına (Q) göre birinci türevi alınır ve sıfıra eşitlenir Denklem (2.2) ;

$$\frac{dTC}{dQ} = \frac{H}{2} - \frac{C \cdot D}{Q^2} = 0 \qquad (2.2)$$

Buradan Q çekilerek Denklem (2.3) ile

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot C \cdot D}{P \cdot F}} = \sqrt{\frac{2 \cdot C \cdot D}{H}} \qquad (2.3)$$

Ekonomik Sipariş Miktarı (ESM) elde edilir. Bu miktar, dönemsel stok maliyetlerini en azlayan sipariş miktarıdır.

Dönem boyunca verilecek sipariş sayısı Denklem (2.4) deki gibi;

$$m = \frac{D}{Q_0} = \sqrt{\frac{H \cdot D}{2 \cdot C}} \tag{2.4}$$

olacaktır.

Sipariş aralığı ise Denklem (2.5) deki gibi;

$$T = \frac{1}{m} = \frac{Q_0}{D} = \sqrt{\frac{2 \cdot C}{H \cdot D}} \tag{2.5}$$

hesaplanır.

Klasik EOQ modeli, aşağıdaki varsayımlara dayanmaktadır:

1. Tek malzeme kalemi söz konusudur. Söz konusu malzeme kaleminin EOQ değerinin hesaplanmasında diğer kalemlerin etkisi yoktur.

2. Talep miktarı belirli ve sabittir.

3. Tedarik süresi belirli ve sabittir.

4. Teslim alınan sipariş derhal stoğa katılmaktadır.

5. Stok dışı durumlarına izin verilmemektedir.

6. Maliyet yapısı sabittir. Sipariş maliyetleri parti büyüklüğünden bağımsızdır, elde bulundurma maliyeti ortalama stok düzeyine bağlı olarak doğrusal değişim gösterir.

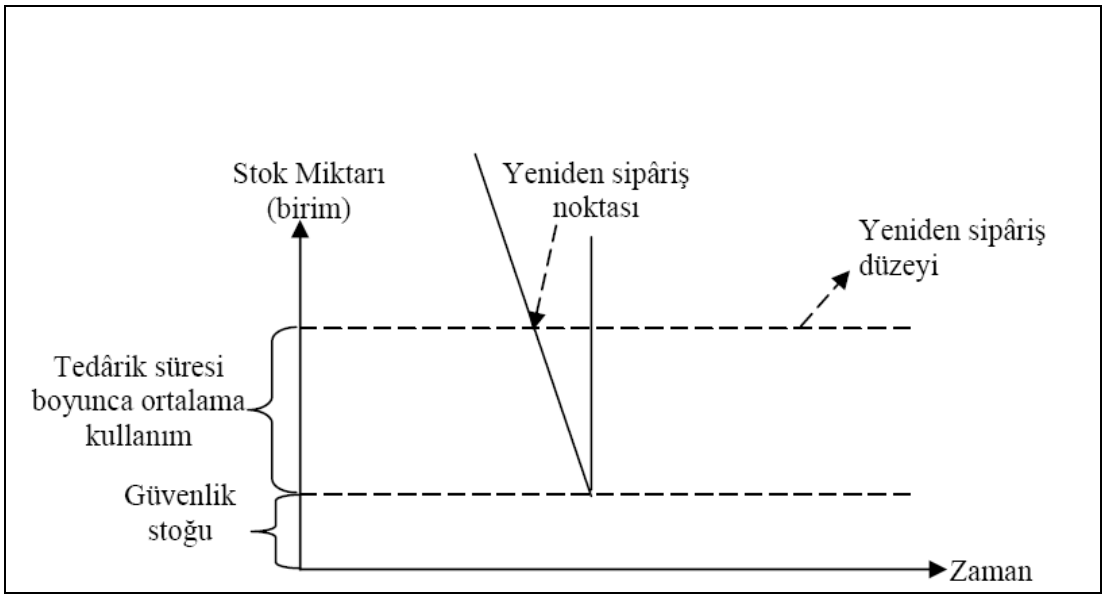
7. Miktar esaslı indirimler söz konusu değildir.

8. İstenilen miktar için yeterli yer, kapasite ve sermaye vardır.

2.2.2. Güvenlik stoğunun belirlenmesi

- Güvenlik stoğu kavramı:

Güvenlik stoğunun (Safety Stock) bulundurulma amacı, ortalama talebi aşan veya belirsiz tedarik sürelerinin olduğu durumlarla karşılaşıldığında elde bulundurmama durumuna düşmemektir. Eğer, bir ürünün ortalama kullanım miktarı ve standart sapması hesaplanabiliyorsa, güvenlik stoğu bulunabilir (Şekil 2.7)

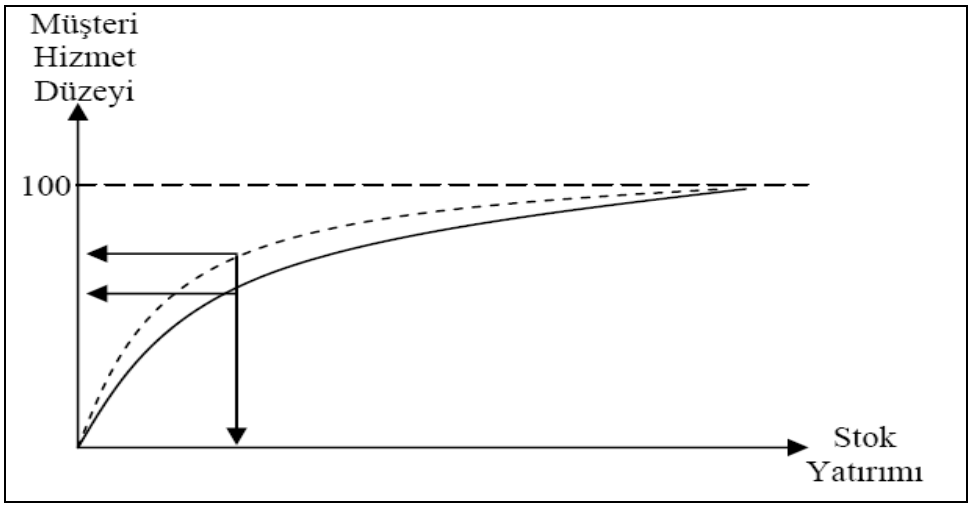


Şekil 2.7. Güvenlik stoğunun gösterimi (Baskak, 2011)

- Güvenlik stoğu hesabında müşteri hizmet düzeyi kavramı:

Müşteri Hizmet Düzeyi (Customer Service Level), müşteri talebini ve beklentilerini karşılamak amacıyla ürün bulunabilirliğinin bir ölçüsüdür. Müşteri; son ürünün tüketicisi, distribütör, üretici veya sıradaki faaliyetin/işlemin gerçekleşeceği bölüm olabilir. Müşteri hizmet düzeyi, elde bulundurmama maliyetinin tam olarak belirlenemediği durumlarda, müşteri talebini karşılama oranı olarak da kullanılabilir. Örneğin, 100 müşteri talebinin 98'i karşılanmışsa, müşteri hizmet düzeyi % 98'dir. Diğer bir deyişle, % 2 olasılıkla talep karşılanamayacak ve elde bulundurmama durumuna düşülecektir. Yüksek güvenlik stoğu, yüksek servis düzeyi sağlar. Güvenlik stoğu özellikle belirsiz tedarik sürelerine yanıt verebilmek amacıyla tutulur. Tedarik sürelerinin yüksek olduğu durumlarda % 100 hizmet düzeyi için sonsuz stok tutmak gibi ütopik bir yapı oluşur. Bir işletme, farklı malzeme stokları

için farklı hizmet düzeylerini hedefleyebilir. Bitmiş ürünler için % 90 hizmet düzeyinin yeterli olup olmadığı veya hammadde yetersizliği nedeniyle boşa geçen üretim sürelerinin hangi düzeyde kabul edilebilir olduğu gibi yanıtlanması zor sorular, hedefleri ortaya koyar. Hizmet düzeyinin arttırılması için stok yatırımlarının arttırılmasının gereği açıktır. Değişik tiplerde stokları olan büyük bir şirkette gerçekleşen toplam müşteri hizmet düzeyi ile toplam stok yatırımı arasında üstel bir ilişki olduğu söylenebilir (Şekil 2.7)



Şekil 2.8. Müşteri hizmet düzeyi ve stok yatırımı ilişkisi (Baskak, 2011)

Şekil 2.8.'de kesikli çizgiyle gösterilen eğri daha etkin bir yönetim sistemini ifade eder. Çünkü aynı stok yatırım değerleri için daha yüksek müşteri hizmet düzeyi elde edilmektedir.

- Belirsiz talep ve sabit tedarik süresi durumunda güvenlik stoğu:

Müşteri hizmet düzeyi kavramından söz ederken, talepteki ve tedarik sürelerindeki belirsizliğin hizmet düzeyini etkileyen önemli etmenlerden olduğu vurgulanmıştı. Adından da anlaşılacağı gibi, buradaki hizmet düzeyi modelinde tedarik süresinin sabit, talebin değişken olma durumu incelenecektir. Toplam talep, çok sayıda müşteriden gelen küçük talep miktarlarının toplamından oluşmaktadır. Bu nedenle, toplam talebin sürekli olduğu ve normal dağıldığı kabul edilebilir.

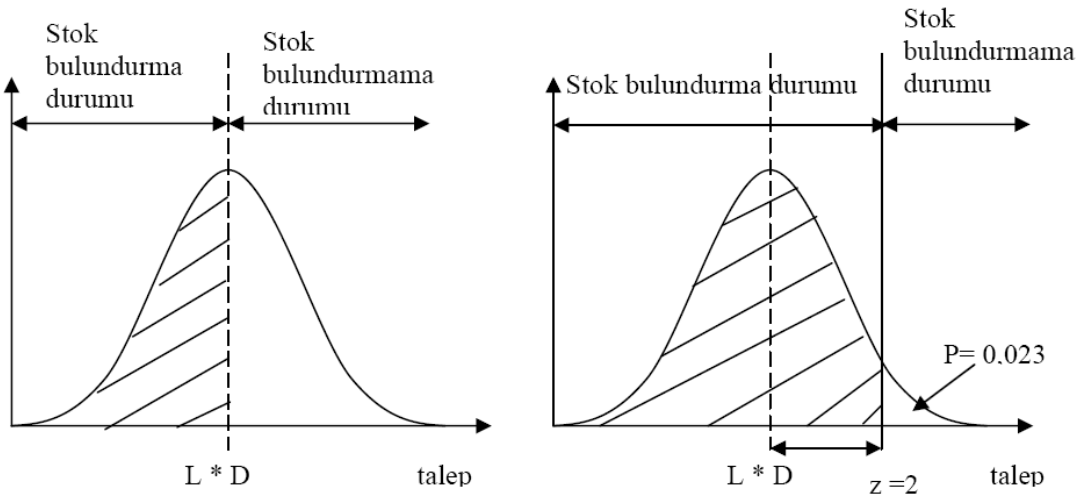
Deterministik modellerde yeniden sipariş verme düzeyi şu şekilde hesaplanır Denklem (2.6) ;

Yeniden Sipariş Verme Düzeyi (R) = Tedarik Süresi (L) · Talep Hızı (D)

+ Güvenlik Stoğu (s) (2.6)

Şekil 2.9 (a)'da % 50 olasılıkla elde bulundurmama durumu söz konusu olduğundan, (b)'de % 50'den fazla hizmet düzeyi için güvenlik stoğu belirlenmelidir Denklem (2.7);

Güvenlik Stoğu (s) = z Değeri · Talebin Standart Sapması (σ) * $\sqrt{L}$ (2.7)



Şekil 2.9. Normal dağılımlı talep karşısında farklı durumlar (Baskak, 2011)

Bu formülde z değeri, istenen hizmet düzeyi için belirlenir. Örneğin, % 95 hizmet düzeyinde, % 5 olasılıkla yeniden sipariş düzeyinin güvenlik stoğundan fazla olma olasılığı vardır. Böylece, z değeri normal dağılım tablosunda 0,05 olasılığa karşılık gelen değerdir. ($\sigma \cdot \sqrt{L}$) değeri ise sabit tedarik süresi varsayımı altında hesaplanan yeniden sipariş düzeyinin standart sapmasıdır. Böylece güvenlik stoğu bulundurulan durum için yeniden sipariş düzeyi şu şekilde Denklem (2.8) deki gibi;

$$R = L \cdot D + s = L \cdot D + z \cdot \sigma \cdot \sqrt{L} \quad (2.8)$$

hesaplanır. Bu nedenle güvenlik stoğunun hesaplanması için öncelikle talebin sapmasına ve tedarik süresine gereksinim vardır.

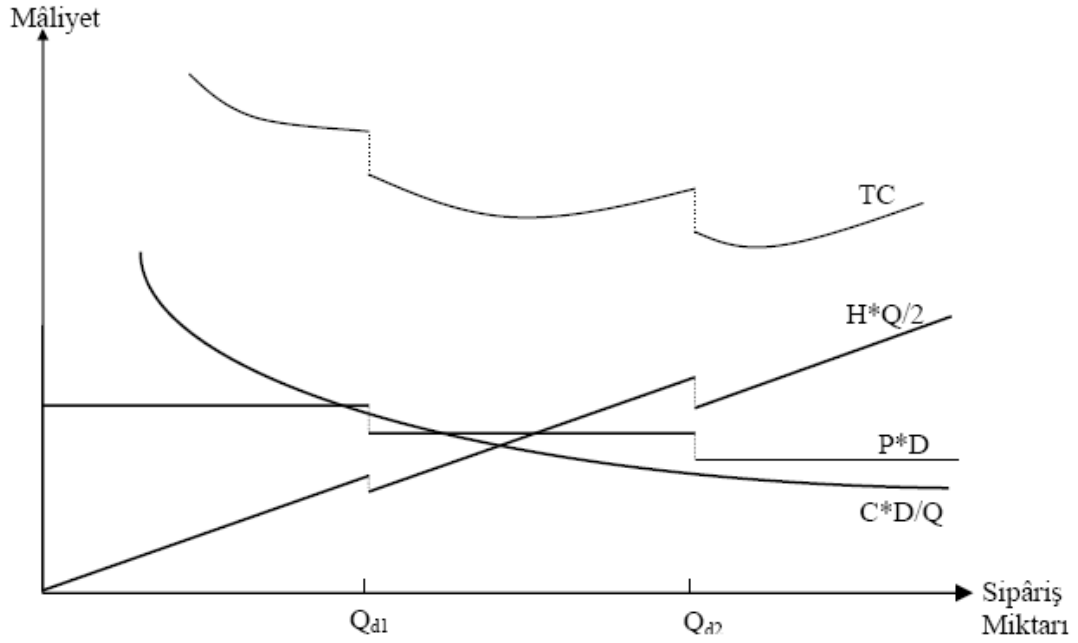
2.2.3. Miktar esaslı indirimler

Tedarikçiler; müşterilerinin yüksek miktarda alım yapmalarını teşvik etmek için, söz konusu miktarlardaki alım durumlarında düşük birim fiyat uygularlar. Tedarikçiler

büyük kitleler halinde üretim yaparak hazırlık maliyetlerinden önemli ölçüde kazanç sağlarlar. Satın alan ise hem sipariş maliyetlerinden hem de sağlanan indirimlerden, daha fazla stok tutmaya razı olarak avantaj sağlar. Satın alan için önemli olan nokta, toplam maliyeti en küçükleyecek alım miktarını saptamaktır.

İki genel tip miktar esaslı indirim söz konusudur. Tüm parçalara indirim veya artan indirim. Tüm parçalara indirimde, daha büyük kitleler halinde satın almayla birlikte birim başına fiyat tüm parti için düşmektedir. Öte yandan artan indirimde fiyat indirimi, salt belli bir miktarın üstündeki parçalar için geçerlidir. Diğer bir deyişle tüm parçalara indirimde tek bir alış fiyatı söz konusu iken, artan indirimlerde birden fazla fiyat söz konusu olabilmektedir. Burada salt tüm parçalara indirim konusunda bilgi verilecektir.

Tüm parçalara indirim: Temel ekonomik kitle büyüklüğü formülü, satın almalarda tek bir fiyatın var olduğunu kabul eder. Ama miktar esaslı indirimler söz konusu olduğunda EOQ geçerliliğini kaybeder. Miktar esaslı siparişler söz konusu olduğunda amaç hala toplam maliyet eğrisi üzerinde en az maliyetli noktayı bulmaktır. Öte yandan toplam maliyet eğrisi artık sürekli değildir ve birinci türevle en az maliyetli noktayı bulmak, indirimin söz konusu olmadığı durumlardaki kadar kolay değildir. Miktar esaslı indirimler, toplam maliyet eğrisinde süreksizlikler yaratmaktadır. Şekil 2.10'da, iki fiyat kırılma noktalı bir durum gösterilmektedir.



Şekil 2.10. Miktar esaslı indirim modeli (Baskak, 2011)

Aşağıdaki yordam, bir veya daha fazla indirimin söz konusu olduğu durumlarda nasıl bir yol izlenmesi gerektiğini göstermektedir:

- Her birim maliyet için Q_i değerini hesapla. Bunların geçerli olup olmadığını incele.
- Bulunan her geçerli Q_i değeri için dönemsel toplam maliyetleri hesapla.
- En uygun ekonomik sipariş miktarı, 2. adımda bulunan toplam maliyet değeri en az olandır.

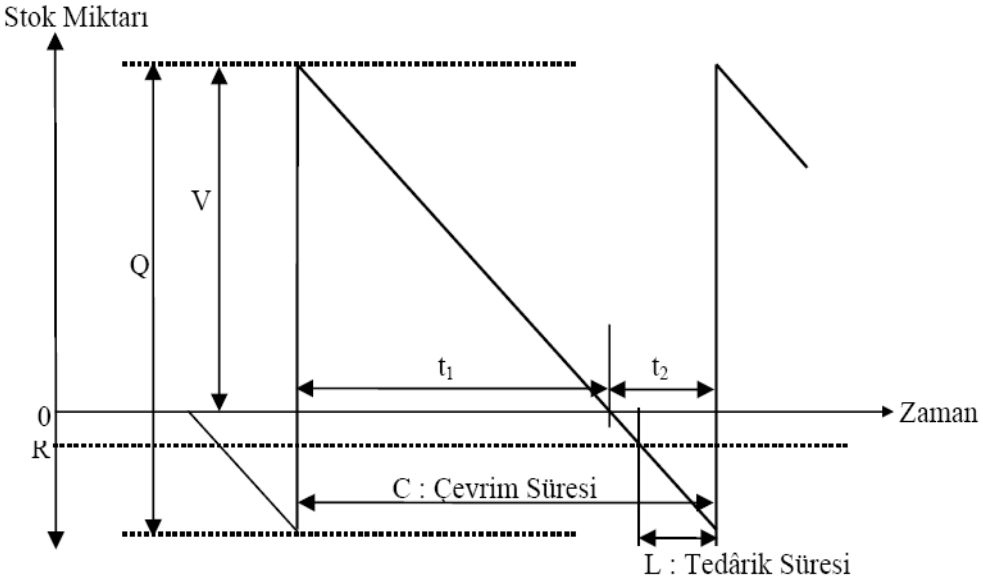
Bu şekilde her kırılma noktasındaki birim maliyetler incelenerek, her birim maliyet için bir Qi değeri aranır. Bulunan Qi değeri geçerli bir değer ise, bu değer için dönemsel toplam maliyet hesaplanır ve diğerleri ile karşılaştırılır. Qi değerinin geçerli olabilmesi için, bu değerin hesaplanmasında kullanılan satış fiyatına karşılık gelen miktar aralığı içinde yer almış olması gerekir. Burada;

Dönemsel Toplam Maliyet = Satınalma Maliyeti(indirimleri dikkate alarak) + Sipariş Maliyeti + Elde Tutma Maliyeti ‘ne eşittir.

2.2.4. Bekleyen (Karşılanmamış) sipariş modeli

Burada kastedilen, bir siparişin zamanında müşteriye teslim edilemeyerek, bunun daha sonra karşılanmasıdır. Bu durumda firma, siparişlerini bekletme durumuna düşmektedir. Müşteri de siparişinin daha sonra karşılanmasına razı olmaktadır. Bundan dolayı bekleyen sipariş (backorder) ancak sadık müşterilerle gerçekleştirilebilir. Eğer "bekleyen sipariş" 'in gerektirdiği hiç bir maliyet olmasaydı, elde hiç stok tutulmazdı. Eğer "bekleyen sipariş" ler çok pahalıya mal olsalardı, bu kez de tutulması gereken stok miktarı sonsuza giderdi. Bu iki uç noktanın arasında bir ara nokta bulunmaktadır ki, bu en uygun nokta, "bekleyen sipariş" in gerçekleşmesine izin vermektedir.

Bu modelde yapılan varsayım ise, tüm bekleyen siparişlerin bir sonraki teslimat ile karşılanmasıdır. Bundan dolayı da müşteri kesinlikle firmaya bağımlı olmalıdır. Aksi durumda satışlar, kısmen veya tümüyle yitirilecektir. Stok dışı durumların sonlu olduğu hallerde ekonomik bir üstünlük kazanmak amacı ile bu şekilde stok dışı kalmalara izin verilebilir. Bazı durumlarda stok dışı kalmanın getirdiği maliyetler, aksi durumda doğacak maliyetlere karşı firmaya çeşitli üstünlükler sağlayabilmektedir.



Şekil 2.11. Bekleyen sipariş modeli (Baskak, 2011)

T_1 : Stoğun olduğu süre

T_2 : Stoğun kalmadığı süre

Burada Q adetlik bir sipariş, stoklar yeniden sipariş verme düzeyine geldiğinde verilmiştir. Stok dışı miktar en fazla (Q-V) ve en fazla stok miktarı ise V kadardır. Daha önce Stok Maliyetleri açıklanırken -dönemsel birim başına- Bekleyen Sipariş Maliyeti (BSM) olarak gösterilmiş olan K değeri, siparişin gecikme süresiyle doğru orantılıdır. Bu model, siparişlerin her zaman stoktan karşılanmamasını, bir miktar siparişin bekleyen sipariş konumuna düşmesini öngörmektedir. Böylece bu sistemde ortalama stok düşmektedir. Yeniden sipariş verme düzeyi pozitif veya negatif olabilir. Ancak her zaman bir bekleyen sipariş miktarı, yani negatif fiili stok miktarı öngörülmektedir. Buradaki negatiflik, elimizde stok olmamasına rağmen, müşteri siparişinin bulunmasıdır. Elimize stok ulaştığında öncelikle bekleyen siparişler, ardından yeni siparişler karşılanacaktır. Bu durumda;

Dönemsel Toplam Maliyet = Satınalma Maliyeti + Sipariş Maliyeti + Elde Bulundurma Maliyeti + Bekleyen Sipariş Maliyeti

olacaktır.

Buradan oluşturulan Denklem (2.9);

$$TC = P \cdot D + C \cdot \frac{D}{Q} + \frac{H \cdot V^2}{2 \cdot Q} + \frac{K \cdot (Q - V)^2}{2 \cdot Q} \qquad (2.9)$$

TC : Dönemsel Toplam Maliyet

D : Dönemsel talep miktarı (birim)

P : Satın alınan malın bir biriminin maliyeti

C : Sipariş partisi başına sipariş maliyeti

F : Satınalma maliyetinin oranı olarak elde bulundurma maliyeti

H =(P·F) : Birim başına dönemsel elde bulundurma maliyeti

Q : Sipariş miktarı (birim)

K : Dönemsel birim başına bekleyen sipariş maliyeti

D/Q : Dönemsel sipariş sayısı

Q ve V için en uygun değerleri bulmak amacıyla dönemsel toplam maliyet denkleminin Q ve V'ye göre kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlenir Denklem (2.10) ve (2.11) ile;

$$\frac{dTC}{dQ} = -\frac{C \cdot D}{Q^2} - \frac{H \cdot V^2}{2 \cdot Q^2} + \frac{K \cdot (Q - V)}{Q} - \frac{K \cdot (Q - V)^2}{2 \cdot Q^2} = 0 \qquad (2.10)$$

$$\frac{dTC}{dV} = \frac{H \cdot V}{Q} + \frac{K \cdot (Q - V)}{Q} = 0 \qquad (2.11)$$

elde edilen denklem takımı birlikte çözülerek Denklem (2.12);

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot C \cdot D}{H} \cdot \left(\frac{H + K}{K} \right)} \quad ; \quad V_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot C \cdot D}{H} \cdot \left(\frac{H + K}{K} \right)} \qquad (2.12)$$

eşitlikleri elde edilir.

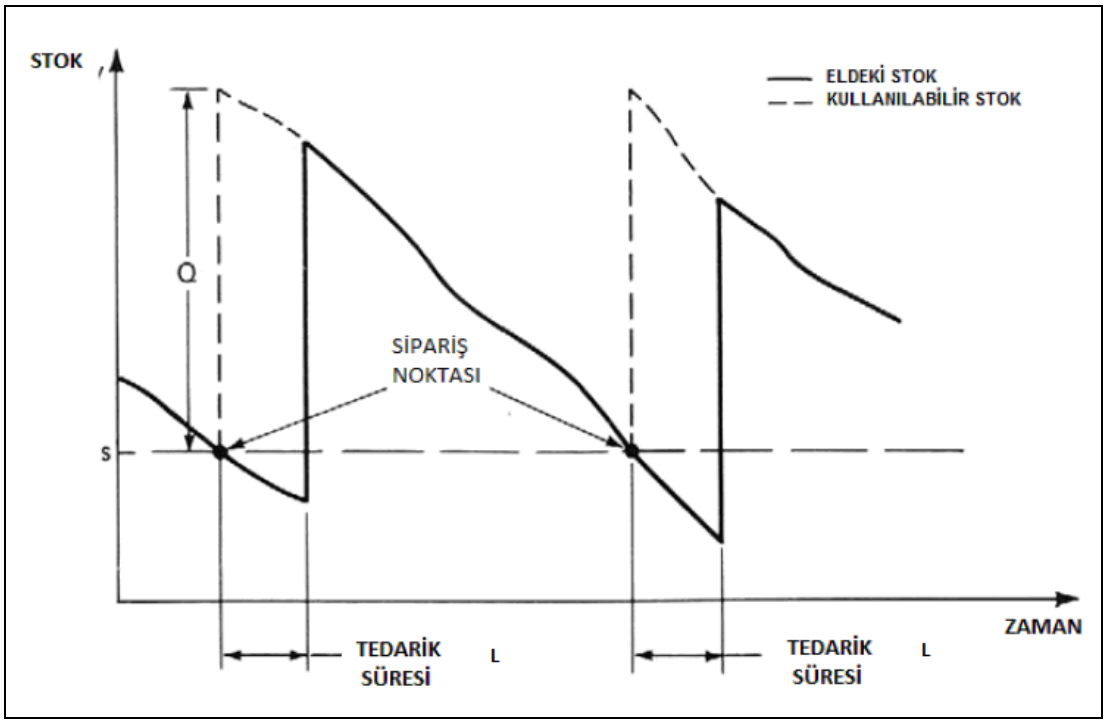
2.3. Stokastik Stok Modelleri

Bir mala olan talebin zaman içerisinde değişim göstermesi ve bunun kesin olarak bilinmemesi, bunun yanı sıra tedarik süresinin de tam olarak belirlenememesi durumunda stokastik envanter modelleri kullanılmaktadır. Ancak bu değerlerin, geçmiş yıldaki verilere dayanarak, belirli bir olasılıkla tahmini mümkündür. Firma, bu verilere dayanarak stok tükenmesini önlemek için elde fazladan stok bulundurmaktadır. Belirsiz olan talepler karşısında firmalar etkin hareket edebilmek ve oluşacak tersliklere karşı emniyetli tarafta olabilmek için emniyet stoku bulundururlar. Bunun başlıca sebebi, talepte oluşacak artışın sebep olabileceği stoksuz kalma durumunun, emniyet stoğu maliyetine oranla daha maliyetli ve tehlikeli olmasıdır. Talepte oluşan artış veya azalış alıcılar tarafından belirlenmekte ve alıcıların ne zaman sipariş verecekleri kendileri tarafından kararlaştırılmaktadır. Talep artışından farklı olarak, sipariş edilen envanterin zamanında gelmemesi de

stoksuz kalma sorunu yaratabilmektedir (Saraçlar, 2003). Aynı zamanda tedarik zamanları da sabit olmamaktadır. Stoksuz durumunda makinelerdeki arızalardan, isçi sorunlarından ve diğer gecikmelerden dolayı üreticinin gelen siparişi karşılaması daha uzun zaman alabilmektedir. Dolayısı ile siparişin teslim süresi de değişkenlik göstermektedir. Sipariş süresindeki bu değişkenlik de stoksuzluğa neden olabilmektedir (Satıcı,1995). Stokastik modeller, talep dışında diğer Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli varsayımlarını kabul etmektedirler. Bu modellerde firmalar, belirlenen uygun sipariş miktarını (Q) belirlenmiş olan yeniden sipariş zamanı (ROP) geldiğinde sipariş ederler. Sipariş verildikten sonra eğer talepte artış olursa, elde bulunan envanterler güvenlik stokunun altına iner, hatta tükenebilirler. Firma her ne kadar güvenlik stoku bulundursa da gerçekleşen yüksek talep doğrultusunda stoksuz kalınabilir. Bu durum da firmaların hizmet seviyelerini olumsuz etkilemektedir. Hizmet seviyesini arttırmak ve envanter sorunu yasamamak için daha fazla güvenlik stoğu bulundurmayı tercih ederler.

2.3.1. (s,Q) Stok politikası

"Sipariş noktası-Sipariş miktarı" olarak anılan bu yöntemde, stoğun kontrolü süreklidir. Bu yöntemde, sabit miktardaki Q birim, stok düzeyi (s) veya altına indiğinde sipariş edilir Edward ve diğ.(1998). Burada sipariş miktarı ve yeniden sipariş noktası zamandan bağımsız ve sabittir, yenilemeler arasındaki geçen süre ve talep değişkendir, tedarik süresi değişken veya sabit olabilmektedir. Bu sistemin dezavantajı, sürekli kontrol altında tutup kayıtlara geçme zorluğudur. Bunun yanı sıra sürekli aynı birimde sipariş vermek bir kolaylık olarak düşünülebilir. Literatürde çift kutu diye bilinen yöntem de (s,Q) Kontrol Modelidir. Hatta Kanban politikası da bu modele benzemektedir. Şekil 2.12'de Hax ve Candea (1984) , stok düzeyi, yeniden sipariş noktasına (s) geldiğinde ekonomik sipariş miktarı (Q) kadar sipariş verilmekte ve verilen sipariş tedarik süresi (L) sonunda stoğa girmektedir.



Şekil 2.12. (s,Q) politikası altında envanter durumu (Kılıç, 2009)

(s,Q) modelindeki parametrelerin hesaplanması ekonomik sipariş miktarı modelini andırmaktadır. Bu parametreler yeniden sipariş noktası ve sipariş miktarıdır. Hesaplamada kullanılacak notasyon şu şekildedir;

D= Birim zamanda gerçekleşen ortalama talep

σ_D =Birim zamanda gerçekleşen talebin standart sapması

σ_D^2 =Birim zamanda gerçekleşen talebin varyansı

L=Ortalama tedarik süresi (birim zamanlı)

σ_L =Tedarik süresinin standart sapması (birim zaman)

σ_L^2 =Tedarik süresinin varyansı

k=Hizmet düzeyi (sabit çarpan)

C_h = Elde bulundurma maliyeti

Cs =Sipariş maliyeti

Buradan denklemlerimiz sipariş noktası ve sipariş miktarı şeklinde Denklem (2.13) ve (2.14) deki gibi;

$$s = DL + k\sqrt{L\sigma_D^2 + D^2\sigma_L^2} \tag{2.13}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2C_s D}{C_h}} \tag{2.14}$$

bulunur.

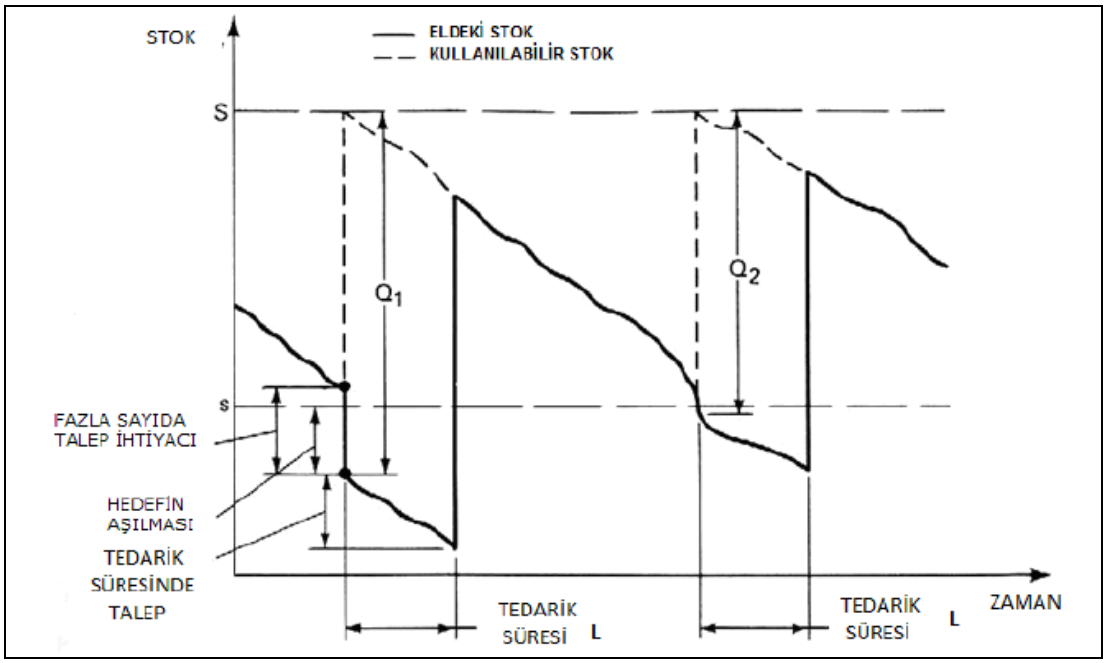
Tedarik süresi sabit olduğunda ise yeniden sipariş noktasının hesabına tedarik süresinin varyansı eklenmez ve yeniden sipariş noktası Denklem (2.15) deki gibi;

$$s = DL + k\sigma_D\sqrt{L} \tag{2.15}$$

bulunur.

2.3.2. (s,S) Stok politikası

Bu kontrol modelinde de aynı (s,Q) modelinde olduğu gibi stok pozisyonu, s noktasının altına indiğinde sipariş verilir. Ancak, sipariş miktarı değişkendir çünkü en yüksek sipariş düzeyi olan S'ye çıkana kadar sipariş verilir. Edward ve diğ.(1998). Şekil 2.13'de bu model görülmektedir. En yüksek stok düzeyine yenileme noktası denir.



Şekil 2.13. (s,S) politikası altında envanter durumu (Kılıç, 2009)

$$s = DL + k\sqrt{L\sigma_D^2 + D^2\sigma_L^2} \tag{2.16}$$

$$s = s + Q \tag{2.17}$$

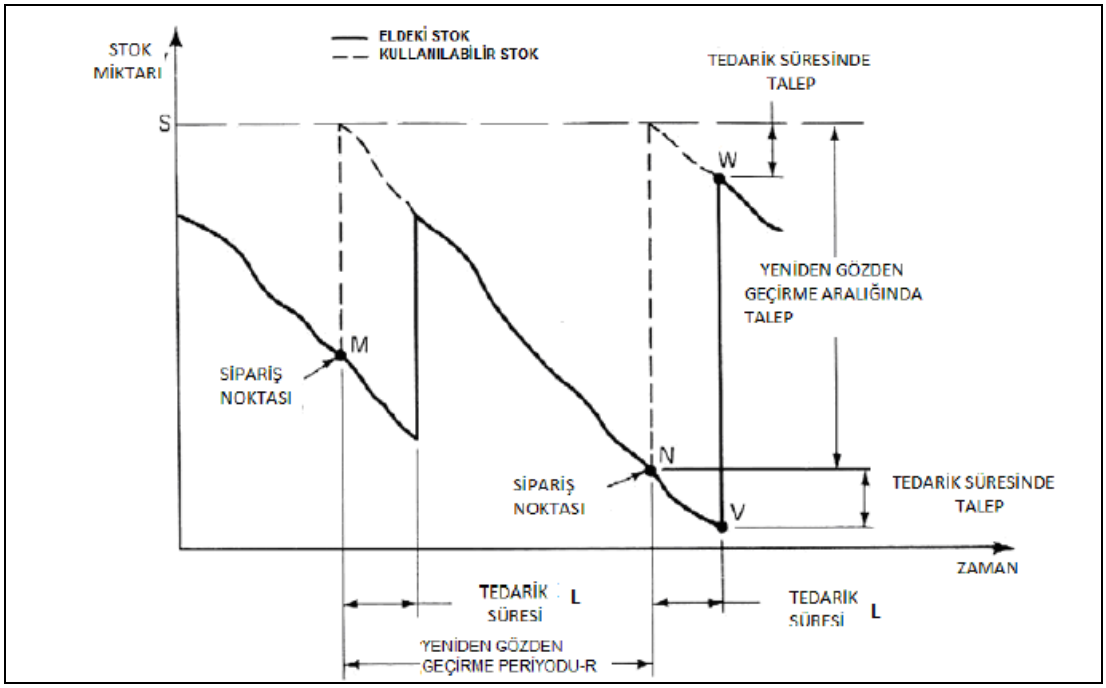
$$Q = \sqrt{\frac{2C_s D}{C_h}} \tag{2.18}$$

Bu modelde de yeniden sipariş noktası tedarik süresi boyunca oluşacak talepten ve bu talebin dalgalanmasından etkilenmektedir. Dikkat edilecek olursa sürekli gözden geçirmeye dayalı bu iki tekniğin en büyük farkı sipariş miktarlarının eşit olmamasından kaynaklanmaktadır. Tabi bunun için gelen talebin birer birer gelmemesi gerekmektedir. Eğer talep birer birim halinde gelirse, (s, S) Kontrol Modelinin (s,Q) Kontrol Modelinden bir farkı kalmayacak, her sipariş S-s=Q kadar olacaktır.

2.3.3. (R,S) Stok kontrol modeli

Siparişler ancak belli periyotlarda verilir. Stok pozisyonu yeniden sipariş noktasında veya altında ise ekonomik sipariş miktarı kadar sipariş verilir. Bu modelde her stok

kontrolü beli bir zaman ardından gerçekleştirilir. Her gözlem noktasında sipariş stok S birime yükseltilecek miktarda verilerek stok ikmali yapılır. Pratik uygulamalarda (R,S) , en çok kullanılan periyodik gözden geçirme modelidir. Her bir R stokların gözden geçirileceği periyodu göstermektedir ve sipariş burada stok seviyesi S' ye eşit olacak kadar verilir. Oluşan yüksek elde bulundurma maliyeti ve sipariş maliyeti bu yöntemin en büyük dezavantajıdır.



Şekil 2.14. (R,S) politikası altında envanter durumu (Kılıç, 2009)

Temel stok modelinin parametrelerinin ise hesabı önceki modellerden biraz farklıdır, çünkü emniyet stoğuna gözden geçirme periyodunda(T) oluşacak talep de katılmaktadır. Sipariş stok miktarı ise S ile hesaplanmıştır.

$$T = \sqrt{\frac{2C_s}{DC_h}} \tag{2.19}$$

$$S = D(L+R) + k\sqrt{(L+R)\sigma_D^2 + D^2\sigma_L^2} \tag{2.20}$$

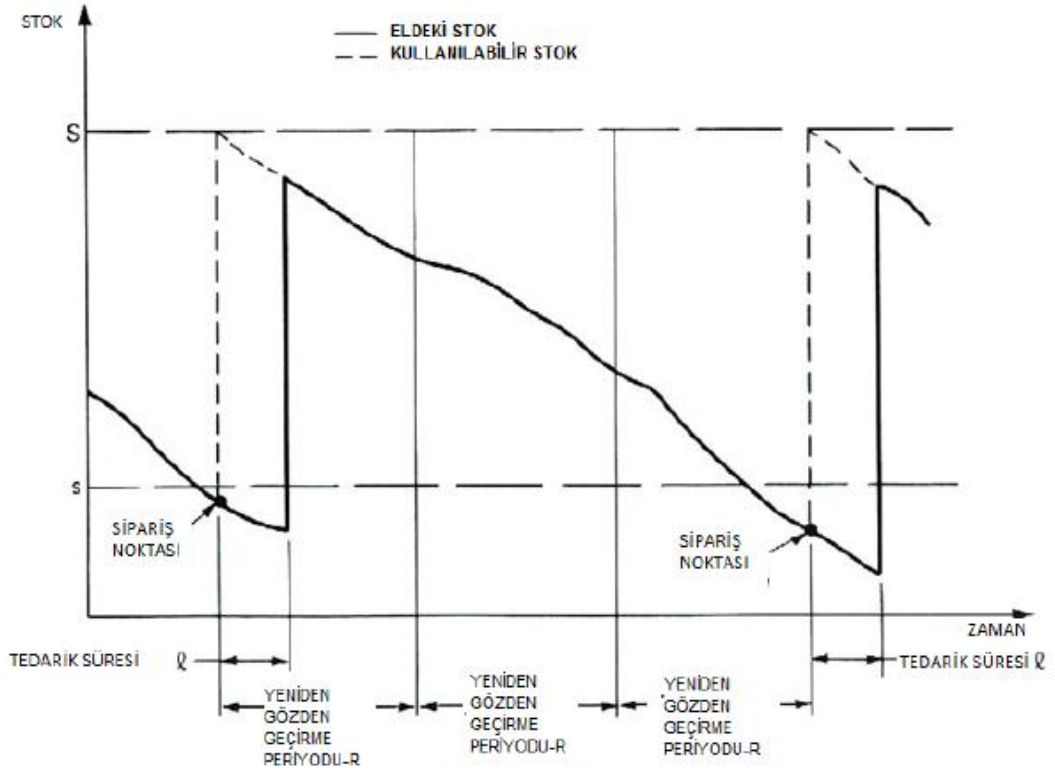
Tedarik süresinin sabit olduğu durumlarda denklem,

$$S = D(L+R) + k\sigma_D\sqrt{L+R} \tag{2.21}$$

Bir sipariş verildikten sonra bir sonraki siparişin gelmesi için gerekli süre R+L süresine eşittir, dolayısıyla bu iki sürenin toplamı kadar elde stok bulundurmak gerekmektedir.

2.3.4. (R,s,S) Stok kontrol modeli

Bu model (s,S) ve R,S) sistemlerinden oluşmuş bir kombinasyondur. (s, S) sisteminin R=0 veya (R,S) sisteminin s=S-1 halidir Özçakar ve Akyurt (2007).Önceki bölümlerde bahsedilen olasılıklı stok kontrol modellerinde modeli kuran iki parametreden bahsetmek mümkündür. Burada ise önceki modellerden farklı olarak üç kontrol parametresi vardır. Bunlar R, s ve S'dir Hax, ve Candea (1984). Şöyle ki her gözden geçirme zamanında mevcut stok s ile karşılaştırılır. Eğer stok düzeyi s birimin altında ise S birime ulaşacak kadar sipariş verilir, s birimin üzerinde ise sipariş verilmez.



Şekil 2.15. (R,s,S) politikası altında envanter durumu (Kılıç, 2009)

$$T = \sqrt{\frac{2C_s}{DC_h}} \tag{2.22}$$

$$S = D(L+R) + k\sqrt{(L+R)\sigma_D^2 + D^2\sigma_L^2} \tag{2.23}$$

$$S = s + Q \tag{2.24}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2C_s D}{C_h}} \tag{2.25}$$

Tedarik süresinin sabit olduğu durumlarda denklem,

$$S = D(L + R) + k\sigma_D \sqrt{L + R} \tag{2.26}$$

olacaktır.

3. YAVAŞ DEVREDEN YEDEK PARÇALAR İÇİN STOK KONTROL MODELLERİ

Önceki bölümlerde yedek parçalar için bağımsız talep yapısı içerisinde değerlendiren stok kontrol modellerini anlatmaya çalıştık. Bu bölümde ise yine bağımsız talep yapısı içerisinde yer alan yedek parçalar için geçerli olan literatürde tedarik süresindeki ortalama talebi 10 birimden az, pahalı ve talepleri poisson dağılım sergileyen yedek parçalar için kullanılan modelleri anlatmaya çalışacağız.

Tedarik süresindeki talep miktarları düşük stokların modellenmesinde genellikle poisson dağılımı kullanılmaktadır. Bunun yanında çok azda olsa Laplace ve Gamma dağılımları uygulamaları da bulunmaktadır.

Karush (1957) tarafından ortaya konulan sonrasında Mitchell (1962) tarafından geliştirilen modelde, tedarik süresindeki ortalama talebin poisson dağılımına uygunluğuna dayanarak stokların tedarik süreleri, yıllık düzeyde taleple karşılaşma durumları ile elde bulundurmama maliyetinin stoğun alış fiyatına oranı ilişkilendirilmiştir.

Lewis (1970) tarafından yavaş devreden stok elemanları özel, yeterli uyarıyı gösteren ve yeterli uyarıyı göstermeyen elemanlar olarak üç sınıfa ayrılmıştır. Özel elemanlar

koruyucu bakım vb. faaliyetlerle değiştirildiğinden, yeterli uyarıyı gösteren elemanlar ise renk, kalite düşüklüğü, aşınma vb. uyarılarla, değiştirilmeleri gerektiğini önceden haber verdiklerinden envanter modelleri uygulanmadan yönetilebileceklerini belirtmiştir. Fakat yeterli uyarıyı göstermeyen elemanlar için Mitchell (1962) tarafından geliştirilmiş modelin uygulanmasını önermiştir.

Burgin (1975) gamma dağılımının envanter modellemesi alanında uygulanabilirliğini ortaya koyarak tedarik süresindeki ortalama talebi gamma dağılımı gösteren stoklar için stokta bulunmama olasılığına dayanan bir model önermiştir. Johnston (1980) bu yöntemin yavaş devreden stok elemanlarına uygulanabilirliğini araştırmıştır.

Peterson and Silver (1979) yavaş devreden stok elemanlarının talep yapısına poisson ve laplace dağılımlarının uygun olduğunu belirtmiştir. Tedarik süresindeki ortalama talebi 10 birimden düşük ve A sınıfı, pahalı, stoklar yavaş devreden olarak tanımlanmıştır. Poisson dağılımına dayanan (S-1, S) sipariş seviyesi modeli yıllık düzeyde elde bulundurma ve elde bulundurmama maliyetleriyle tedarik süresindeki ortalama talep ilişkisine dayanmaktadır. Poisson dağılımının uygulanamadığı durumda laplace dağılımına dayanan stokta bulunmama modeli önerilmiştir.

Kwan (1991), Razi (1999) ve Syntetos (2001) tarafından gerçekleştirilen doktora tezlerinde yavaş devreden stok elemanlarının tedarik sürelerindeki ortalama talebe farklı dağılımların uygunluğunun araştırıldığı görülmektedir. Özellikle poisson ve gamma dağılımlarının yavaş devreden stok elemanlarının tedarik süresindeki talebine uygun dağılımlar olduğu belirtilmiştir.

Mukhopadhyay ve diğerleri (2003) yavaş ve hızlı devreden stok elemanları için bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Tedarik süresindeki ortalama talebi 10 birimden düşük elemanlar yavaş devreden stok elemanları olarak tanımlanmakta, ABC analizine bağlı olarak A veya B sınıfı olarak belirlenenler için Peterson and Silver (1979) tarafından geliştirilen (S-1, S) modeliyle çözüm gerçekleştirilmektedir. C sınıfı yavaş devreden stok elemanları hızlı devreden stok elemanları içerisinde değerlendirilmektedir.

Morris (2003) tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden düşük ve poisson dağılımı sergileyen elemanları yavaş devreden stok elemanları olarak tanımlamaktadır. Buna bağlı olarak ekipman ulaşılırlığı ve tedarikçi ulaşılırlığı olmak üzere iki performans kriteri geliştirmiştir. Kriterler belirlenecek performans olasılıklarına bağlı olarak firmanın ekipmanları fonksiyonel tutabilmesi ile firmanın tedarikçi olarak etkinliğini ortaya koymaktadır.

Leven and Segerstedt (2004) yavaş devreden stok elemanları için gamma dağılımının özel bir durumu olan erlang dağılımıyla çözüm önermiştir (Aktürk, 2005).

3.1. Poisson Dağılımı

Poisson olasılık dağılımı kesikli olasılık dağılımlarından bir diğeridir. Poisson olasılık dağılımı, belli bir zaman diliminde ya da belli bir fiziksel mekânda oluşan olay sayısı ile ilgili olasılıkları tanımlamakta kullanılmaktadır. Ender olaylar dağılımı olarak da bilinmektedir(Durmuş, 2011).

3.1.1. Poisson dağılımının özellikleri

- Tekrar eden sayısı: Poisson rastsal deneme, belirli bir olayın belirli bir zaman diliminde ve fiziksel mekânda kaç kez veya ne miktarda (yükseklik, uzunluk, mesafe veya başka bir ölçü birimi cinsinden) ortaya çıktığı veya gözlemlendiği ile ilgilidir.

- Olasılıklar eşittir: Bir olayın belirli bir zaman diliminde ve fiziksel mekanda ortaya çıkma olasılıkları bütün birimler için eşittir.

- Sonraki olaylar düşük olasılıklıdır: Belirli bir zaman diliminde iki olayın veya daha fazla olayın ortaya çıkma olasılığı bu zaman dilimi içinde bir olayın gerçekleşme olasılığından daha küçüktür.

- Olaylar bağımsız: Zaman dilimlerinin üst üste gelmesi durumunda olayların gerçekleşme sayıları birbirinden bağımsızdır.

- Beklenen değer λ: Poisson rastsal değişkene ait beklenen değer, λ (lamda) ile gösterilir. Beklenen değer büyüdükçe Poisson olasılık dağılımı normal olasılık dağılımına yaklaşır.

Yukarıda sıralanan özelliklere dayalı olarak Poisson rastsal değişkeninin (X'in) belirli bir zaman dilimi içinde belirli bir değere karşılık gelme olasılığı Denklem (3.1);

$$P(X) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \tag{3.1}$$

Formülü ile hesaplanır ve bu olasılık dağılımına Poisson olasılık dağılımı adı verilmektedir.

Burada,

P(X) =λ' nın (beklenen değer) verilmiş olması halinde x sayıda başarı sonucunun elde edilme olasılığı,

λ=Belirli bir zaman diliminde x'in gerçekleşme olasılıklarının beklenen değeri,

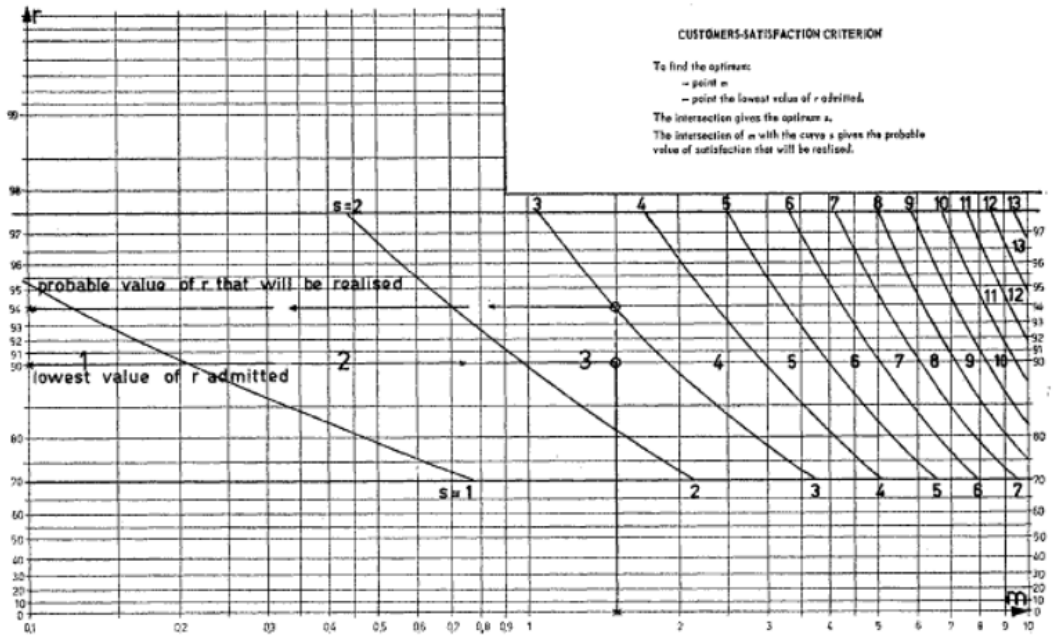
e=2.71828 (doğal logaritmanın temel değeridir).

3.2. Poisson Dağılımlı Modeller

3.2.1. Servis düzeyi modeli

Heyvaert ve Hurt tarafından tedarik sürelerinin en az iki veya üç ay olan ve talebin poisson dağılım gösterdiği ayrıca tedarik süresindeki ortalama talebin $0{,}1 \le d_L \le 10$ arasında olduğu stoklar için, bu stok kontrol modelini önermiştir. Heyvaert ve Hurt (1956).

Yapılan bilimsel çalışmalar ile modelin grafiği (Şekil 3.1) ortaya çıkarılmıştır. Bu grafik üzerinden tedarik süresindeki ortalama talep (d_L) ve istenen servis düzeyinin bilindiği durumlarda stokta bulundurulması gereken miktar grafikten kolayca buluna bilinmektedir.



Şekil 3.1. Servis düzeyi modeli grafiği Heyvaert ve Hurt (1956)

Örnek verecek olursak d_L=1,6 ve servis düzeyininse %90 olduğu bir durumda grafiğimiz stok seviyesini 3 olarak işaret etmektedir.

3.2.2. Minimum maliyet modeli

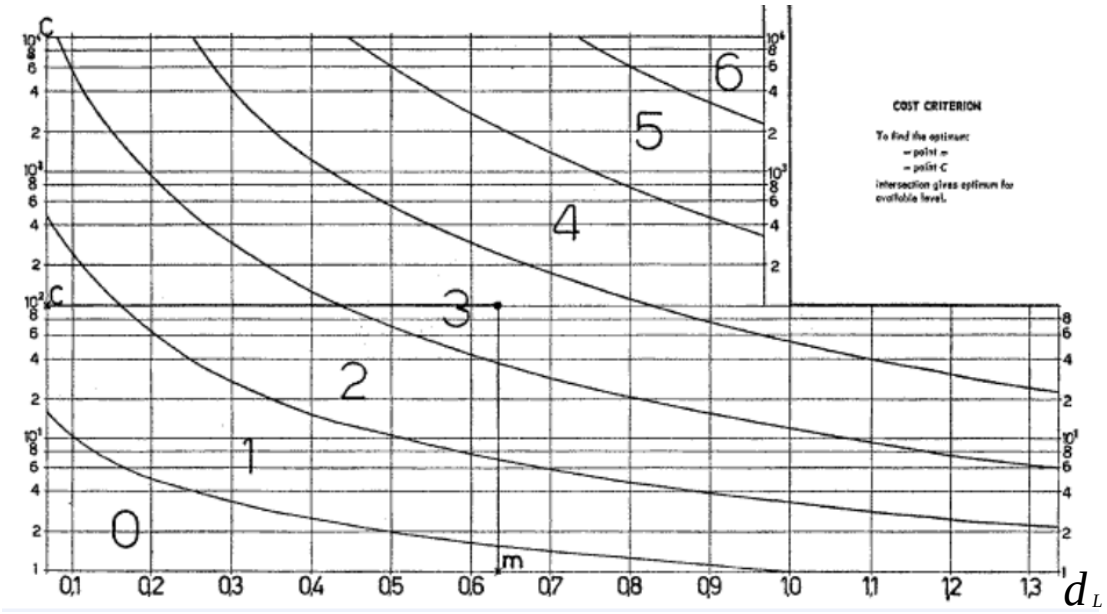
Heyvaert ve Hurt tarafından geliştirilen bu model bir malzemenin tedarik süresi boyunca elde bulundurma (c_2) ve elde bulundurmama (c_3) maliyetlerinin toplamını minimum yapmayı amaçlayan bir modeldir.

Bu iki değer bilindiği takdirde optimum stok miktarı grafikten bulunabilinmektedir.

Grafikteki dikey eksendeki C değeri Denklem (3.2) deki gibi ;

$$C = \frac{c_3}{c_2} \tag{3.2}$$

Yatay eksendeki d_L tedarik süresindeki ortalama talebi göstermektedir.



Şekil 3.2. Minimum maliyet modeli grafiği Heyvaert ve Hurt (1956)

Örnek verecek olursak d_L=0,63 ve $C = \frac{c_3}{c_2}$=100 olarak bilinen bir durum için grafiğimiz stok miktarını 3 olarak işaret etmektedir.

3.2.3. Ekipman ulaşılabilirliği modeli

Morris (2003) tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden düşük ve poisson dağılımı sergileyen elemanları yavaş devreden stok elemanları olarak tanımlamış ve buna bağlı olarak ekipman ulaşılabilirliği ve tedarikçi ulaşılırlığı olmak üzere iki performans kriteri geliştirmiştir.

Bunlardan ekipman ulaşılabilirliği modeli ile yedek parçanın olmaması ile ekipmanın kullanılamaması olasılığını belirler. Grafik ve tablo yardımı ile belirleyeceğimiz ve istediğimiz performans yüzdesine(kabul edilebilir minimum ekipman durumu) ve tedarik süresindeki ortalama talebin bilinmesine göre stokta bulundurmamız gereken optimum miktarı bu modele göre belirleyebilmekteyiz. Grafikte de (Şekil 3.3) görüleceği üzere çok küçük ortalama talepler için tavsiye edilen stok sıfır çıkabilmektedir. Morris ve diğ.(2003).

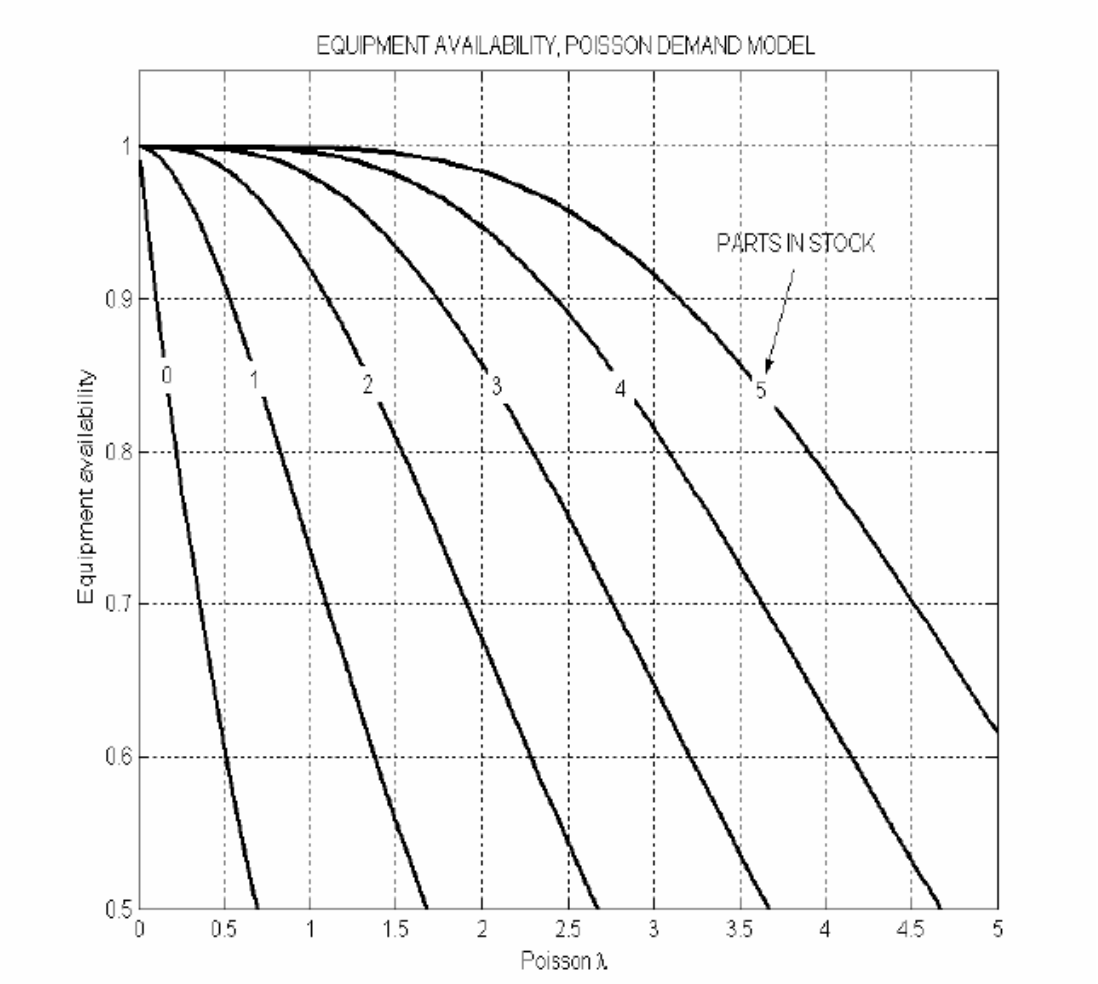
Ekipman ulaşılabilirliği (e) kümülatif tedarik zamanı dağılımı ile hesaplanır;

$$e = P(k \leq s) \tag{3.3}$$

$$p(k) = \frac{\lambda^k e^{\lambda}}{k!} \qquad (3.4)$$

k = 0, 1, 2, 3,… talep hacmini ,s= stok miktarını göstermektedir.

λ= Birim zamandaki talebi göstermekte poisson gelişli ve 5 den küçük olmalıdır.



Şekil 3.3. Ekipman ulaşılabilirliği modeli grafiği Morris ve diğ.(2003)

Tablo 3.1. Tanımlanmış ekipman ulaşılabilirliği ve tedarikçi ulaşılabilirliği için stok seviyeleri Morris ve diğ.(2003)

		Required equipment availability				
		0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
λ	0.2	0	0	1	1	1
	0.4	1	1	1	1	2
	0.6	1	1	1	2	2
	0.8	1	1	2	2	2
	1.0	2	2	2	2	3
	1.2	2	2	2	3	3
	1.4	2	2	3	3	4
	1.6	2	3	3	3	4
	1.8	3	3	3	4	4
	2.0	3	3	3	4	5
	2.2	3	3	4	4	5
	2.4	3	4	4	4	5
	2.6	4	4	4	5	5
	2.8	4	4	5	5	6
	3.0	4	4	5	5	6
	3.2	4	5	5	6	6
	3.4	5	5	5	6	7
	3.6	5	5	6	6	7
	3.8	5	5	6	6	7
	4.0	5	6	6	7	8
	4.2	5	6	6	7	8
	4.4	6	6	7	7	8
	4.6	6	6	7	7	8
	4.8	6	7	7	8	9
	5.0	6	7	7	8	9

		Required supply availability				
		0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
λ	0.2	1	1	1	1	2
	0.4	1	1	2	2	2
	0.6	2	2	2	2	3
	0.8	2	2	2	2	3
	1.0	2	2	2	3	3
	1.2	2	2	3	3	3
	1.4	2	3	3	3	4
	1.6	3	3	3	3	4
	1.8	3	3	3	4	4
	2.0	3	3	4	4	5
	2.2	3	4	4	4	5
	2.4	3	4	4	5	5
	2.6	4	4	4	5	6
	2.8	4	4	5	5	6
	3.0	4	4	5	5	6
	3.2	4	5	5	6	6
	3.4	5	5	5	6	7
	3.6	5	5	6	6	7
	3.8	5	5	6	6	7
	4.0	5	6	6	7	8
	4.2	6	6	6	7	8
	4.4	6	6	7	7	8
	4.6	6	6	7	7	8
	4.8	6	7	7	8	9
	5.0	6	7	7	8	9

Örneğin % 90 ekipman ulaşılırlığı performansı istenen bir durumda tedarik süresindeki talebimizde 2 ise stokta bulundurulması gereken stok seviyesi 4 adet olarak tespit edilmiştir.

3.2.3. Tedarikçi ulaşılabilirliği modeli

Morris (2003) in tedarikçi ulaşılırlığı modelinde yedek parça için bir talep oluştuğunda tedarikçinin malzemeyi sağlama yeteneğini ölçme üzerine kurulmuştur. Tedarikçi ulaşılırlığı (a) yedek parçanın sıfır olmayan taleplerinin stoktaki miktarından az olma olasılığının hesaplanması üzerine kurulmuştur. Yedek parça stoklanmıyorsa tedarikçi ulaşılırlığı sıfırdır denilmiş ve yeteneğe göre belirlenecek stok seviyesi her zaman sıfırın üzerindedir kabulleri yapılmıştır.

k = 0, 1, 2, 3,… talep hacmini ,s= stok miktarını göstermektedir.

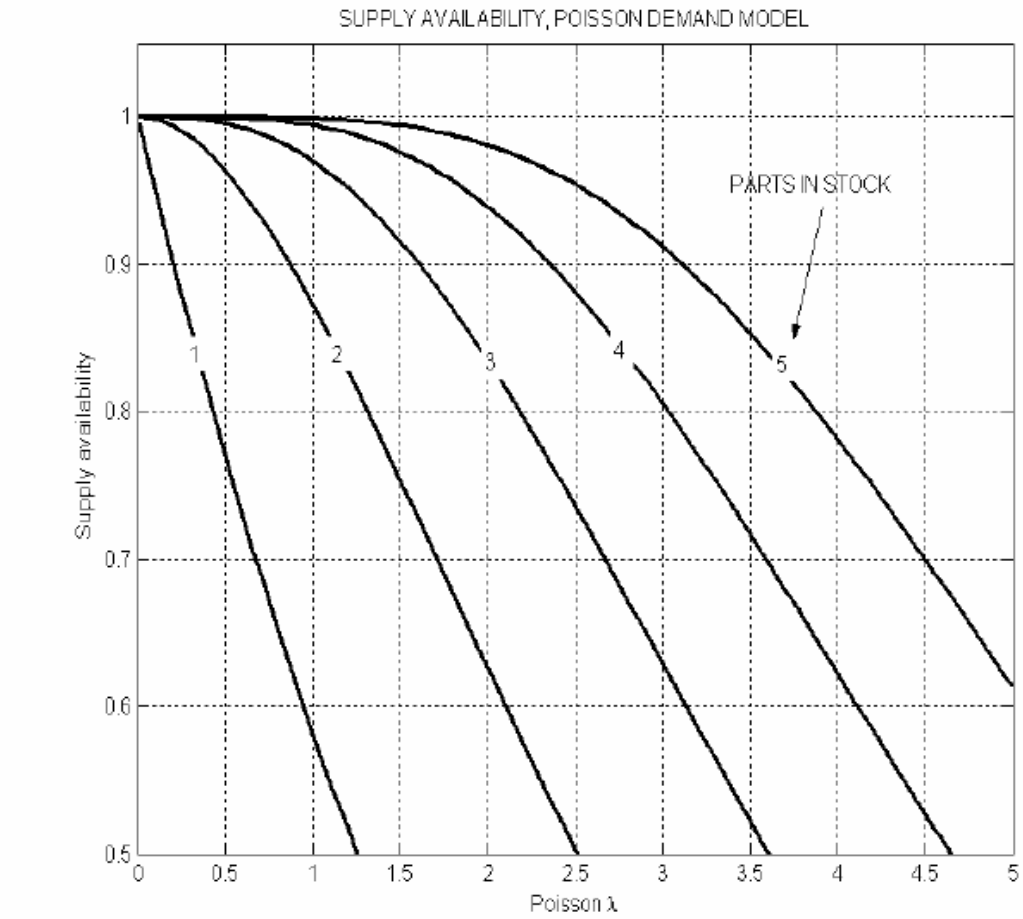
λ= Birim zamandaki talebi göstermekte poisson gelişli ve 5 den küçük olmalıdır.

$$a = \frac{P(k \leq s) \quad P(k = 0)}{1 \quad P(k = 0)} \tag{3.5}$$

$$p(k) = \frac{\lambda^k e^{\lambda}}{k!} \tag{3.6}$$

Buna göre tablodan bakarak ,

Örneğin % 90 tedarikçi ulaşılırlığı performansı istenen bir durumda tedarik süresindeki talebimizde 2 ise stokta bulundurulması gereken stok miktarı 4 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.4. Tedarikçi ulaşılabilirliği modeli grafiği Morris ve diğ.(2003**)**

4. DENİZ KUVVETLERİNDE YEDEK PARÇA YÖNETİMİ

Bu çalışmada ele alınan kuruluş olan Deniz Kuvvetleri Yedek Malzeme sistemi için Oracle ERP uygulamasında, Deniz Kuvvetleri organizasyonunda bulunan bütün platformlara ait ürün yapısı bilgileri bulunmaktadır. Ürün ağaçlarının içinde, kalem bazında, binlerce cihaz ve bu cihazların konfigürasyonunda da milyonlarca malzeme ERP üzerinde kayıtlı bulunmaktadır. Bunların arasından tedarik konusuna giren malzemeler, aşağıdaki malzeme kümelerinin birleşiminden oluşmaktadır:

- Gemi yedek malzeme kadrosu
- Sahil yedek malzeme kadrosu
- Periyodik büyük bakım malzeme ihtiyaçları
- Acil malzeme ihtiyaçları

Deniz Kuvvetleri donanma gücü 167 parça gemi, 13 parça denizaltı, 13 parça uçak, 1 parça helikopter ve üstün görev bilincine sahip personeliyle her an tetikte ve harbe hazır durumda bulunmaktadır (Özkan,2009).

Donanma gücünü oluşturan bu platformlar şu şekilde sıralanmaktadır:

Yüzer platformlar:

- 19 Adet Firkateyn
- 6 Adet Korvet
- 24 Adet Hücumbot
- 8 Adet Mayın Avlama Gemisi
- 9 Adet Mayın Tarama Gemisi
- 46 Adet Çıkarma Gemisi

- 55 Parça Çeşitli Gemi, Bot, Tanker

Dalar platformlar:

- 13 Parça Denizaltı

Uçar platformlar:

- 6 Adet Deniz Karakol uçağı
- 7 Adet Eğitim Uçağı
- 21 Adet Helikopter

Geniş bir deniz alanında harekât ve eğitim faaliyetleri icra eden yüzer, dalar ve uçar birliklerin desteklenmesi maksadıyla sistem bilgileri, cihaz bilgileri, yedek ve onarım malzemelerine ait bilgiler, otomasyon tabanlı olarak Deniz Kuvvetleri Envanterinde Oracle-ERP(Kurumsal Kaynak Planlama) iş yönetimi içerisinde idame edilmektedir. Bu bilgi desteği ile lojistik hizmetler, en kısa sürede ihtiyaç duyan yüzer birliğe, yurtdışı limanlar da dahil olmak üzere ulaştırılmaktadır. Yedek ve onarım malzemeleri sistem veya cihazın ömrü boyunca ihtiyaç duyulmaya devam etmektedir. Arızaların yanı sıra planlı bakımların yapılması esnasında kullanılacak yedek parça ihtiyaçları da her zaman mevcut ve mevcut olmaya devam edecektir. Yedek parçalar yurt içi ve yurt dışı firmalardan tedarik edilmektedir. Yedek parça ihtiyaçları savunma sistemlerinin güvenlik üretiminde zafiyet yaratmamasını sağlayacak şekilde planlanma yapması gerekmektedir. Periyodik olarak yapılan büyük bakım işlemlerinde de rutin olarak değiştirilmesi veya kullanılması gereken malzemeler de yedek parça ve onarım malzemesi ihtiyaçlarının tespitinde kullanılmaktadır. Bunların yanında beklenmedik arızalar sonucunda ortaya çıkan malzemeler tarafından oluşturulan ihtiyaç listeleri de yedek parça ihtiyaçlarının tespitinde değerlendirilmektedir.

5. UYGULAMA

5.1. Uygulama Konusunun Tanıtılması

Deniz Kuvvetleri Komutanlığının platform ve birliklerinde bulunan cihaz ve gereçlerinin idamesi ve onarımını sağlamak amacıyla yedek parça bulundurmak istemektedir. Deniz Kuvvetlerinin bu amaçla belirleyeceği envanter modeli sınırlı bütçe açısından ve her an harbe hazır olması bakımından bir hayli önem arz etmektedir.

Uygulamada ele alınacak yedek parçalar Oracle-ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) üzerinden yedek parça tipindeki kalemler içerisinden 1.000 adet alınarak ABC analizi ile firma için en kritik ve en maliyetli stok kalemleri belirlenecektir.

ABC sınıflandırması sonucu A sınıfı kalemlerden hızlı ve yavaş devreden stok kalemlerinden yavaş devredenler içerisinden Stat::Fitt istatistik programı ile talebi poisson dağılım sergileyen kalemler bulunarak tezimizde anlatmış olduğumuz yedek parçalar için yavaş devreden ve poisson dağılım sergileyen envanter modellerinin grafikleri/ tabloları üzerinden bu kalemler için tutulması uygun görülen stok seviyeleri belirlenerek maliyet analizi yapılıp, tartışma ve sonuç bölümünde değerlendirme yapılacaktır.

Uygulamada ele alınan kurum için burada kullanılacak değerler ve stok bilgileri kurumun bilgi gizliliği açısından gerçek değerler olmayıp hayali olarak üretilmiştir.

5.2. Uygulamada Kullanılacak Değerler ve Varsayımlar

- Uygulamada kalem havuzuna alınacak kalemlerin sayısı 1.000 olacaktır.
- Talep yapısının belirlenmesi amacıyla geriye dönük 5 yıllık veri kurum tarafından kullanılan Oracle-ERP(Kurumsal Kaynak Planlama) programı yardımıyla elde edilmiştir.

- Yedek parçalar yurt içi ve yurtdışı firmalardan tedarik edilmektedir. Yedek parçaların tedarik sürelerinin yurt içi alımlarda 3 ay yurt dışı alımlarda da 6 ay olduğu farz edilecektir.

- ABC analizi için stok sınıflarının belirlenmesinde A(%20), B(%30), C(%50) değerleri baz alınmıştır.

- Ortalama Alış(TL) fiyatları ile talep miktarları çarpılarak ABC analizi yapılmıştır.

- A sınıfı kalemlerden talep yapısı dağılımı incelenirken Stat::Fitt istatistik programı ile kesikli dağılıma göre Kolmogorov-Smirnov ve Anderson Darling yöntemleri ile dağılım yapısı belirlenmiştir.

- 1000 adet kalem kümesi içerisinde 5 yıllık süre zarfında hareketsiz olan malzemeler ve bu kalemlerle ilgili talep dağılımı için kullanılacak uygunluk testlerinin gerçekleşmesi için yeterli miktarda veri içermeyeceğinden dolayı bu stoklar sınıflandırma işlemine alınmayacaktır.

- Servis düzeyi modeli için servis düzeyi %95 olarak belirlenmiştir.

- Ekipman ulaşılabilirliği ve Tedarikçi ulaşılabilirliği modelinde %95 performans amaçlanmıştır.

- Uygulamada kullanılacak malzemeler için tedarik süresi yurt içi alımlar için geçerli olan 3 ay baz alınmıştır.

- Modellerin ürettiği stok seviyesi miktarı, en uygun model tespiti için Min.stok seviyesi olarak belirlenmiş olup herhangi bir talep sonucunda siparişe çıkılınacaktır.

- Elde bulundurma maliyeti olarak sermaye maliyeti alınmış bunun içinde birim maliyet ile yıllık getiri oranı (%12 alınmıştır) çarpılmıştır. Stoğun değer kazanma oranı sıfır alınmıştır.

- Elde bulundurmama maliyeti ise bu maliyetin askeri bir kurum için ağır olacağı düşünüldüğünden bu malzemelere alış maliyetinin 5 katı yüksek bir maliyetle kavuşacağı farz edilecektir.

- Alış Maliyeti malzemelerin üreticiden birim alış fiyatları üzerinden belirlenmiştir.
- Sipariş Maliyeti Alış Maliyetine dahil edilmiştir.

5.3. Uygulamada Kullanılacak Malzemelerin Tespiti

1000 adet malzeme içerisindeki 327 adet malzemenin stok hareketlerini incelediğimizde son 5 yıl içerisinde bir kısmında tek seferlik çıkışlar yapılmış bir kısmı ise kullanılacak uygunluk testleri için yeterli miktarda veri içermediğinden dolayı bu guruptaki 327 adet malzeme değerlendirme dışı bırakılmıştır.

5.4. Verilerin İncelenmesi ve Analizler

Değerlendirme dışı kalan malzemelerden sonra kalan 673 malzeme için ABC analizi yapılabilmesi için programdan (Oracle - ERP) bu malzemelerin ortalama maliyetleri çekilmiş ve 5 yıllık süreçte oluşan talep miktarı ile çarpılarak değerleme yapılmıştır. Çıkan değerlendirme sonuçları ABC analizi ile daha önceden belirlediğimiz yoğunluğa göre guruplandırılmıştır.

ABC analizi sonucu A sınıfı olarak belirlenen en değerli ve kritik stok gurubu ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucu olarak A sınıfı olarak belirlenen guruba 67 malzeme girmiştir.

Bu 67 malzeme için stok taleplerine 3 aylık dönemlerde bakılmış ve bu 3 aylık yani 5 yıllık karşılığı olan 20 dönemlik taleplerin (20 Dönem * 3 Ay=60 Ay=5 Yıl) Stat::Fitt istatistik programı içerisinde kesikli dağılıma göre hangi dağılıma uyduğu bulunmuştur.

Seçilen stokların dağılımına bakıldığında %40 'ı Poisson dağılım sergilemektedir. Yani 67 malzemenin 27 tanesi poisson dağılım sergilediği gözlemlenmiştir.

Bu uygulamamızda bu safhadan sonra sadece yavaş hareket eden (tedarik süresindeki ortalama talebi 10 birimden az olan, poisson dağılım sergileyen A sınıfı kritik) malzemeler ele alınarak bu yedek parçalar için stok parametreleri belirlenecektir.

27 adet malzemenin tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden fazla olan malzemelerin sayısı 17 adettir.

Poisson dağılım sergileyen, tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olarak tespit edilen bu 10 adet malzemenin ve tedarik süresindeki ortalama talebi 10 birimden az olarak tespit edilen 17 adet malzemenin tedarik süresindeki talep miktarları tablomuzda Tablo 5.1, Tablo 5.2'de gözükmektedir. Burada her yıl 4 dönemden oluşmaktadır. Her dönem ise yurt içi alımlar kapsamında gerçekleşen 3 ay olan tedarik süresine eşittir.

Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'de yedek malzemeler için tespit ettiğimiz maliyet ve miktar bilgileri yer almaktadır.

Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'da, yedek malzemelerin envanter modellerine göre uygun görülen servis düzeyi ve hesaplanan tedarik sürelerini gösteren bilgilerin yer aldığı ayrıca yavaş devreden malzemeler için modellerin uygun gördüğü stok seviyelerine yer verilmiştir.

Tablo 5.7 - Tablo 5.8 - Tablo 5.9 - Tablo 5.10'da ise tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden küçük olan stoklar için poisson dağılımlı modellerin uygun gördüğü stok seviyeleri ile 2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri için gerçekleşen talepler ele alınarak her bir model için maliyet analizi yapılmıştır.

Tablo 5.11'de tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin ilgili dönemlerdeki (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) eldeki miktar ve gerçekleşen talepler ele alınarak maliyet analizi yapılmıştır.

Tablo 5.12. Servis düzeyi modeline göre ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 5.13'de tedarik süresindeki ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemelerin ilgili dönemlerdeki (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) eldeki miktar ve gerçekleşen talepleri üzerinden maliyet analizi yapılmıştır

Tablo 5.14'de, modellerin uygun gördüğü stok seviyesine ve elde mevcut bulunan stok miktarlarına göre dönem (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) sonlarında oluşan maliyetler tablo üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin 2007-2012 yılları arasında tedarik süresi içerisindeki talep miktarları

MALZEME KODU	MALZEME ADI	2007			2008				2009				2010				2011				2012
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M01760940	MALZEME 1		2	1		3		2		1	4			5		1		1		3	1
M01129630	MALZEME 2	2	3	2	1				2	1		4			1		2			1	1
M01230610	MALZEME 3		1			1		2	1		4		1	2		1		2			2
M01725990	MALZEME 4	1		3	2		3				1			2		1			2		
M01100950	MALZEME 5	1			1		3		2		1		4	2		1	2		1		
M01183610	MALZEME 6	1	1		2		3		1	2	4		1		2		2			1	
M01014350	MALZEME 7	1		1	3	2		3		1		2	4		1				4		1
M01126020	MALZEME 8	2	1		4	1	1	2		2		5	1		2		4		1		2
M01215500	MALZEME 9	4		1		2	2	4	2		2	1	1	1	5			3			1
M01671910	MALZEME 10	1			3		1		2	1			1	2	4		1				2

Tablo 5.2. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemelerin 2007-2012 yılları arasında tedarik süresi içerisindeki talep miktarları

MALZEME KODU	MALZEME ADI	2007			2008				2009				2010				2011				2012
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M01760911	MALZEME 1	7	8		6	7	5	7	6		8	5	7	8	9		6	6	5		7
M01129623	MALZEME 2	8	5	3	6		5	7	6	5	8	5	7	5	6	5	5	6	5	5	7
M01230614	MALZEME 3	8	8	7	6	9	7	8	7	9	8	9	7	8	0	8	9	7	0	8	8
M01725991	MALZEME 4	4	7	8	5	1	4	3	8	8	3	4	8	5	7	5	2	7	6	5	4
M01100959	MALZEME 5	7	4	5	7		4	2	7	6	5	5	4	8	6	7	5	8	6	8	7
M01183616	MALZEME 6	3	4	8	7	5	4		3	7	7	7	6	8	5	7	4	7	7	7	6
M01014351	MALZEME 7	3		6		8	6	6	7		9	7	8		8	8	8	7	7	8	8
M01126054	MALZEME 8	3	5		1		7		8	5	9	8	7	7	7	6	9		9	8	3
M01215544	MALZEME 9	6	2	6	2	8	5	7		4		8	6	3	8	8	7	7	6	5	7
M01671857	MALZEME 10	7	7	7	6	4	2		7	6	6		6		7	7	8	5	8	8	7
M01183547	MALZEME 11		5	8	5	5	5	4		7	8	4	5	3		8	8	8	7	7	4
M01014121	MALZEME 12	8	8		5	8	6	7	6	8	9	8	5	8		9	8	9		9	9
M01126589	MALZEME 13	6		6	4	7	6	7	6	8		7	7	5	2	8		7		9	7
M01215652	MALZEME 14	7	5	7	8		5	5	5	4		8	8	8	8	2	5	6	7		5
M01671919	MALZEME 15	6	8	1	5	6	6	7	7		5	6	5	5	4	7	7	8	8	4	
M01215652	MALZEME 16		7	7	7	6	8	5	8	7	5	7	5	5	6	6	3	2	7		1
M01671919	MALZEME 17	8	5	8	7	8	8	5	8	4	6	6	7	4	7	8	8	3	7	8	

Tablo 5.3. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin maliyet ve miktar bilgileri

MALZEME KODU	MALZEME ADI	20 DÖNEM (60 Ay=5 Yıl) Talep Miktarı	2012 NİSAN ELDEKİ MİKTAR	TEDARİK SÜRESİNDEKİ ORTALAMA TALEP	ALIŞ MALİYETİ TL	TEDARİK SÜRESİNDE ELDE BULUNDURMA MALİYETİ	GÜNLÜK ELDE BULUNDURMA MALİYETİ	TEDARİK SÜRESİNDE ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ	GÜNLÜK ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ
M01760940	MALZEME 1	24	12	1,2	49.987,61 TL	1.499,63 TL	16,66 TL	62.484,51 TL	694,27 TL
M01129630	MALZEME 2	20	18	1	31.125,12 TL	933,75 TL	10,38 TL	38.906,40 TL	432,29 TL
M01230610	MALZEME 3	17	9	0,85	63.254,45 TL	1.897,63 TL	21,08 TL	79.068,06 TL	878,53 TL
M01725990	MALZEME 4	15	17	0,75	35.213,25 TL	1.056,40 TL	11,74 TL	44.016,56 TL	489,07 TL
M01100950	MALZEME 5	18	22	0,9	26.859,19 TL	805,78 TL	8,95 TL	33.573,99 TL	373,04 TL
M01183610	MALZEME 6	20	58	1	10.400,83 TL	312,02 TL	3,47 TL	13.001,04 TL	144,46 TL
M01014350	MALZEME 7	23	26	1,15	22.741,92 TL	682,26 TL	7,58 TL	28.427,40 TL	315,86 TL
M01126020	MALZEME 8	28	8	1,4	74.898,00 TL	2.246,94 TL	24,97 TL	93.622,50 TL	1.040,25 TL
M01215500	MALZEME 9	29	73	1,45	8.154,18 TL	244,63 TL	2,72 TL	10.192,73 TL	113,25 TL
M01671910	MALZEME 10	18	8	0,9	72.500,00 TL	2.175,00 TL	24,17 TL	90.625,00 TL	1.006,94 TL

Tablo 5.4. Yedek malzemelerden tedarik süresindeki ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemelerin maliyet ve miktar bilgileri

MALZEME KODU	MALZEME ADI	20 DÖNEM (60 Ay=5 Yıl) Talep Miktarı	2012 NİSAN ELDEKİ MİKTAR	TEDARİK SÜRESİNDEKİ ORTALAMA TALEP	ALIŞ MALİYETİ TL	TEDARİK SÜRESİNDE ELDE BULUNDURMA MALİYETİ	GÜNLÜK ELDE BULUNDURMA MALİYETİ	TEDARİK SÜRESİNDE ELDE BULUNDURMA MALİYETİ	GÜNLÜK ELDE BULUNDURMA MALİYETİ
M01760911	MALZEME 1	107	41	5,35	50.654,18 TL	1.519,63 TL	16,88 TL	63.317,73 TL	703,53 TL
M01129623	MALZEME 2	109	57	5,45	42.125,12 TL	1.263,75 TL	14,04 TL	52.656,40 TL	585,07 TL
M01230614	MALZEME 3	141	43	7,05	78.881,11 TL	2.366,43 TL	26,29 TL	98.601,39 TL	1.095,57 TL
M01725991	MALZEME 4	104	44	5,2	81.125,66 TL	2.433,77 TL	27,04 TL	101.407,08 TL	1.126,75 TL
M01100959	MALZEME 5	111	66	5,55	25.128,19 TL	753,85 TL	8,38 TL	31.410,24 TL	349,00 TL
M01183616	MALZEME 6	112	82	5,6	15.654,09 TL	469,62 TL	5,22 TL	19.567,61 TL	217,42 TL
M01014351	MALZEME 7	114	54	5,7	44.952,73 TL	1.348,58 TL	14,98 TL	56.190,91 TL	624,34 TL
M01126054	MALZEME 8	102	45	5,1	45.678,03 TL	1.370,34 TL	15,23 TL	57.097,54 TL	634,42 TL
M01215544	MALZEME 9	105	53	5,25	31.120,00 TL	933,60 TL	10,37 TL	38.900,00 TL	432,22 TL
M01671857	MALZEME 10	108	44	5,4	95.144,55 TL	2.854,34 TL	31,71 TL	118.930,69 TL	1.321,45 TL
M01183547	MALZEME 11	101	42	5,05	55.831,57 TL	1.674,95 TL	18,61 TL	69.789,46 TL	775,44 TL
M01014121	MALZEME 12	130	51	6,5	28.255,19 TL	847,66 TL	9,42 TL	35.318,99 TL	392,43 TL
M01126589	MALZEME 13	102	58	5,1	23.448,58 TL	703,46 TL	7,82 TL	29.310,73 TL	325,67 TL
M01215652	MALZEME 14	103	48	5,15	66.785,21 TL	2.003,56 TL	22,26 TL	83.481,51 TL	927,57 TL
M01671919	MALZEME 15	105	49	5,25	51.125,12 TL	1.533,75 TL	17,04 TL	63.906,40 TL	710,07 TL
M01215652	MALZEME 16	102	88	5,1	16.322,17 TL	489,67 TL	5,44 TL	20.402,71 TL	226,70 TL
M01671919	MALZEME 17	125	92	6,25	15.888,00 TL	476,64 TL	5,30 TL	19.860,00 TL	220,67 TL

Tablo 5.5. Tedarik süresindeki ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin envanter modellerine göre elde bulundurma seviyeleri

MALZEME KODU	MALZEME ADI	TEDARİK SÜRESİNDEKİ ORTALAMA TALEP	Servis Düzeyi Modeli (%95)	Minimum Maliyet Modeli	Ekipman Ulaşılırlığı Modeli (%95)	Tedarikçi Ulaşılırlığı Modeli (%95)
M01760940	MALZEME 1	1,20	3	4	3	3
M01129630	MALZEME 2	1,00	3	3	3	3
M01230610	MALZEME 3	0,85	3	3	2	3
M01725990	MALZEME 4	0,75	2	3	2	3
M01100950	MALZEME 5	0,90	3	3	3	3
M01183610	MALZEME 6	1,00	3	3	3	3
M01014350	MALZEME 7	1,15	3	4	3	3
M01126020	MALZEME 8	1,40	4	4	4	4
M01215500	MALZEME 9	1,45	4	4	4	4
M01671910	MALZEME 10	0,90	3	3	3	3

Tablo 5.6. Tedarik süresindeki ortalama talebi ortalama talebi 5 ile 10 birim olan malzemelerin servis düzeyi modeline göre elde bulundurma seviyeleri

MALZEME KODU	MALZEME ADI	TEDARİK SÜRESİNDEKİ ORTALAMA TALEP	Servis Düzeyi Modeli (%95)
M01760911	MALZEME 1	5,35	8
M01129623	MALZEME 2	5,45	8
M01230614	MALZEME 3	7,05	10
M01725991	MALZEME 4	5,20	8
M01100959	MALZEME 5	5,55	9
M01183616	MALZEME 6	5,60	9
M01014351	MALZEME 7	5,70	9
M01126054	MALZEME 8	5,10	8
M01215544	MALZEME 9	5,25	8
M01671857	MALZEME 10	5,40	8
M01183547	MALZEME 11	5,05	8
M01014121	MALZEME 12	6,50	10
M01126589	MALZEME 13	5,10	8
M01215652	MALZEME 14	5,15	8
M01671919	MALZEME 15	5,25	8
M01215652	MALZEME 16	5,10	8
M01671919	MALZEME 17	6,25	9

Tablo 5.7. Servis düzeyi modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu

MALZEME KODU	MALZEME ADI	Servis Düzeyi Modeli Stok Seviyesi	16 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			17 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			18 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			19 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			20 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)
			T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E		
M01760940	MALZEME 1	3	0	0	3	1	1	2	0	0	3	3	3	0	1	1	2	14.996	
M01129630	MALZEME 2	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	1	1	2	10.271	
M01230610	MALZEME 3	3	0	0	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	2	2	1	20.874	
M01725990	MALZEME 4	2	0	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	2	8.451	
M01100950	MALZEME 5	3	2	2	1	0	0	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	9.669	
M01183610	MALZEME 6	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	0	0	3	3.744	
M01014350	MALZEME 7	3	0	0	3	0	0	3	4	4	-1	0	0	3	1	1	2	7.505	28.427
M01126020	MALZEME 8	4	4	4	0	0	0	4	1	1	3	0	0	4	2	2	2	29.210	
M01215500	MALZEME 9	4	0	0	4	3	3	1	0	0	4	0	0	4	1	1	3	3.914	
M01671910	MALZEME 10	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	2	2	1	26.100	
	Toplam:	31	11	11	20	6	6	25	8	8	23	5	5	26	10	10	21	134.735	28.427

Tablo 5.8. Minimum maliyet modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu

MALZEME KODU	MALZEME ADI	Minimum Maliyet Modeli Stok Seviyesi	16 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			17 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			18 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			19 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			20 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)
			T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E		
M01760940	MALZEME 1	4	0	0	4	1	1	3	0	0	4	3	3	1	1	1	3	22.494	
M01129630	MALZEME 2	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	1	1	2	10.271	
M01230610	MALZEME 3	3	0	0	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	2	2	1	20.874	
M01725990	MALZEME 4	3	0	0	3	0	0	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	13.733	
M01100950	MALZEME 5	3	2	2	1	0	0	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	9.669	
M01183610	MALZEME 6	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	0	0	3	3.744	
M01014350	MALZEME 7	4	0	0	4	0	0	4	4	4	0	0	0	4	1	1	3	10.234	
M01126020	MALZEME 8	4	4	4	0	0	0	4	1	1	3	0	0	4	2	2	2	29.210	
M01215500	MALZEME 9	4	0	0	4	3	3	1	0	0	4	0	0	4	1	1	3	3.914	
M01671910	MALZEME 10	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	2	2	1	26.100	
	Toplam:	**34**	**11**	**11**	**23**	**6**	**6**	**28**	**8**	**8**	**26**	**5**	**5**	**29**	**10**	**10**	**24**	**150.245**	**0**

Tablo 5.9. Ekipman ulaşılabilirliği modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu

MALZEME KODU	MALZEME ADI	Ekipman Ulaşırlığı Modeli Stok Seviyesi	16 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			17 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			18 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			19 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			20 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)
			T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E		
M01760940	MALZEME 1	3	0	0	3	1	1	2	0	0	3	3	3	0	1	1	2	14.996	
M01129630	MALZEME 2	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	1	1	2	10.271	
M01230610	MALZEME 3	2	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	2	2	2	0	11.386	
M01725990	MALZEME 4	2	0	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	2	8.451	
M01100950	MALZEME 5	3	2	2	1	0	0	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	9.669	
M01183610	MALZEME 6	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	0	0	3	3.744	
M01014350	MALZEME 7	3	0	0	3	0	0	3	4	4	-1	0	0	3	1	1	2	7.505	28.427
M01126020	MALZEME 8	4	4	4	0	0	0	4	1	1	3	0	0	4	2	2	2	29.210	
M01215500	MALZEME 9	4	0	0	4	3	3	1	0	0	4	0	0	4	1	1	3	3.914	
M01671910	MALZEME 10	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	2	2	1	26.100	
	Toplam:	**30**	**11**	**11**	**19**	**6**	**6**	**24**	**8**	**8**	**22**	**5**	**5**	**25**	**10**	**10**	**20**	**125.247**	**28.427**

Tablo 5.10. Tedarikçi ulaşılabilirliği modeline göre ortalama talebi 5 birimden az olan malzemeler için gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu

MALZEME KODU	MALZEME ADI	Tedarikçi Ulaşırlığı Modeli Stok Seviyesi	16 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			17 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			18 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			19 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			20 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)
			T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E		
M01760940	MALZEME 1	3	0	0	3	1	1	2	0	0	3	3	3	0	1	1	2	14.996	
M01129630	MALZEME 2	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	1	1	2	10.271	
M01230610	MALZEME 3	3	0	0	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	2	2	1	20.874	
M01725990	MALZEME 4	3	0	0	3	0	0	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	13.733	
M01100950	MALZEME 5	3	2	2	1	0	0	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	9.669	
M01183610	MALZEME 6	3	2	2	1	0	0	3	0	0	3	1	1	2	0	0	3	3.744	
M01014350	MALZEME 7	3	0	0	3	0	0	3	4	4	-1	0	0	3	1	1	2	7.505	28.427
M01126020	MALZEME 8	4	4	4	0	0	0	4	1	1	3	0	0	4	2	2	2	29.210	
M01215500	MALZEME 9	4	0	0	4	3	3	1	0	0	4	0	0	4	1	1	3	3.914	
M01671910	MALZEME 10	3	1	1	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	2	2	1	26.100	
	Toplam:	**32**	**11**	**11**	**21**	**6**	**6**	**26**	**8**	**8**	**24**	**5**	**5**	**27**	**10**	**10**	**22**	**140.018**	**28.427**

Tablo 5.11. Ortalama talebi 5 birimden az olan malzemelerin eldeki miktar ve gerçekleşen talepler(2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu

MALZEME KODU	MALZEME ADI	2010 DÖNEM SONU ELDEKİ MİKTAR	16 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			17 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			18 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			19 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			20 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)
			T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E		
M01760940	MALZEME 1	17	0	0	17	1	0	16	0	0	16	3	0	13	1	0	12	110.972,49 TL	
M01129630	MALZEME 2	22	2	0	20	0	0	20	0	0	20	1	0	19	1	0	18	90.574,10 TL	
M01230610	MALZEME 3	13	0	0	13	2	0	11	0	0	11	0	0	11	2	0	9	104.369,84 TL	
M01725990	MALZEME 4	19	0	0	19	0	0	19	2	0	17	0	0	17	0	0	17	94.019,38 TL	
M01100950	MALZEME 5	25	2	0	23	0	0	23	1	0	22	0	0	22	0	0	22	90.246,88 TL	
M01183610	MALZEME 6	61	2	0	59	0	0	59	0	0	59	1	0	58	0	0	58	91.423,30 TL	
M01014350	MALZEME 7	31	0	0	31	0	0	31	4	0	27	0	0	27	1	0	26	96.880,58 TL	
M01126020	MALZEME 8	15	4	0	11	0	0	11	1	0	10	0	0	10	2	0	8	112.347,00 TL	
M01215500	MALZEME 9	77	0	0	77	3	0	74	0	0	74	0	0	74	1	0	73	91.000,65 TL	
M01671910	MALZEME 10	11	1	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	2	0	8	104.400,00 TL	
	Toplam:	**291**	**11**	**0**	**280**	**6**	**0**	**274**	**8**	**0**	**266**	**5**	**0**	**261**	**10**	**0**	**251**	**986.234**	**0**

Tablo 5.12. Servis düzeyi modeline göre ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemeler için gerçekleşen talepler 2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu

MALZEME KODU	MALZEME ADI	Servis Düzeyi Modeli Stok Seviyesi	16 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			17 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			18 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			19 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			20 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)
			T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E		
M01760911	MALZEME 1	8	6	6	2	6	6	2	5	5	3	0	0	8	7	7	1	24.314,01 TL	
M01129623	MALZEME 2	8	5	5	3	6	6	2	5	5	3	5	5	3	7	7	1	15.165,04 TL	
M01230614	MALZEME 3	10	9	9	1	7	7	3	0	0	10	8	8	2	8	8	2	42.595,80 TL	
M01725991	MALZEME 4	8	2	2	6	7	7	1	6	6	2	5	5	3	4	4	4	38.940,32 TL	
M01100959	MALZEME 5	9	5	5	4	8	8	1	6	6	3	8	8	1	7	7	2	8.292,30 TL	
M01183616	MALZEME 6	9	4	4	5	7	7	2	7	7	2	7	7	2	6	6	3	6.574,72 TL	
M01014351	MALZEME 7	9	8	8	1	7	7	2	7	7	2	8	8	1	8	8	1	9.440,07 TL	
M01126054	MALZEME 8	8	9	9	-1	0	0	8	9	9	-1	8	8	0	3	3	5	17.814,43 TL	114.195,08 TL
M01215544	MALZEME 9	8	7	7	1	7	7	1	6	6	2	5	5	3	7	7	1	7.468,80 TL	
M01671857	MALZEME 10	8	8	8	0	5	5	3	8	8	0	8	8	0	7	7	1	11.417,35 TL	
M01183547	MALZEME 11	8	8	8	0	8	8	0	7	7	1	7	7	1	4	4	4	10.049,68 TL	
M01014121	MALZEME 12	10	8	8	2	9	9	1	0	0	10	9	9	1	9	9	1	12.714,84 TL	
M01126589	MALZEME 13	8	0	0	8	7	7	1	0	0	8	9	9	-1	7	7	1	12.662,23 TL	29.310,73 TL
M01215652	MALZEME 14	8	5	5	3	6	6	2	7	7	1	0	0	8	5	5	3	34.060,46 TL	
M01671919	MALZEME 15	8	7	7	1	8	8	0	8	8	0	4	4	4	0	0	8	19.938,80 TL	
M01215652	MALZEME 16	8	3	3	5	2	2	6	7	7	1	0	0	8	1	1	7	13.220,96 TL	
M01671919	MALZEME 17	9	8	8	1	3	3	6	7	7	2	8	8	1	0	0	9	9.056,16 TL	
	Toplam:	**144**	**102**	**102**	**42**	**103**	**103**	**41**	**95**	**95**	**49**	**99**	**99**	**45**	**90**	**90**	**54**	**293.726**	**143.506**

Tablo 5.13. Ortalama talebi 5 ile 10 birim arasında olan malzemelerin eldeki miktar ve gerçekleşen talepler (2011{16,17,18,19} ve 2012{20} dönemleri) üzerinden maliyet tablosu

MALZEME KODU	MALZEME ADI	2010 DÖNEM SONU ELDEKİ MİKTAR	16 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			17 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			18 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			19 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			20 T=TALEP S=SİPARİŞ E=ELDEKİ MİKTAR			DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)
			T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E	T	S	E		
M01760911	MALZEME 1	41	6	0	35	6	0	29	5	0	24	0	0	24	7	0	17	196.031,68 TL	
M01129623	MALZEME 2	57	5	0	52	6	0	46	5	0	41	5	0	36	7	0	29	257.805,73 TL	
M01230614	MALZEME 3	43	9	0	34	7	0	27	0	0	27	8	0	19	8	0	11	279.239,13 TL	
M01725991	MALZEME 4	44	2	0	42	7	0	35	6	0	29	5	0	24	4	0	20	365.065,47 TL	
M01100959	MALZEME 5	66	5	0	61	8	0	53	6	0	47	8	0	39	7	0	32	174.892,20 TL	
M01183616	MALZEME 6	82	4	0	78	7	0	71	7	0	64	7	0	57	6	0	51	150.748,89 TL	
M01014351	MALZEME 7	54	8	0	46	7	0	39	7	0	32	8	0	24	8	0	16	211.727,36 TL	
M01126054	MALZEME 8	45	9	0	36	0	0	36	9	0	27	8	0	19	3	0	16	183.625,68 TL	
M01215544	MALZEME 9	53	7	0	46	7	0	39	6	0	33	5	0	28	7	0	21	155.911,20 TL	
M01671857	MALZEME 10	44	8	0	36	5	0	31	8	0	23	8	0	15	7	0	8	322.540,02 TL	
M01183547	MALZEME 11	42	8	0	34	8	0	26	7	0	19	7	0	12	4	0	8	165.819,76 TL	
M01014121	MALZEME 12	51	8	0	43	9	0	34	0	0	34	9	0	25	9	0	16	128.843,67 TL	
M01126589	MALZEME 13	58	0	0	58	7	0	51	0	0	51	9	0	42	7	0	35	166.719,40 TL	
M01215652	MALZEME 14	48	5	0	43	6	0	37	7	0	30	0	0	30	5	0	25	330.586,79 TL	
M01671919	MALZEME 15	49	7	0	42	8	0	34	8	0	26	4	0	22	0	0	22	223.928,03 TL	
M01215652	MALZEME 16	88	3	0	85	2	0	83	7	0	76	0	0	76	1	0	75	193.417,71 TL	
M01671919	MALZEME 17	92	8	0	84	3	0	81	7	0	74	8	0	66	0	0	66	176.833,44 TL	
	Toplam:	957	102	0	855	103	0	752	95	0	657	99	0	558	90	0	468	3.683.736	0

Tablo 5.14. Modellerin uygun gördüğü stok seviyesine göre dönem sonlarındaki maliyetler

TEDARİK SÜRİSİNDEKİ ORTALAMA TALEBİN 5 BİRİMDEN DÜŞÜK OLDUĞU MALZEMELER (2011{16,17,18,19} 2012{20} dönemleri) İÇİN MALİYET TURTARLARI	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMA MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)	TOPLAM MALİYET (TL)
Servis Düzeyi Modeli (%95) ile	134.735	28.427	163.163
Minimum Maliyet Modeli ile	150.245	0	150.245
Ekipman Ulaşılırlığı Modeli (%95) ile	124.565	28.427	152.992
Tedarikçi Ulaşılırlığı Modeli (%95) ile	139.335	28.427	167.763
Mevcut Stok Miktarları ile	986.234	0	986.234
TEDARİK SÜRİSİNDEKİ ORTALAMA TALEBİ 5 İLE 10 ARASINDA OLAN MALZEMELER (2011{16,17,18,19} 2012{20} dönemleri) İÇİN MALİYET TURTARLARI	DÖNEM ELDE BULUNDURMA SONLARI MALİYETİ (TL)	DÖNEM SONLARI ELDE BULUNDURMAMA MALİYETİ (TL)	TOPLAM MALİYET (TL)
Servis Düzeyi Modeli (%95) ile	293.726	143.506	437.232
Mevcut Stok Miktarları ile	3.683.736	0	3.683.736

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Uygulamamız için poisson dağılımlı modeller incelendiğinde en çok maliyet yükü getiren modelimizin bile bu modeller kullanılmadığı zaman oluşabilecek maliyet yükünün çok altında olduğu görülmüştür.

Elde bulundurmama maliyetine katlanmamak için firmalar yavaş devreden malzemelerde stoklu çalışabilmektedirler. Buna rağmen yavaş devreden stok elemanları için taleplere baktığımızda çoğu dönemde talebin oluşmadığını aynı zamanda biri birini izleyen bir kaç dönemde bile talebin gerçekleşmediği durumlar gözlemlenebilmektedir.

Firmalar yedek malzemeleri için ABC analizi yaparak kritik öneme sahip malzemelerini belirleyebilirler, peryodik veya sürekli gözden geçirme yöntemlerinden firmalarına uygun olanını belirleyerek bu yöntemle yedek malzemelerini izleyebilirler.

Bu malzemeler içerisinden tedarik süresindeki ortalama talebi 10 birimden az olanlar yavaş devreden 10 birimden fazla olanlar ise hızlı devreden olarak kabul edip bu stoklar için geliştirilmiş modeller içerisinden en uygun olanını belirleyerek önerilen stok seviyesini ve yeniden sipariş verme noktasını belirleyerek uygulayabilirler.

Aynı zamanda uygulamamızda ele aldığımız tedarik süresindeki ortalama talebi 10 birimden az olan yani yavaş devreden ve poisson dağılım sergileyen malzemeler için ele alınan modeller içerisinden en uygun stok seviyesini kritiklik derecesine göre belirleyecekleri servis düzeyi parametresi, elde bulundurma/bulundurmama maliyet bilgileri, tedarik süresindeki ortalama talep gibi diğer gerekli bilgiler ile yola çıkarak modelin sunduğu grafik veya tablo değerleri üzerinden belirleyebilirler.

Her bir yedek parça için modeller üzerinden belirlenen stok seviyeleri girdi alınıp geriye dönük talep bilgileri üzerinden bir bilgisayar yazılımı ile stok kontrol simülasyonu yapılıp iyileştirme analizleri üzerinden en uygun model seçilip kullanıla bilinir.

Geriye dönük veri içermeyen yedek parçalar için planlı bakımlarda gerekli malzemeler hariç arıza durumları için kurumlar, elde bulundurma veya bulundurmama durumlarına katlanmak zorunda kalabilmektedirler.

Firmalar tarafından kullanılan Kurumsal Kaynak Planlama (ERP/ Enterprise Resource Planning) programları ile bağımlı ve bağımsız talepler için sürekli dağılım karakteristiği sergileyen hızlı devreden stoklar için kolayca planlama yapılabilinmektedir. Düşük talep seviyeleri gözlemlenen genellikle bakım malzemeleri ve yedek parçalarda görülen, kesikli bir dağılım sergileyen aynı zamanda literatürde yavaş devreden olarak bilinen pahalı stoklar için, talep yapısına uygun olarak belirlenecek bu modeller üzerinden stok seviyeleri belirlenerek kurumlar tarafından envanter yönetimi konusunda tam bir çevrim sağlanması mümkün gözükmektedir.

Bu çalışmanın konusu olmayan Laplace, Gamma, Geometrik dağılıma sahip A sınıfı stoklar ile ayrıca çeşitli dağılımlara uygunluk gösteren B ve C sınıfı yedek parça stokları farklı bir çalışmaya kaynak oluşturabilirler.

KAYNAKLAR

Aktürk E., Özkale C., Fığlalı N., Engin O., Yavaş devreden stok elemanları için envanter modelleri uygulaması, *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 25-27 Kasım 2005.

Aktürk E., Yavaş devreden stok elemanları için envanter modelleri uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmit, 2005, 175570.

Altuğ R., Stok Yönetiminde ABC Analizi, http://www.rizaaltug.com/Makale_Stok_Yonet%C4%B1m%C4%B1nde_ABC_Anal%C4%B1z%C4%B1.htm, (Ziyaret Tarihi: Ocak 2012).

Baskak M., Talep tahminleri ve stok yönetimi seminer notu, *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yöneticiliği Sertifika Programı*, 2011, 45-53.

Çelikçapa F., *Üretim Yönetimi ve Teknikleri,* Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd.Şti**.**, İstanbul, 2000.

Doğan Ü., 2011, Stok Yönetimi Bilgilendirme Sunusu, http://kisi.deu.edu.tr/uzeyme.dogan/dosyalar/stok_envanter_yonetimi.pdf, (Ziyaret Tarihi: Ocak 2012).

Durmuş A., Olasılık Dağılımları, http://web.sakarya.edu.tr/~adurmus/statistik/11BOLUM_Binom_hipergeometrik_poison.pdf, (Ziyaret Tarihi: Mart 2012).

Edward S., David P., Rein P., *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, Third Edition, The United States of America, 1998.

Ertürk M., *İşletme Biliminin Temel İlkeleri*, 5.basım, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 2001.

Ertoğral K., Stok Yönetimi, http://kertogral.etu.edu.tr/OperationsManagement/3_Stok_Yonetimi.ppt, (Ziyaret Tarihi: Mart 2012).

Filiz A., *Stok Yönetimi Seminer Notları*, Kosgeb İstanbul, 2003, 2-3.

Güner Ö., Kritik ve kritik olmayan talepler için yedek parça stok kontrol sistemleri ve bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010, 252847.

Hax A., Candea D., *Production And Inventory Management*, America, 1984.

Heyvaert A. C., Hurt A., Inventory management of slow-moving part, *Operation Research*, 4(5), 572-580, 1956.

Kasap N., Biçer İ., Özkaya B., *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 2010, **39**, 310-334.

Kahveci M., Stok modelleri ve uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İşletmecilik, İstanbul, 1993, 25383.

Kılıç N., Bir mobilya endüstrisinde stok kontrol modeli uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, 2009, 253256.

Kobu B., *Üretim Yönetimi*, 10, Beta, İstanbul, 1999.

Morris S., Pratt B., Helal A., Asnake B., Effect of Model Estimation Uncertainty on Inventory Control for Items with Low and Intermittent Poisson Demand Distributions, Oklahoma State University, http://www.conceptsymbols.com/web/publications/2003_draft_poisson_demand.pdf, (Ziyaret Tarihi: Ocak 2012).

Mitchell G. H., Problems of controlling slow-moving engineering spares, *Operations Research*, 1, London SE1 9RT, United Kingdom, 23-39, 1962.

Özçakar N., Akyurt Z., (R,s,S) ve (R,S) stok kontrol politikalarının poliüretan sektöründe markov karar süreci yardımıyla karşılaştırılması, *Yönetim Dergisi*, 2007, **56**, 10-23.

Öztürk A., *Yöneylem Araştırması*, 7, Bursa ekin kitapevi, Bursa, 2001.

Özkan E., Savunma sistemleri yedek parça tedarikinde yurtiçi kaynak kullanımının artırılmasına yönelik pazarlamada tutundurma karması modeli ve donanma komutanlığı 6. Malzeme sergisinde bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, 2009, 228611.

Saraçlar Ç., Lojistik faaliyetler içinde envanter yönetiminin rolü ve önemi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2003, 130305.

Satıcı G., Enflasyonist ortamda endüstri işletmelerinde envanter model analizleri (üretim ve stok sistemleri) ve bir uygulama, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 1995, 41376.

Sezginer B., Envanter planlama ve kontrol modellerinin işletmelerde uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Bölümü, 1999, 87778.

Taha H., Deterministik stok modelleri, Editörler: Baray Ş., Esnaf Ş., *Operations Research*, 6. Basım, Literatür Yayınları, İstanbul, 433-600, (2000).

Turner, Wayne C., Mize H., Case E., Nazemtz W., Introduction to industrial and systems engineering, 4, Prentice Hall, London, 54-68, 1993.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılı Pertek doğumlu olup, ilk,orta ve lise öğrenimini Elazığ'da tamamladı. 1996 yılında girdiği Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünden 2000 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu.

Askerlik görevini tamamladıktan sonra.2001-2004 yılları arasında Misaş A.Ş.'de Bilgi İşlem Müdürü olarak görev yaptı. 2004 yılında göreve başladığı Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Envanter Kontrol Merkezi Komutanlığında Oracle ERP Süreç Lideri & Oracle ERP Yazılım Mühendisi olarak çalışma hayatına devam etmektedir.